

文章编号:1005-0523(2025)06-0101-09



高铁网络对区域城镇化与生态环境耦合 协调发展的空间效应研究

余得生¹, 蒋诗洁², 霍金昕²

(1. 华东交通大学经济管理学院, 江西 南昌 330013; 2. 华东交通大学交通运输工程学院, 江西 南昌 330013)

摘要:我国西南地区是典型的自然资源丰富但经济发展水平较低的不均衡发展区域。为从多角度探讨高铁对城市协调发展的影响,文章基于2010—2022年西南地区相关数据,运用熵值法、耦合协调度模型和空间计量模型,系统研究了高铁网络对西南地区城镇化与生态环境耦合协调发展的空间效应。研究表明:西南地区城镇化与生态环境的耦合协调度以低水平和中等水平为主,且耦合协调水平持续提升,呈现出明显的空间集聚性和非均衡性特征;高铁网络的中介中心性对城镇化与生态环境耦合协调具有显著的正向影响;在间接效应下,高铁网络对协调度的提升作用更为显著,表现出明显的空间溢出效应。从长远来看,提升高铁网络水平有利于西南地区城镇化与生态环境耦合协调关系的和谐发展,缩小区域内城市发展差距;然而,由于高铁网络对城市协调发展的间接作用更为突出,其效果具有一定的滞后性。

关键词:高铁网络;城镇化;耦合协调度;空间效应

中图分类号:U113

文献标志码:A

本文引用格式:余得生, 蒋诗洁, 霍金昕. 高铁网络对区域城镇化与生态环境耦合协调发展的空间效应研究[J]. 华东交通大学学报, 2025, 42(6): 101-109.

Spatial Effects of High-Speed Rail Network on the Coupled and Coordinated Development of Urbanization and Ecological Environment

Yu Desheng¹, Jiang Shijie², Huo Jinxin²

(1. School of Economics and Management, East China Jiaotong University, Nanchang 330013, China;

2. School of Transportation Engineering, East China Jiaotong University, Nanchang 330013, China)

Abstract: Southwest China is a typical region characterized by rich natural resources but relatively low economic development, leading to unbalanced development. Using panel data from Southwest China spanning 2010 to 2022, this study employs the entropy weight method, coupling coordination degree model, and spatial econometric modeling to systematically examine the spatial spillover effects of high-speed rail network development on the coupled coordination between urbanization and ecological environment in the region. The key findings are as follows: The coupling and coordination degree of urbanization and ecological environment in Southwest China is predominantly at low and medium levels, with a continuous improvement trend, exhibiting typical characteristics of spatial agglomeration and disequilibrium; The betweenness centrality of the high-speed rail network has a

收稿日期: 2025-03-25

基金项目: 江西省社会科学规划项目(22YJ17)

significant positive impact on the coupling and coordination of urbanization and ecological environment; The high-speed rail network exerts a stronger promotional effect on coordination through indirect effects, demonstrating notable spatial spillover effects. In the long term, enhancing the high-speed rail network level is conducive to the harmonious development of the coupling and coordinated relationship between urbanization and ecological environment in Southwest China, and can narrow the development disparities among cities in the region. However, due to the more prominent indirect effect of the high-speed rail network on urban coordinated development, its impact exhibits a certain lag.

Key words: high-speed rail network; urbanization; coupling coordination degree; spatial effect

Citation format: YU D S, JIANG S J, HUO J X. Spatial effects of high-speed rail network on the coupled and coordinated development of urbanization and ecological environment[J]. Journal of East China Jiaotong University, 2025, 42(6): 101-109.

在“交通强国”战略的引领下,中国高速铁路网络的密度呈持续增长态势,覆盖范围亦不断拓展。这一发展态势极大地缩短了中国各城市间的时空距离,加速了资源的优化配置以及市场的深度整合,有力地推动了城镇化进程的优化与演进^[1]。同时,高铁作为具备减排降碳功能的交通工具,其网络化的快速发展能够显著缩短旅行时间,缩小地理空间的感知距离,产生明显的时空压缩效应,进而推动土地的集约利用,缓解城市扩张对生态用地的侵占^[2],推动发展模式从传统粗放型向现代集约型转变^[3]。

目前,关于高铁空间效应的研究主要集中在长三角、珠三角等社会经济发展相对均衡的地区^[4],而西南地区作为典型的发展不平衡地区,相关研究相对匮乏。因此,本文以西南地区高铁网络为研究对象,旨在从不同视角解读高铁对城市发展的影响,系统归纳并阐述其空间效应理论框架,进而为高铁的规划与建设、区域发展战略的制定提供科学依据与理论指导。

