

南南合作：跨境交通基础设施、 区域一体化与经济发展

——中老铁路经济效应评估

张市化 随洪光 李希洁*

摘要：跨境交通基础设施带来的经济一体化对激发欠发达国家的经济活力具有重要作用。本文基于夜间灯光数据，采用平方公里级别的栅格样本，考察了中老铁路对老挝经济的影响及其作用机制。结果表明，铁路开通使沿线地区灯光强度较对照组提高了0.45%。作用机制检验显示，南南区域通联一方面激发了贸易活力，为发展中国家本土产品进入国际市场创造了便利条件，也为获取先进的制造业产品提供了重要渠道。另一方面沿线区域产生了显著的人口集聚效应，为信息传播、创新、分工深化等长远发展创造了条件。此外，铁路也增强了风险缓冲能力，增强了当地经济的韧性。与其他国际援助项目相比，中老铁路在促进区域经济发展方面展现出了独特优势。本文为“一带一路”倡议下的基础设施建设合作提供了重要的实证支持。

关键词：“一带一路” 夜间灯光 跨境交通基础设施 区域一体化 边界效应

一、引言

深入推进区域合作一体化，是应对全球性框架衰落与贸易政策不确定性的重要举措。《中共中央关于制定国民经济和社会发展第十五个五年规划的建议》明确提出

* 张市化，博士研究生，南开大学经济学院，电子邮箱：z982564063@163.com；随洪光（通讯作者），副教授，山东大学经济学院，电子邮箱：hongguang.sui@sdu.edu.cn；李希洁，博士研究生，中山大学政务学院，电子邮箱：lxjie2019@163.com。本文获得教育部人文社会科学研究规划基金项目（24YJA790054）的资助。本文未使用AI。感谢匿名审稿专家的宝贵意见，文责自负。

“深化同发展中国家团结合作。”“支持全球南方联合自强。”“高质量共建‘一带一路’。”“加强与共建国家、国际组织政策沟通和战略对接,强化合作规划统筹管理。”“深化基础设施‘硬联通’、规则标准‘软联通’、同共建国家人民‘心联通’。”“完善立体互联互通网络布局。”“统筹推进重大标志性工程和‘小而美’民生项目建设”。中老铁路作为“一带一路”和“中南半岛经济走廊”建设中的重要基础设施,是南南合作框架下跨境基础设施建设的代表性项目之一。该项目不仅有助于显著改善区域交通条件,也为老挝打通了稳定、高效的对外运输通道,破除了长期阻碍其经济发展的基础设施约束。自2021年12月全线通车以来,中老铁路显著降低了老挝与中国及东盟国家间的运输时间和物流成本,极大提升了跨境人员往来与货物通达能力。中国政府网数据显示,截至2025年12月,中老铁路累计运输货物超过7250万吨、乘客达到6250万人次,运输成本降低40%~50%。作为“一带一路”倡议的旗舰项目,中老铁路跨境交通基础设施重塑了中国—东盟的陆路物流通道,打破了市场分割,促进了南南经济一体化,为老挝跨越增长门槛注入了强劲的动力。

跨境交通基础设施作为突破地理边界的通道,其战略价值不仅在于物理连接功能的实现,更在于通过重塑区域要素配置,推动跨境贸易网络和经济地理重构(刘斌等,2022;俞峰等,2025)。然而,现有研究存在以下局限:一是文献主要聚焦单一国家内部交通网络的局部效应(Donaldson,2018;唐宜红等,2019;单亦轲和蒋伟杰,2025),忽视了跨境基础设施在区域经济一体化中的战略性作用,尤其是对发展初期地区借助跨境通联打破发展瓶颈,激发经济活力的影响(Redding和Turner,2015);二是尚未厘清区域经济增长的影响机制,特别是那些能够支撑长期增长的传导路径。既有研究多关注短期经贸往来,缺乏对贸易活力、要素配置、风险缓冲等证据与机制启动信号的深入探讨(Limão和Venables,2001)。

新经济地理学认为,空间因素对经济增长具有重要影响(Krugman,1991)。在存在国家边界的情形下,关税、非关税壁垒、制度差异和信息摩擦等因素抬高跨境交易成本,强化了市场分割并形成显著的边界效应(Anderson和Van Wincoop,2003)。跨境交通基础设施能通过区域联通削弱边界效应,从而激发贸易活力、促进人口聚集,增强风险缓冲能力。具体而言,运输成本下降首先表现为跨境商品贸易的扩展与贸易结构的变化,这是边界效应削弱后最直接、最早发生的经济行为(Baldwin,2016)。进一步地,更高水平的通联缓解了要素跨区域流动摩擦,推动人口与生产活动的空间重组(Fujita和Thisse,2002);同时,跨境市场的整合扩大了风险分担范围,使地区在面对极端气候或供应链冲击时具备更强的缓冲能力(Barrot和Sauvagnat,2016)。

贸易、人口集聚与风险缓冲能力被广泛视为推动经济增长的重要机制(Ahlfeldt等,2015;Perla等,2021;Lavopa和Donnelly,2023)。例如,Frankel和Romer(1999)的研究显示,贸易对经济增长有显著稳健的作用。不同于贸易的结构转型或人口大

规模迁移等存量层面的变化,可能需要较长时间才能完成,贸易流和栅格层面的人口流动属于流量概念(风险缓冲本身也是基于流通性),其对中老铁路的反应是即时的,在基础设施开通初期即可被观测,为识别跨境交通基础设施对当地经济的影响提供了可观测的早期信号。

本文基于2020年1月至2024年9月的VIIRS/DNB夜间灯光数据^①,构建1平方公里空间分辨率、月度频率的高精度栅格面板数据,采用双重差分方法评估中老铁路开通的经济效应。结果显示,铁路开通显著提升了站点所在县域内的经济活动水平,夜间灯光强度提高约1.67%。该结果通过了平行趋势检验、异常值处理等一系列稳健性检验。机制分析表明,中老铁路通过区域经济一体化发挥多重作用:一方面,铁路通联显著促进中老双边贸易,无论在集约边际还是扩展边际均呈现出增长趋势,其中老挝对中国农产品出口较基期提升约26.67%,制造业产品进口显著增加;另一方面,铁路提升了区域风险缓冲能力,能够有效缓解极端气候造成的经济活动下滑,并伴随显著的人口集聚效应。进一步分析发现,中老铁路使跨境边界效应下降约80%。与其他国际援助项目的对比显示,中老铁路项目的作用强度是国际援助透明度项目的2.7倍,展现出独特优势。

与现有文献相比,本文的贡献在以下三个方面。第一,为南南合作中的跨境交通基础设施项目提供了一个“空间生产”的观察视角。当前国际学界对“一带一路”倡议的讨论多关注地缘战略与债务陷阱等宏大叙事(Bluhm等,2025),鲜少系统评估对当地经济增长的作用。本文通过对中老铁路的机制分析发现,跨境通联激发了商品贸易活力,增强了经济韧性,促进了人口要素的再配置,为后续的分工深化与信息传播提供了可能。这说明跨境交通基础设施作为一种“空间生产”的工具,重新组织了沿线的社会经济活动与空间关系,从而催化形成新的经济增长极,这正是其区别于传统援助项目的深层逻辑。本文的研究还发现,中老铁路在激发贸易活力的同时,也通过增强区域间联通性与要素流动性,提升了当地经济的风险缓冲能力,为本文理解以共同发展为目标的南南合作项目提供了一个超越短期增长、关注长期稳定性的理论支点。

第二,本文揭示了跨境交通基础设施在弱化跨国边界效应中的作用。传统文献多从交通设施降低贸易成本(Donaldson,2018;张勋等,2018)的视角出发,而忽视了其不同空间尺度上的异质性边界效应。本文发现,中老铁路显著弱化了中老两国跨境交通边界效应(降低约80%),在老挝内部则强化了县域间的经济性边界,呈现出“远促近争”的独特现象。这表明跨境基础设施并非简单地消除边界,而是在不同地理尺度上系统性地重构边界的经济属性——在促进国际融合的同时,可

^① VIIRS/DNB夜间灯光数据由NASA/NOAA联合发布。该数据基于Suomi NPP等卫星搭载的VIIRS昼夜波段传感器,提供自2012年以来全球500米空间分辨率、经月光、大气和云层校正的夜间辐射亮度数据,广泛应用于城市化、经济活动、灾害监测与光污染等领域的研究。

能在国内层面催生新的经济分界线,为理解发展中国家内部区域不平等问题提供了新视角。

第三,在政策实践层面,本文的研究为国际合作模式探索提供了共建“一带一路”的代表性案例。本文将中老铁路与其他类型的国际项目进行初步对比,揭示了该项目以市场需求和经济发展为导向的合作逻辑,通过激发贸易活力、促进要素流动、提升经济韧性,为参与国带来切实的发展收益,展现出区别于传统合作模式的独特优势。因此,本研究为“一带一路”倡议下以共同发展为目标的合作范式,提供了新型的案例示范。

