文章编号：1003-1421(2026)06-0193-10
引用格式：胡颖，范各咪. 中国-中南半岛经济走廊“跨国交通-贸易-产业”耦合协调效应研究[J]. 铁道运输与经济，2026，48(6)：193-202.
HU Ying，FAN Gemi. “Cross-Border Transport， Trade， and Industry” Coupling Coordination Effects in China-Indochina Peninsula Economic Corridor[J]. Railway Transport and Economy，2026，48(6)：193-202.

中国-中南半岛经济走廊“跨国交通-贸易-产业”耦合协调效应研究

胡　颖，范各咪

(云南大学 经济学院，云南 昆明　650504)

摘　要：中国-中南半岛经济走廊作为“一带一路”六大走廊之一，是深化中国-东盟区域经济一体化的关键载体。研究基于2013—2023年跨境铁路沿线19个城市的面板数据，构建交通-贸易-产业三系统耦合协调度模型，深入分析跨国交通、贸易与产业的耦合协调机制。研究发现：跨境铁路显著提升了区域交通可达性，整体呈现“北高南低”的梯度递减空间格局；跨境铁路联通显著增强了区域贸易联系，形成以昆明-河内-曼谷为核心的空间圈层结构；跨境铁路对第二产业产生明显集聚效应，但对第一和第三产业的空间重构作用有限；三系统耦合协调度整体呈现上升趋势，并表现出空间关联特征，但局部失衡问题依然突出。进一步研究表明，强化跨境交通网络联通与空间协同是实现区域协调发展的关键路径。

关键词：中国-中南半岛经济走廊；跨国交通；经济联系；产业集聚；耦合协调度
中图分类号：U2-9；F531　　**文献标识码**：A　　**DOI**：10.16668/j.cnki.issn.1003-1421.20250419001

“Cross-Border Transport， Trade， and Industry” Coupling Coordination Effects in China-Indochina Peninsula Economic Corridor

HU Ying，FAN Gemi

(School of Economics, Yunnan University, Kunming 650504, Yunnan, China)

Abstract: As one of the six major corridors of the “Belt and Road Initiative”, the China-Indochina Peninsula Economic Corridor is a key platform for deepening China-ASEAN regional economic integration. This study was based on panel data of 19 cities along cross-border railways from 2013 to 2023 and established a three-system coupling coordination model for transport, trade, and industry to examine the coupling coordination mechanism among them. The results show that cross-border railways significantly improve regional transport accessibility, which presents a spatial gradient featuring “high in the north and low in the south”. Cross-border railway connections strengthen regional trade linkages and form a spatial ring structure centered on Kunming, Hanoi, and Bangkok. Cross-border railways generate a clear agglomeration effect on the secondary industry, while their spatial restructuring effect on the

收稿日期：2025-04-19　　**修订日期**：2025-07-19
基金项目：国家自然科学基金项目(72563035)；云南省基础研究计划重点项目(202601AS070040)；云南省中青年学术和技术带头人后备人才项目(202405AC350109)；云南省第二批重点培育新型智库项目(2026-16-06)

primary and tertiary industries remains limited. The coupling coordination degree of the three systems exhibits an overall upward trend and demonstrates spatial correlation, although local imbalances are still evident. Further analysis indicates that enhancing cross-border transport network connectivity and spatial coordination is a key path toward achieving regional coordinated development.

Keywords: China-Indochina Peninsula Economic Corridor; Cross-Border Transport; Economic Linkage; Industrial Agglomeration; Coupling Coordination Degree

0　引言

党的二十大报告明确提出“加快建设交通强国、贸易强国，深化‘一带一路’高质量发展”。中国-中南半岛经济走廊作为“一带一路”六大走廊之一，依托我国西南区位优势，联通东南亚市场与成渝经济圈，已成为深化中国-东盟合作的关键载体。2021年中老铁路(昆明—万象)通车、中缅印度洋新通道(昆明—仰光)开通、中越铁路(昆明/南宁—河内)境内段竣工、境外段达成并轨，区域互联互通显著提升。然而，中国-中南半岛经济走廊各国在物流网络联通性、产业结构匹配度、贸易结构互补性方面存在显著梯度差异，交通设施外溢效应尚未有效转化为产业协同和贸易网络优势，制约了走廊整体效能的释放。研究聚焦跨境铁路对交通可达性、贸易网络与产业布局的时空效应，揭示其内在的协同发展规律与空间溢出效应，为促进中国-中南半岛经济走廊一体化发展提供理论支撑与实证依据。

自福格尔提出基础设施与经济增长的理论基础以来，铁路经济效益研究主要围绕以下3个维度展开。①铁路经济效应的双向性。正向拉动效应表现为交通运力提升直接加速要素流动[1]，通过产业、空间、人口和知识信息四维集聚[2-4]，形成“集聚租金”[5]，推动城市密度提升和规模经济[6]。然而，受区域规模异质性的影响，要素向中心城市的单向集聚会扩大区域差距产生极化效应[7]，强化核心-边缘结构[8]。②铁路推动空间重塑的机制和路径。交通可达性改善通过时空压缩效应降低交易成本[9]，空间溢出效应借助点-轴-网络系统实现要素跨域辐射[10]，圈层结构演变通过要素集散度分异重塑区域格局[11]。③经济走廊的阶段性演进规律。经济走廊演化遵循从运输通道起步，经物流、城市发展等阶段最终形成跨境经济走廊[12-13]，本质上是“点-轴”系统在空间上的动态演化[14]，依托基础设施联通实现生产要素跨境配置[15]，通过产业集群和贸易网络构建带状经济结构[16]。

