文章编号：1003-1421(2026)06-0183-10
引用格式：陆亚琴，李阅君. 基于DID模型的中老铁路开通对沿线城市商贸流通产业集聚的影响研究[J]. 铁道运输与经济，2026，48(6)：183-192.
LU Yaqin，LI Yuejun. Research on Impact of China-Laos Railway Opening on Industrial Agglomeration of Commercial Circulation in Cities along Railway Line Based on DID Model[J]. Railway Transport and Economy，2026，48(6)：183-192.

基于DID模型的中老铁路开通对沿线城市商贸流通产业集聚的影响研究

陆亚琴[1]，李阅君[2]

(1.云南财经大学 经济研究院，云南 昆明 650221；2.云南财经大学 经济学院，云南 昆明 650221)

摘 要：中老铁路作为“一带一路”倡议的标志性工程，是推动沿线城市商贸流通产业空间优化的重要驱动力。基于云南省8个州市2018—2023年的面板数据，采用DID模型，系统识别中老铁路开通对沿线城市商贸流通产业集聚的影响及其传导路径。研究发现，满足平行趋势条件下，中老铁路开通显著提高沿线城市商贸流通产业集聚水平，该结论在一系列稳健性检验后依旧成立。机制检验显示，中老铁路对集聚的促进作用主要通过市场潜能与市场可达性实现；异质性分析显示，集聚效应在中小型城市、边境城市及交通劣势城市尤为显著。研究为“一带一路”倡议下交通基础设施驱动区域产业集聚提供了经验证据，有助于差异化促进中老铁路沿线区域产业布局优化，提升通道经济带动效应。

关键词：中老铁路；产业集聚；DID模型；商贸流通；市场潜能；市场可达性
中图分类号：U2-9 **文献标识码**：A **DOI**：10.16668/j.cnki.issn.1003-1421.20251103001

Research on Impact of China-Laos Railway Opening on Industrial Agglomeration of Commercial Circulation in Cities along Railway Line Based on DID Model

LU Yaqin[1]，LI Yuejun[2]

(1. Economic Research Institute, Yunnan University of Finance and Economics, Kunming 650221, Yunnan, China;
2. School of Economics, Yunnan University of Finance and Economics, Kunming 650221, Yunnan, China)

Abstract: As a landmark project of the “Belt and Road Initiative”, the China-Laos Railway is an important driving force to promote the spatial optimization of the commercial circulation industry in cities along the line. Based on the panel data of eight cities/autonomous prefectures in Yunnan Province from 2018 to 2023, the DID model was adopted to systematically identify the impact of the China-Laos Railway opening on the industrial agglomeration of commercial circulation in cities along the line and its transmission path. The results show that under the condition of satisfying the parallel trend, the China-Laos Railway opening significantly improves the industrial agglomeration

收稿日期：2025-11-03 **修订日期**：2026-03-18
通信作者：李阅君(1999—)，女，河南平顶山人，云南财经大学经济学院硕士研究生。
基金项目：国家自然科学基金项目(42461026，41661029)；云南省社会科学规划项目(YB2022025)；云南财经大学校级科研项目(2024H36)

level of commercial circulation in cities along the line, and this conclusion remains valid after a series of robustness tests. The mechanism test shows that the promoting effect of the China-Laos Railway on agglomeration is mainly realized through market potential and market accessibility; the heterogeneity analysis shows that the agglomeration effect is particularly significant in small and medium-sized cities, border cities, and transport-disadvantaged cities. The research provides empirical evidence for transport infrastructure driving regional industrial agglomeration under the "Belt and Road Initiative", which helps to differentially promote the optimization of regional industrial layout along the China-Laos Railway and enhance the driving effect of the corridor economy.
Keywords: China-Laos Railway; Industrial Agglomeration; DID Model; Commercial Circulation; Market Potential; Market Accessibility

0　引言

党的二十届三中全会提出要建设更高水平开放型经济新体制，完善推进高质量共建“一带一路”机制。作为共建“一带一路”标志性工程，中老铁路(昆明—万象)是首条连接我国与东南亚的现代化铁路，其开通不仅打破了区域地理隔绝，更通过大幅提升运输效率与降低跨境物流成本，为沿线地区要素资源流动与区域经济发展提供新契机。与此同时，2024年商务部等部门提出建设“联通内外、对接产销、高效顺畅”的现代商贸流通体系。商贸流通产业作为连接生产与消费、内贸与外贸的重要枢纽，对交通条件变化高度敏感，其空间组织形态在很大程度上依赖于物流效率与通道可达性。随着跨境交通基础设施不断加快建设，其作用已由传统意义上的交通条件改善，转向促进区域经济联系与跨境要素流动，成为重塑区域市场结构和空间联系的重要载体。作为“一带一路”倡议下具有代表性的跨区域通道型铁路，中老铁路的开通为观察跨境交通基础设施如何影响沿线产业空间布局提供了重要现实场景。

