

DOI: 10.5846/stxb202108232348

杨玉珍, 闫佳笑, 杨洋, 杨阳. 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. 生态学报, 2022, 42(20): 8202-8212.

Yang Y Z, Yan J X, Yang Y, Yang Y. The spatio-temporal evolution and spatial spillover effect of tourism eco-efficiency in the Yellow River Basin: based on data from the 73 cities. Acta Ecologica Sinica, 2022, 42(20): 8202-8212.

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

杨玉珍¹, 闫佳笑^{1,*}, 杨 洋², 杨 阳³

1 河南师范大学商学院, 新乡 453007

2 北京工业大学经济与管理学院, 北京 100024

3 郑州大学商学院, 郑州 450001

摘要: 黄河流域旅游生态效率时空演变及空间溢出效应研究, 有利于优化旅游资源要素投入, 推动黄河流域生态保护及高质量发展。基于超效率 SBM 模型测算 2010—2019 年黄河流域 73 个城市旅游生态效率, 借助 ArcGIS 软件描绘时空演化轨迹, 并构建空间杜宾模型揭示空间溢出效应。结果表明: (1) 黄河流域旅游生态效率时序上呈现先上升后下降的阶段性特征, 空间上呈现“下游-中游-上游”阶梯式递减的异质性特征; (2) 旅游生态效率分布具有明显的空间集聚与依赖特征, 低水平同质化现象显著; (3) 空间溢出效应显著, 政府干预、市场规模对邻近城市旅游生态效率具有正向溢出效应, 经济发展、产业结构、交通可达性对邻近城市旅游生态效率具有负向溢出效应。基于实证分析结果, 提出制定差异化、互补性旅游发展策略, 加强区域旅游战略合作, 发挥邻近区域辐射带动作用, 优化城市空间溢出效应的建议。

关键词: 黄河流域; 旅游生态效率; 空间溢出效应; 超效率 SBM 模型; 空间杜宾模型

The spatio-temporal evolution and spatial spillover effect of tourism eco-efficiency in the Yellow River Basin: based on data from the 73 cities

YANG Yuzhen¹, YAN Jiexiao^{1,*}, YANG Yang², YANG Yang³

1 School of Business, Henan Normal University, Xinxiang 453007, China

2 School of Economics and Management, Beijing University of Technology, Beijing 100024, China

3 Business School, Zhengzhou University, Zhengzhou 450001, China

Abstract: Studying the spatio-temporal evolution and the spatial spillover effect of tourism eco-efficiency in the Yellow River Basin is conducive to optimizing the input of tourism resources and promoting the ecological protection and high-quality development of the area. This research estimates the tourism eco-efficiency of the 73 cities in the Yellow River Basin in 2010—2019 based on the unexpected output super-efficiency SBM model, maps their spatial and temporal evolution pattern by applying ArcGIS and reveals their spatial spillover effects by establishing a spatial Durbin model. The research shows: (1) temporally, the tourism eco-efficiency in the Yellow River Basin shows prominent stage characteristics—fluctuating development trend of first rising and then falling, and there is a slight increase in total. Spatially, it shows the heterogeneity of stepwise decline of "downstream-midstream-upstream". The high-value areas are concentrated in the middle and lower reaches of the Yellow River Basin, showing an expansion trend; the low-value areas are concentrated in the upper reaches, showing a shrinking trend. (2) The distribution of tourism eco-efficiency in the Yellow River Basin has the apparent characteristics of spatial agglomeration and dependence. The low-level homogeneous agglomeration is significant,

基金项目: 河南省重大科技专项(201300311700); 河南省高校哲学社会科学应用研究重大项目(2018-YYZD-09); 河南省高校哲学社会科学创新团队(2021-CXTD-04); 国家社科基金重大项目(21ZDA066)

收稿日期: 2021-08-23; 网络出版日期: 2022-06-16

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: yanjiexiao1@126.com

showing the regional spatial distribution pattern of "the low-value areas are constantly low, and the high-value areas are constantly high". (3) The spatial spillover effect is significant. Government intervention and market scale have positive spillover effects on the adjacent cities' tourism eco-efficiency, while economic development, industrial structure, and traffic accessibility have adverse spillover effects. Based on the empirical analysis results, we suggest formulating differentiated and complementary tourism development strategies, strengthening regional tourism strategic cooperation, playing the radiation driving role of adjacent regions, and optimizing urban spatial spillover effect, to provide a reference for regional tourism coordination and cooperation in the Yellow River Basin. The main academic contributions of this study are: firstly, measuring the tourism eco-efficiency of 73 prefecture-level cities in the Yellow River Basin based on the panel data, and analyzing time-space evolution and spatial agglomeration of the 73 cities, making up the shortfall of that most studies on tourism eco-efficiency focus on the whole country, provinces or the Yangtze River Delta, and pay insufficient attention to the Yellow River Basin, of which carries the important national strategy. This study also expanded the geographical scope of tourism eco-efficiency estimation to the watershed level with more natural integrity. Secondly, the spatial durbin model is used to analyze the spatial spillover effect of tourism eco-efficiency, expand the application of spatial spillover effect, and provide effective reference for regional tourism coordination and cooperation in the Yellow River Basin.

