

柯新利, 苏超, 谢显壮, 等. 高铁网络对城市群空间结构的影响机理——基于要素转移与共享的视角 [J]. 地理科学, 2024, 44(3): 369-378. [Ke Xinli, Su Chao, Xie Xian-zhuang et al. Impact mechanism of high-speed rail network on spatial structure of urban agglomerations: From the perspective of factor transfer and sharing. Scientia Geographica Sinica, 2024, 44(3): 369-378.] doi: 10.13249/j.cnki.sgs.20220676

高铁网络对城市群空间结构的影响机理

——基于要素转移与共享的视角

柯新利, 苏超, 谢显壮, 左成超

(华中农业大学公共管理学院, 湖北 武汉 430070)

摘要: 高铁网络对城市群空间结构造成了复杂的影响。一方面, 高铁的开通带来的时空压缩效应降低了区域要素流动的成本, 带来区域整体经济效率的提高; 另一方面, 高铁的网络效应会强化中心城镇的区位优势, 形成对周边中小城市的“虹吸效应”, 扩大城镇发展的不均衡。传统基于地点可达性测度的“土地利用-交通交互作用”理论难以解释高铁网络对城市群空间结构的复杂网络效应。本文从要素流动的视角, 基于“转移型”(具备时空排他性, 例如资本与劳动力)与“共享型”(无时空排他性, 例如信息与技术)两类要素流, 解析“高铁网络-要素转移与共享-城市群空间结构”级联作用路径; 以武汉城市群为研究案例区, 利用互联网位置服务平台提供的人口迁徙等大数据资源识别并测度城镇间要素转移与共享空间特征, 综合应用空间交互模型、空间面板回归等方法实证高铁网络对要素转移与共享, 以及对城市群空间结构的影响。研究表明, 高速铁路的发展对武汉城市群经济发展具有异质性影响, 高铁的发展促进了劳动力从周边中小城镇向中心城市转移, 从而对武汉市经济具有明显的极化作用, 对武汉周边城市的经济发展造成了挑战; 同时, 高铁也促进了信息与技术从中心城市向周边扩散, 给地区经济转型带来了机遇。本研究克服了长期以来相关研究多基于单一类型“流数据”造成过度简化城镇间交互作用的缺点, 尝试用统一的分析框架来解释高铁网络对城市群空间结构产生的影响。研究结果将为优化城市群空间结构提供政策参考。

关键词: 高铁; 要素流动; 转移与共享; 城市群空间结构

中图分类号: F532 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-0690(2024)03-0369-10

高速铁路(包括城际铁路)作为一种新兴客运交通方式, 缩短城市间的旅行时间、增加城市间的发车频次、提高旅行舒适度, 大大提高了人们的出行机会; 其在区域空间上则表现为压缩空间距离, 提高中心区域和沿线区域的可达性^[1-2], 进而影响个体和企业的空间行为方式, 改变传统区域间经济联系的方式并重塑了区域的经济空间格局^[3]。高速铁路自诞生以来就吸引了众多学者对其外部效应进行探索^[4-5]。

从已有实证研究结果来看, 高速铁路网络对经济增长及经济格局的影响在不同层面、不同地区表现为正面还是负面效应尚未达成共识^[6]。在宏观层面, 尽管交通发展被普遍认为会促进经济增长^[7-10]。也有相当数量的研究认为交通基础设施尤其是高速

铁路建设对经济发展的贡献被高估了。例如, 对于西班牙高铁(AVE)的相关研究显示, 其仅仅是导致了经济增长极的空间位置发生变化, 而对沿线区域的整体经济增长作用非常有限^[11-13]。在中观层面, 高速铁路对区域格局的影响相关研究结论也存在较大争议, 高速铁路的开通在某些区域强化了核心城市的竞争优势形成“极化-虹吸”效应, 加剧地区间的分化^[14-17]; 在某些区域则增强边缘地区劳动、土地成本优势并造成产业转移形成“溢出-扩散”效应, 使区域经济发展趋向均衡^[18-19]。王春杨等基于2004—2015年中国五大城市群面板数据, 实证测度了高铁建设对城市群空间结构演化的异构效应, 该研究认为高铁在长三角和珠三角城市群促进了人口

收稿日期: 2023-01-14; 修订日期: 2023-03-18

基金项目: 国家自然科学基金项目(42371277, 42371278)资助。[Foundation: National Natural Science Foundation of China (42371277, 42371278).]

作者简介: 柯新利(1977—), 男, 湖北天门人, 教授, 博导, 主要研究方向为土地利用优化。E-mail: kexl@mail.hzau.edu.cn

通信作者: 左成超。E-mail: c.zuo@mail.hzau.edu.cn

与经济扩散,在长江中游城市群和成渝城市群则促进了人口和经济积聚^[20]。从研究方法上来看,以往基于传统的“区位”理论,从“场空间”(或“地点空间”)的视角展开研究较多^[21-22],而基于“场空间”视角的研究范式普遍缺乏对要素流动现象的直接表达,使其从城市尺度推广至区域或更大尺度时存在诸多局限,难以解释高速铁路网络扩张对城镇土地利用转型造成的复杂影响。现有研究从“流空间”视角能够解释城市间的交互作用,其开展的高铁空间效应研究十分丰富。一方面,有研究表明区域间高铁的修建会加速城市群周边城市或地区的要素资源向中心城市转移,增强区域中心城市经济集聚,从而抑制临近区域的经济增长^[20, 23]。另一方面,高铁网络的发展通过提高区域可达性,推动区域经济一体化,强化了区域中心城市向周边城市的经济扩散效应,促进周边城市的经济增长^[24-25]。

