文章编号：1003-1421(2026)11-0190-09
引用格式：杨宏昌. 中老铁路对区域空间结构的重塑效应[J]. 铁道运输与经济，2026，48(11)：190-198，208.
YANG Hongchang. Reshaping of Regional Spatial Structure Driven by China-Laos Railway[J]. Railway Transport and Economy，2026，48(11)：190-198，208.

中老铁路对区域空间结构的重塑效应

杨宏昌

(广西民族大学 经济学院，广西 南宁 530004)

摘 要：为探讨中老铁路对区域空间结构的重塑效应，基于多源数据，采用最小阻抗法、场强模型与引力模型，量化分析区域可达性、城市腹地格局及经济联系强度的变化。结果表明：中老铁路显著提升了区域整体可达性，平均通行时间缩短0.65 h，但影响呈现空间异质性，云南影响范围广而程度浅，老挝影响集中于中老铁路沿线但程度更深；中老铁路强化了昆明的核心地位，其腹地范围增长46.19%，而老挝多数城市腹地被压缩，扩伸率平均下降0.16；沿线城市经济联系总量平均激增234.53%，非沿线城市仅增长17.92%，形成以昆明为中心的十字形强经济联系带。研究揭示了跨国交通基础设施对“梯度差异显著型”区域空间结构的影响，为跨境通道规划及发展提供了理论依据与政策参考。

关键词：中老铁路；交通可达性；空间结构；城市腹地；经济联系
中图分类号：U284 **文献标识码**：A **DOI**：10.16668/j.cnki.issn.1003-1421.20251029002

Reshaping of Regional Spatial Structure Driven by China-Laos Railway

YANG Hongchang

(School of Economics, Guangxi Minzu University, Nanning 530004, Guangxi, China)

Abstract: To explore the impact of the China-Laos Railway on the reshaping of regional spatial structure, based on multi-source data, this paper analyzed the changes of regional accessibility, urban hinterland pattern, and economic linkage intensity by using the minimum impedance method, field strength model, and gravity model. The results indicate that the China-Laos Railway has significantly improved overall regional accessibility, reducing the average travel time by 0.65 hours. However, the impacts are spatially heterogeneous: Yunnan experiences broader but shallower effects, whereas Laos sees more concentrated and deeper impacts along the railway line. The railway strengthens Kunming's core status, with its hinterland expanding by 46.19%, while most Laotian cities face compressed hinterlands, showing an average expansion rate decline of 0.16. The total economic linkage intensity surges by 234.53% on average in cities along the railway, compared to only 17.92% in non-railway cities, forming a cross-shaped strong economic linkage belt centered on Kunming. The study reveals the impact of transnational transport infrastructure on the spatial structure in regions with significant gradient differences, providing a theoretical basis and policy references for cross-border corridor planning and development.

Keywords: China-Laos Railway; Transportation Accessibility; Spatial Structure; Urban Hinterland; Economic Linkage

收稿日期：2025-10-29
基金项目：国家社会科学基金西部项目(24XJL010)；广西高校中青年教师科研基础能力提升项目(2024KY0158)；广西民族大学引进人才科研启动项目(2018SKQD20)

0　引言

中老铁路(昆明—万象)作为“一带一路”倡议的标志性工程之一，是我国与东南亚国家间首条以中方投资建设为主、全线采用我国铁路技术标准、直接与我国铁路网联通的国际铁路。其建成通车不仅在时间维度压缩了通行成本，更从空间维度实现了区域可达性重构、城市腹地格局演变与空间经济联系网络重塑，成为驱动跨国区域空间结构变革的关键变量。从核心–边缘理论的视角来看，中老铁路云南段与老挝段构成了典型的“核心–边缘”空间关系，中老铁路作为重大跨国交通基础设施，将强化核心城市的集聚效应，同时可能加剧边缘地区的资源外流，对区域发展产生异质性影响。深入剖析中老铁路对区域空间结构的重塑效应，揭示其对“可达性提升–腹地范围重构–经济联系强化”的递进影响，不仅有助于理解跨国交通走廊对区域空间结构的重构机制，也为推进“一带一路”沿线基础设施协同建设、促进跨境区域协调发展提供理论依据与政策参考。

交通基础设施建设对区域空间最直接的影响是交通可达性的提升[1–2]，交通可达性提升可以提高城市间一体化水平[3]，影响城市空间关联强度[4–5]，从而改变区域经济空间格局。跨国交通基础设施具备交通基础设施的一般空间影响，同时是跨区域重大基础设施建设的一项重要内容，对跨国资源优化配置、社会经济协调发展具有重要的促进作用[6]。多数研究结论显示，跨国交通基础设施有效促进了区域经济发展，改变了现有空间格局。Fujimura[7]运用3种方法测度大湄公河次区域跨境交通基础设施的影响，认为其有效提升了沿线地方生活水平；刘斌等[8]认为中欧班列、中亚班列开通降低了我国向西开放的市场准入门槛、减少了可变贸易成本；Abdullah等[9]研究表明中巴经济走廊有效促进了区域经济一体化的发展；曾银等[10]认为中欧班列开通缩短了我国与哈萨克斯坦间的通行时间，有效提升了沿线城市经济发展潜能；El-Anis[11]认为跨境交通基础设施有效促进中东区域经济的发展。从影响路径来看，跨国交通基础设施通过区域城市资源配置效率[12]、地区创业活跃度[13]、跨区域贸易效率[14]及贸易成本[15]等改变区域发展水平乃至空间经济格局。但是跨国交通基础设施的影响存在明显的空间异质性特征，其对经济发展水平较高地区[10，16]、成熟型和再生型城市[12]、非资源型城市[17]、人口稠密地区[18]等的影响更为显著。