现有研究为分析交通基础设施的经济效应奠定了重要基础，但仍存在可拓展空间。首先在研究范畴层面，现有关于铁路的研究多聚焦于本国，无需考虑国家间的疆界和壁垒对要素流动的影响。其次在系统关联性层面，既有研究多采用单要素或二元静态的分析框架，难以揭示交通、贸易、产业间的非线性交互与协同演化动态机制。鉴于此，研究基于2013—2023年跨境铁路沿线19个城市的多维面板数据，构建交通-贸易-产业复合系统耦合协调度模型，系统分析该复合系统的时空分异、耦合机理与空间集聚特征。结合地缘经济格局，构建多主体协同优化模型，提出适配区域异质性的优化策略，助力构建陆海联动、双向互济的跨国经济走廊。

1　中国-中南半岛交通、贸易和产业发展现状

1.1　中国-中南半岛交通发展现状

中国-中南半岛跨境铁路是我国与东盟国家共同推进“一带一路”倡议的重大合作项目，主要围绕泛亚铁路规划展开，分为东、中、西三线，贯通老挝、柬埔寨、缅甸、越南、泰国、马来西亚、新加坡以及中国。东线即中越铁路，现阶段部分建成并运营，连接中国昆明、南宁与越南河内，联通海防港，南延至胡志明市。中线即中老泰铁路，我国至老挝万象段已建成通车，万象至泰国曼谷段正在推进建设，远期计划贯通至马来西亚。西线即中缅印度洋新通道，从重庆经云南出境，通过海公铁联运连接缅甸仰光港。2013—2023年，中国-中南半岛地区的交通网络总体实现快速增长。老挝铁路里程实现118%的增长；我国云南省增长98%；缅甸、马来西亚与新加坡保持约50%的中等增速；泰国、

越南增长趋缓，柬埔寨铁路建设则基本处于停滞状态。

1.2　中国–中南半岛贸易发展现状

自“一带一路”倡议提出以来，中国–中南半岛经济走廊国际贸易规模总体呈上升趋势。跨国交通通过提高运输效率降低物流成本，推动国际贸易网络形成，深化区域经贸合作。中国–中南半岛经济走廊国际贸易变化趋势如图1所示，2013—2023年区域内贸易总额增长43.8%，年均增速为4%，进口和出口贸易额分别增长44.5%和43.1%。

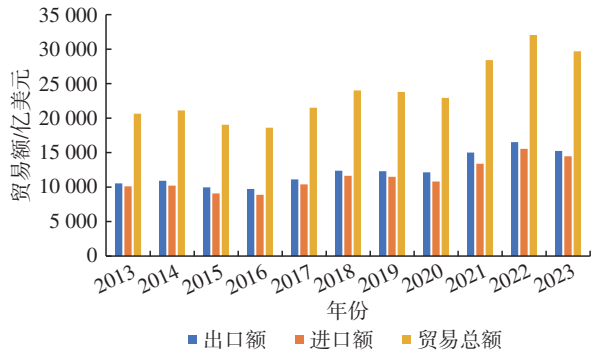

图1　中国–中南半岛经济走廊国际贸易变化趋势

Fig.1　Changes in international trade along China–Indochina Peninsula Economic Corridor

1.3　中国–中南半岛产业发展现状

跨国交通基础设施的完善，显著促进了中国–中南半岛经济走廊的产业结构向服务型经济加速转型。中国–中南半岛经济走廊第一、第二、第三产业演进趋势如图2所示，2013—2023年间，第三产业凭借高流动性与高附加值特征，与跨国交通网络的协同效应最强，增幅高达87.9%，其主导地位持续巩固。第二产业受交通改善与国际贸易环境变化的双重作用，总体呈波动上升趋势，总体增幅为56.4%。第一产业则保持稳定，但在区域经济格局中的相对比重呈现边际递减。

2　研究设计

2.1　评价指标体系构建

2.1.1　跨国交通指标

为衡量跨国交通指标，考察各国间跨国交通可达性[17]，参考宗会明等[18]的评价方法，采用平均最短出行时间构建跨国交通子系统，计算公式为

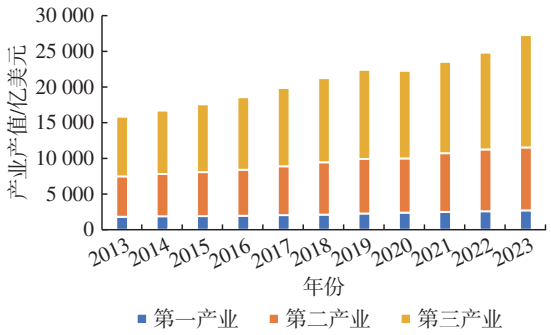

图2　中国–中南半岛经济走廊第一、第二、第三产业演进趋势

Fig.2　Evolution of primary, secondary, and tertiary industries along China–Indochina Peninsula Economic Corridor

$$AT_i = \sum_{j=1}^{n} \frac{T_{ij}}{n-1} \tag{1}$$

式中：AT_i为区域内城市节点间的交通可达性，h，其数值越小，表示节点间可达性越高；i，j为研究区域中的节点；n为节点城市i以外的节点总数；T_{ij}为从节点i通过交通网络到达节点j的最短通行时间，h。

2.1.2　贸易强度指标

现有研究主要采用引力模型量化城市之间的经济联系，以跨境经济联系衡量贸易强度[19–20]。研究借鉴初楠臣[21]的做法，利用城市综合实力的复合指标修正传统引力模型，考察城市间的经济空间联系以构建贸易子系统。

$$R_{ij} = \frac{\sqrt[3]{P_i \times G_i \times W_i} \times \sqrt[3]{P_j \times G_j \times W_j}}{T_{ij}^{\,2}} \tag{2}$$

$$R_i = \sum_{j=1}^{n} R_{ij} \tag{3}$$

式中：R_{ij}为城市i和城市j的经济联系强度，亿美元·万人/h^2；P_i，P_j分别表示城市i和城市j的人口，万人；G_i，G_j分别表示城市i和城市j的GDP，亿美元；W_i，W_j分别为城市i和城市j的贸易额，亿美元；R_i表示城市i的经济联系总量。