Key Words: the Yellow River Basin; tourism eco-efficiency; spatial spillover effect; the super efficiency SBM model; spatial Durbin model

黄河流域是我国重要的生态屏障和经济地带,在经济社会发展和生态安全方面具有重要地位。2019 年黄河流域生态保护和高质量发展上升为国家战略,要求进一步推动产业结构转型,旅游业作为第三产业的重要组成部分^[1],其绿色高质量发展既是时代要求也是必然趋势。2019 年黄河流域接待国内外游客 34.75 亿人次,实现旅游收入 3.41 万亿元,大量人类异地性群体活动必然会增加黄河流域生态环境压力,如何协调旅游经济发展与生态保护的关系成为黄河流域必须解决的现实问题。旅游生态效率是衡量区域人地系统协调程度和可持续发展水平的重要指标^[2],探究黄河流域旅游生态效率时空演变及空间溢出效应,对于实现黄河流域旅游绿色高质量发展、协调永续发展具有重要的理论价值和现实意义。

旅游生态效率旨在实现“最小资源投入和环境破坏,产生最大社会经济效益”,是衡量旅游永续发展的重要指标^[3]。国内外相关研究从概念解析与阐述开始^[4-5],截至目前,旅游生态效率的定义学术界也尚未统一,大多基于世界可持续发展工商联合会(WBCSD)提出的“生态效率”衍生而来^[4]。国内学者将旅游生态效率归纳为降低旅游过程中的碳排放及能耗等非期望产出,增加收入等期望产出,实现旅游提质增效的过程^[5]。随着研究的深入,旅游生态效率模型构建^[6-7]、效率测算^[8-9]、理论与综述^[5,10]、规划及措施^[11-12]的研究成果不断涌现。学者们开始探究旅游生态效率的影响因素^[13-14]、空间关联性与空间演化^[15]。比如,王兆峰等^[14]利用超效率 SBM 模型测算长江经济带旅游生态效率,借助面板 Tobit 模型探索其影响因素。林文凯等^[15]采用超效率 DEA 模型评价江西省旅游产业生态效率,利用 ESDA 手段揭示其空间差异特征。但是,旅游业作为强关联性产业,旅游生态效率空间溢出效应的研究相对较少,程慧等^[16]注意到了旅游生态效率的俱乐部趋同现象,但并未对俱乐部内部的空间溢出效应进行分析。

旅游生态效率的测度方法主要有单一比值法^[17-18]、指标体系法^[8]、模型法^[13,19-20]。单一比值法采用环境指标与经济指标的比值核算,环境指标一般采用旅游碳足迹^[17]、生态足迹^[18,21]等变量表征。与单一比值法相比,指标体系法虽考虑旅游相关要素投入,但主客观赋权会影响评估结果。鉴于上述方法存在局限性,学者逐渐采用以数据包络分析(Data Envelopment Analysis, DEA)^[13,15]、生命周期评价(Life Cycle Assessment, LCA)^[6]为代表的模型法。传统 DEA 模型忽视非期望产出,虽有倒数转换法^[22]、方向距离函数法^[23]等尝试,但仍不能解决投入产出松弛性问题,学者逐渐倾向于使用非径向、非角度的 SBM^[19]、超效率 SBM^[14]等改进后的模型。具体,Assaf 等^[10]指出,旅游生态效率的衡量应重点关注非期望产出。姚治国^[6]、王胜鹏等^[3]使用旅游碳排放量作为非期望产出环境影响指标,李鹏等^[24]选取旅游生态足迹表征环境非期望产出,还有学者以旅游总收入占国民生产总值的比值进行换算后的“三废”指标表征非期望产出^[18,20,25]。研究尺度从全国^[16,20]、

省域^[8]、流域^[3,14]、城市^[21]、旅游地^[17,26]到地级市^[15],但跨流域的地级市研究比较少见。

已有文献为本文提供了重要参考,但仍有进一步完善的空间。其一,旅游生态效率研究大多集中在全国、省域、长三角或小尺度的旅游地,对承载了国家重大战略的黄河流域关注不足,王胜鹏等^[3]探究黄河流域旅游生态效率的时空演化,但以省份数据为研究对象,无法详细刻画地市层面旅游生态效率的时空差异。其二,现有研究使用地理加权回归^[27]、Tobit^[14,19]、VAR^[2-3]模型探究旅游生态效率的影响因素,多聚焦于本区域旅游生态效率的影响分析,关于旅游生态效率的空间溢出效应研究较少。鉴于此,本文的贡献主要有两点:一是以黄河流域 73 个地级市的面板数据为基础,测度黄河流域地级市旅游生态效率,并进行时空演化及空间集聚分析,以动态视角反映黄河流域旅游生态保护和高质量发展现实及趋势。其二,利用空间杜宾模型分析旅游生态效率的空间溢出效应,拓展空间溢出效应的应用领域,为黄河流域区域旅游协调合作提供有效参考。

1 研究方法数据来源

1.1 研究方法

1.1.1 超效率 SBM 模型

超效率 SBM 模型不仅解决投入产出松弛性和非期望产出问题,还对效率值进行排序。利用超效率 SBM 模型对黄河流域旅游生态效率进行测度,等级划分借鉴李志龙等^[28]的研究:①很高: $TE > 0.8$;②较高: $0.6 < TE \leq 0.8$;③中等: $0.4 < TE \leq 0.6$;④较低: $0.2 < TE \leq 0.4$;⑤很低: $TE \leq 0.2$ 。模型构建为^[29]:

$$\min \rho = \frac{\frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \left(\frac{\bar{x}}{x_{ik}} \right)}{\frac{1}{r_1 + r_2} \left(\sum_{s=1}^{r_1} \frac{\bar{y}^d}{y_{sk}^d} + \sum_{q=1}^{r_2} \frac{\bar{y}^u}{y_{qk}^u} \right)}$$

$$\begin{cases} \bar{x} \geq \sum_{j=1, \neq k}^n x_{ij} \lambda_j; \bar{y}^d \leq \sum_{j=1, \neq k}^n y_{sj}^d \lambda_j \\ \bar{y}^d \geq \sum_{j=1, \neq k}^n y_{qj}^d \lambda_j; \bar{x} \geq x_k \\ \bar{y}^d \leq y_k^d; \bar{y}^u \geq y_k^u; \\ \lambda_j \geq 0, i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n; \\ s = 1, 2, \dots, r_1; q = 1, 2, \dots, r_2 \end{cases} \quad (1)$$

式中, n 为决策单元, m 、 r_1 、 r_2 表示投入、期望产出、非期望产出, x 、 y^d 、 y^u 为相应矩阵中的元素, ρ 为旅游生态效率。

1.1.2 空间自相关检验

(1) 全局空间自相关。全局空间自相关是从全域视角刻画空间关联性,计算如下^[30]:

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

式中, S^2 为方差; \bar{x} 为平均值; x_i 和 x_j 表示第 i 、 j 个城市旅游生态效率; n 为城市单元总数; W_{ij} 表示空间权重矩阵,本研究选取地理邻近权重矩阵 ($W_{ij} = 1, i \neq j$; $W_{ij} = 0, i = j$) 作为基础矩阵,出于稳健性考虑,以地理距离权重矩阵 ($W_{ij} = 1/d_{ij}, i \neq j$; $W_{ij} = 0, i = j$; d_{ij} 为城市距离) 作为对比检验。Moran's $I > 0$ 表示空间正相关, Moran's $I < 0$ 表示空间负相关, Moran's $I = 0$ 表示不存在空间自相关。

(2) 局域空间自相关。局域空间自相关是从局域视角衡量地区间差异和集聚情况,计算如下^[30]:

$$I_i = \frac{(x_i - \bar{x}) \sum_{j=1}^n W_{ij} (x_j - \bar{x})}{S^2} \quad (3)$$

符号含义与式(2)相同。 $I_i > 0$ 表示局部相似属性的空间集聚(高-高集聚、低-低集聚), $I_i < 0$ 表示局部非相似属性的空间集聚(高-低集聚、低-高集聚), $I_i = 0$ 表示随机分布。

1.1.3 空间计量模型

本研究采用空间杜宾模型(Spatial Durbin Model, SDM), 计算如下^[31]:

$$Y_i = \alpha I_N + \rho WY_i + \gamma X_i + \theta WX_i + \varepsilon \quad (4)$$

式中, Y_i 为被解释变量的列向量; X_i 为解释变量向量; W 为空间权重矩阵; ρWY_i 表示邻近地区被解释变量对本地被解释变量的影响; θWX_i 表示邻近地区解释变量对本地解释变量的影响。为衡量各影响因素的边际效应, 将总效应分解为直接效应和间接效应^[31]。直接效应表示本地解释变量对本地的影响, 间接效应表示本地解释变量对邻近地区的影响。参考已有研究^[16,28,32-34], 以旅游生态效率为因变量, 将影响变量设定为经济发展、产业结构、交通通达性、政府干预、市场规模。其中, 经济发展(ED)采用人均 GDP 表征^[16]; 产业结构(IS)采用第三产业产值占 GDP 比值表征^[28]; 交通通达性(TA)采用公路客运量表征^[32]; 政府干预(GI)采用财政支出占 GDP 比重表征^[33]; 市场规模(MS)采用社会消费品零售额表征^[34]。

1.2 指标选取与研究范围

构建区域旅游生态效率评价指标(表 1)。(1)投入指标。选取 A 级景区得分表征资源投入, 考虑到不同等级景区带来的影响存在差异, 借鉴已有研究^[28], 以各等级景区赋分加权求和计算 A 级景区得分, 赋分办法采用《旅游景区质量等级的划分与评定》国家标准(GB/T17775—2003)评定细则二(景观质量评分细则: 1A—50 分; 2A—60 分; 3A—75 分; 4A—85 分; 5A—90 分), 以其所规定的景区最低得分作为相应级别景区的旅游资源投入分值。选取星级酒店数量表征服务投入。选取旅游固定资产投资表征资本投入, 由于城市尚未统计该数据, 参考相关研究^[28], 通过第三产业固定资产投资乘旅游占比进行换算。劳动力投入选取旅游从业人数表征^[18], 计算方法同上。(2)产出指标。旅游收入和游客数量是衡量旅游业绩和吸引力的主要指标^[10], 选取旅游总收入和旅游接待总量作为期望产出^[2]。在选取生态环境指标时, 较为常用的是旅游业碳排放^[3,6], 但地市数据中难以获取旅游交通、住宿及其他活动的游客数量, 故考虑数据可获取性, 选取旅游废水排放量、旅游二氧化硫排放量、旅游烟尘排放量表征非期望产出。因为城市没有单独核算旅游业“三废”的相关数据, 参照已有研究^[18,20,25], 采用旅游总收入占国民生产总值的比值进行换算, 旅游废水排放量=废水排放量×(旅游总收入/国民生产总值), 旅游二氧化硫排放量和旅游烟尘排放量的计算过程同上。

表 1 旅游生态效率评价指标

Table 1 Evaluation index of tourism eco-efficiency

类型 Type	指标体系 Index system	具体指标 Specific indicators	单位 Unit	内容 Content
投入指标 Input index	资源	A 级景区得分	-	该区域 1A 级景区数量×50 分+2A 级景区数量×60 分+3A 级景区数量×75 分+4A 级景区数量×85 分+5A 级景区数量×90 分=综合得分值
	服务	星级酒店数量	个	-
	资本	旅游业固定资产投资	亿元	第三产业固定资产投资×旅游占比
	劳动力	旅游业从业人数	人	第三产业从业人数×旅游占比
产出指标 Output index	期望产出(旅游经济效益)	游客接待总量	万人	-
		旅游总收入	万美元	-
	非期望产出(生态环境影响)	旅游废水排放量	万 t	用旅游占比进行换算
		旅游二氧化硫排放量	t	用旅游占比进行换算
旅游烟尘排放量		万 t	用旅游占比进行换算	

参照李敏纳^[35]提出的“以自然流域为基础支撑,考虑地域单元的完整性及地区经济与黄河的直接关联性”原则,结合数据可获取性,选取 73 个地级市(或州、盟)为研究样本,研究区域见图 1。上中下游的划分参考《黄河年鉴》,同时考虑行政区划的影响。上游包括青海、甘肃、宁夏、四川、内蒙古地区,中游包括山西、陕西地区,下游包括河南、山东地区。数据来源于 2010—2019 年统计年鉴、旅游年鉴、国民经济和社会发展公报、文化和旅游部官网,“星级酒店数量”及非期望产出的地市级数据在 2010 年以前存在较多缺失值,为不影响评价效果,选取 2010—2019 年的十年期地市级面板数据。缺失数据用插值法进行补充。为消除价格波动产生的偏差,以 2010 年为基期对旅游收入和固定资产投资进行平减。