中老铁路研究方面，王杨堃等[19]分析了中老铁路建设对云南沿边地区开放发展的影响；Xiao等[20]指出中老铁路对老挝沿线土地利用和景观格局所产生的影响，大于对中国境内沿线的影响；鱼耀[21]从历史、经济、社会等多个角度分析了中老铁路对老挝空间格局的重塑效应。这些研究都表明中老铁路对强化区域经济关联、优化地缘空间格局具有显著作用。此外，也有学者从运营维度出发，研究了中老铁路国际联运数据互联互通方法[22]、运输一体化平台建构[23]、运输时效评估[24]、货源组织策略及运输模式选择[25]等问题。

针对中老铁路的研究已形成一定成果，但存在以下局限。一是既有研究更多聚焦于跨国交通基础设施影响的机制分析，对空间经济结构重塑的深入研究较少；二是对中老铁路这种“梯度差异显著型”跨境效应关注不足，中老铁路建设对全线空间格局影响的研究也较为匮乏。基于此，本研究从中老铁路整体出发，结合多源数据，通过“可达性评价–腹地演变–经济联系重塑”的全链条分析，系统揭示中老铁路对沿线城市的差异化影响，既可为“一带一路”跨国交通项目的规划提供科学依据，也能丰富跨国交通基础设施空间经济效应的理论体系。

1　研究区域及数据来源

中老铁路是连接我国云南省昆明市和老挝首都万象市的一条跨国铁路，2010年开工建设，2021年全线通车运营。中老铁路全长约1 004 km，设计时速160 km。中老铁路途经我国云南省的昆明、玉溪、普洱、景洪，以及老挝的琅南塔、孟赛、琅勃拉邦、孟蓬洪、万象。

本研究中的GDP数据用夜间灯光数据的灯光总量来表征[26]。人口数量等数据来自于《老挝统计年鉴2022》《云南统计年鉴2022》。计算可达性及城市间最短交通通行时间时所采用的路网数据等来自OSM交通网络数据。

2　模型与方法

2.1　基于最小阻抗的可达性评价方法

基于最小阻抗的可达性评价方法是分析目标区域内各观测点到其他观测点位置交通便捷程度的一种方法，是交通可达性的常用计算方法之一。其计算公式为

$$A_i = \frac{1}{n-1}\sum_{\substack{j=1 \\ j\neq i}}^{n} d_{ij} \tag{1}$$

$$A = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} A_i \tag{2}$$

式中：A_i为i点的可达性；d_{ij}为i点到j点间的最小阻抗；A为整个网络的可达性水平。

将时间作为计算基于最小阻抗的可达性评价方法的阻抗衡量因素，具体可达性计算步骤如下。

（1）道路分类与拓扑检查。根据不同道路类型，合并同类型道路，并对道路网络进行相交打断处理。构建交通网络拓扑检查规则，修正网络中的拓扑错误。

（2）道路运行阻抗赋值。根据《公路工程技术标准》(JTG B01—2003)规定的公路、铁路设计时速标准，对不同类型客运道路进行时间阻抗赋值，得到道路运行时间成本值。中老铁路旅客列车运行速度为160 km/h，故其时间成本为0.38 min/km。不同线路类型的运行速度及运行时间成本如表1所示。

表1　不同线路类型的运行速度及运行时间成本

Tab.1　Travel speed and time cost by line type

OSM线路类型	速度/(km/h)	时间成本/(min/km)
高速铁路	250	0.24
普速铁路	120	0.5
高速公路	100	0.6
国道	80	0.75
省道	60	1
县道	40	1.5
乡道	20	3

（3）交通网络构建。分别以分析区域内各城市所在地为起点和终点，分铁路和公路2种类型，并区分铁路建设与否，构建3个交通网络OD成本矩阵。交通网络OD成本矩阵选择运行时间成本作为阻抗值。

（4）计算交通可达性。运用基于最小阻抗的可达性评价方法，分别计算公路交通可达性和铁路交通可达性，以两者中较短的时间作为可达性的表征。本研究不考虑两城市间通过不同运输方式换乘的形式计算的可达性，原因是同类型运输方式换乘时间成本要远小于不同类型运输方式间的换乘时间成本，根据成本最小化原则，2个城市间最短的运行时间成本以同类型运输方式为主计算。

