
综合
研究

“一带一路”共建国家旅游生态效率的 时空演变规律及其影响因素

杨光明^{1,2}, 盛红霞¹, 秦艺支¹, 李大容¹, 周旅¹, 张熠瑜¹

(1.重庆理工大学 管理学院, 重庆 400054;

2.重庆理工大学 乡村振兴与区域高质量发展研究中心, 重庆 400054)

摘要: [目的] 探究“一带一路”共建国家旅游生态效率的时空演变及影响因素, 为旅游业可持续发展提供科学依据。[方法] 基于投入—产出视角建立旅游生态效率指标体系, 采用改进 4 阶段 DEA 模型对 2000—2021 年 52 国旅游生态效率进行测度。利用空间自相关与空间杜宾模型, 分析旅游生态效率空间演变特征、影响因素以及空间溢出效应。[结果] ①“一带一路”共建国家旅游生态效率总体呈现上升趋势; ②“一带一路”共建国家旅游生态效率发展呈现显著空间分异特征, 区域内效率值差距较大; ③高一高集聚区主要集中在中国以及其邻国如泰国, 老挝等, 符合经济发展一般规律; 低—低集聚区主要分布在沙特阿拉伯、阿曼等国家; 低—高集聚、高一低集聚区较少; ④城镇化率、富裕程度对旅游生态效率具有显著正向影响, 基础设施水平、人口结构对旅游生态效率具有显著负向影响, 产业结构水平、对外开放水平对旅游生态效率产生负向影响但并不显著, 同时空间溢出效应显著。[结论] 部分指标显著影响“一带一路”共建国家的旅游生态效率, 从影响指标入手推动沿线各国旅游业发展, 充分发挥部分国家的带动作用提升共建国家旅游生态效率的关键。

关键词: “一带一路”共建国家; 旅游生态效率; 时空演变; 四阶段 DEA 模型; 杜宾模型

文献标识码: A **文章编号:** 1000-288X(2025)03-0307-12 **中图分类号:** F592.99, F062.2, K901

文献参数: 杨光明, 盛红霞, 秦艺支, 等. “一带一路”共建国家旅游生态效率的时空演变规律及其影响因素 [J]. 水土保持通报, 2025, 45(3): 307-318. Yang Guangming, Sheng Hongxia, Qin Yizhi, et al. Spatiotemporal evolution of tourism eco-efficiency and its influencing factors in ‘Belt and Road Initiative’ partner countries [J]. Bulletin of Soil and Water Conservation, 2025, 45(3): 307-318. DOI: 10.13961/j.cnki.stbctb.2025.03.027; CSTR: 32312.14.stbctb.2025.03.027.

Spatiotemporal evolution of tourism eco-efficiency and its influencing factors in ‘Belt and Road Initiative’ partner countries

Yang Guangming^{1,2}, Sheng Hongxia¹, Qin Yizhi¹, Li Darong¹, Zhou Lyu¹, Zhang Yiyu¹

(1.College of Management, Chongqing University of Technology, Chongqing 400054, China; 2.Rural Revitalization and Regional High-Quality Development Research Center, Chongqing University of Technology, Chongqing 400054, China)

Abstract: [Objective] The spatiotemporal evolution of tourism eco-efficiency and its influencing factors were explored in ‘the Belt and Road Initiative’ (BRI) partner countries to provide scientific evidence for the sustainable development of tourism. [Methods] A tourism eco-efficiency indicator system was established, utilizing an input-output perspective. An improved four-stage Data Envelopment Analysis (DEA) model was adopted to measure the tourism eco-efficiency of 52 countries along the BRI from 2000 to 2021. Spatial autocorrelation and the Spatial Durbin Model (SDM) were utilized to analyze the spatial evolution characteristics, influencing factors, and spatial spillover effects of tourism eco-efficiency. [Results] ① Tourism eco-efficiency of the BRI countries exhibited an

收稿日期: 2024-12-04

修回日期: 2025-02-05

采用日期: 2025-02-07

资助项目: 重庆市社会科学规划重大项目“重庆发展现代生产性服务业研究”(2024ZXZD03); 重庆市教委科学技术重点项目(KJZD-K202401109); 重庆市教委人文社会科学研究项目(23SKJD111); 重庆市高等教育教学改革研究项目(233337); 重庆市教育研究院规划项目(K23YG2110387); 重庆市研究生科研创新项目

第一作者: 杨光明(1987—), 男(汉族), 重庆市奉节县人, 博士, 教授, 主要从事区域协调发展、资源环境管理与乡村旅游等方面的研究。
Email: yangguangming@cqut.edu.cn.

upward trend. ② There was significant spatial differentiation in tourism eco-efficiency development among BRI countries, with large disparities in values. ③ High-high agglomeration areas were primarily concentrated in China and its neighboring countries such as Thailand and Laos, aligning with general economic development patterns. Low-low agglomeration areas were mainly distributed in countries such as Saudi Arabia and Oman. Low-high and high-low agglomeration areas were relatively scarce. ④ The urbanization rate and wealth level had significant positive impacts on tourism eco-efficiency, while the infrastructure level and population structure had significant negative impacts. Industrial structure and openness levels negatively impacted tourism eco-efficiency, although not significantly, with notable spatial spillover effects. [Conclusion] Certain factors significantly influenced the tourism eco-efficiency of BRI countries. Enhancing tourism eco-efficiency requires targeting these influencing factors while leveraging the driving influence of select BRI countries to promote the development of tourism.

Keywords: 'the Belt and Road Initiative' partner countries; tourism ecological efficiency; temporal and spatial evolution; four-stage DEA model; Durbin model

《中国共产党第二十届中央委员会第三次全体会议公报》中提到“健全文化和旅游深度融合发展体制机制”,加强旅游业的对外开放合作,促进区域协调发展。“一带一路”倡议呼吁沿线各国优势互补,共同推进文化和旅游交流合作^[1]。

《推动共建丝绸之路经济带和21世纪海上丝绸之路的愿景与行动》及《“十四五”“一带一路”文旅发展行动计划》均强调加强共建国家旅游合作。作为衡量旅游业在提供旅游服务的同时对生态环境影响程度的一个综合指标,旅游生态效率是旅游业绿色发展、生态发展的关键。它不仅关乎旅游业的经济效益,更与环境保护、资源利用和生态平衡紧密相连。“一带一路”共建国家多为发展中国家,旅游资源丰富但环境脆弱^[2-3],且面临经济发展对生态资源存在的高依赖性^[4],致使旅游业发展面临挑战。因此实现旅游开发与生态保护的协调发展,提高旅游生态效率对于促进旅游业可持续发展具有重要意义。

目前,关于旅游生态效率的研究呈现多元化发展,并且比较成熟,取得了许多研究性成果^[5]。在研究对象、研究范围方面,学者们从旅游目的地、景区的研究逐步扩展到省域^[6]、区域^[7-8]的研究;研究方法多采用单一比值法^[9]、模型法^[10],构建旅游生态效率投入—产出指标体系^[11],对旅游生态效率进行深入研究,测度方向主要围绕资金投入、劳动投入、资源投入^[12-13]、期望产出与非期望产出^[14]展开;在影响因素研究方面,经济发展水平、产业结构、环境规制、科技创新等^[15]作为旅游生态效率的影响因素,被学者们深入探讨。学者们对“一带一路”共建国家研究多元^[16],但多聚焦于经贸、文化、能源、碳排放对旅游的影响^[17-18]。旅游生态效率相关研究主要集中于区域和城市^[19],对于“一带一路”共建国家层面的旅游生态效率的研究不足。为此,本研究选择改进的4阶段

DEA模型,从投入—产出视角出发,构建6个层次,8个指标的旅游生态效率指标体系,使用空间自相关分析其空间演变特征,结合空间杜宾模型对“一带一路”共建国家旅游生态效率进行空间关联分析,探索旅游生态效率影响因素及其影响程度,探讨空间溢出效应。

本研究的创新点如下:①拓宽研究对象至“一带一路”沿线52个国家,探究其旅游生态效率的时空特征及影响因素,弥补该领域仅关注中国省域研究的不足。②本研究采用改进的4阶段DEA模型,深入考虑外部因素与随机误差,以提高测算旅游生态效率的准确性。③运用空间杜宾模型分析有关影响因素,探讨其空间溢出效应。