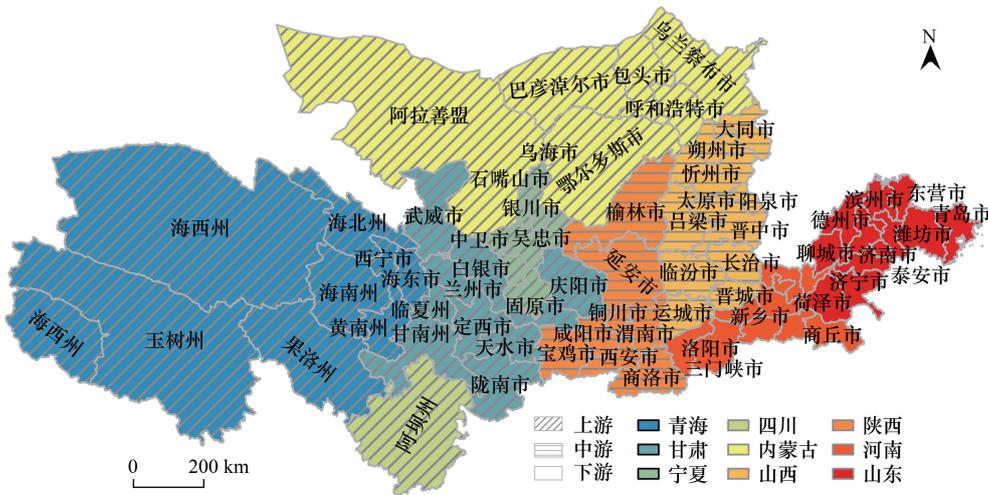


图 1 研究区域

Fig.1 The study area

2 黄河流域旅游生态效率时空演变格局

2.1 时间演变分析

从时序看(图 2),黄河流域旅游生态效率处于波动上升态势,2010 年旅游生态效率均值为 0.655,2015 年上升至峰值 0.817,随后下降至 2019 年的 0.724,整体呈现小幅度增长。随着时间推移,不同流域旅游生态效率表现出不同的发展特征。上游处于流域均值之下,研究期内持续保持上升。中游效率值先波动上升,后波动下降。下游效率值持续稳定在流域均值之上,处于“领头羊”地位,但 2016 年后效率值平均每年下降 0.100。总体来看,黄河流域旅游生态效率具有明显的阶段性特征,呈现先上升后下降的波动发展态势,上游和中游上升幅度大于下游。

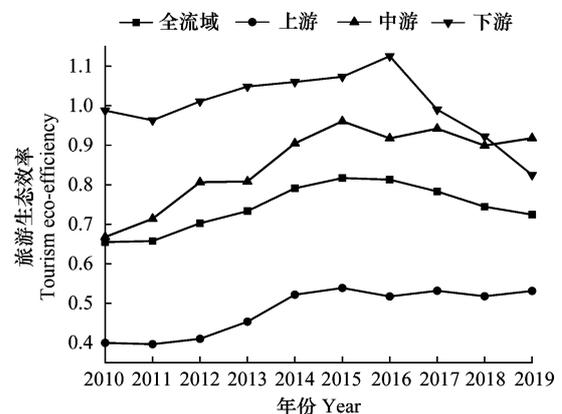


图 2 时间趋势图

Fig.2 Time trend chart

2.2 空间演变分析

借助 ArcGIS 软件分析区域差异及空间演变特征(图 3)。2010 年上、中、下游分别有 10、18、23 个城市旅游生态效率处于中等及以上水平,占各区域城市总数的 32.26%、94.74%、100%,可见,西部上游地区旅游生态效率低于东部中下游地区,空间差异显著,流域旅游生态效率呈现“下游-中游-上游”阶梯式递减的空间格局。2010 年和 2019 年对比发现,上游灰色数量减少,蓝色、橘黄色数量增多;中游橘黄色数量减少,蓝色、绿

色数量增多;下游绿色数量减少。具体来看,上游玉树、陇南等 6 个城市由很低水平上升至很低水平以上,中游运城、咸阳等 8 个城市由中等水平上升至中等水平以上,下游鹤壁、泰安等 10 个城市由高水平下降至高水平以下。可以看出,上游、中游旅游生态效率提升,下游效率值下降,区域差异逐渐缩小。

对比分析决策单元有效的城市空间分布,上游有 2 个城市达到 DEA 有效,均值为 1.143,鄂尔多斯市效率最高。中游有 5 个城市达到 DEA 有效,均值为 1.140,西安市效率最高。下游有 10 个城市达到 DEA 有效,均值为 1.232,青岛市效率最高。从数量看,下游达到 DEA 有效的城市最多,中游次之,上游最少;从效率高低看,下游达到 DEA 有效的城市效率更高,上游次之,中游最低;从城市看,无论上游、中游还是下游,在同样达到决策单元有效的城市中,经济较发达城市效率更高。

总体来看,黄河流域旅游生态效率空间差异显著,呈现“下游-中游-上游”阶梯式递减的空间分布格局,但区域差异逐渐缩小。在同样达到决策单元有效的城市中,下游城市效率水平高于上游高于中游,经济发达城市效率水平高于其他城市。