2.2　场强模型

将城市可达性与城市经济影响力相结合，能够更好刻画交通可达性变化对城市空间经济联系的影响。场强模型综合考虑城市经济影响力与可达性，城市对腹地的影响力为“力场”，影响力的大小为“场强”。通过城市场强可以有效判断综合考虑了城市经济影响力的可达性变化对城市腹地的影响。场强模型的计算公式为

$$F_{ik} = \frac{Z_i}{D_{ik}^{\alpha}} \tag{3}$$

式中：F_{ik}为i城市在k城市的场强；Z_i为i城市的经济影响力，以夜间灯光总量衡量；D_{ik}为i城市与k城市的距离，用城市间最小交通时间成本衡量，min；α为摩擦系数，一般取值为2。

在具体操作时，将研究区域划分为1 km×1 km的栅格，计算每个栅格接受各城市的场强值，将该栅格归属到场强最大的城市，所有归属同一城市的栅格集合即为其腹地范围。腹地边界即为不同城市场强相等的栅格连线。

2.3　引力模型

采用引力模型计算区域城市之间的经济联系。引力模型是分析空间相互作用的经典模型，其计算公式为

$$E_{ij} = k\frac{M_i M_j}{D_{ij}^{\alpha}} \tag{4}$$

式中：E_{ij}表示区域内城市i和j之间的经济联系强度；M_i和M_j分别表示城市i和城市j的“质量”，以城市夜间灯光数据总量来衡量；D_{ij}为城市i与城市j的距离系数，用城市间最短交通通行时间衡量；α为距离摩擦系数，取值为2[27]；k为经验常数，取值为1[28]。

城市经济联系总量用该城市与区内其他城市经济联系强度的和表征，即

$$Z_{ij} = \sum_{j=1}^{n} E_{ij} \tag{5}$$

式中：Z_{ij}表示城市经济联系总量，为目标城市与研究区域内其他所有城市经济联系值之和。

3　中老铁路对区域可达性的影响

3.1　可达性变化

计算中老铁路影响下各城市可达性变化，中老铁路影响下城市可达性变化状况如表2所示。中老铁路开通后，区域整体可达性均值从14.50 h降至13.85 h，平均提升0.65 h。14个城市可达性显著改善，平均从12.27 h降至10.73 h，提升1.54 h，提升率达12.55%。其中：10个城市属云南省，可达性平均提升1.21 h，4个城市属老挝，可达性平均提升2.35 h；中老铁路沿线8个城市可达性平均提升1.79 h，非沿线6个城市可达性平均提升1.19 h。提升最显著的城市为万象(2.87 h)、孟蓬洪(2.77 h)、琅勃拉邦(2.17 h)，均属老挝。可见，中老铁路对可达性的影响呈现空间异质性：对我国云南段影响范围广但程度较浅，不仅覆盖沿线城市，还通过完善的路网扩散至非沿线地区；对老挝段的影响集中于沿线地区、但程度更深。

表2　中老铁路影响下城市可达性变化状况　h

Tab.2　Changes of urban accessibility under influence of China-Laos Railway

城市	中老铁路未开通可达性	中老铁路开通可达性	可达性变化	属地	是否铁路沿线
丽江	14.62	13.15	1.47	云南	否
曲靖	13.16	11.82	1.34	云南	否
大理	13.09	11.75	1.33	云南	否
万象	13.07	10.20	2.87	老挝	是
蒙自	12.86	11.58	1.29	云南	否
楚雄	12.65	11.42	1.23	云南	否
孟蓬洪	12.65	9.89	2.77	老挝	是
临沧	12.10	11.60	0.49	云南	否
昆明	11.89	10.79	1.11	云南	是
玉溪	11.76	10.47	1.28	云南	是
琅勃拉邦	11.62	9.46	2.17	老挝	是
景洪	10.75	9.43	1.32	云南	是
普洱	10.75	9.53	1.22	云南	是
孟赛	10.74	9.17	1.57	老挝	是

3.2　对可达性格局的影响

中老铁路开通前区域可达性呈现以边境地区为中心、向西北和东南方向递减的格局。围绕边境地区的普洱、景洪、琅南塔、孟赛，形成了11 h可达性连片区；西北部(香格里拉、泸水、芒市、丽江等)为15 h可达性连片区；东南部(班蓬、沙拉湾、巴色等)为20 h可达性连片区，阿速坡超过20 h。北部的昭通、中部的桑怒等可达性也较弱。形成这一格局的原因，一是因为研究区中心位置具有先天可达性优势；二是老挝交通基础设施建设滞后对整个区域可达性形成“拖累”，只有距离万象较近的城市可达性较强，特别是老挝的南部地区交通干线未形成网络格局，导致其首都万象与南部城市间的可达性普遍较低。

中老铁路开通后，围绕边境的11 h可达性连片区提升为10 h连片区，覆盖城市从4个拓展为12个，空间上高度契合中老铁路走向。在云南除覆盖中老铁路沿线城市外，还拓展到楚雄、蒙自、临沧等城市，在老挝覆盖了中老铁路沿线的琅南塔、孟赛、琅勃拉邦、孟蓬洪、万象等城市，但其他非沿线城市可达性几乎未发生变化。可见，中老铁路显著重塑了区域可达性格局，形成沿铁路的高可达性连片区。西北和东南部受影响较小，但西北部可达性较弱地区空间范围被进一步压缩，逐渐向点状格局退化。

