文章编号：1003-1421(2025)12-0155-09
引用格式：胡世伟，徐田田，王子洋，等.河南省高速铁路可达性演变对区域经济发展的影响效应研究[J].铁道运输与经济，2025，47(12)：155-163.
HU Shiwei，XU Tiantian，WANG Ziyang，et al. Impact of Henan High Speed Railway Accessibility Evolution on Regional Economic Development[J]. Railway Transport and Economy，2025，47(12)：155-163.

河南省高速铁路可达性演变对区域经济发展的影响效应研究

胡世伟[1]，徐田田[1]，王子洋[2]，孙浩然[1]，崔娜娜[3]

(1.河南铁建投综合开发集团有限公司，河南 郑州 450046；2.北京交通大学 交通运输学院，北京 100044；3.北京交通大学 建筑与艺术学院，北京 100044)

摘 要：高速铁路建设带来的可达性改善不仅会增强沿线城市的空间联系，还会对区域经济发展产生深刻影响。基于2012—2022年河南省高速铁路网络数据，以发车车次和地区人口为指标，采用高斯两步移动搜索法(Ga2SFCA)评估高速铁路可达性指数，并运用时空地理加权回归模型(GTWR)，对高速铁路可达性的演变特征及其对区域经济发展的影响效应进行分析。结果表明，河南省高速铁路可达性水平逐年提升，高值区域总体上由中心向外扩展，与高速铁路站点建设和线路开通密切相关；高速铁路可达性对区域经济发展的影响存在空间差异和动态演变特征，边缘城市受益显著，而以郑州为中心的周边城市则表现出波动性，高速铁路可达性的改善在一定程度上也存在负面影响。

关键词：高速铁路；可达性；两步移动搜索法；时空地理加权回归；河南省
中图分类号：U2-9 **文献标识码**：A **DOI**：10.16668/j.cnki.issn.1003-1421.20241127004

Impact of Henan High Speed Railway Accessibility Evolution on Regional Economic Development

HU Shiwei[1]，XU Tiantian[1]，WANG Ziyang[2]，SUN Haoran[1]，CUI Na'na[3]

(1. Henan RCIC Group Comprehensive Development Group, Zhengzhou 450046, Henan, China; 2. School of Traffic and Transportation, Beijing Jiaotong University, Beijing 100044, China; 3. School of Architecture and Design, Beijing Jiaotong University, Beijing 100044, China)

Abstract: Improved accessibility brought by high speed railway (HSR) construction not only enhances spatial connections among cities along the routes but also exerts profound impacts on regional economic development. Based on Henan's HSR network data from 2012 to 2022, the research took train departures and regional population as indicators, adopted the Gaussian two-step floating catchment area (Ga2SFCA) method to evaluate HSR accessibility indices, and applied the geographically and temporally weighted regression (GTWR) model to analyze the evolutionary characteristics of HSR accessibility and its impact on regional economic development. The results show that Henan's HSR accessibility level increases year by year, and high-value areas generally

收稿日期：2024-11-27 **修订日期**：2025-09-24
通信作者：崔娜娜(1990—)，女，河南周口人，北京交通大学建筑与艺术学院副教授。
基金项目：国家自然科学基金面上项目(5257101269)

expand from the center, which is closely related to the construction of HSR stations and the opening of lines. The impact of HSR accessibility on regional economic development exhibits spatial differences and dynamic evolutionary characteristics: Marginal cities benefit significantly, while surrounding cities centered on Zhengzhou City show volatility, and the improvement of HSR accessibility has negative impacts to a certain extent.

Keywords: High Speed Railway; Accessibility; Two-Step Floating Catchment Area Method; Geographically and Temporally Weighted Regression; Henan Province

0　引言

高速铁路建设作为现代交通体系革命性变革的重要标志，正深刻重构着区域空间经济格局。在“八纵八横”高速铁路网络建设的推动下，高速铁路已成为促进区域协调发展的重要抓手。研究高速铁路可达性演变对区域经济发展的影响，可为政策制定者提供科学依据，指导基础设施投资和区域规划，助力经济增长和可持续发展。

可达性的概念最早由 Hansen[1]在 1959 年提出，指交通网络中各节点之间相互作用的便利程度。高速铁路作为现代交通的核心组成部分，其可达性研究成为交通与经济学领域的重要课题。可达性测算方法多种多样，通常以时间成本和费用成本为基础进行分析[2-4]。何煜超[5]、Gutiérrez[6]运用加权平均旅行时间、经济联系强度等多种评价指标模型，评价国内外不同城市的高速铁路可达性，对比分析高速铁路对区域城市可达性的影响。文娉等[7]从沿线城市加权平均旅行时间和中心城市“小时经济圈”2 个维度分析高速铁路对我国城市可达性的影响。另一种测度方法综合考虑了交通系统的供给与需求，比如潜能模型、两步移动搜索法等。传统的两步移动搜索法在测算中忽略了供需点间距离对出行的影响，因此学者们引入了距离衰减函数进行改进[8-9]。其中，采用高斯函数作为距离衰减函数的高斯两步移动搜索法(Ga2SFCA)被广泛应用[10]。