1 研究方法数据来源

1.1 研究方法

1.1.1 改进的四阶段DEA模型 Mohsin等^[20]率先提出数据包络分析法。数据包络分析法(DEA)是一种解决多投入多产出的非参数效率分析方法。DEA模型通过线性规划将决策单元(DMU)投影到前沿面上,根据DMU与前沿面的距离判断其相对有效性。4阶段DEA模型与传统DEA模型相比,考虑外部环境因素和随机误差的影响,同时解决投入松弛性问题和非期望产出下的效率评价问题^[15],能够更客观地评价“一带一路”共建国家旅游生态效率。

(1)第1阶段。通过SBM模型进行初始效率评价。传统的数据包络分析模型要求投入产出径向改进,会出现忽视松弛量的情况,测度值与实际效率值会产生误差。鉴于此,Tone^[21]提出基于松弛变量的非径向SBM模型,使得效率值随着投入和产出松弛度的变化而变化。假设存在 n 个DMU,使用 m 类投入和 s 类产出,投入向量 $X=(x_{ij})\in R_{m*n}$,产出向量 $Y=(y_{ij})\in R_{s*n}$,则其模型可以表示为:

$$\min \rho = \frac{1 - \frac{1}{m} \left(\sum_{i=1}^m \frac{S_i^-}{X_{io}} \right)}{1 + \frac{1}{s} \left(\sum_{i=1}^s \frac{S_i^+}{Y_{io}} \right)} \quad (1)$$

$$\text{s.t. } x_0 = X_\lambda + S^-, y_0 = Y_\lambda - S^+$$

$$(\lambda \geq 0, S^- \geq 0, S^+ \geq 0)$$

式中： ρ 表示效率值； S^- 、 S^+ 分别表示投入和产出的松弛变量； X_λ 为投入值； Y_λ 为产出值。SBM模型避免径向和角度选择造成的偏误，能得到更准确的投入产出效率。

(2)第2阶段。通过SFA模型将环境和随机误差的因素排除，从而得到完全由管理无效率所造成的投入松弛变量。根据Fried的想法，构造如下类似SFA回归函数：

$$S_{ni} = f(Z_i; \beta_n) + \nu_{ni} + \mu_{ni} \quad (2)$$

$$(i = 1, 2 \dots I; n = 1, 2 \dots N)$$

式中： S_{ni} 为第*i*个决策单元第*n*项投入的松弛值； Z_i 为环境变量； β_n 为环境变量的系数； $\nu_{ni} + \mu_{ni}$ 为混合误差项； ν_{ni} 表示随机干扰； μ_{ni} 表示管理无效率。其中 $\nu \sim N(0, \epsilon_\nu^2)$ 为随机误差项，表示随机干扰因素对投入松弛变量的影响； μ 为管理无效率，表示管理因素对投入松弛变量的影响，假设其服从在零点截断的正态分布，即 $\mu \sim N(0, \epsilon_\mu^2)$ 。为下一阶段的投入调整，先把随机误差项从混合误差项中分离出来，计算公式为：

$$\widehat{E} \left[\frac{\nu_{ni} + \mu_{ni}}{\mu_{ni}} \right] = S_{ni} - f(Z_i; \beta_n) - \widehat{E} \left[\frac{\mu_{ni} + \nu_{ni}}{\mu_{ni}} \right] \quad (3)$$

$$(i = 1, 2 \dots I; n = 1, 2 \dots N)$$

SFA回归的主要目标是剔除环境及随机扰动因素对效率评估的潜在干扰，以确保所有评估条件都处于标准化、一致的外部环境中，从而更准确地衡量和分析效率。调整公式为：

$$X_{ni}^A = X_{ni} = \left[\max f(Z_i; \widehat{\beta}_n) - f(Z_i; \widehat{\beta}_n) \right] + \left[\max(\nu_{ni}) - \nu_{ni} \right] \quad (4)$$

$$i = 1, 2 \dots I; n = 1, 2 \dots N$$

式中： X_{ni}^A 代表经过调整后的投入值； X_{ni} 表示原始的投入值； $\left[\max f(Z_i; \widehat{\beta}_n) - f(Z_i; \widehat{\beta}_n) \right]$ 是对外部环境因素进行校正； $\left[\max(\nu_{ni}) - \nu_{ni} \right]$ 是将所有决策单元置于相同运气水平下。

(3)第3阶段。根据剔除影响因素后的结果调整原始投入。依据投入松弛量的拟合值 $\widehat{S}_{ik} = \partial_i + \beta_i Z_{ik}$ 调整初始投入变量：

$$\widehat{X}_{ik} = X_{ik} + \left(\max^k \{ \widehat{S}_{ik} \} - \widehat{S}_{ik} \right) \quad (5)$$

式中： \widehat{X}_{ik} 为调整后的投入值； X_{ik} 为初始投入；

$\max^k \{ \widehat{S}_{ik} \} - \widehat{S}_{ik}$ 表示最不理想状态下的外部环境组合。

(4)第4阶段。运用调整后的投入变量测算“一带一路”共建国家旅游生态效率。经过第3阶段的调整，投入变量值剔除了外部环境的影响，把所有决策单元置于同质环境下，将调整后的投入变量与产出变量再次运用SBM模型测算“一带一路”共建国家旅游生态效率，能够更加客观地反映“一带一路”共建国家旅游生态效率值^[22]。

1.1.2 Moran's *I*指数 通过空间自相关分析可以探究数据在空间上的关联程度，反映其空间上的集聚特征，常用Moran's *I*进行分析。Moran's *I*又分为全局Moran's *I*和局部Moran's *I*，全局Moran's *I*可以反映数据在空间上的集聚状态，可以识别“一带一路”共建国家旅游生态效率在空间上的相关性及集聚程度^[23]，具体计算公式为：

$$\text{Moran's } I = \frac{n \times \sum_{i=1}^n \sum_{j \neq 1}^n W_{ij} (x_i - \bar{x})(x_j - \bar{x})}{\left(\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n W_{ij} \right) \times \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (6)$$

式中： n 表示样本共建国家数量； x_i, x_j 分别表示在区域*i, j*位置的旅游生态效率； \bar{x} 表示旅游生态效率的平均值； W_{ij} 表示共建国家*i*与*j*的邻域关系，若*i*与*j*邻近时， $W_{ij} = 1$ ，若不相邻， $W_{ij} = 0$ 。全局Moran's *I*的取值在 $[-1, 1]$ 区间，大于0表示空间正相关性，其值越大，正相关性越强，旅游生态效率高值（或低值）的地区在空间上呈现出显著的集聚现象；小于0表示空间负相关性，其值越小，空间差异性越大，即高效率和低效率地区在空间上交错分布，缺乏明显的集聚趋势；等于0则在空间上呈现随机状态。

为数据在空间上的具体集聚位置，进一步采用局部Moran's *I*探究“一带一路”共建国家旅游生态效率在局部空间上的不均衡性，具体计算公式为：

$$I_i = \frac{(x_i - \bar{x})}{m_0} \sum_j W_{ij} (x_j - \bar{x}) \quad (7)$$

式中： x_i 表示共建国家*i*的旅游生态效率值； \bar{x} 表示所有共建国家旅游生态效率的平均值， $I_i > 0$ ，表示与某共建国家的旅游生态效率值相似的观测值的空间集聚（高一高或低—低）， $I_i < 0$ ，表示与某共建国家的旅游生态效率值不相似的观测值的空间集聚（低—高或高一低）。

1.1.3 空间杜宾模型 考虑到“一带一路”共建国家旅游生态效率可能具有空间相关性，因此使用空间计量模型，以考虑因变量和误差项的空间相关性，更好地用于研究国家间的相互影响^[22]。以投入指标调整后所得的效率为被解释变量，以城镇化率、富裕程

度、产业结构水平、对外开放水平、基础设施水平、人口结构等影响因素为解释变量,建立反映两者之间关系的杜宾模型,其模型设定如下:

$$Y_i^* = \alpha + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_4 X_4 + \beta_5 X_5 + \beta_6 X_6 + \epsilon_{it} \quad (8)$$

$$\begin{cases} Y_i = Y_i^* & (\text{if } Y_i^* < 1) \\ Y_i = 1 & (\text{if } Y_i^* > 1) \end{cases} \quad (9)$$

