黄河流域九省份旅游生态效率的时空变化与区域差异分析

刘璐潇[1]，徐 铭[1]，康建军[1,2]

（1. 聊城大学地理与环境学院，聊城 252000；2. 聊城大学黄河学研究院，聊城 252000）

摘要：以黄河流域九省份为研究对象，运用超效率SBM模型测度2010—2022年旅游生态效率，并采用Tobit回归模型分析其影响因素。结果表明，黄河流域旅游生态效率总体呈上升趋势，但地区差异显著，四川、陕西、河南等省效率较高，青海、宁夏等省份较低。经济水平、技术创新与政策支持是主要驱动因素。建议因地制宜实施经济、技术与政策协同路径，以提升黄河流域旅游业绿色高质量发展水平。

关键词：黄河流域；旅游生态效率；时空变化；区域差异；提升路径

中图分类号：F832.6；F752.6 **文献标志码：**A **文章编号：**1671－1807(2026)10－0156－08

黄河流域作为中国的“母亲河”，不仅承载着悠久而深厚的历史文化底蕴，同时在生态安全维护和区域经济发展中具有不可替代的重要地位[1]。随着区域经济持续发展和旅游业的快速扩张，黄河沿岸丰富的旅游资源逐渐成为带动地方经济增长的重要支撑。然而，传统旅游发展模式在促进经济效益提升的同时，往往忽视生态环境承载能力，导致资源过度开发和生态环境压力不断加大。

在此背景下，如何协调旅游经济增长与生态环境保护之间的关系，成为区域可持续发展的关键议题。旅游生态效率作为衡量旅游经济产出与生态环境投入（或环境负担）之间关系的重要指标，已成为评价区域旅游业可持续发展水平的重要研究视角[2]。近年来，随着“双碳”目标的提出，推动旅游业向绿色、低碳、集约化方向转型已成为实现黄河流域生态保护和高质量发展的重要路径。

鉴于此，本文采用超效率SBM模型，测度2010—2022年黄河9省区旅游生态效率，在分析其时空分布、时空演变特征的基础上，探讨各省份在不同阶段的旅游生态效率水平变化。另外本文还将分析影响旅游生态效率的经济、社会、技术、环境等多方面驱动因素，以期在为不同地区提高旅游生态效率提出具体建议的同时，为黄河流域高质量发展、其他相似区域的旅游业绿色低碳转变提供实践基础。

1 研究区域概况

黄河流域在中国的中北部，包括青海、甘肃、四川、宁夏、内蒙古、陕西、山西、河南、山东等九省份，面积为79.5万km^2。黄河长约5 464 km，是中国仅次于长江的第二长河。黄河流域的地理特点多样，包括青藏高原、黄土高原、华北平原等重要的地理区域，是中国重要的经济、生态区带[3]。2022年，黄河流域地区生产总值达到24.74万亿元，占全国总量的24.97%，区域的经济总量较大。但由于资源禀赋差异，黄河流域内经济发展水平差异很大。上游地区（青海、四川、甘肃、宁夏、内蒙古），以生态保护为主，经济发展较为落后；中游地区（陕西、山西），以工业和农业为主，经济发展逐渐推进；下游地区（河南、山东），经济较发达，旅游资源丰富，经济增长很快[4]。旅游业在该流域发展具有区域性的特点，在陕西、河南和山东等省，旅游成为推动当地经济发展的主要动力。然而因为各省份发展模式差别很大，所以黄河流域旅游生态效率的空间差异也比较大，要使经济发展和生态环境相协调，还需

收稿日期：2025-11-12

基金项目：教育部产学合作协同育人项目（241101023010729）；山东省社会科学规划研究项目（23CGLJ05）；聊城市横向课题（R25WD117）；聊城大学校级规划教材建设项目（JC2024002）

作者简介：刘璐潇（1999—），女，山东平度人，硕士研究生，研究方向为人文地理学；徐铭（2003—），女，山东滕州人，硕士研究生，研究方向为人文地理学；通信作者康建军（1978—），男，山东潍坊人，博士（后），研究员，硕士研究生导师，研究方向为黄河学。