2.1.3　产业集聚指标

产业集聚衡量的是某一产业在特定地理区域内的集中程度，跨国交通基础设施的连通加快区域内要素的流动和集聚，从而引起产业的集聚[3]，主要采用区位熵、Gini指数、Hoover指数和EG指数等指标测度产业集聚水平，基于统计指标的一致性，借鉴张辉等[22]的方法，用地区的某行业产值占该地区所有行业产值与所有地区该行业产值占所有地区

总产值的比值表示区位熵。

$$E_{ik}=\frac{G_{ik}/G_i}{G_k/G} \tag{4}$$

式中：G_{ik}/G_i表示地区i第k行业的产值占地区i工业总产值的份额；G_k/G表示第k个行业占全国工业总产值的比重；E_{ik}表示产业区位熵，如果E_{ik}>1，则表明地区i的第k行业处于聚集状态，相对其他城市产业具有比较优势。

考虑到各国的行业总产值与GDP差异，对区位熵的计算采取了特殊处理：把中国-中南半岛经济走廊作为一个整体，将研究区域内各地区的GDP进行加总，保证区位熵的分母一致，消除了各国间不同产业集聚程度的差异。

2.2　耦合协调度分析

为消除各指标单位不同产生的量纲影响，在进行耦合协调分析前需对其进行标准化处理。由于对变量极差标准化后有些年份的数据出现0值，测算耦合度依旧会出现0值，则耦合度毫无意义，为避免这一问题，对值域区间进行平移，在标准化公式中加入截距项，对数据进行如下处理。

正向指标

$$x_{mq}=\frac{X_{mq}-\min X_{mq}}{\max X_{mq}-\min X_{mq}}\times 0.99+0.01 \tag{5}$$

负向指标

$$x_{mq}=\frac{\max X_{mq}-X_{mq}}{\max X_{mq}-\min X_{mq}}\times 0.99+0.01 \tag{6}$$

式中：X_{mq}表示子系统m的第q个指标，m=1，2，3时分别表示跨国交通、经济联系、产业子系统；$\max X_{mq}$，$\min X_{mq}$分别表示系统指标的最大值、最小值；x_{mq}为标准化后的指标值，代表该子系统的综合评价值。

根据耦合度模型的界定，将系统的耦合度表示为C。C的数值越大，意味着系统内部之间的协调程度越高，3个系统表现为更紧密的联系与协作。假设U_1，U_2，U_3分别为跨境交通系统、贸易系统、产业系统的综合评价值，则耦合度函数公式为[23]

$$C_t=\left[\frac{U_{1t}\times U_{2t}\times U_{3t}}{\prod\left(U_{mt}+U_{ot}\right)}\right]^{\frac{1}{3}} \tag{7}$$

式中：m=1，2，3；o=1，2，3，且$o\neq m$；C_t表示耦合度；t表示时间，h。

考虑到交通、产业和贸易多向互动影响，加上协调度考量，用耦合协调度不但能反映三者的协调关系，还能体现三者之间的发展水平。构造“跨国交通-贸易-产业”复合系统耦合协调度模型为

$$D_t=\left(C_t\times T_t\right)^{\frac{1}{3}} \tag{8}$$

$$T_t=\alpha U_{1t}+\beta U_{2t}+\gamma U_{3t} \tag{9}$$

式中：D表示系统耦合协调度；C表示系统耦合度；T表示复合系统的总发展水平；α，β，γ为权重系数，鉴于交通、贸易、产业3个子系统的同等重要作用，因此取$\alpha=\beta=\gamma=1/3$。

耦合度C和耦合协调度D的取值均在0到1之间，当C，D都为1时，表示二者最大，都为0时，表示二者最小。借鉴陈国生等[24]提出的耦合协调度等级划分标准，将中国-中南半岛经济走廊“跨国交通-贸易-产业”复合系统的耦合协调度等级进行划分，耦合协调度等级分类如表1所示。

表1　耦合协调度等级分类

Tab.1　Classification of coupling coordination degree levels

耦合协调度	耦合协调类型	耦合协调等级
[0，0.1)	极度失调	1
[0.1，0.2)	严重失调	2
[0.2，0.3)	中度失调	3
[0.3，0.4)	轻度失调	4
[0.4，0.5)	濒临失调	5
[0.5，0.6)	勉强协调	6
[0.6，0.7)	初级协调	7
[0.7，0.8)	中级协调	8
[0.8，0.9)	良好协调	9
[0.9，1.0)	优质协调	10

2.3　空间相关性分析

空间自相关模型是一种用于分析地理空间数据中存在的空间依赖关系的统计模型，研究采用全局莫兰指数和局部莫兰指数来测算中国-中南半岛经济走廊跨国交通-贸易-产业耦合协调度是否存在空间相关性[25]，计算方法如下。

$$I=\frac{n\sum_{i=1}^{n}\sum_{i=1}^{n}w_{ij}\left(x_i-\bar{x}\right)\left(x_j-\bar{x}\right)}{\sum_{i=1}^{n}\sum_{i=1}^{n}w_{ij}\left(x_i-\bar{x}\right)^2} \tag{10}$$

$$It=\frac{\left(x_i-\bar{x}\right)}{S^2}\sum_{i=1}^{n}w_{ij}\left(x_j-\bar{x}\right) \tag{11}$$

式中：I，It分别为全局、局部莫兰指数；n为研究区内空间单元数目；x_i为地区i的耦合协调度观测

值；x_j为地区j的耦合协调度观测值；w_{ij}为距离空间权重矩阵；$\bar{x}$为耦合协调度的平均值；S为标准差。

2.4　数据来源

云南和广西的空间行政边界矢量数据来自1:400万我国基础地理信息数据，中南半岛地区的空间行政边界矢量数据来自DIVA-GIS地理信息数据；交通路网数据包括公路和铁路数据，来源于Open Street Map，其中老挝、柬埔寨、缅甸的2013年数据缺失，考虑2014—2019年3国的路网变化不大，选用该区间的数据近似代替。经济社会数据国内部分来源于《云南统计年鉴》《广西统计年鉴》《中国城市年鉴》、中国海关统计数据及地方政府网站的统计公报；国际部分来源于世界银行数据库、东盟统计年鉴、联合国商品贸易统计数据、中南半岛各国《对外投资合作国别(地区)指南》以及中南半岛国家统计部门网站发布的统计数据和统计年鉴等。