与本研究紧密相关的文献主要有3类。一是中老铁路开通的经济效应，研究多从区域经济、物流效率与产业结构等视角展开。总体来看，中老铁路通过改善跨境交通条件、降低运输成本，显著促进沿线地区经济发展，其作用机制主要体现在带动贸易往来、促进旅游、拉动投资，并推动规则衔接与合作深化[1-3]；同时，铁路加强了沿线城市间联系，压缩旅行时间，提升跨境物流可达性[4-5]。也有研究指出，沿线产业发展仍受基础设施薄弱、产业支撑能力不足等因素约束[6]。二是商贸流通产业的空间集聚机制，普遍认为其集聚受市场需求、要素流动、基础设施与制度环境等因素影响。新经济地理学理论强调市场需求和市场潜能是核心驱动力，人口、经济密度提升及人口流动扩大了消费需求基础，进而促进集聚[7-9]。同时，区域产业体系的完整性及其上下游产业联系对流通业发展至关重要[10]。此外，数字基础设施通过降低交易成本、缓解信息不对称和促进技术扩散，为集聚注入新动力[11]；在跨区域与跨境通道建设中，交通基础设施、政府支持和信息化水平的协同作用进一步推动流通业与新业态融合[12]。三是铁路基础设施对沿线商贸流通业集聚的影响研究。一方面，铁路通过提升市场潜能和市场可达性，强化节点城市区位优势，促进产业向中心城市和枢纽集聚[13-16]。另一方面，也有研究发现轨道交通对制造业或知识密集型服务业影响更显著，而对零售贸易业的集聚效应相对有限[17]。在跨境铁路情境下，贸易流通效应可能受产业基础、口岸通关能力及配套物流体系等因素制约[18-19]。

综上，既有研究虽关注中老铁路与商贸流通产业发展，但仍存在3点不足：①尚未系统评估中老铁路开通对商贸流通产业集聚的影响；②缺乏从市场潜能与市场可达性视角出发的机制检验与因果识别；③未充分揭示铁路效应在不同类型城市中的异质性。为此，本研究采用双重差分(DID)模型，并进一步开展机制与异质性检验，为阐明“一带一路”倡议下中国-中南半岛经济走廊重大基础设施建设如何促进经济一体化、重塑区域产业空间格局提供参考。

1　理论分析与研究假说

1.1　中老铁路开通对商贸流通产业集聚的直接影响

依据新经济地理学，在规模报酬递增与冰山运输成本存在的条件下，交通基础设施的改善通过降低运输成本、缩短物理距离、扩大企业市场辐射范围，改变不同区位企业的相对收益结构与区位选

择，从而推动产业在空间上集聚[20-21]。商贸流通产业对物流效率和市场联通水平高度敏感，交通条件改善更易转化为区位优势，促进企业与要素集聚。中老铁路开通作为一种外生交通冲击，通过改善沿线地区交通条件和市场联通性，提升了沿线城市在区域经济网络中的区位地位，增强了其对商贸流通企业及要素的吸引力。在此作用下，商贸流通产业更可能向交通条件显著改善的沿线城市集聚。据此，提出假设H1：中老铁路的开通能促进沿线城市商贸流通产业集聚。

1.2　市场潜能机制：交通改善激发集聚动力

新经济地理学指出，市场潜能反映区域市场规模及其空间辐射能力，是企业区位选择的重要依据[21]。在规模报酬递增和循环累积效应作用下，市场潜能较高的地区能够带来更大的潜在需求和更高的预期收益，从而增强其区位吸引力，吸引企业向该区域集聚[22-23]。中老铁路的开通通过降低物流成本、扩大采购与销售的空间范围，使沿线城市能够更有效地对接更广阔的市场需求，从而提升其市场潜能。随着区域市场潜能的提高，商贸流通企业在沿线城市布局所能获得的预期收益相应增加，进而增强其向该区域集聚的内在动力。由于商贸流通产业对市场规模和需求密度高度敏感，当区域市场潜能得到提升时，该类产业更容易表现出空间集聚倾向。据此，提出假设H2：中老铁路开通通过提升市场潜能，间接促进沿线城市商贸流通产业集聚。

1.3　市场可达性机制：提高互联互通促进集聚

市场可达性是衡量区域在交通网络中与其他地区的空间经济距离与联通效率的重要指标，反映地区参与更大范围经济活动的便利程度与互联互通水平[24]。在新经济地理学框架下，交通基础设施通过压缩时空距离、降低区域间经济往来的时间成本和交易成本，提升区域可达性，从而改善企业开展跨区域交易和要素配置的条件。中老铁路的开通通过改善沿线地区的交通条件，显著提升市场可达性和联通效率，降低商贸流通企业在采购、配送和市场拓展活动所面临的时间成本与不确定性，从而增强沿线城市对企业的区位吸引力。鉴于商贸流通产业对物流时效和网络联通程度高度敏感，市场可达性的改善更容易转化为区位优势，推动企业向沿线城市集聚。在循环累积效应的作用下，这一集聚效应将进一步得到强化。据此，提出假设H3：中老铁路开通通过提升市场可达性，促进沿线城市商贸流通产业集聚。

基于上述理论，构建中老铁路开通对商贸流通产业集聚的理论传导机制如图1所示。

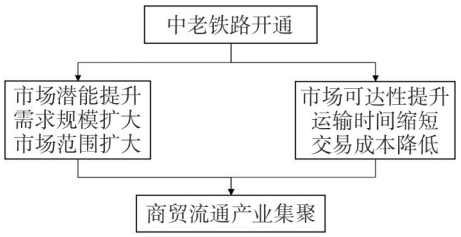

图1　中老铁路开通对商贸流通产业集聚的理论传导机制

Fig.1　Theoretical transmission mechanism of impact of China-Laos Railway opening on industrial agglomeration of commercial circulation