4　中老铁路对城市腹地格局的重塑

4.1　城市腹地变化

中老铁路开通通过加快要素流动、降低流通成本等，改变了城市腹地范围。中老铁路影响下城市腹地变化状况如表3所示。中老铁路开通对区域内20个城市的腹地产生影响，其中我国云南段沿线7个城市、老挝段沿线13个城市。我国云南段城市腹地平均变化率为13.66%，老挝段为30%。总体来看，中老铁路开通对老挝段城市腹地的影响大于我国云南段。从是否属于中老铁路沿线城市来看，除昆明外，沿线城市腹地变化率的平均值为-24%，非沿线为-22%，沿线城市腹地缩减幅度要大于非沿线城市。

昆明是所有受影响城市中唯一腹地范围扩大的城市，扩大了46.19%，并沿中老铁路延伸至老挝纵深，形成区域内强核心区。这与昆明是区域内夜间灯光总量唯一超3万的城市有关。中老铁路开通前，由于跨国交通不便，昆明面向老挝的经济辐射能力被严重削弱；而铁路开通后，昆明的南向经济联系迅速增强。其他19个城市腹地范围均缩减。琅南塔、琅勃拉邦缩减超过50.00%，沙耶武里、川圹、桑怒、会晒、丰沙里等地缩减超过30.00%，

表3　中老铁路影响下城市腹地变化状况　%

Tab.3　Changes of urban hinterland under influence of China-Laos Railway

城市	腹地变化率	属地	是否铁路沿线
大理	-0.02	云南	否
巴色	-1.12	老挝	否
普洱	-3.74	云南	是
楚雄	-3.91	云南	否
临沧	-4.36	云南	否
孟赛	-8.52	老挝	是
蒙自	-10.26	云南	否
北汕	-12.03	老挝	否
玉溪	-13.46	云南	是
景洪	-13.68	云南	是
沙湾拿吉	-15.63	老挝	否
万象	-17.61	老挝	是
孟蓬洪	-27.43	老挝	是
丰沙里	-35.11	老挝	否
会晒	-35.98	老挝	否
桑怒	-38.89	老挝	否
川圹	-41.79	老挝	否
沙耶武里	-44.73	老挝	否
琅勃拉邦	-52.79	老挝	是
琅南塔	-58.35	老挝	是
昆明	46.19	云南	是

普洱、临沧、楚雄、巴色、孟赛等地缩减在10.00%以内。可见，腹地范围缩减城市更多集中在老挝，且以中老铁路沿线或沿线周边地区为主。从经济总量来看，以上提及的腹地范围缩减的老挝城市夜间灯光总量只有昆明的51.55%，经济辐射能力太弱，城市腹地范围被压缩。

4.2　对城市扩伸率的影响

为进一步分析中老铁路开通对区域内各城市腹地范围的影响，引入扩伸率的概念。扩伸率即城市腹地面积与城市行政区面积的比率，代表了城市影响力的大小。定义扩伸率>1.1属扩张型城市，其影响范围超出了行政区界限；0.9<扩伸率<1.1的属平稳型城市，其影响范围框定在其辖区之内；扩伸率<0.9的属于压缩型城市，辐射能力较弱。

计算中老铁路开通前后各城市的扩伸率，由于铁路开通前后部分城市腹地范围不发生变化，其扩伸率也保持不变，因此在分析时只考虑腹地范围受到影响的20个城市。中老铁路对城市扩伸率的影响如表4所示。①扩张型城市。包括昆明、万象、沙湾拿吉、普洱、巴色、景洪、临沧7个城市，其中昆明、万象、普洱、景洪属于中老铁路沿线城市，发展基础相对较好，影响力较大。这其中昆明又是唯一扩伸率为正向增加的城市，其扩伸率增加了接近2倍，意味着其影响范围较其行政区面积扩张了接近2倍，而其他扩张型城市的扩伸率都有所减小，这与昆明城市腹地范围变化相吻合。②平稳型城市。只有孟蓬洪属于该类型，但在中老铁路开通后，其扩伸率也下降到0.73，城市影响空间被压缩。③压缩型城市。除以上8个城市外的12个城市均属于该类型。其城市辐射能力较弱，与其行政区面积不匹配。

从是否属中老铁路沿线来看，除昆明外，其城市扩伸率的变化平均值为-0.16，高于非沿线-0.11的平均值。从所属区域来看，云南所辖城市扩伸率变化的平均值为-0.08，老挝为-0.16，中老铁路开通对云南城市扩伸率的影响远小于老挝。

以上结果反映出中老铁路开通对不同区域城市扩伸率影响的显著差异，究其原因：一是中老铁路开通前，我国云南通往老挝的高等级公路较少，且无高速公路跨境直达，国道、省道级别的跨国连接公路也只有4条，再加之边界对经济联系的弱化作