式中: Y_i, X_i 为空间杜宾模型中的观测变量; Y_i^* 为模型中的潜变量,即旅游生态效率; $X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6$ 分别代表城镇化率、富裕程度、产业结构水平、对外开放水平、基础设施水平、人口结构; $\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4, \beta_5, \beta_6$ 为模型中的各个自变量的系数,其取值大小反映出各影响因素与旅游生态效率之间内在的联系; ϵ_{it} 则为模型中的随机扰动项^[22]。

1.2 指标选取及数据来源

考虑到数据的可得性、科学性和全面性,本文选择 2000—2021 年“一带一路”52 个国家的面板数据。所选国家数量为“一带一路”共建国家总数的 80%,同时这些国家的旅游发展呈现上升趋势,代表性较强。包括泰国、印度尼西亚等 9 个东南亚地区国家;土耳其、阿塞拜疆等 13 个西亚地区国家;爱沙尼亚、捷克等 14 个中东欧地区国家;印度、孟加拉国等 6 个南亚地区国家;土库曼斯坦、乌兹别克斯坦等 5 个中亚地区国家;蒙古、白俄罗斯等 4 个中俄蒙经济走廊国家以及西亚北非国家埃及。此外,由于中国香港、中国澳门和中国台湾地区数据缺失,未纳入中国的研究区域。对于指标数据缺失部分,采取插值法进行补全。

研究所用“一带一路”共建国家旅游数据主要来源于 EPS 数据平台和世界银行数据包,投入指标选取世界遗产数量^[24]、服务业就业人员(占就业总数的百分比)^[10]、国际旅游支出(占总进口%)^[7]、BiocapTotGHA 生态承载力^[25];产出指标分为期望产出和非期望产出^{[8][12]},分别选取的指标为国际旅游收入(占总进口%)、国际旅游收入(美元)^[26]作为期望产出指标和 PM_{2.5} 排放量、二氧化碳排放量^[27]作为非期望产出指标。具体指标描述性统计详见表 1。

选取投入指标、期望产出指标与非期望产出指标作为“一带一路”共建国家生态旅游效率的一级指标,并选取二级指标对一级指标进行详细描述。

2 结果与分析

2.1 “一带一路”共建国家旅游生态足迹空间分布分析

旅游生态足迹是衡量旅游活动对生态环境影响

的重要指标,可以科学测度旅游活动的生态影响,其单位统一为全球公顷(global hectares)。选取研究期间内 2000, 2005, 2009, 2013, 2017 和 2021 年为代表性年份,分析共建国家旅游生态足迹空间分布结果(图 1)。

表 1 投入—产出指标体系构建

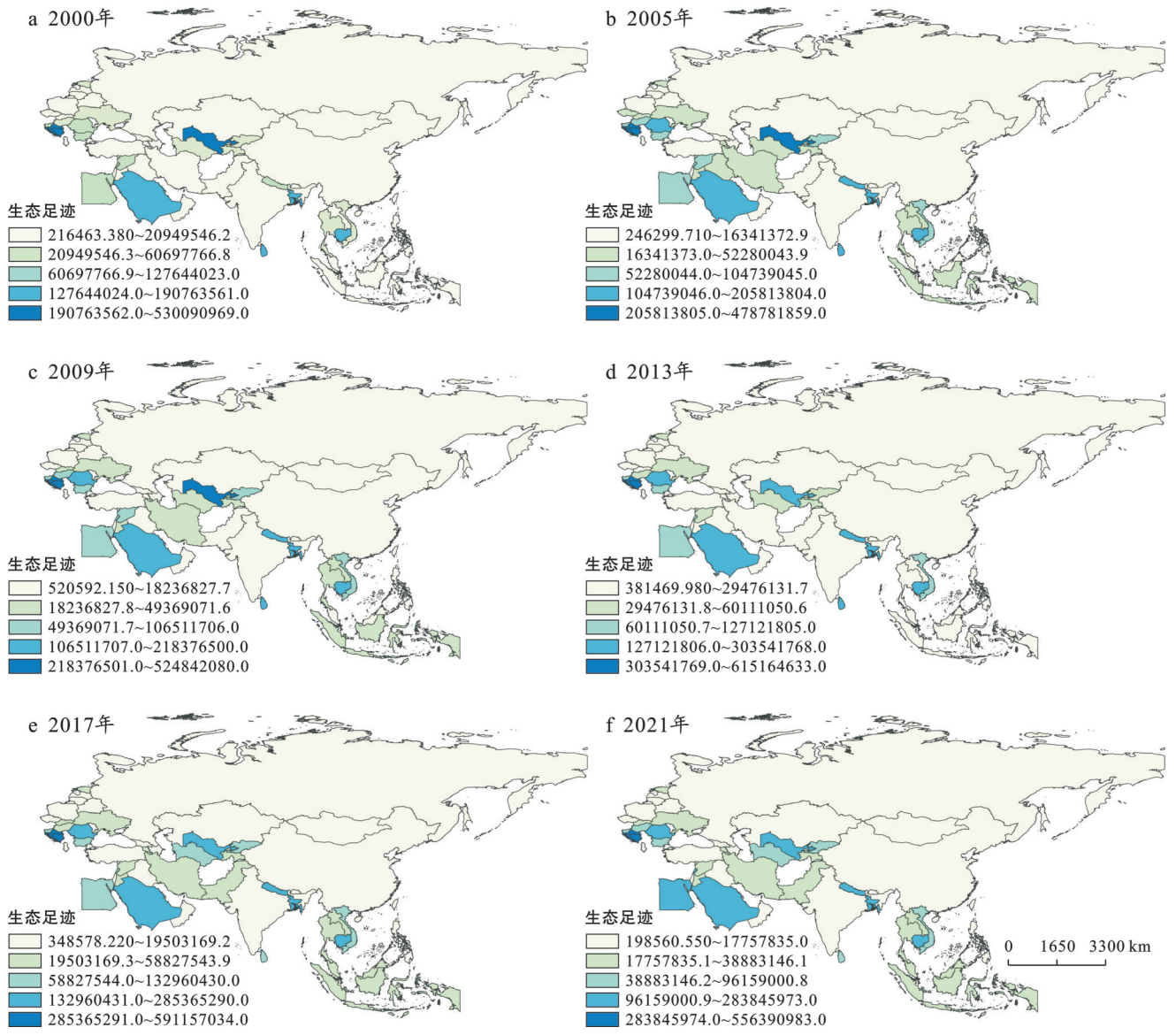
指标类型	一级指标	二级指标
投入指标	资源投入	世界遗产数量/个
	劳动投入	服务业就业人员(占就业总数)/%
	资金投入	国际旅游支出(占总进口)/%
	生态投入	BiocapTotGHA 生态承载力/Ghm ²
产出指标	期望产出	国际旅游收入(占总进口)/% 国际旅游收入/\$
	非期望产出	PM _{2.5} 排放量/($\mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$)
		二氧化碳排放量/10 ³ t

注:数据来源:世界遗产数量总量来自联合国教科文组织世界遗产中心—世界遗产名录;PM_{2.5} 排放量来自国家地球系统科学数据中心(<https://www.geodata.cn/main/>); BiocapTotGHA 生态承载力(全球公顷)来自国家趋势(<https://api.footprintnetwork.org/v1/data/237/all/BCtot, EFCtot>); 服务业就业人员(占就业总数的百分比)、国际旅游支出(占总进口%)、国际旅游收入(占总进口%)、国际旅游收入来自 EPS 数据平台(<https://www.epsnet.com.cn/index.html/Index>); 二氧化碳排放量来自世界银行(<https://data.worldbank.org.cn>)。

