

引用格式: 李硕硕, 刘耀彬, 骆康. 环鄱阳湖县域新型城镇化对碳排放强度的空间溢出效应[J]. 资源科学, 2022, 44(7): 1449–1462. [Li S S, Liu Y B, Luo K. Spatial spillover effect of new-type urbanization on carbon emission intensity in counties around the Poyang Lake[J]. Resources Science, 2022, 44(7): 1449–1462.] DOI: 10.18402/resci.2022.07.11

环鄱阳湖县域新型城镇化对碳排放强度的空间溢出效应

李硕硕, 刘耀彬, 骆康

(南昌大学经济管理学院, 南昌 330031)

摘要: 新型城镇化如何影响碳排放强度关系到“双碳”目标的实现与路径选择, 更加关系到生态安全较为敏感的湖域地区可持续发展。以环鄱阳湖县域单元为研究对象, 构造生态安全距离空间权重矩阵, 采用SPDM模型实证分析2000—2019年研究区新型城镇化对碳排放强度的空间溢出效应和衰减特征。结果表明: ①新型城镇化对降低碳排放强度存在显著的正向影响, 表明推动新型城镇化建设与降低碳排放强度可以实现二者得兼; ②新型城镇化对碳排放强度的影响呈现显著的空间溢出效应, 生态安全距离是影响空间溢出效应的主要因素, 但影响程度小于经济距离; ③生态安全约束下湖域地区新型城镇化对碳排放强度的空间溢出效应呈现由近及远的“三阶段”衰减特征。由此建议因地制宜并合理定位制定新型城镇化政策, 精准推进以县域为单位新型城镇化; 优化区域空间布局, 完善城市群协同发展机制; 推动生态振兴与新型城镇化深度融合, 充分发挥地区生态优势。

关键词: 新型城镇化; 碳排放强度; 生态安全; 空间溢出; 衰减特征; 鄱阳湖; 县域

DOI: 10.18402/resci.2022.07.11

1 引言

“碳达峰碳中和”是生态文明建设的重要目标之一, 新型城镇化如何影响碳排放强度关系到“双碳”目标实现的路径选择^[1,2]。一方面, 新型城镇化作为一种紧凑型的空间行为, 表现出的各种要素空间集聚, 其正外部性和空间溢出效应提高了能源利用效率, 降低了碳排放强度; 另一方面, 城镇化带来的产业扩张、人口增加和基建增多等现象加速了能源消耗, 使得碳排放强度增加^[3,4]。可见, 新型城镇化与碳排放强度之间存在不确定性, 尤其在空间层面二者关系尚未明确。因此, 解析新型城镇化对碳排放强度的影响及空间溢出效应, 有助于“双碳”目标的实现与区域协同高质量发展。

城镇化与碳排放的关系长期被关注但尚未达成共识。就现有研究来看: 人口城镇化可能通过能源消费强度和人均消费水平来提高人均碳排放, 但

可以通过改善能源消费结构清洁化程度来抑制人均碳排放^[5]; 城市扩张与土地集约利用是土地城镇化作用于碳排放的两种主要方式^[6], 碳排放已成为城市扩张与土地利用的新约束条件^[7], 而土地利用集约度与碳排放强度曲线呈现倒N型关系^[8]; 经济城镇化所带来的经济集聚与碳排放强度之间呈显著的负相关^[9]; 新型城镇化可通过“规模效应”和“同群效应”助力碳减排^[10,11], 也有学者指出新型城镇化可通过消费示范效应、产业结构转型升级效应以及投资效应实现旅游业减少碳排放^[12]。忽略空间效应展开的实证估计结果往往是有偏的或者非有效的, 且空间溢出效应会随距离的增加而减弱^[13]。整体上看, 中国区域碳排放强度存在一定的“时间惯性”, 呈现出“雪球效应”, 且在邻近地区表现出明显的空间集聚性^[14]。从省域层面看, 由于相邻省域存在密切联系且生态和经济特征存在一定的相似性, 导致

收稿日期: 2022-04-07 修订日期: 2022-06-13

基金项目: 国家自然科学基金项目(41871155); 国家社会科学基金重大项目(18ZDA047)。

作者简介: 李硕硕, 男, 山东博兴人, 博士研究生, 研究方向为生态经济与区域经济。E-mail: lishuoshuo95@163.com

通讯作者: 刘耀彬, 男, 湖北麻城人, 教授, 博士生导师, 研究方向为生态经济与区域经济。E-mail: liuyabobin2003@163.com

各省域碳排放强度存在明显的空间正相关性,表现出俱乐部收敛的演进特征^[15]。进一步,学者们就空间溢出衰减特征进行了相关探讨,如采用设定地理距离阈值的空间面板杜宾模型(SPDM)与可拓展的随机性的环境影响评估模型(STIRPAT)等,探讨金融集聚对绿色发展以及新型城镇化对生态环境质量的衰减特征^[16,17]。

回顾现有文献,关于城镇化与碳排放强度的研究已取得了不菲成果,但仍待完善。湖域地区水-生态资源时空分布不均,影响着经济社会发展、陆地生态系统碳循环和生态环境的演变,进而影响着“依水而生”的湖域地区新型城镇化对碳排放强度的空间溢出效应。环鄱阳湖区作为典型的湖域地区具有相对完整的生态系统和独特的生态安全优势,生态安全作为一种基底因素如何影响新型城镇化对碳排放强度空间溢出效应尚未知晓。基于此,基于2000—2019年环鄱阳湖县域单元土地利用数据测算生态安全并构造生态安全距离空间权重矩阵,进而采用空间面板杜宾模型实证分析新型城镇化对碳排放强度的空间溢出效应与衰减特征,为新形势下流域生态文明建设与湖域经济-社会-生态综合效益研究提供新的探索途径。

2 分析框架

以人为核心的新型城镇化注重集约高效和生态宜居,而低碳发展则重点关注低碳消费和低碳生产,二者皆为实现可持续发展的重要方式。在某种程度上,推动新型城镇化建设与降低碳排放强度可以实现二者得兼^[10]。新型城镇化主要通过人口市民化、城市群一体化与发展方式绿色化等“三化”降低地区碳排放强度(图1)。①新型城镇化通过推动人口市民化,改善居民消费结构和消费观念,促进清洁消费和环保消费以及节能减排等意识的加强^[5],以降低碳排放强度。②新型城镇化通过技术进步与制造业转型升级推动高技术低能耗“挤出”高能耗低技术^[18],又通过产业结构优化与生产性服务业的高级化促使制造业向价值链高端攀升,从而降低碳排放强度。③新型城镇化促进空间布局优化与公共交通完善,推动城市内部区域分工更加合理化,使得各类功能区空间布局更为邻近,缩短通勤距离^[8],推动能源集中化供应和利用^[19],提升了公共设施利用效率,进而降低交通能源消耗和碳排放强度。

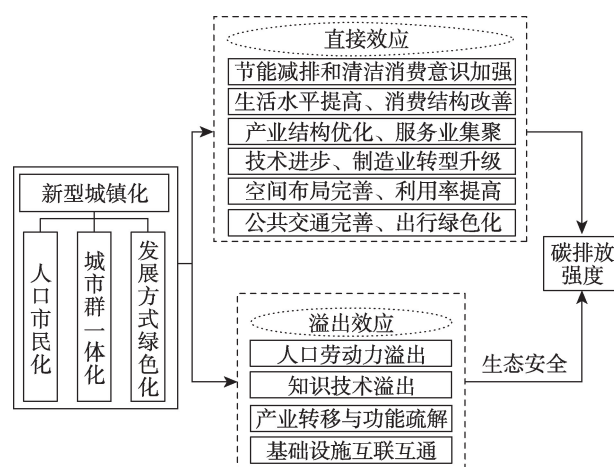


图1 新型城镇化降低碳排放强度的路径机制

Figure 1 Pathways of new-type urbanization to reduce carbon emission intensity

新型城镇化对碳排放强度的影响具有空间溢出效应。从人口劳动力溢出与知识技术溢出角度来看,本地新型城镇化建设中形成的经济流与人口流的外溢效应促进本地高层次人才溢出,进而带动低碳技术与低碳知识的溢出,使得整个地区提高能源利用效率、降低碳排放强度^[20]。从产业转移与功能疏解角度来看,企业集聚的正外部性促使本地产业向周边地区转移,而新型城镇化较高地域的产业先进程度要高于新型城镇化较低的地域,促进周边地区产业的技术进步与能源效率提升,促使碳排放强度降低。“大城市病”背景下,功能疏解促进先进制造业外溢,带动周边地区打造先进制造业基地,降低碳排放强度^[17]。从基础设施互联互通与公共服务互认共享来看,相邻地区会面临相同的环境政策约束,且环境因素已被列为当地官员绩效考核之中,在绩效考核压力下,当地政府会更加关注周边地区低碳发展的实现路径和政策^[21]。