表4　中老铁路对城市扩伸率的影响

Tab.4　Influence of China-Laos Railway on urban expansion rate

城市	中老铁路未开通扩伸率	中老铁路开通扩伸率	扩伸率变化	属地	是否铁路沿线
昆明	4.18	6.11	1.93	云南	是
万象	2.72	2.24	-0.48	老挝	是
沙湾拿吉	1.97	1.66	-0.31	老挝	否
普洱	1.60	1.54	-0.06	云南	是
巴色	1.45	1.43	-0.02	老挝	否
景洪	1.43	1.23	-0.20	云南	是
临沧	1.38	1.32	-0.06	云南	否
孟蓬洪	1.00	0.73	-0.27	老挝	是
蒙自	0.84	0.75	-0.09	云南	否
楚雄	0.73	0.70	-0.03	云南	否
川圹	0.70	0.41	-0.29	老挝	否
北汕	0.69	0.61	-0.08	老挝	否
玉溪	0.57	0.49	-0.08	云南	是
琅勃拉邦	0.43	0.20	-0.23	老挝	是
会晒	0.31	0.20	-0.11	老挝	否
桑怒	0.31	0.19	-0.12	老挝	否
沙耶武里	0.14	0.08	-0.06	老挝	否
孟赛	0.14	0.12	-0.02	老挝	是
琅南塔	0.11	0.05	-0.06	老挝	是
丰沙里	0.03	0.02	-0.01	老挝	否

用，导致区域内城市腹地竞争主要限于本地区，形成了相对独立的2个区域；中老铁路开通后，跨国交通可达性有了跨越式提升，打破了原本相对独立的腹地竞争格局，形成了区域内竞争为辅、区域间竞争为主的态势，而云南段沿线城市以其相对强大的经济体量，形成回流效应，对老挝段沿线城市腹地产生较大影响，而域内城市腹地变化相对较小。二是交通基础设施建设对经济增长的影响存在门槛效应，其对城市腹地带来的扩张效应也需达到基本的门槛值。中老铁路开通虽然提升了老挝部分城市的可达性，为城市扩张腹地创造了条件，但由于老挝原有交通基础设施网络建设的滞后性，导致即使开通铁路，其交通基础设施条件仍未达到相应的门槛标准，增长和扩张效应未能很好发挥。

5　中老铁路对城市经济联系的重塑

5.1　经济联系总量变化

运用引力模型计算中老铁路开通前后城市经济联系量，得到中老铁路对城市经济联系总量的影响如表5所示。由于部分城市在中老铁路开通前后其可达性不发生变化，因此计算得出的城市经济联系值不变，在此只分析城市经济联系量发生变化的城市，该类城市共有14个，其中铁路沿线城市8个，非铁路沿线城市6个。

经济联系总量值变化最大的是玉溪，其经济联系总量增加了8 683.07，其次是昆明。从变化率来看，琅勃拉邦、景洪、普洱、孟赛4城市增长都超过了300%，玉溪、孟蓬洪、万象的经济联系总量也增加了1倍多。中老铁路沿线城市经济联系总量的平均变化率为234.53%，非沿线城市的平均变化率为17.92%。可见，中老铁路沿线城市经济联系强度随着铁路的开通都有了极大的提升，特别是边境地区的城市经济联系总量远超其他区域。从区域来看，经济联系总量发生变化的城市中，10个属于云南，平均变化率为98.22%，4个属于老挝，平均变化率为250.40%，中老铁路开通对云南段沿线城市经济联系总量的影响范围更广，对老挝段沿线城市经济联系总量的影响程度更深。这与前文分析结论基本一致。

5.2　对经济联系格局的影响

使用自然间断点方法，将城市经济联系强度划分为5个等级，并排除掉强度低于“无中老铁路情境下平均值”的经济联系关系，最终形成城市经济联系强度变化图，城市经济联系强度变化如图1所示。

昆明、曲靖经济联系总量值最大，形成区域城市经济联系的双核心模式。围绕双核心，形成了玉溪、楚雄、大理、蒙自强经济联系区。在老挝段形成了万象和孟蓬洪为核心的经济联系区，但整体经济联系强度与云南段仍存在较大差距，城市经济基本处于孤立发展状态。

对比来看，中老铁路开通对区域内城市间经济

表5　中老铁路对城市经济联系总量的影响

Tab.5　Influence of China-Laos Railway on total amount of urban economic linkage

地区	中老铁路未开通经济联系总量	中老铁路开通经济联系总量	属地	是否铁路沿线	经济联系总量差	变化率/%
玉溪	5 055.01	13 738.07	云南	是	8 683.07	171.77
昆明	27 792.54	35 104.74	云南	是	7 312.20	26.31
普洱	1 009.01	4 080.84	云南	是	3 071.83	304.44
景洪	603.21	2 848.11	云南	是	2 244.90	372.16
蒙自	3 083.69	5 262.24	云南	否	2 178.55	70.65
曲靖	21 516.67	23 578.73	云南	否	2 062.06	9.58
楚雄	6 448.84	6 977.26	云南	否	528.41	8.19
大理	6 118.11	6 632.59	云南	否	514.48	8.41
万象	271.49	670.34	老挝	是	398.85	146.91
孟蓬洪	247.36	635.96	老挝	是	388.60	157.10
琅勃拉邦	36.57	181.38	老挝	是	144.81	395.98
丽江	1 244.71	1 347.28	云南	否	102.57	8.24
孟赛	27.63	110.96	老挝	是	83.33	301.59
临沧	1 374.36	1 408.28	云南	否	33.93	2.47