虽然有相当数量研究从“要素流”的角度考察高速铁路网络的空间效应^[26],然而这些研究大多忽视了异质性“要素流”不同的空间效应:劳动力流的空间效应表现为“转移”,其对流出地与流入地的劳动力供给会造成不同的影响;而创新要素(例如信息、知识与技能)流的空间效应则表现为“共享”,其流动过程不会造成流出地的创新要素减少。忽视或过度简化这种异质性会导致对不同地区要素配置产生的估计产生误差,最终导致难以系统地解释高速铁路网络扩张对不同地区经济及土地利用转型的复杂影响机理。

已有研究考虑交通成本对微观主体所造成的影响,研究结果证实了交通运输中包含的时间成本会对经济主体行为产生显著的影响。一方面,高铁网络的完善产生的巨大时空压缩效应,直接降低了劳动力在转移过程中的时间成本,从而促进了劳动力要素在不同城市间的流动^[27-28]。另一方面,区域间知识共享的途径将创新型人才作为载体,研究证实创新要素的传播高度依赖于技术人员及企业间面对面交流,创新型人才在跨区域交流时会偏好速度更快更舒适的高铁作为出行方式,因此高铁网络的完善会促进创新人才如研发人员的流动,而创新人才跨区域交流借助高铁网络在地区间的自由流动,能够促进知识和技术的有效外溢^[29-30]。随着城市群高铁网络的不断完善,城市群城市之间通过“异质性要素”流动形成城市群空间结构也随之改变。由此,提出本文的研究假说:高铁的开通使得城镇间交通

成本降低,促进了城镇间劳动力转移与创新要素的共享,进而改变了城市群各城镇经济要素配置,最终影响城市群社会经济发展改变城市群空间结构。本文构建出“高铁开通-通行成本降低-要素流动模式改变-城市圈空间结构变化”的逻辑框架,基于要素流的“共享”与“转移”两种效应的耦合作用,分析高铁网络对城市群空间结构的影响,并利用案例区社会经济面板数据、交通成本数据以及百度迁徙等数据开展实证研究。

1 研究方法 with 数据来源

1.1 研究方法

1.1.1 高速铁路对劳动力转移的影响测度

根据交通地理及空间交互作用理论,地区间劳动力的流动方向与流量与出地的社会经济特征、流入地吸引力以及流动成本相关,则地区间劳动力流可以利用空间交互模型(Spatial Interaction Model)表达,其对数线性形式为:

$$\ln L_{ij} = A + \alpha_1 \ln Pop_i + \alpha_2 \ln Att_j + \beta_1 \ln d_{ij} + \beta_2 \ln H_{ij}, \quad (i \neq j) \quad (1)$$

式中, L_{ij} 为*i*城镇流向*j*城镇工作的劳动力数量,反映地区间劳动力流的流向及流量; Pop_i 代表城镇*i*的人口规模, Att_j 为*j*地的吸引力,与城镇*j*的社会经济发展水平有关,在本研究中以该城镇前一年GDP表征。 d_{ij} 为城镇*i*与城镇*j*之间的流动成本,本研究中以两地的通行时间表征。考虑到高铁的开通不仅带来了通行时间的减少,同时也可能造成公路拥堵缓解、普速铁路时刻调整等其他影响,本研究引入虚拟变量 H_{ij} ,用以表征两地间是否开通高铁,反映高铁对城镇间交通成本造成的其他影响。 A , α_1 , α_2 , β_1 和 β_2 为待估参数,其中由于交通成本与交通流量为负相关, $\beta_1 < 0$ 。

考虑到城市之间多种交通方式,本研究将比较不同交通模式的城镇间通行时间,以最短通行时间表征城镇间流动成本^[31]。

$$d_{ij} = \min(HSR d_{ij}, Rail d_{ij}, Road d_{ij}), \quad (i \neq j) \quad (2)$$

式中, d_{ij} 代表城镇*i*与城镇*j*之间地最短通行时间; $HSR d_{ij}$, $Rail d_{ij}$, $Road d_{ij}$ 分别代表乘坐高铁、普速铁路以及公路客车的通行时间。

由于劳动力流是转移型要素流,其流入与流出都会对地区的要素投入造成影响,因此,需要利用劳动力流动矩阵 L_{ij} 计算出流出量(OM)和流入量

(IM)来确定劳动力流动对劳动力分布的影响:

$$IM_i = \sum_j L_{ij} \quad (3)$$

$$OM_j = \sum_i L_{ij} \quad (4)$$

$$L_i = L'_i + IM_i - OM_i \quad (5)$$

式中, L_i 为城镇 i 实际投入生产的劳动力, L'_i 为城镇 i 的常住劳动力。城镇 i 与 j 之间高速铁路的开通使得城镇 i 与 j 之间的流动成本 d_{ij} 降低, 由于 $\beta_1 < 0$, $\beta_1 \ln d_{ij}$ 增大, 进而导致城镇 i 与 j 之间的劳动力流量 L_{ij} 增加, 最终影响城镇 i 与 j 的劳动力分布。