维持新型城镇化可持续发展不仅要关注其内部空间结构优化,更需要考虑到生态安全的容量限制^[22-24]。在新型城镇化过程中,人类活动主要在LUCC的景观层面上进行^[25]。土地利用生态安全评估是区域生态风险评估(ESA)系统的重要组成部分,考虑到土地利用与生态系统之间的关系,土地利用类型是构建合理生态系统结构和评估生态安全的基础。因此,基于景观生态学视角综合景观结构安全与景观功能安全评估生态安全是合理的。

2022年7月

湖域地区水-生态资源时空分布不均导致不同地区生态安全状况不同,较高生态安全水平的区域对较低生态安全水平的地区具有更强的溢出效应。在新型城镇化与碳排放强度的作用关系中,从土地利用类型的角度看,生态安全主要通过生态承载力与生态系统服务价值来施加影响。生态承载力作为物质支撑与空间保障会约束新型城镇化的速度与质量,较高的生态承载力意味着该地区为新型城镇化提供的人口规模支持、消费需求支持较多。生态系统服务价值越高,则意味着可为服务业集聚提供越多的需求,有利于促进产业结构优化。生态安全越高的地区越有利于吸引其他地区的人口劳动力溢出、知识技术溢出、产业转移与功能疏解以及基础设施互联互通。因此,在研究湖域地区新型城镇化对碳排放强度的影响时,考虑生态安全加入空间效应就显得更加必要。

3 研究区概况、研究方法与数据来源

3.1 研究区概况

环鄱阳湖城市群包括南昌、九江、景德镇、鹰潭、抚州五市以及上饶、宜春、吉安的部分县(区),国土面积约2.096万km²,是典型的流域湖泊类城市群。《环鄱阳湖生态城市群规划(2015—2030)》致力于将其打造成为联动“一带一路”的内陆开放高地、长江经济带绿色产业聚集区、国家绿色城镇化先行示范区。如图2所示,环鄱阳湖县域单元水-生态资源时空分布不均,水域主要集中在环湖中心区域,边缘区域林业资源较为丰富,且城乡建设用地分布

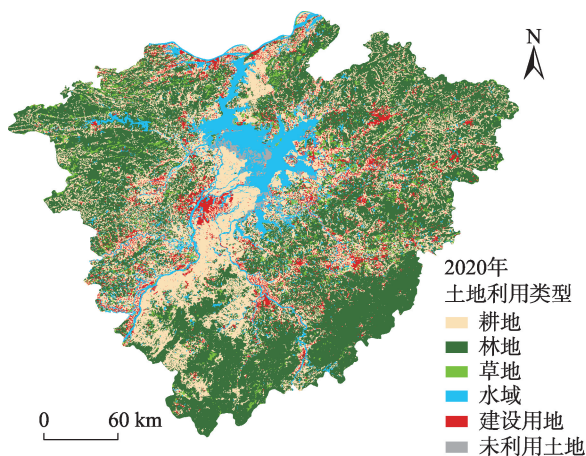


图2 2020年环鄱阳湖城市群土地利用类型图

Figure 2 Land use of the urban agglomeration around the Poyang Lake, 2020

也存在不均现象。因此,以环鄱阳湖县域单元为研究对象,既可以明晰湖域地区新型城镇化与碳排放强度的内在联系,又可以从空间上明晰溢出效应,为实现“双碳”目标提供依据。

3.2 模型设定

为考察新型城镇化对碳排放强度的空间溢出效应,构造了空间面板杜宾模型(Spatial Panel Durbin Model, SPDM),模型设定如下:

$$CEI_{it} = \alpha_i + \rho W \cdot CEI_{it} + \beta_1 NU_{it} + \beta_2 ISO_{it} + \beta_3 ISE_{it} + \beta_4 GOV_{it} + \beta_5 LY_{it} + \beta_6 OD_{it} + \beta_7 ECS_{it} + \beta_7 RD_{it} + \theta_1 W \cdot NU_{it} + \theta_2 W \cdot ISO_{it} + \theta_3 W \cdot ISE_{it} + \theta_4 W \cdot GOV_{it} + \theta_5 W \cdot LY_{it} + \theta_6 W \cdot OD_{it} + \theta_7 W \cdot ECS_{it} + \theta_8 W \cdot RD_{it} + \lambda_i + \gamma_t + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

式中: CEI_{it} 代表城市*i*在*t*年的碳排放强度; W 为空间权重矩阵水平; NU_{it} 为新型城镇化; ISO_{it} 和 ISE_{it} 分别表示第二产业和第三产业占比; GOV_{it} 为政府干预程度; LY_{it} 为人均收入水平; OD_{it} 表示外开放程度; ECS_{it} 表示能源消费结构; RD_{it} 代表技术进步。 $\rho W \cdot CEI_{it}$ 表示碳排放强度空间滞后项; α_i 为常数; β_1 – β_8 为解释变量与控制变量的回归估计系数; θ_1 – θ_8 为解释变量与控制变量的空间回归估计系数; λ_i 为个体固定效应; γ_t 为时间固定效应; ε_{it} 为随机扰动项。

W 主要包括基于Queen邻近性空间权重矩阵 W_{ij} 、反距离空间权重矩阵 W_{dis} 、经济距离空间权重矩阵 W_{econ} 、生态安全距离空间权重矩阵 W_{es} 。基于Queen邻近性空间权重矩阵 W_{ij} 的基本思想为邻近区域会对周围区域产生影响,区域*i*和区域*j*相邻,则空间权重为1,反之则为0。

$$W_{ij} = \begin{cases} 1, & b_i \cap b_j \neq \emptyset \\ 0, & b_i \cap b_j = \emptyset \end{cases} \quad (2)$$

式中: b_i 和 b_j 为区域*i*与区域*j*。

$$W_{dis} = \begin{cases} 1/S_{ij}, & i \neq j \\ 0, & i = j \end{cases} \quad (3)$$

式中: S_{ij} 为城市*i*到城市*j*的地理距离。

经济距离空间权重矩阵 W_{econ} 中, \bar{Y}_i 表示城市*i*各年份实际GDP的均值, \bar{Y} 表示环鄱阳湖县域各年实际GDP均值, t_0 表示研究基期, t_1 表示研究末期^[26]。

$$W_{econ} = W_{dis} \cdot \text{diag}(\bar{Y}_1/\bar{Y}, \bar{Y}_2/\bar{Y}, \dots, \bar{Y}_n/\bar{Y}) \quad (4)$$

$$\bar{Y}_i = \frac{1}{t_1 - t_0 + 1} \sum_{t=t_0}^{t_1} Y_{it}, \bar{Y} = \frac{1}{n(t_1 - t_0 + 1)} \sum_{i=t_0}^{t_1} \sum_{i=1}^n Y_{it} \quad (5)$$

基于鄱阳湖流域独特地理含义和前文机制分析,构造生态安全距离空间权重矩阵(W_{es}),即采取的第4种空间权重矩阵。一方面,考虑到时间维度,选取研究期内生态安全平均水平,更加客观准确;另一方面,将生态安全与地理距离综合考虑,且生态安全具有方向性。事实上,湖泊和水库中每年所埋藏的有机碳超过海洋沉积物中的埋藏量^[27],湖域地区成为研究碳循环和人类生产活动的重要地带。鄱阳湖是中国最大的淡水湖,具有大湖流域特征代表性,“依水而生”的环鄱阳湖区兼具强大的碳源和碳汇双重功能,其生态安全也会参与到空间单元经济活动交互影响中,因此提出地区生态安全差异和地理空间权重矩阵嵌套的生态安全距离空间权重矩阵。生态安全矩阵基本思想是在考虑空间距离基础上,假定生态安全较强城市会对周围城市产生较强影响,生态安全较弱城市对周围城市则产生较弱影响。生态安全距离空间权重矩阵 W_{es} 为:

$$W_{es} = W_{dis} \cdot \text{diag}(\overline{E}_1/\overline{E}, \overline{E}_2/\overline{E}, \dots, \overline{E}_n/\overline{E}) \quad (6)$$

$$\overline{E}_i = \frac{1}{t_1 - t_0 + 1} \sum_{t=t_0}^{t_1} E_{it}, \overline{E} = \frac{1}{n(t_1 - t_0 + 1)} \sum_{i=1}^n \sum_{t=t_0}^{t_1} E_{it} \quad (7)$$

式中: \overline{E}_i 表示城市*i*各年份生态安全指数的均值; \overline{E} 表示环鄱阳湖县域各年份生态安全指数均值。

从LUCC与人类活动的角度出发,综合景观结构安全与景观功能安全以构建生态安全指数,参考刘耀彬等^[28]研究成果,具体计算步骤如下:

①景观干扰度(E_k)

$$\begin{aligned} E_k &= \alpha C_k + \beta S_k + \gamma D_k \\ C_k &= N_k / A_k \\ S_k &= \frac{1}{2} A / A_k \sqrt{N_k / A} \\ D_k &= \ln n + p_k \cdot \ln p_k \end{aligned} \quad (8)$$

式中: k 为景观类型; C_k 为景观破碎度指数; S_k 为分离度指数; D_k 为优势度指数; α 、 β 、 γ 分别为景观破碎度、分离度、优势度的系数,对 α 、 β 、 γ 分别赋值为0.6、0.3、0.1; N_k 为景观类型*k*的斑块数; A_k 为景观类型*k*的面积; A 为景观总面积; n 为景观类型数; p_k 为景观类型*k*占景观总面积的比例。

②景观脆弱度(F_k)

$$F_k = a C_k + b S_k \quad (9)$$

式中: a 、 b 分别为破碎度与分离度的权重。

③景观结构安全指数(ESI)

$$ESI_k = \sum_{k=1}^m \frac{A_k}{A} (1 - E_k \times F_k) \quad (10)$$

④生态安全指数(ES)

$$ES_i = \sum_{k=1}^n (ESI_k \times ESV_k) \quad (11)$$

ESV_k 为景观功能安全指数,参考谢高地等^[29]研究成果,用单位面积生态系统服务价值当量因子来衡量各种景观类型的景观功能表征。

3.3 变量选取

3.3.1 被解释变量

碳排放强度(CEI):采用各县域能源碳排放总量与对应地区GDP的比值来表示,碳排放总量利用IPCC清单法计算。

3.3.2 核心解释变量

新型城镇化(NU)是城镇化的进一步深化转型,是将城市文明从初级阶段推向高级阶段,从而向更高级别的生态文明、知识文明等演进的途径。新型城镇化是涵盖人口、经济、空间(土地)和社会等方面的全方位城镇化^[30]。参考现有研究成果同时考虑环鄱阳湖县域的特点和数据的可获得性,从经济、人口、空间和社会4个方面构建了环鄱阳湖县域新型城镇化水平评价指标体系,包含12个具体指标(表1)。

3.3.3 控制变量

从影响碳排放强度的主要因素入手,选取产业结构、政府干预程度、人均收入水平、对外开放程度、能源消费结构和技术进步等因素作为控制变量。其中,产业结构采用第二产业产值占GDP的比重和第三产业产值占GDP的比重分别作为产业结构的代理变量^[31],政府干预程度采用地方财政支出占GDP比重来表示^[32]。以“环境库兹涅茨曲线”假说为代表的相关研究表明人均收入与环境变化密切相关,采用人均GDP比重表征人均收入水平^[33]。由外商直接投资引发的“污染避难所”或“污染光环”假说从两种对立面表明了对外开放与环境污染密切相关^[34,35],采用外商直接投资(FDI)占GDP的百分比衡量对外开放程度。能源消费结构采用煤炭消费占能源消费总量的比重^[36],技术进步采用每万人所拥有发明专利授权量测度(表2)^[37]。

3.4 数据来源

选用2000—2019年环鄱阳湖县域土地利用

2022年7月

表1 环鄱阳湖县域新型城镇化水平评价指标体系

Table 1 Evaluation indicator system of new-type urbanization level in counties around the Poyang Lake

目标层	一级指标	权重	二级指标	单位	权重
环鄱阳湖县域新型城镇化水平	经济城镇化	0.2046	人均GDP	万元/人	0.0782
			人均工业总产值	万元/人	0.1175
			非农产值比重	%	0.0089
	人口城镇化	0.1852	城镇人口占比	%	0.0403
			城镇人口密度	人/km ²	0.0609
			非农就业人员占比	%	0.0840
	社会城镇化	0.2923	医疗卫生服务	床/万人	0.1188
			人均教育经费	万元/人	0.0622
			互联网普及率	%	0.1113
	空间城镇化	0.3179	城镇建成区面积	km ²	0.1460
			土地城镇化率	%	0.0711
			城市路网密度	m/km ²	0.1008

表2 描述性统计与单位根检验

Table 2 Descriptive statistics and unit root test

变量类型	变量名称	符号	样本数	均值	标准差	最小值	最大值	单位根检验
被解释变量	碳排放强度	<i>CEI</i>	840	1.957	1.305	0.330	6.629	-7.483***
核心解释变量	新型城镇化水平	<i>NU</i>	840	0.131	0.101	0.019	0.654	-3.199***
控制变量	二产占比	<i>ISO</i>	840	0.467	0.125	0.007	0.781	-6.797***
	三产占比	<i>ISE</i>	840	0.343	0.098	0.117	0.719	-3.816***
	政府干预程度	<i>GOV</i>	840	0.188	0.085	0.034	0.524	-9.750***
	人均收入水平	<i>LY</i>	840	9.555	0.998	6.999	12.027	-5.314***
	对外开放水平	<i>OD</i>	840	5.623	5.592	0.019	20.250	-8.740***
	能源消费结构	<i>ECS</i>	840	0.527	0.222	0.072	0.834	-3.531***
	技术进步	<i>RD</i>	840	0.088	0.186	0.000	1.489	-7.229***

注:***、**表示、*表示分别表示1%、5%、10%显著性水平。下同。

(LUCC)数据与社会经济数据,分别源于中国科学院资源环境科学数据中心和《中国县域统计年鉴》以及各县市国民经济发展统计公报。因个别变量存在缺失值,对其进行平滑处理。如表2所示,所选用的变量均通过了单位根检验,且各变量 *VIF* 值均小于10,认为实验结果不受多重共线性的影响^[38]。

4 结果与分析

4.1 新型城镇化与碳排放强度的时空特征

4.1.1 新型城镇化的时空特征

如图3所示,从时间变化上来看,2000—2019年环鄱阳湖县域平均新型城镇化水平由0.05上升到0.25,且阶段性特征明显呈现“缓慢发展—快速扩张—稳步提升”的三阶段发展趋势,说明环鄱阳湖县域

新型城镇化建设取得了长足进步。从空间特征来看,鄱阳湖城市群新型城镇化空间差异性明显,具体表现为环湖核心区>环湖边缘区>环湖外围区,反映了湖域地区新型城镇化具有独特的分区特征。

4.1.2 碳排放强度的时空特征

选择2005年、2010年、2015年和2019年4个截面进行空间可视化,并利用Jenks自然断点法研究时序内环鄱阳湖县域碳排放强度空间分布(图4),进一步采用冷热点分析绘制环鄱阳湖县域碳排放强度冷热点分布(图5)。从时间演化角度看,2005—2019年环鄱阳湖大部分县域碳排放强度呈现明显的下降趋势,反映出生态文明建设下的环鄱阳湖县域新型城镇化取得了一定成效。从空间格