由图 1 可知,2000 年沙特阿拉伯、尼泊尔、孟加拉国、斯里兰卡、柬埔寨等地的旅游生态足迹空间分布高于 1.28×10^8 , 处于较高水平;而俄罗斯联邦、中国、蒙古、印度等旅游生态足迹分布均处于共建国家的较低水平,最低约为 2.16×10^5 。多数共建国家的旅游生态足迹空间分布基本处于 $2.16 \times 10^5 \sim 2.09 \times 10^7$, 仅匈牙利和乌兹别克斯坦略高于 1.91×10^8 。2005 年“一带一路”共建国家旅游生态足迹空间分布整体有所降低, $1.63 \times 10^7 \sim 5.23 \times 10^7$ 区间的国家增多,个别国家保持不变,例如俄罗斯、中国、印度等。2009 年“一带一路”共建国家旅游生态足迹空间分布整体保持不变,但是仍有部分共建国家的旅游生态足迹空间分布降低,例如伊拉克等。2013 年“一带一路”共建国家旅游生态足迹空间分布整体持续降低,处于中等生态足迹的国家数量减少。2017 年“一带一路”共建国家旅游生态效率稳步上升,处于中等生态足迹的国家数量明显增加,旅游生态足迹空间分布较广。2021 年“一带一路”共建国家旅游生态足迹空间分布相比 2017 年基本保持不变。但从时间序列分析,整体呈上升趋势,处于 $1.78 \times 10^7 \sim 3.39 \times 10^7$ 的国家较多。

总体来说,“一带一路”共建国家旅游生态足迹空间分布状态良好,共建国家生态足迹整体呈现微弱上升的趋势,这应该是由于各国在自身发展状况、

旅游发展政策、绿色经济发展战略等方面存在差异,“一带一路”共建国家的旅游生态效率水平各不相同所致。



注:基于自然资源部标准地图服务网站下载的审图号为GS(2016)1665号的标准地图制作,底图无修改。下同。

图1 “一带一路”共建国家旅游生态足迹空间分布

Fig.1 Spatial distribution of tourism ecological footprint of 'Belt and Road Initiative' partner countries

2.2 “一带一路”共建国家旅游生态效率空间分布分析

采用改进4阶段SBM-DEA模型对“一带一路”52个共建国家在2000—2021年期间的旅游生态效率进行测算。

选取研究期间内2000,2005,2009,2013,2017和2021年为代表性年份,分析共建国家旅游生态效率的变化趋势(图2),同时对旅游生态效率值进行计算与排序(表2)。由表2可知,东南亚地区的旅游生态效率普遍较高,占据前10名的4个席位(老挝、泰国、

新加坡、越南),主要原因可能是东南亚地区拥有丰富的自然资源和文化遗产、良好的旅游基础设施以及相对稳定的政治环境;西亚地区国家如土耳其、格鲁吉亚、阿塞拜疆等也表现出较高的旅游生态效率,但也有很多国家排名靠后,例如伊拉克、叙利亚等,这可能与这些国家的政治不稳定和战乱有关;中亚国家如塔吉克斯坦、土库曼斯坦以及中俄蒙地区的中国、俄罗斯联邦等在旅游生态效率方面处于中等水平,南亚与中东欧地区的国家在旅游生态效率方面表现各异,例如不丹、尼泊尔、阿尔巴尼亚、克罗地亚

亚等国家旅游生态效率高,而印度、匈牙利等国家的旅游生态效率则比较低。这与各国的经济发展水

平、旅游资源特点、环保政策以及旅游业发展规划等因素有关。

表2 “一带一路”共建国家2000—2021年期间旅游生态效率均值排序

Table 2 Ranking of average tourism eco-efficiency among partner countries of 'Belt and Road Initiative' from 2000 to 2021

排名	地区	国家	均数	排名	地区	国家	均数
1	东南亚地区	老挝	0.92	27	中亚地区	哈萨克斯坦	0.80
2	东南亚地区	泰国	0.92	28	南亚地区	孟加拉国	0.80
3	西亚地区	土耳其	0.92	29	中东欧地区	波兰	0.80
4	东南亚地区	新加坡	0.92	30	西亚地区	伊拉克	0.79
5	南亚地区	不丹	0.91	31	西亚地区	巴林	0.79
6	中俄蒙	中国	0.89	32	中东欧地区	乌克兰	0.79
7	中亚地区	塔吉克斯坦	0.87	33	中俄蒙	白俄罗斯	0.78
8	中东欧地区	阿尔巴尼亚	0.86	34	非洲国家	埃及	0.78
9	东南亚地区	柬埔寨	0.86	35	西亚地区	叙利亚	0.78
10	中东欧地区	克罗地亚	0.86	36	中东欧地区	立陶宛	0.77
11	南亚地区	尼泊尔	0.86	37	西亚地区	伊朗	0.77
12	西亚地区	格鲁吉亚	0.86	38	中东欧地区	拉脱维亚	0.77
13	东南亚地区	越南	0.86	39	中东欧地区	罗马尼亚	0.77
14	中亚地区	土库曼斯坦	0.85	40	中东欧地区	斯洛伐克	0.77
15	南亚地区	巴基斯坦	0.84	41	南亚地区	斯里兰卡	0.77
16	东南亚地区	印度尼西亚	0.83	42	中东欧地区	爱沙尼亚	0.77
17	中俄蒙	俄罗斯联邦	0.83	43	中东欧地区	斯洛文尼亚	0.77
18	中亚地区	吉尔吉斯斯坦	0.83	44	西亚地区	黎巴嫩	0.77
19	中俄蒙	蒙古	0.82	45	西亚地区	阿曼	0.75
20	西亚地区	阿塞拜疆	0.82	46	中亚地区	乌兹别克斯坦	0.75
21	东南亚地区	马来西亚	0.82	47	西亚地区	约旦	0.75
22	西亚地区	亚美尼亚	0.82	48	中东欧地区	匈牙利	0.74
23	中东欧地区	波黑	0.81	49	中东欧地区	保加利亚	0.73
24	南亚地区	印度	0.80	50	东南亚地区	文莱	0.72
25	中东欧地区	捷克	0.80	51	西亚地区	以色列	0.72
26	东南亚地区	菲律宾	0.80	52	西亚地区	沙特阿拉伯	0.69

注:计算“一带一路”52个共建国家在2000—2021年的生态效率均值后由大到小进行排序。

如图2所示,2000年,阿尔巴尼亚、土库曼斯坦、尼泊尔、不丹、蒙古、泰国、柬埔寨等地的旅游生态效率高于0.85,处于较高水平,而克罗地亚、波黑、乌兹别克斯坦、沙特阿拉伯、阿曼和巴林的旅游生态效率均处于共建国家的较低水平,最低约为0.60,大多数共建国家的旅游生态效率基本处于0.79~0.85,个别国家略高于0.92,如老挝和约旦。2005年,“一带一路”共建国家旅游生态效率整体有所上升,0.85~0.90、0.91~1.00区间的国家增多,个别国家保持不变,例如俄罗斯、哈萨克斯坦、蒙古、吉尔吉斯斯坦、老挝、菲律宾等。2009年,“一带一路”共建国家旅游生态效率整体降低,但是仍有部分共建国家的旅游生态效率上升,例如俄罗斯、乌兹别克斯坦等。2013年,“一带一路”共建国家旅游生态效率整体持续降

低,高效率国家减少,但俄罗斯进入到高效率行列。2017年,“一带一路”共建国家旅游生态效率稳步提高,高效率国家数量明显增加,效率值高于0.76的国家达到一半,旅游生态效率较高。2021年“一带一路”共建国家旅游生态效率相比2017年有所下降,印度、伊拉克、乌克兰、埃及离开高效率国家行列。但从时间序列分析,“一带一路”共建国家旅游生态效率整体呈上升趋势,处于0.78~1.00的国家较多,中国的旅游生态效率更是在其中处于一个比较高的位置。总体来说,“一带一路”共建国家旅游生态效率状态良好

