文章编号：1003-1421(2026)05-0216-10
引用格式：胡莉娜，程刚. 黄河流域高铁建设对旅游经济绿色发展效率的影响研究[J]. 铁道运输与经济，2026，48(5)：216-225.
HU Lina，CHENG Gang. Study on Impact of High Speed Railway Construction on Green Development Efficiency of Tourism Economy in Yellow River Basin[J]. Railway Transport and Economy，2026，48(5)：216-225.

黄河流域高铁建设对旅游经济绿色发展效率的影响研究

胡莉娜[1,2,3]，程　刚[4]

(1.山西省财政税务专科学校 会计学院，山西 太原　030024；2.太原理工大学 财经学院，山西 太原　030024；3.山西省社会科学院 对外开放研究所，山西 太原　030032；4.西藏大学 工学院，西藏 拉萨　850000)

摘　要：为分析黄河流域高铁建设对旅游经济绿色发展的影响效应，构建超效率SBM模型测度黄河流域90个区域2005—2023年旅游经济绿色发展效率，采用多期双重差分模型实证检验高铁开通的净效应，并系统分析高铁建设促进旅游经济绿色发展的内在路径。结果表明：基准DID与PSM-DID模型结果显示，高铁开通对节点区域旅游经济绿色发展效率具有稳定促进作用。高铁建设的促进效应存在一定区域差异，呈现出从上游到下游依次递增的梯度特征，上游地区促进效应相对有限，中游地区效应显著，下游地区受益较大。高铁建设通过推动产业结构高级化与科技创新投入，进而促进旅游经济绿色发展，共同构成了高铁驱动旅游经济实现绿色发展的内在动力。未来应进一步优化高铁网络布局，制定差异化旅游经济发展政策，推动产业升级并加大科技创新支持力度，加快构建旅游经济绿色发展新格局。

关键词：黄河流域；高铁建设；旅游经济；绿色发展效率；中介机制
中图分类号：U293.5　　**文献标识码**：A　　**DOI**：10.16668/j.cnki.issn.1003-1421.20251005001

Study on Impact of High Speed Railway Construction on Green Development Efficiency of Tourism Economy in Yellow River Basin

HU Lina[1,2,3]，CHENG Gang[4]

(1. Accounting College, Shanxi Finance & Taxation College, Taiyuan 030024, Shanxi, China; 2. Finance and Economics College, Taiyuan University of Technology, Taiyuan 030024, Shanxi, China; 3. Institute of Foreign Trade and Openness, Shanxi Academy of Social Sciences, Taiyuan 030032, Shanxi, China; 4. Engineering College, Tibet University, Lhasa 850000, Xizang, China)

Abstract: To analyze the impact effect of high speed railway construction on the green development of the tourism economy in the Yellow River Basin, a super-efficiency SBM model was constructed to measure the green development efficiency of the tourism economy in 90 regions of the Yellow River Basin from 2005 to 2023. A multi-period difference-in-differences model was adopted to empirically test the net effect of high speed railway opening, and the internal pathways of high speed railway construction promoting the green development of the tourism economy were systematically analyzed.

收稿日期：2025-10-05
基金项目：国家社会科学基金项目(18BSH077)

The results show that both baseline DID and PSM-DID model results indicate that the opening of high speed railway has a stable promoting effect on the green development efficiency of tourism economy in node regions. The promoting effect of high speed railway construction has certain regional differences, showing a gradient characteristic of sequential increase from upstream to downstream; the promoting effect in upstream regions is relatively limited; the effect in midstream regions is significant, and the downstream regions benefit greatly. High speed railway construction promotes the green development of the tourism economy by driving the advancement of industrial structure and scientific and technological innovation investment, which together constitute the internal driving force for high speed railway to drive the tourism economy to achieve green development. In the future, it is necessary to further optimize the high speed railway network layout, formulate differentiated tourism economy development policies, promote industrial upgrading, strengthen support for scientific and technological innovation, and accelerate the construction of a new pattern of green development of the tourism economy.

Keywords: Yellow River Basin; High Speed Railway Construction; Tourism Economy; Green Development Efficiency; Mediating Mechanism

0　引言

黄河流域生态保护和高质量发展已上升为重大国家战略[1]，2021年10月，《黄河流域生态保护和高质量发展规划纲要》明确提出加快形成现代化交通网络，实现城乡区域高效连通。高速铁路(以下简称“高铁”)作为现代交通体系重要部分，不仅缩短了时空距离[2]，而且对区域旅游经济发展产生了重要影响[3]。随着我国经济发展进入新阶段，新质生产力概念的提出为理解黄河流域高铁建设与旅游经济绿色发展提供了新的研究视角[4]。新质生产力是习近平经济思想的重要理论成果，以全要素生产率大幅提升为核心标志[5]。在此背景下，黄河流域高铁建设不仅有助于完善交通基础设施，更是推动旅游经济向绿色化转型的重要引擎[6]。