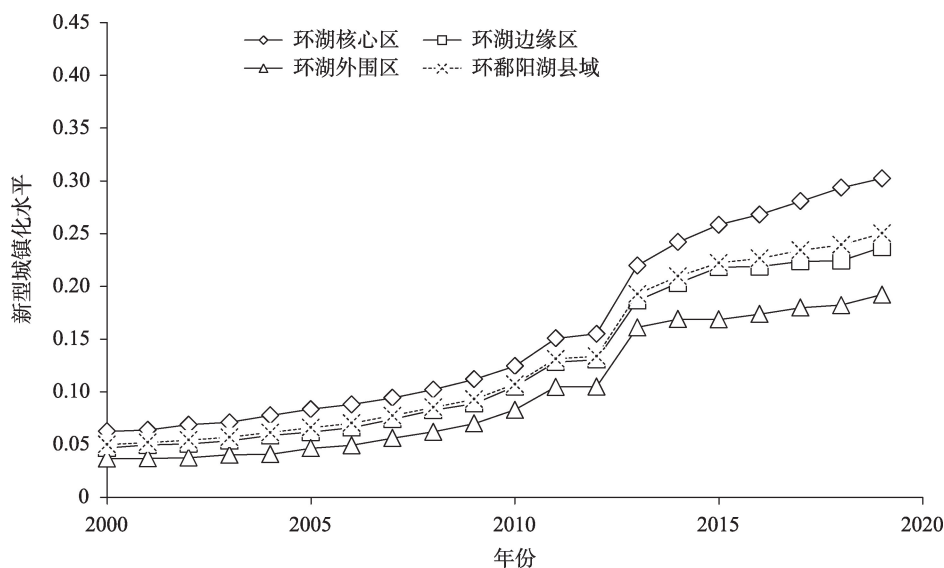


图3 2000—2019年新型城镇化水平变化趋势图

Figure 3 Trend of change of new-type urbanization level, 2000-2019

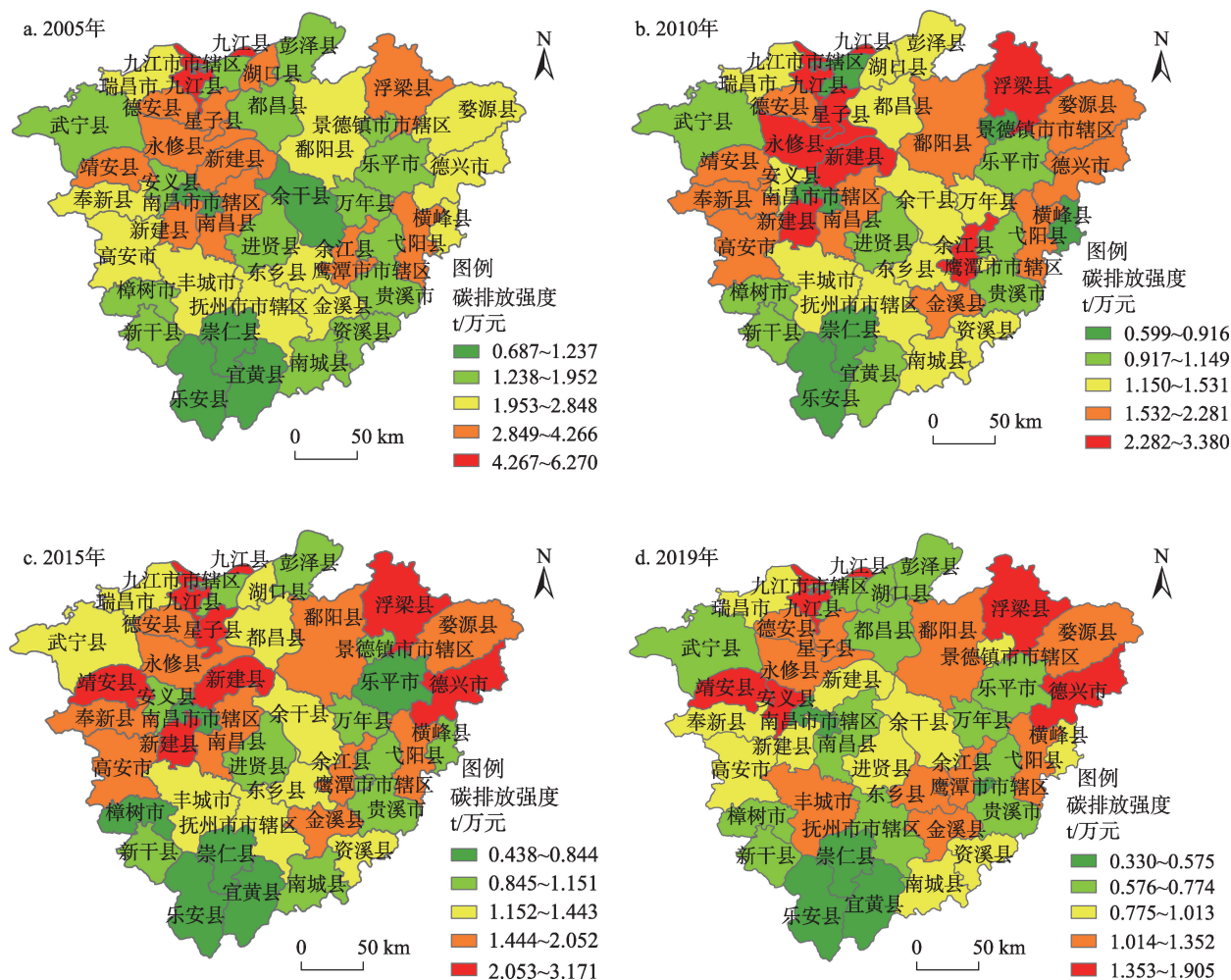


图4 2005,2010,2015,2019年环鄱阳湖县域碳排放强度空间分布

Figure 4 Spatial distribution of carbon emission intensity in the counties around the Poyang Lake, 2005, 2010, 2015, and 2019

2022年7月

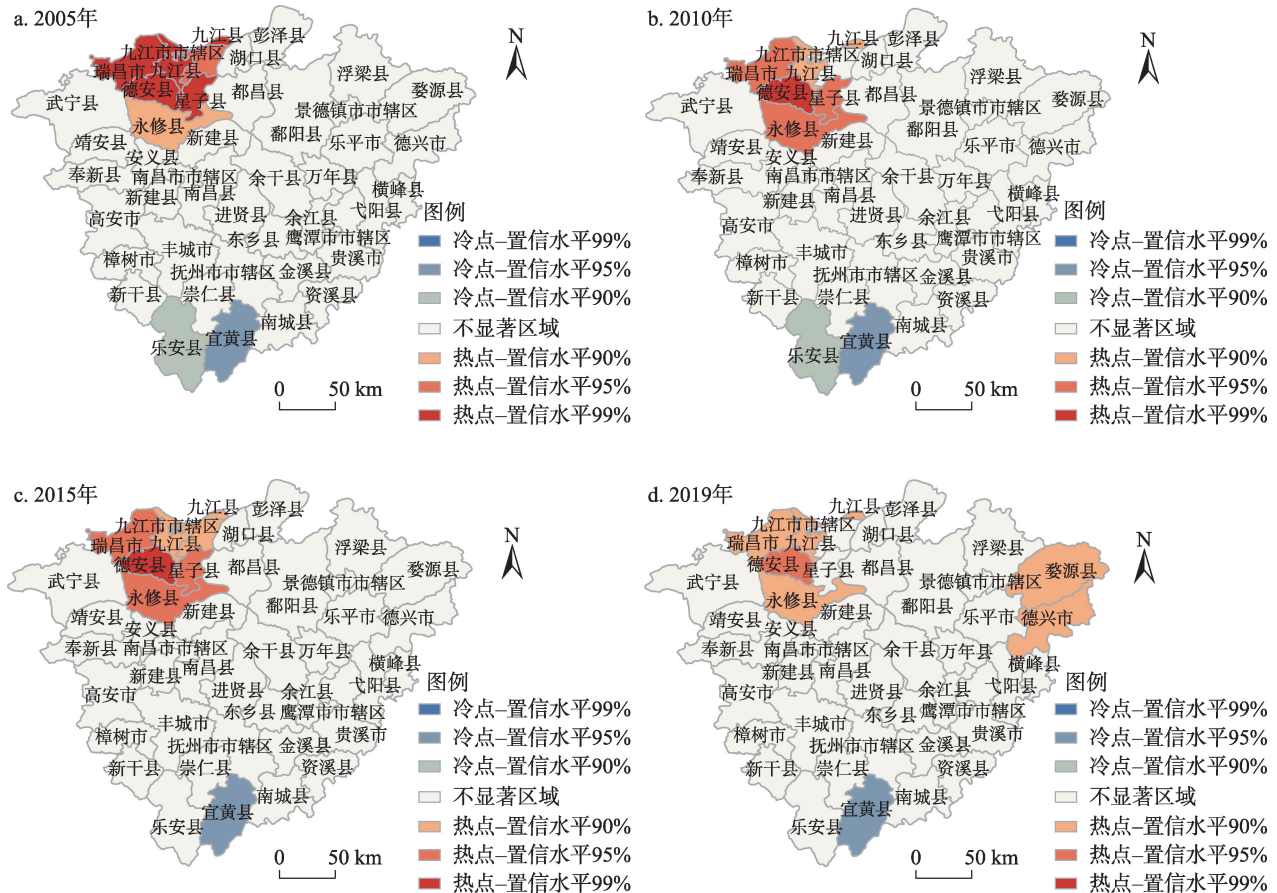


图5 2005,2010,2015,2019年环鄱阳湖县域碳排放强度冷热点分布图

Figure 5 Distribution of cold/hot spots of carbon emission intensity in the counties around the Poyang Lake, 2005, 2010, 2015, and 2019

局上看,2005—2019年碳排放强度空间分布格局由“块状分布、抱团取暖”向“交错分布、命运共同”转变。碳排放强度分布格局与新型城镇化分布既存在错位也有重合,如南昌市区、九江市区、抚州市区、鹰潭市区以及景德镇市区排放强度较小但新型城镇化水平较高,这反映出推动新型城镇化在一定程度上可以降低碳排放强度。

在冷热点分布上,显著热点区域主要集中在九江市市辖区周边,且随时间变化显著热点区域逐渐减少,而显著冷点区域则集中在生态状况较好的环湖外围区。

4.2 新型城镇化对碳排放强度的空间溢出效应

4.2.1 空间自相关检验

检验新型城镇化对碳排放强度影响的空间溢出效应之前需要考察各自空间相关性。如表3所示,新型城镇化的全局Moran's I 由负值不显著逐渐

变成正值显著,表明随着新型城镇化的推进,新型城镇化水平具有较强的空间相关关系。而碳排放强度全局Moran's I 指在0.548~0.769之间,且均通过0.01的显著性水平检验,表明碳排放强度存在较强的空间相关且相关性在逐渐增强。