1 高铁网络、城镇化、生态环境耦合协调的互动机理

1.1 城镇化与生态环境

城镇化发展借由人口密度提升、经济水平增长、基础设施建设完备等因素与生态环境构建关联。在城镇化进程的作用下,生态环境形成反向效应并作用于城镇化体系,进而对区域城镇化的推进^[5]速率产生影响。两者在这一演变进程中呈现出

对抗与协作的动态平衡,最终趋向一种协调发展的共生模式。

1.2 高铁网络与城镇化

高铁凭借“极化效应”与“扩散效应”的相互作用对经济发展产生影响,显著推动了劳动力、资本等生产要素向高铁沿线核心城市集聚,从而优化空间资源要素配置^[6]。在社会层面与土地利用层面,高铁网络水平的提高通过空间溢出效应加速了沿线城市的经济社会资源流通,提升了资源配置的效率与合理性,为区域经济均衡发展、土地资源的高效利用与开发提供了有力保障^[7]。

1.3 高铁网络与生态环境

高铁是绿色可持续发展理念在交通运输领域的具体实践。在实际运营中,通过优化其交通网络空间布局,进一步消除了阻碍要素流通的障碍,推动区域产业结构的调整与升级,对地区的生态环境保护工作产生积极影响,能够有效降低环境污染^[8]。

2 研究区域概况与研究设计

2.1 研究区域概况

本文所界定的研究区域涵盖云南、贵州、四川三省以及重庆市,共计三省一市。该区域作为我国西部大开发战略的重点实施区域,具有区位类型多元、发展空间广阔、人口与资源优势显著等特征,在自然条件层面,西南地区地貌类型复杂多样,生态资源丰富且种类繁杂^[9]。

2.2 研究设计

2.2.1 变量选取与说明

1) 被解释变量。本研究将城镇化与生态环境耦

合协调度设定为被解释变量。参考已有研究成果^[10],系统构建评价指标体系。其中,选取经济、人口、社会 and 空间 4 个维度共 16 项关键指标构建西南地区城镇化子系统,从资源利用、环境压力和生态改善 3 个维度构建了生态环境子系统,并进一步细化为 11 项具体指标,具体内容见表 1。

2) 核心解释变量。本研究的核心解释变量为高铁网络发展水平。运用社会网络分析方法,将城市视作网络中的节点^[11],量化节点在整体高速铁路网络中的核心作用^[12]。表达式为

$$H_{bc} = \frac{2}{N^2 - 3N + 2} \sum_{f \neq m \neq e}^n \frac{a_{od}^{i,t}}{k_{od}} \tag{1}$$

式中: H_{bc} 为高铁网络发展水平; $a_{od}^{i,t}$ 为在年份 t 所有从城市 o 到城市 d 的最短路径中,经过城市 i 的路径数量; k_{od} 为城市 o 到城市 d 所有最短路径的数量; N 为全部节点城市的总数; f 为路径起点, m 为路径中间点, e 为路径终点。

3) 控制变量。为最大程度降低其他因素对城镇化与生态环境耦合协调度的影响,本研究借鉴并整合城镇化与生态环境耦合协调度影响因素的相

表 1 城镇化与生态环境评价指标体系

Tab.1 Evaluation index system for urbanization-ecological environment

系统层	准则层	权重	指标层	属性	权重
城镇化	经济城镇化	0.311 8	人均地方财政收入	+	0.058 00
			城乡居民人均储蓄存款余额	+	0.099 69
			第三产业产值占比	+	0.110 79
			人均社会消费品零售总额	+	0.043 31
	人口城镇化	0.325 6	城镇化人口比重	+	0.116 67
			第三产业从业人员占比	+	0.048 33
			城镇人口密度	+	0.100 25
			城镇登记失业率	-	0.060 34
	社会城镇化	0.244 7	万人拥有公共图书馆藏书数	+	0.041 66
			万人拥有卫生技术人员数	+	0.067 42
			万人高等教育在校学生数	+	0.070 24
			城镇职工基本养老保险人数	+	0.043 52
			城镇职工基本医疗保险人数	+	0.021 85
	空间城镇化	0.117 9	城镇人口密度	+	0.042 03
			人均城市道路面积	+	0.057 40
			建成区面积占区域总面积之比	+	0.018 49
生态环境	资源禀赋	0.341 9	人均绿地面积	+	0.059 87
			建成区绿化覆盖率	+	0.178 96
			水资源总量	+	0.103 02
	生态压力	0.385 7	工业废水总量	-	0.060 90
			工业二氧化硫排放量	-	0.074 15
			工业粉尘排放量	-	0.099 53
			可吸入细颗粒物年平均浓度	-	0.151 09
	环境改善	0.272 5	生活垃圾无害化处理率	+	0.071 23
			污水处理率	+	0.033 70
			一般工业固体废物综合利用率	+	0.106 84
			工业烟粉尘去除量	+	0.060 70