二、事实、理论、数据与模型

(一)基本事实

受制于地理条件和经济基础,老挝铁路发展起步较晚。2007年,老挝与泰国合作修建泰老友谊大桥铁路(老挝境内仅3.5公里),标志着老挝铁路建设的起步。但受资金和技术约束,此后十余年老挝铁路网络未有实质性扩展。中老铁路的建设是老挝铁路发展的重大突破,该项目于2016年启动,2021年12月全线通车,总投资约59亿美元,其中中方出资约70%。铁路连接昆明与万象,设计时速160公里,全长约1035公里(老挝段414公里),是老挝首条现代化电气化铁路。

在中老铁路开通之前,老挝与中国之间的货物运输主要依赖公路和部分水路。受多山地形和基础设施薄弱制约,公路运输效率低、成本高。世界银行数据显示,老挝公路运输成本为每吨每公里0.04~0.14美元,显著高于东南亚国家平均水平,北部地区尤为突出。水路运输主要依托湄公河,虽适合大宗货物,但速度缓慢且受季节性水位变化影响较大。此外,信息传递高度依附于货物流动,商业信息往往随货物同步传递,进一步制约了贸易效率。中老铁路的开通改变了这一格局。相较于公路和水路运输,铁路运输速度更快、稳定性更高,受地形和气候影响较小,实现了全年连续运输。据福建省商务厅数据,昆明至万象的运输时间由原来的3~5天缩短至不足24小时,货物品类由开通初期的化肥、百货等10多种扩展至电子、光伏、冷链水果等2000多种。这种高效的运输方式极大地缩短了货物运输时间,加速了商业信息的传递,促进了沿线地区的人口集聚和产业升级。

(二)理论逻辑

国家边界的存在产生了跨境交易面临的额外成本,即边界效应(McCallum, 1995; Anderson和Van Wincoop, 2003),包括运输成本、关税与非关税壁垒、信息成本、制度与文化差异等。在新经济地理学框架下,跨境交通基础设施通过系统性降低跨境运输成本和不确定性,改变区域进入市场的相对可达性,从而影响经济增长过程。其中,贸易、经济集聚与风险缓冲能力被广泛视为推动经济增长的重要机

制。贸易通过扩大市场规模、促进分工深化并提升总体生产率,为经济增长提供持续动力(Frankel和Romer,1999;Perla等,2021)。人口集聚则通过规模经济、知识溢出以及更有效的要素匹配,引导劳动力和资本向具备区位优势的地区集中,从而提高资源配置效率和总体产出水平(Ahlfeldt等,2015)。较强的风险缓冲能力有助于经济体系在面对外部冲击时减少产出损失,快速恢复生产秩序,提高经济增长的稳定性与可持续性(Lavopa和Donnelly,2023)。跨境交通基础设施通过贸易、要素配置与经济韧性等相互关联的机制,为理解经济增长的空间基础提供了一种统一的经济地理学解释路径。

1. 贸易成本削减与价值链嵌入机制

境内交通设施主要通过提升国内物流效率、缩短运输时间来降低国内贸易成本,其作用范围局限于单一经济体内部(叶菁文和范剑勇,2023)。而跨境交通基础设施则直接降低国际贸易中的时间成本和运费成本(李佳和王函,2022)。在集约边际上,表现为现有贸易品类数量的增长;在扩展边际上,打破了原有的成本壁垒,使得那些因高昂运输成本而无法参与国际贸易的特色产品(如老挝的生鲜农产品、易腐商品、低附加值手工艺品)进入可贸易范围。这一转变不仅扩大了贸易规模,还为发展中国家从简单的原材料出口向加工制造、服务贸易等高价值环节升级提供了机会,实现由贸易通道向价值链通道的转变,加速其融入区域乃至全球生产网络(Baldwin,2016;俞峰等,2025)。

已有少数研究考察了中老铁路对贸易便利性的影响。Huy等(2025)的研究证实,跨境铁路的开通显著降低了农产品运输成本并缩短通关时间,从而提升了易腐产品的贸易效率。Li和Hu(2025)的研究发现,交通区位条件和经济基础较好的地区受益程度更为明显。Wei和Sukhotu(2022)则从空间视角出发,指出交通基础设施升级还可能通过网络联通效应,对周边国家间贸易产生溢出影响。

中老铁路作为典型的跨境交通基础设施,其运营成效体现了跨境设施对贸易规模与贸易品类的双重拉动作用。据《法治日报》报道,铁路开通仅一年,单月跨境货运量已达期初的4倍。昆明海关统计数据 displays,2025年经中老铁路进出口货物达544.1万吨、货值266.8亿元,同比分别增长约13.9%和42.9%,其中东盟水果、光伏产品等品类表现尤为突出。这表明铁路开通不仅提升了传统商品贸易,也推动了新兴制造业和高附加值产品的跨境流通。

2. 要素流动激活与空间重构机制

跨境基础设施直接作用于国家边界,通过经济一体化极大地降低了高级生产要素的跨境流动门槛。这一过程不仅体现为运输时间的缩短,更在于其通过提升连通性与可预见性,吸引人口要素流向沿线区域,促进生产技术、管理经验与专业技能流入与扩散。要素再配置能够引发生产活动的空间重构,从根本上重塑相关地区产业结构,促使经济集聚中心跨越国界形成新的跨境增长极(Fujita和Thisse,

2002)。

相关研究从空间可达性与区域结构变化角度提供了经验支持。张喆等(2019)基于沿线城市地理空间与社会经济数据发现,铁路建设显著提升了万象的区域可达性,其一小时通勤圈面积明显扩大,城市边缘区域的可进入性增强,潜在开发空间得到拓展。Rowedder(2020)指出,交通条件改善与互联互通水平提升,与投资、消费及旅游活动增长之间存在显著相关性,并对跨境经济合作区的发展形成支撑,使部分节点区域逐步成为资本与产业活动的集聚空间。

从实际运行情况看,中老铁路开通运营后显著促进了人员跨境流动与沿线产业集聚。根据国家铁路局集团的统计,中老铁路开通第一年累计旅客发送量已超过850万人次,日均客运能力持续提升,昆明至万象旅行时间压缩至约26小时,极大改善了区域可达性。云南省发展改革委公布的信息显示,截至2024年年底,磨憨区域已有120个重点项目开工建设,其中57个项目基本完工,累计固定资产投资约101.67亿元,年均增长约207.3%,智能制造与加工贸易等项目逐步落地,反映出资本向跨境交通枢纽区域集中的趋势。铁路沿线磨憨一磨丁口岸及万象赛色塔经济区域吸引企业加速入驻,物流仓储、加工制造及服务贸易等产业空间集聚效应不断强化,区域经济节点功能逐步增强。

3. 风险分散与经济韧性强化机制

跨越国界的交通基础设施将本国经济与更庞大、更具差异性的国际市场紧密整合,从而构建起一个有效的缓冲池。当某一地区遭受如极端天气导致农业减产、区域性供应链中断等负面冲击时,跨境交通走廊能够迅速启动替代性供给渠道,使受影响地区及时从邻国调入关键物资(Barrot和Sauvagnat,2016)。经济一体化带来的市场厚度与风险分担平滑了本地消费与生产波动,形成了跨境保险效应,能够带来区域经济韧性质的飞跃。

Bešinović(2020)的研究表明,铁路网络通过提高运输系统的连通性与冗余度,有助于维持突发扰动情境下关键物流与人员流动通道的运行。在跨境交通框架下,网络联通程度的提升可能降低单一区域供给中断所带来的系统性风险,并为跨市场要素替代创造条件(Barrot和Sauvagnat,2016)。不过,关于具体跨境铁路在宏观层面增强区域经济韧性的因果效应,仍有待更系统的实证识别。

中老铁路建成运营后,对区域风险缓冲与系统稳定性的支撑作用逐步显现。最典型的案例是针对老挝雨季暴雨频发,铁路部门建立主动预防体系,2024年汛期及时启动应急预案,有效降低了极端天气影响^①。中老铁路还有力支撑了医疗救援开展,人民周刊数据显示,年均完成约10起跨境重症旅客转运、超百起老挝境内突发疾病救助。此外,中老双方定期开展反恐应急与医学救援联合演练,构建起跨国

^① https://luangprabang.china-consulate.gov.cn/chn/lqxw/202409/t20240903_11484390.html.