随着高速铁路网络的快速扩展，可达性对区域经济发展的影响也受到广泛关注[11-12]。国内外多数学者的研究表明，高速铁路的建设和运营显著提高了沿线城市的交通可达性，推动了区域经济一体化，促进了区域间的经济联系[13]。孙娜等[14]基于长三角、长江中游和成渝城市群，黄凯迪等[15]基于京津冀城市群，实证研究指出高速铁路网络连接性的提升对区域经济发展具有显著促进作用，但存在区域异质性。高速铁路对经济发展的影响存在多重视角，一些学者提出了高速铁路对经济发展的负面效应[16]。通过高速铁路推动的生产要素流动，实质上是由周边城市向中心城市集聚[17]，一定程度上将使周边城市的资源外流更加严重，从而导致经济发展受阻，并不利于一些区域的产业结构优化[18-19]。张治国等[20]研究发现高速铁路开通对珠三角城市群引资存在一定程度的外溢效应。一些国外学者的实证研究表明，欧盟高速铁路网络对一些城市具有“边缘化”作用[21]。既有文献对于高速铁路可达性影响的综合评估仍显不足，缺乏对高速铁路可达性时空维度和动态变化的全面理解，对高速铁路长期影响的研究仍显不足，此外多数研究也未充分考虑不同城市之间的差异化影响。

河南省作为国家“中部崛起”战略核心区，承担着“连通境内外、辐射东中西”的枢纽功能。截至 2024 年底，河南省高速铁路总里程超 2 200 km，稳居全国前 10，高速铁路网络密度达 130 km/万 km^2。基于此，以河南省各地级市为研究对象，基于 2012—2022 年高速铁路时刻表及各市社会经济指标，采用 Ga2SFCA 测算高速铁路可达性指数，并构建时空地理加权回归模型分析高速铁路可达性的演变与时空分布规律。通过对高速铁路建设历程中多时间节点的连续观测，系统性揭示可达性如何影响区域经济的发展，从而深化高速铁路经济效应的时空异质性的理论和实证研究，为区域交通经济效应研究提供新的视角和方法。

1　数据来源与研究方法

1.1　研究区域概况

河南省总面积约 16.7 万 km^2，下辖 17 个地级市、1 个省辖县级行政单位、21 个县级市、82 个县。2023 年，河南省常住人口为 9 815 万人，地区生产总值(GDP)为 59 132 亿元，占全国 GDP 的 4.68%。河南省是我国重要的交通枢纽之一，其铁路资源非常丰

富，并且近年来发展迅速，高速铁路网覆盖了全省，并与全国高速铁路网相连，铁路3 h内可达的范围覆盖了我国7.6亿人口和56%的经济总量。河南省已经建成了以郑州为中心的“米”字形高速铁路网，郑州“米”字形高速铁路网示意图如图1所示。

以河南省各市的高速铁路站点为研究对象，河南省高速铁路站点分布演变情况如图2所示。2012年，河南省内开通的高速铁路站点仅有7个，除商丘站外均为郑西高速铁路(郑州东—西安北)沿线站点，连接三门峡、洛阳和郑州。2016年，全省开通运营的高速铁路站点共有19个，12个地级市已开通了高速铁路，空间分布上大致呈现出以郑州为中心的“十”字形布局。2020年，全省开通运营的高速铁路站点已达到37个，16个地级市已开通高速铁路。截至2022年，河南省开通运营的高速铁路站点超过50个，已实现“市市通高铁”，其中