关研究成果^[13-17],选取控制变量。

政府支持 F_{in} , 选用政府科技支出占财政总支出的比重作为量化指标。

人才聚集度 A_{dt} , 以非农产业就业人员在城市年末总人口中的占比作为评估依据。

绿色技术创新 G_{it} , 采用绿色发明专利与绿色实用新型专利的申请总量评估。

资本聚集度 C_{ad} , 选用城市全社会固定资产投资与城市土地面积的比值作为衡量指标;

服务业水平 S_{st} , 以第三产业增加值在当年GDP增加值中的占比表示。

科技水平 T_{ec} , 以科研、技术服务和地质勘查业从业人数在年末单位从业人员总数中的占比表示。

2.2.2 研究方法

1) 熵值法。熵值法通过衡量指标的分散度来体现各指标的重要性。本文采用了熵值法来确定城镇化与生态环境系统层级中各项指标的权值^[18], 权重计算结果如表1所示。

2) 综合评价水平模型。各指标具体得分和各系统层综合评价水平表达式为

$$U = \sum_{j=1}^n S_j \quad (2)$$

$$S_j = \sum_{j=1}^n A_j X_j \quad (3)$$

$$T = \alpha U_1 + \beta U_2 \quad (4)$$

式中: U 为系统的综合发展得分值, 城镇化、生态环境的系统得分水平分别由 U_1 、 U_2 代替; S_j 为第 j 项指标的得分; A_j 为第 j 项指标的权重; X_j 为指标处理后的标准化值; T 为综合评价水平得分; α 、 β 分别为城镇化、生态环境两个系统的重要程度^[19]。

3) 耦合协调度模型。基于现有研究成果^[12], 本文构建了城镇化与生态环境的双系统耦合度模型^[20]。表达式为

$$C = \left\{ \frac{U_1 \times U_2}{\left[\frac{(U_1 + U_2)^2}{2} \right]} \right\}^{\frac{1}{2}} \quad (5)$$

式中: C 为耦合度, C 值范围为 $[0, 1]$, 当 C 值越大, 系统之间相互作用越强, 发展更加有序, 反之则相互作用越弱, 发展更加无序。

表2 耦合协调度等级

Tab.2 Classification of coupling coordination degree levels

序号	耦合协调度	协调等级	协调类型
1	0~0.09	极度失调	失调衰退
2	0.10~0.19	严重失调	失调衰退
3	0.20~0.29	中度失调	失调衰退
4	0.30~0.39	轻度失调	失调衰退
5	0.40~0.49	濒临失调	中间过渡
6	0.50~0.59	勉强协调	中间过渡
7	0.60~0.69	初级协调	协调提升
8	0.70~0.79	中级协调	协调提升
9	0.80~0.89	良好协调	协调提升
10	0.90~1.00	优质协调	协调提升

耦合度模型仅揭示相互影响程度, 还需结合协调度模型评估效果好坏。表达式为

$$D = \sqrt{C \times T} \quad (6)$$

式中: D 为耦合协调度; T 为城镇化与生态环境耦合的综合评价水平得分。 D 范围为 $[0, 1]$, D 越大, 协调性越好, 反之协调性越差。为了精确表征系统间的协调水平, 本文运用廖重斌^[20]的十级划分法对两大系统的协调度进行分级。

4) 空间自相关分析。空间自相关被分为全局空间自相关和局部空间自相关两个维度, 全局空间自相关一般采用全局莫兰指数, 该指标旨在量化整体空间格局中的关联性和异质性水平^[21]。全局莫兰指数 I_{Moran} 计算式如下

$$I_{Moran} = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} (x_i - \bar{x})(x_j - \bar{x})}{S^2 \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij}} \quad (7)$$