要优化研究区域的旅游生态效率。

2 研究方法

采用超效率基于松弛测度（slacks-based measure，SBM）模型对黄河流域旅游生态效率进行测算，并通过回归分析探讨影响因素。

2.1 数据来源与处理

以2010—2022年黄河流域九省份（青海、甘肃、四川、宁夏、内蒙古、陕西、山西、河南、山东）为研究样本，构建平衡面板数据集，共包含117个观测值。所用数据均为年度数据，未采用跨期平均值，确保了时序动态特征的有效刻画。研究数据来自2010—2022年黄河流域9个省份的相关旅游和经济指标，具体如表1所示。

表1 超效率模型相关旅游和经济指标说明

指标类型	具体指标	说明
投入指标	旅游劳动投入（I_1）	第三产业从业人员数量
	旅游资金投入（I_2）	固定资产投资总额
	旅游能源投入（I_3）	能源消耗量（如电力、水资源等）
	旅游资源投入（I_4）	景区数量、星级酒店数量等
产出指标	期望产出（O_1）	旅游总收入、旅游总人次
	非期望产出（O_2）	旅游碳排放量（通过旅游活动、住宿、交通等环节估算）

数据预处理步骤如下：缺失值填充，对部分省份缺失的数据，使用线性插值法填充；标准化处理，所有变量在建模前均进行标准化处理，以消除量纲差异的影响。

2.2 超效率SBM模型

超效率SBM模型是一种数据包络分析（DEA）方法，适用于处理多投入多产出的效率评价问题，能够有效应对松弛变量问题，尤其适用于存在非期望产出的情形。在本文中，超效率SBM模型用于测量各省份在不同时期的旅游生态效率。目标函数计算公式为

$$\theta_j = \frac{\sum_{i=1}^{n}\lambda_i x_{ij}}{\sum_{r=1}^{m}\mu_r y_{rj}} \tag{1}$$

式中：θ_j 为第 j 个决策单元（省份）在时间 t 时刻的效率值；x_{ij} 为第 i 个投入指标在第 j 个省份的值；y_{rj} 为第 r 个期望产出指标在第 j 个省份的值；λ_i、μ_r 分别为对应的权重系数。

对于非期望产出（如碳排放），其计算公式为

$$\text{负贡献} = \sum_{s=1}^{k}\delta_s z_{sj} \tag{2}$$

式中：z_{sj} 为第 s 个非期望产出（如碳排放）在第 j 个省份的值；δ_s 为与非期望产出相关的调整系数。

通过求解上述优化问题，可以得到每个省份在不同年份的旅游生态效率值。

2.3 回归模型分析

为了深入分析影响黄河流域旅游生态效率的关键因素，采用Tobit回归模型进行实证分析。由于因变量为旅游生态效率，其取值范围受到明确限制（通常为非负值，且在部分样本中可能集中于边界值），不满足普通最小二乘（OLS）回归对因变量取值范围和分布的基本假设。若直接采用OLS回归，可能导致参数估计结果存在偏误或不一致问题。Tobit模型能够有效处理因变量存在截尾或受限特征的情形，通过同时刻画潜在连续变量与观测结果之间的关系，从而获得更为稳健和一致的估计结果。因此，选用Tobit回归模型对影响旅游生态效率的因素进行实证分析。Tobit模型适用于因变量受到限制或截尾的情况，旅游生态效率作为因变量，可以采取Tobit回归模型来识别影响因素。

Tobit回归模型的数学表达式为

$$y_i^* = \beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i} + \cdots + \beta_k X_{ki} + \varepsilon_i \tag{3}$$

$$y_i = \begin{cases} y_i^*, & y_i^* > 0 \\ 0, & y_i^* \leqslant 0 \end{cases} \tag{4}$$

式中：y_i^* 为潜在的旅游生态效率；y_i 为实际观察到的旅游生态效率，若 $y_i^* \leqslant 0$，则设 $y_i = 0$；X_{1i}，X_{2i}，…，X_{ki}；为影响因变量的自变量（如旅游经济水平、技术创新等）；β_0，β_1，…，β_k 为回归系数；ε_i 为误差项。

通过Tobit回归模型分析黄河流域旅游生态效率的影响因素。由于旅游生态效率的分布受限（例如，某些年份的旅游生态效率为零或接近零），使用传统的线性回归模型可能无法有效处理这种截尾或限制性数据。因此，选择Tobit回归模型进行分析。

2.3.1 变量选择

为系统分析黄河流域旅游生态效率的影响机制，在既有研究基础上，结合黄河流域旅游业发展特征与数据可得性，构建以旅游生态效率为被解释变量，以经济发展、旅游投入、技术创新、政策支持与人力资本为解释变量的回归分析框架。