2　实证设计与数据说明

2.1　模型设定

以铁路开通为外生冲击，构建DID模型，识别中老铁路开通对沿线城市商贸流通产业空间集聚的因果效应，模型设定如下。

$$QWS_{it}=\beta_0+\beta_1 Post_t+\beta_2 Treat_i+\beta_3\left(Treat_i Post_t\right)+\gamma Con_{it}+\mu_i+\lambda_t+\epsilon_{it} \tag{1}$$

式中：QWS_{it}为城市i在t年的商贸流通产业集聚水平；$Post_t$为时间虚拟变量；$Treat_i$为城市虚拟变量；$Treat_i Post_t$为交互项；Con_{it}为控制变量；μ_i为城市固定效应；λ_t为时间固定效应；ϵ_{it}为误差项；β_0为常数项；β_1为时间虚拟变量系数；β_2为城市虚拟变量系数；β_3为中老铁路开通的平均处理效应；γ为控制变量的系数。

2.2　变量定义

2.2.1　被解释变量

商贸流通产业集聚水平QWS_{ij}：采用区位熵指标，对涵盖住宿与餐饮、批发与零售、交通运输与仓储等行业的商贸流通产业集聚水平进行测度，具体公式如下。

$$QWS_{ij}=\frac{JY_{ij}/JY_i}{JY_j/JY} \tag{2}$$

式中：QWS_{ij}为中老铁路沿线节点城市i行业j的区位熵；JY_{ij}为中老铁路沿线节点城市i行业j的就业人数，万人；JY_i为中老铁路沿线节点城市i的就业

人数，万人；JY_j为云南省行业j的就业人数，万人；JY为云南省就业人数总量，万人。

2.2.2　核心解释变量

中老铁路开通 $Treat_i Post_t$：将2021年开通中老铁路的城市定义为处理组，将未开通中老铁路的城市定义为对照组。

2.2.3　机制变量

（1）市场潜能(Market Potential，Mp)。市场潜能反映城市从自身及其他城市获得的潜在市场需求规模，是影响企业区位选择的重要预期收益指标。借鉴吴柏钧等[25]的研究，对各城市市场规模距离加权汇总以构建该指标，计算公式如下。

$$Mp_i = \sum_{j \neq i}\left(\frac{\mathrm{GDP}_j}{DIS_{ij}}\right) + \frac{\mathrm{GDP}_i}{DIS_{ii}} \tag{3}$$

$$DIS_{ii} = 2/3\sqrt{area_i/\pi} \tag{4}$$

式中：Mp_i为城市i的市场潜能，亿元/km；GDP_i，GDP_j分别为城市i，j的国内生产总值，亿元；DIS_{ij}为城市i与j的直线距离，km；DIS_{ii}为城市i内部距离，km；$area_i$为城市i的面积，km^2。

（2）市场可达性(Market Accessibility，Mac)。市场可达性刻画区域在交通网络中的连接程度及跨区域空间联系强度，可用于衡量交通基础设施改善对交易成本的降低效果。借鉴吴群峰等[26]的研究，基于“冰山运输成本”构建市场可达性指标，计算公式如下。

$$Mac_{ii} = \sum_{i' \neq i}\left[(1 + \delta Tad)_{ii't}^{0.8}\right]^{-\partial} P_{i't} \tag{5}$$

式中：Mac_{ii}为城市i在t年的市场可达性，表示在冰山运输成本衰减下的加权可达人口总量，万人；Tad为城市间旅行时间，通过两城市间经纬度距离与两城市年末实际道路面积总和的比值测度，值越大表示交通条件越差；$(1 + \delta Tad)_{ii't}^{0.8}$为城市间的“冰山成本”；$\delta$为给定系数，取值0.008；$P_{i't}$为城市$i'$的人口数量，万人；$\partial$为贸易弹性，取值8.22。

2.2.4　控制变量

参考既有研究，选择以下控制变量：城市人口规模den，采用人口密度衡量；城市基础设施水平$road$，采用人均道路面积衡量；城市经济发展水平gdp，采用人均GDP衡量；人力资本水平hc，以每百人中高等学校在校生人数衡量；薪资水平$wage$，以全部职工平均工资的自然对数衡量。

2.3　数据来源

选取样本时间跨度为2018—2023年，包括云南省8个州市，分别是昆明、玉溪、普洱、西双版纳、曲靖、保山、昭通、临沧。其中，选择曲靖、保山、昭通、临沧作为中老铁路开通效应的对照组，是因为其与处理组在地理位置、交通条件、经济发展水平、产业结构及政策环境等方面具有相似性且未受铁路直接冲击，能满足DID模型的可比性要求，从而准确识别铁路开通的净效应。数据来源于《中国城市统计年鉴》《云南省统计年鉴》《国民经济和社会发展统计公报》。变量描述性统计结果如表1所示。

表1　描述性统计结果

Tab.1　Results of descriptive statistics

变量名称	变量符号	均值	标准差	最大值	最小值
商贸流通产业集聚	QWS	0.798	0.347	1.776	0.397
中老铁路开通	$Treat_i Post_t$	0.167	0.377	1.000	0.000
人口密度	den	8.368	0.351	8.844	7.709
人均道路面积	$road$	2.928	0.256	3.464	2.144
人均GDP	gdp	11.075	0.449	12.456	10.281
人力资本	hc	1.654	2.706	9.141	0.268
薪资水平	$wage$	11.458	0.126	11.748	11.134