图1　郑州“米”字形高速铁路网示意图

Fig.1　Asterisk-shaped HSR network zhengzhou

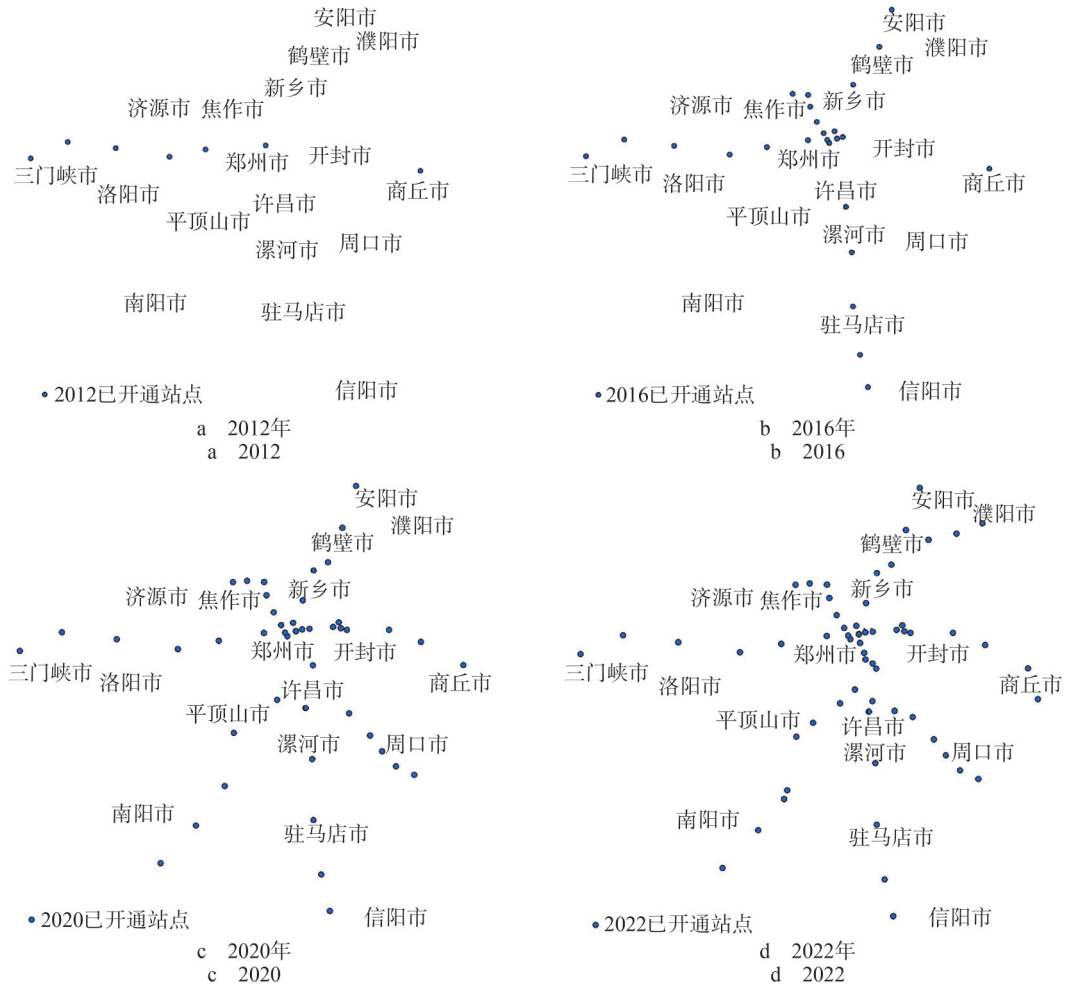

图2　河南省高速铁路站点分布演变情况

Fig.2　Evolution of HSR station distribution in Henan Province

高速铁路站点数量前3的地级市为郑州市、周口市和许昌市，郑州有8个高速铁路站点，周口和许昌均有5个。连点成线可以看到，河南省高速铁路站点的布局已然形成了以郑州为中心枢纽的“米”字形高速铁路网。

1.2　数据来源

根据河南省“米”字形高速铁路网络建设的几个重要节点，如2012年京广高速铁路(北京丰台—广州南)贯通标志着河南高速铁路网初建，2016年郑徐高速铁路(郑州东—徐州东)开通标志着形成“十”字格局，2020年高速铁路里程继续突破，2022年“米”字形高速铁路网全面建成，研究选取2012年、2016年、2020年和2022年作为特征年份。各年份列车时刻表信息来自于铁路12306网站，通过统计G，D，C字头3种动车组列车车次，得到河南省各高速铁路站点的单日发车车次数。以河南省18个省辖市(17个地级市和1个省辖县级行政单位)为研究单元，人口数据、GDP数据及其他社会经济数据均来源于《河南省统计年鉴》。

1.3　变量选取

地方人均生产总值(*Pgdp*)是反映地区经济发展的重要指标，将人均生产总值作为被解释变量，将高速铁路可达性指数作为核心解释变量。由于地区的经济发展往往受到多种因素的影响[22-23]，如城市道路建设、地区招商引资情况、就业水平等，因此选取以下5个具有代表性的控制变量。其中，城市基础设施用年末各市城市道路总长度来表示；外资利用以各地级市外商和港澳台商直接投资金额表示；财政支出用各市一般公共预算支出来表示；城镇化水平用各市城镇人口占总人口比例表示；就业水平用各市总就业人员数量来表示。数据模型的变量定义如表1所示。

表1　数据模型的变量定义

Tab.1　Definition of variables for data model

变量类型	变量名称	变量描述
被解释变量	人均生产总值*Pgdp*	各市人均生产总值，元
核心解释变量	可达性指数*Ai*	各市高速铁路可达性指数
控制变量	城市基础设施*Road*	各市城市道路总长度，km
	外资利用*Fdi*	各市外商和港澳台商直接投资金额，万美元
	财政支出*Cons*	各市一般公共预算支出，亿元
	城镇化水平*Urb*	各市城镇常住人口占总人口比例，%
	就业水平*Emp*	各市总就业人员数量，万人

1.4　研究方法

1.4.1　可达性测算

两步移动搜索(2SFCA)法认为居民仅选择一定阈值范围(时间或空间)内的设施点，分别从供给点和需求点进行2次搜索，确定供给点的供需比，测算需求点的可达性[24]。

第1步，以各个高速铁路站点j为单元，搜索距离中心j阈值范围内的所有需求点i，计算高速铁路站点的供需比R_j为

$$R_j = \frac{S_j}{\sum_{i \in (d_{ij} \leqslant d_0)} D_i} \tag{1}$$

式中：S_j为高速铁路站点j的供给能力，用该站点的单日高速铁路列车发车车次数表示，车次/d；D_i为县域单元点i的需求值，以县域常住人口数量表示，万人；d_{ij}为供给点到需求点的距离，km；d_0为自定义的距离阈值，以城市中各县区质心到站点出行距离的最大值作为该城市高速铁路站点的服务距离阈值。