1.1.2 高速铁路对创新要素共享的影响测度

尽管信息、知识、技术等创新要素的流动往往不依赖实体的城市交通网络, 但有大量实证研究证实, 创新要素的传播高度依赖于技术人员面对面的交流, 交通基础设施的改善仍然会在很大程度上促进创新要素的流动^[32]。创新要素流是共享型要素流, 其流动的过程也是其增值过程, 不会造成流出地创新要素的减少, 且对流入地有增益作用。因此, 在本研究中借用潜力可达性模型来描述其流动特征^[33]:

$$\Delta Ino_i = \sum_j Ino'_j \times d_{ij}^{\beta_1}, (i \neq j) \quad (6)$$

式中, Ino'_j 代表城镇 j 的创新要素规模, 而 ΔIno_i 代表从其他城镇流入城镇 i 的创新要素的总和。由于创新要素的流出并不会影响流出地的创新要素规模, 因此, 各城镇实际可利用的创新要素可表达为:

$$Ino_i = Ino'_i + \Delta Ino_i \quad (7)$$

当高速铁路开通, d_{ij} 增加, ΔIno_i 也会随之增加, 于是各城镇的实际创新要素投入(Ino_i)也随之增加, 由此实现创新要素的增值。

1.1.3 要素转移与共享对区域空间结构影响测度

本研究利用 Cobb-Douglas 方程解释生产要素分布对城镇经济发展及区域经济空间结构的影响:

$$Y_i = TFP L_i^\gamma Ino_i^\delta K_i^\varepsilon Land_i^\theta \quad (8)$$

式中, Y_i 代表城镇 i 的经济产出, TFP 代表全要素生产率, K 代表城镇的资本投入量, $Land$ 代表城镇土地投入。 γ 、 δ 、 ε 和 θ 分别是劳动力、创新要素、资本与土地要素的弹性系数。考虑到劳动力和创新要素都会受到要素流动的影响, 故上式可以写成:

$$Y_i = TFP(L'_i + IM_i - OM_i)^\gamma (Ino'_i + \Delta Ino_i)^\delta K_i^\varepsilon Land_i^\theta \quad (9)$$

当高速铁路投入运行, IM 、 OM 以及 ΔIno 都会随之改变, 最终会使得 Y 的空间分布(Y_i)发生变化, 从而影响区域的空间结构。

为了探究高速铁路扩张背景下劳动力转移与创新要素共享对区域空间结构的影响, 本研究将构建3个反事实情景假设:

反事实情景 1: 高铁的开通只影响创新要素共享而不影响劳动力要素转移; 假设铁路通行时间 $^{HSR}d_{ij}$ 维持 2000 年水平不变, 根据公式(2)估计各年份城镇间通行时间 d'_{ij} , 将 d'_{ij} 带入公式(6)估计该情景假设下各年份创各城镇新要素共享量;

反事实情景 2: 高铁的开通只影响劳动力转移而不影响创新要素共享, 假设铁路通行时间 $^{HSR}d_{ij}$ 维持 2000 年水平不变, 根据公式(2)估计各年份城镇间通行时间 d'_{ij} , 将 d'_{ij} 带入公式(1)估计该情景假设下各年份城镇间劳动力转移量;

反事实情景 3: 无高铁情景, 假设铁路通行时间 $^{HSR}d_{ij}$ 维持 2000 年水平不变, 根据公式(2)估计各年份城镇间通行时间 d'_{ij} , 并将 d'_{ij} 带入公式(2)与(1)估计该情景下创新要素共享量与劳动力要素转移量。

并利用 C-D 生产函数模型估计这 3 个反事实情景假设下研究区域各城镇经济产出变化轨迹。通过比较现实情境与 3 个反事实情景下的城市群空间结构演化轨迹, 即可揭示“高速铁路-要素转移与共享-区域空间结构”作用路径。

1.2 数据来源

本研究以武汉城市群作为研究案例区, 案例区位于湖北省东部, 包含武汉、黄石、黄冈、孝感、鄂州、咸宁、天门、潜江和仙桃 9 个城市。自 2009 年以来武汉城市群先后开通京广高铁武广和郑武段、宁蓉铁路合武和汉宜段、武咸城际、武冈城际、武石城际、武孝城际、武九高铁、武西高铁、汉十高铁 9 条线路, 如图 1 所示。

本文利用 2010—2019 年面板数据开展模型实证研究。其中, 城镇间通行成本(d_{ij})以通行时间表征。为体现高铁开通对城镇间通行成本的影响, 本文首先通过中国国家铁路局所公布的武汉城市群内各条高铁线路开通的时间信息, 确定城市间 OD 时间成本变化的年份节点; 然后比较公路、客运、普速火车、高铁和动车的通行时间, 基于最少通行时间构建 OD 矩阵, 根据高铁开通的年份节点, 逐年更新 OD 时间成本矩阵, 最终建立 2010—2019 年武汉城市群内 OD 时间成本数据集。公路、客运、普

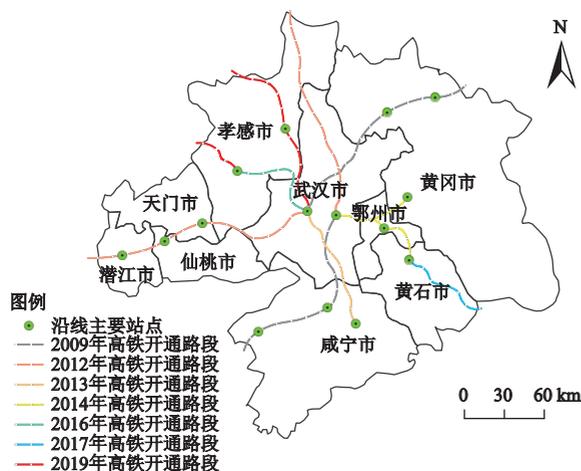


图1 武汉城市群高铁路网修建时间节点

Fig.1 Opening time of high-speed railways in Wuhan Urban Agglomeration

速火车和高铁的通行时间和高铁开通时间来源于中国公路网^①和中国铁路官网^②。

本研究利用百度迁徙人口流动数据估计劳动力转移量(L_{ij})；参考已有实证研究^[32]，通过选择工作日迁徙数据尽可能控制人口流动的不确定性，以此来表征城市间劳动力转移量。由于数据获取的有限性，本文利用2018年武汉城市群内城镇间人口流动数据结合当年OD时间成本矩阵校正空间交互模型，探究劳动力转移对高铁开通的响应，并以此估计2000—2019年中其他年份的城镇间劳动力转移特征。