3　实证结果与分析

3.1　平行趋势检验

平行趋势假设是双重差分法进行因果识别的前提，即中老铁路开通前处理组和对照组的商贸流通产业集聚应具有相同变化趋势。采用事件研究法，构建政策实施前后3年内的相对时间虚拟变量，估计政策冲击的动态效应。平行趋势检验如图2所示，在政策实施前(2018—2020年，t−3—t−1期)，各期的估计系数均未能达到10%的显著性水平，且在零值附近上下波动。这表明在中老铁路开通前，两组趋势基本保持一致，平行趋势假设成立。此外，政策实施后的动态效应也具备一定的时序特征。自2022年(t+1期)起，估计系数开始上升，至2023年(t+2期)进一步扩大。尽管2022年的估计系数尚未显著，但上升趋势明显，表明中老铁路开通后对商贸流通产业集聚的促进作用呈逐步显现的时滞特征。该时滞可能源于物流路径调整、企业区位再配置和市场重组等均需一定时间完成。

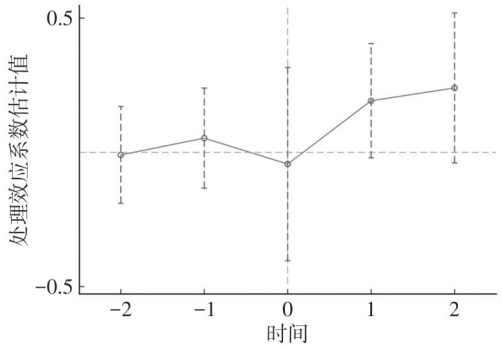

图2　平行趋势检验
Fig.2　Parallel trend test

3.2　基准结果分析

在平行趋势检验通过后，利用式(1)估计中老铁路开通对沿线城市商贸流通产业集聚的影响，基准回归结果如表2所示。在控制城市与时间固定效应并逐步引入控制变量后，核心解释变量的估计系数始终为正且显著，验证了假设H1，表明中老铁路开通显著促进沿线城市商贸流通产业集聚。以模型(6)为例，估计系数为0.210，意味着铁路开通后处理组城市的集聚水平相较于对照组平均提高0.210个单位。考虑到区位熵通常在0.4~1.7之间变动，该增幅具有较明显的结构性变化，反映基础设施改善对产业空间布局的重构作用。此外，随着控制变量的引入，模型拟合优度从0.908升至0.935，表明模型解释力增强，结果更为稳健。其中，人口密度、基础设施水平和薪资水平的系数显著为正，表明人口聚集、交通便利与薪酬吸引力有利于产业的集聚；人力资本系数显著为负，可能与该行业对中低技能劳动力依赖较强，或高素质劳动力向高端服务业分流有关。

3.3　安慰剂检验

为验证沿线城市商贸流通产业集聚的变化确实源于中老铁路开通，开展安慰剂检验。在样本城市中随机抽取与实际处理组数量相同的城市作为“虚假处理组”，并随机指定“虚假政策时间”；将二者交互构造虚假核心解释变量，并在此基础上重复进行500次回归。安慰剂检验如图3所示，500次虚拟处理生成的估计系数集中分布于零附近，而实际估计系数远超500次随机结果95%分位点，远离零且落在置信区间之外，说明本研究识别的政策效应并非虚假相关，安慰剂检验通过。

表2　基准回归结果
Tab.2　Baseline regression results

变量	模型(1)	模型(2)	模型(3)	模型(4)	模型(5)	模型(6)
$Treat_i$ $Post_t$	0.161** (0.070)	0.118** (0.055)	0.169** (0.067)	0.198** (0.073)	0.227*** (0.080)	0.210** (0.084)
den	—	0.461* (0.258)	0.550** (0.214)	0.712*** (0.227)	0.776*** (0.240)	0.787*** (0.222)
road	—	—	0.311* (0.180)	0.358** (0.167)	0.412** (0.161)	0.323* (0.170)
gdp	—	—	—	0.263* (0.148)	0.279* (0.156)	0.256 (0.163)
hc	—	—	—	—	−0.134 (0.094)	−0.182* (0.096)
wage	—	—	—	—	—	0.696* (0.364)
常数项	0.762*** (0.017)	−3.085 (2.159)	−4.751** (1.819)	−9.173*** (3.086)	−7.438** (3.054)	−17.280*** (4.129)
城市固定	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
时间固定	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
观测值	48	48	48	48	48	48
拟合优度R^2	0.908	0.915	0.923	0.929	0.932	0.935