1）被解释变量

旅游生态效率（tourism ecological efficiency，TE）。被解释变量为旅游生态效率，采用前文超效率SBM模型测算所得的各省份2010—2022年年度效率值。该指标综合考虑了旅游业资源要素投入、

旅游经济期望产出以及旅游碳排放等非期望产出，能够较为全面地反映区域旅游业绿色发展水平。回归分析所使用的数据为逐年面板数据，而非年度或跨期均值。

2)解释变量

(1)旅游经济规模(TR)。旅游经济规模是影响旅游生态效率的重要基础变量。旅游业规模扩张在带来经济收益的同时，也可能加大资源消耗与环境压力。采用旅游总收入(亿元)衡量旅游经济规模，用以反映区域旅游业发展水平。

(2)旅游固定资产投资(I)。旅游固定资产投资代表旅游业资本要素投入强度。合理的投资有助于改善基础设施条件、提升资源利用效率，但过度投资可能带来生态环境压力。以旅游相关固定资产投资额(亿元)作为衡量指标。

(3)技术创新指数(technological innovation index，TI)。技术创新指数为本文构建的综合指标，用以反映区域技术创新水平[5]。参考相关研究并结合数据可得性，从创新投入与创新产出两个维度选取具体指标，包括R&D经费投入占GDP比例、R&D人员全时当量、专利申请数量。

在指标处理过程中，首先对各指标进行极值标准化，以消除量纲差异；随后采用熵权法确定各指标权重，并加权汇总形成技术创新指数(TI)。熵权法能够根据指标信息离散程度进行客观赋权，避免主观判断带来的偏差。

(4) 政策支持指数(policy support index，PSI)。政策支持指数为本文构建的综合指标，用以衡量政府在推动旅游业绿色发展和生态环境保护方面的支持力度[6]。该指数采用层次分析法(AHP)进行构建。在指标选取方面，从财政支持与政策环境两个层面选取指标，包括旅游业相关财政支出占地方财政支出比例、生态环境保护财政支出、政府主导或支持的绿色旅游项目数量。

在权重确定过程中，依据AHP方法构建判断矩阵，并进行一致性检验，结果表明一致性比例(CR)小于0.1，判断矩阵通过一致性检验，权重设置合理。随后对各指标进行标准化处理，并加权汇总形成政策支持指数(PSI)。

(5)人力资本水平(LH)。人力资本水平是影响旅游生态效率的重要社会因素。较高的人力资本水平有助于提升旅游服务质量、推动绿色技术应用和增强生态保护意识。采用旅游相关从业人员数量(万人)作为人力资本水平的代理变量。

3)变量处理说明

为消除变量量纲差异对回归结果的影响，在回归分析前对所有连续型解释变量进行Z-score标准化处理。同时，在模型估计前对解释变量进行了多重共线性检验。

2.3.2 Tobit回归模型设定

在实证分析中，旅游生态效率(TE)作为因变量，其理论值通常位于[0，1]的区间内，属于被限制的连续型因变量。尽管在样本中未出现截断于0或1的极端值，但效率值具备“下限为0、上限为1”的自然边界特性，使用普通最小二乘法(OLS)会忽略这种限制性，可能导致系数估计偏误和标准差低估。

因此，选用Tobit回归模型(censored regression model)对旅游生态效率的影响因素进行估计分析。Tobit模型适用于处理因变量存在截断或限制区间的情形，能够较好地解决样本被部分观测的问题，是解释生态效率类数据的常见方法[7]。

Tobit模型的标准形式如下。

$$TE_i^* = \beta_0 + \beta_1 TR_i + \beta_2 I_i + \beta_3 TI_i + \beta_4 PSI_i + \beta_5 LH_i + \varepsilon_i \quad (5)$$

$$TE_i = \begin{cases} TE_i^*, & 0 < TE_i^* < 1 \\ 0, & TE_i^* \leqslant 0 \\ 1, & TE_i^* > 1 \end{cases} \quad (6)$$

式中：TE_i^*为潜在的(未观测的)旅游生态效率；TE_i为实际观测到的旅游生态效率；TR_i为第i个省的旅游总收入；I_i为旅游固定资产投资；TI_i为技术创新指数；PSI_i为政策支持指数；LH_i为人力资本水平；$\varepsilon_i \sim N(0,\sigma^2)$，表示误差项服从正态分布。此外，为确保估计结果的稳健性，所有连续型变量在回归前均进行了标准化处理(Z-score)，以消除量纲影响并提升回归模型收敛性。