应急响应体系^①。

(三)数据说明

1.夜间灯光数据

为分析中老铁路开通的影响,本文构建了一个1km×1km栅格一月度高精度面板数据集,使用2020年1月至2024年9月的夜间灯光亮度来衡量经济发展情况。对于缺乏可靠官方统计数据支持的国家及地区,遥感夜间灯光数据为监测经济动态提供了重要的数据支撑。由于老挝区县一级或更低层级的生产总值数据较难获得,本文使用全球范围的逐月NPP/VIIRS夜间灯光亮度数据(vcm版)作为经济发展水平的代理变量(Elvidge等,2017)^②。该数据库源自地球观测组。相较于早期的DMSP-OLS数据,NPP/VIIRS夜间灯光数据在数据质量与技术性能方面展现出显著的优越性。第一,VIIRS-DNB的空间分辨率约为500米,远高于DMSP-OLS的2.7公里,能够捕捉更细致的经济活动空间分布(Gibson等,2020)。第二,VIIRS-DNB的辐射测量范围更广,能够分辨从极弱到极强的灯光强度,避免了DMSP-OLS数据中常见的饱和问题。第三,VIIRS-DNB数据经过严格的辐射校准,减少了因传感器老化或环境因素导致的测量误差,提高了数据的长期可比性。

本文的研究时段为2020年1月至2024年9月,这一时间窗口起始于中老铁路开通前两年,终止于夜间灯光数据最新公布的日期。研究所使用的NPP/VIIRS数据为GeoTIFF格式。数据处理时,一是使用R软件将原始数据裁剪至老挝国界范围内;二是将数据重采样至1km×1km的栅格分辨率,每个栅格单元对应一个灯光强度值;三是剔除极低或极高亮度的异常值,并对因云层覆盖或数据缺失导致的空白区域进行插值处理。本文采用栅格灯光亮度值加1的自然对数作为老挝各市县经济发展水平的代理变量。如附图1所示^③,基于夜间灯光数据平均计算得到的经济发展水平与世界银行公布的老挝GDP增长趋势基本一致,这验证了该代理变量的有效性。

本文在基准回归部分主要使用距离铁路站点100公里以内的栅格样本,涵盖老挝12个省的71个县市共88772个栅格单位。为了提高分析结果普遍性,在稳健性分析中,本文进一步将样本半径范围扩展至铁路沿线150公里与200公里,通过两种结果对比印证核心结论的稳健性。附表1展示了开通铁路与未开通铁路县市相关变量的描述性统计结果。

2.铁路开通数据

中老铁路老挝段贯穿老挝北部的5个主要省份^④,沿线共设有11个客货运

① <https://world.people.com.cn/n1/2024/0620/c1002-40260780.html>.

② <https://eogdata.mines.edu/products/vnl/>.

③ 本文附录详见《数量经济技术经济研究》杂志网站,下同。

④ 分别为琅南塔省、乌多姆赛省、琅勃拉邦省、万象省及首都万象市。

车站^①。本文使用谷歌地图 API 接口获取了各铁路站点的经纬度坐标,并据此确定各站点所属县市,进而将相关县市的栅格数据定义为处理组(受铁路开通直接影响的区域)。根据老挝官方新闻及中国官方新闻的公开信息,中老铁路于 2021 年 12 月 3 日正式开通运营。本文将 2021 年 12 月及之后的时期设定为处理期。

3. 贸易数据

本文采用国际贸易分析数据库(BACI)的中老贸易数据考察铁路开通对双边贸易的影响。该数据库以联合国商品贸易统计数据库(UN Comtrade)的原始数据为基础,提供了全球 200 多个国家和地区的双边贸易数据(1988 年至今),采用 HS(协调制度)和 SITC(标准国际贸易分类)编码对商品类别进行分类,包括出口国、进口国、商品类别、贸易价值及贸易数量等信息。

4. 降雨数据

降雨数据来自 CHIRPS-2.0 数据集,该数据集由美国加州大学圣巴巴拉分校的气候灾害中心开发,结合卫星观测、地面站数据和气象模型,使用冷云持续时间估计的空间相关结构将插值权重分配给高分辨率网格结构,提供了全球范围的降水估计,时间跨度为 1981 年至今。

(四)模型设定

基准模型采用双重差分法,检验中老铁路开通前后,实验组栅格经济活动强度与对照组的变化差异。模型设定如下:

$$\ln_DN_{it} = \alpha + \theta_1 Treat_c \times Post_t + \theta_2 \chi_c \times time_t + \theta_3 \chi_p \times time_t + v_i + v_t + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

其中, i 为截面坐标, t 表示“年一月”时间坐标, \ln_DN_{it} 表示栅格 i 在 t 时刻的经济活动强度。使用 1km^2 栅格在 t 时刻的夜间灯光强度(加 1 取对数)作为因变量。本文选取距离中老铁路 100 千米范围内的栅格作为研究样本,其中站点所在县域栅格为实验组, $Treat_c$ 设置为 1,非铁路站点在县域的栅格为对照组, $Treat_c$ 设置为 0^②。 $Post_t$ 为时间虚拟变量,2021 年 12 月及以后取值为 1,之前取值为 0。通过加入栅格固定效应 v_i 与时间固定效应 v_t 来控制栅格特征与时间特征。本文还包括与时间趋势交互的县级虚拟变量 $\chi_c \times Time_t$ 和省级虚拟变量 $\phi_p \times Time_t$,以允许所有省级特征和县级特征随时间变化。 ε_{it} 为标准误,聚类到 $10\text{km} \times 10\text{km}$ 的网格单元。

① 包括磨丁站、纳磨站、孟赛站、琅勃拉邦站、万荣站、万象站、万象南站、纳堆站、孟阿站、蓬洪站及嘎西站。

② 开通铁路的县市包括琅南塔省磨丁经济特区、琅南塔省纳堆市、乌多姆赛省纳磨县、乌多姆塞省孟赛县、乌多姆赛省孟阿县、琅勃拉邦省香恩县、万象省嘎西县、万象省万荣县境、万象省蓬洪县、万象赛塔尼县以及万象市。

三、基准回归与稳健性检验

(一)基准结果

本文使用2020年1月至2024年9月共57个月间88772个栅格的经济活动强度进行基准回归,结果如表1所示。第(1)列核心解释变量估计系数显著为正,中老铁路开通对站点所在县市的经济增长具有明显的促进作用。实验组栅格经济活动强度提升了约0.45%。该估计过程通过控制允许时不变的省级和县级特征(经度纬度、地形、农业适宜性)随时间变化,已经排除了铁路站点位置设置决策的许多潜在因素的影响。

传统以行政单位为处理组的方法可能存在边界模糊和空间异质性问题,导致估计结果不够准确。本文替换原来铁路站点所在县域等行政范围划分设置为处理组的方式,使用铁路站点80~100千米半径范围内环形区域的栅格为对照组,分别使用铁路站点半径10千米以内的栅格或20千米以内的栅格作为处理组,重新进行回归。结果如表1第(2)列和第(3)列所示,交互项估计系数依旧显著为正。

基准回归结果显示,中老铁路开通使处理组地区灯光强度较对照组提高约0.45%,该结果在量级与相关文献的结论基本一致。Mitnik等(2018)使用交通基础设施投资的准自然实验,识别了道路质量改善对海地经济活动的影响,结果表明,道路改善后,受影响社区的GDP增长约为0.5%。相似地, Lee(2018)借助夜间灯光数据对朝鲜的研究发现,国际制裁期间平壤与其他地区的GDP差距扩大了约0.6%。

中老铁路开通后0.45%的组间差约占灯光强度均值的1.67%,在宏观表现上是一个相当明显的变化当量。以2024年老挝全国GDP增长率4.3%为参照,处理组地区的额外增幅相当于比全国平均增速高约38.8%(=1.67%/4.38%),显示出铁路建设对区域经济发展的实质性推动。从经济含义上看,表明铁路产生了塑造沿线地区“增长极”的作用。需要指出的是,本文采用平方公里尺度的栅格数据,理论上应当波动较大。然而在不足三年时间内却表现出统计上高度稳健的显著效应,证实了铁路开通确实产生了重要影响。这一方面表明,基建投入精准激活了站点地区的发展,显示出较高的资源配置效率。另一方面,后文的机制分析也证实,这一短期局部效应通过促进贸易、引导人口集聚与增强风险缓冲等渠道,为更广泛区域的长期经济增长积累潜力。

表1 基准回归结果

变量	(1)	(2)	(3)
	ln_DN	ln_DN	ln_DN
$Treat_c \times Post$	0.004*** (0.001)		

(续)

变量	(1)	(2)	(3)
	ln_DN	ln_DN	ln_DN
<i>Treat</i> ₁₀ × <i>Post</i>		0.008** (0.003)	
<i>Treat</i> ₂₀ × <i>Post</i>			0.004** (0.002)
栅格固定效应	是	是	是
时间固定效应	是	是	是
省份×时间固定效应	是	是	是
县市×时间固定效应	是	是	是
样本量	5060004	5060004	5060004
R ² 值	0.565	0.565	0.565
栅格数量	88872	88872	88872