本研究以科研人员人数表征各地区创新要素存量(Ino'_i)，以各城镇第二、三产业总产值作为表征经济产出(Y_i)，以各城镇固定资产投资表征资本投入(K_i)，以各城镇建成区面积表征土地投入量($Land_i$)。以上社会经济统计数据收集于《湖北省统计年鉴》^[34]。

2 实证结果

2.1 高速铁路对劳动力转移的影响

基于2018年武汉城市群劳动力流、城镇间通行成本及相关城镇社会经济特征数据，利用极大似然法回归获得模型参数，如表1所示：

从参数估计结果来看，虚拟变量的系数不显著，说明高铁对于劳动力要素流动的影响主要源于其时

表1 空间交互模型参数估计结果

参数	估计值	标准差	t 值	P 值
A	-3.269	1.530	-2.136	0.036 ^{**}
α_1	0.723	0.077	9.344	0.000 ^{***}
α_2	0.756	0.069	10.813	0.000 ^{***}
β_1	-1.336	0.096	-13.823	0.000 ^{***}
β_2	-0.343	0.394	-0.871	0.386

注：*、**、*** 分别表示5%、1%的水平下显著。

间压缩效应。因此，该模型修改为：

$$\ln L_{ij} = A + \alpha_1 \ln Pop_i + \alpha_2 \ln Att_j + \beta_1 \ln d_{ij} \quad (10)$$

根据该模型，可基于真实情景以及反事实情景1估计2010—2019年武汉城市群各城镇间劳动力流动特征。其中真实情景下2010—2019年间劳动力流动总量如图2所示，随着城镇间平均通行时间的减少，劳动力流动不断增强。

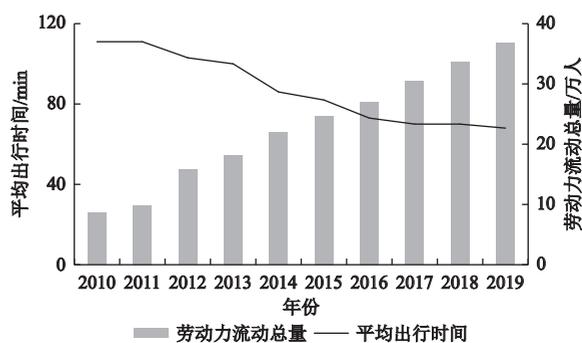


图2 2010—2019年武汉城市群劳动力总流量及城镇间平均出行时间的变化

Fig.2 Variation of labor transfer and average travel time in Wuhan Urban Agglomeration from 2010 to 2019

图3揭示了2019年城镇间劳动力流动特征以及高铁对劳动力流动的影响。从图3a可以看出，每年流入武汉的劳动力人口比例最大，孝感、仙桃及咸宁的劳动力主要流向武汉，而黄冈、黄石以及鄂州则承接了武汉市的劳动力外流。本研究通过对比真实情景与反事实情景1假设下劳动力流动特征，揭示高铁开通对劳动力流动的影响，如图3b所示。相较于反事实情景1，高速铁路总体促进了各城镇间的劳动力流动，并强化了武汉作为区域中心的地位。孝感流向武汉的劳动力得到了较大的增加，远

① <https://www.chinahighway.com> [2022-07-02]

② <https://www.12306.cn> [2022-07-02]

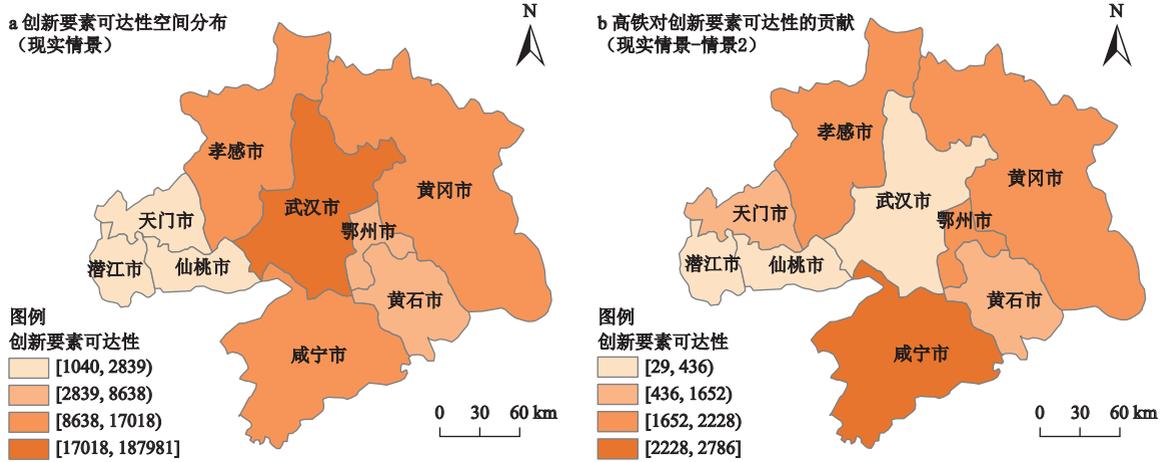


图 5 2019 年高铁对创新要素空间分布的影响

Fig.5 Impact of high-speed rail on the spatial distribution of innovation factors by prefecture in 2019