学术界相关成果主要围绕新质生产力的内涵阐释、高铁对旅游经济发展多元影响等方面展开研究。新质生产力概念提出以来，学界对其理论内涵与宏观意义进行了阐释，指出其通过技术创新驱动产业向绿色化、智能化转型，为生态脆弱区高质量发展提供了新路径[6-7]。同时，部分文献关注了高铁建设与旅游经济绿色发展间的内在关联，在交通可达性层面，高铁通过时空压缩效应重塑区域旅游空间格局，扩展了区域可达性，促进人力、技术、资本等要素实现优化配置和集聚发展，进而推动旅游经济实现不断发展[8-10]。在绿色发展维度，高铁建设本身蕴含低碳基因，其轻量化设计、再生制动技术及全生命周期资源管理可降低碳排放强度[11]，这与新质生产力高科技、高效能、高质量特征相契合，为旅游经济绿色转型提供了技术路径。在产业融合层面，高铁带动下“高铁+物流”“高铁+文创”等新业态涌现[12]，推动旅游业与文化、科技产业深度融合，形成智慧旅游、生态旅游等产品体系，呼应了新质生产力产业深度转型升级的赋能逻辑。已有研究主要关注新质生产力宏观理论与政策探讨层面，缺乏与重大基础设施建设实践相联系的微观分析。同时关于高铁对旅游经济的直接影响，多数研究将经济产出作为主要指标，未能将资源消耗与环境代价纳入效率评估框架。虽然部分研究提及高铁的低碳属性，但多局限于高铁本身的技术特性，未能系统揭示其如何推动整个旅游经济系统绿色增效，此外已有研究忽略了黄河流域作为生态脆弱区和经济重要区双重属性下特殊情境的深层次影响。本研究突破传统研究中将高铁视为单一交通基础设施的视角，以新质生产力理论为指导，将高铁建设作为培育新质生产力的重要实践载体，构建包含非期望产出的超效率基于松弛变量的测度(Slacks-Based Measure，SBM)模型测度黄河流域90个区域2005—2023年旅游经济绿色发展效率，解决了传统模型无法区分高效决策单元的难题。同时，研究采用多期双重差分模型实证检验高铁开通的净效应，有效缓解了高铁非随机选址带来的内生性问题，并通过中介效应模型系统分析高铁建设促进旅游经济绿色发展的内在路径，使高铁建设的驱动机制从理论推演走向实证检验，为流域发展的差异化政策提供决策依据。

1　理论分析与研究假说

高铁建设对旅游经济绿色发展效率的影响，理论上主要基于交通经济学、新经济地理学与可持续发展等相关内容的交叉视角。黄河流域内高铁站点于2008年正式投入运营，截至2023年12月，流域范围内共75个地级市、自治州、省直辖县级市拥有高铁车站，占全部90个研究区域的83.3%，形成了较为完善的高铁网络体系。高铁不仅通过其“时空压缩”效应直接提升了区域可达性，更作为新型基础设施重要组成部分，通过要素空间重构、产业互动强化与知识网络联通，为旅游经济绿色转型与效率提升注入新动能。

1.1　高铁建设对旅游经济绿色发展效率的促进效应与区域异质性

高铁建设通过提升节点城市的交通可达性，降低了游客时间成本，有效激发了市场对旅游产品的潜在需求，并促进了人才、技术与信息等高级生产要素的流动与优化配置。同时，高铁建设能够强化区域间的经济联系，通过知识溢出与竞争效应，促使沿线地区提升环境管理标准、优化资源利用方式，进而提高资源利用效率，对其绿色发展产生直接推动。然而，黄河流域上、中、下游地区在生态承载力、经济结构与创新能力等方面存在梯度差异，对高铁正向效应的承接与转化能力不同。下游地区经济相对发达，基础设施较为完善，能更充分地利用高铁网络效应，吸引高端要素集聚并推动旅游服务品质升级。中游地区处于产业结构转型期，高铁驱动作用主要体现在产业转型升级方面。上游地区生态相对脆弱，经济发展相对滞后，面临要素外流的“虹吸效应”与生态承载力硬性约束，高铁建设产生的正向效应相对有限。因此，预期高铁促进效应将呈现从上游到下游依次递增的异质性格局。

因此提出假说：高铁建设对黄河流域旅游经济绿色发展具有促进效应，且该效应因区域在发展基础与资源禀赋上的差异而呈现异质性特征。

1.2　高铁建设影响旅游经济绿色发展效率的双重路径

在产业结构层面，高铁建设通过市场需求结构优化升级与空间扩容效应，推动区域产业生态重构与高质量发展。高铁建设带来的便捷交通与庞大客流，不仅推动了文化创意、生态康养、科技会展等现代旅游服务实现规模扩张，同时催生了“高铁+文旅”等一系列融合型产业形态，推动经济结构向服务化方向演进。产业结构高级化演进，能够系统性降低单位旅游收入的资源消耗与环境污染，从而提升旅游经济绿色发展效率。

在科技创新层面，高铁建设加强了区域间互联互通，有效降低了信息、知识与人才的交流成本，促进了绿色技术、管理经验与创新理念的跨区域溢出。一方面，高铁建设增强了地方政府与企业对科技创新的重视，引导研发资源向智慧旅游、节能减排、环境修复等绿色技术领域倾斜。另一方面，区域间竞争加剧也倒逼市场主体通过技术创新来塑造其核心竞争力。由此带来的科技进步，可以转化为旅游资源利用效率的提升和环境管理能力的强化，为旅游经济绿色转型注入了技术动能。

