

跨境铁路对国内沿线产业结构升级的影响机制 及异质性分析^{*}

——以中老铁路为例

张 强¹, 曾家惠², 芦梦姣², 杨 玥²

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

〔摘 要〕作为“一带一路”倡议下连接中国与中南半岛的一条重要跨境基础设施, 中老铁路全线开通后, 沿线地区的产业结构升级获得了新的机遇。文章以中老铁路开通为准自然实验, 利用云南省 16 个州市 2017—2024 年的面板数据, 采用 PSM-DID 方法评估其对沿线城市产业结构升级的实际影响。研究发现, 中老铁路开通显著促进了沿线城市的产业结构升级, 且这一效应并非短期现象, 而是具有持续性。从作用机制来看, 铁路开通一方面直接推动产业结构优化, 另一方面通过带动旅游业发展, 间接促进服务业扩张与产业融合。异质性分析表明, 铁路对产业结构升级的促进作用在边境口岸城市更强; 随着开放平台数量增加, 这一边际效应反而有所减弱。稳健性检验也支持了上述结论。文章为跨境交通基础设施推动产业结构升级提供了新的经验证据, 同时也为沿线地区依托跨境通道实现高质量发展提供了一个可参考的路径。

〔关键词〕跨境铁路; 中老铁路; 产业结构升级; 倾向得分匹配-双重差分 (PSM-DID); 区域异质性

〔中图分类号〕F532.8 〔文献标志码〕A 〔文章编号〕1674-5639 (2026) 04-0110-12

DOI: 10.14091/j.cnki.kmxyxb.2026.04.011

一、引言

在全球价值链持续调整、区域经济一体化进程明显提速的背景下, 交通基础设施的作用愈发突出。中老铁路不仅是联通区域市场空间的重要纽带, 也是推动生产要素跨区域流动、提升资源配置效率的关键支撑, 对区域产业结构优化升级有着长期而深刻的影响。^①作为中国—东盟互联互通建设的代表性工程, 中老铁路于 2021 年 12 月正式建成并投入运营, 线路从云南昆明向南一直延伸到老挝万象, 全长 1035 公里。通车之后, 云南普洱、西双版纳等地的交通可达性得到了显著提升, 同时也为泛亚铁路网络的推进和中南半岛跨境经济走廊的建设提供了更加有力的基础条件。随着铁路开通运营, 沿线地区原有的空间联系和经济格局正在发生新的变化, 《云南省国土空间规划 (2021—2035 年)》里提出了“滇中崛起、沿边开放、滇东北开发、滇西一体化”的总体思路, 并强调要依托重大交通通道, 逐步形成多中心、网络化的城镇发展格局。在这一背景下, 铁路沿线的重要节点, 作为面向南亚、东南亚开放合作的前沿区域, 其产业分工体系、要素集聚方式以及区域协同联动关系, 都正在呈现出新的演进趋势。

^{*} 〔作者简介〕张强, 男, 云南腾冲人, 云南财经大学口岸经济研究院院长, 博士生导师, 教授, 博士, 研究方向为产业经济、口岸经济; 曾家惠, 女, 云南曲靖人, 云南财经大学在读硕士研究生, 研究方向为组织行为学与人力资源管理; 芦梦姣, 女, 陕西渭南人, 云南财经大学在读硕士研究生, 研究方向为战略管理; 杨玥, 女, 云南昆明人, 云南财经大学副教授, 研究方向为组织行为学。

〔基金项目〕2025 年云南省哲学社会科学规划项目“习近平总书记考察云南重要讲话精神研究专项”重点项目 (ZX2025ZD05)。

① 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; 郭凯明, 王藤桥. 基础设施投资对产业结构转型和生产率提高的影响 [J]. 世界经济, 2019, (11): 51-73.

本文选取中老铁路中国境内段沿线的昆明、玉溪、普洱和西双版纳等地作为研究对象。上述城市既具有农业和传统制造业基础,又依托跨境区位形成了一定的贸易和旅游发展基础,是中老铁路影响区域经济的重要承载空间。由于中老铁路的规划建设主要服务于“一带一路”倡议下的互联互通和区域合作目标,其决策动因并非源于沿线城市自身的产业升级需求,因此能够在一定程度上缓解反向因果问题,为识别中老铁路开通的经济效应提供较好的研究情境。与一般国内铁路相比,中老铁路的突出特点在于跨境联通功能。铁路开通一方面通过降低时空成本,强化沿线地区与东南亚市场的贸易联系和要素流动,促进商贸物流、生产性服务业及外向型产业发展;另一方面,通过提升人员往来便利化程度、口岸通关效率和跨境旅游流动,带动服务业扩张与产业融合。特别是旅游业可在交通改善、资源整合和业态创新的共同作用下加快发展,进而成为推动沿线地区产业结构升级的重要渠道。因此,中老铁路的经济效应不仅表现为交通条件改善,更体现为跨境通道功能、开放枢纽功能与区域链接功能的综合释放。

中老铁路的建设和运营,明显改善了沿线地区的交通可达性,区域交通一体化程度也随之提升。进一步看,跨境物流发展、资本流动和制造业的梯度转移都受到了带动,文旅产业的提质升级也在一定程度上获益。^① 运输效率方面也在发生变化,多式联运体系逐步完善,通关效率有所提高,跨境运输的时间因此被有效压缩。沿线城市之间的经济联系也随之增强,开放门户功能也得到了提升。^② 综合来看,已有研究证实了中老铁路在完善区域交通网络、深化跨境经济合作方面的积极效应,但它影响产业结构升级的内在路径,仍然需要进一步梳理和系统检验。

基于以上研究现状,本文把中老铁路开通作为一项准自然实验,重点分析它对云南沿线城市产业结构升级的影响、作用机制及异质性特征。采用2017—2024年云南省16个州市的面板数据,用PSM-DID来识别铁路开通带来的政策效应,并进行机制检验、异质性检验和稳健性检验。本文从产业结构升级的角度出发,对中老铁路经济效应的研究进行补充,为跨境基础设施推动区域产业重组提供新的经验证据。