注：*、**、***分别表示在10%、5%、1%的水平上显著，括号内为10km×10km网格单元层面的聚类标准误。

(二)平行趋势检验

考虑到铁路开通的同时发生了诸多社会和政治变革,例如制度变迁、人口流动等(白俊红和丁声恹,2023)。然而,这些因素对经济发展的影响通常需要较长时间才能充分显现。若基准结果主要由这些缓慢变化的因素驱动,而非中老铁路开通的影响,则应观察到经济发展水平的变化呈现出更为渐进的特征。为检验这一可能性,本文采用如下分析模型,以捕捉铁路开通的动态影响:

$$\ln_DN_{it} = \alpha_0 + \sum_{\alpha=-12, \alpha \neq 0}^{24} \beta^\alpha D_{cit} + \delta\chi_c \times Time_t + \kappa\phi_p \times Time_t + v_i + v_t + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

其中, D_{cit} 是一个虚拟变量,如果栅格*i*所在县市*c*在2021年12月之前或之后的 α 个月有铁路接入,则该指标等于1; β^α 捕捉了栅格*i*获得铁路接入之前或之后 α 个月的接入效果。为控制潜在的季节性趋势变化,加入月份固定效应与年份的交互项以确保结果不受特定月份的影响。

图1展示了平行趋势检验的结果,垂直实线代表90%的置信区间。如图1所示,在铁路开通前的12个月内,铁路接入样本与未接入样本之间的经济发展水平未表现出系统性差异。自2021年12月中老铁路开通后,以夜间灯光亮度衡量的经济发展水平显著提升,且这种影响表现出持续性。上述结果表明,铁路开通对经济发展的促进作用具有即时性和持续性特征。这一结果排除了缓慢变化的混杂因素(如制度变迁或人口流动)对研究结果的影响,从而支持了铁路通过降低运输成本直接推动经济发展的结论。

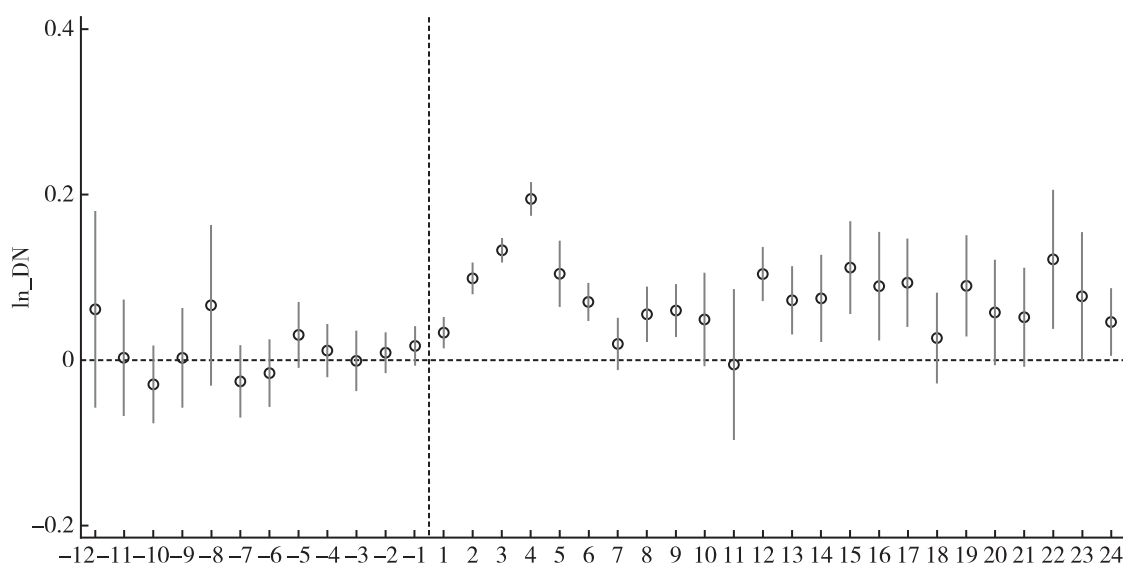


图1 平行趋势检验

可以发现,中老铁路的效应在个别月份(如第5~6期)出现较大波动。这一现象可能与老挝经济中农业比重较高、相关经济活动易受气候条件影响等因素有关。气候因素通过影响农业生产、交通运输和相关经济活动,对整体经济运行产生重要影响。事后趋势显示雨季过后铁路效应仍然存在,表明跨境交通基础设施带来的可达性具备长期影响,部分观测时点效应强度的回落可能来自季节性波动的影响。更长的时间范围清晰地刻画了政策效应由爆发期向平稳期的演化过程。此外,本文还进一步提供了将被解释变量进行12个月差分的平行趋势检验,可以清晰地观察到铁路开通后各月份的估计系数均显著为正,表明铁路开通对观测变量产生了持续且稳定的正向影响。结果详见附图2。此外,本文还提供了仅采用事前样本的事件分析,结果显示不存在预先趋势差异,结果详见附表2。

(三)稳健性检验

1. 工具变量法

中老铁路站点的选址可能受到潜在经济收益或政治因素的影响,为缓解模型可能存在的内生性偏误,运用工具变量法进行再估计。本文选取法国殖民时期的规划铁路及古道作为铁路站点选址的工具变量。其合理性在于:这些历史交通基础设施构成了现代铁路选线的地理基础,从而满足相关性要求;同时,作为历史遗存,它们对当前经济活动的直接影响已微乎其微,更可能通过塑造现代交通网络来间接发挥作用,这为排他性约束提供了支持。附表3第(1)列的结果表明,在控制内生性后结果的显著性和方向与基准结果基本一致,铁路开通对经济发展的作用依然显著为正。

2. 测量误差

夜间灯光数据在衡量经济发展水平时可能受到异常值与测量噪声的影响。为

此,本文首先对被解释变量实施双向1%缩尾处理以剔除潜在异常值,附表3第(2)列结果显示,核心系数在1%的水平上依然显著。进一步地,考虑到夜间灯光可能受云层覆盖和气溶胶等因素干扰,本文采用均值滤波去噪方法,对每个栅格以其 3×3 邻域内亮度均值替代原值,以降低随机噪声并保持空间连续性。附表3第(3)列汇报了经处理后的估计结果。此外,样本中约10%的栅格DN值为零,这更可能源于NOAA数据处理算法将低亮度像素过滤为噪声,而非真实的“零经济活动”(Elvidge等,2017)。本文将 $DN=0$ 的观测值替换为5.5。附表3第(4)列结果显示,替换后的估计系数依然在1%水平显著为正,进一步验证了结论的稳健性。

3. 距离阈值敏感性分析

保持铁路站点所在县域栅格为处理组,本文进一步将对照组范围扩展至距离铁路站点150千米和200千米以内,重新进行基准回归。附表3第(5)列和第(6)列的结果表明,在更大空间范围内,中老铁路对夜间灯光强度的正向影响仍在1%水平上显著。此外,为缓解人口流动可能引致的对照组污染问题,本文改用距铁路站点100~200千米的栅格作为远端对照组重新估计,附表3第(7)列的结果显示核心系数依然显著为正,且与基准结果量级相近。

4. 控制前定变量的影响

鉴于铁路站点选址可能并非随机,而与潜在经济收益相关,本文通过控制前定变量与时间趋势的交互项,以缓解选址内生性带来的估计偏误。结合既有文献与中老铁路规划背景,选取人口密度、平均海拔、植被覆盖率和矿产资源禀赋等铁路开通前的区县特征作为前定变量(计算方式详见附录5),分别与线性时间趋势交互纳入回归模型。附表3第(8)列结果显示,在控制上述因素后,关键系数仍显著为正。

5. 其他稳健性检验

此外,围绕铁路选址可能存在的选择偏差、夜间灯光数据的计量特性、其他铁路或随机冲击的干扰,以及同期其他政策因素的影响,本文分别采用样本剔除、倾向得分匹配、替代模型估计、伪实验与循环安慰剂检验、子样本回归及控制变量扩展等方法进行验证。附表4~6和附图3的结果显示,各项稳健性检验下核心估计系数在符号和统计显著性方面均与基准回归结果保持一致。

四、机制分析

根据理论分析,中老铁路能够有效激活贸易、经济韧性以及生产要素的空间再配置等长期增长机制。为验证上述机制,本文进行了如下检验。

(一) 贸易联通机制

中老铁路大幅降低了老挝与中国及其他东南亚国家之间的运输成本和时间。数据显示,2021年中老铁路开通以后,老挝对中国的进出口贸易大幅提升(如附图4所示)。2022年中老双边贸易额同比增长了25%,其中老挝对中国的农产品出口

(如橡胶、大米和木制品)显著增加。因此,本文从集约边际和扩展边际两方面考察了中老铁路开通对老挝国际贸易的影响。

1. 集约边际

本文使用2001~2023年的BACI数据库考察中老铁路开通对老挝进出口贸易的影响。模型设定如下:

$$Trade_{ist} = \alpha + \theta China_s \times Post_t + v_i + v_s + v_t + \varepsilon_{ist} \quad (3)$$