3　实证结果分析

3.1　产业集聚水平变化

基于2013年和2023年中国–中南半岛经济走廊跨境铁路沿线主要节点城市第一、第二、第三产业区位熵的测算结果，设定区位熵阈值为1，将产业集聚划分为低度集聚(E_{ik}<1)与高度集聚(E_{ik}≥1)，中国–中南半岛经济走廊主要城市第一、第二、第三产业区位熵变化如表2所示。①第一产业空间分布总体稳定，空间格局未出现显著波动。除我国西南沿边与中南半岛少数核心城市外，多数节点城市的第一产业区位熵值持续处于高位集聚状态，反映出自然资源禀赋对农业地理分布的基础性约束作用。②第二产业空间集聚呈现结构性增强，中南半岛地区整体提升明显。万象、内比都、金边等新兴节点与新加坡等传统工业中心的产业熵值已突破发展阈值，而我国昆明、大理等城市的集聚强度则出现逆向减弱。③第三产业空间集聚表现为渐进式强化，较第二产业显现出一定的时间滞后性。高集聚城市由初期的昆明、南宁和曼谷，逐步扩展至新加坡与吉隆坡；该产业的空间重构更依赖于制度环境与人力资本等软性要素，表现出较强的路径依赖特征。

3.2　耦合协调时空演化

基于空间经济分析框架，发现跨境铁路网络建设对中国–中南半岛区域第一产业的空间集聚效应不明显。为揭示跨境铁路开通引发的系统性空间重构效应，需进一步解析多系统耦合协调的时空演化规律。鉴于第二、第三产业占比较大的区域经济结构特征与跨境要素流动的产业敏感性差异，研究基

表2　中国–中南半岛经济走廊主要城市第一、第二、第三产业区位熵变化

Tab.2　Changes in location quotient of primary, secondary, and tertiary industries in major cities along China–Indochina Peninsula Economic Corridor

城市节点		第一产业			第二产业			第三产业		
		2013年	2023年	升降	2013年	2023年	升降	2013年	2023年	升降
西南沿边地区	昆明	0.445	0.421	—	1.16	0.917	—	1.141	1.163	+
	曲靖	1.635	1.419	—	1.542	1.203	—	0.567	0.794	+
	玉溪	0.902	0.954	+	1.757	1.286	—	0.584	0.829	+
	楚雄	2.056	1.801	—	1.213	1.258	+	0.723	0.687	—
	大理	1.965	2.171	+	1.222	0.805	—	0.736	0.906	+
	红河	1.433	1.288	—	1.552	1.161	—	0.598	0.845	+
	南宁	1.174	1.12	+	1.154	0.65	—	0.943	1.202	+
	桂林	1.617	2.475	+	1.393	0.621	—	0.672	0.966	+
	柳州	0.71	0.892	+	1.848	1.192	—	0.564	0.9	+
	百色	1.66	1.74	+	1.568	1.307	—	0.545	0.7	+
	贵港	1.94	1.718	—	1.191	1.014	—	0.738	0.858	+
	钦州	2.159	1.716	—	1.225	1.015	—	0.667	0.858	+
中南半岛地区	万象	1.866	1.639	—	0.898	1.077	+	0.952	0.804	—
	河内	1.534	1.262	—	1.078	1.147	+	0.906	0.854	—
	内比都	2.575	2.042	—	0.915	1.074	+	0.691	0.717	+
	曼谷	0.887	0.848	—	1.067	0.968	—	1.051	1.051	不变
	金边	2.914	2.17	—	0.808	1.104	+	0.829	0.694	—
	吉隆坡	0.659	0.645	—	0.924	1.066	+	0.837	1.026	+
	新加坡	0.003	0.003	不变	0.792	0.795	+	1.436	1.423	—

于交通-贸易-产业协同系统的耦合机理，重点考察跨境基础设施联通对第二、第三产业协同发展的空间溢出效应。

3.2.1　耦合度时序演化

为直观反映中国-中南半岛经济走廊交通-贸易-产业复合系统耦合协调的时序演化，分别画出第二产业和第三产业耦合协调度的时间变化折线图。2013年、2023年中国-中南半岛经济走廊交通-贸易-第二产业系统耦合时间演化如图3所示，2013—2023年，第二产业复合系统耦合协调度整体呈上升趋势，整体维持勉强协调等级。区域协调演进呈现非均衡特征。我国西南沿边地区协调度小幅提升，保持初级协调，而南宁、桂林等传统枢纽出现下降；中南半岛地区整体实现由濒临失调向勉强协调的跃迁，金边等节点城市协调等级提升显著，反映出第二产业复合系统演进中的空间极化现象。跨境铁路建设虽推动系统整体协调性提升，但由于区域要素禀赋与产业承接能力差异，其空间溢出效应仍呈现非均衡特征。

2013年、2023年中国-中南半岛经济走廊交通-贸易-第三产业系统耦合时间演化如图4所示，2013—2023年，第三产业复合系统耦合协调度呈现边际改善，但整体增幅有限，且弱于第二产业。区域层面呈现分化态势，中南半岛地区协调等级出现下降，整体由勉强协调回落至濒临失调，河内、内比都协调度降低，金边因结构失衡成为降幅最大节点；我国西南沿边地区则实现协调等级提升，省会城市辐射效能增强，曲靖、红河等多地协调度增长显著。在跨境通道开通后，第二、三产业复合系统间表现出明显的要素竞争关系，当区域要素更适配第三产业时，其空间溢出效应对第二产业形成反向挤压，进一步强化区域发展的非均衡格局。

