

DOI: 10.5846/stxb202002140253

洪铮, 王林, 章成. 绿色发展背景下区域旅游生态效率影响因素——以西部地区为例. 生态学报, 2021, 41(9): 3512-3524.

Hong Z, Wang L, Zhang C. Influencing factors of regional tourism eco-efficiency under the background of green development in the western China. Acta Ecologica Sinica, 2021, 41(9): 3512-3524.

绿色发展背景下区域旅游生态效率影响因素 ——以西部地区为例

洪 铮¹, 王 林^{2,*}, 章 成³

¹ 江西财经大学经济学院, 南昌 330013

² 广西师范大学历史文化与旅游学院, 桂林 541001

³ 南开大学经济学院, 天津 300071

摘要: 旅游生态效率是评估区域绿色全要素生产率和可持续发展水平的绩效依据。基于西部各省(市、自治区)2000—2017 年的面板数据,用“自下而上”法测算西部地区旅游业碳排放量并运用比值法计算旅游生态效率,分析旅游生态效率的时空演变特征及影响因素。首先构建由旅游生态效率、规模效应、结构效应、技术效应共同组成的 PVAR 模型,探究 3 种效应对旅游生态效率的影响。然后在考虑各地区能源消费结构差异的基础上构建面板门槛模型,对旅游业发展水平与旅游生态效率的非线性关系进行实证检验。研究表明:(1)西部地区旅游生态效率自 2000 年西部大开发战略实施以来呈逐步提高的趋势,绿色发展水平持续提高。(2)旅游生态效率受自身滞后因素以及技术效应因素的影响较大,游客规模的扩大、产业结构优化以及技术水平的提高均有利于旅游生态效率的提高。(3)旅游业发展水平对旅游生态效率的影响存在门槛效应,经济发展水平、规模效应、结构效应对旅游生态效率有显著的正向作用,城镇化对旅游生态效率有显著的负向作用。最后根据实证分析的结果,提出西部地区实现旅游业绿色、低碳发展的相关对策。

关键词: 西部地区;PVAR 模型;旅游生态效率;门槛效应

Influencing factors of regional tourism eco-efficiency under the background of green development in the western China

HONG Zheng¹, WANG Lin^{2,*}, ZHANG Cheng³

¹ College of Economics, Jiangxi University of Finance and Economics, Nanchang 330013, China

² College of History, Culture and Tourism, Guangxi Normal University, Guilin 541001, China

³ College of Economics, Nankai University, Tianjin 300071, China

Abstract: The concept of eco-efficiency was firstly put forward in the academia by Schaltegger and Sturm in 1990. Being promoted greatly by the World Business Council for Sustainable, eco-efficiency is widely used in the assessment of ecological and economic impacts in agriculture, industry and mining, tourism and so on. Tourism eco-efficiency was firstly put forward in the academia by Gössling in 2005, and it is an important basis for the performance evaluation of regional green total factor productivity and sustainable development level. In recent years, there are many achievements in the research of tourism eco-efficiency at home and abroad. It has received increasing attention in theoretical research and policy development. The Western Development Strategy is an important strategy of the Party Central Committee, which includes not only the improvement of the level of economic development but also the improvement of the ecological environment. In this paper, based on the panel data of western provinces (cities and autonomous regions) from 2000 to 2017, the carbon

基金项目: 国家社会科学基金项目(19BMZ068);江西省研究生创新专项资金项目(YC2019-B082)

收稿日期: 2020-02-14; **网络出版日期:** 2021-03-08

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: 729042174@qq.com

emissions of tourism industry and tourism eco-efficiency are calculated by using “bottom-up” and ratio method, respectively. The temporal-spatial evolution characteristics and influencing factors of tourism eco-efficiency are analyzed in detail as well. First, a PVAR model consisting of tourism eco-efficiency, scale effect, structure effect, and technology effect is built. The impact of scale effect, structure effect, and technology effect on tourism eco-efficiency is studied using the model. Then considering the differences in energy consumption structure of each region, a panel threshold model is established to verify the non-linear relationship between development level of tourist industry and tourism eco-efficiency. The results show that (1) the tourism eco-efficiency in western region has gradually increased since the implementation of Western Development Strategy in 2000, and the level of green development continued to improve. It shows that the strategy of western development has achieved remarkable results. (2) The tourism eco-efficiency is greatly affected by its own lagging factors and technical effects. The expansion of tourist scale, optimization of industrial structure, and improvement of technological level all contribute to the improvement of tourism eco-efficiency. (3) There is a threshold effect of the influence of tourism development level on tourism eco-efficiency. The level of economic development, scale effects, and structural effects have obviously positive impacts on tourism carbon emission efficiency, while urbanization harms the tourism eco-efficiency significantly. Finally, based on the results of empirical analysis, the countermeasures are proposed to realize green and low-carbon development of tourism in western region.

Key Words: western region; PVAR model; tourism eco-efficiency; threshold effect

旅游业是国家战略性支柱产业之一,是建设生态文明社会和美丽中国的重要支撑,对各地区减少贫困和实现经济增长有积极的促进作用^[1]。随着旅游经济的快速增长,旅游活动所产生的碳排放对环境的影响逐年扩大,2008 年 UNWTO 和 UNEP 指出旅游碳排放约占世界碳排放总量的 4%—6%左右,在未来会呈现逐步增加的趋势。西部大开发战略是党中央的一项重要战略,不仅包含经济发展水平的提高也包括生态环境的改善。当前西部地区的旅游碳排放量小于东中部地区,但旅游碳排放增长速度呈逐年上升趋势^[2]。因此,促进西部地区粗放型的旅游发展模式向低碳旅游模式转变十分紧迫。旅游生态效率综合了资源和环境因素,能更好的衡量西部地区旅游业可持续发展水平。因此基于 2000—2017 年省际面板数据分析西部地区的旅游生态效率,并聚焦于以下几个问题:西部大开发战略是否提升了西部地区的旅游生态效率?西部 12 省(市、区)旅游生态效率的空间特征是什么?西部地区旅游生态效率的影响因素是什么?基于对以上问题的研究为西部地区旅游业绿色发展方向和相关政策制定提供借鉴。

1 文献综述

1990 年德国学者 Schaltegger 和 Sturm 提出生态效率的概念^[3],世界可持续发展工商理事会发展了这一概念,并提出生态效率的计算方式即用产品或服务的经济价值与其环境影响的比值来表示^[4]。随后生态效率被广泛应用到农业、工矿业和旅游业等生态和经济影响的评估中。旅游生态效率由 Gössling 等明确提出^[5],可衡量在生态环境和经济绩效的密切契合下,最大限度满足旅游者需求的同时,又有效利用改善旅游业生态环境的程度^[6]。

国内外学者对旅游生态效率的测度以单一比值法为主,Gössling 等借鉴 WBCSD 生态效率的计算方法用旅游碳排放量和旅游收入的比值测算旅游生态效率^[5]。Bruijn 等运用碳足迹法,以旅游业碳排放量表征对环境的影响,旅游收入表征旅游经济价值,测算了荷兰的旅游生态效率^[7]。刘军等用单一比值法测算了中国及各地区的旅游生态效率值,分析了其空间演变特征^[8]。Perch-Nielsen 等旅游增加值表征旅游经济价值,运用比值法对瑞士的旅游生态效率进行测度^[9]。对旅游碳排放量的估算多采用“自下而上”法如 Becken 和 Simmons^[10]、石培华等^[11]、章锦河等^[12]。“自上而下”法多运用在旅游业较为发达的地区,Patterson 等^[13]、Becken 等^[14]、Jones 等^[15]基于旅游卫星账户运用“自上而下”法估算旅游业碳排放量。由于中国的旅游卫星