其中,被解释变量 $Trade_{ist}$ 包括老挝的商品 s 在 t 年对 i 国的对数出口额、来自 i 国的对数进口额、出口产品复杂度以及进口产品复杂度。 $China_s$ 是一个虚拟变量,若商品 s 出口到中国或进口来自中国则取值为1,否则为0。同样地,若年份大于2021年则 $Post_t$ 取值为1,否则为0。 v_i 、 v_s 和 v_t 分别为国别、产品和年份固定效应。所有估计结果在产品层面聚类,控制了中国对老挝直接投资存量对数的年度数据和中老铁路开通前的贸易量与时间交乘项。回归结果如表2第(1)列和第(2)列所示,中老铁路开通显著提升了老挝对中国的出口和进口总量,老挝对中国的出口相较于其他目的国增长了约22.24%;从中国的进口相较于其他来源国增长了约33.68%。附表7显示剔除出口额前1%的产品后结果依然稳健,表明上述作用并非由单一商品贸易的变化驱动,而是整体贸易结构的调整。

考虑贸易条款的潜在影响,本文使用RCEP国家样本重新进行了回归,中老贸易为实验组,老挝与其他东盟国家贸易为对照组,附表8结果依然显著,中老贸易相对东盟对照组的生长优势与全样本结果基本一致。

为检验铁路开通对贸易结构的影响,本文基于经济复杂性观察站提供的全球贸易产品复杂度指标衡量产品附加值变化。表2第(3)列和第(4)列显示,老挝自中国进口产品的技术复杂度下降,而对中国出口产品的复杂度上升,表明铁路开通既降低了进口门槛,又促进了出口向更高附加值方向调整。由此可见,中老铁路的贸易效应不仅体现在规模扩张上,还通过降低运输成本和扩大市场可达性,推动了出口多样化与结构优化,体现了跨境基础设施在深化区域分工中的积极作用。

表2 中老铁路开通对老挝国际贸易的影响

变量	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
	贸易额				产品种类			
	$lnexport$	$lnimport$	$lnexport$ PCI	$lnimport$ PCI	$lnexport$ Num	$lnimport$ Num	$lnexport$ $PCINum$	$lnimport$ $PCINum$
$China_export \times$ $Post$	0.320*** (0.024)		0.034*** (0.008)		0.055*** (0.003)		0.020*** (0.001)	
$China_import \times$ $Post$		0.817*** (0.006)		-0.010*** (0.002)		0.633*** (0.013)		0.244*** (0.010)

(续)

变量	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
	贸易额				产品种类			
	<i>lnexport</i>	<i>lnimport</i>	<i>lnexport</i> <i>PCI</i>	<i>lnimport</i> <i>PCI</i>	<i>lnexport</i> <i>Num</i>	<i>lnimport</i> <i>Num</i>	<i>lnexport</i> <i>PCINum</i>	<i>lnimport</i> <i>PCINum</i>
控制变量	是	是	是	是	是	是	是	是
国别固定效应	是	是	是	是	是	是	是	是
年份固定效应	是	是	是	是	是	是	是	是
产品固定效应	是	是	是	是				
样本量	96287	251465	81610	191129	2557	1791	1628	1387
R ² 值	0.932	0.967	0.702	0.610	0.861	0.911	0.762	0.909
HS 数量	3152	4732	2138	2972				

注:同表1。

2. 扩展边际

将国别—产品—年份层面的数据加总到国别—年份层面,统计获得老挝出口或进口国家的商品种类数量,模型设置为:

$$Num_{it} = \alpha + \theta China_i \times Post_t + \lambda_i + \pi_t + \varepsilon_{it} \quad (4)$$

其中,被解释变量 Num_{it} 是老挝对 i 国出口或进口的商品种类,取对数形式; $China_i$ 为实验组虚拟变量,若出口国或进口国为中国则取值为1,否则为0。所有估计结果在国别层面聚类。

表2第(5)~(8)列的结果显示,中老铁路开通显著增加了老挝对中国进出口产品的种类。第(5)列和第(6)列估计表明,铁路开通后老挝对中国的出口商品种类相较其他目的国增加了约134.56%;老挝对中国的进口商品种类相较其他来源国增加了约460.29%。基于RCEP样本的稳健性检验结果(附表8)与上述结果基本一致。第(7)列和第(8)列显示进出口的高附加值产品种类均显著增加。

3. 异质性

为考察中老铁路贸易效应的产品层面异质性,本文进一步将贸易数据按产品类型(农产品、矿产品、制品)以及要素密集度(劳动密集型与资本密集型)进行分组回归分析。附表9回归结果显示,铁路开通显著促进了老挝对中国不同类别产品的出口,并明显扩大了自中国进口制造业产品的规模,表明铁路联通对贸易增长具有广泛而稳定的促进作用。同时,不同产品对运输成本、时效性和物流稳定性的敏感度差异,导致贸易效应在产品类型和要素密集度维度上呈现出明显异质性。

(二) 风险缓冲机制

中老铁路的开通不仅强化了两国经济纽带,还可能通过提升区域经济韧性为

双边经贸合作注入了新动能。老挝最常见的极端天气是洪水,因此本文利用洪水事件来检验中老铁路开通是否降低了本地极端天气事件对经济的冲击,以及是否缓解了临近地区极端天气的损失外溢。具体模型如下:

$$\ln_DN_{it} = \alpha + \theta_1 Treat_c \times Post_t \times Floods_{it} + \theta_2 Treat_c \times Post_t + \theta_3 Floods_{it} + \theta_4 \chi_c \times time_t + \theta_5 \chi_p \times time_t + v_i + v_t + \varepsilon_{it} \quad (5)$$

其中, $Floods_{it}$ 是观测时刻 t 栅格 i 的天气冲击,包括本地天气冲击($LocalFloods_{it}$)和外部天气冲击($DistanceFloods_{it}$)。其中,本地洪水冲击定义为栅格降雨量达到长期均值的190%则取值为1的虚拟变量;外部洪水冲击捕捉其他铁路连接地区的洪水冲击,通过对其他铁路连接地区的洪水冲击指标求和,并按双边距离加权来构建:

$$DistanceFloods_{it} = \sum_{k \neq i} \frac{LocalFloods_{kt}}{Distance_{ik}^\phi}$$

其中, k 是除地区 i 之外的通过铁路连接的地区。这里, ϕ 决定了其他地区天气冲击的影响随距离增加而下降的速度。遵循引力模型文献,本文设置贸易距离弹性 ϕ 为1.9,在实际回归中均利用高程数据控制了坡度、海拔、到河流的距离与 $Post$ 的交乘项。

1.本地冲击

首先检验中老铁路建成后区域经济发展水平与本地洪涝灾害冲击之间的负向关联是否显著减弱。表3第(1)列结果显示,降水冲击对区域经济发展产生了显著的抑制效应。第(2)列引入铁路开通与气象冲击的交互效应项后,三重差分结果显示交互项的回归系数在1%显著性水平上呈现正向效应。这一发现表明,极端天气事件会导致显著的经济下行压力;而当铁路网络建成后,区域经济对气象冲击的响应能力显著增强,这验证了交通基础设施在提升区域经济韧性方面的重要作用。

2.外部冲击

进一步检验中老铁路网络建成后,区域经济发展水平与铁路枢纽关联市场外部冲击之间的动态关联特征。表3第(5)列结果显示,加入洪水冲击变量的回归系数显著为负,表明在相连区域洪水冲击会对本地经济产生负向溢出,良好的基础设施会缓解自然灾害带来的冲击(魏龙等,2024)。交通基础设施是灾后恢复的“生命线”,其运送效率和冗余度会直接影响救援到达速度、物资运输能力和伤员转运结果等,并最终影响经济恢复能力。第(6)列三重交互项估计结果显示,铁路连通性与外部洪水冲击的交互项系数显著为正,说明交通基础设施显著增强了区域经济的风险缓冲能力。该结果从经济韧性视角证实,跨境交通基础设施通过重构区域商品要素流动格局,降低了经济增长进程因外部冲击而中断的频率和幅度,为发展区域一体化构建抗风险型基础设施体系提供了实证依据。