因此提出假说：高铁建设通过推动产业结构高级化与促进科技创新2条路径，间接影响黄河流域旅游经济绿色发展水平。

2　研究设计

2.1　高铁建设对旅游经济绿色发展效率影响的计量模型构建检验

为科学识别高铁建设对黄河流域旅游经济绿色发展效率的净效应，研究构建了多期双重差分(DID)模型。由于高铁站点的设立并非随机，往往与区域经济基础、财政能力、区位条件等预先存在的因素系统性相关，直接采用传统DID模型会因选择性偏差而导致估计结果有偏，研究采用倾向得分匹配–双重差分法(PSM–DID)进行实证检验。通过倾向得分匹配为每个处理组区域构造一个在预处理期特征相似的对照组，模拟随机实验条件，再通过多期DID模型识别政策净效应，模型设定如下。

$$TourismEfficiency_{it} = \alpha_0 + \beta_0 HSR_{it} + \theta_0 Control_{it} + \mu_i + \gamma_t + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

式中：$TourismEfficiency_{it}$为被解释变量，表示区域i在第t年的旅游经济绿色发展效率；HSR_{it}为核心解释变量，是一个表示高铁开通状态的时变处理变量，具体定义为，区域i在第t年及之后已开通高铁，HSR_{it}取值为1，区域i在第t年尚未开通高

铁，HSR_{it}取值为0，系数β_0反映了在控制其他因素后，高铁开通对旅游经济绿色发展效率的效应；$Controls_{it}$为控制变量，θ为其系数向量。

研究采用超效率SBM模型对被解释变量旅游经济绿色发展效率进行测度，决策单元的超效率SBM模型的目标函数如公式(2)所示，约束函数公式如(3)所示。

$$\delta^* = \min\delta = \frac{\frac{1}{m}\sum_{i=1}^{m}\frac{\overline{x_i}}{x_{i0}}}{\frac{1}{s}\sum_{r=1}^{s}\frac{\overline{y_r}}{y_{r0}}} \tag{2}$$

$$\text{s.t.}\begin{cases}\overline{x} \geqslant \sum_{j=1,\neq 0}^{n}\lambda_j x_j \\ \overline{y} \leqslant \sum_{j=1,\neq 0}^{n}\lambda_j y_j \\ \overline{x} \geqslant x_0,\ \overline{y} \leqslant y_0,\ y \geqslant 0,\ \lambda \geqslant 0\end{cases} \tag{3}$$

式中：δ^*为决策单元的旅游经济绿色发展效率值；$\overline{y}$为y_0到集合空间$(\overline{x},\ \overline{y}) \in \overline{p} \setminus (x_0,\ y_0)$的点，$\overline{x}$为$x_0$到集合空间$(\overline{x},\ \overline{y}) \in \overline{p} \setminus (x_0,\ y_0)$的点；$m$为投入；$x_j$为决策单元对应的输入元素，反映各决策单元在投入方面的特征信息；S为产出；y_j为决策单元的输出元素，反映各个决策单元在产出层面的表现；x_{i0}表示x_0的元素；y_{t0}表示y_0的元素；λ_j表示权重系数。

为确保旅游经济绿色发展效率测度的科学性与全面性，研究参照胡莉娜等[13-14]学者的研究成果，构建多维度投入与产出指标体系，旅游经济绿色发展效率测度指标体系如表1所示。

参考相关研究成果[6, 15-17]，控制变量选取财政支出(FEXP)反映地方政府的财力状况、支出规模以及在公共服务、经济发展、社会民生等领域的政策投入力度和资源配置方向，以地方财政一般公共预算支出经价格平减进行度量。人均GDP(*PGDP*)表征地区经济发展水平，以人均地区生产总值度量。污染治理投资额(*EINV*)衡量地方政府对环境治理的投入力度。城镇化率(*URBR*)表征社会结构转型程度，以城镇人口占总人口比重度量。区域公路密度(*ROAD*)反映地区的交通可达性与连通性，以公路里程数与区域面积的比值度量。μ_i为区域固定效应，γ_t为时间固定效应，ε_{it}为随机误差项。

2.2　新质生产力视域下高铁建设对旅游经济绿色发展效率影响的中介机制检验

为深入探究高铁建设影响黄河流域旅游经济绿色发展的内在机制，研究构建中介效应模型进行机制检验，在公式(1)的基础上，设定如下中介效应检验模型。

$$M_{it} = \alpha_1 + \beta_1 HSR_{it} + \theta_1 Control_{it} + \mu_i + \gamma_t + \varepsilon_{it} \tag{4}$$

$$TourismEfficiency_{it} = \alpha_2 + \beta_2 HSR_{it} + \phi M_{it} + \theta_2 Control_{it} + \mu_i + \gamma_t + \varepsilon_{it} \tag{5}$$

式中：M_{it}为中介变量，分别代表产业结构变动和科技创新水平，其他变量释义与公式(1)相同；系数β_1为高铁开通对中介变量的影响；系数β_2为中介变量对旅游经济绿色发展效率的影响，中介效应的大小由乘积$\beta_1 \times \beta_2$衡量。

产业结构变动用产业结构高级化指数(Ind)进行测度，基于第三产业增加值与第二产业增加值之比构建[18]。科技创新水平(Tec)采用科学技术支出占一般公共预算支出的比重予以衡量，是衡量地区政府对科技创新支持力度的直接变量。

表1　旅游经济绿色发展效率测度指标体系

Tab.1　Indicator system for measuring green development efficiency of tourism economy