二、文献综述

(一) 基础设施建设促进区域经济增长

内生经济增长理论认为企业研发、人力资本、基础设施投资等活动的外部性是经济长期增长的根本源泉,基础设施的外部性开始成为研究的重点。内生增长理论认识到经济性基础设施的生产性,其作为中间投入品能够降低其他生产要素的生产成本、提升生产力,避免要素边际生产力下降,还有利于深化劳动分工,促进社会化大生产。^③ 新经济地理学理论由克鲁格曼(Krugman)^④等学者在20世纪90年代提出,以规模报酬递增、不完全竞争和运输成本为核心假设,将空间因素纳入主流经济学分析框架。该理论将基础设施的研究转向空间领域,由于基础设施水平影响劳动力流动和企业选址,因此,地区倾斜性基础设施建设是缩小区域发展不平衡的重要政策性工具,是区域间经济增长和生产力趋同的重要决定因素。李泊溪和刘德顺^⑤较早地研究并发现了中国基础设施水平的区域差异与人均国民收入的差异状况存在着很大的吻合。基础设施能将各区域的经济活动连成一体,有助于各地区之间优势互补从而提高经济效率。

① 王新兰,曾裕兴,焦晓松. 中老铁路对两国经济影响研究[J]. 对外经贸,2022,(10):17-19;张燕,丁钰雯,祝茂娇. 中老铁路修建对沿线区域经济影响研究[J]. 中国储运,2021,(12):108-109;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,(2):43-53.

② 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,(1):91-98;张琦晗. 中老铁路开通赋能云南省沿边经济发展的影响:基于磨憨-磨丁经济合作区的发展研究[J]. 中国商论,2024,(2):84-87;洪东方,高大帅. 中老铁路对云南地缘价值提升的影响[J]. 北方经贸,2022,(1):113-118.

③ BOUGHEAS S, DEMETRIADES P O, MAMUNEAS T P. Infrastructure, specialization, and economic growth [J]. Canadian Journal of Economics/Revue canadienne d'économique, 2000, (2): 506-522.

④ KRUGMAN P. Increasing returns and economic geography [J]. Journal of Political Economy, 1991, (3): 483-499.

⑤ 李泊溪,刘德顺. 中国基础设施水平与经济增长的区域比较分析[J]. 管理世界,1995,(2):106-111

(二) 国际贸易推动产业结构转型和升级

按照干春晖等学者^①对产业结构升级的定义,产业结构的转型也包含在产业结构升级的内涵当中。产业结构转型,是经济活动在不同产业间的再配置过程,无论用产出比重还是就业比重衡量,伴随着经济发展,第一产业经济比重下降,第三产业经济比重上升,第二产业经济比重先上升再缓慢下降。在封闭经济中,影响经济结构转型的主要因素被认为是鲍莫尔效应和恩格尔效应。鲍莫尔效应是指如果不同产业部门产品存在一定互补性,那么技术进步较快的部门的产品价格相对较低,将推动劳动力转移到其他产业部门,^②出现 Kuznets 现象。而近年来结构转型研究领域的一个重要突破就是指出了国际贸易的重要作用。^③ Matsuyama^④提出,在封闭经济下,由于鲍莫尔效应,劳动力将从产品相对价格更低的产业部门转移到其他部门;但是在开放经济下,价格更低的产业部门更可能出口产品到国际市场,扩大其产品需求,反而可能导致就业比重扩大。这一视角下的研究成果颇丰。Teresa Uy et al.^⑤、Sposi^⑥和 Swiecki^⑦先后论证了这一机制的显著影响,并且提出,从事国际贸易还可以发挥比较优势,提高技术进步率,从而通过鲍莫尔效应影响结构转型。

(三) 产业结构升级驱动因素研究

国内主流研究强调技术创新^⑧、FDI 技术溢出^⑨的核心作用,近年不少研究高铁经济效应的学者发现,劳动力要素流动和高铁网络的外溢效应是高铁交通网络影响产业升级的传导机制。在经济增长方面,王雨飞、倪鹏飞^⑩从基础设施投资角度论证了高铁投资的乘数效应会带动其他产业的投资,从而促进经济增长和产业升级;高洪玮等^⑪研究发现,高铁开通对经济增长的作用源自高铁的产业集聚效应,且高铁的开通加深了区域间的开放程度,能够使要素的流动性增强和提高资源的配置效率,市场规模扩大,经济溢出效应明显。刘冲、诸宇灵等^⑫研究认为,高铁开通方便了高铁沿线经济欠发达地区向发达地区学习技术和管理,有利于地方经济的增长和升级。

综上所述,现有研究对基础设施与经济增长的关系探讨已较为充分,对产业结构转型与升级的影响因素也基本形成共识。然而,对于重大交通基础设施如何具体赋能区域及沿线地区产业结构升级的微观机制,仍缺乏深入细致的实证探索。尤其像中老铁路这类跨境铁路设施,其运营背景涵盖复杂的国际协调与多维要素整合,所触发的产业结构调整效应兼具显著的空间异质性与机制复合性,而现有文献在这一领域的研究仍相对薄弱。

① 干春晖,郑若谷,余典范. 中国产业结构变迁对经济增长和波动的影响 [J]. 经济研究, 2011, (05): 4-16 + 31.

② NGAI L R, PISSARIDES C A. Structural change in a multisector model of growth [J]. American Economic Review, 2007, (1): 429-443.

③ 郭凯明,杭静,颜色. 中国改革开放以来产业结构转型的影响因素 [J]. 经济研究. 2017. (3): 32-46.

④ MATSUYAMA K. Structural change in an interdependent world: A global view of manufacturing decline [J]. Journal of the European Economic Association, 2009, (2-3): 478-486.

⑤ TERESA Uy. et al. Structural change in an open economy [J]. Journal of Monetary Economics, 2013, (6): 667-682.

⑥ SPOSI M. Evolving comparative advantage, sectoral linkages, and structural change [J]. Journal of Monetary Economics, 2019, (103): 75-87.