4.2.2 模型识别

基于Elhorst^[39]空间检验理论,将最终模型确定为双固定效应的空间动态面板杜宾模型(Spatial Panel Durbin Model, SPDM)。如表4所示,首先通过LM检验和robust LM检验判断是采用空间滞后模型还是空间误差模型,其次通过LR检验与Wald检验判断SPDM模型是否可以退化为SPLM或SPEM形式。进一步采用Hausman检验,通过了5%的显著性检验,表明应当采用固定效应模型估计。此外,为避免不可能观测的新型城镇化异性因素及时间变化对估计结果的影响,参照既有研究做法,

表3 2000—2019年新型城镇化与碳排放强度全局Moran's I

Table 3 Global Moran's I of new-type urbanization and carbon emission intensity, 2000-2019

年份	新型城镇化水平		碳排放强度		年份	新型城镇化水平		碳排放强度	
	Moran's I	Z值	Moran's I	Z值		Moran's I	Z值	Moran's I	Z值
2000	-0.059	-0.302	0.548***	4.522	2010	0.026	0.410	0.714***	5.850
2001	-0.042	-0.159	0.527***	4.375	2011	0.042	0.536	0.713***	5.840
2002	0.015	0.350	0.539***	4.469	2012	0.045	0.556	0.718***	5.845
2003	0.051	0.689	0.541***	4.523	2013	0.102	0.970	0.714***	5.787
2004	0.032	0.500	0.575***	4.835	2014	0.277**	2.300	0.713***	5.769
2005	0.022	0.420	0.630***	5.249	2015	0.284**	2.338	0.709***	5.723
2006	0.027	0.450	0.646***	5.332	2016	0.341***	2.801	0.720***	5.777
2007	0.029	0.429	0.659***	5.406	2017	0.412***	3.336	0.729***	5.843
2008	0.039	0.541	0.656***	5.406	2018	0.460***	3.688	0.754***	6.020
2009	0.049	0.620	0.712***	5.842	2019	0.417***	3.339	0.769***	6.127

表4 面板计量模型检验

Table 4 Panel measurement model test

统计量	Z值	P值
LM spatial lag	12.266	0.000
robust LM spatial lag	0.653	0.419
LM spatial error	38.883	0.000
robust LM spatial error	27.270	0.000
LR spatial lag	86.695	0.000
Wald spatial lag	79.847	0.000
LR spatial error	97.455	0.000
Wald spatial error	89.072	0.000
Hausman	15.381	0.017

最终采用时空双固定的SPDM模型进行估计。

4.2.3 空间溢出效应

利用Matlab在4种空间权重矩阵下进行参数估计,结果如表5所示。在4种不同权重矩阵下,碳排放强度空间滞后项均在1%或5%的水平上显著为正,表明碳排放强度存在显著的正向溢出效应,各县域碳排放强度相互作用,某一县域的碳排放强度提高也会带动周围县域的碳排放强度。同时表明,地理相近、经济相似地区的碳排放强度表现出明显的集聚效应,并反映出生态安全距离空间权重矩阵构造合理且生态安全会影响碳排放强度的空间溢出。

生态安全距离空间权重矩阵下,新型城镇化及其空间交互项对碳排放强度的影响系数均在1%的水平上显著为负,说明新型城镇化能显著抑制本地区与周边地区的碳排放强度,推动新型城镇化建设

与降低碳排放强度可以实现二者得兼。在其他3种权重矩阵下亦是如此,证实上述结果稳健。新型城镇化可通过人口市民化、城市群一体化与发展方式绿色化等“三化”实现本地与周边地区低碳经济的双赢。

从控制变量来看,第二产业占比对碳排放强度的估计系数和空间溢出系数均显著为正,第三产业占比对碳排放强度的估计系数也显著为正,而其在生态安全距离矩阵下的空间溢出系数并不显著。表明提升第二产业和第三产业的比重都会促进本地区碳排放强度的增加,而第三产业对碳排放强度的影响与生态安全息息相关。一方面可能是因为第二产业本身碳排放强度要高于一三产业,且其尚未完全实现绿色化、智能化与现代化;另一方面则可能是由于鄱阳湖城市群第三产业以生活性服务业为主,而经济效益较高且能源需求较少的生产性服务业相对缺乏。人均收入水平可以显著降低本地的碳排放强度,但促进了周边地区的碳排放强度,可能是因为人均收入水平促进了本地区居民更加倾向于消费清洁能源,而本地区挤出的非清洁能源由于成本降低而流向了周边地区。能源消费结构显著地促进本地区碳排放强度,而对周围地区的促进作用并不显著,这也证明了中国降低煤炭等非清洁能源所占比重、提高清洁能源占比决策的合理性。技术进步对本地区碳排放强度的影响并不显著,但对周围地区碳排放强度的影响显著为正,这可能是因为技术进步虽可以促进能源利用效率,但

2022年7月

表5 新型城镇化对碳排放强度的空间溢出效应

Table 5 Spatial spillover effect of new-type urbanization on carbon emission intensity

变量	0-1 矩阵	地理距离	生态安全距离	经济距离
<i>NU</i>	-0.087**(-2.213)	-0.168***(-4.149)	-0.206***(-5.091)	-0.189***(-4.648)
<i>ISO</i>	0.033*(1.784)	0.076*** (3.787)	0.064*** (3.124)	0.073*** (3.575)
<i>ISE</i>	0.147*** (6.298)	0.150*** (6.074)	0.141*** (5.661)	0.150*** (6.146)
<i>GOV</i>	-0.035(-1.244)	0.042(1.385)	0.043(1.390)	0.024(0.793)
<i>LY</i>	-0.053***(-7.504)	-0.044***(-5.723)	-0.044***(-5.431)	-0.050***(-6.254)
<i>OD</i>	0.000(-0.004)	-0.000(-0.513)	0.000(-0.192)	-0.000(-1.400)
<i>ECS</i>	0.074*** (4.647)	0.087*** (5.011)	0.081*** (4.625)	0.080*** (4.675)
<i>RD</i>	0.013(1.613)	0.008(0.933)	0.011(1.248)	0.011(1.351)
<i>WNU</i>	-0.410***(-5.109)	-1.395***(-4.896)	-1.284***(-4.155)	-0.401***(-2.203)
<i>WISO</i>	0.236*** (5.168)	1.038*** (5.280)	0.742*** (3.658)	0.909*** (4.852)
<i>WISE</i>	0.109*(1.821)	0.544** (2.256)	0.389(1.623)	0.880*** (3.221)
<i>WGOV</i>	0.438*** (6.700)	1.758*** (6.411)	1.499*** (5.760)	0.597** (2.160)
<i>WLY</i>	0.045*** (2.618)	0.268*** (3.883)	0.250*** (3.497)	-0.021(-0.384)
<i>WOD</i>	-0.001(-1.039)	-0.000(-0.075)	0.002(0.933)	-0.004(-1.011)
<i>WECS</i>	-0.019(-0.481)	0.343** (2.099)	0.278(1.773)	0.080(0.563)
<i>WRD</i>	-0.041**(-2.126)	-0.195**(-2.277)	-0.164**(-2.027)	-0.072(-1.187)
<i>WCEI</i>	0.370*** (8.507)	0.206*** (1.945)	0.111** (1.027)	0.085** (1.263)
时间效应	控制	控制	控制	控制
空间效应	控制	控制	控制	控制
log likelihood	1875.85	1841.03	1822.92	1841.45
adj R^2	0.394	0.377	0.351	0.381

可能不是“绿色偏向”的。政府干预程度对周围地区碳排放强度具有显著的正向影响,原因可能是相对于碳排放强度等“看不见的效益”,对经济效益更加注重。

4.2.4 空间效应分解

进一步,采用偏微分估计分析新型城镇化对碳排放强度的直接效应、间接效应与总效应分解。4种不同权重矩阵下的效应分解结果如表6所示。在不同矩阵下,新型城镇化对碳排放强度影响的间接效应均大于直接效应。新型城镇化加剧经济、人口、技术和知识等要素的跨区域流动,要素流动促进人口劳动力溢出与知识技术溢出,进而带动低碳技术与低碳知识的溢出,使得区域能源效率提升和碳排放强度降低;同时,产业转移与功能疏解以及基础设施互联互通与公共服务互认共享促进了周边地区集约式低碳发展,碳排放强度得以降低。总之,两种效应均显著为负,说明新型城镇化对本地区和周边地区的碳排放强度具有双向抑制作用,对