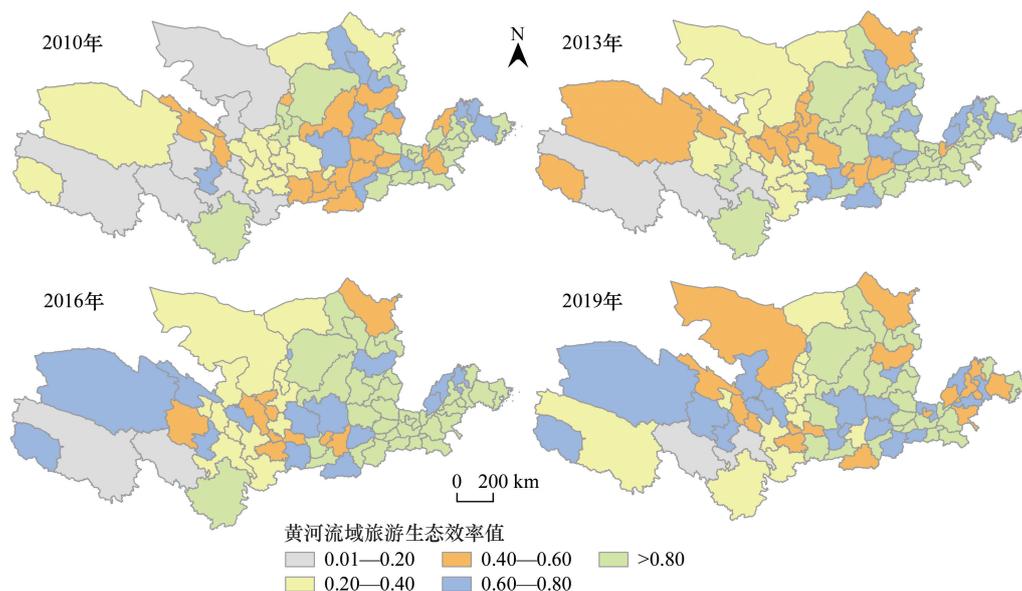


图 3 空间趋势图

Fig.3 Spatial trend chart

3 空间相关性分析

3.1 全局空间自相关

全局 Moran's I 指数见表 2,结果显示,在地理邻近和地理距离权重矩阵下,指数均大于 0 且通过显著性检验。可见,黄河流域旅游生态效率存在显著的正空间自相关,即本地旅游生态效率会影响邻近区域,也会受到邻近区域的影响。从演变趋势看,集聚强度呈现先增后减的“倒 U 型”趋势,表明空间依赖性先增强后降低。综上,黄河流域旅游生态效率具有明显的空间集聚与依赖特征,适宜进行空间计量分析。

3.2 局域空间格局演变

LISA 集聚图(图 4)显示,低-低集聚数量最多,集中在黄河上游,在四个样本年份分别为 15、18、18、12。高-高集聚主要集中在黄河下游,2019 年向黄河中游转移。从分布格局看,高-高集聚和低-低集聚呈集中式连片分布,低-高集聚和高-低集聚呈发散式分布。从数量看,低-低集聚>高-高集聚>低-高集聚>高-低集聚。可以看出,黄河流域旅游生态效率空间邻近同伴效应明显,尤其是低水平同质化集聚状态显著,表现出“低者恒低、高者恒高”的局域空间格局特征。综上,在旅游生态效率分析中需要将空间因素考虑在内。

表 2 全局 Moran's *I* 指数Table 2 The global Moran's *I*

年份 Year	地理邻近权重矩阵 Geographical proximity weight matrix			地理距离权重矩阵 Geographical distance weight matrix		
	全局 Moran's <i>I</i> Global Moran's <i>I</i>	<i>Z</i>	<i>P</i>	全局 Moran's <i>I</i> Global Moran's <i>I</i>	<i>Z</i>	<i>P</i>
	2010	0.317	4.564	0.000	0.153	10.509
2011	0.362	4.959	0.000	0.195	12.589	0.000
2012	0.417	5.703	0.000	0.199	12.918	0.000
2013	0.420	5.802	0.000	0.192	12.582	0.000
2014	0.387	5.268	0.000	0.193	12.466	0.000
2015	0.389	5.308	0.000	0.181	11.720	0.000
2016	0.220	3.519	0.000	0.128	9.700	0.000
2017	0.256	3.587	0.000	0.137	9.199	0.000
2018	0.158	2.357	0.018	0.091	6.549	0.000
2019	0.159	2.301	0.021	0.070	5.118	0.000

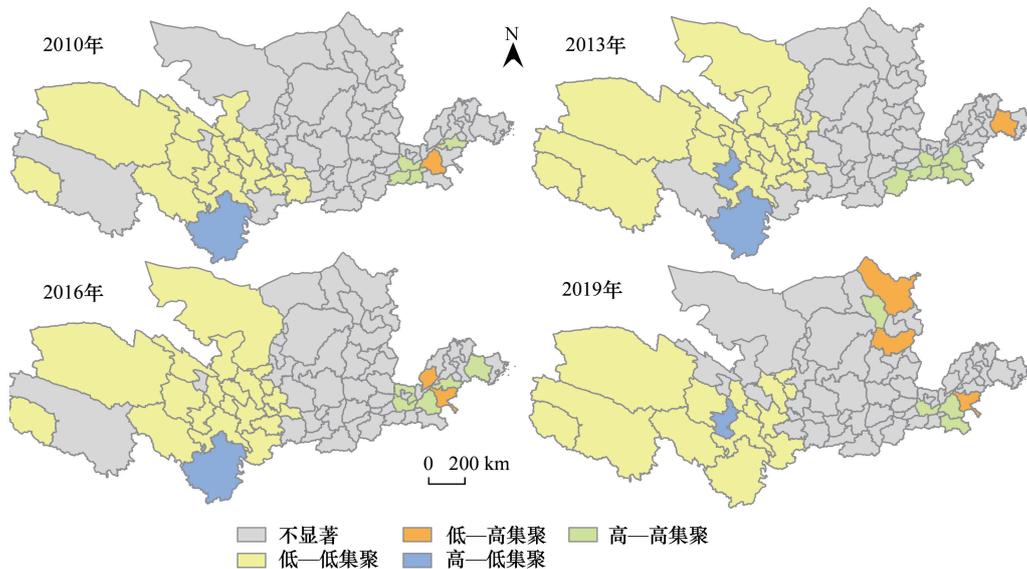


图 4 LISA 集聚图

Fig.4 LISA spatial cluster

LISA:局部空间关联 Local indicators of spatial association

4 空间溢出效应

4.1 模型检验与识别

前文分析表明需要考虑空间溢出效应,讨论之前通过检验选取具体模型(表3)。LM 检验中,*P* 值均显著,故选择空间自回归(Spatial Autoregressive Model, SAR)和空间误差(Spatial Error Model, SEM)二者结合的空间杜宾(SDM)模型。通过 Wald 和 LR 检验 SDM 模型是否可以退化为 SAR 或 SEM 模型,结果显示二者均在 1%水平上显著,故不可以退化。最后, Hausman 为 23.44,在 1%显著性水平下拒绝随机效应的原假设,故选择固定效应模型。综上,本研究采用固定效应的 SDM 模型。

