

中国旅游产业结构变迁对旅游业碳排放效率的空间溢出效应研究

王 凯¹, 何 静¹, 甘 畅¹, 席建超²

(1. 湖南师范大学旅游学院, 湖南 长沙 410081; 2. 中国科学院地理科学与资源研究所, 北京 100101)

摘 要:立足空间效应视角考察中国旅游产业结构变迁对旅游业碳排放效率的影响,对于推动旅游业节能减排与高质量发展意义重大。为探究旅游产业结构高级化与合理化对旅游业碳排放效率的空间溢出效应,基于 2004—2018 年中国省级面板数据,采用空间杜宾模型进行实证检验。研究发现,旅游产业结构高级化水平小幅上升,旅游产业结构合理化水平有所下降,旅游业碳排放效率增长态势明显,且均存在区域差异。旅游业碳排放效率呈显著正向空间自相关,局域空间分布以“L-L”集聚类型为主,“H-H”型省份的空间集聚特征逐渐强化。旅游产业结构高级化和合理化对旅游业碳排放效率的直接效应分别表现为负向抑制和正向促进,但其间接效应和总效应的充分释放还有赖于旅游产业结构的持续优化升级。

关键词:旅游产业结构高级化;旅游产业结构合理化;旅游业碳排放效率;空间溢出效应

中图分类号:F592.99

文献标识码:A

文章编号:1005-0566(2022)12-0050-11

Study on the spatial spillover effect of China's tourism industrial structure change on tourism carbon emission efficiency

WANG Kai¹, HE Jing¹, GAN Chang¹, XI Jianchao²

(1. Tourism College of Hunan Normal University, Changsha 410081, China;

2. Institute of Geographical Sciences and Natural Resources Research, CAS, Beijing 100101, China)

Abstract: Based on the perspective of spatial effect, it is of great significance to investigate the impact of China's tourism industry structure change on the carbon emission efficiency of tourism industry, which is to promote energy conservation and emission reduction and high-quality development of tourism industry. In order to explore the spatial spillover effect of the the tourism industrial structure advancement and rationalization on the carbon emission efficiency of the tourism industry, based on China's provincial panel data from 2004 to 2018, the spatial durbin model is used for empirical testing. It is found that the level of the tourism industrial structure advancement was rising slightly, the level of the tourism industrial structure rationalization was declining, and the growth trend of carbon emission efficiency of tourism is obvious, and there are regional differences. The carbon emission efficiency of tourism shows a significant positive spatial autocorrelation. The local spatial distribution is dominated by the “L-L” agglomeration type, and the spatial agglomeration characteristics of “H-H” provinces are gradually strengthened. The direct effects of the tourism

收稿日期:2022-01-13 修回日期:2022-09-23

基金项目:湖南自然科学基金(2022JJ30392);湖南省国内一流培育学科建设项目(5010002)。

作者简介:王凯(1969—),男,湖南新宁人,湖南师范大学旅游学院教授、博士生导师,人文地理学博士,研究方向为低碳经济、区域旅游发展规划。通信作者:席建超。

industrial structure advancement and rationalization on the carbon emission efficiency of the tourism industry are respectively negative inhibition and positive promotion, but the full release of its indirect effects and total effects depends on the continuous optimization and upgrading of the tourism industrial structure.

Key words: tourism industrial structure advancement; tourism industrial structure rationalization; carbon emission efficiency of tourism; spatial spillover effect

力争 2030 年前实现碳达峰,2060 年前实现碳中和是着力解决资源环境约束突出问题 and 实现中华民族永续发展的必然选择。作为推动中国国民经济发展的战略性支柱产业,旅游业所消耗的能量量及其所产生的碳排放量也在持续增长^[1],已愈加成为阻滞中国生态文明建设的重要掣肘。“十四五”旅游业发展规划强调,要牢牢守住生态底线,增强生态文明意识,合理利用自然资源,加快推动旅游业绿色低碳发展。提高旅游业碳排放效率是实现旅游经济增长与环境保护双赢的重要举措^[2],旅游产业结构优化是旅游业绿色低碳发展的必然方向和重要支撑。因而,推动旅游业产业结构转型升级,进而助力旅游业绿色低碳发展已成为学界和业界共同关注的重大课题。基于此,本文从宏观层面把握旅游产业结构演化的时空特征,并探析旅游产业结构变迁对旅游业碳排放效率的空间溢出效应,这对于推动中国旅游业产业结构优化升级和明确跨区域旅游业碳减排行动方案具有重要理论意义和实践价值。

随着如何遏制全球气候变暖和推进碳减排相关议题的逐渐深化,中国碳排放的快速增长以及产业结构的剧烈变动均引起了学界的广泛关注。众多研究着眼于经济发展对碳排放的影响,而经济发展方式的转变始终伴随着产业结构的优化^[3]。因此,越来越多的文献将产业结构作为影响碳排放的重要因子进行深入探析^[4-6]。部分研究沿用传统的指数分解模型,测度不同空间尺度下产业结构变动对碳减排或碳排放的贡献量,并勾勒其时空演化轨迹^[7],亦有研究证明产业结构变迁具有显著的减排潜力,进而提出产业结构优化和科学减排的建议^[8]。随着研究的渐趋深入,学者们不再拘囿于仅从宏观层面追溯整体产业结构对碳排放的影响,而是深入到农业^[9]、建筑^[10]、能源^[11]等具体行业,通过细化部门分析以更为直

接地反映产业结构变化,识别碳排放在不同地区和行业之间的分布^[12]。具体到旅游行业:王坤等^[2]采用地理加权回归模型验证出旅游产业结构对旅游业碳排放效率的提升作用在中国西部地区较为明显;贺腊梅等^[13]将旅游业碳排放的驱动因素分解为环境技术效率变化、环境技术进步、资源要素投入和产业结构效应,结果显示产业结构效应是湖北省旅游业碳排放的主要抑制因素;曾瑜哲等^[14]对碳排放影响下中国省域旅游效率损失度的影响因素进行了探究,结果显示旅游产业结构的改善有助于降低高效低损区、高效高损区和低效低损区的旅游效率损失度,但增加了低效高损区的旅游效率损失度;Tang 等^[15]基于旅游目的地生命周期理论,对驱动旅游业碳排放的关键因子进行分解,发现旅游产业结构在旅游目的地生命周期的不同阶段对碳排放的作用不一,且作用力度逐步减弱;王凯等^[16]基于 QAP 相关性分析法进一步佐证了旅游产业结构差异对旅游业碳排放空间关联性具有正向促进作用;黄和平等^[17]运用面板数据模型剖析了旅游产业结构对旅游业碳排放强度所产生的显著阻碍作用。