表 2 时间固定效应模型估计结果

Table 2 Estimation results of fixed effect model at time point

参数	估计值	标准差	t 值	P 值
$\ln TFP$	-0.361	0.267	-1.351	0.180
ε	0.518	0.056	9.148	0.000***
θ	0.391	0.026	14.85	0.000***
γ	0.083	0.025	3.221	0.002***
δ	0.107	0.045	2.392	0.019**

注: **、*** 分别表示 5%、1% 的水平下显著; TFP 为全要素生产率, ε 、 θ 、 γ 和 δ 分别是劳动力、创新要素、资本与土地要素的弹性系数。

表 3 2019 年武汉城市群各城镇经济产出多情景模拟(单位: 亿元)

Table 3 Multi-scenario simulation of economic output of cities and towns in Wuhan Urban Agglomeration in 2019

城镇	情景1	情景2	情景3	现实情景	现实-情景1	现实-情景2	现实-情景3
武汉市	15830.01	15841.06	15826.84	15844.24	14.22	3.17	17.39
鄂州市	1041.27	1009.67	1011.31	1039.58	-1.69	29.90	28.26
黄石市	1671.20	1636.51	1644.20	1663.37	-7.83	26.85	19.16
潜江市	731.52	730.03	729.75	731.81	0.28	1.77	2.05
天门市	564.99	519.42	518.95	565.50	0.50	46.07	46.54
仙桃市	776.09	774.06	774.19	775.96	-0.13	1.89	1.76
咸宁市	1401.96	1354.40	1361.20	1394.98	-6.98	40.57	33.77
孝感市	1990.39	1969.95	1969.32	1991.03	0.63	21.07	21.70
黄冈市	1919.54	1891.39	1891.21	1919.72	0.17	28.32	28.50

均衡发展。

3 结论与讨论

3.1 结论

本文运用空间交互模型、时间固定效应模型、反事实情景模拟等方法,从要素的转移和共享 2 种效应入手,解析在高铁网络的背景下不同要素流动

对城市群空间结构发展的影响。本文以武汉城市群为例开展实证研究,结果表明:

1) 在武汉城市群中武汉市为人口流动的核心枢纽,随着武汉城市群高速铁路网络的逐步完善,武汉城市群中城市间人口流动强度呈现增强的趋势。创新要素共享效应也随高铁网络的完善不断加强,各城市内的创新要素投入都呈现正向增长趋势,整

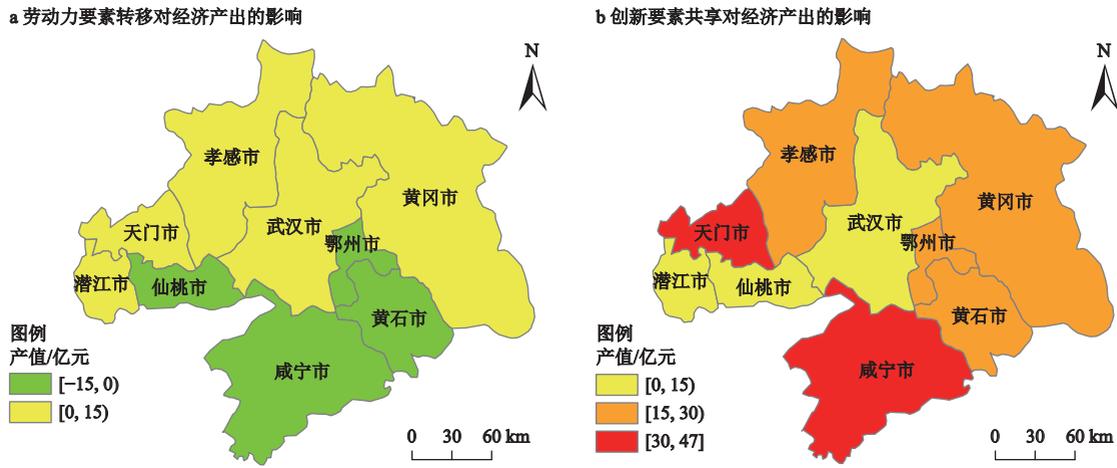


图 6 2019 年劳动力转移与创新要素共享要素对各城镇经济产出的影响

Fig.6 Impact of labor transfer and innovation factor sharing factors on economic output of each prefecture in 2019

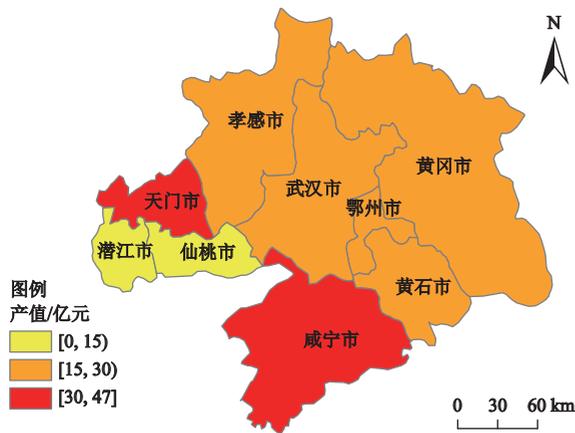


图 7 高铁对武汉城市群空间结构的影响

Fig.7 Influence of high-speed rail on the spatial structure of Wuhan Urban Agglomeration