3.2.2　耦合度空间演化

2013年、2023年中国-中南半岛经济走廊跨境交通-贸易-第二产业复合系统耦合空间演化如表3所示。① 2013年中国-中南半岛经济走廊第二产业耦合协调度呈现显著地域分异，我国西南沿边地区整体领先，滇中地区和广西北部湾分别构成核心增长极与次级支撑。西南城市群内部形成梯度层级，玉溪以最高协调度成为发展极核，昆明等城市组成初级协调梯队。中南半岛区域协调水平整体偏低，吉隆坡-曼谷走廊为跨国协调核心区，金边、内比都等内陆城市仍处于发展滞后状态。②至2023年，整体空间格局基本稳定，内部结构显著优化，中级协调城市数量实现倍增。昆明、曲靖、百色跃升为中级协调城市，其中昆明协调度跃居区域首位，印证了跨境铁路开通对区域协同发展的促进作用，凸显了昆明作为战略枢纽的辐射效能。

2013年、2023年中国-中南半岛经济走廊跨境交通-贸易-第三产业复合系统耦合空间演化如表4所示。① 2013年第三产业复合系统呈现“普遍濒临失调-局部勉强协调”的低水平均衡格局。耦合协调度集中于0.4~0.6区间，仅昆明、南宁、河内达中级协调，反映省会城市辐射能力有限。②至2023年，西南沿边地区形成以昆明、南宁为核心的多中心网络，多个节点城市协调度突破0.6阈值。跨境铁路促进互联互通，推动区域协调发展模式由单核驱动向多中心网络化演进。

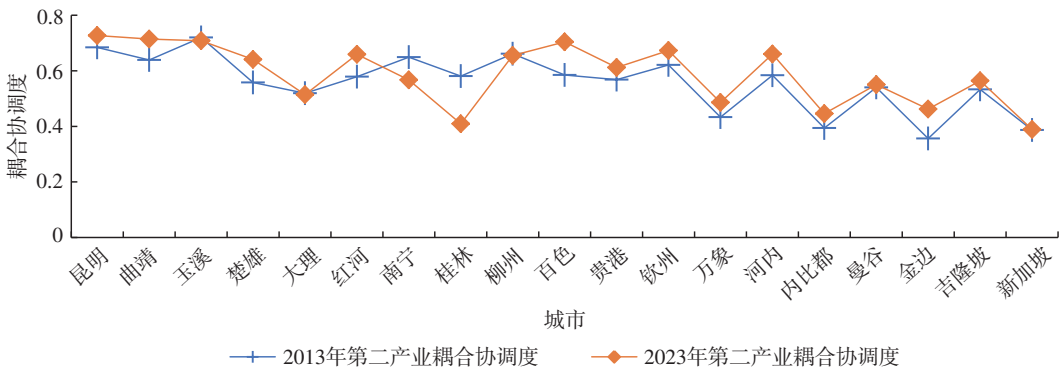

图3　2013年、2023年中国-中南半岛经济走廊交通-贸易-第二产业系统耦合时间演化

Fig.3　Temporal evolution of transport, trade, and secondary industry system coupling along China-Indochina Peninsula Economic Corridor in 2013 and 2023

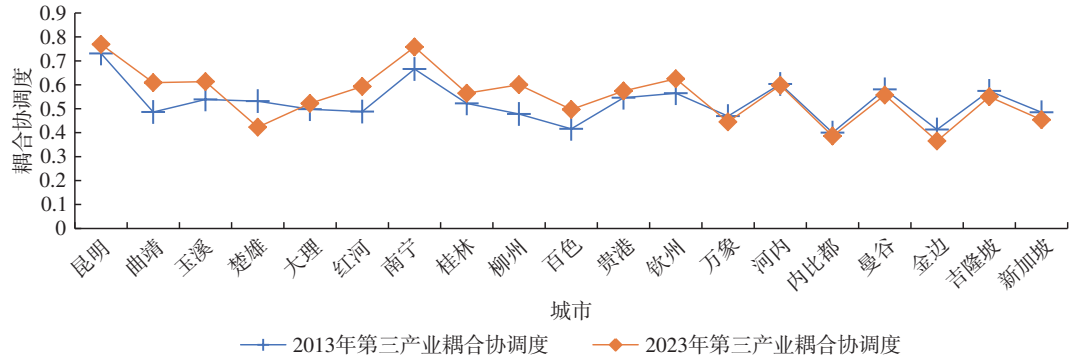

图4　2013年、2023年中国–中南半岛经济走廊交通–贸易–第三产业系统耦合时间演化

Fig.4　Temporal evolution of transport, trade, and tertiary industry system coupling along China–Indochina Peninsula Economic Corridor in 2013 and 2023

表3　2013年、2023年中国–中南半岛经济走廊跨境交通–贸易–第二产业复合系统耦合空间演化

Tab.3　Spatial evolution of cross-border transport, trade, and secondary industry composite system coupling along China–Indochina Peninsula Economic Corridor in 2013 and 2023

城市节点		2013年		2023年		变化率/%	等级变化
		耦合协调度	等级	耦合协调度	等级		
西南沿边地区	昆明	0.684	初级协调	0.727	中级协调	6.29	+1
	曲靖	0.639	初级协调	0.714	中级协调	11.74	+1
	玉溪	0.72	中级协调	0.708	中级协调	−1.67	0
	楚雄	0.558	勉强协调	0.641	初级协调	14.87	+1
	大理	0.519	勉强协调	0.514	勉强协调	−0.96	0
	红河	0.579	勉强协调	0.659	初级协调	13. 82	+1
	南宁	0.649	初级协调	0.567	勉强协调	−12.6	−1
	桂林	0.581	勉强协调	0.409	濒临失调	−29.6	−1
	柳州	0.661	初级协调	0.655	初级协调	−0.91	0
	百色	0.585	勉强协调	0.704	中级协调	20.34	+2
	贵港	0.568	勉强协调	0.612	初级协调	7.75	+1
	钦州	0.621	初级协调	0.673	初级协调	8.37	0
	均值	0.614	初级协调	0.632	初级协调	2.93	0
中南半岛地区	万象	0.433	濒临失调	0.486	濒临失调	12.24	0
	河内	0.584	勉强协调	0.66	初级协调	13.01	+1
	内比都	0.394	轻度失调	0.446	濒临失调	13.2	+1
	曼谷	0.54	勉强协调	0.55	勉强协调	1.85	0
	金边	0.356	轻度失调	0.462	濒临失调	29.78	+1
	吉隆坡	0.533	勉强协调	0.564	勉强协调	5.82	0
	新加坡	0.387	轻度失调	0.389	轻度失调	0.52	0
	均值	0.461	濒临失调	0.508	勉强协调	10.2	+1