第2步，以各个需求点i为单元，搜索需求点i在阈值范围内的供给点j，将阈值范围内所有供给点j的供需比R_j进行求和，得到需求点i的可达性指数A_i为

$$A_i = \sum_{j \in (d_{ij} \leqslant d_0)} R_j \tag{2}$$

两步移动搜索法忽略了从需求点到供应点的距离，认为搜索阈值范围内的供给点可达性一致，与实际情况不符。为了更好地表征出行距离对可达性的影响，学者们引入高斯函数进行改进，主要计算公式为

$$G(d_{ij}) = \frac{e^{-\frac{1}{2} \times \left(\frac{d_{ij}}{d_0}\right)^2} - e^{-\frac{1}{2}}}{1 - e^{-\frac{1}{2}}} \tag{3}$$

$$R_j' = \frac{S_j}{\sum_{i \in (d_{ij} \leqslant d_0)} G(d_{ij}) D_i} \tag{4}$$

$$A_i' = \sum_{j \in (d_{ij} \leqslant d_0)} G(d_{ij}) R_j' \tag{5}$$

式中：$G(d_{ij})$为高斯衰减函数；R_j'为改进后的供需比；A_i'为改进后的可达性。

1.4.2　空间面板计量模型

空间自相关性是用来判断一个地区的某个变量和其相邻地区之间是否具有空间相关关系，而变量可用于空间计量模型分析的前提是其具有空间自相关性。全局莫兰指数(Moran's I)是一种用于衡量空间自相关性的统计量，通常用于分析研究区域内空间数据的聚集或离散趋势。其取值范围在-1~1之间，当全局莫兰指数大于0时，表示具有空间正相关性；当其小于0时，表示具有空间负相关性；当其接近于0时，则表示空间随机分布，不呈现显著的相关性。

$$I=\frac{n\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n}w_{ij}\left(x_i-\bar{x}\right)\left(x_j-\bar{x}\right)}{\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n}w_{ij}\sum_{i=1}^{n}\left(x_i-\bar{x}\right)^2} \tag{6}$$

式中：I为全局Moran's I；x_i，x_j为城市i和城市j的观测值；$\bar{x}$为观察值的均值；w_{ij}为城市i与城市j的空间关联权重。

时空地理加权回归(GTWR)是传统地理加权回归(GWR)的扩展，不仅考虑了空间维度，还加入了时间维度，使得模型能够同时捕捉地理位置和时间变化对数据的影响，反映空间数据在时间维度和空间维度上的空间非平稳性[25-26]，其计算式为

$$y_i=\beta_0\left(u_i,\ v_i,\ t_i\right)+\sum_k\beta_k\left(u_i,\ v_i,\ t_i\right)x_{ik}+\varepsilon_i \tag{7}$$

式中：y_i为被解释变量；β_0为基准值系数；$(u_i,\ v_i,\ t_i)$为i的时空坐标；β_k为i的第k个解释变量的回归系数；x_{ik}为i的第k个解释变量；ε_i为随机误差项。

其中，β_k计算公式为

$$\beta_k\left(u_i,\ v_i,\ t_i\right)=\left[\boldsymbol{X}^{\mathrm{T}}\boldsymbol{W}\left(u_i,\ v_i,\ t_i\right)\boldsymbol{X}\right]^{-1}\boldsymbol{X}^{\mathrm{T}}\boldsymbol{W}\left(u_i,\ v_i,\ t_i\right)\boldsymbol{Y} \tag{8}$$

式中：$\boldsymbol{X}$为解释变量的矩阵；$\boldsymbol{Y}$为被解释变量的矩阵；$\boldsymbol{W}$为对角矩阵。

2　河南省高速铁路网络可达性空间演变分析

2.1　高速铁路可达性的总体情况

运用Ga2SFCA计算得到河南省各区县4个年份的高速铁路可达性指数，并根据所选的4个特征年份，对可达性指数进行描述性统计。其中，平均值表示河南省的整体高速铁路可达性水平，标准差和变异系数表示省内各城市间的高速铁路可达性差异。河南省高速铁路可达性指数描述性统计如表2所示。由结果可知，2012—2022年间河南省高速铁路可达性指数从0.021增长到0.268，可达性水平持续提高，2012年和2016年高速铁路可达性指数最大的城市是三门峡市，2020和2022年高速铁路可达性指数最大的城市是郑州市，可达性变异系数从2.857降至0.981，说明各市域间的高速铁路可达性差异正在逐渐缩小。

表2　河南省高速铁路可达性指数描述性统计

Tab.2　Descriptive statistics of HSR accessibility index in Henan Province

统计量	平均值	最大值	标准差	变异系数
2012年	0.021	0.412	0.060	2.857
2016年	0.106	0.600	0.129	1.217
2020年	0.158	0.720	0.158	1.000
2022年	0.268	1.218	0.263	0.981

河南省省辖市高速铁路可达性指数如表3所示，河南省城市群平均可达性变化趋势如图3所示。从2012年起，随着河南省“米”字形高速铁路网的建设，以及各市高速铁路站点逐步建成，各城市的高速铁路可达性指数都有一定程度的提升。2012—2016年间，信阳市、新乡市、驻马店市等8座