综上所述,产业结构转型升级的节能减排效应已在既有研究中得到证实,但直接探讨旅游业产业结构与碳排放关系的文献仍然较为鲜见。相较于已有研究,该文可能在以下 3 个方面存在边际贡献:①研究内容上,以空间计量经济学和新经济地理学为支撑,拓展了旅游产业结构对旅游业碳排放效率空间溢出效应的研究,并从高级化、合理化两个维度将旅游产业结构的碳排放效应测度进一步多维化,弥补了已有研究仅将旅游产业结构作为影响碳排放的众多因素之一而笼统解读的理论局限。②研究方法上,首先尝试构造区别于既有单一考察地理或经济距离的空间权重矩阵,继而将反距离权重和经济权重有机结合的空间嵌套

权重矩阵纳入空间面板计量模型并展开实证研究,充分考虑了区域一体化进程下地理要素具有多维空间效应的新特点,力求在空间溢出效应中反映要素动态发展所伴随的综合而复杂的地理联系。③研究视角上,该文在碳排放约束趋紧的国际形势下探讨中国旅游产业结构变迁对旅游业碳排放效率的影响,将产业结构升级的区域减排效应研究进一步延伸至旅游产业层面,从结构主义视角深化了对旅游业绿色低碳发展驱动要素的系统认识。

一、研究设计

该文所运用的概念模型如图 1 所示。首先,采用三大旅游部门的产出占比与劳动生产率的乘积、加权结构偏离度分别测度旅游产业结构高级化、合理化水平;其次,投入资本、劳动力、能源等要素,以 Super-SBM 模型计算旅游业碳排放效率;最后,引入空间杜宾模型实证中国旅游产业结构高级化、合理化对旅游业碳排放效率的空间溢出效应。

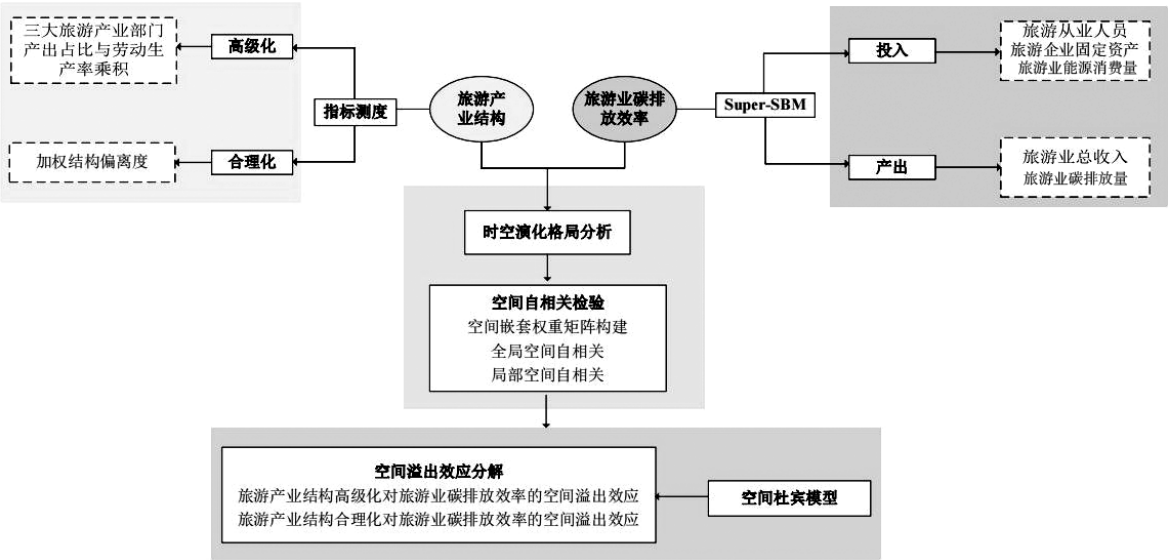


图 1 概念模型分析

(一) 指标遴选与计算

1. 旅游产业结构水平

(1) 旅游产业结构高级化。旅游产业结构高级化是旅游要素不断从技术含量和劳动生产率较低的产业部门向技术含量和劳动生产率较高的产业部门流动的过程^[18-19]。向量夹角法、高弹性部门收入占旅游收入比重、三大旅游部门产出占比与劳动生产率的乘积加权等是其主要的测量方式。最后一种方法应用更广。参考刘佳等^[20]学者的研究来测度旅游产业结构高级化水平。公式如下：

$$TSU_{it} = \sum_{j=1}^n \frac{Y_{jt}}{Y_t} LP'_{jt} \quad (1)$$

式中, TSU_{it} 表示 i 地区在 t 时期的旅游产业结构高级化水平; Y_{jt} 为 j 部门在 t 时期的旅游收入; LP'_{jt} 为极差变换法标准化处理后的部门劳动生产

率; n 为部门数量。

(2) 旅游产业结构合理化。旅游产业结构合理化是旅游产业部门间的协调能力和关联水平不断强化提升的过程^[19,21]。结构偏离度被率先用于合理化的测度,但忽略了旅游产业部门在经济系统中的地位差异,泰尔指数弥补了这一不足,却忽视了绝对值的作用,易造成“伪合理化”。参考刘春济等^[22]的研究,运用加权结构偏离度测度旅游产业结构合理化水平,公式如下:

$$TSR_{it} = \sum_{j=1}^n \left(\frac{Y_{jt}}{Y_t} \right) \sqrt{\left(\frac{Y_{jt}/L_{jt}}{Y_t/L_t} - 1 \right)^2} \quad (2)$$