账户尚未完善,潘植强等^[2]、王坤等^[16]、韩元军等^[17]运用旅游剥离系数法使用“自上而下”法估算旅游碳排放量。模型法研究旅游生态效率多运用在旅游目的地,基于投入产出模型且大部分使用 DEA(超效率 DEA、Super-SBM、SBM-DEA 等)方法。Fare 等最早运用 DEA 模型并基于非期望产出假说对环境效率进行评价^[18]。Kytzia 等运用投入产出法对瑞士达沃斯旅游业土地利用生态效率进行研究^[19]。彭红松等^[20]、刘佳等^[21]、林文凯等^[22]等运用 DEA 模型研究了不同旅游目的地的旅游生态效率。也有学者基于碳足迹法^[23]、生态足迹法^[24]、随机前言法^[25]、生命周期模型^[26]等研究旅游生态效率。王兆峰和刘庆芳^[27-28]以规模效应、结构效应、技术效应为主对长江经济带旅游生态效率的影响因素和时空演变进行分析。此外,有研究表明城镇化、经济发展水平、政府规制、旅游业发展水平等^[2,17,20]因素也对旅游生态效率产生影响。在改善旅游地生态效率方面,Reilly 等认为交通在旅游地生态效率中扮演重要角色,并以加拿大不列颠哥伦比亚省的惠斯勒为研究对象,对旅游目的地交通生态效率的提升进行了研究^[29]。马勇等^[30]、杨德进等^[31]在建设美丽中国和生态文明的背景下提出了中国旅游生态效率的提升对策。

综上可知国内外相关研究已取得丰富的成果,但仍然存在以下不足之处。其一,对旅游生态效率的研究大多聚集在全国、长三角或小尺度的旅游地,对西部欠发达地区的关注不足。其二,对旅游生态效率影响因素的研究较少考虑各地的能源消费结构,虽有学者进行相关研究^[16-26],但对碳排放系数取固定值,忽略了各地能源消费特点对碳排放量的影响。其三,既有研究使用地理加权回归^[16]、Tobit^[27]、VAR^[28]、指数分解法^[2]等探究旅游生态效率的影响因素,多聚集在规模、结构、技术三方面,较少考虑各影响因素与旅游生态效率的动态关系和非线性关系。鉴于此,在绿色发展背景下以西部地区 2000—2017 年省际面板数据为研究对象,使用比值法测算西部地区的旅游生态效率,分析其时空演变规律。运用 PVAR 模型分析规模效应、结构效应、技术效应对旅游生态效率的动态影响。在考虑各省能源消费结构差异的基础上,运用面板门槛模型深入分析旅游生态效率的影响因素,弥补了静态和线性计量研究的部分不足,为各地因地制宜实现旅游业的绿色可持续发展提供理论依据。

2 模型构建

2.1 研究区域与指标选取

2.1.1 研究区域概况

研究区域为西部地区(内蒙古、广西、重庆、四川、贵州、西藏、云南、陕西、甘肃、青海、宁夏、新疆)12 个(省、市、自治区)行政单元,约占我国国土面积的 72%。该地区横跨多个纬度,涵盖多种地质地貌类型,生物多样性突出,旅游资源丰富,但经济发展水平较低。西部大开发战略有助于该地区的资源优势转化为产业优势和经济优势,但当地气候干旱,生态环境较为脆弱,过度的旅游开发会对生态环境造成严重的破坏。因此,探讨旅游生态效率的影响因素对实现西部地区旅游业的绿色、可持续发展意义重大。

2.1.2 指标选取和数据来源

Grossman 等认为经济增长可以通过规模效应、结构效应和技术效应影响环境质量。参考王坤等^[16]的研究将这 3 个指标引入到旅游产业生态系统中,并加入城镇化、经济发展水平、旅游业发展水平作为控制变量。本研究的时间跨度为 2000—2017 年,为消除通货膨胀因素的影响以 2000 年为基期,运用居民消费价格指数对旅游总收入、国内旅游收入和 GDP 进行平减。数据来源于《中国统计年鉴》、中国经济与社会发展统计数据库。

主要影响指标有:(1)规模效应($\ln sc$),旅游规模的扩大会促使旅游交通住宿等投入扩大而影响地区旅游碳排放。用接待游客总人次表示规模效应^[2],数值越大旅游规模越大,为消除异方差取其对数。(2)结构效应(st),产业结构高级化与合理化对碳排放量产生重要影响。用第三产业占 GDP 的比重作为地区结构效应的衡量指标^[16],该指标为正向指标。(3)技术效应(te),技术的进步如清洁能源的使用能够降低碳排放,提高地区旅游生态效率。用万元 GDP 能源消耗作为技术效应的衡量指标^[16,20],数值越大单位 GDP 消耗能源越

多,技术水平越低。

控制变量:(4)旅游业发展水平(tour),旅游业的发展会促使城市基础设施的完善,用旅游总收入占第三产业产值的比重作为旅游业发展水平的衡量指标^[27],该指标为正向指标。(5)城镇化(ur),城镇化的发展会提高技术效应,对节能减排有积极的促进作用,但不合理的城镇化会导致碳排放量增加。用城镇人口占总人口的比重来表征城镇化水平^[16]。(6)经济发展水平(GDP),社会经济发展水平对旅游业的投入和产出产生重要影响。以人均 GDP 衡量各地区经济发展水平^[32],为消除异方差取其对数。

2.2 西部地区旅游碳排放量的测算

Gössling 等国内外学者主要用旅游业碳排放量这一指标表征旅游对环境的影响,旅游碳排放以旅游交通、旅游住宿、旅游活动消耗为主,其中旅游交通碳排放占旅游碳排放总量的 90%以上^[5]。旅游碳排放的估算方法有“自上而下”法和“自下而上”法,“自上而下”法运用旅游卫星账户或投入产出法来计算旅游能源消耗,进而估算碳排放量。“自下而上”法将旅游活动划分为若干部门,通过对不同部门的估算计算出旅游业碳排放总量^[6]。鉴于中国的旅游卫星账户数据缺失,借鉴既有研究^[5-6,11]运用“自下而上”法从旅游交通、旅游住宿和旅游活动三个方面估算旅游碳排放量。

2.2.1 旅游交通碳排放量

鉴于全国范围内没有旅游交通的数据,参考 UNWTO^[33]的测算方法,用各种交通方式旅客周转量和每人每公里能源消耗的乘积,间接估计各交通运输方式的碳排放量。确定铁路每人每公里碳排放系数为 27 g/km,公路每人每公里碳排放系数为 133 g/km,民航每人每公里碳排放系数 137 g/km,水路每人每公里碳排放系数为 106 g/km。计算公式为:

$$T_1 = F \times a \times C \quad (1)$$

式中, T_1 为旅游交通碳排放量, F 为某种交通方式的碳排放系数, C 为某种客运方式的旅客周转量, a 等价于某种交通方式客流量中旅游者的比例。鉴于旅游交通和客运交通有相似的客源结构,而中国尚未有完整的旅游卫星系统结果, a 值难以确定。参考魏艳旭等^[34]的研究确定铁路、公路、水运、民航的 a 值为 31.6%、13.8%、10.6%、64.7%,并将 a 值运用到西部地区旅游交通碳排放的计算上。