式中: n 为研究城市的总数; w_{ij} 为空间权重矩阵; x_i 和 x_j 分别为城市 i 和城市 j 的变量的样本值; \bar{x} 和 S^2 分别为该城市城镇化与生态环境耦合协调度的均值和方差。局域莫兰指数 I'_{Moran} 计算式如下

$$I'_{Moran} = \frac{(x_i - \bar{x})}{S^2} \sum_{j=1}^n w_{ij} (x_j - \bar{x}) \quad (8)$$

6) 空间计量模型的设定。空间计量经济学模型主要包含空间自回归模型(SAR)、空间误差模型(SEM)以及空间杜宾模型(SDM)等3种基本类型。

SDM具体设定如下

$$Y_{i,t} = \beta_0 + \rho WY_{i,t} + \beta_1 X_{i,t} + \delta_1 WX_{i,t} + \beta_2 X_{i,t} + \delta_2 WX_{i,t} + \lambda W\mu_{i,t} + \varepsilon_{i,t} \quad (9)$$

式中: Y 为被解释变量; i 代表城市; t 代表年份; X 为控制变量; ρ 为被解释变量的空间滞后系数; β_0 、 β_1 、 β_2 为自变量的回归系数; δ_1 、 δ_2 为解释变量的空间滞后系数; λ 为空间误差系数; μ 为误差项; ε 为随机扰动项。

当 $\rho \neq 0$, $\delta = 0$, $\lambda = 0$ 时, 得到 SAR

$$Y_{i,t} = \beta_0 + \rho WY_{i,t} + \beta_1 X_{i,t} + \beta_2 X_{i,t} + \varepsilon_{i,t} \quad (10)$$

当 $\rho = 0$, $\delta = 0$, $\lambda \neq 0$ 时, 得到 SEM

$$Y_{i,t} = \beta_0 + \beta_1 X_{i,t} + \beta_2 X_{i,t} + \lambda W\mu_{i,t} + \varepsilon_{i,t} \quad (11)$$

当上述模型中空间项的系数都为 0 时, 得到经典的线性回归模型 (OLS)

$$Y_{i,t} = \beta_0 + \beta_1 X_{i,t} + \beta_2 X_{i,t} + \varepsilon_{i,t} \quad (12)$$

2.3 数据来源与描述性统计

数据主要源自对应年度的《中国区域经济统计年鉴》《中国城市建设统计年鉴》以及各地级市统计年鉴、政府网站等, 另外通过插值法及年均增长率计算处理数据缺失。

3 结果分析

3.1 耦合协调度分析

将 2010—2022 年西南地区各城市城镇化与生态环境的耦合协调度制作成 3D 曲面图, 如图 1 所示。可以看出, 耦合协调度随着时间逐步提升, 区域发展表现出越来越高的协调性。虽然早期不同城市间的差异较为显著, 但随着时间的推移, 城市间耦合协调度的差异逐渐缩小, 表现出区域一体化趋势。

3.2 空间自相关分析

2010—2022 年城镇化与生态环境耦合协调度的 I_{Moran} 测算结果如表 3 所示, 其中***、**和*分别表示在 1%、5% 和 10% 的水平上显著。耦合协调度的 I_{Moran} 在研究样本期间均显著为正, 表明耦合协调度呈现正向空间相关性, 应选用空间计量模型。

在 I'_{Moran} 散点图中, 不同象限揭示了空间相关性的不同模式, 其中第一和第三象限分别代表高-高 (H-H) 和低-低 (L-L) 类型的正相关, 而第二和第四象限则对应于高-低 (H-L) 和低-高 (L-H) 类型的负相关。从散点图中发现成都、重庆、贵阳、昆明等中心城市的耦合协调度多呈现“H-H”聚集, 但普洱、临沧等外围城市多呈现“L-L”聚集, 区域中心城市