式中, TSR_{it} 表示 i 地区在 t 时期的旅游产业结构合理化水平; L_{jt} 为 j 部门在 t 时期的从业人数。

2. 旅游业碳排放效率

SBM 模型克服了传统 DEA 模型投入与产出变量松弛型问题,但存在多个 DMU 效率值均达到

生产前沿面而无法横向比较的遗憾。为弥补上述不足,运用基于非期望产出的 Super-SBM 模型测算旅游业碳排放效率^[23]。公式如下:

$$\rho = \min \frac{1 - \frac{1}{m} \sum_{a=1}^m \frac{s_{ax}^-}{x_{ak}}}{1 + \frac{1}{l_1 + l_2} \left(\sum_{r=1}^{l_1} \frac{s_{ry}^+}{y_{rk}} + \sum_{h=1}^{l_2} \frac{s_{hb}^-}{b_{hk}} \right)},$$

$$s. t. \begin{cases} x_k = X\lambda + s_{ax}^- \\ y_k = Y\lambda + s_{ry}^+ \\ b_k = B\lambda + s_{hb}^- \\ \lambda \geq 0, s_{ax}^- \geq 0, s_{ry}^+ \geq 0, s_{hb}^- \geq 0 \end{cases} \quad (3)$$

式中, ρ 为效率值,其中包括 n 个DMU; a, r, h 分别为投入、期望产出和非期望产出数量; x_k, y_k, b_k 分别为被评价决策单元DMU_k的投入、期望产出和非期望产出变量; λ 为权重变量。

(二) 研究方法

1. 探索性空间数据分析法

地理要素在地域系统中存在空间依赖关系是相关研究有必要引入空间计量模型的前提,以Moran's I 表征的空间自相关分析是探索性空间数据分析法的常见应用之一^[24],包括全局空间自相关(Global Moran's I)和局部空间自相关(Local Moran's I),后者将局部空间聚类划分为“高一高(H-H)”“低—低(L-L)”“高一低(H-L)”“低—高(L-H)”4种类型。

$$\text{Moran's } I = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} (x_i - \bar{x})(x_j - \bar{x})}{S^2 \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij}} \quad (4)$$

$$I_i = \frac{(x_i - \bar{x})}{S^2} \sum_{j=1}^n w_{ij} (x_j - \bar{x}) \quad (5)$$

式中, n 为空间单元的数量; w_{ij} 表示空间权重矩阵; x_i, x_j 分别为 i, j 省份的旅游业碳排放效率; $\bar{x}$ 为各省份效率均值; S^2 为样本方差。

2. 空间嵌套权重矩阵

为了更加真实地刻画省份间的多维空间效应,参考Paren等^[25]的研究,综合考虑空间效应中所蕴含的地理因素和经济因素,将非对角线元素分别为省会城市间地理距离倒数和各省份GDP所

占均值比重的反距离权重矩阵和经济距离权重矩阵相乘,有机结合为空间嵌套权重矩阵,并以此作为空间效应的重要载体,引入空间计量模型进行分析。

3. 空间杜宾模型

空间杜宾模型(Spatial Durbin Model, SDM)考虑了自变量和因变量的空间相关性,又排除了空间自相关误差项,是一种有效适用于大多数空间分析过程的空间计量面板模型^[26]。因此,该文以空间杜宾模型探究旅游产业结构高级化、合理化对旅游业碳排放效率的空间溢出效应,模型如下:

$$TCE_{it} = \rho \sum_{j=1}^n w TCE_{jt} + \alpha_0 + \alpha_1 TSU_{it} + \alpha_2 TSR_{it} + \chi \sum_{j=1}^n w TSU_{jt} + \psi \sum_{j=1}^n w TSR_{jt} + \eta X_{it} + \beta \sum_{j=1}^n w X_{jt} + \mu_i + \gamma_t + \varepsilon_{it} \quad (6)$$

式中, TCE_{it} 为被解释变量,表示 i 地区在 t 时期的旅游业碳排放效率; TSU_{it} 和 TSR_{it} 为核心解释变量,分别表示 i 地区在 t 时期的旅游产业结构高级化水平和旅游产业结构合理化水平; X_{it} 为控制变量组; ρ 为旅游业碳排放效率空间滞后系数; χ 和 ψ 分别为旅游产业结构高级化和旅游产业结构合理化的空间滞后项系数; α_0 为常数项; α_1, α_2 分别为各核心解释变量对应的回归系数; w 为空间嵌套权重矩阵; η 为控制变量对应的回归系数; μ_i 和 γ_t 分别代表空间固定效应和时间固定效应; ε_{it} 为随机扰动项。

(三) 变量说明

1. 被解释变量

系统构建“投入—产出”指标体系是科学衡量旅游业碳排放效率(TCE)的前提。经济学理论认为资本、劳动力和土地是经济活动最基本的要素。旅游企业固定资产的统计涵盖了景区、饭店、交通三大旅游支柱产业部门,在观察期内统计口径相对一致,已有研究通常将其作为资本要素的量化指标^[2,16,23];劳动力要素采用旅游业从业人员数表征;由于目前尚缺乏旅游业土地要素投入的统计资料,因而难以将其纳入投入指标体系^[2,23];旅游经济活动过程中所消耗的能源也是其重要

的投入指标。在产出指标方面,本文采用旅游业总收入表征旅游经济活动的期望产出,运用旅游业碳排放量表征旅游经济活动的非期望产出^[2]。参考黄国庆等^[24]学者的研究,采用“自下而上”法从旅游交通、旅游住宿和旅游活动三方面进行先分解后加总获取旅游业能源消费量和 CO₂ 排放量。