注：*，**，***分别表示系数在10%，5%，1%的水平上显著，括号内数据为聚类到城市层面的稳健标准误差，下同。

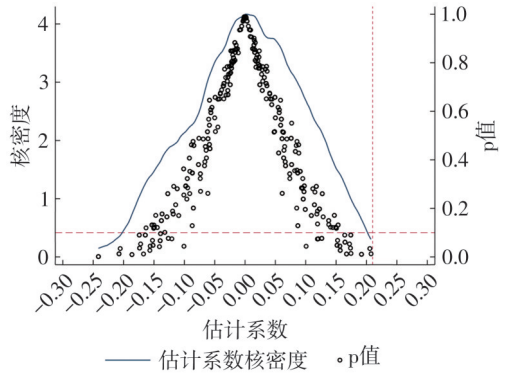

图3　安慰剂检验
Fig.3　Placebo test

3.4　稳健性检验

（1）更换被解释变量。借鉴邱志萍等[16]的研究，在原有商贸流通产业口径上纳入居民服务、修理及其他服务业，重新测算产业集聚水平。稳健性检验结果Ⅰ如表3所示。如表3列(1)所示，中老铁路开通的估计系数为0.203，且在5%水平显著。进一步将区位熵分母替换为“全国商贸流通产业就业人数占全国总就业人数的比例”，结果如表3列(2)所示，中老铁路开通的估计系数为0.188，在5%水平显著。上述结果表明，基准结论不依赖于被解释变量的具体测算方式。

表3　稳健性检验结果Ⅰ

Tab.3　Results of robustness test Ⅰ

变量	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
	基准回归	更换被解释变量	缩短时间窗口	反事实检验	反事实检验
$Treat_iPost_t$	0.203** (0.083)	0.188** (0.079)	0.203* (0.101)	−0.033 (0.089)	0.051 (0.066)
常数项	−17.404*** (3.546)	−14.765** (3.910)	−15.102** (5.984)	−18.423*** (5.092)	−18.956*** (5.033)
控制变量	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
城市固定	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
时间固定	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
观测值	48	48	40	48	48
拟合优度R^2	0.937	0.927	0.926	0.920	0.923

（2）缩短时间窗口。将样本期缩短为2018—2022年，以降低样本期选择带来的干扰。由表3列(3)可知，中老铁路开通的估计系数为0.203，在10%的水平显著，说明基准结果在不同时间窗口设定下依然成立。

（3）反事实检验。在保持处理组与对照组划分不变的前提下，分别将中老铁路开通时间虚设为2019年和2020年，并重新回归。结果如表3列(4)、列(5)所示，虚假冲击项系数均不显著，说明基准结论稳健。

（4）控制其他政策因素。为排除其他“一带一路”倡议政策的潜在干扰，整理以下可能存在干扰的政策，具体包括“中缅印度洋新通道”政策*ral*、“跨境电商综试区”政策*cro*、“口岸扩能”政策*upg*，并在基准回归中引入相应的政策虚拟变量。稳健性检验结果Ⅱ如表4所示。如表4列(1)所示，在控制上述政策变量后，中老铁路开通的估计系数仍在5%统计水平上显著为正，表明基准回归结果不受其他相关政策干扰，具有可靠性。

（5）内生性检验。为了解决变量之间可能存在的内生性问题，将茶马古道途经云南省城市与时间趋势的交互项作为工具变量。茶马古道线路在近代以前已基本定型，主要由地形条件和历史贸易需求决定，对现代铁路布局具有路径依赖，满足相关性条件。同时，该历史交通事实早于样本期经济活动，在控制城市固定效应和时间趋势后，难以通过铁路布局之外的其他渠道直接影响商贸流通产业集聚，具备较强外生性。表4列(2)的第1阶段回归结果显示，工具变量系数在1%水平上显著为正，表明其与中老铁路开通显著正相关，符合理论预期。表4列(3)的第2阶段回归结果显示，中老铁路开通的估计系数在5%水平上显著为正，与基准结果一致。此外，工具变量检验结果表明模型识别充分且不存在弱工具变量问题。

表4　稳健性检验结果Ⅱ

Tab.4　Results of robustness testⅡ

变量	控制其他政策因素	内生性检验		SDID
	(1)	(2)第一阶段	(3)第二阶段	(4)
$Treat_iPost_t$	0.182** (0.069)	—	0.299** (0.145)	0.095* (0.050)
ral	0.178 (0.138)	—	—	—
cro	0.101 (0.079)	—	—	—
upg	−0.120 (0.081)	—	—	—
iv	—	0.462*** (0.159)	—	—
Cragg-Donald Wald F	—	10.04	—	—
Kleibergen-Paap rk LM	—	12.29***	—	—
控制变量	Yes	Yes	Yes	No
城市固定	Yes	Yes	Yes	Yes
时间固定	Yes	Yes	Yes	Yes
观测值	48	48	48	48
拟合优度R^2	0.948	0.809	0.352	—

注：*iv*表示工具变量(Instrumental Variables)，Cragg-Donald Wald F和Kleibergen-Paap rk LM分别用于检验工具变量的强度和有效性。

（6）合成双重差分(SDID)估计。为降低对照组选择偏误的影响，借鉴许文立等[27]的研究，采用SDID方法进行检验。SDID通过优化处理前、后时期对照组的权重，构建在预处理期趋势上与处理

组高度一致的“合成对照组”，从而弱化对平行趋势假设的依赖，更准确识别政策净效应。表4列(4)显示，平均处理效应在10%水平显著为正，表明中老铁路开通总体上有效促进了沿线城市商贸流通产业集聚。