体趋势表现为由中部向四周扩散。

2) 高速铁路的发展对武汉城市群经济发展具有异质性影响, 高铁通过促进要素流动来影响城市经济发展。高铁的发展促进了劳动力从周边中小城镇向中心城市转移, 从而对武汉市经济具有明显的极化作用, 对武汉周边中小城市经济产出呈现负向影响

3) 高铁的发展促进了创新要素的共享, 使武汉城市群整体的经济产出得以增长, 并显现出较强的空间溢出效应, 有利于区域整体均衡发展。

由于高铁的开通降低了经济要素在城镇间的流动成本, 总体而言促进了要素在城镇间的流动强度。高铁的开通加速了劳动力要素向经济发展更好的城镇集聚, 同时也促进了创新要素由中心城镇向

周边地区的辐射。虽然历史数据表明, 高铁的开通对于不同城市群空间结构产生的影响各不相同, 但本质上可以被看成是异质性要素“转移”与“共享”两种空间过程耦合作用的结果。利用现代大数据及社会感知技术识别并测度异质性要素流的空间过程将会有利于准确地预测高铁网络作用下城市群空间结构地演化轨迹。

3.2 讨论与政策建议

长期以来, 相关研究多基于单一类型的“流数据”, 造成过度简化城镇间交互作用, 进而难以解释诸如“溢出效应”与“虹吸效应”等看似对立的空

间现象的形成机理。本研究克服了上述缺点, 尝试利用统一的分析框架, 基于要素“转移”与“共享”2 种不同的空间过程解析高铁等交通基础设施对城市群空间结构演化轨迹的影响。

本研究将有利于系统地揭示大型交通基础设施对区域经济发展的影响, 为协调城镇与区域的发展需求、合理配置城市群要素资源提供政策指引。立足于武汉城市群的发展实际, 并基于本文实证结果, 提出政策建议如下。

- 1) 要充分利用高铁的纽带作用, 加强与区域中心城市的往来。努力放大高铁的“同城效应”, 将自身的发展与中心城市紧密结合, 发挥本地比较优势, 优化产业布局, 与中心城市错位互补。
- 2) 政府应破除要素流动障碍, 基于高速铁路对于城市群经济发展的影响, 应加大对高铁网络建设的投资, 促进区域间的互联互通, 尽量打造开放、合作、共享的要素流动环境和路径, 在市场经济条件

下逐步实现要素资源的优化配置。

3) 深化资源配置和经济转型, 实现社会经济高质量发展。武汉城市群目前经济发展仍然以资本驱动型为主, 难以实现社会经济的可持续和高质量发展。因此必须积极转变地区发展方式和经济格局, 发挥高铁对于创新要素共享的推动作用, 积极打造高新技术创新孵化基地, 聚拢一批低能耗、高产出的绿色创新型产业, 并以此为基础向周边城市进一步延伸上下游产业链, 拉动周边城市产业结构转型升级。

由于缺少高速铁路开通前的人口流动观测数据, 因此本论文采用空间交互模型间接实证了高铁带来的时空压缩效应对劳动力流动的影响, 可能会增加研究的不确定性。随着数据可获取性不断增强, 未来可考虑利用更多时期的人口流动数据直接实证高速铁路对劳动力流动的影响。本论文简化了创新要素共享模型, 利用可达性表征创新要素共享量, 并利用 C-D 函数构建固定效应模型间接实证所估算的创新要素共享量对于经济产出的影响。已有一定数量研究基于专利授权或企业合作网络等直接观测数据表征创新要素流动特征, 并分析高铁开通对创新要素流动的影响, 值得未来研究借鉴。

本研究旨在探究城市群内部重大交通设施改善对于城市群空间结构的影响, 出于简化研究的目的, 并未考虑区域间, 尤其是区域外大城市与本区域内各城镇间的要素流动。大型交通基础设施对于塑造区域乃至国家社会经济空间结构都发挥着重要作用, 在未来的研究中值得加以关注。虽劳动力的转移可能同时伴随资本与土地投入的变化, 但考虑到其影响机理较为复杂, 当前研究对于高铁对城镇资本及土地投入的作用机理也尚有争议, 考虑到高铁对于区域资本及土地投入的影响更可能是通过影响区域空间结构所造成的间接影响, 超出了本研究的范畴。因此在本研究中, 资本与土地投入都作为模型控制变量, 以便更好的表现劳动力转移对区域空间结构的直接影响。就本研究而言, 由于研究数据可获取性以及研究范围本身的限制, 采用了一定的简化处理, 但这些简化与近似带来的不确定性不影响本研究结论。Batty 指出区域空间结构的变化本身是一种基于“累积因果”效应的演化机理^[35], 区域空间结构对区域城镇各要素投入的反馈及其在外部冲击(例如大型基础设施建设)下的自组织协同演化机理在未来值得进行更深入的研究, 为系统地揭

示要素转移与共享对区域空间结构演化轨迹地影响, 合理布局交通基础设施, 优化城市群空间结构发展提供科学的依据。

参考文献(References):