指标类型		指标
投入指标	劳动投入	旅游经济从业人数TEI_{11}/人
		环境水利和公共设施管理从业人数TEI_{12}/人
	资本投入	环境水利和公共设施管理投资额TEI_{21}/亿元
		园林绿化投资额TEI_{22}/万元
		旅行社数量TEI_{23}/个
		旅行社固定资产原价TEI_{24}/万元
		农林牧渔业投资额TEI_{25}/亿元
	资源禀赋消耗	A级景区数量TEI_{31}/个
		森林面积TEI_{32}/hm^2
		旅游经济用电量TEI_{33}/(亿kW·h)
		旅游经济用水量TEI_{34}/亿m^3
	政策支持	环境治理投资额TEI_{41}/亿元
		市容环卫专用车辆数量TEI_{42}/台
		公路里程TEI_{43}/km
		城市生活垃圾处理率TEI_{44}/%
产出指标	期望产出	旅游收入TEO_{11}/亿元
		旅游人数TEO_{12}/万人
		空气优良天数比TEO_{13}/%
	非期望产出	旅游经济碳排放量TEO_{21}/万t
		固体废物排放量TEO_{22}/万t
		污水排放量TEO_{23}/万t

3　实证分析

3.1　高铁建设对旅游经济绿色发展效率影响的实证检验

3.1.1　双重差分检验结果

为准确识别高铁建设对旅游经济绿色发展效率

的净效应，研究结合双重差分法控制不可观测因素带来的内生性干扰。DID模型回归结果如表2所示。从回归结果可知，无论是否引入控制变量，也无论是在基准DID还是PSM-DID模型中，高铁开通虚拟变量(HSR)的系数均显著为正，且至少通过5%水平的显著性检验，表明高铁开通对节点区域旅游经济绿色发展效率具有稳定的促进作用。高铁通过显著改善区域交通可达性，促进了技术、人才与信息等绿色生产要素的流动与优化配置，为旅游经济绿色低碳发展提供了基础设施支持。此外，PSM-DID模型估计结果与基准DID模型一致，说明在有效控制由高铁非随机选址带来的选择偏差后，高铁的促进作用依然稳健。从系数大小来看，对比模型(2)与(4)可见，匹配后样本中HSR的系数由基准DID中的0.042 5降至0.035 7，表明若忽略样本选择问题，PSM-DID模型在识别因果效应方面更具稳健性。控制变量方面，财政支出、经济发展、污染治理及城镇化水平产生了显著的正向影响。区域公路密度的影响不显著，反映出传统公路基础设施对旅游绿色发展效率的促进作用已相对有限，同时在高铁迅速发展背景下，高铁对传统公路运输产生了替代效应，优化交通基础设施布局需更加注重不同运输方式间的协同与互补，以更好地推动旅游经济绿色发展效率不断提升。

表2　DID模型回归结果

Tab.2　Regression results of DID model

变量	(1) 基准DID	(2) 基准DID	(3) PSM-DID	(4) PSM-DID
HSR	0.058 3*** (0.015 2)	0.042 5*** (0.014 3)	0.051 4*** (0.016 3)	0.035 7** (0.015 6)
FEXP	—	0.003 7*** (0.001 3)	—	0.003 3** (0.001 5)
PGDP	—	0.004 1*** (0.001 0)	—	0.003 8*** (0.001 2)
EINV	—	0.001 8** (0.000 7)	—	0.001 6* (0.000 9)
URBR	—	0.002 6*** (0.000 8)	—	0.002 3** (0.001 0)
ROAD	—	0.000 8 (0.000 6)	—	0.000 6 (0.000 7)
区域固定效应	是	是	是	是
时间固定效应	是	是	是	是
常数项	0.624 5*** (0.022 5)	0.318 6*** (0.048 7)	0.597 1*** (0.025 6)	0.332 7*** (0.051 2)
拟合优度R^2	0.385 4	0.582 1	0.418 2	0.595 3

注：*，**，***分别表示在10%，5%，1%水平上显著，括号内为稳健标准误，下同。

模型拟合优度结果表明，各模型设定对数据具有较好的解释力。基准DID模型的R^2为0.385 4，加入控制变量后，R^2提升至0.582 1。在使用匹配样本的PSM-DID模型(4)中，R^2进一步小幅增至0.595 3，表明在有效缓解样本选择偏差后，模型解释力有所增强。

3.1.2　倾向得分匹配处理

为缓解高铁站点非随机选址带来的选择偏差问题，研究首先采用倾向得分匹配为处理组构建一个可比的控制组。匹配所依据的协变量包括财政支出、人均GDP、污染治理投资额、城镇化率、区域公路密度，计算各区域在高铁开通前一期相关变量的均值，随后采用Logit模型估计倾向得分，并运用核匹配法进行匹配，其核函数为Epanechnikov核，带宽为0.06。

为检验PSM模型的有效性，即匹配后处理组与对照组是否在所有预处理特征上实现了统计平衡，PSM平衡性检验结果如表3所示。匹配后，协变量的标准化偏差均大幅降至10%以下，且t检验结果均变得不显著，表明匹配后2组样本在所有协变量上不再存在系统性差异，满足了PSM的平衡性假设。

3.1.3　稳健性检验

（1）平行趋势检验。为检验前文构建的模型是否满足平行趋势假设，采用事件研究法进行验证。

平行趋势检验如表4所示。在高铁开通之前，开通前第3年(*Before*3)、前第2年(*Before*2)和前第1年(*Before*1)的估计系数均较小且统计上不显著。因此，在高铁开通这一政策冲击发生前，处理组区域与对照匹配组区域在旅游经济绿色发展效率的变化趋势上不存在系统性差异，满足平行趋势假设，研究使用多期DID模型进行估计是有效的。其次，政策动态效应的估计结果显示，高铁开通的积极影响存在一定的时滞性并呈现强化趋势。开通当期系数为0.012 4，但未通过10%的显著性水平检验。从开通后第1年开始，促进作用开始变得显著且持续增强，开通后第1年(*After*1)、第2年(*After*2)、第3年(*After*3)、第4年及以上(*After*4)的系数分别为0.019 3，0.025 6，0.029 1，0.031 3。这种动态模式符合基础设施投资效应释放的客观规律，即高铁网络效应发挥的显现需要一定时间，其正面效应随运营时间的