表3 中老铁路开通是否减轻天气冲击的影响

变量	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
	本地冲击				外部冲击			
	ln_DN	ln_DN	DN_sd	DN_sd	ln_DN	ln_DN	DN_sd	DN_sd
<i>Floods</i> × <i>Treat</i> × <i>Post</i>		0.006*** (0.001)		-0.005*** (0.001)				
<i>DistanceFloods</i> × <i>Treat</i> × <i>Post</i>						0.101** (0.043)		-0.111** (0.046)
<i>Treat</i> × <i>Post</i>	0.003** (0.001)	0.026*** (0.004)	-0.003** (0.001)	-0.025*** (0.004)	0.002 (0.001)	0.002 (0.001)	-0.002 (0.001)	-0.002 (0.001)
<i>Floods</i>	-0.031*** (0.002)	-0.027*** (0.002)	0.034*** (0.002)	0.030*** (0.002)				
<i>Distancefloods</i>					-0.082*** (0.028)	-0.116** (0.047)	0.086*** (0.029)	0.123** (0.050)
控制变量	是	是	是	是	是	是	是	是
栅格固定效应	是	是	是	是	是	是	是	是
时间固定效应	是	是	是	是	是	是	是	是
省份×时间 固定效应	是	是	是	是	是	是	是	是
县市×时间 固定效应	是	是	是	是	是	是	是	是
样本量	5060004	5060004	5060004	5060004	5060004	5060004	5060004	5060004
R ² 值	0.566	0.566	0.567	0.567	0.565	0.565	0.566	0.566
栅格数量	88772	88772	88772	88772	88772	88772	88772	88772

注：同表1。

3. 基于灯光波动的估计结果

以夜间灯光绝对水平作为被解释变量,可能捕捉到的是铁路促进受灾地区经济发展的平均效应,而非严格意义上的“缓冲风险、稳定经济”的韧性效应。本文进一步计算了每个栅格一年度组合内,灯光亮度相对其前后6个月均值的离差: $DN_sd = Light / (\sum_{t=1}^{12} Light_t / 12)$ 。该值越大,表明该栅格在第t年的月度经济活动起伏越大,经济稳定性越差。使用该指标重新估计,结果显示三重交互项(*Floods*×*Treat*×*Post*)的系数显著为负,在中老铁路开通后,处理组栅格遭遇极端洪水冲击时经济波动性显著下降。这一结果为风险缓冲机制提供了更直接、更稳健的证据。

详细结果见表3第(3)~(4)列、第(7)~(8)列。

4. 敏感性分析

为了提高结果的可信度,附表10还提供了贸易距离弹性 φ 为1.5和2.5的敏感性分析。结果显示,在不同 φ 取值下,三重差分项($Floods \times Treat_c \times Post$)的系数始终在统计上显著为正,表明铁路缓解外部冲击溢出的效应是稳健的。

(三) 人口集聚

铁路基础设施的改善显著提高了区域可达性,吸引了劳动力、企业等向铁路沿线地区集聚。这种人口集聚效应扩大了本地市场规模,不仅通过规模经济效应提高了生产效率,还可以促进知识溢出和技术扩散,增强了区域创新能力,推动经济结构升级和长期经济发展。此外,铁路还通过改善公共服务和基础设施的可及性,增强了区域吸引力,形成良性循环。因此,人口集聚效应是跨境铁路推动地区经济发展的重要潜在机制。为考察该机制,设定模型如下:

$$pop_{it} = \alpha + \theta Treat_c \times Post_t + \delta \chi_c Time_t + \kappa \times \phi_p Time_t + v_i + v_t + \varepsilon_{it} \quad (6)$$

其中, pop_{it} 表示栅格 i 在 t 年的人口集聚水平,本文使用 1km^2 栅格在 t 年的人口密度(单位土地面积上的人口数量)作为因变量,数据来源于LandScan^①。表4第(1)列仅包含栅格固定效应的估计结果显示,铁路开通显著提升了老挝的人口集聚水平,相对于没有铁路站点的地区,开通铁路的地区平均增加了17.5%。第(2)列和第(3)列逐渐包含年份固定、省份一年份和县市一年份交互固定效应后估计系数依旧显著为正。第(3)列显示,铁路开通使人口密度增加了0.025,相当于被解释变量均值的1.59%。根据新经济地理学理论(Krugman, 1991),要素空间再分布是市场整合与规模经济作用的开端,集聚效应的出现,标志着长期增长路径已被激活。

表4 铁路开通的集聚效应

变量	(1)	(2)	(3)
	pop	pop	pop
$Treat_c \times Post$	0.175*** (0.009)	0.042*** (0.013)	0.025** (0.011)
栅格固定效应	是	是	是
时间固定效应	否	是	是
省份×时间固定效应	否	否	是
县市×时间固定效应	否	否	是

① <https://landscan.ornl.gov/>。

(续)

变量	(1)	(2)	(3)
	<i>pop</i>	<i>pop</i>	<i>pop</i>
样本量	2130528	2130528	2130528
R ² 值	0.889	0.894	0.895
栅格数量	88772	88772	88772

注:同表1。

五、进一步分析

(一) 中老铁路对跨界边界效应的影响

为检验中老铁路开通是否显著降低了中国与老挝之间的边界效应,借鉴 McCallum(1995)以及 Anderson 和 Van Wincoop(2003)的研究方法,设定如下引力模型进行估计:

$$\ln trade_{ikj} = \alpha_1 + \alpha_2 \ln GDP_i + \alpha_3 \ln GDP_j + \alpha_4 \ln dist_{ij} + \alpha_5 \delta_{ij} + \sum_k \kappa_k + \varepsilon_{ikj} \quad (7)$$

其中, $trade_{ikj}$ 表示地区 i 行业 k 对地区 j 的出口额, GDP_i 和 GDP_j 分别表示地区 i 和 j 的国内生产总值, $dist_{ij}$ 表示地区 i 和 j 之间的距离, δ_{ij} 为虚拟变量,用于捕捉中国国内贸易与中老国际贸易之间贸易流量差异,中国境内不同省级行政单位之间的贸易取值为1,中国任一省级行政单位与老挝之间的贸易取值为0。估计系数 α_5 反映了省际贸易与省—老挝贸易比率,据此可推测中老跨境边界效应。 $\sum_k \kappa_k$ 表示行业固定效应。中国省际贸易流量数据依据李自若等(2022)提出的方法进行估算,中国各省与老挝的贸易数据采用了老挝与中国各省级行政区之间产品一月度层面的贸易流量信息,数据来源于中国海关总署。

附表11报告了以上模型在各年度的估计结果。附表11中边界效应系数为虚拟变量 δ_{ij} 系数的指数形式,反映在控制距离与经济规模后,边境对省际贸易与省—老挝贸易比率的影响。第(1)列结果表明,在中老铁路开通之前(2020年与2021年),中老边境系数为5.357,在控制距离与规模因素后,中国省际贸易量平均为中老贸易量的212.16倍(= $e^{5.3574}$),显著高于 McCallum(1995)基于1988年美加数据所估计的边界效应(约22倍)。第(3)列结果显示,2022年中老铁路开通后,该边界效应在2023年下降至41.64(= $e^{4.2364}$)倍,较2020年降幅达80%,表明铁路运营显著弱化了中老之间的跨境边界效应,而且此后仍持续降低。

后续,本文进一步引入了地区偏远度变量(反映地区 i 与除 j 外所有贸易伙伴的平均距离, $REM_i = \sum_{s \neq j} dist_{is} / GDP_s$)。结果显示,在控制该变量后,边界效应系数估计值变化甚微,调整后的 R^2 亦未见显著提升,说明偏远度变量对模型解释力的贡献

有限,与 Anderson 和 Van Wincoop(2003)的结论一致,详见附表 12。

(二) 中老铁路经济效应的空间特征

铁路站点的影响范围可能并不局限于其所在县市的行政边界,对周边地区也会产生辐射(韦江英和胡日东,2024)。为捕捉可能的溢出效应,本文构建了两个控制变量,一个是邻近省拥有铁路接入的比例($Adja_p$),另一个是邻近县(市)拥有铁路接入的比例($Adja_c$)。分别将上述变量与政策冲击时点交乘后作为控制变量加入模型,附表 13 第(1)列和第(2)列汇报了相关回归结果。控制邻近地区接入铁路的情况后,中老铁路对本地经济的影响依然显著为正;“远邻”接入铁路网络(省界以外)的溢出效应是积极的,但“近邻”接入铁路网络(邻近县市)则存在资源竞争,对本地经济活动产生冲击。邻县之间出现虹吸效应,主要是因为处在相同行政层级和产业基础上的县域,会围绕有限的资本、劳动力和项目资源形成激烈竞争。如果多个县同时拥有站点,往往发展类似产业、采取相似的招商策略,资源最终会流向基础更好的一方,导致其他县的发展被挤压,从而形成虹吸效应^①。而省际之间相隔较远,资源竞争的作用相对较弱,可能更多表现出铁路通联的网络外部性。

本文还构建了相邻县域及省份之间的产业结构相似性指数(KI 指数),进一步考察了产业结构相似度的影响。结果见附表 13 第(3)列和第(4)列,随着区域产业结构相似度提高,地区间的相互竞争效应增强,会削弱铁路通联的积极作用,间接支持了产业结构趋同地区之间存在相互抑制效应的推断。