2.2.2 旅游住宿碳排放量

旅游住宿碳排放是旅游者到旅游目的地使用住宿设施而产生的碳排放量。由于单个旅游者的住宿活动不可观测,国内外学者多采用单个床位的平均碳排放量来测算。我国住宿设施的能耗高于全球平均值,参考石培华等^[11]的研究将每床每晚的能耗值确定为 155 MJ,借鉴 Schafer & Victor^[35]的研究将每床每晚二氧化碳排放系数确定为 43.2 gC/MJ。计算公式如下:

$$T_2 = \alpha \times 365 \times \theta \times R \times B \quad (2)$$

式中, T_2 为旅游住宿碳排放量, α 为住宿设施碳排放系数,取值为 43.2 gC/MJ, θ 为客房平均出租率, R 表示床位数, B 表示住宿设施每床每晚的能耗值,取值为 155 MJ。

2.2.3 旅游活动碳排放量

旅游活动的碳排放量占旅游碳排放总量的比例较小,但其作为旅游者体验内容具有重要的研究意义^[6]。参考石培华等^[11]的研究将各种旅游活动的能源消耗确定为:观光游览 417 g/游客,休闲度假 1670 g/游客,商务出差 786 g/游客,探亲访友 591 g/游客,其他 172 g/游客。计算公式如下:

$$T_3 = \sum (\beta_p \times \varphi_{ip} + \beta_q \times \omega_{iq}) \quad (3)$$

式中, T_3 代表旅游活动碳排放量, β_p 表示国内游览者第 P 种游览方式的能耗系数, φ_{ip} 表示 i 省国内旅游者第 P 种游览方式的游客数量, β_q 表示入境游览者第 q 种游览方式的能耗系数, ω_{iq} 表示 i 省入境旅游者第 q 种游览方式的游客数量。

2.3 西部地区旅游生态效率的测算

借鉴 WBCSD 生态效率的计算方法^[4],用 1 单位旅游收入产生的二氧化碳排放量来计算旅游生态效率,

该指标下降表明旅游生态效率上升,反之亦然。公式如下:

$$T = (T_1 + T_2 + T_3) / R \quad (4)$$

式中, T_1 、 T_2 和 T_3 分别代表某地区旅游交通碳排放量、旅游住宿碳排放量和旅游活动碳排放量, R 代表某地区的旅游业总收入。 T 代表某地区的旅游生态效率, 该指标为负向指标。根据公式 4 计算出西部地区各省(市、区) 2000—2017 年旅游生态效率值并绘制时间趋势图(图 1)。

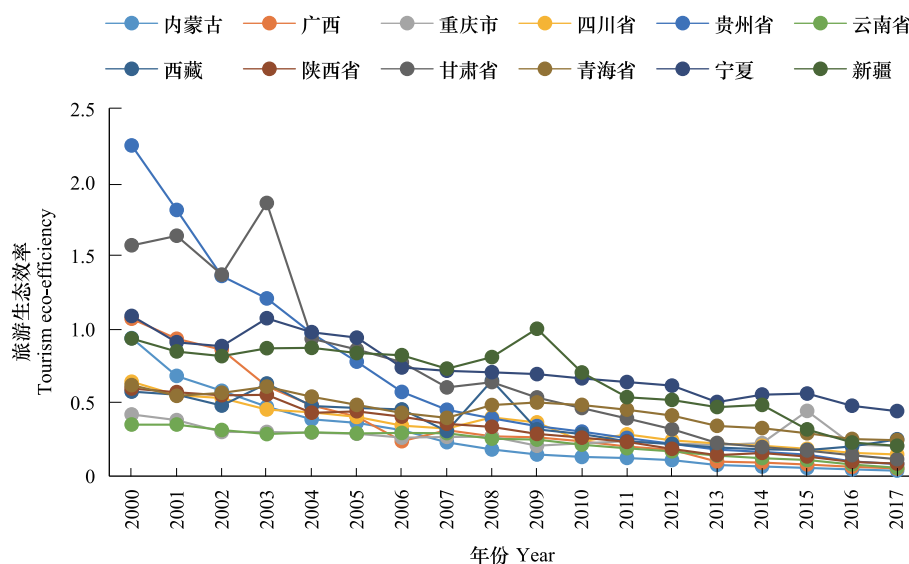


图 1 西部地区旅游生态效率演化过程

Fig.1 The evolution process of tourism eco-efficiency in the western China

图 1 表明西部大开发战略实施以来各地旅游生态效率不断提高,其中贵州旅游生态效率改善程度最大,云南旅游生态效率的改善相对较小。旅游生态效率均值最优地区为云南、内蒙古、重庆,数值分别为 0.221 tCO₂/万元、0.2738 tCO₂/万元、0.2756 tCO₂/万元,最差地区为宁夏、甘肃、新疆,分别为 0.732 tCO₂/万元、0.7106 tCO₂/万元、0.6662 tCO₂/万元。表明区域旅游生态效率不平衡现象较为突出。

根据旅游生态效率的测度结果,选取 2000 年、2005 年、2011 年、2017 年为时间节点,运用 ArcGIS 软件,采用 Jenks 自然断点分级法将西部地区 12 个省(市、区)划分为高效率区、较高效率区、较低效率区、低效率区(图 2),分析其时空变化趋势。

图 2 的结果表明西部各地旅游生态效率持续提高,低效率地区不断减少。在研究时期内陕西、内蒙古、四川、云南四个地区的旅游生态效率一直处于最佳前沿生产方面。这可能是由于四川、陕西经济发展水平相对较高,旅游产业结构较高级。云南旅游业起步较早而逐渐发展为支柱产业,旅游发展模式相对成熟。内蒙古生态环境良好,且旅游业的发展相对来说处于起步阶段,尚未对当地生态环境造成不良影响。西藏和青海由较高效率区变为低效率区,可能因为旅游业发展初期对当地环境产生的负作用较小,但过度旅游开发使本就脆弱的干旱地区环境恶化。广西、甘肃和贵州的旅游生态效率不断提高,这可能是由于国家采取了针对民族地区的政策性倾斜措施。重庆由高效率区变为较低效率区可能是因为西部其他省份采取的环保措施力度更大。新疆、宁夏一直处于低效率区可能因为当地生态环境较为脆弱,自我修复能力较差。但旅游生态效率变化的具体原因仍需通过实证分析研究(西藏地区数据缺失,故实证分析部分不包含西藏)。

2.4 模型设定

基于西部地区的省际面板数据运用 PVAR 模型实证分析旅游生态效率、规模效应、结构效应、技术效应之间的关系和动态效应,并设定模型为:

$$Y_{it} = \alpha_i + \beta_t + \chi_1 Y_{i,t-1} + \chi_2 Y_{i,t-2} + \dots + \chi_p Y_{i,t-p} + \mu_{it} \quad (5)$$