2. 核心解释变量

学界普遍认同从高级化和合理化两个维度评价旅游产业结构^[19-20]。①旅游产业结构高级化(TSU)涵括了“提质”和“增量”两方面内容。前者主要是劳动生产率的提高,后者则涉及到产业比例关系改变^[19]。因此,该核心变量需综合体现旅游产业结构调整中比例关系和劳动生产率变动情况,用旅行社、星级饭店及旅游景区三大部门的旅游产出占比与部门劳动生产率的乘积加权值进行表征^[20]。②旅游产业结构合理化(TSR)主要反映旅游业部门的结构比例合理程度和协调水平,也是对旅游要素投入—产出结构耦合程度的重要表征^[28,30]。加权结构偏离度兼顾了旅游业各子部门产值与就业的结构偏差和子部门经济地位的差异,亦弥补了泰尔指数可能造成各部门偏离度相抵消而产生虚假合理化的不足^[22]。因此,采用该方法衡量旅游产业结构合理化。

3. 控制变量

旅游业碳排放效率受到较多内外部条件的共同影响。参照已有研究,选择控制变量如下:①旅游业技术水平(TEL)。旅游业技术进步通过循环利用资源来提升旅游行业的资源利用效率,减少能源浪费,是提高旅游业碳排放效率的重要动力,以单位旅游收入能耗量来表征^[2]。②旅游经济规模(TES)。旅游业规模的扩大不仅意味着要素投入的加大,同时也意味着能源消耗和碳排放量的增多,进而影响旅游业碳排放效率,该变量用旅游收入来加以反映^[2]。③城镇化(URB)。随着城镇化进程的加快,相关基础设施与配套设施不断完善,而旅游业作为一个综合性产业,需要依托区域设施才能得以开展,且城镇化水平的提升会促进人才、技术、知识的集聚和溢出,从而提高旅游业

碳减排能力,选取各省份的城镇人口比重衡量城镇化水平^[2]。④环境规制(EPR)。环境规制反映了政府对于环境问题的重视程度和治理水平,在改善旅游生态环境的同时,迫使旅游企业改进生产技术,提高旅游生产效率和旅游资源利用效率,继而影响旅游业碳排放效率,以环境污染治理投资额占 GDP 的比重来表征该变量^[27]。⑤旅游产业集聚(TIA)。旅游产业集聚能够促进旅游要素集中布局,降低旅游产品生产和流通成本,增加旅游经济效益,提升旅游业碳排放效率,采用旅游收入占人均 GDP 比重的区位熵指数来衡量该变量^[27]。

(四)数据来源

考虑到数据的可获取性和连续性,该文以 2004—2018 年中国省级(自治区、直辖市,以下简称“省份”)(因数据缺失,不含西藏、港澳台地区)面板数据为研究样本。旅游企业固定资产、全员劳动生产率、旅游业从业人数和旅游收入等数据来源于 2005—2018 年《中国旅游统计年鉴》以及 2019 年《中国文化和旅游统计年鉴》、2005—2019 年《中国交通年鉴》;城镇化、环境规制等宏观经济类指标数据源自 2005—2019 年《中国统计年鉴》、2005—2019 年《中国环境统计年鉴》以及有关省份的统计年鉴和统计公报等,2017—2018 年的旅游企业固定资产及其他个别缺失数据采用指数平滑法进行补充。为尽可能剔除物价水平的影响,旅游企业固定资产、人均 GDP、旅游收入等数据均以 2004 年为基期进行平减处理。

二、结果分析

(一)旅游产业结构和旅游业碳排放效率时空动态演进特征

为更加直观地对比展示 2004—2018 年旅游产业结构高级化、合理化水平及旅游业碳排放效率的发展演变趋势,在参考已有研究的基础上^[2],将三者依次划分为低、较低、较高、高 4 个等级: $TSU \leq 0.2$ 表示低水平; $0.2 < TSU \leq 0.5$ 表示较低水平; $0.5 < TSU \leq 0.8$ 表示较高水平; $TSU > 0.8$ 表示高水平。旅游产业结构合理化和旅游业碳排放效率的划分同上(见表 1)。

表 1 2004—2018 年旅游产业结构高级化、合理化水平及旅游业碳排放效率等级划分结果

	等级划分	2004 年		2018 年	
		省份	数量占比/%	省份	数量占比/%
TSU	低水平	河北、山西、内蒙古、黑龙江、江西、山东、湖北、湖南、广西、贵州、云南、陕西、甘肃、青海、宁夏、新疆	53.3	河北、内蒙古、黑龙江、安徽、河南、广西、云南、陕西、甘肃、青海、宁夏、新疆	40
	较低水平	天津、辽宁、吉林、江苏、浙江、安徽、福建、河南、海南、重庆、四川	36.7	天津、山西、辽宁、吉林、浙江、福建、山东、湖北、湖南、海南、四川、贵州	40
	较高水平	广东	3.3	江苏、广东、重庆	10
	高水平	北京、上海	6.7	北京、上海、江西	10
TSR	低水平	北京、海南	6.7	青海	3.3
	较低水平	江苏、云南、陕西	10	北京、辽宁、上海、江苏、福建、江西、广东、重庆、四川、贵州、云南	36.7
	较高水平	天津、河北、内蒙古、辽宁、黑龙江、上海、浙江、安徽、福建、江西、湖南、广东、广西、重庆、贵州、甘肃、宁夏	56.7	天津、山西、吉林、黑龙江、浙江、安徽、湖南、广西、海南、陕西、宁夏、新疆	40
	高水平	山西、吉林、山东、河南、湖北、四川、青海、新疆	26.7	河北、内蒙古、山东、河南、湖北、甘肃	20
TCE	低效率	广西、海南、甘肃、宁夏、新疆	16.7	青海、宁夏	6.7
	较低效率	河北、山西、内蒙古、吉林、黑龙江、江苏、安徽、福建、江西、山东、湖北、湖南、广东、重庆、四川、贵州、云南、陕西、青海	63.3	山西、吉林、黑龙江、安徽、福建、湖南、海南、贵州、陕西、甘肃、新疆	36.7
	较高效率	上海、浙江	6.7	北京、河北、辽宁、上海、江西、山东、湖北、广东、广西、重庆、四川	36.7
	高效率	北京、天津、辽宁、河南	13.3	天津、内蒙古、江苏、浙江、河南、云南	20