表4　2013年、2023年中国–中南半岛经济走廊跨境交通–贸易–第三产业复合系统耦合空间演化

Tab.4　Spatial evolution of cross-border transport, trade, and tertiary industry composite system coupling along China–Indochina Peninsula Economic Corridor in 2013 and 2023

城市节点		2013年		2023年		变化率/%	等级变化
		耦合协调度	等级	耦合协调度	等级		
西南沿边地区	昆明	0.731	中级协调	0.769	中级协调	5.2	0
	曲靖	0.486	濒临失调	0.609	初级协调	25.31	+2
	玉溪	0.539	勉强协调	0.613	初级协调	13.73	+1
	楚雄	0.532	勉强协调	0.423	濒临失调	−20.5	−1
	大理	0.498	濒临失调	0.522	勉强协调	4.82	+1
	红河	0.488	濒临失调	0.593	勉强协调	21.52	+1
	南宁	0.666	初级协调	0.758	中级协调	13.81	+1
	桂林	0.522	勉强协调	0.565	勉强协调	8.24	0
	柳州	0.478	濒临失调	0.6	初级协调	25.52	+2
	百色	0.416	濒临失调	0.497	濒临失调	19.47	0
	贵港	0.546	勉强协调	0.574	勉强协调	5.13	0
	钦州	0.565	勉强协调	0.625	初级协调	10.62	+1
	均值	0.539	勉强协调	0.600	初级协调	10.60	+1
中南半岛地区	万象	0.469	濒临失调	0.445	濒临失调	−5.12	0
	河内	0.603	初级协调	0.598	勉强协调	−0.83	−1
	内比都	0.4	濒临失调	0.386	轻度失调	−3.5	−1
	曼谷	0.581	勉强协调	0.557	勉强协调	−4.13	0
	金边	0.413	濒临失调	0.365	轻度失调	−11.6	−1
	吉隆坡	0.574	勉强协调	0.55	勉强协调	−4.18	0
	新加坡	0.485	濒临失调	0.454	濒临失调	−6.39	0
	均值	0.504	勉强协调	0.479	濒临失调	−4.96	−1

3.3　耦合协调度的空间相关性分析

耦合协调度空间演化揭示的“核心–边缘”结构差异与梯度特征，表明耦合协调度存在非随机的空间分布模式。为研究其空间集聚特征，分别计算2013年与2023年第二产业、第三产业复合系统耦合协调度的全局莫兰指数值，并运用Z值法对空间自相关关系进行显著性检验。中国–中南半岛经济走廊跨境交通–贸易–第二、第三产业子系统耦合协

调度的全局莫兰值如表5所示。①第二产业耦合协调度在1%水平上通过全局莫兰指数检验，表明其空间分布具有显著相关性；第三产业则未呈现显著空间集聚格局。② 2023年第二产业空间集聚强度较2013年有所减弱，但在10%水平上仍存在弱空间相关性，主要源于区域发展的收敛效应弱化了原有极化空间格局，跨境铁路推动要素扩散，降低了高值区集聚强度，而疫情后供应链扰动进一步强化了空间分布的随机性趋势。

表5　中国–中南半岛经济走廊跨境交通–贸易–第二、第三产业子系统耦合协调度的全局莫兰值

Tab.5　Global Moran’s I of coupling coordination degree among cross-border transport, trade, and secondary & tertiary industry subsystems along China–Indochina Peninsula Economic Corridor

类别	产业			
	第二产业		第三产业	
年份	2013	2023	2013	2023
Global Moran’s I	0.260	0.164	−0.127	0.064
Z值	2.549	1.746	−0.585	0.976
P值	0.011	0.081	0.558	0.329

为揭示第二产业耦合协调水平局部空间集聚特征，测算其局部莫兰指数值，将各象限包含的地区进行汇总。各集聚类型地区分布情况如表6所示。① 2013年第二产业“高–高”集聚区集中分布于我国西南沿边城市，形成滇桂交界地带的连续簇群；“低–低”集聚区覆盖中南半岛主要地区，呈现整体滞后特征。②至2023年，空间格局发生明显重构，“高–高”集聚区数量缩减且空间范围收缩，仅曲靖、贵港等次级枢纽保持集聚；“低–低”集聚区范围同步缩小，但新增大理、南宁等“低–高”异质集聚区，打破原有空间同质化格局。跨境铁路运营强化了滇桂两省间的协调效应，但未能有效突破行政边界的阻隔，昆明与曲靖、楚雄等城市间尚未形成有机联动，区域空间关联正经历从全局同质化向局域异质化的结构性转型。

表6　各集聚类型地区分布情况

Tab.6　Distribution of regions by agglomeration type

分类	高–高	低–低	低–高	高–低
2013年	昆明、曲靖、楚雄、大理、红河、百色、贵港、柳州	万象、河内、金边、曼谷	无	无
2023年	曲靖、贵港、柳州、钦州、桂林	万象、河内、金边、曼谷	大理、南宁	无