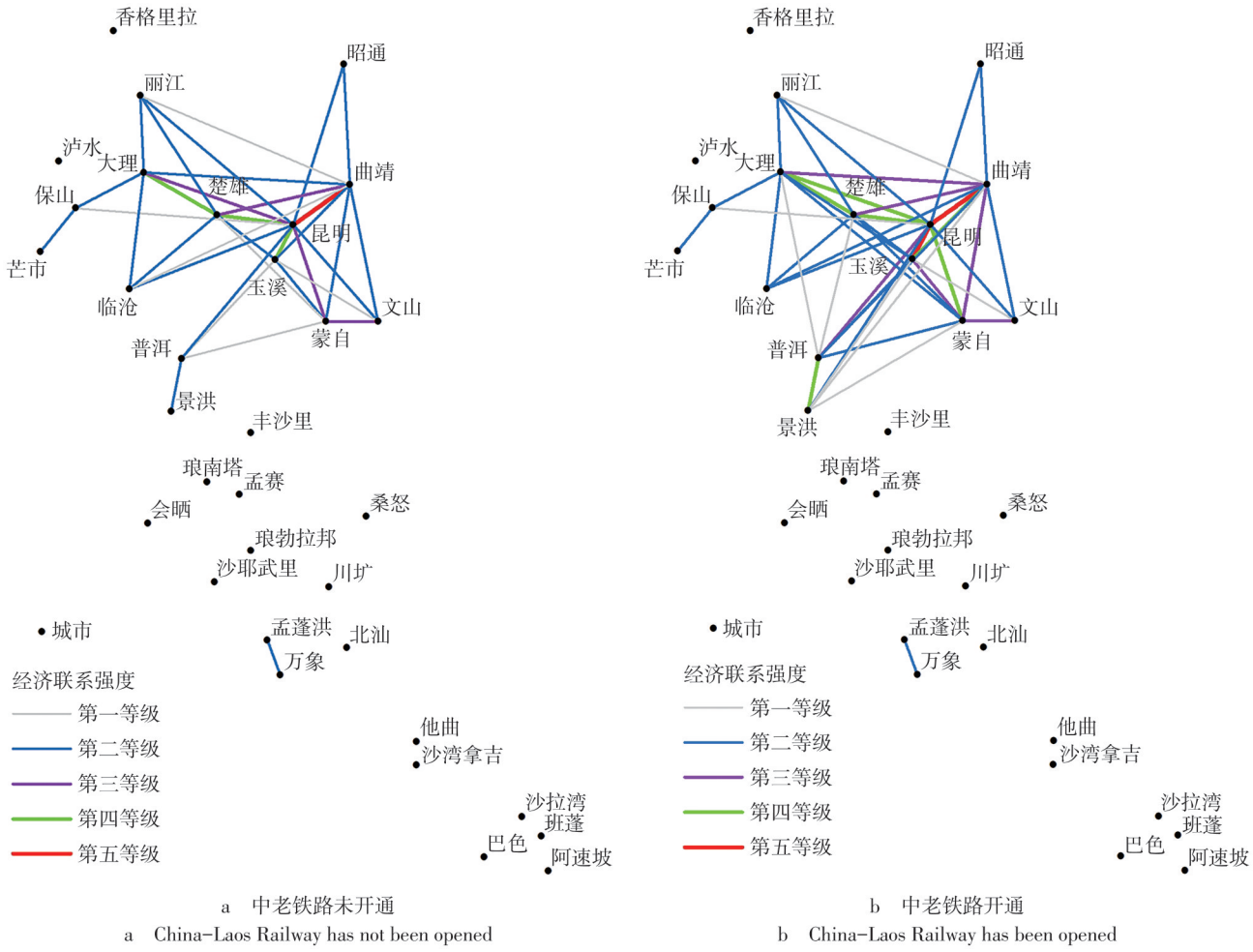


图1　城市经济联系强度变化

Fig.1　Changes of urban economic linkage intensity

联系的影响主要集中在云南段，对老挝段城市经济联系影响较小。这一方面是因为云南经济体量远大于老挝，使得2个区域城市经济联系大小存在量级上的差异，老挝城市经济联系的改变不足以实现等级的跃迁；另一方面，老挝城市的经济总量过小，辐射能力有限。中老铁路开通后，可达性提升所带来的经济辐射能力提高，仍无法弥补其经济体量过小这一短板。

中老铁路开通强化了以昆明为中心的十字形城市经济联系网络。原有昆明—曲靖强经济联系带，延伸为昆明—曲靖—玉溪三市强经济联系带；大理—楚雄—昆明—曲靖—玉溪经济联系带，延伸为大理—楚雄—昆明—曲靖—蒙自经济联系带；玉溪—普洱、昆明—景洪、昆明—普洱等城市经济联系强度得到加强，进一步强化了昆明的区域核心地位。同时，普洱—景洪经济联系强度等级实现跨两级跃迁，这为进一步延伸沿铁路的昆明—曲靖—玉溪强经济带奠定了基础，也成为铁路经济带的雏形。