中国旅游产业结构高级化水平基本保持“东部 > 中部 > 东北部 > 西部”的空间分布特征。2004 年,各省份的旅游产业结构高级化由低水平到高水平的数量占比分别为 53.3%、36.7%、3.3%、6.7%,较高水平以上的省份仅占比 10%;2018 年,较低水平以下的省份占比有所下降,但依然超过半数,较高水平以上的省份数量占比增至 20%。旅游产业结构高级化水平虽整体上得到小幅提升,但以资源要素投入为导向的旅游发展模式仍占主导,高级化发展任重道远。旅游产业结构合理化水平的空间非均衡特征显著且逐渐增强,高水平省份主要分布在中西部地区。各省份的旅游产业结构合理化从低水平到高水平的数量占比分别由 2004 年的 6.7%、10%、56.7%、26.7% 转变为 2018 年的 3.3%、36.7%、40%、20%,较低水平以下的省份增加了 7 个,旅游产业结构合理化水平不升反降。旅游业碳排放效率总体呈现“东部 > 中部 > 西部 > 东北部”的空间分异格局。2004 年,各省份的旅游业碳排放效率由低到高的数量占比分别为 16.7%、63.3%、6.7%、13.3%,仅上海、浙江、北京、天津等 6 省的效率较高;2018 年,较高效率和高效率省份分别达到 11 个和 6 个,超半数以

上的省份以较低的旅游要素投入和环境代价实现了较高旅游经济产出,旅游业碳排放效率总体得到改善。

(二)空间关联特征

1. 全局空间自相关分析

运用全局 Moran's I 检验 2004—2018 年中国旅游业碳排放效率的空间相关性特征。由表 2 可知,所有年份的全局 Moran's I 均显著为正,在时间层面上大致呈现倒“N”型波动演化特征,旅游业碳排放效率呈明显的正向空间自相关,高值集聚或低值集聚的地理空间聚类特征显著,其正向空间自相关经历了“减弱—增强—减弱”的动态演进过程。上述结果表明区域内某一省份旅游业碳排放效率的变化不仅取决于自身旅游业碳排放效率

表 2 2004—2018 年旅游业碳排放效率全局 Moran's I

年份	Moran's I	Z	年份	Moran's I	Z
2004	0.074 **	1.989	2012	0.095 **	2.294
2005	0.075 **	1.976	2013	0.082 **	2.029
2006	0.064 **	1.778	2014	0.103 ***	2.384
2007	0.051 *	1.566	2015	0.101 ***	2.360
2008	0.088 **	2.213	2016	0.099 **	2.312
2009	0.087 **	2.217	2017	0.091 **	2.170
2010	0.094 ***	2.332	2018	0.063 **	1.678
2011	0.087 **	2.144	—	—	—

注: *、**、*** 分别表示在 10%、5% 和 1% 有统计学意义。下同。

的演化情况,还会受到邻近省份经济、人才、科技等因素的影响。因此,在制定旅游业碳达峰、碳中和相关政策时,需充分考虑区域协同减排机制的构建。

2. 局部空间自相关分析

为进一步研究各省份旅游业碳排放效率的局部空间关联特征及其时序演变情况,以 2004 年和 2018 年为时间剖面,分析旅游业碳排放效率的局部 Moran's *I* 散点集聚情况。从表 3 来看,各省份的旅游业碳排放效率局部 Moran's *I* 散点在 4 个象限呈现非均匀分布,空间自相关格局总体较为稳定。旅游业碳排放效率在第二、三象限表现出空间集聚态势,其中又以第三象限的“L-L”集聚类型为主,低值集聚的空间俱乐部趋同特征尤为突出;位于第一、四象限,即表现为“H-H”集聚和“H-L”集聚类型的省份明显较少。

表 3 2004 年、2018 年旅游业碳排放效率
局部空间聚类分布

年份	H-H 集聚型	L-L 集聚型	L-H 集聚型	H-L 集聚型
2004	北京、辽宁	新疆、青海、宁夏、甘肃、陕西、贵州、云南、重庆、广西、湖北、湖南、福建、广东、海南	山西、河北、内蒙古、山东、吉林、黑龙江、江苏、安徽	天津、上海、浙江、江西、河南、四川
2018	北京、上海、江苏、辽宁、内蒙古	新疆、青海、宁夏、甘肃、山西、贵州、重庆、四川、广西、江西、湖北、湖南、广东、海南	山西、河北、山东、安徽、福建、黑龙江、吉林	云南、河南、浙江、天津

中国旅游业碳排放效率的“H-H”型、“L-L”型省份总数在 2004 年和 2018 年分别占比 53.3% 和 63.3%,这表明其空间相关性在研究期内以正向关联特征为主。具体来看,“H-H”型集聚区在 2004 年仅包含北京和辽宁,2018 年上海和江苏、内蒙古 3 省份分别从“L-H”和“H-L”型跻身“H-H”型,省份数量占比增加至 16.7%,其中主要为东部省份。“L-H”型集聚区为负向空间相关,该类型省份由 8 个降为 7 个,且主要由山西、安徽、河北、吉林等省份构成。“H-L”型集聚区亦为负向空间相关,2004 年江西、浙江、上海、河南、天津、四川位于该集聚区,2018 年仅包括河南、浙江、天津、云南,该类型省份大多与“H-H”型省份相邻。“L-L”类型集聚区的省份在研究期始末均为 14

个,且主要由甘肃、青海、宁夏、广西、贵州等欠发达的中西部省份构成,旅游业低碳技术水平和资源利用效率较低,因而其旅游业碳排放效率排名靠后。

(三) 空间面板数据模型估计结果

鉴于空间自相关检验已证明中国旅游业碳排放效率具有显著空间自相关性,因而可以构建空间计量模型探析旅游产业结构变迁对旅游业碳排放效率的空间溢出效应。为选取最优的空间面板模型,需对模型进行选择检验(见表 4)。LM spatial lag 和 LM spatial error 诊断结果均通过检验,则需进行 R-LM 检验来进一步比较 R-LM spatial lag 和 R-LM spatial error 的检验结果,二者均通过了 1% 的显著性检验,表明同时存在空间误差与空间滞后效应,因此选取空间杜宾模型进行研究。Hausman 检验在 5% 的显著性水平上拒绝原假设,故采用固定效应的空间杜宾模型更优。LR 检验和 Wald 检验的诊断结果均在 1% 的显著性水平上拒绝了原假设,因此空间杜宾模型不可简化为空间误差模型和空间滞后模型。