表3　河南省省辖市高速铁路可达性指数

Tab.3　HSR accessibility index of prefecture-level cities in Henan Province

城市	高速铁路可达性指数			
	2012年	2016年	2020年	2022年
安阳市	0	0.139	0.171	0.197
鹤壁市	0	0.262	0.306	0.349
焦作市	0	0.118	0.139	0.359
开封市	0	0	0.170	0.198
洛阳市	0.047	0.082	0.157	0.252
漯河市	0	0.301	0.361	0.395
南阳市	0	0	0.003	0.074
平顶山市	0	0	0.008	0.112
濮阳市	0	0	0	0
三门峡市	0.269	0.323	0.398	0.500
商丘市	0.011	0.014	0.174	0.288
新乡市	0	0.103	0.121	0.143
信阳市	0	0.162	0.181	0.222
许昌市	0	0.133	0.138	0.301
郑州市	0.072	0.290	0.427	0.902
周口市	0	0	0.026	0.177
驻马店市	0	0.087	0.118	0.128
济源市	0	0	0	0

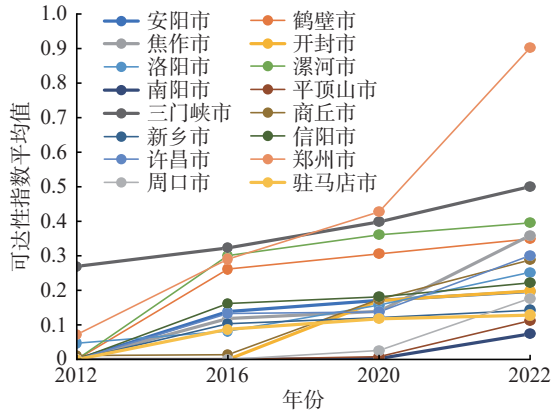

图3　河南省城市群平均可达性变化趋势

Fig.3　Changing trends of average accessibility of urban agglomerations in Henan Province

城市可达性指数从0增至0.1左右；2016—2020年间，开封、南阳等4座城市开通了高速铁路，各市可达性指数基本涨至0.15左右；到2022年，河南省各市的平均可达性指数均呈现出较大的增长，尤其是郑州市。

2.2　可达性空间演变格局

根据高速铁路可达性计算结果，按自然间断法将可达性指数在空间分布上划分为5个等级。2012年河南省已开通高速铁路并投入运营的城市共有4个，从西向东分别是三门峡市、洛阳市、郑州市和商丘市，其运营的铁路线主要为郑西高速铁路线路，其中三门峡市有3座高速铁路站，其高速铁路可达性指数最高，其次是省会城市郑州。2016年河南省内开通高速铁路的城市大幅度增加，空间上初步形成“十”字形布局，其中三门峡、郑州、鹤壁、漯河、信阳的可达性指数都较高，且相对于2012年都有一定程度的提高。2020年河南省高速铁路可达性的“十”字形空间布局更加明显，可达性指数大于0.2的地区均集中在以郑州为中心的纵向和横向的2条走廊上。2022年高速铁路可达性由以郑州为中心的“十”字向全省范围扩散，南阳、平顶山、周口等城市的高速铁路可达性指数都有了明显的提升。

3　河南省高速铁路可达性演变对经济发展的影响效应

3.1　模型检验与选取

首先检验变量在空间分布上的空间自相关性，得到地理距离权重矩阵下被解释变量ln(*Pgdp*)和核心解释变量*Ai*各个特征年份的全局Moran’s I情况。全局Moran’s I如表4所示，各个变量的Moran’s I均大于0，且均通过了1%水平上的显著性检验。因此，本研究选取的变量存在全局空间自相关性，可以运用到空间计量模型中。

为判断空间模型选取的合理性，选取最小二乘估计(OLS)、时间回归模型(TWR)和时空地理加权回归模型(GTWR)，模型指标比较结果如表5所示。*AICc*是评估模型复杂性与拟合优度的一个标准，数值越低，拟合效果越好；R^2是评价模型拟合程度的指标，数值越接近1表示模型拟合越精确。由于GTWR模型的*AICc*低于OLS模型和TWR模型，R^2优于OLS模型和TWR模型，且残差无显著偏态分布，验证了其对时空非平稳性的适应性[27]，因此选取GTWR分析高速铁路可达性演变对城市经济发展的影响效应。

3.2　GTWR结果分析

根据GTWR模型结果，可以得到河南省各城市2012年、2016年、2020年、2022年的影响系数值，其代表了高速铁路可达性对区域经济发展的作用程度。其中，系数为正表示该城市高速铁路可达性的提升对区域经济发展有积极的推动作用；而系数为负则表明，该城市高速铁路可达性指数提升，对区域经济的发展有一定的不利影响。

GTWR模型系数描述性统计如表6所示。通过比较2012—2022年高速铁路可达性系数的各描述性统计值，可以看到可达性系数的最小值均为负值且绝对值整体上呈减小趋势，中位数均为正值且整