表3　PSM平衡性检验结果

Tab.3　PSM balance test results

变量	匹配类型	均值差异		标准偏差/%	偏差减少/%	t检验	
		处理组	对照组			t值	$p>\|t\|$
FEXP	匹配前	310.231 7	90.167 2	42.331 9	97.032 3	8.921 4	0.000 0
	匹配后	310.231 2	313.843 8	1.256 3		0.456 7	0.652 3
PGDP	匹配前	6.859 2	4.271 5	35.827 5	92.887 6	7.643 8	0.000 0
	匹配后	6.826 3	6.872 9	2.548 2		0.381 2	0.704 5
EINV	匹配前	55.567 2	45.236 5	22.915 1	91.837 7	5.236 5	0.000 0
	匹配后	55.524 8	55.576 3	1.870 4		0.297 3	0.772 6
URBR	匹配前	0.653 7	0.458 1	31.625 2	93.142 5	6.851 6	0.002 0
	匹配后	0.652 9	0.642 9	2.168 7		0.529 1	0.603 1
ROAD	匹配前	0.886 3	0.525 3	40.256 8	97.163 0	9.177 2	0.015 4
	匹配后	0.886 7	0.876 1	1.142 1		0.426 3	0.675 6

表4　平衡趋势检验

Tab.4　Parallel trend test

变量	*TourismEfficiency*	变量	*TourismEfficiency*
*Before*3	0.002 3 (0.005 2)	*FEXP*	0.003 1* (0.001 6)
*Before*2	0.004 6 (0.005 5)	*PGDP*	0.003 9*** (0.001 3)
*Before*1	0.008 9 (0.006 1)	*EINV*	0.001 7* (0.000 9)
Current	0.012 4 (0.008 4)	*URBR*	0.002 1** (0.001 0)
*After*1	0.019 3** (0.008 7)	*ROAD*	0.000 5 (0.000 7)
*After*2	0.025 6*** (0.008 8)	常数项	0.325 4*** (0.049 2)
*After*3	0.029 1*** (0.009 3)	区域固定效应	是
*After*4	0.031 3*** (0.009 4)	时间固定效应	是
R^2	0.588 3	—	—

延长而逐步增强。

（2）排除其他政策干扰。研究期内黄河流域存在其他环境或经济政策与高铁建设同期实施，为排除低碳城市试点、生态修复工程等竞争性政策的干扰，研究在模型中加入2类政策虚拟变量，*Policy*1为低碳试点政策虚拟变量，*Policy*2为生态修复试点政策虚拟变量。排除其他政策干扰的回归结果如表5所示，在控制2类政策变量后，核心解释变量高铁开通的系数估计值未发生显著变化，且均在5%水平上显著。

综上，通过平行趋势检验、排除其他政策干扰稳健性测试，均表明高铁建设对旅游经济绿色发展效率的促进效应是稳健且可靠的。

表5　排除其他政策干扰的回归结果

Tab.5　Regression results excluding interference from other policies

变量	加入*Policy*1	加入*Policy*2	加入*Policy*1和加入*Policy*2
HSR	0.034 2** (0.014 9)	0.033 1** (0.015 1)	0.032 4** (0.015 2)
Policy1	0.002 1** (0.000 9)	—	0.002 3* (0.001 2)
Policy2	—	0.001 5* (0.000 8)	0.001 3* (0.000 7)
常数项	0.330 7*** (0.050 8)	0.331 2*** (0.051 1)	0.330 5*** (0.051 3)
控制变量	是	是	是
区域固定效应	是	是	是
时间固定效应	是	是	是
R^2	0.595 3	0.594 7	0.595 5

3.1.4　异质性分析

考虑到黄河流域上中下游的自然条件与发展基础差异，研究进一步考察高铁建设对旅游经济绿色发展影响的区域异质性，区域异质性检验结果如表6所示。

表6　区域异质性检验结果

Tab.6　Test results of regional heterogeneity

变量	上游地区	中游地区	下游地区
HSR	0.015 2* (0.008 2)	0.041 3*** (0.014 7)	0.048 2*** (0.016 1)
常数项	0.301 5*** (0.053 7)	0.345 2*** (0.049 8)	0.368 4*** (0.052 6)
控制变量	是	是	是
区域固定效应	是	是	是
时间固定效应	是	是	是
R^2	0.562 4	0.613 7	0.634 2

高铁建设的促进效应存在一定区域差异。下游地区受益最大，系数为0.048 2，与该区域相对完善的旅游基础设施、较高的市场化程度以及“高铁+

旅游”模式的成熟发展密切相关。如山东德州通过打造“黄河第一驿站”，融合游客集散、休闲垂钓和农耕研学等多功能板块，实现了美丽乡村向美丽经济转型。中游地区同样表现出显著的正向效应，系数为0.041 3，体现了西安、郑州等中心城市通过高铁网络产生的辐射带动作用，依托节能环保产业基础，在高铁推动下加速产业结构绿色转型。上游地区的系数为0.015 2，在10%水平上显著为正，表明高铁建设对上游地区旅游经济绿色发展同样具有促进作用，但净效应相对有限，反映出生态脆弱区和经济发展滞后区在利用高铁正外部性时面临的挑战。一方面，生态约束在一定程度上制约了旅游承载力的大幅提升；另一方面，高铁网络效应在带来客流的同时，也产生了要素外流的“虹吸效应”与激烈的客源竞争，在一定程度上削弱了对本地旅游经济的净拉动作用。