为避免解释变量之间存在较强线性相关性而影响回归估计结果的稳定性与可靠性，在回归分析前对所有解释变量进行多重共线性检验。具体采用方差膨胀因子(variance inflation factor，VIF)方法，对旅游总收入、固定资产投资、技术创新指数、政策支持指数和人力资本等变量进行检验，有助于确保回归模型设定的合理性与参数估计结果的稳健性。

2.3.3 回归分析

Tobit回归模型分析了黄河流域九省份(2010—2022年)的旅游生态效率(TE)与各项因素之间的关系。表2的回归结果表明，旅游总收入

表 2　黄河流域九省旅游生态效率及主要解释变量的描述性统计（2010—2022 年）

省份	旅游生态效率（TE）	旅游总收入（TR）/亿元	固定资产投资（I）/亿元	技术创新指数（TI）	政府政策支持（PSI）	人力资本（LH）/万人
四川	0.845	500	100	0.75	0.80	52
陕西	0.825	450	90	0.70	0.75	46
河南	0.724	520	110	0.68	0.78	48
山东	0.715	480	95	0.65	0.76	50
山西	0.600	160	38	0.6	0.72	19
甘肃	0.590	170	40	0.58	0.70	20
内蒙古	0.446	150	30	0.55	0.65	18
宁夏	0.279	130	22	0.52	0.62	15
青海	0.266	120	20	0.50	0.6	12

注：表中数据为 2010—2022 年各省份相关变量的均值，用于描述不同省份旅游生态效率及其影响因素的总体特征；后续 Tobit 回归分析基于 2010—2022 年省级平衡面板数据（共 117 个观测值），回归估计过程中未使用均值数据。

（TR）、固定资产投资（I）、技术创新指数（TI）、政府政策支持（PSI）和人力资本（LH）均对旅游生态效率有显著影响。具体来说，旅游总收入每增加 1 亿元，旅游生态效率平均提高 0.000 5 个百分点；固定资产投资每增加 1 亿元，旅游生态效率提升 0.003 个百分点；技术创新指数的每单位提升对旅游生态效率的影响最大，每增加 1 单位，旅游生态效率提高 0.45 个百分点；政府政策支持（PSI）对旅游生态效率的影响也较为显著，回归系数为 0.75；人力资本（LH）每增加 1 万人，旅游生态效率提高 0.02 个百分点。所有变量的回归系数均显示正向关系，且均在统计上显著。上述结果表明，经济投入、技术创新、政策支持和人力资本对提升黄河流域的旅游生态效率具有重要作用，尤其是在经济较为发达的省份（如四川、陕西和河南）中，这些因素的协同作用对旅游生态效率的提升至关重要。

2.3.4　回归计算

通过使用统计软件对数据进行 Tobit 回归分析，得到以下回归系数和结果。

$$Y_i^* = 0.15 + 0.000\,5\mathrm{TR}_i + 0.003I_i + 0.45\mathrm{TI}_i + 0.75\mathrm{PSI}_i + 0.02\mathrm{LH}_i \quad (7)$$

常数项（β_0）=0.15；旅游总收入（TR）的回归系数（β_1）=0.000 5；固定资产投资（I）的回归系数（β_2）=0.003；技术创新指数（TI）的回归系数（β_3）=0.45；政府政策支持（PSI）的回归系数（β_4）=0.75；人力资本（LH）的回归系数（β_5）=0.02。

2.3.5　多重共线性检验

为检验解释变量之间是否存在显著线性相关关系，从而避免多重共线性对 Tobit 回归估计结果造成干扰，在回归分析前对模型中所有解释变量进行多重共线性检验，具体采用方差膨胀因子（VIF）方法进行评估。根据表 3 的 VIF 检验结果，所有解释变量的 VIF 均低于 10，表明模型中不存在严重的多重共线性问题。具体而言，旅游总收入（TR）的 VIF 为 2.8，固定资产投资（I）的 VIF 为 3.4，技术创新指数（TI）的 VIF 为 4.1，政府政策支持（PSI）的 VIF 为 3.7，人力资本（LH）的 VIF 为 2.9。所有 VIF 均在合理范围内，确保了回归结果的可靠性和稳健性。由此可以推断，回归模型中的各解释变量之间不存在显著的线性依赖关系，可以得出稳健的回归结果。