6　结论与展望

6.1　结论

选取中老铁路开通前后的多源数据，运用最小阻抗法、场强模型与引力模型，分析其开通对区域可达性、城市腹地格局以及经济联系强度的影响，得出以下结论。

（1）中老铁路的开通显著优化了区域整体可达性，并重塑了其空间格局。区域内平均通行时间缩短0.65 h，其中14个城市提升显著，平均提升1.54 h。铁路对云南段的影响范围广但程度较浅，而对老挝段的影响则集中在铁路沿线，且程度更深。空间上，开通前可达性呈以边境为中心的圈层结构；开通后，则形成了与铁路线高度吻合的“高可达性走

廊”，西北部弱势区域收缩，但老挝非沿线地区改善有限，凸显了基础设施差异对发展红利分配的关键影响。

（2）中老铁路重塑了区域内的城市腹地格局与辐射能力，呈现出“核心强化、周边收缩”的显著特征。具体表现为：昆明增长最为显著，其腹地范围逆势增长46.19%，并沿铁路向南延伸至老挝，强化了区域核心地位。老挝段城市受影响更为剧烈，其腹地平均变化率(30%)远超云南段(13.66%)，且多数城市腹地被严重压缩，扩伸率大幅下降。铁路在提升整体可达性的同时，也加剧了竞争，“虹吸效应”显著，导致经济实力较弱城市(尤其是老挝沿线城市)的资源与影响力向昆明等强核心回流。

（3）中老铁路开通显著强化了区域经济联系格局，但其影响在空间和强度上分布不均。其影响集中于沿线地区，使铁路沿线8市经济联系总量平均激增234.53%，而非沿线6市平均仅增长17.92%，影响差异巨大。在格局上云南段受影响城市更多(10个)，范围更广，老挝段受影响城市虽少(4个)，但变化率更高(250.4%)，程度更深。昆明、曲靖的“双核心”格局得到加强，并形成了以昆明为中心的十字形强经济联系带，铁路经济带雏形初显，而由于经济总量过小，老挝段绝对联系强度仍远低于云南段，城市间孤立状态未根本改变。

6.2　展望

本研究以中老铁路全线作为研究对象，采用多源数据和多种分析方法，详细对比了中老铁路开通对我国和老挝区域空间结构重塑的影响，不仅补充了跨境交通基础设施影响研究中的“梯度差异显著型”分析案例，也突破了以往研究多聚焦于一国的局限，丰富了跨国交通基础设施空间经济效应的理论体系。本研究主要基于铁路开通前后的对比分析，未对铁路开通影响的时间演化过程进行动态追踪，未能揭示空间结构重塑的阶段性特征与长期趋势，也未对影响的机制进行详细分析。未来在数据可行的前提下，一方面可以通过时间序列数据，详细分析中老铁路开通后不同时间段内区域空间结构的动态变化过程，寻找可能存在的滞后效应和门槛效应；另一方面，详细剖析中老铁路开通影响区域空间结构的内在机制，探索对发展阶段不同区域的异质性影响过程，为跨国交通基础设施建设和区域协调发展提供更具针对性和可操作性的建议。

参考文献：

[1] 刘　冲，吴群锋，刘　青. 交通基础设施、市场可达性与企业生产率：基于竞争和资源配置的视角[J]. 经济研究，2020，55(7)：140-158.
LIU Chong，WU Qunfeng，LIU Qing. Transportation Infrastructure，Market Access and Firm Productivity：A Competition and Resource Reallocation Perspective[J]. Economic Research Journal，2020，55(7)：140-158.

[2] 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 Angang. Transportation Infrastructure and Regional Economic Integration in China[J]. Economic Research Journal，2011，46(3)：72-82.

[3] 王绍博，郭建科，邓　昭，等. 可达性视角下高铁对于长三角地区“融城化、同城化、一体化”的空间影响[J]. 地理科学，2024，44(4)：640-650.
WANG Shaobo，GUO Jianke，DENG Zhao，et al. Spatial Impact of High Speed Railway On “Melt City，Urban Integration，Integration” in the Yangtze River Delta from the Perspective of Accessibility[J]. Scientia Geographica Sinica，2024，44(4)：640-650.

[4] 初楠臣，吴相利，张平宇，等. 东北地区高速铁路的地域空间效应研究[J]. 经济地理，2022，42(8)：22-29，50.
CHU Nanchen，WU Xiangli，ZHANG Pingyu，et al. Regional Spatial Effects of High Speed Rails in Northeast China[J]. Economic Geography，2022，42(8)：22-29，50.

[5] 商　宁，曹开军. 新疆景区交通可达性与旅游流空间耦合研究[J]. 世界地理研究，2024，33(12)：176-188.
SHANG Ning，CAO Kaijun. Research on Spatial Coupling of Traffic Accessibility and Tourism Flow in Xinjiang[J]. World Regional Studies，2024，33(12)：176-188.

[6] 王姣娥，张　佩，焦敬娟. 跨区域重大基础设施空间效应评估的理论框架[J]. 地理科学，2023，43(4)：575-585.
WANG Jiaoe，ZHANG Pei，JIAO Jingjuan. Theoretical Framework of Spatial Effect Assessment of Major Trans-Regional Infrastructure[J]. Scientia Geographica Sinica，2023，43(4)：575-585.