(三) 中老铁路项目与国际援助项目对比

中老铁路项目的资金主要来自中国的贷款和投资,因此可以被视为一种包含援助性质成分的经济合作项目。这种以跨境铁路形式完成的国际援助与传统形式的国际援助存在明显不同。为了进一步厘清跨境交通基础设施与其他援助项目的经济效应差异,这里对比分析了中老铁路项目与国际援助透明度倡议(International Aid Transparency Initiative, IATI)援助活动对老挝经济活动的影响差异。模型设置如下:

$$\ln_DN_{it} = \alpha + \tau Aid_{ct} + \theta Treat_c \times Post_{tm} + \delta \chi_c Time_t + \kappa \phi_p Time_t + v_i + v_t + \varepsilon_{it} \quad (8)$$

其中, Aid_{ct} 为县市 c 在 t 年的援助金额(加 1 取对数),本文将国际援助(IATI)项目层面的援助数据汇总至县(市)一年份层面,并将整理后的数据与主分析所使用的数据进行合并。控制变量包括援助数量、援助效率(最终援助金额/时间与原计划援助金额/时间之比)、项目覆盖人数的对数、目标地区周边区县的平均援助金额

^① 本文基于世界银行 2019~2024 年老挝企业调查数据,从资源要素流动的视角考察中老铁路开通所引发虹吸效应的内在机制,结果表明中老铁路的开通确实强化了地区在招商引资与人才吸引等方面的竞争优势。详细结果请见附表 14。

的对数。

附表 15 第(1)列总体样本回归结果显示,铁路开通与 IATI 援助对老挝经济发展的影响均显著为正,但中老铁路项目的作用强度是 IATI 的 2.7 倍。第(2)~(7)列进一步考察不同援助项目的效果,结果显示农业和工业援助项目显著提升了老挝的经济发展水平,而政府、交通、教育以及环境保护等非产业援助项目短期内不利于老挝经济的发展。这可能是由于,一方面,国际组织的援助绩效受到多种因素影响。例如,利益相关主体间的集体行动困境,与受援国的实际需求存在错配,受援国的接受能力和维护体系,造成了负面作用等(许志成和张宇,2021)。Mekasha 和 Tarp(2013)的研究也指出,援助也可能因受助者特征、援助方式和捐助动机而产生异质性影响。另一方面,政府、教育以及环境保护等非产业援助项目在短期内未能有效转化为经济增长动力,甚至可能因资源分配不当或项目实施效率低下而对经济产生负面影响。例如,亚洲开发银行 2023 年度评估报告对发展中成员主导实施的 92 个援助项目绩效评估证实,公共管理、教育等部门的援助有效性偏低。相比之下,中老铁路由中国铁路进行维护,降低了运营难度,通过直接促进人员流动,最终为推动老挝经济发展产生了广泛的积极作用。

六、结论与政策建议

基于 VIIRS/DNB 夜间灯光数据,本文采用双重差分法系统评估了中老铁路开通对老挝经济发展的影响。结果显示,铁路开通显著提升了沿线地区的经济活动水平,该结论经过平行趋势检验、工具变量法、测量误差处理、控制前定变量等检验后仍保持稳健。中老铁路开通后沿线地区经济活动提升约 1.67%,为南南区域合作注入了强劲动力。机制分析表明,中老铁路通过扩大双边贸易规模、推动人口空间再配置以及增强对洪水等冲击的风险缓冲能力三条路径促进经济增长。进一步分析显示,铁路开通后,中老跨境边界效应由 212.16 下降至 41.64,降幅达 80%;省界以外铁路接入的溢出效应是积极的,但邻近县域铁路接入则存在资源竞争;与其他国际援助项目的对比显示,中老铁路项目的作用强度是国际援助透明度项目的 2.7 倍,凸显了“一带一路”倡议下南南跨境交通基础设施合作在推动区域发展和提升经济韧性方面的独特优势。上述发现具有重要的政策启示。

第一,跨境交通设施的价值不仅仅在于压低运输成本,更重要的是把原本分割的市场片段重新拼接成连续的潜在需求曲线。中老铁路的经验显示,当运输时间从三天压缩到一天,老挝的橡胶、木薯等低值易耗品的有效市场半径瞬间北移上千公里,激活了中国西南腹地巨大的加工产能;而中国的机电、化肥等产品也获得了一条低波动、规模化的南向通道。这种双向激活的机理提示,应更加重视通联对市场范围和交易可能性的扩展作用。在投资决策中,不能只关注静态的成本—收益测算,而应当考虑通联改善后贸易弹性和产业反应的变化,例如哪些产品会因运输时间缩

短而进入跨境贸易,哪些产业链可能因周转效率提升而发生调整。与此同时,有必要配合推进相关制度安排,在监管、标准和金融等方面加强协调,使交通通联与制度衔接相互支撑,从而更充分地释放跨境基础设施对区域经济发展的综合效应。

第二,跨境交通基础设施重塑了人口与产业的空间配置路径。中老铁路通过显著降低跨境通达成本,使经济活动向具备跨境节点优势的地区加速集聚。这一空间重构过程在提升整体通联效率的同时,也可能伴随不同区域间受益节奏和方式的分化,在部分地区具有促进效应,但对周边区域却产生了竞争压力。该结论提示应当推动土地利用规划协同、劳动力流动便利化和营商规则衔接,从而系统性地弱化边界阻隔,通过功能分工和公共服务协同,引导促进效应在更大空间范围强化。在沿线关键节点与辐射区域之间建立梯度化的产业与功能分工体系,将节点的虹吸效应转化为区域的辐射效应,避免邻近地区的同质化竞争。同时建立持续的空间监测与校准机制,以动态评估交通设施开通后经济活动、人口流动和产业布局的调整方向。

第三,跨境交通网络在缩短时空距离的同时,也改变了经济冲击的传导方式。跨境通联条件改善后,极端天气或突发事件造成的负面影响能够更快得到应对和缓解。因此,在推进区域一体化的过程中,有必要将提升区域整体抗风险能力作为重要目标,将交通互联互通与应急保障、物资储备和财政协作等制度安排相结合。在区域层面探索建立以交通流量为基础的支持机制,搭建跨境交通风险监测预警平台,打通信息共享渠道;制定极端天气、突发事件下的跨境交通应急通行预案,完善战略物资储备和灾害应急响应,增强区域应对冲击的能力,推动区域合作向更加稳健和可持续发展的方向发展。

第四,将中老铁路与其他国际援助项目进行比较可以发现,援助项目的实际效果并不单纯取决于资金规模或所属领域,而更取决于项目是否能够融入当地经济体系并持续发挥带动作用。相较于分散实施、彼此独立的项目安排,围绕关键交通和产业节点展开的援助更容易形成协同效应。因此,援助机构在项目设计中,可优先支持与跨境铁路衔接的物流枢纽、服务区域产业链的质量认证平台。通过将资源集中配置到这些节点,援助投入更有可能在产业联系和市场网络中逐步放大,减少碎片化投资带来的效率损失,从而提升援助项目的持续性和整体成效。

参考文献

[1]白俊红,丁声怿.制度型开放、营商环境与全要素生产率——基于中国自由贸易试验区的准自然实验[J].中国经济学,2023,(2):14~45+349~352.

[2]李佳,王函.中欧班列开通与城市出口竞争力[J].中国经济学,2022,(3):130~167+287~290.

- [3]李自若,杨汝岱,黄桂田.中国省际贸易流量与贸易壁垒研究[J].经济研究,2022,57(7):118~135.
- [4]刘斌,李秋静,李川川.跨境铁路运输是否加快了我国向西开放?——基于城市—产品层面的经验证据[J].管理世界,2022,(8):101~118.
- [5]单亦轲,蒋伟杰.航线开通与资本市场一体化——来自近2亿家企业工商登记注册信息的经验证据[J].数量经济技术经济研究,2025,42(7):47~67.
- [6]唐宜红,俞峰,林发勤,张梦婷.中国高铁、贸易成本与企业出口研究[J].经济研究,2019,54(7):158~173.
- [7]韦江英,胡日东.贸易网络地位与企业ESG表现——基于网络拓扑结构下的产业链传导[J].中国经济学,2024,(2):158~185+296~297.
- [8]魏龙,蔡培民,潘安.供应链冲击、多元化战略与企业发展韧性——来自中国重大自然灾害的证据[J].中国工业经济,2024,(9):118~136.
- [9]许志成,张宇.点亮非洲:中国援助对非洲经济发展的贡献[J].经济学(季刊),2021,21(5):1499~1520.
- [10]叶菁文,范剑勇.交通基础设施、区际贸易与地区经济发展——以公路为例[J].数量经济技术经济研究,2023,40(6):48~68.
- [11]俞峰,陈炳昊,张鹏杨,张梦婷.“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,2025,42(6):47~67.
- [12]张勋,王旭,万广华,孙芳城.交通基础设施促进经济增长的一个综合框架[J].经济研究,2018,53(1):50~64.
- [13]张喆,王晓梦,姜雨皓,等.中老泰铁路建设对云南省及沿线国家空间联系格局的影响——基于城市流网络的分析[J].世界地理研究,2019,28(3):43~53.
- [14]Ahlfeldt, G. M., Redding, S. J., Sturm, D. M., & Wolf, N., 2015, *The Economics of Density: Evidence From The Berlin Wall* [J], *Econometrica*, 83(6), 2127~2189.
- [15]Anderson J E., Van Wincoop E., 2003, *Gravity with Gravitas: A Solution to the Border Puzzle* [J], *American Economic Review*, 93(1), 170~192.
- [16]Baldwin R., 2016, *The World Trade Organization and the Future of Multilateralism* [J], *Journal of Economic Perspectives*, 30(1), 95~116.
- [17]Barrot J. N., Sauvagnat J., 2016, *Input Specificity and the Propagation of Idiosyncratic Shocks in Production Networks* [J], *The Quarterly Journal of Economics*, 131(3), 1543~1592.
- [18]Bešinović N., 2020, *Resilience in Railway Transport Systems: A Literature Review and Research Agenda* [J]. *Transport Reviews*, 40(4): 457~478.
- [19]Bluhm R., Dreher A., Fuchs A., et al., 2025, *Connective Financing: Chinese Infrastructure Projects and the Diffusion of Economic Activity in Developing Countries* [J], *Journal of Urban Economics*, 145, 103730.
- [20]Donaldson D., 2018, *Railroads of The Raj: Estimating the Impact of Transportation Infrastructure* [J], *American Economic Review*, 108(4~5), 899~934.