⑦ SWIECKI T. Determinants of structural change [J]. Review of Economic Dynamics, 2017, (24): 95-131.

⑧ 蔡昉. 经济学如何迎接新技术革命 [J]. 劳动经济研究, 2019, (2): 3-20.

⑨ 叶初升,舒义文,罗连发. 双向 FDI 影响产业结构变迁的实证研究: 高水平开放促进高质量发展的路径探索 [J]. 东南学术, 2020, (2): 153-163 + 248.

⑩ 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.

⑪ 高洪玮. “两业融合”视角下高铁开通对制造业升级的影响研究 [J]. 首都经济贸易大学学报, 2023, (1): 51-68.

⑫ 刘冲,诸宇灵. 高铁开通带来技术扩散了吗: 来自中国专利的证据 [J]. 公共财政研究, 2020, (3): 36-53.

三、研究假设

中老铁路在运输规模和时效上的优势,使跨境物流、跨境电商这类生产性服务业加速集聚。第三产业占比上升,产业结构也随之向高级化方向演进。再看客流和货流层面,铁路带来的增长同样拉动了餐饮、住宿、商贸等生活性服务业扩张。加上产业融合效应的作用,传统产业逐步转向服务化、高端化,第三产业内部结构得到改善。^①资源配置效率因此提升,整体产业结构升级也就有了推动力。这种改善红利切实转化为产业集聚与要素流动的实际发展优势,而交通可达性的改善则进一步强化了这一进程。

铁路贯通以后,口岸城市更容易形成“通道经济”与“枢纽经济”并存的综合优势,反映在产业升级层面,这类城市通常表现出更强的响应能力。和非口岸的内陆城市不同,边境口岸有多式联运体系、制度创新条件以及开放平台作为支撑,更能够把交通可达性的改善转化为产业集聚和要素流动的实际优势。已有研究发现,重大交通基础设施对区域发展的作用存在明显的空间差异,边境地区凭借枢纽地位和开放条件,往往获得更强的发展动能。尤其在“一带一路”背景下,边境口岸更易承接供应链转移、吸引外来投资,从而加快产业集聚和结构升级。^②与此同时,沿边开放不断深化,跨境通道与陆桥建设持续推进,跨境产业协作成本有所下降,边境地区与周边国家之间的产业联系被进一步强化。这些变化也有助于产业扩散和升级。^③基于上述分析可以认为,中老铁路开通对边境口岸城市产业结构升级的带动作用可能更为突出。据此提出假设 H1。

H1: 中老铁路开通对沿线地区产业结构升级的促进作用,在边境口岸城市中显著强于非边境城市。

中老铁路是中国西南与东南亚之间一条重要的跨境交通基础设施。它的开通,有助于提升沿线地区的要素流动效率、市场联结水平和资源配置能力。但不同地区在既有开放基础和平台支撑方面存在差别,这种差别可能使铁路的政策效应表现出异质性。开放平台较多、开放基础较好的地区,本身对外联通能力和产业承接能力已经不弱,铁路开通带来的边际改善反而相对有限。反过来说,在开放平台较少、基础相对薄弱的地区,中老铁路更可能发挥打通通道、强化联系的增量作用,对产业结构升级形成更明显的促进效果。由此可见,开放平台条件会显著影响中老铁路的政策效应。据此提出假设 H2。

H2: 开放平台条件会影响中老铁路开通对沿线地区产业结构升级的作用强度,二者存在显著的差异化效应。

近年来的研究显示,高速铁路这类重大交通工程,能够通过提升区域可达性来突破旅游市场发展的时空限制。这种“时空压缩”效应,一方面有助于改善客源结构,推动旅游目的地从“门票经济”转向“服务经济”;^④另一方面,它也会沿着“交通-旅游-产业”这条传导路径,带动区域功能重塑和价值提升。作为共建“一带一路”下重要的互联互通项目,中老铁路正在加强中老两国之间的旅游联系与资源整合,沿线生态旅游、文化旅游和跨境旅游等多种业态也在逐步走向融合发展。旅游业增长的作用不限于直接拉动服务业扩张,它还能通过带动消费、投资和就业等方式,进一步促进产业结构的高级化和多元化。^⑤基于上述分析,本文认为中老铁路开通可能有助于促进旅游业发展,进而带动沿线地区产业结构升级。据此提出假设 H3。

H3: 中老铁路开通能够通过促进旅游业发展,对沿线地区产业结构升级产生显著的中介传导作用。

四、实证设计

(一) 计量模型

1. 倾向得分匹配模型

考虑到中老铁路沿线节点城市的设定可能存在自选择偏误,本文采用倾向得分匹配法对样本进行预

① 植草益. 产业组织论 [M]. 卢东斌,译. 北京:中国人民大学出版社,1988.

② 俞峰,陈炳昊,张鹏杨,等. “一带一路”沿线国家市场准入与中国供应链转移 [J]. 数量经济技术经济研究,2025,(6): 47-67.

③ 梁双陆. 中国边疆桥头堡经济研究 [J]. 云南财经大学学报,2013,(5): 151-155.

④ 昌晶,刘晓溪. 新形势下我国高速铁路旅游高质量发展研究 [J]. 旅游学刊,2021,(12): 1-3.

⑤ 陆大道. “点—轴系统”理论与“T”字型结构的回顾及启示 [J]. 地理学报,202,(12): 2951-2960.