4　结论及建议

4.1　结论

基于2013—2023年中国–中南半岛经济走廊沿线19个城市的交通路网数据和经济社会数据，利用系统耦合协调度模型和空间自相关模型考察了中国–中南半岛经济走廊跨境铁路沿线交通–贸易–产业耦合协调时空演化及其空间集聚特征。研究结论如下。

（1）2013—2023年，中国–中南半岛经济走廊在交通、贸易和产业子系统上均取得显著改善。跨境交通子系统中，中国–中南半岛经济走廊的整体平均可达性提升29%；各城市空间分异特征显著，形成以我国西南沿边地区为引领的“北高南低”空间梯度差异格局。贸易子系统呈现多中心网络化发展格局，形成具有层级特征的三维圈层体系，其中泛亚铁路中线经济联系效应显著。产业子系统中，铁路延伸对第二产业集聚的推动作用突出，但第一产业维持高地理集中度，第三产业集聚强度变动有限且具时间滞后性，中南半岛第三产业规模优势尚未转化为结构性空间重构，相较于中缅铁路与中越铁路，中老铁路对第三产业特别是文旅产业的辐射效应尤为突出。

（2）复合系统耦合协调度呈现渐进提升但空间异质性显著。第二产业耦合协调度均值上升，我国西南沿边地区处于初级协调阶段，中南半岛由濒临失调提升至勉强协调等级，区域分异持续存在。第三产业耦合协调度增幅有限且空间异质性突出，2023年中南半岛核心城市河内、内比都等协调度下降，而我国西南沿边省会城市昆明、南宁等因要素集聚能力提升，协调度显著提高，形成区域分异格局，两系统耦合协调度变化呈现“此消彼长”特征。

（3）相邻区域耦合协调度存在产业异质性影响。第二产业呈现正向空间集聚效应，“高–高”集聚区集中于滇桂两省，但2023年云南“高–高”区大幅减少，部分节点城市出现孤立发展，产业协同空间溢出受阻；第三产业未形成空间集聚效应，中南半岛国家第三产业规模优势未转化为协同效应。中国–中南半岛经济走廊局部存在发展不平衡问题，尤其是中南半岛“低–低”集聚区与滇桂异质性区域的矛盾凸显。

4.2　建议

（1）优化跨境交通网络，提高互联互通水平。

推进泛亚铁路中线骨干通道建设，加快实现主要方向铁路互联互通。完善跨境多式联运体系，推动关键物流枢纽与智慧口岸建设。加强跨境物流信息平台整合，提升通关与运输协同效率，促进“硬联通”与“软联通”协同发展。

（2）打造特色产业集群，优化产业空间布局。强化滇中与北部湾区域带动作用，构建面向南亚东南亚的跨境产业链体系。推动“跨境通道+产业”融合，促进优势产业集聚与梯度转移。深化东西部园区协作与政策联动，探索跨境合作区制度创新，增强区域产业协同能力。

（3）创新贸易模式，拓展贸易渠道。推动跨境电商、市场采购贸易等新业态与跨境物流深度融合，建设区域性商品集散中心。深化与中南半岛国家在贸易规则、标准认证等方面的制度对接，提升贸易便利化水平。推进“数字丝绸之路”建设，加强数字基础设施共建，培育数字贸易新业态，构建适应区域发展的数字贸易体系。

参考文献：

[1] 胡鞍钢，刘生龙．交通运输、经济增长及溢出效应：基于中国省际数据空间经济计量的结果[J]．中国工业经济，2009(5)：5-14.
HU An’gang，LIU Shenglong. Transportation，Economic Growth and Spillover：Conclusion Based on Spatial Econometrics[J]. China Industrial Economics，2009(5)：5-14.

[2] 吴　江，贾元华，于　帅，等．交通基础设施建设对产业集聚的影响分析：以旅游产业为例[J]．北京交通大学学报(社会科学版)，2019，18(2)：52-60.
WU Jiang，JIA Yuanhua，YU Shuai，et al. Analysis of the Impact of Transportation Infrastructure Construction on Industrial Agglomeration：A Case Study of Tourism Industry[J]. Journal of Beijing Jiaotong University (Social Sciences Edition)，2019，18(2)：52-60.

[3] 李红昌，Linda Tjia，胡顺香．中国高速铁路对沿线城市经济集聚与均等化的影响[J]．数量经济技术经济研究，2016，33(11)：127-143.
LI Hongchang，TJIA L，HU Shunxiang. Agglomeration and Equalization Effect of High Speed Railway on Cities in China[J]. The Journal of Quantitative & Technical Economics，2016，33(11)：127-143.

[4] 董艳梅，朱英明．高铁建设能否重塑中国的经济空间布局：基于就业、工资和经济增长的区域异质性视角[J]．中国工业经济，2016(10)：92-108.
DONG Yanmei，ZHU Yingming. Can High Speed Rail Construction Reshape the Layout of China’s Economic Space：Based on the Perspective of Regional Heterogeneity of Employment，Wage and Economic Growth[J]. China Industrial Economics，2016(10)：92-108.

[5] 张学良．中国交通基础设施促进了区域经济增长吗：兼论交通基础设施的空间溢出效应[J]．中国社会科学，2012(3)：60-77，206.
ZHANG Xueliang. Has Transport Infrastructure Promoted Regional Economic Growth? With an Analysis of the Spatial Spillover Effects of Transport Infrastructure[J]. Social Sciences in China，2012(3)：60-77，206.

[6] 欧国立，托同霞，王俊伟．基于交通运输影响视角的我国共同富裕时空变化特征探析[J]．铁道运输与经济，2025，47(5)：163-175，214.
OU Guoli，TUO Tongxia，WANG Junwei. Spatiotemporal Evolution Characteristics of China’s Common Prosperity Based on Influence of Transportation[J]. Railway Transport and Economy，2025，47(5)：163-175，214.

[7] 秦振海，王新平，王文东，等．高速铁路对山东省经济增长的空间溢出效应研究[J]．铁道运输与经济，2024，46(7)：124-131.
QIN Zhenhai，WANG Xinping，WANG Wendong et al. Spatial Spillover Effects of High Speed Railway on Economic Growth in Shandong Province[J]. Railway Transport and Economy，2024，46(7)：124-131.