表 4 模型选择和检验结果

检验方法	特征值	检验方法	特征值
LM spatial lag test	456.693 ***	Wald spatial lag test	30.61 ***
R-LM spatial lag test	46.163 ***	LR spatial error test	26.89 ***
LM spatial error test	608.203 ***	Wald spatial error test	34.66 ***
R-LM spatial error test	197.673 ***	Hausman test	16.32 **
LR spatial lag test	29.89 ***	—	—

为了更清晰地对比分析模型估计效果,将普通面板模型与空间面板模型回归结果一并列出(见表 5),空间杜宾模型的 Log-Likelihood 更大,故双固定空间杜宾模型为最佳模型。该模型回归结果显示:旅游产业结构高级化的负向效应要略小于旅游产业结构合理化的正向效应。具体来看:旅游产业结构高级化水平每上升 1%,旅游业碳排放效率下降 0.0764%;旅游产业结构合理化水平每增长 1%,旅游业碳排放效率提高 0.0819%。在所有回归系数中,城镇化、旅游产业结构高级化空间滞后项、旅游产业结构合理化空间滞后项、旅游业技术水平及其空间滞后项、环境规制空间滞后项作用不显著,这表明城镇化、旅游业技术水平对本省旅游业碳排放效率的影响以及本省的旅游产业结构高级化和合理化、旅游业技术水平、环境规制对邻省的影响均不明显。旅游产业结构高级化、旅游

产业结构合理化、环境规制等变量均通过了显著性检验,可见这8个影响因素的发展对旅游业碳排放效率发挥着不同程度的重要作用。

表5 空间计量模型回归结果

变量	被解释变量 TCE			
	普通面板模型	空间误差模型	空间滞后模型	空间杜宾模型
TSU	-0.088 4 (-1.10)	-0.068 9 (-1.52)	-0.067 8 (-1.50)	-0.076 4 * (-1.73)
TSR	0.112 9 ** (2.34)	0.089 9 *** (3.19)	0.093 0 *** (3.35)	0.081 9 *** (2.90)
TEL	0.059 2 (1.34)	0.000 9 (0.03)	0.010 0 (0.27)	-0.024 8 (-0.69)
TES	0.000 1 *** (3.02)	0.000 1 *** (7.56)	0.000 1 *** (7.09)	0.000 1 *** (7.48)
URB	0.002 1 (0.74)	0.003 4 (1.55)	0.005 0 ** (2.33)	0.002 4 (1.12)
TIA	0.152 4 *** (3.17)	0.132 7 *** (5.53)	0.121 4 *** (5.22)	0.146 8 *** (5.99)
EPR	0.176 2 (1.01)	0.028 8 ** (2.56)	0.026 7 ** (2.43)	0.031 9 *** (2.87)
w × TSU	—	—	—	0.195 6 (0.51)
w × TSR	—	—	—	-0.250 5 (-1.10)
w × TEL	—	—	—	-0.505 7 (-1.28)
w × TES	—	—	—	0.000 4 *** (4.57)
w × URB	—	—	—	-0.037 7 *** (-2.84)
w × TIA	—	—	—	0.414 8 ** (2.28)
w × EPR	—	—	—	0.020 9 (0.27)
_cons	-0.159 5	—	—	—
ρ (rho)	—	—	-0.628 4 *** (-3.49)	-1.023 8 *** (-4.54)
Sigma ²	—	0.007 9 *** (14.77)	0.007 9 *** (14.99)	0.007 3 *** (14.65)
Log - likelihood	—	445.369 2	443.869 3	458.812 2

(四)空间溢出效应分析

由于空间杜宾模型的回归系数无法全面体现各解释变量对被解释变量的具体影响程度,因此,需要通过偏微分法将空间溢出效应进一步分解,将其系数分解为直接效应、间接效应和总效应来深入考察旅游产业结构高级化和合理化对旅游业碳排放效率的具体影响(见表6)。

表6 各变量对旅游业碳排放效率的空间溢出效应分解

变量	直接效应		间接效应		总效应	
	系数	Z	系数	Z	系数	Z
TSU	-0.084 6 *	-1.81	0.142 4	0.72	0.057 7	0.30
TSR	0.093 0 ***	3.37	-0.169 6	-1.45	-0.076 6	-0.66
TEL	-0.003 5	-0.09	-0.245 2	-1.14	-0.248 8	-1.26
TES	0.000 1 ***	6.62	0.000 1 ***	3.79	0.000 2 ***	6.51
URB	0.004 0 *	1.82	-0.021 2 ***	-2.75	-0.017 2 **	-2.29
TIA	0.137 9 ***	5.83	0.137 3	1.56	0.275 2 ***	3.10
EPR	0.032 5 ***	2.83	-0.003 9	-0.09	0.028 5	0.68

1. 旅游产业结构高级化、合理化对旅游业碳排放效率的空间溢出效应

旅游产业结构高级化对旅游业碳排放效率的直接效应显著为负,本省的旅游产业结构高级化水平每上升1%,旅游业碳排放效率降低0.084 6%。技术进步带来的生产率提高(技术效应)是旅游产业结构高级化的动力之一。要素投入的边际产出递减规律在旅游业高质量发展阶段愈加明显,旅游经济增长由要素驱动转向创新驱动,技术效应成为旅游产业结构高级化的主要推动力。但技术进步本身具有双重性,由于中国低碳、零碳、负碳技术研发应用尚处于起步阶段,技术进步速度目前远落后于旅游业增长速度,只能有限提高全要素生产率和高技术旅游部门占比,旅游产业结构高级化进程较为缓慢,因此技术研发和使用过程中的高碳要素投入和能源消耗易导致生态负效应大于技术正效应^[28];旅游消费结构逐步从观光游向休闲度假游转变,高能耗的旅游交通和旅游住宿需求扩大,旅游业碳排放增加,致使旅游产业结构高级化对旅游业碳排放效率总体呈现负向作用。旅游产业结构高级化的间接效应为正但不显著,说明旅游产业结构高级化对旅游业碳排放效率的正向空间溢出效应暂时受到抑制。地方政府在推进旅游产业结构高级化的过程中,存在突出的盲目跟风 and 区际模仿等问题,某一省份进行了旅游产业结构高级化调整,邻省往往也紧随其后,针对性地引入改善生产率的先进技术,以更少要素投入和能耗实现旅游产业结构高级化发展,缓解旅游生态压力,提高旅游业碳排放效率,但其空间作用的潜力还有待挖掘释放。