低碳经济具有双向推动作用,这充分解释了提高城市群新型城镇化水平能够推动区域低碳发展。

从4种矩阵的估计结果看,新型城镇化对碳排放强度直接效应的估计系数大小为生态安全距离权重矩阵(-0.212)>经济距离权重矩阵(-0.190)>地理距离权重矩阵(-0.182)>0-1邻接矩阵(-0.125),表明新型城镇化对碳排放强度的直接效应受生态安全约束。间接效应的估计系数大小为地理距离权重矩阵(-1.847)>生态安全距离权重矩阵(-1.473)>经济距离权重矩阵(-0.458)>0-1邻接矩阵(-0.125),反映出地理距离不是约束新型城镇化对碳排放强度溢出效应的主要因素,表现为不同新型城镇化水平对周边碳排放强度抑制作用的影响半径不一样;生态安全是影响新型城镇化对碳排放强度溢出效应的主要因素,但这种影响要小于经济发展水平,反映出生态安全作为一种基底性因素,其水平越高越有利于吸引其他地区的人口劳动力溢出、知识技术溢出、产业转移与功能疏解以及基础设施互联互

表6 新型城镇化对碳排放强度的直接效应、间接效应与总效应

Table 6 Direct, indirect and total effects of new urbanization on carbon emission intensity

变量	0-1 邻接矩阵			地理距离权重矩阵		
	直接效应	间接效应	总效应	直接效应	间接效应	总效应
NU	-0.125***(-3.183)	-0.661***(-5.585)	-0.786***(-6.158)	-0.182***(-4.565)	-1.847***(-4.339)	-2.029***(-4.754)
ISO	0.056*** (2.832)	0.378*** (5.119)	0.434*** (5.206)	0.086*** (4.197)	1.340*** (4.179)	1.425*** (4.331)
ISE	0.161*** (6.330)	0.243** (2.621)	0.403*** (3.822)	0.155*** (6.062)	0.730** (2.172)	0.885** (2.561)
GOV	0.004 (0.127)	0.639*** (6.146)	0.642*** (5.489)	0.058* (1.788)	2.229*** (4.949)	2.287*** (4.957)
LY	-0.051***(-6.606)	0.037 (1.393)	-0.014 (-0.473)	-0.042***(-5.239)	0.331*** (3.369)	0.289*** (2.864)
OD	0.000 (-0.099)	-0.001 (-0.926)	-0.001 (-0.805)	-0.000 (-0.491)	-0.000 (-0.112)	-0.000 (-0.146)
ECS	0.076*** (4.424)	0.017 (0.271)	0.093 (1.320)	0.089*** (5.275)	0.462** (2.108)	0.551** (2.456)
RD	0.009 (1.081)	-0.054* (-1.772)	-0.045 (-1.283)	0.006 (0.715)	-0.244** (-2.231)	-0.238** (-2.089)

变量	生态安全距离权重矩阵			经济距离权重矩阵		
	直接效应	间接效应	总效应	直接效应	间接效应	总效应
NU	-0.212***(-5.036)	-1.473***(-3.737)	-1.685***(-4.243)	-0.190***(-4.535)	-0.458**(-2.291)	-0.648***(-3.315)
ISO	0.067** (3.097)	0.853*** (3.379)	0.921*** (3.545)	0.077*** (3.659)	1.019*** (4.549)	1.096*** (4.721)
ISE	0.144*** (5.590)	0.458* (1.698)	0.602** (2.176)	0.154*** (6.278)	0.991** (3.158)	1.145*** (3.552)
GOV	0.051 (1.576)	1.691*** (4.782)	1.742*** (4.798)	0.026 (0.827)	0.653** (2.103)	0.679 (2.166)
LY	-0.043***(-5.249)	0.274*** (3.144)	0.236** (2.569)	-0.049***(-6.379)	-0.030 (-0.539)	-0.079 (-1.364)
OD	0.000 (-0.079)	0.002 (0.962)	0.002 (0.904)	-0.000 (-1.350)	-0.004 (-0.963)	-0.004 (-1.019)
ECS	0.083*** (4.5647)	0.317 (1.769)	0.399** (2.175)	0.080*** (4.804)	0.096 (0.619)	0.176 (1.122)
RD	0.010 (1.136)	-0.184* (-1.935)	-0.174* (-1.765)	0.011 (1.323)	-0.079 (-1.191)	-0.068 (-0.984)

通。从直接效应与间接效应差距看,在地理距离矩阵下两种效应的差距为1.665;生态安全距离权重矩阵下两种效应的差距为1.261;经济距离权重矩阵下两种效应的差距为0.268,这表明在考虑到生态安全时,新型城镇化对碳排放强度的直接与间接效应差距在缩小。进一步,经济距离权重矩阵下,缩小情况更加明显。

4.3 新型城镇化对碳排放强度的空间衰减特征

根据地理学第一定律,空间依赖性会随城市间地理距离的增减而逐渐降低^[13]。为进一步分析生态安全如何影响新型城镇化对碳排放强度的溢出效应,在前文反距离地理矩阵的基础上设定不同的地理距离阈值($Thre_{ij}$,意为区域*i*到区域*j*的地理距离),并通过与经济距离下的变化趋势进行对比,更加直观地观察生态安全距离矩阵下新型城镇化对碳排放强度的衰减特征。在经济距离和生态安全距离矩阵下,分别设定阈值为25 km、50 km、75 km、100 km、125 km、150 km、175 km、200 km进行空间回归,分析新型城镇化空间交互项对碳排放强度的估计系数。公式如下:

$$W_{esij} = \{W_{es}, W_{es} > Thre_{ij}; 0, W_{es} < Thre_{ij}\} \quad (12)$$

如图6所示,在生态安全距离矩阵下,环鄱阳湖县域新型城镇化对碳排放强度的空间溢出效应呈现由近及远的“三阶段”衰减特征,其影响范围大致在150 km以内,具体表现为陡降趋于平缓(0~100 km)—缓降趋于平缓(101~150 km)—陡降趋于微弱(>150 km)的三阶段特征。当地理距离小于100 km时,新型城镇化对碳排放强度的空间溢出效应最强,但随生态安全距离增加其抑制作用下降迅速。

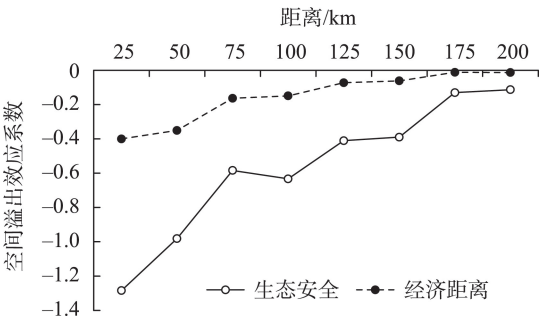


图6 新型城镇化影响碳排放强度的空间衰减过程

Figure 6 Spatial attenuation process of new-type urbanization affecting carbon emission intensity

2022年7月

这说明在较低的地理距离内,湖域地区新型城镇化对碳排放强度的空间溢出效应会倾向流入生态安全较高的地区。当处于101~150 km之间,新型城镇化对碳排放强度的空间溢出效应呈现缓降趋于平缓趋势,湖域地区各行政单元所处地理位置弱化了生态安全对这种空间溢出效应的影响,如大湖流域湖泊的难跨越性导致新型城镇化对碳排放强度的空间溢出效应偏向流入生态安全相对较低但无湖面阻隔的区域。而距离超过150 km时,新型城镇化对碳排放强度的空间溢出效应逐渐消失。在经济距离矩阵下,新型城镇化对碳排放强度的空间溢出效应的衰减趋势与生态安全距离矩阵下相似,但影响程度要明显弱于后者,说明湖域地区生态安全对新型城镇化建设与低碳发展的影响更为明显。

5 结论及启示

5.1 结论

基于新型城镇化的内涵、目标、实现路径与环鄱阳湖县域独特地理特征,利用2000—2019年环鄱阳湖县域土地利用与社会经济数据,测算新型城镇化、碳排放强度与生态安全,并采用SPDM模型实证分析新型城镇化对碳排放强度的空间溢出效应与衰减特征。主要结论如下:

(1)环鄱阳湖县域新型城镇化水平阶段性特征明显,呈现出“缓慢发展-快速扩张-稳步提升”的三阶段上升趋势,空间分布上受生态安全影响具有分区特征,表现为环湖核心区>环湖边缘区>环湖外围区;碳排放强度呈现明显的下降趋势且空间分布格局由“块状分布、抱团取暖”向“交错分布、命运共同”转变,表明不同地域单元的碳排放强度空间交互影响。

(2)新型城镇化对降低碳排放强度存在显著的正向影响,表明推动新型城镇化建设与降低碳排放强度可以实现二者得兼。新型城镇化对碳排放强度的影响呈现显著的空间溢出效应,某一地区的新型城镇化提升会促进其相邻地区碳排放强度的降低。但新型城镇化推进过程中的第二、三产业占比增加、能源消费结构改变和技术进步会显著促进本地区的碳排放强度。并且,第二产业占比和技术进步会显著促进周边地区的碳排放强度。在推动新型城镇化过程中,要持续推动能源结构优化,引导