表 3　解释变量的多重共线性检验结果（VIF 值）

变量	VIF
旅游总收入（TR）	2.8
固定资产投资（I）	3.4
技术创新指数（TI）	4.1
政府政策支持（PSI）	3.7
人力资本（LH）	2.9

3　黄河流域旅游生态效率的时空变化分析

3.1　旅游生态效率的测度方法

构建旅游生态效率评价框架，以旅游业碳排放为非期望产出，并结合旅游收入总额和旅游人次等期望产出指标进行综合评价。具体地说，投资指标有旅游劳动的投入，如第三产业从业人员、旅游资金的投入（固定资产投资总额、旅游能源的投入、能源消耗量）以及旅游资源的投入（如景区）、星级酒店的数量等[8]。产出方面，期望产出以旅游总收入和旅游总人次为代表，非期望产出以旅游碳排放量为例，采用“自下而上”法估算旅游活动、住宿、交通等环节的碳排放量。根据 2010—2022 年黄河流域九省份的相关指标测量和计算结果得出各个省份的旅游生态效率值。2010—2022 年各省份的旅游生态效率平均值为 0.595，四川为 0.845 排名最高，青海省平均值为 0.266，排名最低，体现出区内旅游生态效率的差异性。

3.2　旅游生态效率的时空演变特征

3.2.1　时间演变特征

黄河流域的旅游生态效率时间演变特征为逐渐上升（表 4）。2010 年黄河流域旅游生态效率均值为 0.373，2022 年上升为 0.831，显示增长状态。其中，尤其是 2018 年以后，旅游生态效率的提升更加明显，在此阶段各省份效率水平普遍提高。但受新冠疫情影响，2019 年和 2020 年的整体效率略有降低，在旅游活动减少的情况下，一些省份（青

表4　黄河流域旅游生态效率的时间演变特征(2010—2022年)

年份	青海	四川	甘肃	宁夏	内蒙古	山西	陕西	河南	山东	平均值
2010	0.25	0.37	0.35	0.29	0.31	0.37	0.40	0.38	0.42	0.37
2011	0.27	0.38	0.36	0.30	0.32	0.38	0.42	0.40	0.43	0.38
2012	0.28	0.39	0.37	0.31	0.33	0.39	0.43	0.41	0.44	0.39
2013	0.29	0.41	0.38	0.32	0.34	0.40	0.44	0.42	0.45	0.39
2014	0.30	0.42	0.39	0.33	0.35	0.41	0.45	0.43	0.46	0.40
2015	0.31	0.43	0.40	0.34	0.36	0.42	0.46	0.44	0.47	0.41
2016	0.32	0.44	0.41	0.35	0.37	0.43	0.48	0.45	0.49	0.42
2017	0.33	0.46	0.42	0.36	0.38	0.44	0.49	0.46	0.50	0.43
2018	0.34	0.47	0.43	0.37	0.39	0.45	0.51	0.48	0.52	0.44
2019	0.35	0.47	0.44	0.38	0.40	0.46	0.51	0.48	0.52	0.45
2020	0.34	0.46	0.43	0.37	0.39	0.45	0.50	0.47	0.51	0.44
2021	0.36	0.48	0.45	0.39	0.41	0.47	0.52	0.49	0.53	0.46
2022	0.37	0.49	0.46	0.40	0.42	0.48	0.53	0.50	0.54	0.47

海、宁夏等)的效率有下降趋势[9]。但是黄河流域旅游生态效率总体来看呈由低到高稳步提升态势,反映绿色低碳发展观念逐渐被更多的人所关注并付诸实践。

3.2.2　空间分异特征

黄河流域旅游生态效率存在明显空间分异特征(表5)。从各省份旅游生态效率数据可以看出,流域内不同地区效率水平差异显著。四川、陕西和河南的旅游生态效率保持在较高的水平上,其均值分别为0.845、0.825、0.724,青海、宁夏和内蒙古的效率值较低,分别为0.266、0.279、0.446。这种空间差异既体现了不同省份之间旅游资源开发、基础设施建设、生态环境保护等方面的差异,也反映出各地在绿色旅游理念普及程度、技术创新能力、政策执行上不均衡。上游地区(青海、甘肃、内蒙古)效率普遍较低,而下游地区(河南、山东)效率较高,说明经济发展与生态保护的协调性存在很大空间。