处理,以降低该偏误对因果识别的干扰。具体而言,以“是否为中老铁路沿线节点城市”为二元因变量(处理组=1,对照组=0),利用Logit模型估算各城市的倾向得分,并纳入经济发展水平、人口分布、政府行为和生产要素投入4个控制变量,以提高处理组与对照组在初始特征上的可比性。匹配过程中采用1:12最近邻匹配。由于实验组仅包括昆明、玉溪、普洱和西双版纳4个州市,属于典型的小样本处理效应研究,较高比例的匹配有助于为处理组寻找更多特征相近的对照组样本,从而更好地构造反事实情形,提升后续双重差分估计的稳定性。模型如下:

$$P(Treat_{it} = 1 | X_{it}) = \text{Logit}(\alpha + \delta X_{it}) \quad (1)$$

公式(1)中: $Treat_{it}$ 为二元变量,取值0或1,表示个体 i 在时间 t 是否为中老铁路沿线站点。 X_{it} 为个体 i 在时间 t 的协变量,分别为经济发展水平、人口分布、政府行为与生产要素投入。公式整体含义为给定个体 i 在时间 t 的特征 X_{it} ,其被处理($Treat_{it}=1$)的概率。对Logit模型进行似然比检验,检验结果LR chi2(4)=35.36, Prob>chi2=0.000,在1%的水平上高度显著,说明倾向得分的Logit模型有效捕捉了处理组和控制组的协变量差异,为后续PSM分析提供了可靠的倾向得分估计。

2. 双重差分模型

本文以中老铁路开通作为准自然实验,采用倾向得分匹配-双重差分法(PSM-DID)识别政策效应,缓解样本自选择偏误。考虑到处理组与对照组在区位条件、经济基础和产业禀赋等方面可能存在差异,本文先利用倾向得分匹配筛选出特征相近的对照组样本,再通过双重差分法估计中老铁路开通对沿线城市产业结构升级的影响。参考李强等^①的做法,本文使用政策虚拟变量 did 表示 $treat \times post$ 的交互项,省略单独的 $treat$ 和 $post$ 项。由于模型已控制个体效应和时间效应,为避免多重共线性,仅保留交互项。模型设定如下:

$$UP_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 did_{it} + \alpha_2 X_{it} + \mu_i + \lambda_t + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

公式(2)中: i, t 分别代表城市和年份; UP 表示产业结构升级,为被解释变量; did_{it} 表示城市 i 在 t 年是否开通中老铁路,为核心解释变量; X 为控制变量,本文结合产业结构升级的影响机制,选取四大维度控制变量,分别为经济发展水平($\ln pgdp$)、人口分布(urb)、政府行为(gov)、生产要素投入($produce$), μ_i 为个体固定效应, λ_t 为时间固定效应, ε_{it} 为随机误差项; α_1 为核心解释变量系数,衡量中老铁路开通对沿线地区产业结构升级的净效应, α_2 为控制变量系数,反映各控制变量对产业结构升级的影响。

3. 中介效应模型

为探讨中老铁路开通对产业结构升级的影响传导机制,本文在双重差分模型的基础上引入中介变量,参考江艇^②等方法构建中介效应模型,模型如下:

$$UP_{it} = \alpha_3 + \alpha_4 did_{it} + \alpha_5 X_{it} + \mu_i + \lambda_t + \varepsilon_{it} \quad (3)$$

$$M_{it} = \beta_0 + \beta_1 did_{it} + \beta_2 X_{it} + \mu_i + \lambda_t + \eta_{it} \quad (4)$$

$$UP_{it} = \gamma_0 + \gamma_1 did_{it} + \gamma_2 X_{it} + \gamma_3 M_{it} + \mu_i + \lambda_t + v_{it} \quad (5)$$

公式(3)为中老铁路开通对沿线地区产业结构升级的净效应。公式(4)为中老铁路开通对中介变量的影响,其中 M_{it} 为中介变量; β_0 为常数项, β_1 为核心解释变量系数,反映中老铁路开通对中介变量的影响; β_2 为控制变量系数, η_{it} 为随机扰动项。公式(5)为中老铁路开通及中介变量对产业结构升级的影响,其中 UP_{it} 为被解释变量; γ_0 为常数项, γ_1 为核心解释变量系数,衡量控制了中介变量后的中老铁路开通的直接效应; γ_2 为控制变量系数; γ_3 为中介变量系数, v_{it} 为随机扰动项。

(二) 相关变量

被解释变量:产业结构升级(UP),本研究采用熵值法构建产业结构升级指数,从产业结构高级化与产业结构合理化两个维度对升级水平进行测度。其中,产业结构高级化用第三产业增加值占GDP比重表示,记为 AD ;产业结构合理化用结构偏离度表示,记为 SDI 。

$$SDI = 1/SR = 1 \left(\sum_{i=1}^n \frac{Y_i}{Y} \left| \frac{Y_i/L_i}{Y/L} - 1 \right| \right) \quad (6)$$

① 李强,王亚仓. 高铁网络对长江经济带产业升级的影响研究[J]. 软科学, 2022, (4): 78-85.

② 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.

公式(6)中, SDI 表示产业结构合理化指数, 指数越大表明该城市的产业结构合理性越好, 反之则表明该城市的产业结构合理性越差。 Y 表示 3 个产业的总产出, L 表示 3 个产业的总劳动力投入量; Y_i 表示第 i 产业部门的产出, L_i 表示第 i 产业部门的劳动力投入量, 共有 n 个产业部门。

核心解释变量: 中老铁路是否开通 (did), 中老铁路开通时间为 2021 年, 如果城市 i 在 t 年已开通中老铁路则赋值为 1, 否则赋值为 0。

控制变量: 产业结构升级的影响因素较多, 为了避免过多控制变量引发多重共线性问题、内生性问题, 同时减少样本量与自由度的损耗, 本文参考黄珏烽等^①的做法, 选取 4 个层面的控制变量。分别是: (1) 经济发展水平 ($\ln pgdp$), 以人均 GDP 取对数后的数值表示; (2) 人口分布 (urb), 以城镇化率表示; (3) 政府行为 (gov), 以地方政府财政支出占 GDP 比重表示; (4) 生产要素投入 ($produce$), 以固定资产投资取对数后的数值表示。

中介变量: 本文选取旅游产业发展水平 ($travel$) 为中介变量, 以旅游总收入占 GDP 比重表示, 刻画其在区域经济结构中的相对规模。该指标能够有效衡量地区经济对旅游活动的依赖程度与贡献水平, 同时反映旅游业的产业化程度及其对区域经济的综合拉动效应。