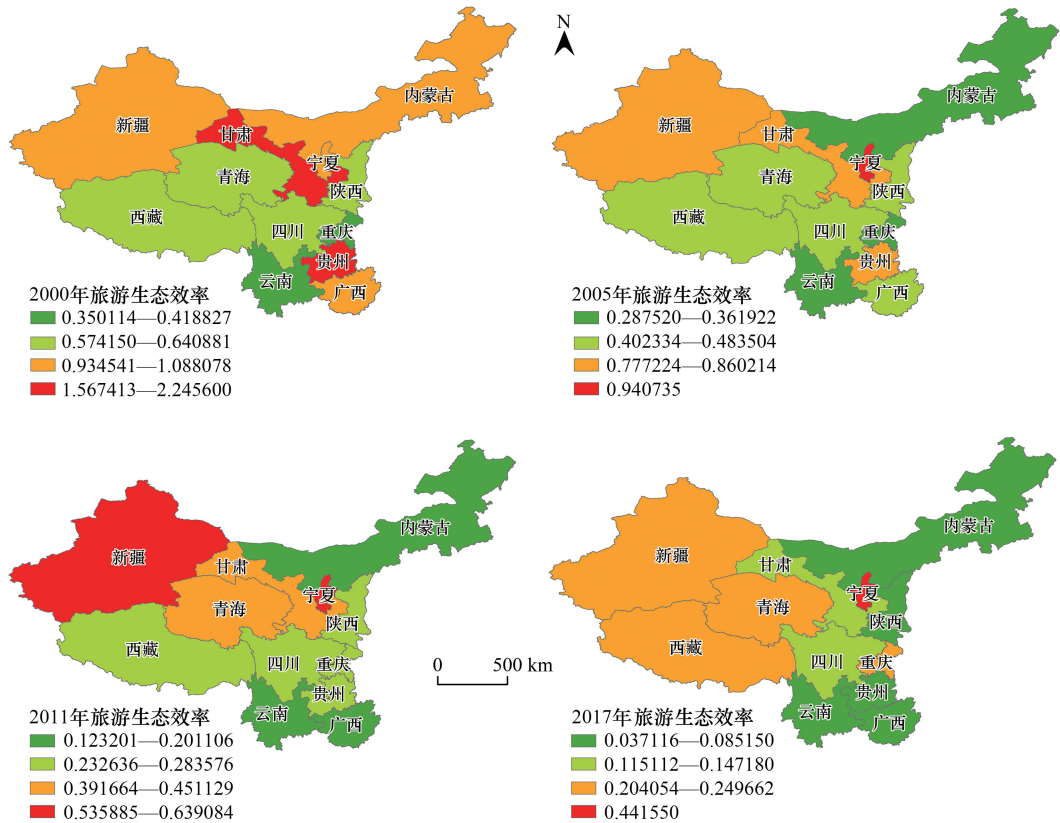


图2 2000年、2005年、2011年、2017年西部地区旅游生态效率

Fig. 2 Tourism eco-efficiency in the western China in 2000, 2005, 2011, 2017

式中, Y_{it} 代表 $[t, \ln sc, st, te]4 \times 1$ 维列向量,分别代表旅游生态效率、规模效应、结构效应、技术效应。 α_i 和 β_t 表示个体效应和时间效应, i 表示区域效应即省份效应, t 表示时间效应, χ 是待估计的参数矩阵, P 表示最优滞后阶数, μ_{it} 表示扰动项。

3 实证分析

3.1 平稳性检验与最优滞后阶数选择

为防止变量间的“伪回归”现象,需对面板数据的平稳性进行检验。考虑各种检验方法的优劣,选取 LIC 检验考察变量的平稳性,若 P 值小于临界值则数据平稳,大于临界值则数据不平稳,结果见表 1。检验结果表明 $\ln sc$ 在 5% 的显著性水平上平稳,其余变量在 1% 的显著性水平上平稳,满足建立 PVAR 模型的基本要求。

表 1 单位根检验结果

Table 1 Unit root test results

变量 Variables	t	$\ln sc$	st	te
统计值 Statistics	-4.5046	-1.7853	-3.004	-2.9238
P	0.0000	0.0371	0.0013	0.0017
结论 Conclusion	平稳	平稳	平稳	平稳

t : 旅游生态效率 Tourism eco-efficiency; $\ln sc$: 规模效应 Scale effect; st : 结构效应 Structure effect; te : 技术效应 Technology effect

对 PVAR 模型进行估计,首先要确定滞后阶数。运用信息准则 AIC、BIC 和 HQIC 的方法选择最优滞后阶数,结果如表 2 所示。AIC 和 HQIC 检验表明选取 2 阶滞后为最优滞后阶数,BIC 统计量的最优滞后阶数是 1 阶,进一步检验的结果表明应选取滞后 2 阶进行模型估计。

表 2 PVAR 模型滞后阶数的检验结果

Table 2 Test results of the lag order of the PVAR model

滞后期 Lag	赤池信息准则 (AIC) Akaike information criterion	贝叶斯信息准则 (BIC) Bayesian information criterion	汉南-奎因信息准则 (HQIC) Hannan-Quinn information criterion
1	-7.90501	-6.82417 *	-7.46663
2	-8.04929 *	-6.61867	-7.46855 *
3	-7.70293	-5.88865	-6.96598

* 表示该检验方法的最优滞后阶数

3.2 PVAR 模型估计结果

为避免个体效应而造成的回归偏误,借鉴 Arellano 和 Bover^[36] 的前向均值差分法对各变量进行处理。系统 GMM 能够更好的解决内生性问题,以自变量的滞后项作为工具变量,选取最优滞后阶数 2 阶进行模型估计,结果如表 3 所示。

表 3 PVAR 模型系统 GMM 的估计结果

Table 3 GMM estimation results of PVAR model system

变量 Variables	h_t	h_{lnc}	h_{st}	h_{te}
$L.h_t$	0.617 *** (2.74)	-0.306 *** (-2.25)	-0.03 (-0.89)	0.82 (1.62)
$L.h_{lnc}$	0.14 (1.38)	0.715 *** (6.34)	-0.119 *** (-5.31)	-0.065 (-0.27)
$L.h_{st}$	-0.063 (-0.19)	-0.111 (-0.24)	0.822 *** (9.04)	2.525 * (1.69)
$L.h_{te}$	-0.058 (-1.42)	0.068 * (1.8)	0.005 (0.62)	0.966 *** (6.58)
$L2.h_t$	0.248 (1.51)	-0.143 (-1.38)	-0.016 (-0.71)	-0.52 (-1.41)
$L2.h_{lnc}$	-0.12 (-1.46)	0.096 (1.01)	0.107 *** (5.39)	0.047 (0.22)
$L2.h_{st}$	0.372 (1.2)	-0.618 *** (-2.19)	-0.118 *** (-2.05)	-2.055 (-1.55)
$L2.h_{te}$	0.061 *** (3.41)	-0.060 *** (-2.26)	-0.005 (-0.86)	-0.145 (-1.17)

*、**、*** 分别表示在 1%、5% 和 10% 的水平下显著,括号内为 t 值; h_t : t 的前向差分 Forward difference of t ; h_{lnc} : lnc 的前向差分 Forward difference of lnc ; h_{st} : st 的前向差分 Forward difference of st ; h_{te} : te 的前向差分 Forward difference of te ; $L.h_t$: h_t 的 1 阶滞后 The first-order lag of h_t ; $L.h_{lnc}$: h_{lnc} 的 1 阶滞后 The first-order lag of h_{lnc} ; $L.h_{st}$: h_{st} 的 1 阶滞后 The first-order lag of h_{st} ; $L.h_{te}$: h_{te} 的 1 阶滞后 The first-order lag of h_{te} ; $L2.h_t$: h_t 的 2 阶滞后 The second-order lag of h_t ; $L2.h_{lnc}$: h_{lnc} 的 2 阶滞后 The second-order lag of h_{lnc} ; $L2.h_{st}$: h_{st} 的 2 阶滞后 The second-order lag of h_{st} ; $L2.h_{te}$: h_{te} 的 2 阶滞后 The second-order lag of h_{te}