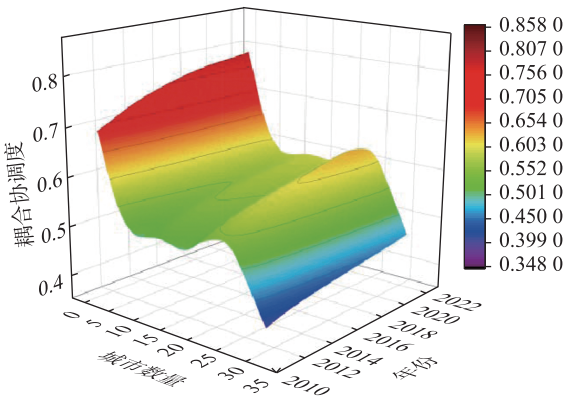


图 1 耦合协调度 3D 曲面图
Fig. 1 3D Surface chart of the coupling coordination degree

表 3 耦合协调度的 I_{Moran}
Tab.3 I_{Moran} of coupling coordination degree

年份	I_{Moran}
2010	0.244 8***
2011	0.243 0***
2012	0.250 2***
2013	0.255 5***
2014	0.260 2***
2015	0.258 3***
2016	0.260 6***
2017	0.257 8***
2018	0.262 9***
2019	0.258 6***
2020	0.267 1***
2021	0.266 8***
2022	0.268 6***

连接度更强, 其通过有效整合科技共享与产业协同资源, 并注重生态资源的合理利用, 从而实现更高水平的协调发展; 因此中心城市的协调程度更高, 外围城市更低。

3.3 空间溢出效应分析

3.3.1 空间模型的选择

分别采用 LM 检验、Wald 检验、LR 检验、Hausman 检验、固定效应检验来作为选择空间计量模型的依据, 具体结果如表 4 所示。

通过以上检验结果, 最终确定了模型的具体形式为双向固定效应的 SDM 作为分析高铁网络影响下城镇化与生态环境耦合变化的计量模型, 具体计

表4 模型相关检验
Tab.4 Model-related tests

检验方法	检验内容	检验方法及含义	检验结果	结论
LM 检验	LM-lag	滞后因变量不存在自相关	5.512***	使用 SLM/SDM
	RLM-lag	滞后因变量不存在自相关	5.576***	
	LM-err	误差不存在自相关	0.001	
	RLM-err	误差不存在自相关	0.065	
Wald 检验	Wald-lag	SDM 是否能够退化为 SLM	40.55***	使用 SDM
	Wald-error	SDM 是否能够退化为 SEM	49.9***	
LR 检验	LR-err	SDM 是否能够退化为 SLM	62.35***	使用 SDM
	LR-lag	SDM 是否能够退化为 SEM	64.25***	
Hausman 检验	Hausman	选择固定效应还是随机效应	-0.94	使用双向固定效应模型
固定效应检验	LR-ind-both	是否选择个体固定效应	151.82***	
	LR-time-both	是否选择时间固定效应	1 893.33***	

量模型如式(9)。

3.3.2 空间杜宾模型估计

由表5列(3)中SDM模型回归结果可知, H_{bc} 的系数为0.000 034 2, 并且在1%水平下显著, 表明高铁网络的发展能够显著促进社会的协调发展水平。 H_{bc} 的空间滞后系数在5%的显著性水平下为0.000 025 9, 这揭示了高铁网络发展存在显著的空间溢出效应。另外, 其空间自回归系数rho为0.362 2, 且也在1%的水平下显著, 说明存在正向关联性, 随机误差项方差Sigma2_e在1%的水平下显著且数值较小, 证明拟合效果较好。

由其他控制变量结果可知, A_{dt} 与 D 呈负相关, 人口迅速集聚加剧了城市环境压力, 过度消费、资源能源滥用等现象频发, 进而导致耦合协调水平下滑; C_{ad} 系数显著为正, 表明聚集经济有益于提升资源利用效率及环境质量关注度, 从而减轻污染, 增强生态效率; S_{el} 与 D 正相关, 这可能源于第三产业逐步向第一、第二产业融合, 整体科技水平提升, 部分地区服务业已成为支柱产业, 对经济与环境贡献显现优势; T_{ec} 在1%水平上显著正相关, 有力佐证了科技乃发展首要驱动力。其他控制变量包括 F_{in} 与 G_{ti} 并不具有统计上的显著性。

3.3.3 SDM效应分解

简单利用回归系数来研究变量的空间溢出效应, 所得的结论可能具有一定的误差。为更准确地反映高铁网络发展水平对耦合协调度发展影响的溢出方向与大小, 依据偏微分法的效应分解结果如表6所示。