(三) 数据来源

本文数据主要来源于《云南统计年鉴》、云南省各地级市(州)统计公报及 EPS 全球统计数据分析平台。经数据核验、异常值剔除和缺失值插补后, 本文构建了 2017—2024 年云南省 16 个州市的面板数据。其中, 昆明、玉溪、普洱和西双版纳为实验组, 其余 12 个州市为对照组。由于样本均位于云南省内, 组间在政策环境和区域特征上具有较强可比性, 有助于提升实证识别的可靠性。

(四) 描述性统计

关键变量的描述性统计结果如表 1 所示。全样本观测值为 128 个, 产业结构高级化 (AD) 的均值为 0.482, 标准差较小, 表明大部分样本的产业结构高级化水平较为接近; 产业结构合理化 (SDI) 的均值为 8.677, 标准差为 9.401, 且最小值与最大值差异显著, 反映出不同地区在产业协调性与资源利用效率方面存在较大差距; 产业结构升级指数 (UP) 的均值为 0.124, 分布呈现右偏特征。控制变量中, 经济发展水平 ($\ln pgdp$) 的均值为 10.742, 标准差为 0.415, 显示样本城市经济发展程度相对集中; 人口分布 (urb) 衡量城镇化水平, 均值为 0.463; 政府行为 (gov) 的平均值为 0.307, 表明政府干预程度在不同城市间差异明显; 生产要素投入 ($produce$) 的均值为 6.938, 分布较为稳定。

表 1 关键变量的描述性统计

变量	符号	样本量	均值	标准差	最小值	最大值
产业结构高级化	AD	128	0.482	0.069	0.370	0.665
产业结构合理化	SDI	128	8.677	9.401	3.835	91.019
产业结构升级	UP	128	0.124	0.112	0.015	1.000
中老铁路开通	did	128	0.125	0.332	0.000	1.000
经济发展水平	$\ln pgdp$	128	10.742	0.415	9.624	11.644
人口分布	urb	128	0.463	0.104	0.300	0.835
政府行为	gov	128	0.307	0.161	0.093	0.912
生产要素投入	$produce$	128	6.938	0.896	5.022	8.615

五、实证结果分析

(一) 平行趋势检验

由于本文采用倾向得分匹配-双重差分法识别中老铁路开通对沿线城市产业结构升级的影响, 参考白

① 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, (2): 43-53.

俊红等^①的方法，以 2021 年中老铁路开通当年为基期，向前考察 4 期、向后考察 3 期，对样本进行平行趋势检验，结果如图 1 所示。政策实施前 (2017—2020 年)，各期估计系数均不显著，且置信区间均包含零，表明处理组与对照组满足平行趋势假设。自 2021 年起，政策效应开始显现且总体呈持续增强趋势，说明中老铁路开通显著促进了沿线地区产业结构升级。尽管 2023 年置信区间相对较宽，反映出一定的地区异质性，但其估计系数仍显著为正，不影响本文核心结论。

(二) 倾向得分匹配结果分析

平衡性检验结果 (表 2) 显示，经倾向得分匹配后，处理组与对照组在核心协变量上的差异显著收敛。匹配前，经济发展水平 (*lnpgdp*)、人口分布 (*urb*) 及政府行为 (*gov*) 均存在显著差异，标准化偏差均高于 89.9%，*t* 检验在 1% 水平上显著，表明存在系统性偏差；匹配后，各变量标准化偏差均出现大幅下降，降幅均超过 84%，其中 *lnpgdp*、*urb* 及 *gov* 的偏差分别降至 13.1%、0.2% 和 12.1%，对应 *t* 检验均不显著 ($P > 0.5$)，生产要素投入 (*produce*) 在匹配前后均保持平衡。图 2 显示，匹配后所有协变量的标准化偏差绝对值均降至 20% 以下，低于 30% 的经验阈值，且偏差分布无系统性趋势，说明本文的匹配程序有效消除了处理组与对照组的事前差异，满足双重差分模型的平衡性假设，为后续因果推断提供可靠基础，证明本次匹配有效。

表 2 平衡性检验结果

变量	样本	均值		标准误/%	标准误绝对值 减少/%	<i>t</i> 检验	
		处理组	控制组			<i>t</i> 值	<i>P</i> 值
<i>lnpgdp</i>	未匹配	11.015	10.651	89.900	85.400	4.630	0.000
	匹配	10.742	10.689	13.100		0.520	0.607
<i>urb</i>	未匹配	0.555	0.432	111.000	99.800	6.720	0.000
	匹配	0.460	0.460	0.200		0.010	0.991
<i>gov</i>	未匹配	0.210	0.340	-95.000	87.300	-4.190	0.000
	匹配	0.270	0.287	-12.100		-0.570	0.575
<i>produce</i>	未匹配	7.152	6.867	32.800	84.600	1.570	0.120
	匹配	6.682	6.726	-5.100		-0.220	0.827

(三) 中老铁路开通效应分析

表 3 报告了本文基于 *PSM-DID* 的估计结果。回归结果显示，核心解释变量“中老铁路开通 (*did*)”的估计系数为 0.045，且在 1% 水平上显著 ($t = 3.243$)，表明在控制其他因素后，中老铁路开通显著促进了沿线地区产业结构升级。由于固定效应与常数项存在完全共线性，*Stata* 自动省略常数项，不影响核心系数的估计与解释。样本观测值由 128 个降至 76 个，主要源于匹配比例约束，这一处理有助于