旅游产业结构合理化对旅游业碳排放效率的正向直接效应显著,本省旅游产业结构合理化水平每上升1%,旅游业碳排放效率提高0.093%。旅游要素投入—产出结构的耦合度随着旅游产业结构合理化水平的提升而得以增强,所释放的“结构红利”使旅游部门之间形成一定的集聚效应,以较低成本实现跨部门信息交流和协同运作,推动旅游生产的集约化发展,从而减少由于旅游子部门比例失调、产品生产过剩、经营管理分散而带来

的旅游资源浪费,降低单位旅游产品能耗,进而达到提高旅游业碳排放效率的效果。旅游产业结构合理化的间接效应为负但不显著,说明旅游产业结构合理化对旅游业碳排放效率的负向空间溢出效应尚未显现。这主要在于:旅游产业结构合理化发展更多是以政策命令为主,本省旅游产业结构合理化所取得的节能减排成效在省际互动中具有示范作用,邻省在借鉴相关政策举措调整旅游产业部门比例或投入—产出结构的协调状况时,存在增加旅游资源、能源消耗等结构变动成本的风险,在短期内可能提高了旅游业碳排放强度,导致效率不高。另外,本省旅游产业结构合理化的提高进一步吸纳邻省优质旅游供给要素,处于旅游业发展的优势竞争地位,抑制了邻省旅游业碳排放效率的增长。但由于当前旅游产业结构合理化非均衡发展问题突出,其空间效应的发挥也受到约束,存在动态非线性特征,因此需要发展到一定阶段才能够转化和显现。

2. 控制变量对旅游业碳排放效率的空间溢出效应

从直接效应来看,旅游经济规模、城镇化、旅游产业集聚、环境规制均会对旅游碳排放效率产生显著正向效应。其中,旅游产业集聚的作用尤为突出,本省旅游产业集聚加强了旅游企业之间的低碳技术合作,进而促进了旅游业集约高质量发展,提高了旅游业碳排放效率。从间接效应来看,旅游经济规模的效应值显著为正,说明旅游经济规模扩大对旅游业碳排放效率具有正向空间溢出效应。城镇化的效应值显著为负,对旅游业碳排放效率存在负向空间溢出,本省城镇化水平的提升有效增强了自身旅游业在省份间横向竞争的基础,抑制了邻省旅游经济增长,进而降低其旅游业碳排放效率。旅游业技术水平和环境规制的效应系数为负,而旅游产业集聚的效应系数为正,但三者均未通过显著性检验,对邻省旅游业碳排放效率的空间溢出效应目前尚不显著。

三、结论与对策

(一) 结论

该文从旅游产业结构高级化、合理化的二维

视角出发,运用空间杜宾模型探索旅游产业结构转型升级对旅游业碳排放效率的空间溢出效应,主要结论如下。

(1)研究期内,中国旅游产业结构高级化水平缓慢上升,基本保持“东部 中部 东北部 西部”的分布格局;旅游产业结构合理化水平较高但呈微弱下降趋势,空间非均衡特征显著且渐趋强化,中部地区合理化水平最高;旅游业碳排放效率增长明显,在空间上呈现“东部 中部 西部 东北部”的分异特征。

(2)中国旅游业碳排放效率具有显著的正向空间自相关特征,空间集聚态势经历了“减弱—增强—减弱”的动态演进过程;局域空间分布以“L-L”集聚类型为主,“H-H”型省份的空间集聚特征渐强。

(3)旅游产业结构高级化抑制本省旅游业碳排放效率的增长,旅游产业结构合理化则能提高本省旅游业碳排放效率;低水平、非均衡的旅游产业结构高级化和合理化发展限制了其间接效应和总效应的有效释放,优化旅游产业结构仍是较有潜力的旅游业碳减排路径。

(二) 对策

(1)碳达峰和碳中和目标的整体实现要求行业、区域的均衡协调发展。东部地区须通过溢出和辐射效应充分发挥在旅游产业结构高级化和旅游业降耗减排方面的示范引领作用,有效市场与有为政府相结合,引导旅游行业部门进行适配调整,提高旅游产业结构合理化;中部地区要继续承接新兴产业部门转移,避免产业“逐底竞争”,进而推进旅游产业结构价值链向营销端升级;西部地区要开放旅游产业结构高级化提高生产率和抑制碳排放的技术窗口,依托国家战略和资源禀赋,厚植人文、生态旅游优势,多途径支撑旅游产业结构合理化发展,以减少能源浪费和无效碳排放;东北地区要利用良好的工业基础促进旅游产业结构技术链向研发端发展,发展冰雪旅游增加旅游期望产出,打破高碳旅游能源结构和低端旅游产业的路径锁定,全面推进旅游产业结构低碳转型发展。

(2)要充分考虑旅游业碳排放在空间上的经

济地理关联特征,将空间效应纳入到旅游业碳减排政策制定的过程中。全力统筹整合省内外旅游资源要素,形成合理的旅游产业发展梯度和地区产业配套,建立健全碳减排信息共享、区域旅游生态规划共商、降碳节能方案共建机制,避免旅游产业结构同构所造成的资源浪费,形成旅游业低碳转型发展的地区合力,以实现旅游业跨区域网络化协同减排。