3.2　高铁建设对旅游经济绿色发展效率影响的中介机制检验结果

为深入揭示高铁建设影响黄河流域旅游经济绿色发展的内在路径，研究对产业结构高级化与科技创新水平2条关键中介机制进行实证检验，中介机制检验结果如表7所示。

表7　中介机制检验结果

Tab.7　Test results of mediating mechanism

变量	产业结构升级		科学技术进步	
	中介变量 *Ind*	效率 *Tourism Efficiency*	中介变量 *Tec*	效率 *Tourism Efficiency*
HSR	0.035 9** (0.014 9)	0.017 9* (0.010 5)	0.011 5* (0.005 9)	0.020 4** (0.009 8)
Ind	—	0.084 6** (0.034 2)	—	—
Tec	—	—	—	0.063 7* (0.035 4)
常数项	0.221 5*** (0.043 8)	0.309 2*** (0.047 1)	0.194 8*** (0.041 5)	0.314 6*** (0.048 3)
控制变量	是	是	是	是
区域固定效应	是	是	是	是
时间固定效应	是	是	是	是
R^2	0.520 8	0.607 9	0.557 1	0.620 4

3.2.1　产业结构高级化机制检验结果

表7第2，3列显示了以产业结构高级化为中介变量的检验结果。第2列表明，高铁开通对产业结构高级化的系数估计值为0.035 9，且在5%水平上显著。因此，高铁作为新型基础设施，通过提升交通可达性，显著加速了信息、技术与人才等高级生产要素在黄河流域的配置效率，驱动区域分工深化与比较优势重构，推动产业结构向服务化、高级化方向转型，体现了新质生产力通过优化生产要素配置以提升全要素生产率的核心特征。

第3列结果显示，产业结构高级化对旅游经济绿色发展效率的系数为0.084 6，并在5%水平上显著。同时，高铁开通的直接效应系数降至0.017 9。因此，高铁通过促进产业深度转型升级，推动旅游经济从传统观光向文旅融合、数字文创、生态康养等高附加值、低环境负荷的新业态拓展，重塑了黄河流域旅游经济的供给体系，实现了绿色全要素生产率的提升，这正是新质生产力在旅游经济领域的具体体现。

3.2.2　科技创新水平机制检验结果

表7第4，5列显示了以科技创新水平为中介变量的检验结果。第4列表明，高铁开通对科技创新水平的系数估计值为0.011 5，在10%水平上显著，说明高铁在带动科技投入与知识溢出方面具有一定作用，但推动力度相对有限。这反映出高铁网络虽然有助于加强黄河流域内外部的技术交流与合作，提升区域整体创新意愿，但其直接引致技术突破的效应尚不突出，与新质生产力对技术革命性突破的更高要求仍存在一定差距。从影响强度来看，高铁开通对科技创新水平的促进作用低于产业结构升级路径，表明科技创新在当前阶段尚未成为高铁驱动旅游经济绿色发展的主要路径，其作用更多体现为辅助性和补充性。科技创新路径贡献相对有限主要源于技术创新时滞效应与区域创新基础不均衡。与产业结构调整能够快速响应市场需求不同，科技创新从研发投入到实际应用需要较长的转化周期，特别是绿色技术的成熟和大规模应用存在明显滞后性。此外，黄河流域部分地区特别是上游区域的创新基础设施和人才储备相对薄弱，制约了高铁网络知识溢出效应的充分吸收与转化。

第5列结果显示，科技创新水平对旅游经济绿色发展效率的系数为0.063 7，在10%水平上显著。因此，高铁引致的科技创新在一定程度上有助于赋能旅游经济绿色转型。例如，在西安、郑州等中心

区域，智慧旅游平台、新能源交通工具、节能环保技术在旅游设施中得到广泛应用。而在上游地区，科技投入则更多地支撑了生态脆弱区旅游活动的环境监测与保护，实现了经济效益与生态效益统一。这种区域差异化的作用模式，既反映了科技创新路径的灵活性，也提示未来应当根据不同区域的资源禀赋和发展阶段，制定更加精准的科技赋能策略。

综上所述，高铁建设不仅实现了交通基础设施现代化升级，而且通过推动产业结构高级化和促进科技创新投入2条路径，培育了黄河流域旅游经济绿色发展的新质态，共同构成了高铁驱动区域旅游经济实现绿色低碳和高质量发展的内在动力。

4　结论与政策建议

4.1　结论

研究构建SBM模型测度黄河流域90个区域2005—2023年旅游经济绿色发展效率，采用多期双重差分模型实证检验高铁开通的净效应，并通过中介效应模型系统分析高铁建设促进旅游经济绿色发展的内在路径。研究发现：①基准DID与PSM-DID模型结果显示，高铁开通对黄河流域旅游经济绿色发展效率产生了显著的促进效应，该结论在经过相关稳健性检验后依然成立，证实了高铁作为新型基础设施的绿色赋能作用；②高铁建设的促进效应存在一定区域差异，呈现出从上游到下游依次递增的梯度特征，上游地区受生态脆弱性与“虹吸效应”制约，促进效应相对有限，中游地区在中心城市辐射下效应显著，下游地区凭借其相对完善的基础设施与较高的市场化程度，受益较大；③就其作用机制而言，高铁主要通过推动产业结构高级化与促进科技创新投入2条路径驱动绿色发展，培育了黄河流域旅游经济绿色发展的新质态，共同构成了高铁赋能绿色发展的内在动力。