4　扩展性分析

4.1　异质性检验

鉴于沿线城市在规模、区位与交通条件等方面存在差异，本研究进一步检验中老铁路开通效应的异质性，异质性检验结果如表5所示。

首先，基于常住人口数据，对样本进行分组，将500万及以上人口城市归为大型城市，将500万以下人口城市归为中小型城市。表5列(1)、列(2)显示，大城市的估计系数为0.253但不显著，而中小城市的估计系数为0.333，且在5%水平显著，表明铁路开通对中小城市的促进作用更强。可能的原因是，大城市本身拥有良好的资金与产业基础、政策环境，经济发展水平较高、经济体量较大，商贸流通产业集聚的影响渠道更多元；而中小型城市原有交通条件相对薄弱，基础设施改善的边际效应更大。

其次，按照城市的地理位置，将样本划分为边境与内陆2组。表5列(3)、列(4)显示，边境城市的估计系数为0.369，且在5%水平显著；相比之下，内陆城市的估计系数为0.119，仅在10%水平下显著，表明促进效应在边境城市更为明显。可能的解释是，内陆城市已具备成熟的产业体系，中老铁路开通主要提升其通道效率；而对于边境城市，中老铁路开通不仅解决了跨境运输的成本问题，提升了物流效益，也激发了其在外贸市场上的巨大潜力，充分释放了政策制度红利，重塑了边境城市在区域经济格局中的战略地位，使其从边缘地带成为开放前沿。

最后，参考段文斌等[28]的研究，以城市货运总量近似表示城市交通便利性，按2018—2023年城市货运量均值的中位数，将城市划分为交通便利城市和交通劣势城市。表5列(5)、列(6)显示，交通便利城市的估计系数为0.159但不显著；交通劣势城市的估计系数为0.146且在5%水平显著，表明铁路改善对交通条件相对落后地区的边际促进效应更强。可能的原因是，中老铁路的开通弥补了交通条件相对劣势城市长期存在的短板，显著降低了物流与时空成本、重构了城市区位价值，并激发了经济发展潜能；而交通便利城市已具备基础优势，中老铁路带来的作用相对有限。

4.2　机制检验

参照江艇[29]的研究思路，在基准回归模型的基础上，重点检验中老铁路开通对市场潜能和市场可达性2个机制变量的影响，模型构建如下。

$$M_{it} = \alpha_0 + \alpha_1\left(Treat_i Post_t\right) + \gamma Con_{it} + \mu_i + \lambda_t + \epsilon_{it} \tag{6}$$

式中：M_{it}为机制变量，分别表示市场潜能和市场可达性；α_0为常数项；α_1为中老铁路开通对机制变量的平均效应。

机制检验结果如表6所示。表6列(2)显示，中老铁路开通对市场潜能的估计系数为0.034，且在1%水平显著，表明铁路开通通过扩大市场规模和强化区域联系，提升沿线城市市场潜能。表6列(3)

表5　异质性检验结果

Tab.5　Results of heterogeneity test

变量	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	大城市	中小型城市	边境城市	内陆城市	交通便利城市	交通劣势城市
$Treat_i Post_t$	0.253 (0.167)	0.333** (0.154)	0.369** (0.187)	0.119* (0.057)	0.159 (0.114)	0.146** (0.061)
常数项	5.030 (26.40)	−18.257** (6.528)	−19.697* (10.133)	−15.269** (5.327)	−15.320 (12.662)	−21.887** (7.371)
控制变量	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
城市固定	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
时间固定	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
观测值	18	30	24	24	24	24
拟合优度R^2	0.996	0.801	0.734	0.991	0.935	0.942

显示，中老铁路开通对市场可达性的估计系数为0.040，在10%水平显著，说明铁路在一定程度上改善了跨区域与跨国通达性，进而提升沿线城市在区域经济网络中的节点地位。进一步结合既有研究[16]，市场潜能和市场可达性的提升均促进商贸流通产业集聚，从而验证假设H2和H3。

表6　机制检验结果

Tab.6　Results of mechanism test

变量	(1)基准回归	(2)市场潜能	(3)市场可达性
$Treat_i Post_t$	0.210** (0.084)	0.034*** (0.009)	0.040* (0.023)
常数项	−17.280*** (4.129)	−0.293 (0.943)	−6.589*** (1.874)
控制变量	Yes	Yes	Yes
城市固定	Yes	Yes	Yes
时间固定	Yes	Yes	Yes
观测值	48	48	48
拟合优度R^2	0.935	0.988	0.986

5　结论及建议

5.1　结论

以中老铁路为例，将研究视角拓展至跨境通道型铁路情境，系统研究中老铁路开通对沿线城市商贸流通产业集聚的影响[30−31]，研究结论如下。①在平行趋势成立前提下，基准回归结果显示，中老铁路开通显著提升了沿线城市商贸流通产业集聚水平，且存在一定滞后效应；②多种稳健性检验结果一致，基准回归结果具有较强的稳健性；③异质性分析显示，中老铁路开通对中小型城市、边境城市及交通劣势城市的促进作用更为明显；④机制检验结果表明，中老铁路开通主要通过释放沿线城市的市场潜能和提升市场可达性，促进商贸流通产业的空间集聚。

5.2　建议

首先，应结合沿线城市区位条件、产业基础与资源禀赋差异，充分发挥中老铁路综合带动效应，优化商贸流通产业布局。可通过增设铁路—公路衔接节点、推进口岸枢纽与沿线物流园区扩能、健全集疏运体系，扩大铁路辐射范围。以磨憨口岸为例，强化铁路口岸与公路口岸作业区能力，完善周边物流园区功能，构建“口岸通关−干线铁路−区域分拨”的一体化组织模式，提升集聚与辐射带动作用。