(3)要以“科技引领、生态优先、产业协调”的理念助推旅游业绿色低碳发展。各省份需坚持创新驱动旅游产业结构高级化,着眼于增强绿色低碳技术开发,释放旅游业碳减排效应,联合邻省建立低碳技术引入和清洁能源替代机制,避免“重结构轻技术”的短视行为,共同促进低碳成果在高碳旅游部门的推广与应用,以释放旅游产业结构高级化在区域碳减排中的正向空间溢出效应;加大高素质旅游人力资源培育,逐步推进旅游部门从劳动密集型转为知识技术密集型,降低旅游产业结构合理化的变动成本;各省旅游产业结构合理化政策调整切忌盲目效仿,需慎重调配旅游产业部门比例关系并审慎提高合理化水平,逐步引导其发挥碳减排作用。

参考文献:

- [1] SUN Y Y, JAMES H. Overcoming information asymmetry in tourism carbon management: the application of a new reporting architecture to Aotearoa New Zealand[J]. *Tourism management*, 2021(83):1-11.
- [2] 王坤,黄震方,曹芳东. 中国旅游业碳排放效率的空间格局及其影响因素[J]. *生态学报*, 2015, 35(21): 7150-7160.
- [3] DONG B Y, MA X Z, ZHANG Z L, et al. Carbon emissions, the industrial structure and economic growth: evidence from heterogeneous industries in China [J]. *Environmental pollution*, 2020(262): 1-12.
- [4] ZHENG X X, WANG R, DU Q R. How does industrial restructuring influence carbon emissions: city-level evidence from China[J]. *Journal of environmental management*, 2020, (276): 1-9.
- [5] ZHENG H L, GAO X Y, SUN Q R, et al. The impact of regional industrial structure differences on carbon emission differences in China: an evolutionary perspective[J]. *Journal of cleaner production*, 2020(257): 1-12.
- [6] 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.
- [7] ZHANG J, JIANG H Q, LIU G Y, et al. A study on the contribution of industrial restructuring to reduction of carbon emissions in China during the five Five-Year Plan periods[J]. *Journal of cleaner production*, 2018(176): 629-635.
- [8] MAO G Z, DAI X, WANG Y, et al. Reducing carbon emissions in China: Industrial structural upgrade based on system dynamics[J]. *Energy strategy reviews*, 2013, 2(2): 199-204.
- [9] 董明涛. 我国农业碳排放与产业结构的关联研究[J]. *干旱区资源与环境*, 2016, 30(10): 7-12.
- [10] 金柏辉,李玮,张荣霞,等. 中国建筑业碳排放影响因素空间效应分析[J]. *科技管理研究*, 2018, 38(24): 238-245.
- [11] 崔盼盼,赵媛,郝丽莎,等. 中国能源行业碳排放强度下降过程中的省际减排成效评价[J]. *地理研究*, 2020, 39(8): 1864-1878.
- [12] ZHANG P D, YUAN H M, BAI F L, et al. How do carbon dioxide emissions respond to industrial structural transitions? empirical results from the northeastern provinces of China[J]. *Structural change and economic dynamics*, 2018(47): 145-154.
- [13] 贺腊梅,李志勇,查建平. 区域旅游业 CO₂ 排放的驱动因素分解模型及实证分析——基于 2007—2011 年湖北省 17 个州市面板数据的证据[J]. *旅游科学*, 2016, 30(2): 24-38.
- [14] 曾瑜哲,钟林生,虞虎. 碳排放影响下中国省域旅游效率损失度研究[J]. *生态学报*, 2017, 37(22): 7463-7473.
- [15] TANG C C, ZHONG L S, NG P. Factors that influence the tourism industry's carbon emissions: a tourism area life cycle model perspective[J]. *Energy policy*, 2017(109): 704-718.
- [16] 王凯,张淑文,甘畅,等. 我国旅游业碳排放的空间关联性及其影响因素[J]. *环境科学研究*, 2019, 32(6): 938-947.
- [17] 黄和平,乔学忠,张瑾,等. 绿色发展背景下区域旅游业碳排放时空分异与影响因素研究——以长江经济带为例[J]. *经济地理*, 2019, 39(11): 214-224.
- [18] 陈凡,周民良. 中部崛起战略与区域产业结构转型升级——来自中国城市面板数据的经验证据[J]. *中国软科学*, 2022(2): 105-115.

- [19]袁航,朱承亮. 国家高新区推动了中国产业结构转型升级吗[J]. 中国工业经济, 2018(8): 60-77.
- [20]刘佳,安珂珂. 山东省旅游产业结构优化的部门贡献与动能分析[J]. 地理与地理信息科学, 2019, 35(3): 105-111.
- [21]于斌斌. 产业结构调整与生产率提升的经济增长效应——基于中国城市动态空间面板模型的分析[J]. 中国工业经济, 2015(12): 83-98.
- [22]刘春济,冯学钢,高静. 中国旅游产业结构变迁对旅游经济增长的影响[J]. 旅游学刊, 2014, 29(8): 37-49.
- [23]王兆峰,刘庆芳. 长江经济带旅游生态效率时空演变及其影响因素[J]. 长江流域资源与环境, 2019, 28(10): 2289-2298.
- [24]黄国庆,汪子路,时朋飞,等. 黄河流域旅游业碳排放脱钩效应测度与空间分异研究[J]. 中国软科学, 2021(4): 82-93.
- [25]PAREN T O, LESAGE J P. Using the variance structure of the conditional auto regressive spatial specification to model knowledge spillovers[J]. Journal of applied economics, 2008, 23(2): 235-256.
- [26]赵磊,方成. 城旅融合的经济增长空间效应研究——基于空间动态面板数据(SDPD)模型的实证分析[J]. 中国软科学, 2021(11): 67-79.
- [27]王凯,刘依飞,甘畅. 旅游产业集聚对旅游业碳排放效率的空间溢出效应[J]. 生态学报, 2022(10): 3909-3918.
- [28]胡东兰,申颢,刘自敏. 中国城市能源回弹效应的时空演变与形成机制研究[J]. 中国软科学, 2019(11): 96-108.

(本文责编:王延芳)