4.2　政策建议

（1）优化高铁网络结构与运营效率，强化其对旅游经济绿色发展的基础支撑作用。为持续发挥高铁建设对旅游经济绿色发展的基础性驱动作用，应推动黄河流域高铁网络从“有”向“优”升级。在尚未覆盖的关键节点和上游地区规划新建线路，打破交通瓶颈。在已开通地区着力提升运营效率与服务品质，强化高铁站点与景区、城市公共交通的“零换乘”无缝衔接，系统性降低旅行全程的时空成本与环境负担，夯实其绿色赋能的基础设施优势。

（2）依据区域异质性特征，制定差异化的旅游经济发展政策。政策需响应“上游弱、中游显、下游强”的异质性结论，实施精准调控。上游地区重在生态保护与能力建设，通过生态补偿、专项基金等方式支持环境友好型旅游项目，防范“虹吸效应”。中游地区重在强化辐射与协同发展，依托中心城市构建旅游经济圈。下游地区重在创新引领与品质提升，鼓励发展高端文旅业态，打造绿色旅游示范高地。

（3）推动旅游经济相关产业深度融合与结构升级，畅通高铁效应的传导路径。重点规划和发展沿高铁线路的文旅康养走廊与数字文创集群，推动旅游经济从传统观光向高附加值、低环境负荷的“旅游+”新业态转型，将高铁带来的客流优势转化为持续的产业结构优化优势，系统性提升旅游经济的绿色发展效率。

（4）加大科技创新支持力度，激活其对旅游绿色转型的赋能潜力。针对科技创新路径贡献尚显不足的现状，需着力补强此薄弱环节。建议设立黄河流域旅游绿色技术研发专项，并给予税收抵扣等实质性激励，引导企业加大在智慧旅游、节能减排和资源循环利用方面的技术应用。同时，在流域内共建文旅科技协同创新平台，加速绿色技术成果的扩散与转化，为旅游经济绿色发展注入强劲技术动能。

参考文献：

[1] 单菁菁，宋德骞，李文洁. 黄河流域城市群高质量发展研究：基于人与自然耦合视角[J]. 经济与管理，2025，39(5)：48-58.
SHAN Jingjing，SONG Deqian，LI Wenjie. Study on the High-Quality Development of Urban Agglomerations in the Yellow River Basin：Based on the Coupled Humanity and Nature[J]. Economy and Management，2025，39(5)：48-58.

[2] BOTO-GARCÍA D，PÉREZ L. The Effect of High Speed Rail

Connectivity and Accessibility on Tourism Seasonality[J]. Journal of Transport Geography，2023，107：103546.

[3] DI MATTEO D. Does High Speed Rail Matter for Tourism? Evidence from Italy[J]. Research in Transportation Business & Management，2023，48：100881.

[4] 王　超，李　越. 黄河流域新质生产力发展的区域差异与收敛性研究[J]. 西北民族大学学报(哲学社会科学版)，2025(3)：70-82.
WANG Chao，LI Yue. Study on Regional Differences and Convergence of New Quality Productive Forces Development in the Yellow River Basin[J]. Journal of Northwest Minzu University (Philosophy and Social Sciences)，2025(3)：70-82.

[5] 顾　昕，柳鲲鹏. 创新政策与城市新质生产力的形成：基于国家创新型城市试点的准自然实验[J]. 科学学研究，2025，43(10)：2131-2141.
GU Xin，LIU Kunpeng. Innovation Policy and the Formation of Urban New Quality Productive Forces：Evidence from the Quasi-Experiment of National Innovative City Pilot Policy[J]. Studies in Science of Science，2025，43(10)：2131-2141.

[6] 曲国华，彭昱清，李春华. 新质生产力视域下政府推进黄河流域实现碳达峰碳中和的逻辑理路与实现策略[J]. 系统科学与数学，2025，45(11)：3561-3590.
QU Guohua，PENG Yuqing，LI Chunhua. The Logical Approach and Implementation Strategies for the Government to Promote the Yellow River Basin to Achieve Carbon Peaking and Carbon Neutrality from the Perspective of New Quality Productivity[J]. Journal of Systems Science and Mathematical Sciences，2025，45(11)：3561-3590.

[7] 林　瑶，徐宗煌，古恒宇. 基于“三元引擎”的黄河流域新质生产力演化及耦合协调发展分析[J]. 经济地理，2025，45(06)：26-35.
LIN Yao，XU Zonghuang，GU Hengyu. Analysis of the Evolution and Coupling Coordinated Development of New Quality Productive Forces in the Yellow River Basin Based on the “Triple-Engine” Model[J]. Economic Geography，2025，45(6)：26-35.

[8] 孔令章，仇　韪，白　洋. 区位优势视角下高铁网络的旅游经济增长效应及作用机制研究[J]. 铁道运输与经济，2025，47(7)：169-181，199.
KONG Lingzhang，QIU Wei，BAI Yang. Tourism Economy Growth Effect and Role Mechanism of High Speed Railway Network from the Perspective of Location Advantage[J]. Railway Transport and Economy，2025，47(7)：169-181，199.