整体来看,“一带一路”共建国家旅游生态效率呈现微弱上升趋势,但在研究期间内个别“一带一路”共建国家旅游生态效率出现逐渐下降的趋势,例

如约旦。这可能是由于各个国家自身发展状况、旅游发展政策、绿色经济发展战略等存在诸多差异,以

致各个“一带一路”共建国家旅游生态效率水平各有不同。

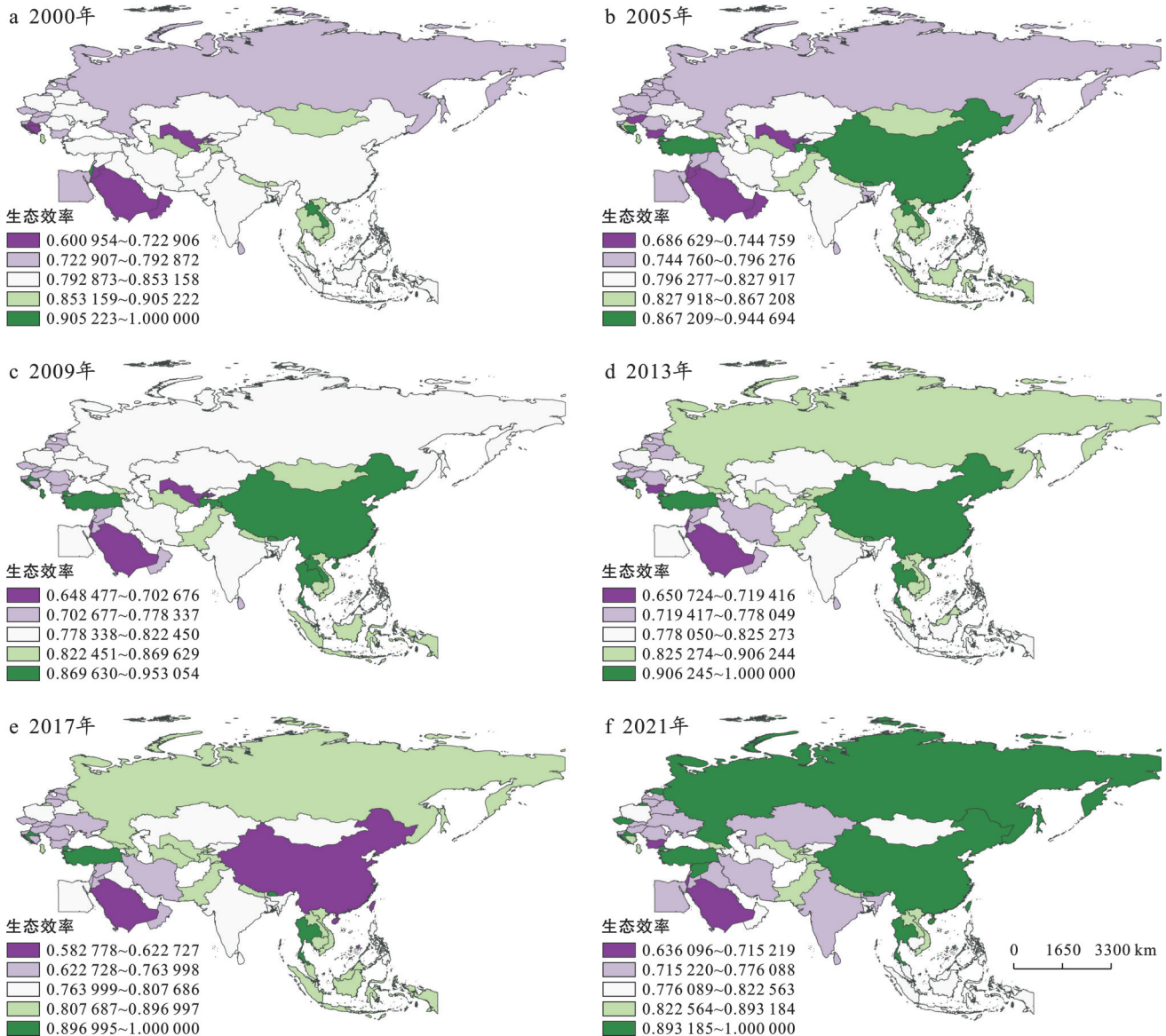


图 2 “一带一路”共建国家旅游生态效率空间分布特征

Fig.2 Spatial distribution characteristics of tourism eco-efficiency in partner countries of ‘Belt and Road Initiative’

2.3 “一带一路”共建国家旅游效率空间相关性分析

采用 Moran’s *I* 指数描述“一带一路”共建国家旅游生态效率增长的空间自相关。根据全局莫兰指数发现旅游生态效率在 2000—2021 年期间 *Z* 值均大于零,且表现显著,这说明旅游生态效率呈现空间正相关。随后运用局部莫兰指数进一步分析,借助 ArcGIS 软件进行处理,得到 LISA 聚类图(图 3)。由结果可知“一带一路”共建国家旅游生态效率主要呈现低—低集聚和高—高集聚,少数地区呈现低—高集聚的空间分布。2000 年,老挝、泰国、柬埔寨表现为高—高集聚区,说明老挝、泰国、柬埔寨与周围邻近国

家的旅游生态效率较高,空间内部差异小。2005 年,乌兹别克斯坦处于低—高集聚地区,土耳其表现为高—低集聚区,说明说明乌兹别克斯坦、土耳其与周围邻近国家的旅游生态效率值较高,空间内部异质性较大;巴林和沙特阿拉伯表现为低—低集聚地区,说明巴林和沙特阿拉伯与周围邻国的旅游生态效率值都较低,空间内部差异较小。2013 年乌兹别克斯坦不再是低—高集聚地区,且表现为不显著。2017 年,巴林和沙特阿拉伯仍保持为低—低集聚区。2021 年低—低集聚区无变动,而处于高—高集聚区的老挝、泰国变为无显著集聚区,高—高集聚区范围缩小。

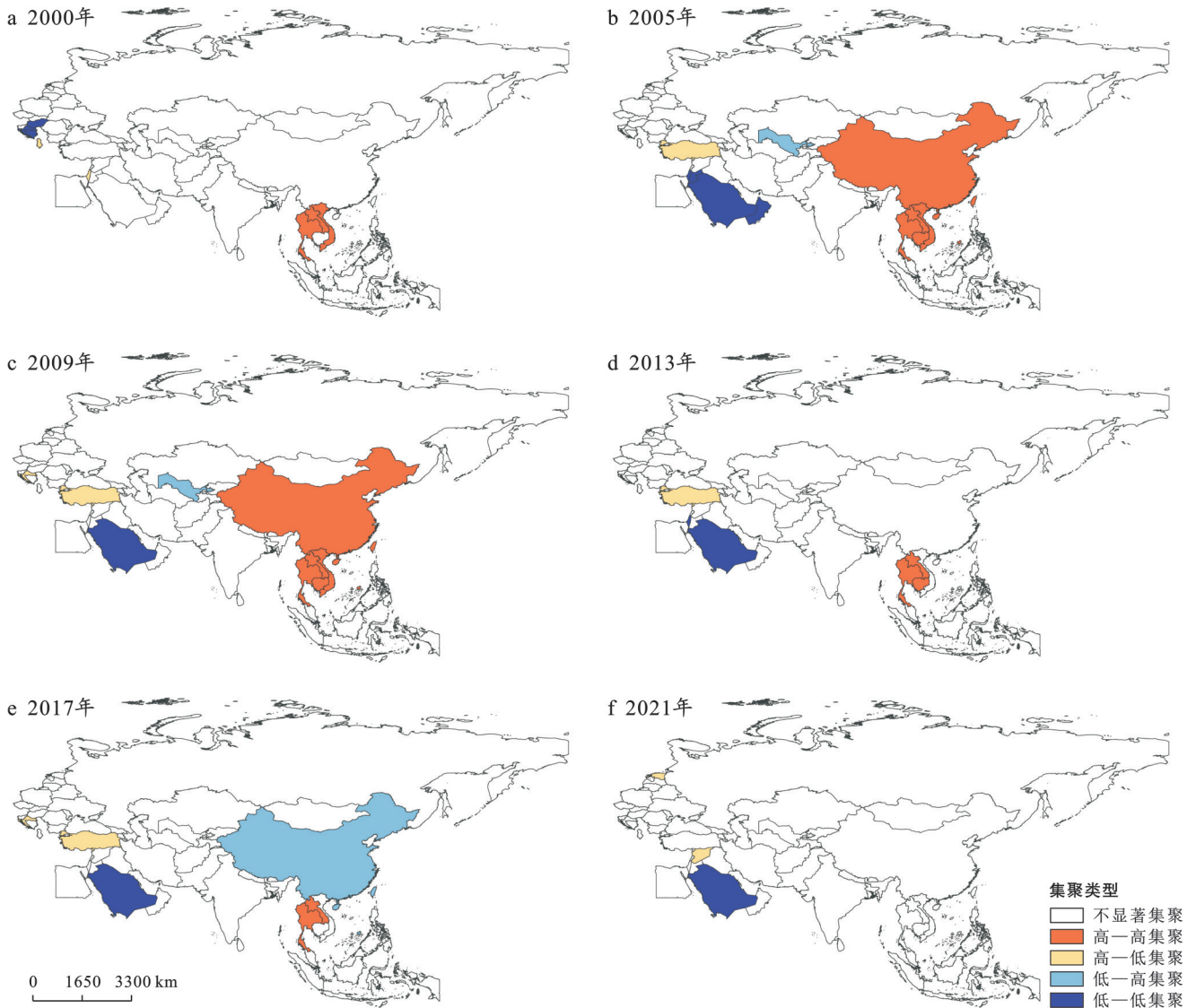


图3 “一带一路”共建国家部分年份空间集聚程度 LISA 图

Fig.3 LISA map of spatial agglomeration degrees for selected years among partner countries of 'Belt and Road Initiative'