系统 GMM 的估计结果表明 (1) 当以旅游生态效率为被解释变量时,受自身滞后一期因素的影响为正,滞后 2 期的技术效应显著为正 (0.061),即单位 GDP 能耗越低,旅游生态效率越高。规模效应对其影响由负转正,表明在旅游发展初期接待游客数量越多旅游生态效率越低,当旅游业发展到一定规模后旅游产业结构不断优化,接待游客越多旅游生态效率越高。结构效应对旅游生态效率的影响由正转负,但二者对旅游生态效率的影响不显著。(2) 前一期的游客规模对当期规模效应产生正向作用,滞后一期旅游生态效率对规模效应的影响为促进作用 (-0.306),表明生态环境良好的地区能吸引更多的游客数量。技术效应对规模效应的影响由负转正,结构效应的二阶滞后对规模效应的影响显著为负。(3) 滞后一期的结构效应对其自身的影响由正向转为负向。规模效应对结构效应的影响由负转正。(4) 技术效应受自身滞后一期的正向影响,结构效应的一阶滞后对其影响为负。为更清晰的看出各变量间的长期因果关系,还需进一步分析。

3.3 脉冲响应函数分析

系统 GMM 的估计结果只能从宏观上反应变量间的动态关系,而脉冲响应函数能够更全面的反映规模效应、结构效应、技术效应和旅游生态效率间的动态传导机制和影响路径。运用蒙特卡洛模拟 500 次得到脉冲响应函数,选择 10 期为滞后期,横坐标为响应期数,纵坐标为影响程度,两侧的曲线为 95% 和 5% 的置信区间,中间为冲击效应。估计结果如图 3 所示。

图 3 显示旅游生态效率、规模效应、结构效应、技术效应均受自身的正向冲击而具有放大作用,这和系统 GMM 的估计结果一致。(1) 对于旅游生态效率而言,自身的冲击存在边际效应递减规律,最初影响为正后逐

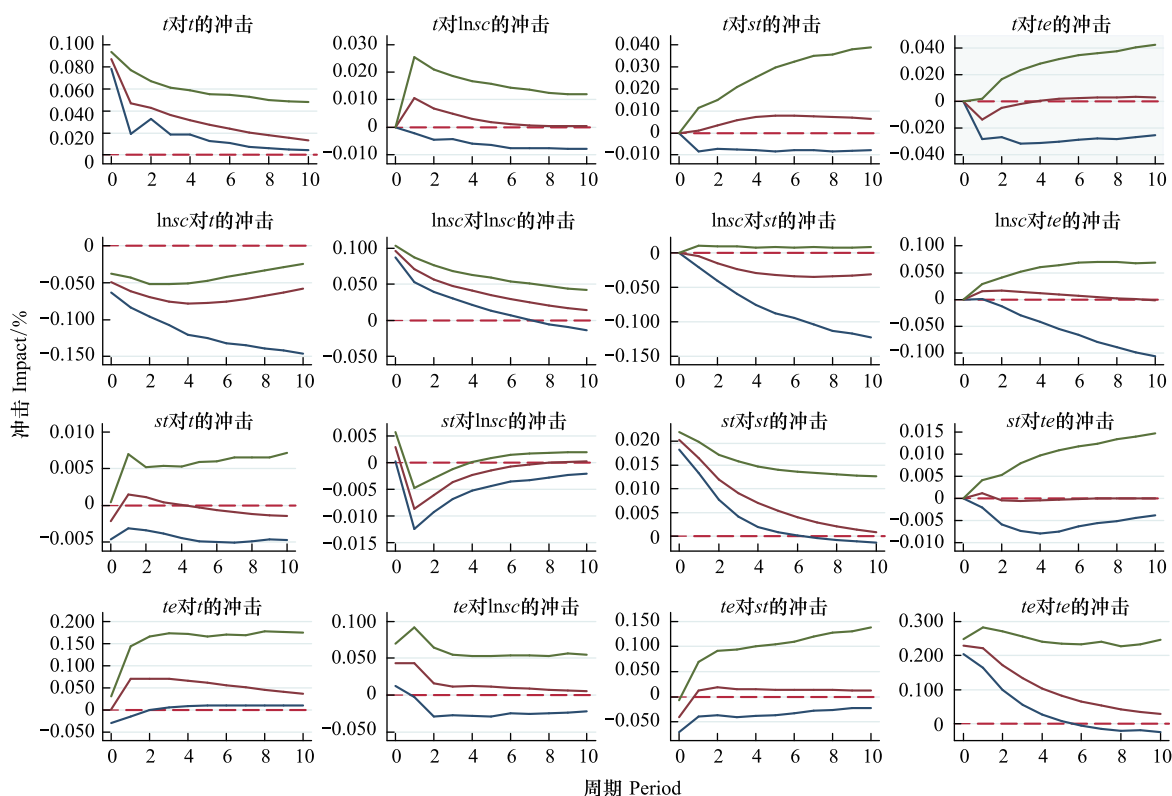


图3 西部地区旅游生态效率的冲击响应函数

Fig.3 Shock response function of tourism ecological efficiency in the western region

t :旅游生态效率 Tourism eco-efficiency; $lnscale$:规模效应 Scale effect; st :结构效应 Structure effect; te :技术效应 Technology effect

渐减少;规模效应对旅游生态效率的影响为负,表明游客规模的扩大为当地提供改善生态环境的资金支持,有利于旅游生态效率的提高;结构效应对旅游生态效率的影响在1—3期为正后变为负,表明结构效应对旅游生态效率有先抑制后促进的作用;技术效应对旅游生态效率的影响为正,大约在第2期达到最大值,多期后均为正,表明单位GDP能耗越低能源消费结构越合理,越有利于旅游生态效率的提高。(2)对于规模效应而言,其自身的冲击在当期达到最大值,后呈现边际效应递减的趋势;旅游生态效率对规模效应的影响为正,在第6期以后逐步趋近于0;结构效应对规模效应的影响当期为正,之后为负并在第6期以后影响趋于消失;技术效应对规模效应的影响为正,在第2期以后趋近于0。这充分说明旅游业的发展要在当地生态环境承载力范围之内。(3)对于结构效应而言,当期其自身的冲击值达到最大,并逐步趋于减少;旅游生态效率对结构效应的影响为正,在第4期达到最大值后趋于减小;规模效应对结构效应的影响为负,在第6期达到最大后趋于平缓;技术效应对结构效应的影响在第1期为正,但影响较小,后期逐步趋向于0。表明旅游生态效率和产业结构之间关系密切。(4)对于技术效应而言,其自身的冲击在当期最大,到第10期趋近于0;旅游生态效率对技术效应的冲击为负在第1期达到最小值,第4期变为正向影响并在第10期趋于0;规模效应对技术效应的影响为正,在第10期收敛于0;结构效应对技术效应的影响第1期为正,第2期之后趋于0。表明技术水平的提高对旅游生态效率有正向促进作用,但这一影响存在着边际效应递减的规律,应多方面寻找旅游生态效率的提升举措。