表4　全局Moran’s I

Tab.4　Global Moran’s I index

指标	*Ai*				ln(*Pgdp*)			
	2012年	2016年	2020年	2022年	2012年	2016年	2020年	2022年
Moran’s I	0.372	0.510	0.496	0.745	0.363	0.343	0.436	0.285
Z得分	6.887	8.692	8.446	12.714	2.283	2.164	3.239	2.386
P值	0.000	0.000	0.000	0.000	0.022	0.030	0.000	0.020

表5　模型指标比较结果
Tab.5　Comparative results of model indicators

模型类型	OLS	TWR	GTWR
AICc	−59.159	−95.571	−240.766
R^2	0.878	0.913	0.963

表6　GTWR模型系数描述性统计
Tab.6　Descriptive statistics of GTWR model coefficients

系数	最小值	下四分位数	中位数	上四分位数	最大值
Ai_2012	−1.541	−0.279	0.521	1.043	2.025
Ai_2016	−0.947	−0.481	0.114	0.593	1.360
Ai_2020	−0.080	0.168	0.260	0.615	1.144
Ai_2022	−0.584	−0.184	0.092	0.171	1.586
Road	−26.955	−0.532	0.213	0.944	3.002
Cons	−17.957	−0.273	0.809	2.053	6.921
Urb	0.501	0.765	1.096	1.532	8.078
Emp	−2.703	−1.306	−0.774	−0.088	24.120
Fdi	−3.830	−0.558	−0.258	0.281	1.424

体上呈减小趋势，上四分位数和下四分位数也逐渐向零收敛。这些结果表明，高速铁路可达性对河南省各城市人均GDP的影响逐渐趋于平稳，其正向影响或是负向影响的程度在逐步减小。

河南省各省辖市高速铁路可达性指数对人均GDP的系数值如表7所示。2012年开通高速铁路的4个城市中，三门峡、洛阳和郑州的系数均为正值，而商丘市的系数为负值；2016年安阳、鹤壁、驻马店等新开通高速铁路城市系数为正值，而郑州、焦作、新乡等城市的系数为负值；2020年全省除周口市外的所有城市系数均为正值，说明该年高速铁路可达性的提高对全省城市人均GDP均带来了正向影响；2022年有11个城市的系数为正值，7个城市为负值，说明高速铁路可达性的影响在地区之间存在差异。部分城市可达性提升对地区经济有负向影响，其可能的原因包括节点城市的“过道效应”，即该城市可达性改善可能仅体现为“通道功能”，未能转化为本地经济收益，以及核心城市因原有交通网络已较完善，高速铁路的边际效益递减，甚至可能因过度集聚引发拥挤效应。

高速铁路可达性对市域经济发展的影响是动态变化的，不同年份中其对经济发展的影响作用分布都呈现出不同特征。2012—2022年，随着各市高速铁路开通及高速铁路可达性的提高，可达性对区域经济发展的正向影响由河南省西部各市逐渐向全省

表7　高速铁路可达性指数对人均GDP影响的系数值
Tab.7　Coefficient value of impact of HSR accessibility index on per capita GDP

城市	各年份影响系数值			
	2012年	2016年	2020年	2022年
郑州市	0.891	−0.029	0.322	−0.289
开封市	−0.747	−0.778	0.208	0.107
洛阳市	0.923	0.802	0.315	0.111
平顶山市	2.025	1.139	0.791	−0.122
安阳市	0.508	0.403	0.192	−0.091
鹤壁市	0.535	0.593	0.340	0.103
新乡市	−0.270	−0.429	0.009	−0.149
焦作市	1.513	−0.195	0.071	−0.584
濮阳市	−0.307	−0.635	0.165	0.168
许昌市	−0.174	−0.176	0.310	−0.344
漯河市	−0.349	0.141	0.209	0.123
三门峡市	0.834	0.342	0.646	0.684
南阳市	1.797	1.360	0.716	0.076
商丘市	−1.541	−0.947	0.605	0.605
信阳市	0.900	0.593	1.144	1.586
周口市	−0.215	−0.939	−0.080	0.082
驻马店市	0.188	0.102	0.185	0.179
济源市	1.404	0.126	0.169	−0.298

范围扩展，并逐渐形成了差异明显的影响作用区域。空间分布上，位于河南省边缘西南部、北部的市域，如三门峡市、洛阳市、南阳市、驻马店市、鹤壁市、信阳市，高速铁路可达性对其区域经济发展始终有着一定程度的正向影响。而位于河南省中部的郑州市及毗邻郑州市的开封市、许昌市、焦作市和新乡市，高速铁路可达性对其区域经济发展在不同年份有着不同的影响特征。例如，在2016年和2022年，郑州及其周边城市的可达性影响系数均为负值，说明可达性的改善对当地的经济发展带来了一定的负面影响。综合各市的影响情况，可以发现高速铁路可达性对地区经济发展的影响作用，在不同区域随时间变化呈现出不同的影响特征，存在着空间差异和动态演变特征。

4　结论及建议

4.1　结论

本研究以河南省各地级市为研究对象，基于2012—2022年河南省高速铁路网络数据，通过将Ga2SFCA与时空地理加权回归模型相结合，构建了一个用于动态评估高速铁路可达性演变及其经济效