- [21] Elvidge C. D., Baugh K., Zhizhin M., Hsu F. C., Ghosh T., 2017, *VIIRS Night-time Lights* [J], *International Journal of Remote Sensing*, 38(21), 5860~5879.
- [22] Frankel J. A., Romer D. H., 1999, *Does Trade Cause Growth?* [J] *American Economic Review*, 89(3), 379~399.
- [23] Fujita M., Thisse J. F., 2002, *Agglomeration and Market Interaction* [R], SSRN Working Paper No. 315966.
- [24] Gibson J., Olivia S., Boe-Gibson G., 2020, *Night Lights in Economics: Sources and Uses* [J]. *Journal of Economic Surveys*, 34(5), 955~980.
- [25] Huy D Q, Ha T T, Minh N T., 2025, *The Belt and Road Initiative: Impacts on Agricultural Trade Efficiency in Southeast Asia—evidence from Laos, Malaysia, and Thailand* [J]. *International Journal of Transport Development and Integration*, 9(3):599~608.
- [26] Krugman P., 1991, *Increasing Returns and Economic Geography* [J], *Journal of Political Economy*, 99(3), 483~499.
- [27] Lavopa A., Donnelly C., 2023, *Socioeconomic Resilience During the COVID-19 Pandemic: The Role of Industrial Capabilities* [J], *Structural Change and Economic Dynamics*, 67, 44~57.
- [28] Lee Y. S., 2018, *International Isolation and Regional Inequality: Evidence from Sanctions on North Korea* [J], *Journal of Urban Economics*, 103, 34~51.
- [29] Li D X, Hu Q., 2025, *Implementation of the China-Laos Railway Shows Obvious Spatiotemporal Spillover Effects and Phased Evolution Patterns in Laos* [J], *Journal of Urban Management*, 15(1), 26~46.
- [30] Limão N., Venables A. J., 2001, *Infrastructure, Geographical Disadvantage, Transport Costs, and Trade* [J], *The World Bank Economic Review*, 15(3), 451~479.
- [31] McCallum J., 1995, *National Borders Matter: Canada-US Regional Trade Patterns* [J], *American Economic Review*, 85(3), 615~623.
- [32] Mekasha T. J., Tarp F., 2013, *Aid and Growth: What Meta-analysis Reveals* [J], *The Journal of Development Studies*, 49(4), 564~583.
- [33] Mitnik O. A., Sanchez R., Yañez-pagans P., 2018, *Bright Investments: Measuring the Impact of Transport Infrastructure Using Luminosity Data in Haiti* [R], IDB Working Paper Series, No. IDB-WP-935.
- [34] Perla J., Tonetti C., Waugh M. E., 2021, *Equilibrium Technology Diffusion, Trade, and Growth* [J], *American Economic Review*, 111(1), 73~128.
- [35] Redding S. J., Turner M. A., 2015, *Transportation Costs and The Spatial Organization of Economic Activity* [C], *Handbook of Regional and Urban Economics*, 5, 1339~1398.
- [36] Rowedder S., 2020, *Railroading Land-linked Laos: China's Regional Profits, Laos' domestic Costs?* [J]. *Eurasian Geography and Economics*, 61(2): 152~161.
- [37] Wei S, Sukhotu V. P., 2022, *The Effect of the China-Laos Railway on Thailand's Trade to China* [J]. *Journal of Management Information and Decision Sciences*, 25(2S):1~9.

South–South Cooperation: Cross–border Transportation Infrastructure, Regional Integration, and Economic Development: Assessment of the Economic Impact of the China–Laos Railway

ZHANG Shihua¹ SUI Hongguang² LI Xijie³

(1.School of Economics, Nankai University;

2.School of Economics, Shandong University;

3.School of Government, Sun Yat-sen University)

Summary: Based on the VIIRS/DNB nighttime light data, this study empirically examines the impact of the China–laos Railway (CLR) on the economic development of Laos using the difference–in–differences method. The results reveal that the opening of the CLR has significantly promoted the economic development of the areas along the railway. This conclusion remains robust after a series of tests, including parallel trend tests, measurement error corrections, sample selection bias controls, and model specification error corrections. Specifically, the CLR not only directly boosts the economic development of the areas along the railway but also has a significant spatial spillover effect on neighboring regions. The boundary effect has significantly decreased by 80%. This finding indicates that as an important South–South infrastructure project under the “Belt and Road Initiative”, the CLR has significantly improved the regional economic pattern within Laos.

The mechanism analysis further reveals multiple paths through which the CLR promotes economic development. First, the opening of the railway has significantly reduced cross–border trade costs and promoted the expansion of bilateral trade between China and Laos. This finding is consistent with the existing literature on the role of transportation infrastructure in reducing trade frictions and promoting trade growth. Second, the opening of the CLR has alleviated the negative impact of local floods on the local economy, indicating that railway infrastructure plays a crucial role in enhancing regional economic resilience. Finally, the opening of the railway has significantly promoted population agglomeration in areas along the railway, which is consistent with the theory in urban economics that transportation infrastructure promotes population agglomeration and economies of scale.

Compared with other international aid projects, the CLR has a more significant promoting effect on the economic development of Laos. This finding not only highlights the unique advantages of infrastructure construction under the “Belt and Road Initiative” but also provides new empirical evidence for the effectiveness of international development aid.

Overall, this study provides important empirical support for the regional economic effects of infrastructure construction under the “Belt and Road Initiative” and offers a new perspective on understanding the impact of cross-border infrastructure on the economies of developing countries.

The contributions of this study lie in three aspects. First, it expands the impact of transportation infrastructure on economic development from an international connection perspective. The literature mainly focuses on the impact of transportation infrastructure within a country. Unlike the existing literature, this study focuses on the impact of cross-border transportation infrastructure on economic development through regional economic integration. It examines how the cross-border railway promotes economic ties between Laos and China by reducing trade frictions and pays particular attention to the spillover effects of cross-border infrastructure on regional economies, emphasizing the unique role of cross-border infrastructure in promoting regional economic integration, especially its driving effect on surrounding areas that have not directly opened railways. Through empirical tests, it reveals the specific economic mechanisms and impact paths. Secondly, this paper reveals the role of cross-border transport infrastructure in mitigating the effects of borders. Traditional literature mostly focuses on how transport infrastructure reduces trade costs, ignoring its heterogeneous effects on borders across different spatial scales. Our findings show that the China-Laos Railway significantly weakens the cross-border transport effect between China and Laos (by around 80%), while strengthening economic boundaries within Laos. This demonstrates a unique pattern of ‘promotion in distant areas and competition in nearby areas’. Finally, this study also supplements the literature on non-industrial aid projects by comparing the CLR project with the ITA project. Through comparative analysis, this study verifies the significant positive impact of agricultural and industrial aid projects on economic growth by enhancing productivity and promoting industrial upgrading, while revealing that non-industrial aid projects, such as education, and environmental protection, may have an inhibitory effect on economic growth in the short term. This finding supplements the literature on the economic effects of aid projects, especially providing new empirical evidence for understanding the short-term economic impact of non-industrial aid projects.

Keywords: Belt and Road; Night Lights; Cross-border Transportation Infrastructure; Regional Integration; Border Effect

JEL Classification: F15; F43; O18

(责任编辑:许雪晨;数据编辑:是 诸)