[7] FUJIMURA M. Evaluating Impacts of Cross-border Transport Infrastructure in the Greater Mekong Subregion：Three

Approaches[R]. ADBI Working Paper，2017.

[8] 刘　斌，李秋静，李川川．跨境铁路运输是否加快了中国向西开放？基于城市-产品层面的经验证据[J]. 管理世界，2022，38(8)：101-118.

[9] ABDULLAH M，SHOUKAT A，MAHMOOD H. CPEC：Analyzing the Mediating Role of Infrastructure for Regional Economic Integration[J]. Bulletin of Business and Economics (BBE)，2021，10(3)：8-16.

[10] 曾　银，黄承锋，田少斌．中欧班列对中国与哈萨克斯坦可达性的影响研究[J]. 铁道运输与经济，2023，45(10)：67-74.
ZENG Yin，HUANG Chengfeng，TIAN Shaobin. Research on Impact of China Railway Express on Accessibility between China and Kazakhstan[J]. Railway Transport and Economy，2023，45(10)：67-74.

[11] EL-ANIS I. Transport Infrastructure and Regional Integration in the Middle East[J]. The Muslim World，2021，111(1)：27-53.

[12] 顾雪芹．国际交通运输通道对城市资源配置效率的影响：基于中欧班列开通的准自然试验[J]. 世界经济研究，2024(10)：121-134.
GU Xueqin. The Impact of International Transport Corridors on Urban Resource Allocation Efficiency：A Quasi-Natural Experiment Based on the Opening of the China-Europe Railway Express[J]. World Economy Study，2024(10)：121-134.

[13] 王跃生，朱子阳，李亚楠．国际运输通道对地区创业活跃度的影响研究：基于中欧班列开通的准自然实验[J]. 新视野，2024(2)：22-33.
WANG Yuesheng，ZHU Ziyang，LI Yanan. The Impact of International Transportation Corridors on Regional Entrepreneurial Activity：A Quasi-Natural Experiment of the China Railway Express[J]. Expanding Horizons，2024(2)：22-33.

[14] NETIRITH N，JI M J. Analysis of the Efficiency of Transport Infrastructure Connectivity and Trade[J]. Sustainability，2022，14(15)：9613.

[15] DE SOYRES F，MULABDIC A，RUTA M. Common Transport Infrastructure：A Quantitative Model and Estimates from the Belt and Road Initiative[J]. Journal of Development Economics，2020，143：102415.

[16] MIAO C Q，ZHANG Y B，ZHANG X J，et al. Evaluation of Cross-Border Transport Connectivity and Analysis of Spatial Patterns in Latin America[J]. ISPRS International Journal of Geo-Information，2025，14(1)：22.

[17] 韦东明，顾乃华．国际运输通道与区域经济高质量发展：来自中欧班列开通的证据[J]. 国际贸易问题，2021(12)：34-48.
WEI Dongming，GU Naihua. International Transport Channel and High-Quality Economic Development：Evidence from the Sino-Euro Cargo Railway in Service[J]. Journal of International Trade，2021(12)：34-48.

[18] THEISEN P P，VOM BERG B W. Geospatial Data Processing and Analysis of Cross-Border Rail Infrastructures in Europe[C]// WOHLGEMUTH V，KRANZMÜLLER D，HÖB M. Advances and New Trends in Environmental Informatics 2023. Cham：Springer，2024.

[19] 王杨堃，秦　山．中老铁路开通对带动云南沿边开发开放的思考[J]. 铁道运输与经济，2022，44(11)：157-162.
WANG Yangkun，QIN Shan. Thoughts on Opening of China-Laos Railway to Promote the Development and Opening up of Yunnan's Border Areas[J]. Railway Transport and Economy，2022，44(11)：157-162.

[20] XIAO C W，WANG Y，YAN M Y，et al. Impact of Cross-Border Transportation Corridors on Changes of Land Use and Landscape Pattern：A Case Study of the China-Laos Railway[J]. Landscape and Urban Planning，2024，241：104924.

[21] 鱼　耀．从“陆锁国”到“陆联国”：中老铁路对老挝空间格局的重塑[J]. 云南民族大学学报(哲学社会科学版)，2024，41(4)：53-64.
YU Yao. From a Landlocked Country to a Land-Linked Country：Reshaping of Laos' Spatial Pattern by the China-Laos Railway[J]. Journal of Yunnan Nationalities University (Social Sciences Edition)，2024，41(4)：53-64.

[22] 潘云松，陈　沛，马志强．中老铁路国际联运数据互联互通探索与实践[J]. 铁道运输与经济，2023，45(10)：59-66.
PAN Yunsong，CHEN Pei，MA Zhiqiang. Intermodal Transportation Data Interconnection in China-Laos Railway[J]. Railway Transport and Economy，2023，45(10)：59-66.

[23] 马建军，谢　鹏，王　乔，等．中老铁路运输一体化平台总体架构研究及国际化示范应用[J]. 铁道运输与经济，2022，44(11)：19-26.
MA Jianjun，XIE Peng，WANG Qiao，et al. Research on Overall Architecture of Integrated Transportation Platform of China-Laos Railway and Its International Demonstration Application[J]. Railway Transport and Economy，2022，44(11)：

（下转第208页）