3.4 方差分解

脉冲响应函数能够更好地反映两个变量之间的动态影响路径,方差分解能够分析不同变量的结构冲击贡献度。故采用方差分解进一步表征规模效应、结构效应、技术效应对旅游生态效率的相对贡献率,结果如表4所示。

表 4 方差分解结果

Table 4 Variance decomposition results

变量 Variables	阶段 Stage	t 的方差分解 Variance decomposition of <i>t</i>	lnsc 的方差分解 Variance decomposition of lnsc	st 的方差分解 Variance decomposition of <i>st</i>	te 的方差分解 Variance decomposition of <i>te</i>
<i>t</i>	1	1	0	0	0
lnsc	1	0.126	0.874	0	0
<i>st</i>	1	0.002	0.005	0.993	0
<i>te</i>	1	0.006	0.049	0.025	0.92
<i>t</i>	2	0.997	0	0.002	0.001
lnsc	2	0.185	0.797	0.011	0.007
<i>st</i>	2	0.01	0.088	0.898	0.003
<i>te</i>	2	0.063	0.041	0.016	0.88
<i>t</i>	3	0.994	0.001	0.001	0.004
lnsc	3	0.228	0.736	0.022	0.014
<i>st</i>	3	0.008	0.091	0.898	0.002
<i>te</i>	3	0.088	0.032	0.012	0.868
<i>t</i>	4	0.978	0.001	0.001	0.019
lnsc	4	0.29	0.676	0.022	0.012
<i>st</i>	4	0.011	0.081	0.885	0.023
<i>te</i>	4	0.097	0.028	0.017	0.858
<i>t</i>	5	0.957	0.002	0.005	0.037
lnsc	5	0.33	0.609	0.051	0.01
<i>st</i>	5	0.014	0.079	0.876	0.03
<i>te</i>	5	0.109	0.027	0.021	0.843

方差分解的结果表明:(1)旅游生态效率、规模效应、结构效应、技术效应四个变量对自身的贡献均超过其他变量,表明这些变量均具有自我强化作用。(2)对于旅游生态效率而言,规模效应对旅游生态效率的冲击从第1期的12.6%逐步增加到第5期的33%,表明规模效应对旅游生态效率的影响具有持续性。技术效应对旅游生态效率的影响较小为0.6%,但其影响逐步波动增长至10.9%。结构效应对旅游生态效率的影响最小,在第1期为0.2%,但其影响逐步扩大至第5期的1.4%。对于规模效应而言,旅游生态效率对规模效应的冲击从第3期开始显现并在第5期达到最大值0.2%,表明旅游生态效率对其影响具有滞后性。结构效应当期对其影响较小为0.5%后逐步扩大至7.9%。技术效应对其影响较大在当期4.9%,后逐步减少至2.7%。对于结构效应而言,技术效应对其冲击影响为2.5%,旅游生态效率和规模效应当期末对其产生影响,到第5期扩大至0.5%和5.1%,表明旅游生态效率对结构效应的影响不显著。对于技术效应而言,在当期仅受到自身的冲击作用为92%。旅游生态效率和规模效应、结构效应的影响在第2期逐步显现,到第5期分别增加至3.7%、1%和3%,其冲击作用较小,和脉冲响应函数的估计结果具有一致性。旅游生态效率的影响因素除规模效应、结构效应、技术效应外,还有其他因素。下文将在考虑各地能源消费结构差异的基础上引入其他变量作进一步分析。

4 旅游生态效率影响因素的进一步分析

4.1 面板门槛模型分析

能源消费结构对碳排放强度产生重要影响,借鉴刘军等^[8]的研究在考虑各地能源消费结构差异的基础上计算旅游碳排放总量和旅游生态效率($t1$)。并加入城镇化、旅游发展水平和经济发展水平作为控制变量,运用固定效应模型和面板门槛模型进行估计。

固定效应和随机效应 Hausman 检验的结果表明应采取带有时间效应的固定效应模型。各变量对旅游生

态效率的影响可能随经济发展呈现非线性特征,为检验各变量与旅游生态效率的非线性关系以人均 GDP 对数为门槛变量,运用面板门槛模型进行实证分析。模型设定为:

$$T_{it} = \mu_{it} + \beta_1 \text{tour}_{it} \cdot I(Z_{it} \leq \gamma_1) + \beta_2 \text{tour}_{it} \cdot I(\gamma_1 < Z_{it} \leq \gamma_2) + \dots + \beta_n \text{tour}_{it} \cdot I(\gamma_{n-1} < Z_{it} \leq \gamma_n) + \beta_{n+1} \text{tour}_{it} \cdot I(\gamma_n < Z_{it}) + \rho X_{it} + \varepsilon_{it} \quad (6)$$

式中, i 和 t 分别表示省份和时间, Z_{it} 为门槛变量人均 GDP, $\gamma_1, \gamma_2, \dots, \gamma_n$ 是门槛值, $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_{n+1}$ 为不同门槛区间下的估计值, $\text{tour}_{it} \cdot I$ 表示因变量旅游发展水平, I 表示示性函数(若满足门槛条件取值为 1,不满足取值为 0), X_{it} 表示一系列控制变量包括经济发展水平、城镇化、旅游发展水平, ε_{it} 为误差项。借鉴 Hansen^[37] 的研究,对是否存在面板门槛效应进行检验,结果如表 5 所示。

表 5 面板门槛效应检验
Table 5 Panel threshold effect test

临界值 Critical value	F	P	自抽样次数 Bootstrap times	1%	5%	10%
单一门槛 Single threshold	33.994 ***	0.004	500	30.181	18.281	13.979
双重门槛 Double threshold	29.113 ***	0.002	500	19.728	12.639	9.096
三重门槛 Triple threshold	12.815 ***	0.012	500	13.853	8.162	6.067

结果表明在 1% 的统计水平上拒绝不存在单一门槛和双重门槛的假设,在 5% 的显著性水平上拒绝不存在三种门槛的假设,表明模型存在着显著的单重、双重和三重门槛效应。若考虑各地能源消费结构则存在显著的双重门槛效应(限于篇幅,表省略)。采用固定效应和面板门槛模型进行估计,结果如表 6 所示。

表 6 固定效应模型和面板门槛模型估计结果
Table 6 Estimated results of fixed effect model and panel threshold model

固定效应模型 Fixed effects model	t	面板门槛模型 Panel threshold model	t	面板门槛模型 Panel threshold model	$t1$
lnsc	-0.294 *** (-4.06)	lnsc	-0.125 * (-1.89)	lnsc	-0.109 *** (-3.48)
st	-2.549 *** (-6.49)	st	-1.404 *** (-4.39)	st	-0.537 *** (-3.52)
te	0.0368 (1.17)	te	0.00629 (0.23)	te	0.0043 (0.33)
lnGDP	-0.0635 (-0.56)	lnGDP	-0.525 *** (-6.00)	lnGDP	-0.145 *** (-3.65)
ur	4.674 *** (5.21)	ur	3.588 *** (4.61)	ur	1.206 *** (3.21)
tour	-0.909 *** (-5.02)	tour.I(lnGDP<9.31)	-0.785 *** (-6.18)	tour.I(lnGDP<9.31)	-0.325 *** (-5.20)
霍斯曼检验 Hausman test	42.5 *** (0.00)	tour.I(9.31<lnGDP<9.854)	-1.485 *** (-7.34)	tour.I(9.31<lnGDP<9.854)	-0.509 *** (-5.10)
		tour.I(9.854<lnGDP<10.587)	0.629 *** (6.68)	tour.I(9.854<lnGDP)	0.285 *** (6.11)
		tour.I(lnGDP>10.587)	0.913 *** (3.86)		
常数项 constant	3.156 *** (3.36)	constant	5.912 *** (12.4)	constant	2.221 *** (9.84)
R-squared	0.826	R-squared	0.833	R-squared	0.787