其次，重点关注沿线中小型城市、边境城市及交通劣势城市对中老铁路的服务需求。中老铁路开通所带来的铁路通达性的提升，为其重构区位价值、强化要素流动与产业协同、加快融入“一带一路”倡议经济走廊建设提供重要契机。未来应引导不同类型城市实施差异化发展：在普洱、西双版纳等边境中小城市，优先布局跨境物流园区和口岸型产业平台，增强跨境商贸枢纽功能；对临沧、保山等交通条件相对劣势城市，完善铁路接驳体系并适度提供铁路集疏运补贴，提升铁路可达性和利用效率，推动其由“区域边缘节点”向“区域互联枢纽”的转型，促进区域内商贸流通产业布局的均衡发展。

最后，释放铁路沿线城市市场潜能、提升市场可达性，全方位提升商贸流通体系运营效率与服务水平。坚持市场化导向，持续推进通关流程一体化和跨境规则互认，优化监管协同机制、简化通关流程，降低制度性交易成本。如依托重点口岸推广“一站式通关、一次申报、一次查验”的便利化模式，强化与老挝等周边国家在检验检疫、物流标准等方面的规则衔接，从而形成稳定、可预期的制度环境。

参考文献：

[1] 夏晨兆，程浩然. 中老铁路社会经济效应评价体系构建及其实证检验[J]. 中国商论，2024，33(23)：42−46.
XIA Chenzhao，CHENG Haoran. Construction of Evaluation System of Socio-Economic Effects of China−Laos Railway and Its Empirical Tests[J]. China Journal of Commerce，2024，33(23)：42−46.

[2] 黄珏烽，黄承锋，雷　洋. 中老铁路对云南省沿线地区经济发展的影响：基于双重差分模型与中介效应的实证分析[J]. 交通运输研究，2025，11(2)：43−53.
HUANG Juefeng，HUANG Chengfeng，LEI Yang. Impact of China−Laos Railway on Economic Development of Regions along the Line in Yunnan Province：An Empirical Analysis Based on DID Model and Mediation Effects[J]. Transport Research，2025，11(2)：43−53.

[3] 庄　河. 做好中老铁路货运服务，为区域繁荣发展作出新

贡献[J]. 铁道运输与经济，2022，44(11)：1-5，26.
ZHUANG He. Optimize China-Laos Railway Freight Service and Make New Contributions to Regional Prosperity and Development[J]. Railway Transport and Economy，2022，44(11)：1-5，26.

[4] 叶玉玲，罗　晋，朱资岳，等. 中老铁路货运增量市场空间预测研究[J]. 铁道运输与经济，2024，46(10)：142-147，156.
YE Yuling，LUO Jin，ZHU Ziyue，et al. Forecast of Incremental Market Space for China-Laos Railway Freight Transportation[J]. Railway Transport and Economy，2024，46(10)：142-147，156.

[5] 陈明珠，白　洋，吴　剑，等. 中老泰跨国旅游经济带网络结构演化与协同发展布局[J]. 铁道运输与经济，2024，46(7)：219-226.
CHEN Mingzhu，BAI Yang，WU Jian，et al. Network Structural Evolution and Synergistic Development Layout of China-Laos-Thailand Transnational Tourism Economic Belt[J]. Railway Transport and Economy，2024，46(7)：219-226.

[6] 马剑峰. 中老铁路沿线产业发展研究[J]. 学术探索，2023(3)：86-90.
MA Jianfeng. Research on the Industrial Development along China-Laos Railway[J]. Academic Exploration，2023(3)：86-90.

[7] 段文斌，刘大勇，皮亚彬. 现代服务业聚集的形成机制：空间视角下的理论与经验分析[J]. 世界经济，2016，39(3)：144-165.

[8] 乐俊杰. 人口密度、经济密度与商贸流通产业发展关联性研究[J]. 商业经济研究，2020(19)：175-177.

[9] 丁天明. 人口流动对商贸流通产业的影响：基于时空演化机制的分析[J]. 技术经济与管理研究，2019(8)：101-105.
DING Tianming. The Influence of Population Movement on Trade Circulation Industry：Analysis Based on Space-Time Evolution Mechanism[J]. Journal of Technical Economics & Management，2019(8)：101-105.

[10] 程　艳. 流通产业集聚背景下的厂商投资选择分析[J]. 经济学家，2011(7)：102-104.

[11] 邱志萍，蒋鹏程，刘举胜. 数字基础设施建设赋能商贸流通产业集聚：基于“宽带中国”战略的准自然实验[J]. 南京财经大学学报，2023(5)：13-23.
QIU Zhiping，JIANG Pengcheng，LIU Jusheng. Digital Infrastructure Construction and Commercial Circulation Agglomeration：Evidence from the Broadband China Strategy[J]. Journal of Nanjing University of Finance and Economics，2023(5)：13-23.

[12] SATYAM S，AITHAL R K，PRADHAN D. Resilience of an Evolved Retail Agglomeration：Case of Rural Periodic Markets in Emerging Economies[J]. International Journal of Retail & Distribution Management，2022，50(11)：1395-1411.

[13] HOLL A. Transport Infrastructure，Agglomeration Economies，and Firm Birth：Empirical Evidence from Portugal[J]. Journal of Regional Science，2004，44(4)：693-712.