应的分析框架。该框架克服了传统静态空间计量模型的局限性，为优化高速铁路网络布局、推动区域发展提供参考。主要研究结论如下。

（1）河南省高速铁路可达性水平逐年提升，且省内各市之间的高速铁路可达性差异在不断缩小，城市间高速铁路可达性的均衡性在不断增强。空间分布呈现以郑州为核心，向外围梯度递减的特征，区域可达性变化情况与高速铁路站点建设及高速铁路线路的开通运营紧密相关。

（2）高速铁路可达性提升对区域经济发展存在“边缘受益，核心波动”的时空异质性特征。在空间上，呈现出边缘正向影响带和以郑州为中心的中部复杂影响带。边缘城市群因高速铁路网络的延伸而获得显著的发展红利，而在郑州都市圈，高速铁路对经济的影响表现出波动性。

4.2　建议

（1）加密横向高速铁路支线，强化豫东平原(如周口)与豫西山区(如洛阳、三门峡)的直连通道，提升区域间的互联互通；推动跨省高速铁路线路延伸，增强豫东平原(如平顶山、漯河)与长三角城市的网络衔接，提升区域间的互联互通。通过构建多层级的网络体系，既可以缓解郑州枢纽的过境客流压力，也有助于缩小地区间经济发展差距[28-29]。

（2）支持边缘城市承接产业转移，在中部核心城市推进多元化发展策略[30]，以减轻区域竞争压力，建议郑州应聚焦生产性服务业升级，引导制造业向洛阳-许昌轴线转移，形成梯度合理的产业分工体系。

参考文献：

[1] HANSEN W G. How Accessibility Shapes Land Use[J]. Journal of the American Institute of Planners, 1959, 25(2): 73-76.

[2] MOYANO A, MARTÍNEZ H S, CORONADO J M. From Network to Services: A Comparative Accessibility Analysis of the Spanish High Speed Rail System[J]. Transport Policy, 2018, 63: 51-60.

[3] 胡　瑞，于尚坤，刘惠冉，等. 山东半岛城市群高铁可达性及其经济联系响应[J]. 西北大学学报(自然科学版)，2023，53(2)：161-171.
HU Rui, YU Shangkun, LIU Huiran, et al. High Speed Rail Accessibility and Economic Linkage Response in Shandong Peninsula Urban Agglomerations[J]. Journal of Northwest University (Natural Science Edition), 2023, 53(2): 161-171.

[4] 李建梅，刘庆芳，胡昊天，等. 安徽省各市区、县域高铁可达性及其与经济潜力协调发展[J]. 经济地理，2022，42(11)：64-73.
LI Jianmei, LIU Qingfang, HU Haotian, et al. Coordinated Development between the Accessibility of High Speed Rail and Economic Potential in Built-Up Areas and Counties of Anhui Province[J]. Economic Geography, 2022, 42(11): 64-73.

[5] 何煜超. 高速铁路对西南地区可达性及经济联系强度影响研究[D]. 昆明：云南师范大学，2021.

[6] GUTIÉRREZ J. Location, Economic Potential and Daily Accessibility: An Analysis of the Accessibility Impact of the High Speed Line Madrid-Barcelona-French Border[J]. Journal of Transport Geography, 2001, 9(4): 229-242.

[7] 文　婿，韩　旭. 高铁对中国城市可达性和区域经济空间格局的影响[J]. 人文地理，2017，32(1)：99-108.
WEN Hu, HAN Xu. The Impacts of High Speed Rails on the Accessibility and the Spatial Pattern of Regional Economic Development in China[J]. Human Geography, 2017, 32(1): 99-108.

[8] ZHANG F, LI D Z, AHRENTZEN S, et al. Assessing Spatial Disparities of Accessibility to Community-Based Service Resources for Chinese Older Adults Based on Travel Behavior: A City-Wide Study of Nanjing, China[J]. Habitat International, 2019, 88: 101984.

[9] DAI D J, WANG F H. Geographic Disparities in Accessibility to Food Stores in Southwest Mississippi[J]. Environment and Planning B: Planning and Design, 2011, 38(4): 659-677.

[10] YE C D, HU L Q, LI M. Urban Green Space Accessibility Changes in a High-Density City: A Case Study of Macau from 2010 to 2015[J]. Journal of Transport Geography, 2018, 66: 106-115.

[11] CHEN Z H, XUE J B, ROSE A Z, et al. The Impact of High Speed Rail Investment on Economic and Environmental Change in China: A Dynamic CGE Analysis[J]. Transportation Research Part A: Policy and Practice, 2016, 92: 232-245.

[12] 谢　梅，白　薇，吴沁媛，等. 高铁对经济发展的影响[J]. 电子科技大学学报，2020，49(6)：891-904.
XIE Mei, BAI Wei, WU Qinyuan, et al. Impact of High Speed Railway on Economic Development[J]. Journal of University of Electronic Science and Technology of China, 2020, 49(6): 891-904.

[13] 张学良，聂清凯. 高速铁路建设与中国区域经济一体化发展[J]. 现代城市研究，2010，25(6)：7-10.

ZHANG Xueliang，NIE Qingkai. High Speed Rail Construction and the Regional Economic Integration in China[J]. Modern Urban Research，2010，25(6)：7-10.