表5 空间计量模型回归结果

Tab.5 Regression results of the spatial econometric model

变量	SLM (1)	SEM (2)	SDM (3)
H_{bc}	0.000 039*** (8.81×10 ⁻⁶)	0.000 034 6*** (8.51×10 ⁻⁶)	0.000 034 2*** (8.49×10 ⁻⁶)
F_{in}	6.35×10 ⁻⁶ (0.000 053 5)	-0.000 038 (0.000 055 8)	-0.000 084 6 (0.000 053 5)
A_{dt}	-0.000 204 3** (0.000 090 5)	-0.000 236 3*** (0.000 087)	-0.000 163 7* (0.000 089)
G_{ti}	-0.000 085 1 (0.000 141 8)	-0.000 082 5 (0.000 133 8)	-0.000 167 2 (0.000 135 3)
C_{ad}	1.16×10 ⁻⁶ *** (4.94×10 ⁻⁷)	1.18×10 ⁻⁶ *** (4.65×10 ⁻⁷)	8.84×10 ⁻⁷ * (4.77×10 ⁻⁷)
S_{el}	0.000 207 7*** (0.000 072)	0.000 225 8*** (0.000 073)	0.000 184 2*** (0.000 072 6)
T_{ec}	0.037 181 3 (0.026 607 7)	0.058 300 7** (0.025 665 5)	0.060 181 8*** (0.026 013 9)
$L*H_{bc}$			0.000 025 9** (0.000 024 4)
$L*F_{in}$			0.000 047 4*** (0.000 132 6)
$L*A_{dt}$			0.000 246 7 (0.000 198 6)
$L*G_{ti}$			-0.000 463 8* (0.000 258 4)
$L*C_{ad}$			-7.96×10 ⁻⁷ (6.47×10 ⁻⁷)
$L*S_{el}$			0.000 015 7*** (0.000 015 7)
$L*T_{ec}$			-1.096 592* (0.606 174)
rho	0.344 979 1*** (0.061 001 1)	0.439 662 3*** (0.066 171 1)	0.362 219 4*** (0.069 095 6)
Sigma2_e	0.000 015 8*** (1.17×10 ⁻⁶)	0.000 015 2*** (1.14×10 ⁻⁶)	0.000 013 9*** (1.04×10 ⁻⁶)
观测值	3 244	3 244	3 244

表6 空间效应分解结果

Tab.6 Decomposition results of spatial effects

变量	直接效应	间接效应	总效应
H_{bc}	0.000 038 1*** (9.31×10^{-6})	0.000 054 8* (0.000 032 5)	0.000 092 9*** (0.000 037 3)
控制变量	控制	控制	控制
时间固定效应	是	是	是
地区固定效应	是	是	是

根据分解结果可得, H_{bc} 对 D 的直接影响、间接影响以及综合影响均在1%的显著性水平下呈现为正值,表明高铁作为中介节点,在提升城镇化与生态环境耦合协调度方面发挥着显著的作用;具体来看, H_{bc} 对 D 的间接效应值大于直接效应值,这证实了 H_{bc} 对 D 的提升具有更为显著的空间溢出效果。即高铁网络发展水平不仅能够直接促进经济活动,还能通过激发市场活力、影响企业布局等途径,对周边城市乃至整个社会与环境系统的协同运作产生更为广泛且持久的影响。

4 结论与建议

4.1 结论

1) 西南地区城镇化与生态环境耦合协调度在波动中逐渐提升,呈现出协调发展型的中心城市拉动协调过渡型城市,并缓步辐射到外围失调型城市发展的时空分布特征。

2) 高铁网络发展水平同城城镇化与生态环境耦合协调度之间呈显著正相关,地区的高铁网络连接度越强,越能有效地利用科技共享、产业协同等资源,从而实现更高的经济效益,进而推动节点城市的协同发展,同时其他地区的高铁网络建设水平能够通过地理空间和经济空间的相互作用,促进邻接城市的城镇化进程和生态环境的和谐发展。

3) 高铁网络所带来的经济与环境效应影响是间接的,高铁建设水平的提升会促进要素流动、扩大市场准入规模与优化企业营商环境等,其带来的空间溢出效应更为广泛且长效,能够促进体系中各元素的协同效应。

4.2 建议

1) 推动城镇化高质量发展,兼顾生态系统保护与优化。推动城镇化均衡发展应聚焦于人口与经济短板,致力于资源的均衡配置,提升城镇人口综

合素养。应加大对普洱、保山、临沧等发展滞后城市的资金及政策扶持力度,构建以成都、重庆、贵阳、昆明为核心的区域绿色科技创新体系,利用其中心城市的辐射效应,通过缓解特定区域的生态负荷,增强区域生态系统复原力。促进科技成果向生态改善转化,形成区域协同合作的新格局,共享生态治理经验及成果,彰显地方特色优势。