[14] RIVERA L，SHEFFI Y，WELSCH R. Logistics Agglomeration in the US[J]. Transportation Research Part A：Policy and Practice，2014，59：222-238.

[15] 王冬冬，李洪利. 区域异质性视角下高铁开通对商贸流通业发展环境的影响[J]. 商业经济研究，2022(18)：27-30.

[16] 邱志萍，蒋鹏程，刘　迪. 中欧班列开通对商贸流通产业集聚的影响[J]. 商业经济与管理，2023(7)：40-53.
QIU Zhiping，JIANG Pengcheng，LIU Di. Impact of the Opening of China-Europe Railway Express on Commercial Circulation Agglomeration[J]. Journal of Business Economics，2023(7)：40-53.

[17] YU H T，JIAO J F，HOUSTON E，et al. Evaluating the Relationship between Rail Transit and Industrial Agglomeration：An Observation from the Dallas-Fort Worth Region，TX[J]. Journal of Transport Geography，2018，67：33-52.

[18] 黄　洁，熊美成，王姣娥，等. 多情景模拟下的跨境铁路运输时效研究：以中老铁路为例[J]. 地理科学，2024，44(1)：91-98.
HUANG Jie，XIONG Meicheng，WANG Jiaoe，et al. Temporal Efficiency of Cross-Border Railways with Multiple Simulation Scenarios：A Case Study of the China-Laos Railway[J]. Scientia Geographica Sinica，2024，44(1)：91-98.

[19] 赵红军，张　军，高恒宇，等. 中欧班列、运输通达性与国内国际双循环：来自中欧班列开行的准自然实验证据[J]. 南开经济研究，2022(9)：3-20.
ZHAO Hongjun，ZHANG Jun，GAO Hengyu，et al. The Line-Opening of CRE，Transportation Accessibility and Dual Circulation：Quasi-Natural Experiment Evidence from CRE[J]. Nankai Economic Studies，2022(9)：3-20.

[20] KRUGMAN P. Increasing Returns and Economic Geography[J]. Journal of Political Economy，1991，99(3)：483-499.

[21] FUJITA M，KRUGMAN P，VENABLES A J. The Spatial Economy：Cities，Regions，and International Trade[M]. Cambridge：MIT Press，1999.

[22] THISSE J F. Economics of Agglomeration[M]. Cambridge：Cambridge University Press，2002.

[23] KRUGMAN P. What's New about the New Economic Geography? [J]. Oxford Review of Economic Policy，1998，14(2)：7-17.

[24] 王　媛. 市场可达性、空间集聚经济与高铁站区经济发展[J]. 财贸经济，2020，41(3)：131-145.
WANG Yuan. Market Accessibility，Spatial Agglomeration Economies and the Development of High Speed Rail Station Area[J]. Finance & Trade Economics，2020，41(3)：131-145.

[25] 吴柏钧，徐永辉. 市场潜能、制度环境与城市共同富裕：基于溢出效应及衰减边界的探讨[J]. 上海大学学报(社会科学版)，2025，42(1)：111-129.
WU Baijun，XU Yonghui. Market Potential，Institutional Environment，and Urban Common Prosperity：An Exploration Based on Spillover Effects and Attenuation Boundaries[J]. Journal of Shanghai University (Social Science Edition)，2025，42(1)：111-129.

[26] 吴群锋，刘　冲，刘　青. 国内市场一体化与企业出口行为：基于市场可达性视角的研究[J]. 经济学(季刊)，2021，21(5)：1639-1660.
WU Qunfeng，LIU Chong，LIU Qing. Domestic Market Integration and Firm Export Behavior：A Research Based on Market Access Approach[J]. China Economic Quarterly，2021，21(5)：1639-1660.

[27] 许文立，孙　磊. 市场激励型环境规制与能源消费结构转型：来自中国碳排放权交易试点的经验证据[J]. 数量经济技术经济研究，2023，40(7)：133-155.
XU Wenli，SUN Lei. Market-Incentive Environmental Regulation and Energy Consumption Structure Transformation[J]. Journal of Quantitative & Technological Economics，2023，40(7)：133-155.

[28] 段文斌，刘大勇，皮亚彬. 现代服务业聚集的形成机制：空间视角下的理论与经验分析[J]. 世界经济，2016，39(3)：144-165.

[29] 江　艇. 因果推断经验研究中的中介效应与调节效应[J]. 中国工业经济，2022(5)：100-120.
JIANG Ting. Mediating Effects and Moderating Effects in Causal Inference[J]. China Industrial Economics，2022(5)：100-120.

[30] 李樱灿，张楷唯，倪继娜，等. 中老铁路东南亚市场物流发展策略研究[J]. 铁路物流，2025，43(12)：26-31.
LI Yingcan，ZHANG Kaiwei，NI Jina，et al. Research on Logistics Development Strategies for Southeast Asian Market of China-Laos Railway[J]. Railway Logistics，2025，43(12)：26-31.

[31] 吴华稳. 中老铁路建设与运营发展研究综述[J]. 铁路物流，2025，43(11)：6-13.
WU Huawen. Review of Research on Construction and Operation Development of China-Laos Railway[J]. Railway Logistics，2025，43(11)：6-13.

(责任编辑　李丹丹)