[9] 刘柏伶，李晓东，孔令章，等. 兰新高铁对沿线城市旅游市场发展的影响[J]. 铁道运输与经济，2022，44(2)：79-85.
LIU BaiLing，LI Xiaodong，KONG Lingzhang，et al. Influence of Lanzhou-Xinjiang High Speed Railway on the Development of Tourism Market in Cities along the Route[J]. Railway Transport and Economy，2022，44(2)：79-85.

[10] 何芙蓉，胡北明. 高铁对民族地区旅游发展水平的影响机制研究[J]. 铁道运输与经济，2022，44(1)：91-97.
HE Furong，HU Beiming. Influencing Mechanism of High Speed Railways on the Tourism Development Level in Ethnic Areas[J]. Railway Transport and Economy，2022，44(1)：91-97.

[11] 张得志，李正阳，符宏葵，等. 基于高铁的多式联运网络设计与运力调度联合优化[J]. 铁道科学与工程学报，2025，22(8)：3364-3376.
ZHANG Dezhi，LI Zhengyang，FU Hongkui，et al. Optimization Study on Network Design and Capacity Scheduling in High Speed Rail Integrated Multimodal Transportation System[J]. Journal of Railway Science and Engineering，2025，22(8)：3364-3376.

[12] 耿中元，倪　越，来逢波. 高铁开通对产业结构升级的影响：作用机制和异质性[J]. 中国流通经济，2025，39(6)：16-27.
GENG Zhongyuan，NI Yue，LAI Fengbo. The Impact of High Speed Rail Opening on Industrial Structure Upgrading：Mechanism and Heterogeneity[J]. China Business and Market，2025，39(6)：16-27.

[13] 胡莉娜，刘　军，张江峰. 西藏旅游经济绿色发展效率评价与时空演变：基于超效率SBM模型的实证研究[J]. 商业经济研究，2024(12)：189-192.
HU Lina，LIU Jun，ZHANG Jiangfeng. Efficiency Evaluation and Spatia-Temporal Evolution of Tibet’s Tourism Economy Green Development：Empirical Study Based on the Super-SBM Model[J]. Journal of Commercial Economics，2024(12)：189-192.

[14] 胡莉娜，胡海洋. 基于脱钩理论的西藏旅游业碳排放与经

济增长关系研究[J]. 西藏大学学报(社会科学版)，2019，34(4)：185-192，208.
HU Lina，HU Haiyang. Research on the Changes of Tourism Carbon Dioxide Emissions and the Decoupling Relationship with the Economic Growth of Tibet[J]. Journal of Tibet University，2019，34(4)：185-192，208.

[15] 麻学锋，谭佳欣. 欠发达地区交通网络对旅游休闲业态集聚的影响机理[J]. 地理与地理信息科学，2023，39(5)：122-130.
MA Xuefeng，TAN Jiaxin. Influence Mechanism of Transportation Network on Tourism and Leisure Industry Agglomeration in Underdeveloped Areas[J]. Geography and Geo-information Science，2023，39(5)：122-130.

[16] 吴叶静婷. 高铁对我国旅游业绿色全要素生产率的影响研究[D]. 蚌埠：安徽财经大学，2022.

[17] 彭　敏. 绿色交通对旅游生态效率的影响研究[D]. 成都：西南财经大学，2023.

[18] 王思敏，王金营. 人力资本结构高级化、产业结构变迁对绿色发展效率的作用机制[J]. 科技管理研究，2025，45(16)：172-184.
WANG Simin，WANG Jinying. The Impact Mechanism of Human Capital Structure Optimization and Industrial Structure Transformation on Green Development Efficiency[J]. Science and Technology Management Research，2025，45(16)：172-184.

(责任编辑　汪沁萱)

(上接第205页)

ZHANG Hongbin，LI Jun，JIN Fucai. Research on Dynamic Prediction Method of Railway Wagon Flow Routing Based on Wagon Flow Route Selection Preference[J]. Railway Computer Application，2021，30(4)：31-35.

[14] 刘海涛，张　巍，秦　胜. 基于多品类多车种的铁路网重空车流径路联合优化研究[J]. 铁道运输与经济，2022，44(4)：1-7.
LIU Haitao，ZHANG Wei，QIN Sheng. Research on Joint Optimization of Loaded-Empty Car Flow Routing in Railway Network Based on Multiple Freight Categories and Multiple Wagon Types[J]. Railway Transport and Economy，2022，44(4)：1-7.

[15] 段嘉伟，李志坚. 铁路货运车流径路选择及算法研究[J]. 铁路采购与物流，2024，19(4)：42-45.
DUAN Jiawei，LI Zhijian. Research on Route Selection and Algorithm of Railway Freight Traffic Flow[J]. Railway Purchasing and Logistics，2024，19(4)：42-45.

[16] 王　龙，马建军，林柏梁，等. 铁路网重空车流径路整体优化模型[J]. 北京交通大学学报，2014，38(6)：12-18.
WANG Long，MA Jianjun，LIN Boliang，et al. Optimal Route Choice Model for Loaded and Empty Car Flows in Railway Network[J]. Journal of Beijing Jiaotong University，2014，38(6)：12-18.

[17] AGHAEE S，ALINAGHIAN M，AGHAEE M. Robust Integrated Model for Traffic Routing Optimization and Train Formation Plan with Yard Capacity Constraints and Demand Uncertainty[J]. International Journal of Intelligent Transportation Systems Research，2024，22(2)：407-415.

(责任编辑　魏　然)