- [1] Spiekermann K, Wegener M. Trans-European networks and unequal accessibility in Europe[J]. *European Journal of Regional Development*, 1996, 4(96): 35-42.
- [2] 蒋华雄, 孟晓晨. 京沪高铁对沿线城市间空间相互作用影响研究[J]. *北京大学学报(自然科学版)*, 2017, 53(5): 905-912. [Jiang Huaxiong, Meng Xiaochen. Impact of railway high-speed on the urban spatial interaction: A case study of Beijing-Shanghai Line. *Acta Scientiarum Naturalium Universitatis Pekinensis*, 2017, 53(5): 905-912.]
- [3] 李涛, 彭天浩, 王姣娥, 等. 铁路功效运输联系空间差异化及区域整合效应[J]. *地理学报*, 2023, 78(4): 946-960. [Li Tao, Peng Tianhao, Wang Jiao'e et al. Spatial differentiation and effect on regional integration of inter-city connections in China. *Acta Geographica Sinica*, 2023, 78(4): 946-960.]
- [4] Chen C L, Hall P. The impacts of high-speed trains on British economic geography: A study of the UK's InterCity 125/225 and its effects[J]. *Journal of Transport Geography*, 2011, 19(4): 689-704.
- [5] Chen C L, Hall P. The wider spatial-economic impacts of high-speed trains: A comparative case study of Manchester and Lille sub-regions[J]. *Journal of Transport Geography*, 2012, 24: 89-110.
- [6] Chen Z, Haynes K E. Impact of high-speed rail on regional economic disparity in China[J]. *Journal of Transport Geography*, 2017, 65: 80-91.
- [7] Aschauer D A. Public investment and productivity growth in the Group of Seven[J]. *Economic Perspectives*, 1989, 13(5): 17-25.
- [8] Vickerman R. High-speed rail in Europe: Experience and issues for future development[J]. *The Annals of Regional Science*, 1997, 31: 21-38.
- [9] 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. [Ye Jingwen, Fan Jianyong. Transportation infrastructure, inter-regional trade and regional economic development: Highway as an example. *Journal of Quantitative and Technological Economics*, 2023, 40(6): 48-68.]
- [10] 高波, 王紫绮. 高铁开通提高了中国城市经济增长质量吗?——基于劳动力流动视角的解释[J]. *产业经济研究*, 2021(4): 55-68. [Gao Bo, Wang Ziqi. Has the opening of high-speed railway improved the quality of economic growth in Chinese cities? A labor mobility perspective. *Industrial Economics Research*, 2021(4): 55-68.]
- [11] Puga D. European regional policies in light of recent location theories[J]. *Journal of Economic Geography*, 2002, 2(4): 373-