4.2 估计结果分析

估计结果见表 4。具体来看:(1)经济发展的直接效应系数为 0.264,间接效应系数为-0.392,均在 0.1%

的水平下显著,表明经济发展可以促进本地旅游生态效率提高,但会通过负向溢出效应抑制邻近城市旅游生态效率提高。(2)产业结构的直接效应系数为正但不显著,间接效应显著为负,表明产业结构对本地旅游生态效率具有不显著的正向影响,但对邻近城市具有显著的负向溢出效应。(3)交通可达性的直接效应显著为正,间接效应显著为负,表明交通设施的发展对本地城市旅游生态效率具有正向作用,对邻近城市具有负向溢出效应。(4)政府干预的直接效应、间接效应、总效应系数均为正但不显著,表明政府干预对本地及邻近城市旅游生态效率提高具有积极作用,但作用不显著。(5)市场规模的直接效应为负但不显著,间接效应和总效应均显著为正,表明市场规模的发展会通过正向溢出效应促进邻近城市旅游生态效率提高。

表 3 模型检验

Table 3 Model test

检验指标 Test indicator	检验方法 Test method	统计值 Statistical value	P
LM 检验	Robust LM no test spatial lag	2.969	0.085
LM test	Robust LM no test spatial error	14.045	0.000
Wald 检验	Wald test spatial lag	20.65	0.001
Wald test	Wald test spatial error	20.16	0.001
LR 检验	LR test spatial lag	20.37	0.001
LR test	LR test lag spatial error	20.21	0.001
Hausman 检验 Hausman test	Hausman test	23.44	0.000

表 4 分解效应

Table 4 Decomposition effect

变量 Variable	(1) 直接效应 Direct effect	(2) 间接效应 Indirect effect	(3) 总效应 Total effect	变量 Variable	(1) 直接效应 Direct effect	(2) 间接效应 Indirect effect	(3) 总效应 Total effect
ED	0.264 *** (7.15)	-0.392 *** (-6.45)	-0.129 * (-2.02)	GI	0.010 (0.22)	0.194 (1.59)	0.204 (1.55)
IS	0.048 (0.88)	-0.529 *** (-3.88)	-0.481 *** (-3.38)	MS	-0.023 (-1.13)	0.373 *** (6.17)	0.350 *** (5.42)
TA	0.049 *** (3.33)	-0.118 *** (-4.21)	-0.069 * (-2.50)	N	730	730	730

ED:经济发展 Economic development; IS:产业结构 Industrial structure; TA:交通通达性 Transportation accessibility; GI:政府干预 Government intervention; MS:市场规模 Market size; *, $P < 0.05$; **, $P < 0.01$; ***, $P < 0.001$

4.3 稳健性检验

为保证研究结论的可靠性,采用地理距离权重矩阵替代地理邻近权重矩阵进行稳健性检验(表 5)。结果显示,各变量直接效应、间接效应、总效应的系数方向和显著性变化不大,表明研究结果具有较好的稳健性,结论可靠。

表 5 稳健性检验

Table 5 Robustness test

变量 Variable	(1) 直接效应 Direct effect	(2) 间接效应 Indirect effect	(3) 总效应 Total effect	变量 Variable	(1) 直接效应 Direct effect	(2) 间接效应 Indirect effect	(3) 总效应 Total effect
ED	0.276 *** (7.54)	-1.291 ** (-3.07)	-1.015 * (-2.44)	GI	0.098 * (2.04)	1.365 (1.65)	1.463 (1.73)
IS	0.113 * (2.04)	-2.652 ** (-2.75)	-2.539 ** (-2.62)	MS	-0.000 (-0.00)	1.595 ** (3.13)	1.595 ** (3.08)
TA	0.057 *** (3.89)	-0.195 (-1.57)	-0.138 (-1.13)	N	730	730	730

*, $P < 0.05$; **, $P < 0.01$; ***, $P < 0.001$

5 结论与讨论

5.1 结论

(1) 2010—2019 年黄河流域旅游生态效率时序上具有阶段性特征, 表现为先上升后下降的波动发展态势, 总体呈现小幅度增长。阶段性变化的原因在于, 2011—2015 年“十二五”规划是全面深化旅游业改革开放、加快旅游发展的攻坚时期, 政府出台一系列措施促进旅游生态效率提升, 但随着旅游业的发展, 所附带的环境影响愈加明显, 旅游生态资源瓶颈凸显, 效率值下降。上中下游流域效率值对比看, 受经济基础和生态环境等因素的影响, 黄河上游效率值一直处于流域均值以下, 但借助“后发优势”持续上升, 这与王胜鹏等^[3]的研究结论“黄河流域旅游生态效率的重心总体向西北移动, 内陆地区提升较快”一致。原因在于, 黄河上游区位交通不便, 生态环境脆弱, 旅游发展的经济基础薄弱, 故效率值整体不高。受国家政策的支持, 上游借助“后发优势”加快旅游发展步伐, 加之生态破坏较小, 故效率值持续上升。下游效率值持续稳定在流域均值之上, 自 2016 年开始明显下降, 旅游高质量发展急需找寻新的增长点。原因在于, 下游旅游资源过度开发所积累的负面影响显现, 旅游地环境污染、生态失衡造成了旅游生态效率的下降。

(2) 旅游生态效率空间上具有异质性特征, 呈现“下游-中游-上游”阶梯式递减的空间分布格局, 空间差异显著但呈缩小趋势。受研究方法和区域划分不一致的影响, 与王胜鹏等^[3]研究中“东北—西南”向的空间分布态势略有差异, 但整体都属于“东-西”向的空间分布, 且与“整体呈较强的空间异质性, 但其区域差异呈不断缩小的趋势”这一研究结论一致。这种空间差异格局的形成与经济发展水平、旅游资源禀赋、自然环境等密切相关。下游相对雄厚的经济基础为旅游污染治理提供资金支持, 先进的技术水平为旅游开发和保护提供技术支持, 故效率值处于领先水平。中游效率值居中, 是因为资源的大量开发对生态环境造成了破坏, 旅游经济增长伴随一定的资源环境代价。上游效率值最低, 原因在于上游经济基础相对薄弱, 交通不便, 环保技术落后, 加之自然因素制约下生态环境脆弱, 导致其效率值低于中下游。