$t1$: 考虑能源结构的旅游生态效率 Tourism eco-efficiency considering energy structure; lnGDP: 人均 GDP 对数 Log of GDP per capita; ur 城镇化 Urbanization; tour: 旅游发展水平 Tourism development level; tour.I 旅游发展水平的示性函数 Indicative function of tourism development level

结果表明固定效应模型的组内 R^2 小于面板门槛模型的组内 R^2 , 因此选择面板门槛模型更为合理。经济发展水平的提高、规模效应、结构效应对旅游生态效率的提高有积极作用,说明西部大开发以及承接东中部地区产业转移改善了西部地区的产业结构,减少了对生态环境的负外部性。技术效应每提高 1%, 旅游生态效率提升 0.00629%, 数值较小且不显著。这可能是由于西部地区科技水平落后,人口受教育水平低和大量人才外流制约了技术因素的影响。城镇化提高 1%, 旅游生态效率降低 3.588%。这可能因为当前西部地区城镇化发展仍处于较低水平,城镇化的发展对地区环境带来压力而导致旅游生态效率下降,应通过新型城镇化发展和加强环境管制来实现旅游生态效率的提升。旅游发展水平对旅游生态效率的影响具有三重门槛效应,当人

均 GDP 对数小于 9.31 或进入第一个门槛 9.31 与第二个门槛 9.854 时,旅游业的发展能显著提高旅游生态效率。具体为旅游发展水平每提高 1%,旅游生态效率提高 0.785% 和 1.485%,旅游发展水平对旅游生态效率的正向作用不断强化。但跨越第二个门槛和第三个门槛之后,变为负向作用,表明过度旅游开发会对当地生态环境造成破坏,应兼顾经济效益和生态效益。若考虑各省能源消费结构,各变量对旅游生态效率的影响强度缩小,表明能源消费结构对旅游生态效率产生重要影响。旅游业发展水平对旅游生态效率的影响在小于第二个门槛值 9.854 时为正向影响,跨越第二个门槛为负向影响。规模效应每提高 1%,旅游生态效率提高 0.109%;结构效应每提高 1%,旅游生态效率提高 0.537%;技术效应每提高 1%,旅游生态效率提高 0.0043%,技术效应的影响仍然不显著。

4.2 面板门槛模型的稳健性检验

为检验面板门槛模型估计结果的稳健性,选取科研经费投入($te1$)^[27]作为技术效应的替代变量重复面板门槛模型的回归过程,稳健性检验的结果如表 7 所示。

表 7 稳健性检验结果

Table 7 Robustness test results

变量 Variables	t	变量 Variables	$t1$
$lnsc$	-0.117* (-1.78)	$lnsc$	-0.120*** (-3.80)
st	-1.422*** (-4.55)	st	-0.478*** (-3.24)
$te1$	0.0003 (1.63)	$te1$	0.000196*** (2.17)
$lnGDP$	-0.525*** (-6.17)	$lnGDP$	-0.141*** (-3.64)
ur	3.252*** (4.09)	ur	1.259*** (3.26)
$tour.I(\ln GDP < 9.31)$	-0.774*** (6.16)	$tour.I(\ln GDP < 9.146)$	-0.325*** (-5.09)
$tour.I(9.31 < \ln GDP < 9.854)$	-1.457*** (-7.59)	$tour.I(9.146 < \ln GDP < 9.854)$	-0.493*** (-5.22)
$tour.I(9.854 < \ln GDP < 10.7)$	0.589*** (-6.1)	$tour.I(9.854 < \ln GDP)$	0.276*** (5.74)
$tour.I(\ln GDP > 10.7)$	0.903*** (3.85)		
常数项 constant	5.967*** (13.89)	constant	2.318*** (11.66)
R -squared	0.836	R -squared	0.791

$te1$: 科研经费投入 Research funding input

检验结果表明不考虑能源结构时仍然存在三重门槛效应,考虑能源结构时仍存在双重门槛效应。各变量的显著性未发生明显变化,门槛值变化也不大,各变量的回归系数除技术效应外符号方向均未发生变化,这验证了回归结果的稳健性。

5 结论与讨论

西部地区旅游资源丰富,但以资源导向性为主的粗放型旅游发展方式,虽然促进了当地旅游业的发展,却不具备可持续发展能力。近年来在美丽中国绿色发展理念的指导下,西部地区旅游生态效率不断提高,不仅带动了西部地区经济发展水平和居民收入的提高,而且对我国东中西部协调发展有重要意义。本研究运用比值法测算了 2000—2017 年西部地区的旅游生态效率,并运用 PVAR 和面板门槛模型对旅游生态效率的影响因素进行分析,结论为:

第 1,西部地区在 2000—2017 年间旅游生态效率不断优化,旅游可持续发展水平逐步提高,表明西部大开发战略对西部地区生态环境优化有积极作用。其中,云南、内蒙古、陕西、四川处于高效率地区,新疆、宁夏处于低效率区,各区域旅游生态效率差距较大,呈现不平衡分布的特点。应着力开发低碳生态旅游,减少旅游活动碳排放,引进新型环保技术,对旅游交通、旅游住宿和旅游游憩活动相关的行业进行污染治理。

第 2,PVAR 模型的分析结果表明结构效应和技术效应对旅游生态效率的正向作用较小,规模效应对旅游生态效率的正向作用较大。可利用好西部地区青山绿水的资源优势,加大旅游业投资注重旅游景区景点的开发建设以吸引更多游客,发挥规模效应对旅游生态效率的积极作用。改变“高投入、低产出、低效率”的政府

主导型旅游经济增长方式,发挥结构效应的积极作用。加大高科技要素投入,利用“互联网+”技术,变资源驱动为创新驱动,发挥科技因素对西部地区生态环境改善的积极作用。

第3,面板门槛模型分析的结果表明,若考虑各省能源消费结构,各变量对旅游生态效率的影响变小。西部地区重化工业占比较大的产业结构特点,对当地的生态环境造成不良影响。需改善当地能源消费结构,使用清洁能源并提高能源利用效率。旅游业发展水平对旅游生态效率的影响存在门槛效应,在前期旅游业的发展有助于旅游生态效率的提高,当超过第二个门槛值时旅游业的发展会对生态环境造成破坏,应在当地生态环境承载能力范围内适度发展旅游业。城镇化不利于旅游生态效率的提高,可通过旅游业的发展带动新型城镇化的发展,将旅游基础设施建设和城镇化建设相结合,实现二者的良性互动,发挥新型城镇化对生态环境的改善作用。规模效应、结构效应和经济发展水平均对旅游生态效率有积极作用,表明以旅游业作为西部地区的特色优势产业是改善当地产业结构的需要,有利于保护生态环境实现绿色发展。