从整体区域发展视角来看,旅游生态效率呈现分散态势,并且部分国家的旅游生态效率波动明显,稳定性欠佳。因此,提升旅游生态效率,需要充分借助高一高集聚地区的辐射带动作用,加强各国间经济、技术与资源等多维度联系。但部分国家由于空间布局存在差异,对其他地区的辐射影响较弱。因此应当重点关注低一低集聚地区,将其作为重点需要发展的对象,提升旅游生态效率。

2.4 “一带一路”共建国家旅游生态效率影响因素分析

旅游生态效率受多种影响因素的综合影响,如地域差异、经济水平差异等。结合王万同^[5]、方叶林等^[28]学者的研究结果,最终选取城镇化率(X_1)^[29]、富裕程度(X_2)^[30]、产业结构水平(X_3)^[28]、对外开放水平(X_4)^[22]、基础设施水平(X_5)^[31]、人口结构(X_6)^[32]6项

指标分析影响旅游生态效率的作用因素。使用Stata软件建立各影响因素的空间计量模型并进行分析,探究“一带一路”共建国家旅游生态效率的关键影响因素以及空间溢出效应。通过LM检验与LR检验可以发现,空间杜宾模型的结果最佳,同时对空间杜宾模型的3种固定效应模型进行建立与对比分析(表3),在3种模型中双固定效应下的空间杜宾模型最佳。此外,研究还显示了外生交互效应,即空间溢出效应,指其他地区前因变量对本地区生态旅游效率的影响。由表3可知,杜宾模型的双固定效应下的模型系数是-0.493,且在1%的水平上显著。本文采用基于空间邻接矩阵的空间计量模型进行研究,在影响因素溢出效应方面发现,城镇化率、富裕程度、产业结构水平、基础设施水平、人口结构对邻国都产生负向影响,只有对外开放水平产生微弱的正向影

响,由此可知地理相邻对“一带一路”共建国家旅游生态效率产生了一定的负面影响。因此为了降低负向影响并提升正向影响,各国需要加强合作与协调,共同应对环境挑战和资源压力。同时,也需要制定和执行有效的环保政策和措施,推动经济社会的可持续发展。

研究结果显示,城镇化率、富裕程度均在1%水平上显著正向影响旅游生态效率,其系数分别为 3.05×10^{-3} , 1.33×10^{-6} 。城镇化率的提高意味着城市基础设施的完善和服务质量的提升,为旅游业提供了更好的条件;同时,富裕程度的增加使得地区有更多资源投入到旅游开发中,提高了旅游业的整体质量和效益。基础设施水平、人口结构均在1%水平上显著负向影响旅游生态效率,其系数分别为 -1.91×10^{-10} , -2.49×10^{-3} 。基础设施水平对旅游生态效率产生

负面影响,可能是因为过度开发或管理不善导致了环境污染和生态破坏;而人口结构的变化,如老龄化或人口流动,可能影响了旅游需求和旅游资源的分配,从而对旅游生态效率产生不利影响。产业结构水平、对外开放水平负向影响旅游生态效率,但是并不显著,其系数分别为 -1.18×10^{-4} 和 -1.39×10^{-5} ,说明这两个因素对旅游生态效率来讲,并不是关键影响因素。这可能是由于旅游生态效率受多种复杂因素影响,而产业结构和对外开放水平在其中的作用相对较弱或受到其他因素的掩盖。由此可见,在提升“一带一路”共建国家的旅游生态效率,推动旅游业建设发展过程中,确保旅游业的可持续发展和生态平衡显得尤为重要,并在制定旅游生态效率提升策略时,必须全面考虑多种影响因素,避免过度依赖单一因素的改善策略。

表3 空间杜宾模型3种固定效应模型结果与对比

Table 3 Results and comparison of three fixed effects models within spatial Durbin model

项目	空间杜宾模型(SDM)					
	个体固定		时间固定		双固定	
	本地效应(Main)	邻地效应(W_x)	本地效应(Main)	邻地效应(W_x)	本地效应(Main)	邻地效应(W_x)
X_1	$2.93 \times 10^{-3***}$ (8.07×10^{-4})	$-6.6 \times 10^{-3***}$ (2.12×10^{-3})	$-1.07 \times 10^{-3***}$ (1.56×10^{-4})	$5.16 \times 10^{-3***}$ (1.21×10^{-3})	$3.05 \times 10^{-3***}$ (7.95×10^{-4})	-4.87×10^{-3} (4.37×10^{-3})
X_2	$1.59 \times 10^{-6***}$ (4.38×10^{-7})	$1.59 \text{ e}-06$ ($1.60 \text{ e}-06$)	$-6.96 \times 10^{-7**}$ (2.88×10^{-7})	$-1.17 \times 10^{-5***}$ (1.71×10^{-6})	$1.33 \times 10^{-6***}$ (4.36×10^{-7})	-5.09×10^{-6} (3.12×10^{-6})
X_3	1.35×10^{-4} (3.58×10^{-4})	$-4.37 \times 10^{-3***}$ (1.61×10^{-3})	$-6.69 \times 10^{-4***}$ (1.48×10^{-4})	-5.06×10^{-4} (9.07×10^{-4})	-1.18×10^{-4} (3.59×10^{-4})	$-7.92 \times 10^{-3***}$ (2.26×10^{-3})
X_4	-5.50×10^{-5} (8.97×10^{-5})	$1.67 \times 10^{-3***}$ (4.31×10^{-4})	$3.90 \times 10^{-4***}$ (4.50×10^{-5})	$8.00 \times 10^{-4*}$ (4.10×10^{-4})	-1.39×10^{-5} (9.50×10^{-5})	$1.93 \times 10^{-3***}$ (7.45×10^{-4})
X_5	$-1.43 \times 10^{-10**}$ (5.83×10^{-11})	-1.90×10^{-10} (2.42×10^{-10})	$2.64 \times 10^{-10***}$ (0)	-2.90×10^{-10} (2.66×10^{-10})	$-1.91 \times 10^{-10***}$ (5.93×10^{-11})	-5.50×10^{-10} (3.74×10^{-10})
X_6	$-1.92 \times 10^{-3**}$ (8.29×10^{-4})	-9.10×10^{-4} (2.19×10^{-3})	-3.30×10^{-4} (5.35×10^{-4})	$-1.54 \times 10^{-2***}$ (4.14×10^{-3})	$-2.49 \times 10^{-3***}$ (8.72×10^{-4})	-7.81×10^{-3} (6.84×10^{-3})
rho	$-0.046 \text{ 3}(0.104)$		$-0.653*** (0.143)$		$-0.493*** (0.135)$	
Sigma2	$1.99 \times 10^{-3***} (8.33 \times 10^{-5})$		$3.73 \times 10^{-3***} (1.58 \times 10^{-4})$		$1.90 \times 10^{-3***} (8.00 \times 10^{-5})$	
R-squared	0.116	0.116	0.180	0.180	0.092	0.092

注:①括号内数据为各个影响因素分别在空间杜宾模型下个体固定、时间固定和双固定3种效应模型下的本地效应与邻地效应,并且对3种固定效应模型进行对比选择最合适的模型;②***表示在 $p < 0.01$ 水平显著,**表示在 $p < 0.05$ 水平显著,*表示在 $p < 0.1$ 水平显著。

3 结论与讨论

(1) 在2000—2021年间,“一带一路”共建国家旅游生态效率波动上升,其中旅游生态效率总体分布在0.77~0.82区间。俄罗斯、乌兹别克斯坦、巴基斯坦等旅游生态效率较高,哈萨克斯坦、沙特阿拉伯等国家旅游生态效率较低,大部分国家效率值在0.8以上,状态较好。