(3) 全局空间集聚强度呈现先增后减的“倒 U 型”趋势, 空间依赖性先增强后降低。局部空间格局数量上呈现低-低集聚>高-高集聚>低-高集聚>高-低集聚, 空间邻近同伴效应明显, 尤其是低水平同质化集聚状态显著, 表现出“低者恒低、高者恒高”的特征。可见, 黄河流域旅游生态效率分布具有明显的空间集聚与依赖特征, 旅游绿色高质量发展应考虑周围邻近城市的影响。

(4) 黄河流域旅游生态效率具有空间溢出效应。①经济发展对本地旅游生态效率提高具有显著促进作用, 对邻近城市产生负向溢出效应。原因在于, 经济为旅游绿色发展提供资金和技术支持, 故对本地旅游生态效率提高具有促进作用。本地较高的经济发展会吸引邻近城市旅游客源、资本、技术等集聚, 对邻近城市形成虹吸效应, 产生负向溢出作用。②产业结构对本地旅游生态效率的正向影响不显著。一方面, 黄河流域是中国重要的能源基地, 对资源的过度依赖形成了资源密集型产业, 其他行业受到挤压, 旅游发展动力不足, 另一方面, 以煤炭为主的资源密集型产业给城市带来快速发展的同时也带来环境污染, 故产业结构对旅游生态效率的影响为正但不显著。产业结构对邻近城市产生负向溢出作用, 原因在于, 工业污染物进入环境后会经历扩散、迁移的过程, 环境污染的转移使周边地区成为该地区的污染避难所。黄河流域城市产业结构的优化促使高污染企业向周边地区转移, 这种转移增加了周边地区的环境压力, 不利于旅游生态效率的提高。这证实了 Zhao^[36]关于绿色经济效率的发现。③交通可达性对本地城市旅游生态效率具有正向影响, 对邻近地区具有负向溢出效应。地区交通可达性强可以提升旅游地可进入性, 加速当地旅游客源、资金、绿色开发技术的集聚, 提高旅游生态效率。本地交通可达性强意味着对邻近地区客源、资金等向心作用强, 使邻近地区出现旅游要素外流, 产生负向溢出效应。④政府干预对本地和邻近城市旅游生态效率提高具有积极作用但不显著。政府干预引导产业发展方向, 促进旅游生态保护。但黄河流域的研究表明, 政府干预作用不显著, 原因在于政策尚未落到实处, 如排污费等环境法规在不同地区执行情况 and 执行效果存在明显差异, 污染治理效率不高。⑤市场规模对本地城市旅游生态效率具有负向影响, 通过空间溢出效应促进邻近城市效率提高。原因在于,

繁荣的消费市场派生新的旅游服务内容,提高游客旅游支付意愿,但市场规模扩大不仅带来旅游收入增加,也会造成资源消耗和环境污染排放的增加,故对本地旅游带来生态压力。本地繁荣的消费市场一定程度上会影响邻近城市的旅游消费,为邻近城市带来旅游客源,故对邻近城市旅游生态效率具有促进作用。

5.2 政策建议

基于研究结论,对黄河流域旅游业绿色高质量发展提出如下建议:

第一,制定差异化、互补性旅游发展策略。各地市应充分考虑经济发展水平、区位条件、旅游资源禀赋,因地制宜地采取措施促进旅游业绿色高质量发展。黄河上游在借助“后发优势”快速发展的同时注重资源和生态保护,避免落入资源诅咒陷阱。黄河中游应积极学习下游先进技术,同时加强与上游的交流合作,充分发挥其承“上”启“下”区域联系的桥梁作用。黄河下游应在保持发展优势的基础上寻求旅游绿色高质量增长新动能。

第二,加强区域旅游战略合作。黄河流域旅游生态效率区域差异虽呈缩小趋势,但仍存在不均衡现象。各地市应打破行政壁垒,通过邻近城市知名景点串联成线形成区域联动发展。同时,上-中-下游应秉持合作共赢的旅游发展理念,加强旅游战略合作,缩小区域差异。

第三,发挥邻近区域的辐射带动作用。黄河流域旅游生态效率空间邻近同伴效应明显,要充分考虑区域间的空间相关性。一方面,充分发挥区域中心城市对周边邻近城市的辐射带动作用,完善城市之间尤其是邻近城市之间的旅游生态合作联动机制,促进城市间旅游管理经验、发展理念、环保技术的交流与借鉴,推动资源要素的跨区域流动与整合。另一方面,发挥黄河下游的“领头羊”作用,在提升旅游发展的同时,积极以其区位、经济、资源、技术等优势对黄河中上游产生辐射示范效应,带动全流域旅游绿色高质量发展。

第四,优化城市空间溢出效应。黄河流域旅游生态效率空间溢出效应显著,要最大程度优化区域溢出效应。具体来看:(1)强化本地城市对周围邻近城市的正向空间溢出效应。发挥政府的资源调控和政策引导作用,通过政府间联合发展策略强化对邻近城市旅游资源要素的有效辐射,充分发挥政府在促进本地及邻近城市旅游生态保护和高质量发展中的作用。(2)调整本地城市对周围邻近城市的负向溢出作用方向。加强区域经济发展合作和交通基础设施整体规划,缓解经济发展和交通可达性对邻近城市的“虹吸效应”,以调整负向溢出作用方向,促进旅游生态效率提高。