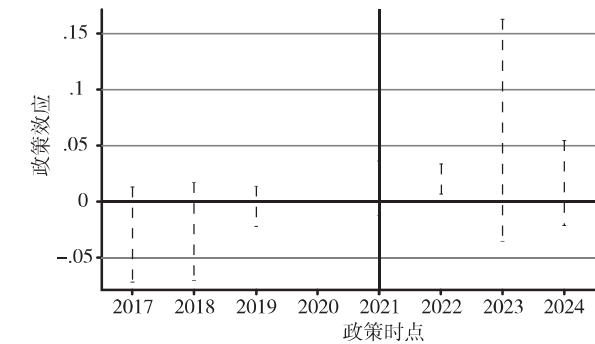


图 1 平行趋势检验

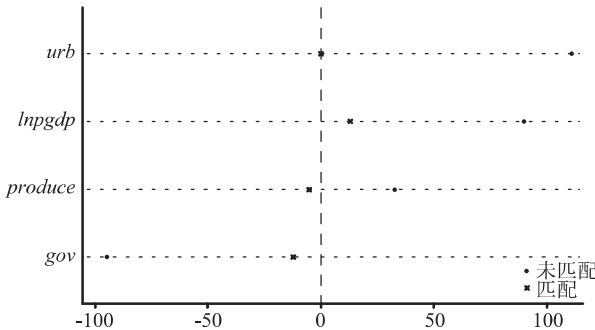


图 2 各变量的标准化偏差图示

① 白俊红，张艺璇，卞元超. 创新驱动政策是否提升城市创业活跃度：来自国家创新型城市试点政策的经验证据 [J]. 中国工业经济，2022，(6)：6-78.

提高样本平衡性，从而增强因果识别的可靠性。

六、异质性分析

（一）边境区位异质性分析

为探究中老铁路开通效应的边境区位异质性，本文采用交互项的方式进行异质性检验，在回归模型中引入“中老铁路开通（*did*）×边境城市（*border*）”的交互项，来量化这种差异的方向和程度。如表4所示，模型（1）为中老铁路开通对产业结构升级的净效应，模型（2）为加入了交互项后的异质性分析；交互项（*did* × *border*）的系数为0.023，在10%的水平上显著为正，表明铁路开通对产业升级的促进效应在边境城市显著更强。分组变量（*border*）的系数在政策实施前不显著，表明两组城市在政策实施前不存在显著的基期差异，排除了由先天区位差异导致估计偏差的可能性。说明中老铁路对产业结构升级的影响并非仅来自一般交通基础设施所带来的可达性改善，更体现出明显的跨境通道增强效应。

与非边境城市相比，边境城市更直接承接口岸联通、边境贸易、跨境物流、国际旅游和开放平台协同等跨境功能，中老铁路开通后，其在商品集散、服务扩张和外向型产业培育方面具有更明显优势。因此，边境城市不仅能够获得运输成本下降和市场联系加强带来的基础收益，还能够进一步享受跨境要素流动和口岸经济发展的制度红利，从而在产业结构升级中表现出更强的响应，因此假设H1得以成立。

表3 基于PSM-DID的铁路开通效应

变量	产业结构升级
<i>did</i>	0.045 *** (3.243)
<i>lnpgdp</i>	-0.038 (-0.457)
<i>urb</i>	0.042 (0.217)
<i>gov</i>	-0.078 (-0.471)
<i>produce</i>	-0.035 (-1.313)
时间固定	是
城市固定	是
观测值	76
<i>R-squared</i>	0.902

注：***表示系数在1%水平上显著，括号内为系数检验的*t*值。

表4 边境区位异质性检验

变量	模型(1)	模型(2)
	产业结构升级	产业结构升级
<i>did</i>	0.045 *** (3.243)	0.035 ** (2.713)
<i>did</i> × <i>border</i>		0.023 * (2.106)
<i>border</i>		-16.113 (-0.000)
<i>lnpgdp</i>	-0.038 (-0.457)	-0.391 (-1.876)
<i>urb</i>	0.042 (0.217)	-0.229 (-0.194)
<i>gov</i>	-0.078 (-0.471)	1.867 (1.733)
<i>produce</i>	-0.035 (-1.313)	-0.126 (-0.740)
时间固定	是	是
城市固定	是	是
观测值	76	76
<i>R-squared</i>	0.902	0.904

注：*、**和***分别表示系数在10%、5%和1%水平上显著，括号内为系数检验的*t*值。

（二）开放条件异质性分析

为考察地区开放条件对中老铁路政策效应的影响，本文引入开放平台水平变量进行异质性分析。具

体采用各地级市拥有的开放平台数量 (*platformnum*) 衡量地区开放平台水平, 并采用交互项的形式进行验证。本文所指开放平台, 是能够提升区域对外开放能力、促进要素集聚和跨境经济联系的制度性平台与功能性载体, 主要包括自由贸易试验区、综合保税区、边境经济合作区、跨境电子商务综合试验区、国家级经济技术开发区、国家级高新技术产业开发区、重点开发开放试验区等与对外开放和要素集聚密切相关的平台载体。一个地区拥有的开放平台数量越多, 说明该地区原有开放基础、政策承载能力和对外联通条件相对较越强。考虑到开放平台设立后通常具有较强稳定性, 且在本文样本考察期内, 开放平台数量变化较小; 因此本文将其作为城市层面的结构性特征变量, 并通过与中老铁路开通变量构造交互项, 识别开放平台条件对政策效应的差异化影响。

如表 5 所示, 模型 (1) 为中老铁路开通对产业结构升级的净效应, 模型 (2) 为加入了交互项后的异质性分析。交互项 (*did_platformnum*) 的估计系数为-0.241, 且在 1% 显著性水平下显著, 说明中老铁路的政策效应并非随着地区开放平台增加而同步增强, 反而在开放基础相对薄弱的地区表现出更强的边际作用。该结论表明, 中老铁路作为跨境铁路, 其带来的并不仅是一般意义上的运输条件改善, 更重要的是为原有开放能力不足的城市提供了新的对外联通通道和跨境发展机会。相较于开放平台较多的城市, 开放平台较少的城市原本在跨境贸易组织、国际物流衔接、对外市场接入和开放功能承载方面相对不足, 中老铁路开通后, 这些地区能够借助跨境铁路通道更快嵌入区域开放网络, 从而显著改善产业发展条件, 推动产业结构优化升级; 而对于开放平台较多、开放体系较完善的城市, 中老铁路更多体现为对既有开放格局的强化和补充, 其新增跨境红利相对有限。由此可见, 中老铁路的跨境产业带动效应具有明显的异质性和补偿性特征, 假设 H2 得以成立。