[14] 孙　娜，杨世伟，陈文晖. 高铁网络结构特征与区域经济协调发展：来自三大城市群的经验[J]. 首都经济贸易大学学报，2024，26(4)：52-67.
SUN Na，YANG Shiwei，CHEN Wenhui. Structural Characteristics of High Speed Rail Network and Coordinated Development of Regional Economy：Experience from Three Major Urban Agglomerations[J]. Journal of Capital University of Economics and Business，2024，26(4)：52-67.

[15] 黄凯迪，许旺土. 高铁空间可达性对城市群经济发展的影响效应分析：以京津冀城市群为例[J]. 北京交通大学学报，2023，47(6)：21-31，49.
HUANG Kaidi，XU Wangtu. Influence of High Speed Rail Spatial Accessibility on Economic Development of Urban Agglomeration：A Case Study of Beijing-Tianjin-Hebei Urban Agglomeration[J]. Journal of Beijing Jiaotong University，2023，47(6)：21-31，49.

[16] VICKERMAN R. High Speed Rail in Europe：Experience and Issues for Future Development[J]. The Annals of Regional Science，1997，31(1)：21-38.

[17] CAO J，LIU X C，WANG Y H，et al. Accessibility Impacts of China's High Speed Rail Network[J]. Journal of Transport Geography，2013，28：12-21.

[18] 汪建丰，李志刚. 沪杭高铁对沿线区域经济发展影响的实证分析[J]. 经济问题探索，2014(9)：74-77.

[19] VICKERMAN R. High Speed Rail and Regional Development：The Case of Intermediate Stations[J]. Journal of Transport Geography，2015，42：157-165.

[20] 张治国，欧国立. 高铁网络、虹吸效应与城市群引资[J]. 经济问题，2022(2)：34-41，78.
ZHANG Zhiguo，OU Guoli. High Speed Rail Network，Siphon Effect and FDI Inflow for Urban Agglomeration[J]. On Economic Problems，2022(2)：34-41，78.

[21] SPIEKERMANN K，WEGENER M. The Shrinking Continent：Accessibility，Competitiveness and Cohesion[EB/OL]. (2023-12-31)[2024-10-10]. https://xueshu. baidu. com/usercenter/paper/show?paperid=bdb48c90935274a8053d84a72724e784.

[22] 唐　卓，蒋惠园，田小勇. 中部地区高铁可达性演变对区域经济的空间效应研究[J]. 武汉理工大学学报(信息与管理工程版)，2023，45(5)：745-752.
TANG Zhuo，JIANG Huiyuan，TIAN Xiaoyong. Research on the Spatial Effect of High Speed Rail Accessibility Evolution on Regional Economy in Central China[J]. Journal of Wuhan University of Technology (Information & Management Engineering)，2023，45(5)：745-752.

[23] LIU Y F，GUAN S. The Impact of Environmental Regulation on the Upgrading of Urban Industrial Structure：A Quasi-Natural Experiment Based on the Two Control Zones Policy[J]. Sustainability，2023，15(18)：13324.

[24] RADKE J，MU L. Spatial Decompositions，Modeling and Mapping Service Regions to Predict Access to Social Programs[J]. Annals of GIS，2000，6(2)：105-112.

[25] BRUNSDON C，FOTHERINGHAM A S，CHARLTON M E. Geographically Weighted Regression：A Method for Exploring Spatial Nonstationarity[J]. Geographical Analysis，1996，28(4)：281-298.

[26] HUANG B，WU B，BARRY M. Geographically and Temporally Weighted Regression for Modeling Spatio-Temporal Variation in House Prices[J]. International Journal of Geographical Information Science，2010，24(3)：383-401.

[27] 韩兆洲，林仲源. 我国最低工资增长机制时空非平稳性测度研究[J]. 统计研究，2017，34(6)：38-51.
HAN Zhaozhou，LIN Zhongyuan. Research on the Measurement of Spatial-Temporal Nonstationarity of the Growth Mechanism of Minimum Wages[J]. Statistical Research，2017，34(6)：38-51.

[28] 吴　鹏，李得伟. 高速铁路新线开通对城市群铁路客运交通网络时空可达性的影响[J]. 铁道运输与经济，2025，47(6)：119-127.
WU Peng，LI Dewei. Impact of Opening of New High Speed Railway Line on Spatiotemporal Accessibility of Railway PassengerTransport Networks for Urban Agglomerations[J]. Railway Transport and Economy，2025，47(6)：119-127.

[29] 马王钰青. 我国国土空间交通可达性测度与时空格局研究[J]. 铁道运输与经济，2025，47(4)：78-87.
MA Wangyuqing. Measurement and Spatial-Temporal Pattern of China's Territorial Spatial Transportation Accessibility[J]. RailwayTransport and Economy，2025，47(4)：78-87.

[30] 李文军，曾俊伟，钱勇生，等. 铁路可达性与城市活力的协调发展研究：以关中平原城市群为例[J]. 铁道运输与经济，2025，47(1)：200-209.
LI Wenjun，ZENG Junwei，QIAN Yongsheng，et al. Coordinated Development of Railway Accessibility and Urban Vitality：A Case Study of Urban Agglomeration in Guanzhong Plain[J]. Railway Transport and Economy，2025，47(1)：200-209.

(责任编辑　李丹丹)