“绿色偏向型”技术进步,实现新型城镇化的低碳效应。

(3)生态安全约束下湖域地区新型城镇化对碳排放强度的空间溢出效应呈现由近及远的“三阶段”衰减特征,其影响范围大致在150 km以内,具体表现为陡降趋于平缓(0~100 km)-缓降趋于平缓(101~150 km)-陡降趋于微弱(>150 km)的三阶段特征。湖域地区生态安全减缓了新型城镇化对碳排放强度的空间溢出效应,但大湖流域湖泊的难跨越性会抵消这种减缓作用。总体而言,湖域地区新型城镇化对碳排放强度的空间溢出效应在生态安全距离空间权重矩阵下更为敏感。

5.2 政策启示

上述研究结论对完善新型城镇化战略、推动低碳发展具有重要的政策启示:

(1)因地制宜制定新型城镇化政策,合理定位比较优势,精准推进以县域为单位的新型城镇化,以促进低碳发展。在人口市民化、城市群一体化和发展方式绿色化等总体规划的背景下,结合县域地理状况、资源禀赋和比较优势,制定差异化政策,发挥新型城镇化本地低碳效应的正外部性。针对交通不便、偏僻山区较多的县域,积极推进人口市民化和生态振兴,以推动新型城镇化建设。针对交通便利、平原较多的县域,积极通过城市群一体化、公共交通便利化、产业结构转移与升级等方式推动新型城镇化。

(2)优化区域空间布局,构建区域协同发展政策体系,完善城市群协同发展机制。一是在区域发展规划与制度层次为发挥新型城镇化对碳排放强度的空间溢出效应提高保障。二是在基础建设上,根据空间衰减特征鼓励中心城市建设1~2小时经济圈,发挥“市区-县域”行政体系的溢出优势,推动人才流动、知识转移、产业转移与承接、功能疏解与承接保障以及基础设置互联互通和政策服务互认,构建多层次的“中心-外围”结构县域城市群集聚体,促进空间溢出效应发挥其低碳的正外部性。

(3)持续推进生态文明建设,推动生态振兴与新型城镇化深度融合,充分发挥地区生态优势。生态安全是新型城镇化发展的基础也是助其发挥低碳溢出效应的重要推动力,发挥偏远地区生态安全

优势,以提升周边地区对空间溢出的吸引力。着重保护和修复受损地区生态,提高区域生态安全水平,为产业结构优化、服务业集聚以及各类要素溢出提高支持,从而推动区域低碳发展。

参考文献(References):

- [1] 岳婷,李梦婷,陈红,等. 碳中和研究热点与演进趋势: 基于科学知识图谱[J]. 资源科学, 2022, 44(4): 701-715. [Yue T, Li M T, Chen H, et al. Carbon neutrality research hotspots and evolution trend: Based on the scientific knowledge map[J]. Resources Science, 2022, 44(4): 701-715.]
- [2] 郭艺,曹贤忠,魏文栋,等. 长三角区域一体化对城市碳排放的影响研究[J]. 地理研究, 2022, 41(1): 181-192. [Guo Y, Cao X Z, Wei W D, et al. The impact of regional integration in the Yangtze River Delta on urban carbon emissions[J]. Geographical Research, 2022, 41(1): 181-192.]
- [3] 苏涛永,郁雨竹,潘俊汐. 低碳城市和创新型城市双试点的碳减排效应: 基于绿色创新与产业升级的协同视角[J]. 科学学与科学技术管理, 2022, 43(1): 21-37. [Su T Y, Yu Y Z, Pan J X. Carbon emission reduction effect of low-carbon cities and innovative cities: Based on the synergic perspective of green innovation and industrial upgrading[J]. Science of Science and Management of S. & T, 2022, 43(1): 21-37.]
- [4] Huo T F, Li X H, Cai W G, et al. Exploring the impact of urbanization on urban building carbon emissions in China: Evidence from a provincial panel data model[J]. Sustainable Cities and Society, 2020, DOI: 10.1016/j.scs.2020.102068.
- [5] 曹翔,高瑀,刘子琪. 农村人口城镇化对居民生活能源消费碳排放的影响分析[J]. 中国农村经济, 2021, (10): 64-83. [Cao X, Gao Y, Liu Z Q. The impact of urbanization of rural residents on carbon emissions from household energy consumption[J]. Chinese Rural Economy, 2021, (10): 64-83.]
- [6] Zhang W J, Xu H Z. Effects of land urbanization and land finance on carbon emissions: A panel data analysis for Chinese provinces [J]. Land Use Policy, 2017, 63: 493-500.
- [7] Yan Z, Liu Y F, Wang Y H, et al. Urban expansion simulation towards low-carbon development: A case study of Wuhan, China[J]. Sustainable Cities and Society, 2020, DOI: 10.1016/j.scs.2020.102455.
- [8] 周璟茹,赵华甫,吴金华. 关中城市群土地集约利用与碳排放关系演化特征研究[J]. 中国土地科学, 2017, 31(11): 55-61. [Zhou J R, Zhao H P, Wu J H. Study on relationship and evolution characteristics of intensive land-use and carbon emission of Guanzhong urban agglomeration[J]. China Land Science, 2017, 31(11): 55-61.]
- [9] 任晓松,刘宇佳,赵国浩. 经济集聚对碳排放强度的影响及传导机制[J]. 中国人口·资源与环境, 2020, 30(4): 95-106. [Ren X S, Liu Y J, Zhao G H. The impact and transmission mechanism of economic agglomeration on carbon intensity[J]. China Population, Resources and Environment, 2020, 30(4): 95-106.]
- [10] 王玉娟,江成涛,蒋长流. 新型城镇化与低碳发展能够协调推进吗? 基于284个地级及以上城市的实证研究[J]. 财贸研究, 2021, 32(9): 32-46. [Wang Y J, Jiang C T, Jiang C L. Can new-type urbanization and low-carbon economy be pushed coordinate-ly? Empirical research based on 284 prefecture-level cities[J]. Finance and Trade Research, 2021, 32(9): 32-46.]
- [11] 邵帅,张可,豆建民. 经济集聚的节能减排效应: 理论与中国经验[J]. 管理世界, 2019, 35(1): 36-60. [Shao S, Zhang K, Dou J M. Effects of economic agglomeration on energy saving and emission reduction: Theory and empirical evidence from China[J]. Journal of Management World, 2019, 35(1): 36-60.]
- [12] 王兆峰,汪倩. 长江经济带新型城镇化对旅游业碳排放的门槛效应研究[J]. 长江流域资源与环境, 2022, 31(1): 13-24. [Wang Z F, Wang Q. Threshold effect of new urbanization on tourism carbon emission in Yangtze River Economic Belt[J]. Resources and Environment in the Yangtze Basin, 2022, 31(1): 13-24.]
- [13] 孙俊,潘玉君,和瑞芳,等. 地理学第一定律之争及其对地理学理论建设的启示[J]. 地理研究, 2012, 31(10): 1749-1763. [Sun J, Pan Y J, He R F, et al. The enlightenment of geographical theories construction from the First Law of Geography and its debates [J]. Geographical Research, 2012, 31(10): 1749-1763.]
- [14] 李菁,李小平,郝良峰. 技术创新约束下双重环境规制对碳排放强度的影响[J]. 中国人口·资源与环境, 2021, 31(9): 34-44. [Li J, Li X P, Hao L F. Impact of dual environmental regulations on carbon emission intensity under the constraint of technological innovation[J]. China Population, Resources and Environment, 2021, 31(9): 34-44.]
- [15] 赵桂梅,耿涌,孙华平,等. 中国省际碳排放强度的空间效应及其传导机制研究[J]. 中国人口·资源与环境, 2020, 30(3): 49-55. [Zhao G M, Geng Y, Sun H P, et al. Spatial effects and transmission mechanism of inter-provincial carbon emission intensity in China[J]. China Population, Resources and Environment, 2020, 30(3): 49-55.]
- [16] 袁华锡,刘耀彬,封亦代. 金融集聚如何影响绿色发展效率? 基于时空双固定的SPDM与PTR模型的实证分析[J]. 中国管理科学, 2019, 27(11): 61-75. [Yuan H X, Liu Y B, Feng Y D. How does financial agglomeration affect green development efficiency? Empirical analysis of SPDM and PTR models considering spatio-temporal double fixation[J]. Chinese Journal Management Science, 2019, 27(11): 61-75.]
- [17] 谢锐,陈严,韩峰,等. 新型城镇化对城市生态环境质量的影响及时空效应[J]. 管理评论, 2018, 30(1): 230-241. [Xie R, Chen