表 5 开放条件异质性检验

变量	模型(1)	模型(2)
	产业结构升级	产业结构升级
<i>did</i>	0.045 *** (3.243)	0.648 *** (3.289)
<i>did_platform</i>		-0.241 *** (-3.0674)
<i>lnpgdp</i>	-0.038 (-0.457)	-0.099 (-0.468)
<i>urb</i>	0.042 (0.217)	-0.142 (-0.243)
<i>gov</i>	-0.078 (-0.471)	0.010 (0.019)
<i>produce</i>	-0.035 (-1.313)	-0.087 (-1.269)
时间固定	是	是
城市固定	是	是
观测值	76	76
<i>R-squared</i>	0.902	0.906

注: *** 表示系数在 1% 水平上显著, 括号内为系数检验的 *t* 值。

七、机制检验

为考察中老铁路影响云南沿线地区产业结构升级的作用路径, 本文选择旅游发展 (*travel*) 作为中介变量, 采用中介效应模型进行检验, 具体回归结果见表 6。模型 (1) 是基准回归。结果显示, 中老铁路开通 (*did*) 对产业结构升级的总效应为正, 系数为 0.045, 在 1% 统计水平上显著。模型 (2) 进一步说明, 中老铁路开通对中介变量“旅游发展” (*travel*) 同样存在明显的促进作用, 该模型的系数为 0.251, 且通过了 5% 水平的显著性检验。模型 (3) 在同一回归中同时纳入核心解释变量和中介变量, 旅游发展

(*travel*) 的回归系数在 5% 水平上显著为正；中老铁路开通 (*did*) 的系数从 0.045 降至 0.037，虽有所回落，但仍在 1% 水平上显著。基于上述结果可以判断：旅游发展在中老铁路开通推动产业结构升级的过程中，发挥了部分中介作用，假设 H3 由此得到支持。中老铁路带动的旅游增长，并不只体现在出行条件改善上，更值得关注的是它增强了跨境客流往来，带动了边境旅游升温，也推动了国际旅游市场进一步拓展。

表 6 机制检验

变量	模型(1)	模型(2)	模型(3)
	产业结构升级	旅游发展	产业结构升级
<i>did</i>	0.045 *** (3.243)	0.251 ** (2.487)	0.037 *** (3.437)
<i>travel</i>			0.031 ** (2.524)
<i>lnpgdp</i>	-0.038 (-0.457)	0.941 * (2.061)	-0.068 (-0.890)
<i>urb</i>	0.042 (0.217)	-1.100 (-1.279)	0.076 (0.390)
<i>gov</i>	-0.078 (-0.471)	-2.200 * (-1.796)	-0.010 (-0.059)
<i>produce</i>	-0.035 (-1.313)	-0.114 (-0.509)	-0.032 (-1.295)
时间固定	是	是	是
城市固定	是	是	是
观测值	76	76	76
<i>R-squared</i>	0.902	0.770	0.910

注：*、** 和 *** 分别表示系数在 10%、5% 和 1% 水平上显著，括号内为系数检验的 *t* 值。

八、稳健性检验

(一) 安慰剂检验

为进一步验证中老铁路政策效应的真实性，缓解随机扰动或遗漏变量导致的伪回归风险，本文参考既有的研究方法，采用安慰剂检验对核心结论进行稳健性验证^①。本文对 *did* 变量进行 500 次随机置换，即随机打乱处理组与控制组的身份，构建 500 个独立的伪政策冲击场景，对每个伪场景重复基准回归，得到 500 个伪政策效应系数，以此刻画随机因素可能产生的虚假效应分布特征。安慰剂检验结果如图 3 所示：核密度曲线呈现近似标准正态分布形态，峰值集中于零点附近，左右两侧对称分布，无明显偏态特征；图中

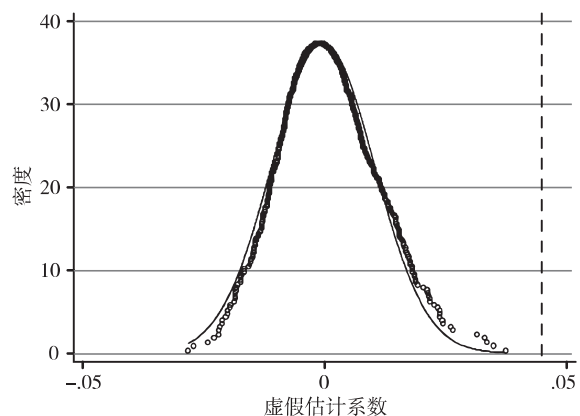


图 3 安慰剂对照检验

垂直虚线标识了真实政策效应的估计系数 (0.045) 位置，该虚线位于随机模拟系数分布的尾部，远离分布的主体区域，说明随机模拟中几乎不会出现与真实估计相近的系数，说明研究中观测到的政策效应并非随机因素干扰的结果，而是政策冲击的真实因果影响。此外，图中虚假估计系数的均值约为 -0.00021，非常接近 0，标准差为 0.011，这表明在随机分配政策冲击的虚假场景下，得到显著估计结果的概率较低，

① 蔡昉. 经济学如何迎接新技术革命? [J]. 劳动经济研究, 2019, (2): 3-20.