- 406.
- [12] Albalade D, Bel G. The economics and politics of high-speed rail: Lessons from experiences abroad[M]. Plymouth: Lexington Books, 2012.
- [13] Tomaney J. The local and regional impacts of high speed rail in the UK: A review of the evidence [R]. London: UK Parliament, 2011.
- [14] Sasaki K, Ohashi T, Ando A. High-speed rail transit impact on regional systems: Does the Shinkansen contribute to dispersion?[J]. *The Annals of Regional Science*, 1997, 31: 77-98.
- [15] Xiao F, Wang J, Du D. High-speed rail heading for innovation: The impact of HSR on intercity technology transfer[J]. *Area Development and Policy*, 2022, 7(3): 293-311.
- [16] 兰秀娟. 高铁网络促进了城市群经济高质量发展吗?[J]. *经济与管理研究*, 2022, 43(6): 106-128. [Lan Xiujuan. Does high-speed Rail network promote high-quality economic development of urban agglomeration?. *Research on Economics and Management*, 2022, 43(6): 106-128.]
- [17] 齐昕, 王立军, 张家星, 等. 高铁影响下城市群空间关联形态与经济增长效应研究[J]. *地理科学*, 2021, 41(3): 416-427. [Qi Xin, Wang Lijun, Zhang Jiaxing et al. Spatial association of urban agglomeration and its economic growth effect under the influence of high-speed railway. *Scientia Geographica Sinica*, 2021, 41(3): 416-427.]
- [18] Démurger S. Infrastructure development and economic growth: An explanation for regional disparities in China?[J]. *Journal of Comparative Economics*, 2001, 29(1): 95-117.
- [19] Tvrdoň M, Skokan K. Regional disparities and the ways of their measurement: The case of the visegrad four countries:[J]. *Technological and Economic Development of Economy*, 2011, 17(3): 501-518.
- [20] 王春杨, 任晓红. 高铁对京津冀城市群时空格局的影响[J]. *城市问题*, 2018(10): 37-44. [Wang Chunyang, Ren Xiaohong. Influences brought by high speed rail network on Beijing-Tianjin-Hebei Urban Agglomeration's spatial and temporal pattern. *Urban Problems*, 2018(10): 37-44.]
- [21] 张峰, 陈嘉伟. 京沪高铁沿线装备制造制造业绿色创新效率的空间网络结构特征[J]. *地理科学*, 2023, 43(12): 2150-2161. [Zhang Feng, Chen Jiawei. Spatial network structure characteristics of green innovation efficiency of equipment manufacturing industry along the Beijing-Shanghai high-speed railway. *Scientia Geographica Sinica*, 2023, 43(12): 2150-2161.]
- [22] Acheampong R A, Silva E A. Land use-transport interaction modeling: A review of the literature and future research directions[J]. *Journal of Transport and Land Use*, 2015, 8(3): 11-38.
- [23] 申洋, 郭俊华, 程锐. 交通基础设施改善能促进居民消费吗——来自高铁开通的证据[J]. *商业经济与管理*, 2021(1): 59-71. [Shen Yang, Guo Junhua, Cheng Rui. Can the Improvement of transportation infrastructure promote consumption of residents? — Evidence from the opening of high-speed rail. *Journal of Business Economics*, 2021(1): 59-71.]
- [24] 余泳泽, 潘妍. 高铁开通缩小了城乡收入差距吗?——基于异质性劳动力转移视角的解释[J]. *中国农村经济*, 2019(1): 79-95. [Yu Yongze, Pan Yan. Does high-speed rail reduce the rural-urban income disparity? An interpretation based on the perspective of heterogeneous labor mobility. *Chinese Rural Economy*, 2019(1): 79-95.]
- [25] 何凌云, 陶东杰. 高铁开通对知识溢出与城市创新水平的影响测度[J]. *数量经济技术经济研究*, 2020, 37(2): 125-142. [He Lingyun, Tao Dongjie. Measurement of the impact of high-speed rail opening on knowledge spillover and urban innovation Level. *Journal of Quantitative & Technological Economics*, 2020, 37(2): 125-142.]
- [26] 初楠臣, 吴相利, 张平宇, 等. 基于现实与虚拟流视角下的东北地区城市空间网络特征[J]. *经济地理*, 2022, 42(5): 66-74. [Chu Nanchen, Wu Xiangli, Zhang Pingyu et al. Urban spatial network characteristics from the perspectives of reality and virtual flow in Northeast China. *Economic Geography*, 2022, 42(5): 66-74.]
- [27] Yao L, Li J. Intercity innovation collaboration and the role of high-speed rail connections: Evidence from Chinese co-patent data[J]. *Regional Studies*, 2022, 56(11): 1845-1857.
- [28] Tian S, Feng R, Zhao J et al. An analysis of the work resumption in China under the COVID-19 epidemic based on night time lights data[J]. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 2021, 10(9): 614.
- [29] 胡艳, 张安伟. 异质型借用规模视角下高铁开通对城市创新水平的影响[J]. *经济经纬*, 2022, 39(6): 3-13. [Hu Yan, Zhang Anwei. The impact of the opening of high-speed rail on the level of urban innovation from the perspective of heterogeneous borrowing size. *Economic Survey*, 2022, 39(6): 3-13.]
- [30] Wang L, Acheampong R A, He S. High-speed rail network development effects on the growth and spatial dynamics of knowledge-intensive economy in major cities of China[J]. *Cities*, 2020, 105: 102772.
- [31] Harman R. High speed trains and the development and regeneration of cities [R]. London: Greengauge 21, 2006.
- [32] Li J, Chu B, Chai N et al. Work resumption rate and migrant workers' income during the COVID-19 pandemic[J]. *Frontiers in Public Health*, 2021, 9: 678934.
- [33] Hansen W G. How accessibility shapes land use[J]. *Journal of the American Institute of Planners*, 1959, 25(2): 73-76.
- [34] 湖北省统计局. 湖北省统计年鉴[M]. 2011—2020. 北京, 中国统计出版社, 2011—2020 [Hubei Statistical Bureau. *Hubei statistical yearbook*. 2011—2020. Beijing: China Statistics Press, 2011—2020.]
- [35] Batty M. Building a science of cities[J]. *Cities*, 2012, 29: S9-S16.

Impact mechanism of high-speed rail network on spatial structure of urban agglomerations: From the perspective of factor transfer and sharing

Ke Xinli, Su Chao, Xie Xianzhuang, Zuo Chengchao

(College of Public Administration, Huazhong Agricultural University, Wuhan 430070, Hubei, China)

Abstract: The high-speed rail network exerts a multifaceted influence on the spatial structure of urban agglomerations. While the reduced cost of regional factor flows has the potential to enhance overall economic efficiency, it also reinforces the advantages of central towns, leading to a “siphon effect” on surrounding small and medium-sized cities, exacerbating imbalances in urban development. The conventional “Land-use Transportation Interaction” theory, centered on location accessibility, falls short in explaining the intricate network effects of high-speed rail on urban agglomeration spatial structures. This article adopts an approach grounded in the “Space of Flows” paradigm, considering both “transfer” (exclusive of time and space, e.g., capital and labor) and “sharing” (non-exclusive of time and space, e.g., information and technology) effects of factor flows. It analyzes the cascading effects of the “high-speed rail network-factor transfer and sharing-urban agglomeration spatial structure”. Using Wuhan Urban Agglomeration as a case study, the research employs big spatial data (i.e., population migration) extracted from network location-based services to identify and measure factor transfer and sharing among cities and towns. Then, a set of spatial models and “What-if” analyses were applied to demonstrate the impact of the high-speed rail network on factor transfer, sharing, and the overall spatial structure of the urban agglomeration. The findings reveal a heterogeneous impact of high-speed rail development on the spatial structure of Wuhan Urban Agglomeration. The high-speed rail development propels labor transfer from surrounding small and medium-sized towns to central cities, creating a discernible polarizing effect on Wuhan’s economy, and presenting challenges to its neighboring cities’ economic development. Simultaneously, high-speed rail facilitates the dissemination of information and technology from central cities to peripheral areas, offering opportunities for regional economic transformation. This study overcomes the shortcomings of previous research, which have often oversimplified the interactions between cities. It established a unified analytical framework to explain the impact of the high-speed rail networks on the spatial structure of urban agglomerations. The research results aim to serve as a policy reference for optimizing the spatial structure of urban agglomerations.

Key words: high-speed railway; element flow; transfer and sharing; urban agglomeration spatial structure