通过对西部地区旅游生态效率及其影响因素的分析,为西部地区旅游业绿色可持续发展提供参考。同时本文还存在以下不足和可供探讨之处:首先,由于中国的旅游环境监测系统不完善,本文运用“自下而上”法对旅游碳排放量进行间接估算,并考虑了各地的能源消费结构但仍存在一定偏误,后续研究可待相关监测系统完善后不断优化旅游生态效率的研究。其次,运用比值法对旅游生态效率进行测量具有一定的科学性,但无法完全反映旅游管理和运营情况。最后,鉴于数据的可得性,从西部省域尺度进行研究略为宏观,因而从更微观的市域或县域进行分析是未来旅游生态效率研究方向。

参考文献 (References):

- [1] 赵磊, 张晨. 旅游减贫的门槛效应及其实证检验——基于中国西部地区省际面板数据的研究. 财贸经济, 2018, 39(5): 130-145.
- [2] 潘植强, 梁保尔. 旅游业碳排放强度分布及其驱动因子的时空异质研究——基于30个省(市、区)2005-2014年的面板数据分析. 人文地理, 2016, 31(6): 152-158.
- [3] Schaltegger S, Sturm A. Ökologische Rationalität. Die Unternehmung, 1990, 4: 273-290.
- [4] Schmidheiny S. Changing Course: A Global Business Perspective on Development and the Environment. Cambridge, Mass: MIT Press, 1992.
- [5] Gössling S, Peeters P, Ceron J P, Dubois G, Patterson T, Richardson R B. The eco-efficiency of tourism. Ecological Economics, 2005, 54(4): 417-434.
- [6] 刘军, 马勇. 旅游可持续发展的视角: 旅游生态效率的一个综述. 旅游学刊, 2017, 32(9): 47-56.
- [7] Bruijn K, Dirven R, Eijgelaar E, Peeters P M, Nelemans R. Travelling large in 2011. The carbon footprint of Dutch holidaymakers in 2011 and the development since 2002. Breda, Netherlands: NHTV Breda University for Applied Sciences, 2013.
- [8] 刘军, 问鼎, 童昀, 马勇. 基于碳排放核算的中国区域旅游业生态效率测度及比较研究. 生态学报, 2019, 39(6): 1979-1992.
- [9] Perch-Nielsen S, Sesartic A, Stucki M. The greenhouse gas intensity of the tourism sector: the case of Switzerland. Environmental Science & Policy, 2010, 13(2): 131-140.
- [10] Becken S, Simmons D G. Understanding energy consumption patterns of tourist attractions and activities in New Zealand. Tourism Management, 2002, 23(4): 343-354.
- [11] 石培华, 吴普. 中国旅游业能源消耗与CO₂排放量的初步估算. 地理学报, 2011, 66(2): 235-243.
- [12] 章锦河, 张捷, 梁玥琳, 李娜, 刘泽华. 九寨沟旅游生态足迹与生态补偿分析. 自然资源学报, 2005, 20(5): 735-744.
- [13] Patterson M, McDonald G. How Clean and Green is New Zealand Tourism? Lifecycle and Future Environmental Impacts. Lincoln, Canterbury, New Zealand: Manaaki Whenua Press, 2004: 57-57.
- [14] Becken S, Patterson M. Measuring national carbon dioxide emissions from tourism as a key step towards achieving sustainable tourism. Journal of Sustainable Tourism, 2006, 14(4): 323-338.
- [15] Jones C, Munday M. Exploring the environmental consequences of tourism: a satellite account approach. Journal of Travel Research, 2007, 46(2): 164-172.
- [16] 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. 生态学报, 2015, 35(21): 7150-7160.
- [17] 韩元军, 吴普. 京津冀地区旅游业的碳排放测算与比较研究. 人文地理, 2016, 31(4): 127-134.
- [18] Fare R, Grosskopf S, Lovell C A K, Pasurka C. Multilateral productivity comparisons when some outputs are undesirable: a nonparametric approach. The Review of Economics and Statistics, 1989, 71(1): 90-98.

- [19] Kytzia S, Walz A, Wegmann M. How can tourism use land more efficiently? A model-based approach to land-use efficiency for tourist destinations. *Tourism Management*, 2011, 32(3): 629-640.
- [20] 彭红松, 章锦河, 韩娅, 汤国荣, 张瑜. 旅游地生态效率测度的 SBM-DEA 模型及实证分析. *生态学报*, 2017, 37(2): 628-638.
- [21] 刘佳, 陆菊. 中国旅游产业生态效率时空分异格局及形成机理研究. *中国海洋大学学报: 社会科学版*, 2016, (1): 50-59.
- [22] 林文凯, 林璧属. 区域旅游产业生态效率评价及其空间差异研究——以江西省为例. *华东经济管理*, 2018, 32(6): 19-25.
- [23] 肖建红, 于爱芬, 王敏. 旅游过程碳足迹评估——以舟山群岛为例. *旅游科学*, 2011, 25(4): 58-66.
- [24] 徐秀美, 郑言. 基于旅游生态足迹的拉萨乡村旅游地生态补偿标准——以次角林村为例. *经济地理*. 2017, 37(4): 218-224.
- [25] 胡亚光. 中国旅游产业效率区域评价及其解构分析——基于 SFA 的实证研究. *当代财经*, 2019, (10): 107-119.
- [26] 秦耀辰, 李旭, 荣培君. 基于改进 EIO-LCA 模型的城市旅游业碳排放核算研究——以开封市为例. *地理科学进展*, 2015, 34(2): 132-140.
- [27] 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. *自然资源学报*, 2019, 34(9): 1945-1961.
- [28] 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. *长江流域资源与环境*, 2019, 28(10): 2289-2298.
- [29] Reilly J, Williams P, Haider W. Moving towards more eco-efficient tourist transportation to a resort destination: the case of Whistler, British Columbia. *Research in Transportation Economics*, 2010, 26(1): 66-73.
- [30] 马勇, 刘军. 绿色发展背景下旅游生态效率的核心价值及提升策略. *旅游学刊*, 2016, 31(9): 1-3.
- [31] 杨德进, 白长虹. 我国旅游扶贫生态效率的提升路径. *旅游学刊*, 2016, 31(9): 12-14.
- [32] 查建平, 舒皓羽, 李园园, 贺腊梅. 中国旅游业碳排放及其影响因素研究——来自 2005—2015 年省级面板数据的证据. *旅游科学*, 2017, 31(5): 1-16.
- [33] UNWTO. Climate change and tourism: responding to global challenges. World Tourism Organization and United Nations Environment. Madrid: World Tourism Organization, 2008: 26-51.
- [34] 魏艳旭, 孙根年, 马丽君, 李静. 中国旅游交通碳排放及地区差异的初步估算. *陕西师范大学学报: 自然科学版*, 2012, 40(2): 76-84.
- [35] Schafer A, Victor D G. Global passenger travel: implications for carbon dioxide emissions. *Energy*, 1999, 24(8): 657-679.
- [36] Arellano M, Bover O. Another look at the instrumental variable estimation of error-components models. *Journal of Econometrics*, 1995, 68(1): 29-51.
- [37] Hansen B E. Threshold effects in non-dynamic panels: estimation, testing, and inference. *Journal of Econometrics*, 1999, 93(2): 345-368.