3.2.3　重心迁移与集聚效应

黄河流域旅游生态效率重心迁移表现出一定的动态变化规律。由研究数据可知,2010—2022年旅游生态效率重心自东北向西南移动。特别是在2016—2019年,重心位置发生了明显的偏移,主要分布在陕西的延安市周围,说明该地区旅游生态效率较高,而且一直呈上升趋势。另外黄河经济带呈现集聚特征,高效率区域(陕西、四川、河南等)旅游生态效率的集中度逐年增加,高效率地区逐步扩大。在低效率区,尤其是上游地区(青海、宁夏等)集聚效应较小,低效率问题比较严重,造成流域内高低差异明显。黄河流域旅游生态效率发展呈现出空间集聚的趋势,高效区域的扩展以及低效区域的改善将是未来发展的重点。

表5　黄河流域九省份旅游生态效率空间分异特征(2010—2022年平均值)

省份	旅游生态效率平均值(2010—2022年)	排序
四川	0.845	1
陕西	0.825	2
河南	0.724	3
山东	0.715	4
山西	0.600	5
甘肃	0.59	6
内蒙古	0.546	7
宁夏	0.520	8
青海	0.266	9
平均值	0.595	

3.3　黄河流域旅游生态效率的区域差异分析

黄河流域旅游生态效率有明显的区域差异,这种差异与各省份的地理位置、经济发展水平、资源条件以及政策措施的落实密切相关。流域内不同省份旅游生态效率水平差异很大。四川、陕西和河南的旅游生态效率比较高,分别为0.845、0.825、0.724,远高于黄河流域的平均值0.595,体现出这些地方在利用旅游资源、保护环境和产出经济效益方面取得了较好的协调发展。这些省份不但资源丰富、旅游发达,还较早地引进了绿色低碳发展理念和技术创新来促进旅游业可持续发展。相对来说青海、宁夏、内蒙古的旅游生态效率就比较低,分别仅为0.266、0.279、0.446,都低于黄河全流域均值,体现出它们在绿色转型以及有效利用资源上还有一定的困难。这些地区旅游业的发展还是以消耗资源为主,生态保护、旅游业的可持续发展压力大。尤其是青海,其低旅游生态效率值(0.266)表明当地依靠自然资源开发的模式没有有效转变,绿色低碳技术以及旅游业转型投入不足。黄河流域上游地区(如青海、甘肃、内蒙古)生态旅游效率低,基础设施滞后,技术更新能力不强以及生态环境压

力大。而中游（陕西、山西）、下游（河南、山东）地区由于经济基础好，旅游业发展成熟，生态效率相对高一些。因此，黄河流域旅游生态效率的区域差异表示各个省份在提高旅游生态效率时所面临的挑战与机遇不一样，要依据各自特点来制定相适应的政策和措施。

4 影响因素与提升路径分析

4.1 影响因素选择与理论分析

4.1.1 经济因素

经济因素是影响黄河流域旅游生态效率的主要因素之一。旅游经济水平直接决定着旅游业的发展空间和资源投入的力度。在黄河流域，各省份的旅游总收入和旅游业发展水平相差很大。四川、陕西等省份旅游收入较高，与之相对的是其生态效率较高，说明这些地方经济发展的资金能为当地旅游业提供充足的保障，使旅游资源得到高效利用、生态环境得到保护。而且区域经济的发展水平（第三产业占比）也会影响旅游生态效率。经济较为发达的地区如河南、山东，较早地实现产业结构优化，绿色旅游理念的引进，从而提升整体旅游生态效率。相对来说，落后一些的省份（青海、宁夏）存在资源消耗量太大、生态环境压力过大的问题，造成这些地方的旅游生态环境效益偏低。

4.1.2 社会因素

社会因素包括人力资本、城镇化水平、旅游者行为对旅游生态效率的影响。黄河流域社会因素的差异比较大，各省份社会经济发展结构、教育水平、居民生活方式、旅游者环保意识等直接对旅游业发展模式及生态效率产生影响，如高人力资本和较高的城镇化水平通常和较高的旅游生态效率相关联。陕西、四川和山东教育水平较高、人口密度较大，且社会管理比较完善，以上因素使得这些地方发展旅游业时会更多地关注绿色发展和可持续。而一些人力资本较少、像青海、宁夏城镇化发展相对缓慢的地方，在绿色旅游转型以及生态环境保护方面仍然存在问题。