2) 最大化利用高铁网络中心性的正向外部效应,以驱动区域经济与环境的可持续健康发展。尽管高铁建设面临高度的技术难题、庞大的投资费用以及漫长的实施周期,但从长远角度观察,其具有显著的空间溢出效应,展现出的优势明显超越潜在的负面因素。故而,需持续推进高铁建设进程,以实现经济与环境的和谐共进。

3) 增强各类城市高铁网络中心性,推动城际协调共进。利用现代科技手段,科学优化高铁发车频次,动态调整可达性,使其与城市发展需求紧密对接,提升西南地区不同类型城市在高铁网络中的中心性,从而加速资源流动,提升资源配置效率。此外,应持续完善配套设施,提升高铁服务的便捷性和人性化水平,并根据区域特点因地制宜推进高铁网络建设水平,充分发挥高质量交通工具的作用,促进城市社会发展与自然环境和谐共生。

参考文献:

- [1] CHEN G N, DE ABREU E SILVA J. Regional impacts of high-speed rail: a review of methods and models[J]. Transportation Letters, 2013, 5(3): 131-143.
- [2] GARMENDIA M, RIBALAYGUA C, UREÑA J M. High speed rail: implication for cities[J]. Cities, 2012, 29: S26-S31.
- [3] 张明斗, 闫显睿. 低碳战略能否增强城市经济发展与生态环境的协调性: 基于低碳城市试点的准自然实验[J]. 广东财经大学学报, 2023, 38(3): 24-37.
ZHANG M D, YAN Y R. Can low-carbon strategy enhance the coordination between economic development and ecological environment: quasi-natural experiments based on low-carbon city pilot policy[J]. Journal of Guangdong University of Finance & Economics, 2023, 38(3): 24-37.
- [4] 崔新蕾, 白莹莹. 高铁建设对区域协同创新能力的影响效应[J]. 河南工业大学学报(社会科学版), 2024, 40(2): 43-53.

- CUI X L, BAI Y Y. The impact of high-speed rail construction on regional collaborative innovation capability [J]. Journal of Henan University of Technology (Social Science Edition), 2024, 40(2): 43-53.
- [5] 王少剑, 崔子恬, 林靖杰, 等. 珠三角地区城镇化与生态韧性的耦合协调研究[J]. 地理学报, 2021, 76(4): 973-991.
- WANG S J, CUI Z T, LIN J J, et al. Coupling relationship between urbanization and ecological resilience in the Pearl River Delta[J]. Acta Geographica Sinica, 2021, 76(4): 973-991.
- [6] 徐玉萍, 董晓梅, 王宗宇. 城市旅游经济的高铁效应及其机理研究[J]. 华东交通大学学报, 2025, 42(1): 61-72.
- XU Y P, DONG X M, WANG Z Y. Study on the effect and mechanism of high-speed rail in urban tourism economy[J]. Journal of East China Jiaotong University, 2025, 42(1): 61-72.
- [7] 李海峰, 孙宏睿. 高铁开通对新型城镇化质量影响: 以云南省为例[J]. 物流科技, 2022, 45(3): 114-120.
- LI H F, SUN H R. The impact of high-speed railway on the quality of new-type urbanization: a case study of Yunnan Province[J]. Logistics Sci-Tech, 2022, 45(3): 114-120.
- [8] 徐玉萍, 梅哲源, 胡永威. 高铁开通对城市绿色创新“量质齐升”影响研究[J]. 华东交通大学学报, 2025, 42(3): 87-95.
- XU Y P, MEI Z Y, HU Y W. Research on the impact of high-speed railway opening on the “dual enhancement of quantity and quality” in urban green innovation[J]. Journal of East China Jiaotong University, 2025, 42(3): 87-95.
- [9] 张欣, 崔日明. 西部地区嵌入“双循环”新发展格局的策略研究[J]. 云南民族大学学报(哲学社会科学版), 2021, 38(3): 128-135.
- ZHANG X, CUI R M. A study of the strategy for western China's involvement in the new “dual-circulation” development pattern[J]. Journal of Yunnan Minzu University (Social Sciences), 2021, 38(3): 128-135.
- [10] 王佳轶, 冉光泰, 肖世平, 等. 长江经济带旅游经济-城镇化-生态环境耦合研究[J]. 人民长江, 2024, 55(10): 38-47.
- WANG J W, RAN G T, XIAO S P, et al. Study on coupling of tourism economy-urbanization-ecological environment of Yangtze River Economic Belt[J]. Yangtze River, 2024, 55(10): 38-47.
- [11] 兰秀娟. 高铁网络促进了城市群经济高质量发展吗[J]. 经济与管理研究, 2022, 43(6): 106-128.
- LAN X J. Does high-speed rail network promote high-quality economic development of urban agglomeration [J]. Research on Economics and Management, 2022, 43(6): 106-128.
- [12] 生延超, 刘晴. 人力资本与区域旅游经济效率差异研究: 演进、机理与检验[J]. 湖南财政经济学院学报, 2020, 36(1): 5-18.
- SHENG Y C, LIU Q. The difference between human capital and regional tourism economic efficiency: evolution, mechanism and test[J]. Journal of Hunan University of Finance and Economics, 2020, 36(1): 5-18.
- [13] 古惠冬, 杨维光, 陈文捷. 绿色技术创新对城市碳减排的效应研究[J]. 学术探索, 2022(3): 120-132.
- GU H D, YANG W G, CHEN W J. Effect of green technology innovation on urban carbon emission reduction [J]. Academic Exploration, 2022(3): 120-132.
- [14] 杨思莹, 李政, 李嘉辰. 工业智能化转型的环境效应及其机制研究[J]. 南开经济研究, 2023(11): 186-209.
- YANG S Y, LI Z, LI J C. The environmental effects and mechanisms of industrial intelligence[J]. Nankai Economic Studies, 2023(11): 186-209.
- [15] 徐英启, 程钰, 王晶晶. 中国资源型城市碳排放效率时空演变与绿色技术创新影响[J]. 地理研究, 2023, 42(3): 878-894.
- XU Y Q, CHENG Y, WANG J J. The impact of green technological innovation on the spatiotemporal evolution of carbon emission efficiency of resource-based cities in China[J]. Geographical Research, 2023, 42(3): 878-894.
- [16] 康华, 扈文秀, 吴祖光. 国家创新体系、资本密度与我国上市公司研发投入: 基于制度观视角[J]. 科技管理研究, 2016, 36(6): 31-35.
- KANG H, HU W X, WU Z G. NIS, capital intensity and R & D expenditure of Chinese listed firm based on IBV [J]. Science and Technology Management Research, 2016, 36(6): 31-35.
- [17] 万其龙, 耿鹏. 金融集聚对产业结构升级的非线性效应研究[J]. 信阳师范学院学报(哲学社会科学版), 2023, 43(4): 65-70.