[8] 王雨飞，倪鹏飞．高速铁路影响下的经济增长溢出与区域空间优化[J]．中国工业经济，2016(2)：21-36.
WANG Yufei，NI Pengfei. Economic Growth Spillover and Spatial Optimization of High Speed Railway[J]. China Industrial Economics，2016(2)：21-36.

[9] BALDWIN R E. Core-Periphery Model with Forward-Looking Expectations[J]. Regional Science and Urban Economics，2001，31(1)：21-49.

[10] 王列辉，夏　伟，宁越敏．中国高铁城市分布格局非均衡性分析：基于与普通铁路对比的视角[J]．城市发展研究，2017，24(7)：68-78.
WANG Liehui，XIA Wei，NING Yuemin. Study on Disequilibrium of Distribution of High Speed Railway Cities in China：Based on the Comparison with the Ordinary Railway[J].

Urban Development Studies，2017，24(7)：68-78.

[11] 岑　聪，姜　巍．高铁开通、空间溢出与区域经济增长：来自广东省21个地级市的经验证据[J]. 地域研究与开发，2020，39(1)：24-27.
CEN Cong，JIANG Wei. The Opening of High Speed Rail，Spatial Spillover and Regional Economic Growth：Evidence from 21 Cities in Guangdong Province[J]. Areal Research and Development，2020，39(1)：24-27.

[12] NASR AHMED Y，HUANG D L，GIOVANNI REEBERG B，et al. Is the RCEP a Cornerstone or Just Collaboration? Regional General Equilibrium Model Based on GAMS[J]. Journal of Korea Trade，2020，24(1)：171-207.

[13] GUTIÉRREZ J，GONZÁLEZ R，GÓMEZ G. The European High Speed Train Network Predicted Effects on Accessibility Patterns[J]. Journal of Transport Geography，1996，4(4)：227-238.

[14] 王金波．“一带一路”经济走廊贸易潜力研究：基于贸易互补性、竞争性和产业国际竞争力的实证分析[J]. 亚太经济，2017(4)：93-100，175.
WANG Jinbo. Analysis on Trade Potentiality of “B & R” Economic Corridors：Based on Trade Competitiveness，Complementarities and Industrial International Competitiveness[J]. Asia-Pacific Economic Review，2017(4)：93-100，175.

[15] 卢光盛，邓　涵．经济走廊的理论溯源及其对孟中印缅经济走廊建设的启示[J]. 南亚研究，2015(2)：1-14，154.
LU Guangsheng，DENG Han. The Theoretical Building Blocks of Economic Corridors and Implications for the Development of the BCIM Economic Corridor[J]. South Asian Studies，2015(2)：1-14，154.

[16] 卫　玲，戴江伟．丝绸之路经济带：超越地理空间的内涵识别及其当代解读[J]. 兰州大学学报(社会科学版)，2014，42(1)：31-39.
WEI Ling，DAI Jiangwei. The Silk Road Economic Belt：Beyond the Connotations of Geo-Spatial Recognition and Its Modern Interpretation[J]. Journal of Lanzhou University (Social Sciences)，2014，42(1)：31-39.

[17] 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 Passenger Transport Networks for Urban Agglomerations[J]. Railway Transport and Economy，2025，47(6)：119-127.

[18] 宗会明，杜　瑜，黄　言．中国西南地区-东南亚国家陆路交通可达性与城市空间联系格局[J]. 经济地理，2020，40(5)：90-98.
ZONG Huiming，DU Yu，HUANG Yan. Accessibility and Spatial Linkage of Cities between Southwest China and SEA Countries Based on Land Transportation[J]. Economic Geography，2020，40(5)：90-98.

[19] 盛　斌，廖明中．中国的贸易流量与出口潜力：引力模型的研究[J]. 世界经济，2004，27(2)：3-12.

[20] 刘生龙，胡鞍钢．交通基础设施与中国区域经济一体化[J]. 经济研究，2011，46(3)：72-82.
LIU Shenglong，HU An’gang. Transportation Infrastructure and Regional Economic Integration in China[J]. Economic Research Journal，2011，46(3)：72-82.

[21] 初楠臣，张平宇．基于可达性的中俄跨国班列沿线城市经济联系：以中俄K19/K20班列为例[J]. 经济地理，2018，38(6)：10-18.
CHU Nanchen，ZHANG Pingyu. Transnational Urban Economic Connection Based on Railway Accessibility：Taking Sino-Russian K19/K20 Class Train as an Example[J]. Economic Geography，2018，38(6)：10-18.

[22] 张　辉，刘　鹏，于　涛，等．金融空间分布、异质性与产业布局[J]. 中国工业经济，2016(12)：40-57.
ZHANG Hui，LIU Peng，YU Tao，et al. Financial Spatial Distribution，Heterogeneity，and Industrial Allocation[J]. China Industrial Economics，2016(12)：40-57.

[23] 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.

[24] 陈国生，刘小凤，蒋淑玲，等．湖南省乡村振兴耦合协调发展测度与路径选择研究[J]. 经济地理，2019，39(5)：191-197，206.
CHEN Guosheng，LIU Xiaofeng，JIANG Shuling，et al. Measurement and Path Selection of Coupling and Coordinated Development of Rural Revitalization in Hu’nan Province[J]. Economic Geography，2019，39(5)：191-197，206.

[25] 孙志贤，刘　洋．产业结构升级与物流业低碳效率的时空耦合特征及驱动机制[J]. 管理现代化，2022，42(5)：18-26.
SUN Zhixian，LIU Yang. Spatial-Temporal Coupling between Industrial Structure Upgrade and Logistics Industry Efficiency under Low-Carbon Constraints and Its Driving Forces[J]. Modernization of Management，2022，42(5)：18-26.

(责任编辑　金　晶)