2022年7月

- Y, Han F, et al. Research on influence and time-space effect of new-type urbanization on urban eco-environmental quality[J]. *Management Review*, 2018, 30(1): 230-241.]
- [18] Wang Z, Cui C, Peng S. How do urbanization and consumption patterns affect carbon emissions in China? A decomposition analysis [J]. *Journal of Cleaner Production*, 2019, 211: 1201-1208.
- [19] Chen Z F, Zhou M L. Urbanization and energy intensity: Evidence from the institutional threshold effect[J]. *Environmental Science and Pollution Research*, 2021, 28(9): 11142-11157.
- [20] 王少剑, 黄永源. 中国城市碳排放强度的空间溢出效应及驱动因素[J]. *地理学报*, 2019, 74(6): 1131-1148. [Wang S J, Huang Y Y. Spatial spillover effect and driving forces of carbon emission intensity at city level in China[J]. *Acta Geographica Sinica*, 2019, 74(6): 1131-1148.]
- [21] 赵美凤, 汪德根. 中国中西部地区就近城镇化空间分异格局及机理[J]. *地理学报*, 2021, 76(12): 2993-3011. [Zhao M F, Wang D G. Spatial differentiation and influencing mechanism of nearby urbanization in central and western China[J]. *Acta Geographica Sinica*, 2021, 76(12): 2993-3011.]
- [22] Bai X M, Shi P J, Liu Y S. Realizing China's urban dream[J]. *Nature*, 2014, 509(7499): 158-160.
- [23] Feng W L, Li Y R. Measuring the ecological safety effects of land use transitions promoted by land consolidation projects: The case of Yan'an City on the Loess Plateau of China[J]. *Land*, 2021, DOI: 10.3390/land10080783
- [24] Ouyang X, Tang L S, Wei X, et al. Spatial interaction between urbanization and ecosystem services in Chinese urban agglomerations[J]. *Land Use Policy*, 2021, DOI: 10.1016/j.landusepol.2021.105587.
- [25] 杨清可, 段学军, 王磊, 等. 长三角区域一体化与城市土地利用效率的协同测度及交互响应[J]. *资源科学*, 2021, 43(10): 2093-2104. [Yang Q K, Duan X J, Wang L, et al. Collaborative measurement and interactive response between regional integration and urban land use efficiency in the Yangtze River Delta[J]. *Resources Science*, 2021, 43(10): 2093-2104.]
- [26] 王火根, 沈利生. 中国经济增长与能源消费空间面板分析[J]. *数量经济技术经济研究*, 2007, (12): 98-107. [Wang H G, Shen L S. A spatial panel statistical analysis on Chinese economic growth and energy consumption[J]. *The Journal of Quantitative & Technical Economics*, 2007, (12): 98-107.]
- [27] Gudas C, Bastviken D, Steger K, et al. Temperature-controlled organic carbon mineralization in lake sediments[J]. *Nature*, 2010, 466: 478-481.
- [28] 刘耀彬, 邱浩, 戴璐. 生态安全约束下城市群空间网络结构动态演变及关联特征分析: 以环鄱阳湖城市群为例[J]. *华中师范大学学报(自然科学版)*, 2020, 54(4): 522-535. [Liu Y B, Qiu H, Dai L. Spatial network structure dynamic evolution and correlation characteristics analysis of urban agglomeration under ecological security constraint: A case of urban agglomeration around the Poyang Lake[J]. *Journal of Central China Normal University (Natural Sciences)*, 2020, 54(4): 522-535.]
- [29] 谢高地, 张彩霞, 张雷明, 等. 基于单位面积价值当量因子的生态系统服务价值化方法改进[J]. *自然资源学报*, 2015, 30(8): 1243-1254. [Xie G D, Zhang C X, Zhang L M, et al. Improvement of the evaluation method for ecosystem service value based on per unit area[J]. *Journal of Natural Resources*, 2015, 30(8): 1243-1254.]
- [30] 李兰冰, 高雪莲, 黄玖立. “十四五”时期中国新型城镇化发展重大问题展望[J]. *管理世界*, 2020, 36(11): 7-22. [Li L B, Gao X L, Huang J L. Prospects for major issues of China's new urbanization development during the "14th Five-Year Plan" period[J]. *Journal of Management World*, 2020, 36(11): 7-22.]
- [31] 曾刚, 陆琳忆, 何金廖. 生态创新对资源型城市产业结构与工业绿色效率的影响[J]. *资源科学*, 2021, 43(1): 94-103. [Zeng G, Lu L Y, He J L. Impact of ecological innovation on the economic transformation of resource-based cities[J]. *Resources Science*, 2021, 43(1): 94-103.]
- [32] 董直庆, 王辉. 市场型环境规制政策有效性检验: 来自碳排放权交易政策视角的经验证据[J]. *统计研究*, 2021, 38(10): 48-61. [Dong Z Q, Wang H. Validation of market-based environmental policies: Empirical evidence from the perspective of carbon emission trading policies[J]. *Statistical Research*, 2021, 38(10): 48-61.]
- [33] 童昀, 刘海猛, 马勇, 等. 中国旅游经济对城市绿色发展的影响及空间溢出效应[J]. *地理学报*, 2021, 76(10): 2504-2521. [Tong Y, Liu H M, Ma Y, et al. The influence and spatial spillover effects of tourism economy on urban green development in China[J]. *Acta Geographica Sinica*, 2021, 76(10): 2504-2521.]
- [34] 刘玉凤, 高良谋. 中国省域 FDI 对环境污染的影响研究[J]. *经济地理*, 2019, 39(5): 47-54. [Liu Y F, Gao L M. Influence of Chinese provincial FDI on environmental pollution[J]. *Economic Geography*, 2019, 39(5): 47-54.]
- [35] 李艳梅, 付丽媛, 迟远英. 与中国的经贸合作对“一带一路”沿线国家碳强度收敛的影响[J]. *资源科学*, 2022, 44(4): 756-767. [Li Y M, Fu L Y, Chi Y Y. Influence of investment and trade cooperation with China on carbon intensity convergence in countries along the Belt and Road[J]. *Resources Science*, 2022, 44(4): 756-767.]
- [36] 周敏, 谢莹莹, 孙叶飞, 等. 中国城镇化发展对能源消费的影响路径研究: 基于直接效应与间接效应视角[J]. *资源科学*, 2018, 40(9): 1693-1705. [Zhou M, Xie Y Y, Sun Y F, et al. Study on the influence path of China's urbanization development on energy consumption based on direct and indirect effect perspective[J]. *Resources Science*, 2018, 40(9): 1693-1705.]

- [37] 李晨, 李昊玉, 孔海峥, 等. 中国渔业生产系统隐含碳排放结构特征及驱动因素分解[J]. 资源科学, 2021, 43(6): 1166–1177.
[Li C, Li H Y, Kong H Z, et al. Structural characteristics and driving factors of embodied carbon emissions from fishery production system in China[J]. Resources Science, 2021, 43(6): 1166–1177.]
- [38] Hansen B E. threshold effects in non-dynamic panels: Estimation, testing, and inference[J]. Journal of Econometrics, 1999, 93(2): 345–368.
- [39] Elhorst J P. Matlab software for spatial panels[J]. International Regional Science Review, 2014, 37(3): 389–405.

Spatial spillover effect of new-type urbanization on carbon emission intensity in counties around the Poyang Lake

LI Shuoshuo, LIU Yaobin, LUO Kang

(School of Economics and Management, Nanchang University, Nanchang 330031, China)

Abstract: The way that the new-type urbanization affects carbon emission intensity is related to the realization of the “dual carbon” goals and path selection, and more importantly, to the sustainable development of lake areas, which is sensitive in ecological security. Taking the county units around the Poyang Lake as the research object, a spatial weight matrix of ecological security distance was constructed, and the spatial panel Durbin model (SPDM) was used to empirically analyze the spatial spillover effect and attenuation characteristics of new-type urbanization on carbon emission intensity in the study area from 2000 to 2019. The results show that: (1) New-type urbanization has a significant positive impact on reducing carbon emission intensity, indicating that promoting new-type urbanization and reducing carbon emission intensity can be achieved simultaneously. (2) New-type urbanization has a significant spatial spillover effect on carbon emission intensity. The ecological safety distance is the main factor affecting the spatial spillover effect, but to a lesser extent than the economic distance. (3) Under the constraint of ecological security, the spatial spillover effect of new-type urbanization on carbon emission intensity in the lakefront region presents a “three stages” attenuation characteristic from near to far. Therefore, we recommend to formulate new-type urbanization policies in accordance with local conditions and reasonable positioning to accurately promote the new-type urbanization in county areas; optimize the regional spatial layout and improve the coordinated development mechanism of urban agglomerations; and integrate ecological revitalization with the new-type urbanization and give full play to the ecological advantages of each region.

Key words: new-type urbanization; carbon emission intensity; ecological security; spatial spillover; attenuation characteristics; Poyang Lake; county-level