- WAN Q L, GENG P. The nonlinear effect of financial agglomeration on industrial structure upgrading[J]. Journal of Xinyang Normal University (Philosophy and Social Sciences Edition), 2023, 43(4): 65-70.
- [18] 王录仓, 王航. 张掖市甘州区乡镇发展水平评价及分析[J]. 干旱区资源与环境, 2007, 21(6): 34-38.
- WANG L C, WANG H. Evaluation and analysis on the development level of villages and towns in Ganzhou district of Zhangye City[J]. Journal of Arid Land Resources and Environment, 2007, 21(6): 34-38.
- [19] 徐玉萍, 王宗宇, 董晓梅. 长江经济带城市经济与高铁网络协同发展研究[J]. 华东交通大学学报, 2024, 41(6): 50-57.
- XU Y P, WANG Z Y, DONG X M. Study on the synergistic development of urban economy and high-speed railway network in the Yangtze River economic belt[J]. Journal of East China Jiaotong University, 2024, 41(6): 50-57.
- [20] 廖重斌. 环境与经济协调发展的定量评判及其分类体系: 以珠江三角洲城市群为例[J]. 热带地理, 1999, 19(2): 171-177.
- LIAO C B. Quantitative judgement and classification system for coordinated development of environment and economy: a case study of the city group in the Pearl River Delta[J]. Tropical Geography, 1999, 19(2): 171-177.
- [21] 王保林, 户艳领, 李依弯. 京津冀城市群绿色创新效率测度及空间效应研究[J]. 河北经贸大学学报, 2023, 44(2): 88-99.
- WANG B L, HU Y L, LI Y W. Study on the measurement and spatial effect of green innovation efficiency in Beijing-Tianjin-Hebei urban agglomeration[J]. Journal of Hebei University of Economics and Business, 2023, 44(2): 88-99.



通信作者:余得生(1971—),男,教授,博士,硕士生导师,研究方向为市场营销管理、创业投资管理。E-mail:545617186@qq.com。

(责任编辑:姜红贵)