4.1.3 生态因素

生态因素是影响旅游生态效率的基本因素。黄河流域生态环境复杂多样，不同区域的生态资源禀赋差异较大。上游地区自然资源丰富，但生态环境脆弱，水土流失和草原退化等问题突出，导致旅游生态效率较低。中游和下游地区的生态环境持续向好，生态保护意识较强，基础设施建设不断完善，旅游生态效率相对较高。生态因素不但影响旅游业资源利用效率，而且影响旅游业可持续发展。合理的生态保护措施与资源管理能提高旅游业的生态效率，减少环境负担。

4.1.4 政策因素

政策因素推动了旅游生态效率的提升。国家、地方政府对促进旅游产业绿色转型起到重要的推动作用。例如，黄河流域内的多个省份（陕西、河南、山东等）依靠政府的政策导向，促进了旅游业的生态环保、低碳技术的应用，从而推进了绿色、可持续旅游项目的发展。政府投资旅游业基础设施、环境保护、绿色旅游政策等措施，均可以有效提高区域旅游生态效率。而有些省份执行生态旅游的理念较弱，导致生态旅游效率提升速度比较慢。地方政府在政策促进、绿色技术引导以及区域协同发展中所起的作用不能忽视。

4.2 回归分析

采用 Tobit 回归模型校验影响黄河流域旅游生态效率的关键因素。表 6 的回归结果表明，经济因素对旅游生态效率具有显著正向影响。具体来说，黄河流域旅游总收入每增加 1 亿元，旅游生态效率平均提高 0.015 个百分点；旅游投资对效率提升的作用也较为明显，特别是固定资产投资总额的增加，每增加 1 亿元，旅游生态效率提升 0.020 个百分点。此外，技术创新水平对旅游生态效率的提升也有积极作用。陕西和四川的技术投入较高，回归分析结果显示，这两个省的技术创新每增加 1 单位，旅游生态效率提升 0.03 个百分点。然而社会因素如人力资本和城镇化水平在不同省份的影响存在差异，如陕西、四川等省人力资本较高，城镇化进程较快，社会因素对旅游生态效率的提升作用相对较大。在青海、宁夏等省份，技术创新和社会因素的影响较小，导致这些地区的旅游生态效率提升速度较慢。政策引导因素的回归系数为正，表明政府的政策支持对旅游生态效率的提升起到了推动作用，尤其是在陕西、山东等省的绿色发展政策的推动下，旅游生态效率得到显著提高。

表 6 回归分析结果

变量	系数	标准差	t	P	显著性
常数	0.150	0.025	6.00	0.000	***
旅游总收入（TR）	0.000 5	0.000 1	5.00	0.001	***
固定资产投资（I）	0.003	0.001	2.50	0.021	**
技术创新指数（TI）	0.450	0.085	5.29	0.000	***
政策支持（PSI）	0.750	0.110	6.82	0.000	***
人力资本（LH）	0.020	0.008	2.50	0.018	**

注：*、**、***分别表示 10%、5%、1%的显著性水平。

4.3 旅游生态效率提升路径

4.3.1 经济驱动型路径

经济驱动路径强调通过提升旅游业经济水平来促进旅游生态效率的提升。旅游生态效率高的省份如四川(均值为0.845)、陕西(均值为0.825)、河南(均值为0.724),旅游总收入、游客人数明显高于其他省份,经济基础较好,这为提高旅游生态效率提供了有力的支持。加强旅游经济发展,优化旅游资源配置、促进绿色投资可以减少环境负担、提升经济效益。因此在经济发展的驱使下,黄河地区应该加强地方旅游业的资金投入,推动产业的升级,促进地区之间的协调发展,特别是通过提高服务性行业的比重以及促进消费模式的转变,进一步增强旅游经济绿色增长的潜力。提高各省份产业附加值以及提升旅游产品品质能推动旅游生态效率全面提升。

4.3.2 技术创新驱动型路径

技术创新是推动旅游生态效率提高的重要因素。从数据上看,陕西、四川等省份旅游生态效率较高,主要原因是技术的创新水平有所提高。陕西(均值0.825)、四川(均值0.845)两省在技术创新上的投入相对较大,在旅游基础设施建设、信息化应用、绿色技术引进等方面有所突破。技术创新能提高资源利用效率,减少碳排放和能源消耗,提升旅游生态效率。黄河流域低效省份(青海、宁夏)需要加大绿色技术引进力度,推进低碳旅游模式、智慧旅游平台建设。另外推动绿色科技创新、生态环境保护技术和旅游资源管理技术的应用会对提高流域旅游生态效率起到促进作用。与高科技企业进行合作,使用创新型管理和运营方式,可以提高旅游产业的经济效益,降低对生态环境的影响。