(2) “一带一路”共建国家旅游生态效率在空间上整体呈现微弱上升趋势。从空间自相关中可以发现,共建国家旅游生态效率发展呈现不均衡特征,基于不同地区国家发展程度、资源利用水平和区域地理位置的不同,东南亚地区国家的旅游生态效率高,西亚、中亚、西北、南亚与中东欧地区国家,且各国均值差异较大,变化趋势无明显规律。这表明,不同区域间存在显著空间差异,即使在同一区域内,国家

间的发展也存在不平衡、不充分的情况。

(3)“一带一路”共建国家旅游生态效率集聚特征时序变化并不明显,高一高集聚区主要集中在中,符合经济发展一般规律;低一低集聚区主要分布在沙特阿拉伯、阿曼等国家;低一高集聚、高一低集聚区较少。整体上,“一带一路”旅游生态效率不集中,很多国家的集聚程度不显著。由此可见,沿线各国的旅游生态效率存在差异性和分散性,国家缺乏合作交流。

(4)城镇化率、富裕程度正向显著影响旅游生态效率;基础设施水平、人口结构负向显著影响生态旅游效率;产业结构水平、对外开放水平虽然负向影响旅游生态效率,但并不显著。在溢出效应方面发现,除对外开放水平对邻国为微弱正向影响以外,其他影响因素对邻国的影响均为负向影响。这说明在提升旅游生态效率时,要运用正向效应去带动负向效应向正向转变,对旅游业发展投入资金支持,改善负向影响。

研究表明,旅游生态效率呈现增长趋势,且生态效率的空间异质性较大,空间分布呈现不均衡性,这与王巧^[9]、覃小华^[19]的研究结果一致。在影响因素中,城镇化率和富裕程度对旅游生态效率正向显著影响,基础设施对旅游生态效率存在负向显著影响,这与穆学青等^[29]、李志龙等^[33]的研究结果一致。但本研究发现产业结构对旅游生态效率负向不显著,与李竹等^[34]的研究结果有所差异。可能的原因是在于选取产业结构这一指标时,本文选取的是整个产业结构,包括一、二、三产业,而前人选择的产业结构是旅游产业结构。

4 相关建议

(1)加强旅游生态环境保护,提高旅游资源可持续利用。关注重要因子,例如生态补偿机制、碳减排旅游。①需要对旅游资源利用进行有效控制,建立健全保护机制,并制定严格的法律法规规范旅游开发行为,确保所有旅游活动都在环境可承受的容量内进行,合理利用与保护资源,解决旅游生态保护与经济发展不协调问题,发挥保护生态环境的积极作用;②倡导生态旅游,增强旅游生态保护意识,推动绿色旅游发展,减少碳排放,各国应增加环保投资、加大监管力度、落实生态问责制度。③进行“有重有缓”的产业结构优化,提高第三产业比例的同时,强调第二产业发展过程中环境保护、资源保护。

(2)强化核心国家引领效能,搭建信息化协同平台。针对“一带一路”共建国家旅游业发展水平不均

衡的现状,构建跨境旅游协同发展信息化平台。平台应遵循“受益者付费、破坏者赔偿”的环境经济原则,旨在通过“互联网+旅游”创新融合模式实现三个战略目标:①整合区域旅游资源,建立覆盖旅游信息、技术标准和服务体系的共享机制;②搭建跨国经验互鉴与专业人才交流平台,促进旅游管理智慧化转型;③构建旅游环境动态监测体系,量化评估旅游活动生态影响,推动形成绿色旅游发展范式。通过多维度的数字化协同机制,将有效提升区域旅游资源配置效率,助力各国实现旅游业高质量可持续发展。

(3)发展重视区域生态旅游差异,实现共建国家旅游业协调发展。“一带一路”共建国家在区域上存在空间差异,首先需要突出区域特色,充分发掘自身独特的生态旅游资源;其次要定期召开会议进行“对话”,提高周围国家带动辐射作用;最后,建立关联渠道,夯实区域合作基础,推动旅游产业可持续发展。

参考文献(References)

- [1] 纪颖超,殷杰.“一带一路”沿线国家旅游合作联系网络结构韧性:综合评估与动因甄别[J].人文地理,2023,38(4):176-185.
Ji Yingchao, Yin Jie. Structure resilience of tourism cooperation linkage network of countries along the Belt and Road Initiative: Comprehensive evaluation and motivation identification [J]. Human Geography, 2023, 38(4): 176-185.
- [2] Latief R, Pei Yingshun, Ahmad Javeed S, et al. Environmental sustainability in the Belt and Road Initiative (BRI) countries: The role of sustainable tourism, renewable energy and technological innovation [J]. Ecological Indicators, 2024, 162: 112011.
- [3] Zhang Dawei, Wu Lingling, Huang Siqi, et al. Ecology and environment of the Belt and Road under global climate change: A systematic review of spatial patterns, cost efficiency, and ecological footprints [J]. Ecological Indicators, 2021, 131: 108237.
- [4] Yang Shuo, Guo Wei, Xu Tianjun, et al. The coordinated evolution of ecological environment, public service, and tourism economy along the Silk Road economic belt, using the Dual-Carbon Targets [J]. Chinese Journal of Population, Resources and Environment, 2024, 22(1): 34-47.
- [5] 王万同,周苗苗,兰嘉琦,等.基于生态系统服务的河南省南太行山区旅游生态效率时空演变与影响因素研究[J].地域研究与开发,2024,43(3):143-150.
Wang Wantong, Zhou Miaomiao, Lan Jiaqi, et al. Spatial-temporal pattern and influencing factors of tourism eco-efficiency in south Taihang Mountain of Henan Province