说明原回归中核心解释变量的显著效应不是由随机因素或其他未观测到的混淆因素导致的，即支持了基准回归结果的可靠性，安慰剂检验通过。

(二) 更换匹配方式

为确保研究结论不依赖于特定的模型设定或方法选择，验证因果推断对匹配方法选择的敏感性，本文采取更换匹配方式的方法来验证稳健性。表 7 汇报了采用不同匹配方法后的 PSM-DID 稳健性检验结果，模型（1）采用 0.01 卡尺的最近邻匹配方法，模型（2）采用核匹配方法。核心解释变量“中老铁路开通”（*did*）的系数在两模型中均为 0.023，且在统计上分别通过 10% 和 5% 水平的显著性检验。这一发现与基准回归结果高度一致，表明尽管匹配算法发生变化，中老铁路对产业结构升级的促进效应依然稳健存在。控制变量中，除核匹配下人口分布（*urb*）在 5% 水平上显著为负外，其余变量均不显著，这与基准回归的控制变量不显著的结果基本吻合，进一步佐证了模型设定的稳定性。综上，通过更换匹配方式重新估计后，核心结论并未发生实质性改变，证明了基准回归结果并非由特定的匹配策略所驱动，研究结论具有较好的可靠性。

表 7 更换匹配方式回归结果

变量	模型(1)	模型(2)
	产业结构升级	产业结构升级
<i>did</i>	0.023 * (1.812)	0.023 ** (2.523)
<i>lnpgdp</i>	-0.096 (-1.370)	-0.035 (-0.431)
<i>urb</i>	-0.406 (-1.646)	-0.370 * (-2.073)
<i>gov</i>	-0.029 (-0.155)	-0.052 (-0.397)
<i>produce</i>	0.000 (0.007)	-0.007 (-0.333)
时间固定	是	是
城市固定	是	是
观测值	55	97
<i>R-squared</i>	0.915	0.821

注：*、** 分别表示系数在 10%、5% 水平上显著，括号内为系数检验的 *t* 值。

九、结论与启示

本研究基于 2017—2024 年云南省 16 个州市面板数据，以中老铁路全线开通为准自然实验，采用 PSM-DID 方法识别其对沿线城市产业结构升级的影响。研究发现，中老铁路全线开通显著促进了沿线城市产业结构升级，且这一效应在政策实施后持续增强。与一般国内交通基础设施不同，中老铁路兼具交通通道与跨境开放载体双重属性，其作用不仅体现为运输条件改善，更体现为跨境联通强化、边贸往来活跃、国际旅游流动增加和开放网络重塑所带来的综合带动效应。

本文机制检验结果表明，中老铁路通过“直接驱动”与“间接赋能”共同推动产业升级：一方面，铁路开通通过拓展市场范围、促进要素流动和带动生产性服务业集聚，实现产业结构“量增”；另一方面，通过增强产业关联、优化资源配置和促进产业融合，实现产业结构“质升”。其中，旅游发展是重要中介机制，中老铁路依托跨境通道优势强化了跨境客流联系与区域文旅联动，进而带动传统服务业、特色工业及生产性服务业协同发展，使产业结构高级化与合理化相互促进。

边境城市中政策效应更强，说明口岸联通、跨境物流、边境贸易和国际旅游等跨境功能是中老铁路发挥作用的重要来源；开放平台条件则显著影响政策效果，且中老铁路在开放基础相对薄弱地区表现出更强的边际带动作用，体现出跨境通道的开放补偿和赋能效应。稳健性检验结果进一步验证了本文结论

的可靠性。总体来看, 中老铁路对产业结构升级的促进, 本质上是交通改善、跨境联通与开放重塑共同作用的结果。

上述研究结论不仅为交通基础设施影响产业结构升级的理论提供了微观实证支持, 也为沿边地区依托跨境交通推动高质量发展提供了政策启示:

第一, 沿边区域的产业布局需要结合地区实际来优化。对边境口岸城市而言, 应该把铁路通道与口岸节点的叠加优势用足, 重点培育跨境物流、进出口加工、商贸服务、文化旅游这类外向型产业, 提升枢纽集聚能力和产业承接水平。非口岸地区则比较适合依据各自的资源禀赋和区位特征, 发展特色农业、配套制造业以及本地服务业。这样沿线城市之间才可以形成错位分工、协同发展的格局。

第二, 跨境交通的综合带动作用还需进一步强化。跨境铁路的价值不能只停留在运输条件改善层面, 下一步应着力提升通关便利化水平, 完善口岸服务功能, 加强多式联运衔接, 同时推进产业园区配套建设。这样要素集聚和产业转化能力才能持续增强, 交通优势也才能更快地转化为产业优势和发展动能。

第三, 要以跨境交通通道建设为抓手, 健全沿边地区的开放发展体系。依托中老铁路这类跨境通道, 需要统筹推进口岸、产业、城市与市场的协同布局, 推动“通道经济”逐步向“产业经济”延伸。最终持续提升沿边地区的开放层次、产业能级和综合竞争力, 从而更好服务高质量共建“一带一路”。

The Impact Mechanism and Heterogeneity Analysis of Cross-Border Railways on Industrial Structure Upgrading Along Domestic Routes: A Case Study of the China-Laos Railway

ZHANG Qiang¹, ZENG Jiahui², LU Mengjiao², YANG Yue²

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

2. Business School, Yunnan University of Finance and Economics, Kunming 650221, Yunnan, China)

Abstract: As a vital cross-border infrastructure connecting China and the Indochinese Peninsula under the Belt and Road Initiative, the full operation of the China-Laos Railway has created new opportunities for industrial structure upgrading in the regions along its route. This study treats the railway's opening as a quasi-natural experiment, utilizing panel data from 16 prefectures (cities) in Yunnan Province covering the period from 2017 to 2024, and employs the PSM-DID method to assess its actual impact on industrial structure upgrading in cities along the route. The findings indicate that the opening of the China-Laos Railway significantly promote industrial structure upgrading in these cities, with this effect being not short-term but sustainable. Mechanistically, the railway directly drives industrial structure optimization while indirectly fostering service sector expansion and industrial integration by boosting tourism development. Heterogeneity analysis reveals that the railway's promoting effect on industrial structure upgrading is stronger in border port cities; however, this marginal effect diminishes as the number of open platforms increases. Robustness tests further support these conclusions. This study provides new empirical evidence on how cross-border transportation infrastructure facilitates industrial structure upgrading and offers an actionable pathway for border regions to achieve high-quality development through cross-border corridors.

Key words: cross-border railway; China-Laos Railway; industrial structure upgrading; PSM-DID; regional heterogeneity

(责任编辑: 杨谨瑜)