4.3.3 政策引导型路径

政策引导型路径强调通过政府政策引导和支持来提高旅游生态效率。黄河流域各个省份的政策执行力度和发展模式差异直接影响了其旅游生态效率表现。根据研究的数据,经济发达地区如陕西、山东等省份的旅游生态效率高,与政府积极实施绿色发展政策、加强生态保护、环境治理密不可分。政府可以通过制定和实行有针对性的政策,如绿色旅游发展规划、环保激励措施、低碳技术的推广应用、生态补偿机制等,促进旅游业朝着绿色低碳的方向转变。政府在基础设施建设、绿色融资、环保技术研发等方面的投资,也能提高区域旅游生态环境效率。例如,通过提供财政补贴和税收优惠政策,激励企业、旅游业者使用环保技术,推动生态友好型旅游的发展模式。此外,加强区域协同发展、跨省资源共享,促进黄河流域各省份在政策层面的协调合作,有助于实现旅游生态效率的整体提升。

5 结论

本文通过分析黄河流域旅游生态效率的时空演变和区域差异,揭示了在旅游业发展过程中该区域存在的明显差异及发展潜力。结果显示,黄河流域旅游生态效率整体上呈现逐年提高的趋势,但各省份之间的差距依然很大。经济驱动、技术创新、政策引导和市场调控,是提升旅游生态效率的三条关键路径。经济驱动路径可以通过提高旅游经济水平和优化配置资源来推动旅游业的绿色转型;技术驱动路径强调依靠科技进步提高资源利用效率和减少环境污染;政策引导路径依靠政策的支持和引导,实现低碳、绿色旅游。为了实现黄河流域旅游业的可持续发展,提高旅游生态效率,必须根据各省份具体情况,制定差异化策略,推动全流域协调发展,促进经济、社会与生态的和谐共生。

参考文献

[1] 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.

[2] 苏振,郑应宏. 黄河流域旅游产业集聚与旅游生态效率交互响应[J]. 武汉商学院学报,2023,37(3):5-11.

[3] 唐健雄,吕悦,蔡超岳. 黄河流域旅游生态效率时空演变特征及影响机理[J]. 济宁学院学报,2023,44(2):1-11.

[4] 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.

[5] 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.

[6] 王胜鹏,乔花芳,冯娟,等. 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[J]. 经济地理,2020,40(5):81-89.

[7] 王文彬,许冉. 城市群视角下黄河流域生态效率时空格局演化及溢出效应研究 [J]. 生态经济,2021,37(5):27-33.

[8] 程慧,游珊. 节能减排约束下黄河流域旅游生态效率的时空分异及影响因素 [J]. 福建农林大学学报(哲学社会科学版),2022,25(3):64-73.

[9] 王兆峰,李静怡. 黄河流域旅游效率与规模的时空演化及耦合协调 [J]. 中南林业科技大学学报(社会科学版),2022,16(1):80-91.

Regional Differences and Temporal-spatial Changes Analysis of Tourism Ecological Efficiency in Provinces in the Yellow River Basin

LIU Luxiao[1], XU Ming[1], KANG Jianjun[1,2]

(1. School of Geography and Environment, Liaocheng University, Liaocheng 252000, China;
2. Yellow River Research Institute, Liaocheng University, Liaocheng 252000, China)

Abstract: Taking nine provinces in the Yellow River Basin as the research objects, the super-efficiency SBM model was used to measure tourism ecological efficiency from 2010 to 2022, and the Tobit regression model was applied to analyze its influencing factors. The results show that the overall tourism ecological efficiency in the Yellow River Basin has shown an upward trend, but significant regional differences exist. Sichuan, Shaanxi and Henan have relatively high efficiency, while Qinghai and Ningxia remain at lower levels. Economic development, technological innovation and policy support are the main driving factors. It is suggested to implement region-specific strategies through coordinated economic, technological and policy measures to promote the green and high-quality development of tourism in the Yellow River Basin.

Keywords: Yellow River Basin; tourism ecological efficiency; temporal-spatial changes; regional differences; upgrade path