- based on improvement of ecosystem services value [J]. *Areal Research and Development*, 2024, 43(3):143-150.
- [6] 林罗谚姿, 吕洁华, 季莹莹, 等. 东北三省森林公园旅游生态效率及影响因素分析[J]. *林业经济问题*, 2024, 44(5):514-523.
- Lin L, Lü Jiehua, Ji Yingying, et al. The ecological efficiency and influencing factors of forest parks tourism in the three provinces of northeast China [J]. *Issues of Forestry Economics*, 2024, 44(5):514-523.
- [7] Zhang Hao, Duan Ye, Wang Hui, et al. An empirical analysis of tourism eco-efficiency in ecological protection priority areas based on the DPSIR-SBM model: A case study of the Yellow River basin, China [J]. *Ecological Informatics*, 2022, 70:101720.
- [8] 赵静, 郭佩云, 汪辉. 陕西省旅游生态效率的时空差异及影响因素[J]. *华南师范大学学报(自然科学版)*, 2024, 56(2):71-81.
- Zhao Jing, Guo Peiyun, Wang Hui. Spatial-temporal variation of tourism eco-efficiency and its influencing factors in Shaanxi Province [J]. *Journal of South China Normal University (Natural Science Edition)*, 2024, 56(2):71-81.
- [9] 王巧, 陈琦, 赵蓉蓉, 等. 旅游生态效率评价与空间网络结构分析[J]. *林业经济问题*, 2024, 44(1):89-95.
- Wang Qiao, Chen Qi, Zhao Rongrong, et al. Evaluation of tourism eco-efficiency and analysis of spatial network structure [J]. *Issues of Forestry Economics*, 2024, 44(1):89-95.
- [10] 王兆峰, 刘庆芳. 长江经济带旅游生态效率时空演变及其与旅游经济互动响应[J]. *自然资源学报*, 2019, 34(9):1945-1961.
- Wang Zhaofeng, Liu Qingfang. The spatio-temporal evolution of tourism eco-efficiency in the Yangtze River economic belt and its interactive response with tourism economy [J]. *Journal of Natural Resources*, 2019, 34(9):1945-1961.
- [11] 程慧, 徐琼, 赵梦亚. 中国旅游生态效率的空间关联网结构及其影响因素研究[J]. *生态科学*, 2020, 39(5):169-178.
- Cheng Hui, Xu Qiong, Zhao Mengya. Research on spatial correlation network structure of China's tourism eco-efficiency and its influencing factors [J]. *Ecological Science*, 2020, 39(5):169-178.
- [12] 马月琴, 甘畅, 王凯. 旅游产业集聚与旅游生态效率的关系: 基于中国省域面板数据的实证分析[J]. *福建师范大学学报(自然科学版)*, 2021, 37(2):99-107.
- Ma Yueqin, Gan Chang, Wang Kai. Relationship between tourism industry agglomeration and tourism eco-efficiency: An empirical analysis based on the provincial panel data of China [J]. *Journal of Fujian Normal University (Natural Science Edition)*, 2021, 37(2):99-107.
- [13] 田红, 赵庆朋. 高质量发展下区域旅游生态效率评价及影响因素研究: 以山东省为例[J]. *干旱区资源与环境*, 2022, 36(12):201-208.
- Tian Hong, Zhao Qingpeng. Evaluation on regional tourism ecological efficiency under high quality development: A case of Shandong Province [J]. *Journal of Arid Land Resources and Environment*, 2022, 36(12):201-208.
- [14] 刘亦文, 王培茜. 长江经济带生态旅游效率时空演化及组态提升路径[J]. *生态学报*, 2025, 45(3):1154-1171.
- Liu Yiwen, Wang Yuqian. Spatio-temporal evolution of ecotourism efficiency in the Yangtze River economic belt and the path of group enhancement [J]. *Acta Ecologica Sinica*, 2025, 45(3):1154-1171.
- [15] 王梓瑛, 王兆峰. 环境规制对旅游生态效率影响的时空异质性研究: 以长江三角洲城市群为例[J]. *长江流域资源与环境*, 2022, 31(4):750-758.
- Wang Ziying, Wang Zhaofeng. A study on spatial-temporal heterogeneity of environmental regulation on tourism eco-efficiency: Taking Yangtze River delta urban agglomeration as an example [J]. *Resources and Environment in the Yangtze Basin*, 2022, 31(4):750-758.
- [16] 王艳, 盛小丹. “一带一路”沿线国家数字经济发展对中国跨境电商出口的影响效应研究[J]. *现代财经(天津财经大学学报)*, 2024, 44(5):22-44.
- Wang Yan, Sheng Xiaodan. Research on the impact of the development of digital economy in countries along “the Belt and Road” on China's cross-border E-commerce exports [J]. *Modern Finance and Economics-Journal of Tianjin University of Finance and Economics*, 2024, 44(5):22-44.
- [17] Aslam N, Yang Wanping, Saeed R, et al. Energy transition as a solution for energy security risk: Empirical evidence from BRI countries [J]. *Energy*, 2024, 290:130090.
- [18] Yeung H, Huber J. Has China's Belt and Road initiative positively impacted the economic complexity of host countries? Empirical evidence [J]. *Structural Change and Economic Dynamics*, 2024, 69:246-258.
- [19] 覃小华, 李星明, 时朋飞, 等. 中国西部地区旅游环境效率时空分异及影响因素[J]. *资源科学*, 2022, 44(1):143-155.
- Qin Xiaohua, Li Xingming, Shi Pengfei, et al. Spatial-temporal differentiation and influencing factors of tourism environmental efficiency in western China [J]. *Resources Science*, 2022, 44(1):143-155.
- [20] Mohsin A K M, Tushar H, Abid Hossain S F, et al. Green logistics and environment, economic growth in the context of the Belt and Road Initiative [J]. *Heliyon*,

- 2022,8(6):e09641.
- [21] Tone K. A slacks-based measure of efficiency in data envelopment analysis [J]. *European Journal of Operational Research*, 2001,130(3):498-509.
- [22] 张然,邹卓,陈东景,等.中国沿海省区海洋环境效率测度及空间效应研究:基于Super-SBM和空间杜宾模型[J].*生态经济*,2022,38(9):152-159.
Zhang Ran, Zou Zhuo, Chen Dongjing, et al. Measurement and spatial effect of marine environmental efficiency in coastal provinces in China: Based on Super-SBM model and spatial durbin model [J]. *Ecological Economy*, 2022,38(9):152-159.
- [23] 郑兵云,杨宏丰.基于生态足迹的中国省际旅游生态效率时空演化[J].*华东经济管理*,2020,34(4):79-91.
Zheng Bingyun, Yang Hongfeng. Spatial and temporal evolution of eco-efficiency of inter-provincial tourism in China based on ecological footprint [J]. *East China Economic Management*, 2020,34(4):79-91.
- [24] Song D, Kuwahara S. Ecotourism and world natural heritage: Its influence on islands in Japan [J]. *Journal of Marine and Island Cultures*, 2016,5(1):36-46.
- [25] Xiao Huang. Study on ecotourism environmental carrying capacity in Wuyishan National Park [J]. *International Journal of Geoheritage and Parks*, 2024,12(4):649-659.
- [26] 徐冬,黄震方,胡小海,等.浙江省县域旅游效率空间格局演变及其影响因素[J].*经济地理*,2018,38(5):197-207.
Xu Dong, Huang Zhenfang, Hu Xiaohai, et al. The spatial pattern evolution and its influencing factors of county-scale tourism efficiency in Zhejiang Province [J]. *Economic Geography*, 2018,38(5):197-207.
- [27] 郭丽佳,李畅,彭红松,等.节能减排约束下中国省域旅游生态效率评估及空间格局研究[J].*地理科学进展*,2021,40(8):1284-1297.
Guo Lijia, Li Chang, Peng Hongsong, et al. Tourism eco-efficiency at the provincial level in China in the context of energy conservation and emission reduction [J]. *Progress in Geography*, 2021,40(8):1284-1297.
- [28] 方叶林,朱志刚,陆海云.城市群旅游生态效率时空演化及影响因素比较研究:以长三角与珠三角城市群为例[J].*地理与地理信息科学*,2025,41(1):134-141.
Fang Yelin, Zhu Zhigang, Lu Haiyun. A comparative study on the spatiotemporal evolution and influencing factors of tourism eco-efficiency in urban agglomerations: A case study of the Yangtze River delta and the Pearl River delta urban agglomerations [J]. *Geography and Geo-Information Science*, 2025,41(1):134-141.
- [29] 穆学青,张超凡,丁正山,等.黄河流域旅游生态效率时空动态识别与驱动因素探测[J].*地理与地理信息科学*,2024,40(1):149-159.
Mu Xueqing, Zhang Chaofan, Ding Zhengshan, et al. Spatial-temporal evolution identification and driving factors detection of tourism eco-efficiency in the Yellow River basin [J]. *Geography and Geo-Information Science*, 2024,40(1):149-159.
- [30] Xu Da, Shang Yunfeng, Yang Qin, et al. Population aging and eco-tourism efficiency: Ways to promote green recovery [J]. *Economic Analysis and Policy*, 2023,79:1-9.
- [31] 吴玉彬,何非洋,王永瑜,等.基于冰冻圈背景的中国西部五省(区)旅游生态效率测度及其影响因素分析[J].*冰川冻土*,2024,46(1):325-334.
Wu Yubin, He Feiyang, Wang Yongyu, et al. Analysis on the measurement and influencing factors of tourism eco-efficiency in five provinces (regions) of western China under the background of cryosphere environment [J]. *Journal of Glaciology and Geocryology*, 2024,46(1):325-334.
- [32] 杨玉珍,闫佳笑,杨洋,等.黄河流域旅游生态效率时空演变及空间溢出效应:基于73个城市数据的分析[J].*生态学报*,2022,42(20):8202-8212.
Yang Yuzhen, Yan Jiexiao, Yang Yang, et al. The spatio-temporal evolution and spatial spillover effect of tourism eco-efficiency in the Yellow River basin: Based on data from the 73 cities [J]. *Acta Ecologica Sinica*, 2022,42(20):8202-8212.
- [33] 李志龙,王迪云.武陵山片区旅游经济:生态效率时空分异及影响因素[J].*经济地理*,2020,40(6):233-240.
Li Zhilong, Wang Diyun. Temporal and spatial differentiation of tourism economy-ecological efficiency and its influencing factors in Wuling Mountain area [J]. *Economic Geography*, 2020,40(6):233-240.
- [34] 李竹,吴卫.长江中游旅游生态效率与区域生态安全的空间一致性研究[J].*长江流域资源与环境*,2022,31(3):537-550.
Li Zhu, Wu Wei. Study on spatial consistency of tourism eco-efficiency and regional eco-security in middle reaches of Yangtze River [J]. *Resources and Environment in the Yangtze Basin*, 2022,31(3):537-550.