5.3 讨论

本研究的特色之处在于将旅游生态效率研究详细到市域,拓展了空间溢出效应的应用领域,对黄河流域旅游生态保护和高质量发展具有重要意义。同时,本研究还存在以下不足:(1)鉴于数据可获取性,采用换算后的市级环境污染数据作为非期望产出,存在一定局限性;(2)未能对黄河流域城市旅游生态效率时空差异及空间溢出效应的内在机理机制进行探讨。未来可考虑从以下方面进一步研究:(1)通过实地调研等方式获取黄河流域地市旅游相关数据,采用旅游业碳排放量衡量环境影响,完善评价指标。(2)对黄河流域不同地区旅游生态效率的空间溢出程度进行细分量化,揭示不同地区空间溢出的内在驱动机理。(3)考虑以旅游景区或海拔等更适合流域旅游的要害进行区域划分,或能更深刻地反映黄河流域旅游生态保护和高质量发展现状。

参考文献(References):

- [1] 薛明月,王成新,赵金丽,李梦程.黄河流域旅游经济空间分异格局及影响因素.经济地理,2020,40(4):19-27.
- [2] 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.
- [3] 王胜鹏,乔花芳,冯娟,谢双玉.黄河流域旅游生态效率时空演化及其与旅游经济互动响应.经济地理,2020,40(5):81-89.
- [4] WBCSD. Eco-efficiency: leadership for improved economic and environmental performance. Geneva: WBCSD, 1996: 3-16.
- [5] 姚治国,陈田.国外旅游生态效率研究综述.自然资源学报,2015,30(7):1222-1231.
- [6] 姚治国,陈田.旅游生态效率模型及其实证研究.中国人口·资源与环境,2015,25(11):113-120.
- [7] Medina L F, Gomez I G, Marrero S M. Measuring efficiency of sun & beach tourism destinations. Annals of Tourism Research, 2012, 39(2):

1248-1251.

- [8] 姚治国, 陈田, 尹寿兵, 李新刚. 区域旅游生态效率实证分析—以海南省为例. 地理科学, 2016, 36(3): 417-423.
- [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] Assaf A G, Tsionas M G. A review of research into performance modeling in tourism research-launching the *Annals of Tourism Research* curated collection on performance modeling in tourism research. *Annals of Tourism Research*, 2019, 76: 266-277.
- [11] 姚治国. 国外旅游生态效率优化与管理. 生态学报, 2019, 39(2): 700-708.
- [12] Juvan E, Dolnicar S. Can tourists easily choose a low carbon footprint vacation?. *Journal of Sustainable Tourism*, 2014, 22(2): 175-194.
- [13] Liu J, Zhang J F, Fu Z B. Tourism eco-efficiency of Chinese coastal cities-analysis based on the DEA-Tobit model. *Ocean & Coastal Management*, 2017, 148: 164-170.
- [14] 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.
- [15] 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.
- [16] 程慧, 徐琼, 郭尧琦. 中国旅游生态效率的俱乐部趋同研究. 华中师范大学学报: 自然科学版, 2021, 55(2): 289-300.
- [17] 黄和平, 王智鹏, 宋伊瑶. 乡村振兴背景下乡村旅游目的地碳足迹与生态效率研究—以江西婺源篁岭景区为例. 农业现代化研究, 2019, 40(4): 683-691.
- [18] 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. 华东经济管理, 2020, 34(4): 79-91.
- [19] 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.
- [20] 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.
- [21] 胡美娟, 丁正山, 李在军, 周年兴, 李欣, 张郴. 生态效率视角下旅游业生态福利及驱动因素—以常州市为例. 生态学报, 2020, 40(6): 1944-1955.
- [22] Kuo N W, Chen P H. Quantifying energy use, carbon dioxide emission, and other environmental loads from island tourism based on a life cycle assessment approach. *Journal of Cleaner Production*, 2009, 17(15): 1324-1330.
- [23] Liu W B, Meng W, Li X X, Zhang D Q. DEA models with undesirable inputs and outputs. *Annals of Operations Research*, 2010, 173(1): 177-194.
- [24] 李鹏, 杨桂华, 郑彪, 张一群. 基于温室气体排放的云南香格里拉旅游线路产品生态效率. 生态学报, 2008, 28(5): 2207-2219.
- [25] 卢飞, 宫红平. 中国旅游生态效率测度、时空特征与影响因素研究. 统计与决策, 2020, 36(16): 96-100.
- [26] 王淑新, 何红, 王忠锋. 秦巴典型景区旅游生态效率及影响因素测度. 西南大学学报(自然科学版), 2016, 38(10): 97-103.
- [27] 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.
- [28] 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. 经济地理, 2020, 40(6): 233-240.
- [29] 卢新海, 杨喜, 陈泽秀. 中国城市土地绿色利用效率测度及其时空演变特征. 中国人口·资源与环境, 2020, 30(8): 83-91.
- [30] 吕岩威, 谢雁翔, 楼贤骏. 中国区域绿色创新效率时空跃迁及收敛趋势研究. 数量经济技术经济研究, 2020, 37(5): 78-97.
- [31] 朱文涛, 吕成锐, 顾乃华. OFDI、逆向技术溢出对绿色全要素生产率的影响研究. 中国人口·资源与环境, 2019, 29(9): 63-73.
- [32] 王兆峰. 公路交通对旅游经济影响的评价分析—以武陵山区为例. 湖南师范大学社会科学学报, 2018, 47(1): 82-88.
- [33] 张舒宁, 李勇泉, 阮文奇. 成渝经济区旅游发展效率测度及其影响因素研究. 资源开发与市场, 2017, 33(12): 1523-1528.
- [34] 徐冬, 黄震方, 胡小海, 吕龙, 曹芳东. 浙江省县域旅游效率空间格局演变及其影响因素. 经济地理, 2018, 38(5): 197-207.
- [35] 李敏纳. 黄河流域经济空间分异研究[D]. 开封: 河南大学, 2009.
- [36] Zhao P J, Zeng L E, Lu H Y, Zhou Y, Hu H Y, Wei X Y. Green economic efficiency and its influencing factors in China from 2008 to 2017: based on the super-SBM model with undesirable outputs and spatial Dubin model. *Science of the Total Environment*, 2020, 741: 140026.