

传统铁路道口改造、交通便利性与城区空间演化

许志成 孙天事*

摘要: 本文以铁路道口改造为准自然实验,使用中国地级及以上城市的卫星夜间灯光和铁路线路矢量数据研究了交通基础设施升级对城市内部经济发展格局的影响。结果表明:道口立交化提升了要素在城区内部铁路两侧的流动便利性,促进了城区空间经济的集聚,城市经济增长主要体现在政府驻地一侧;异质性分析显示,随着经济发展,城市空间经济从集聚逐渐走向平衡,进一步的交通基础设施升级不会继续加剧城区内部经济活动的集聚。

关键词: 交通基础设施;铁路道口改造;城区空间演化

DOI: 10.13821/j.cnki.ceq.2023.05.17

一、引言

铁路等交通基础设施对于城市发展至关重要,因此各地均积极争取铁路经过其城区并设立火车站。由于传统铁路建设时间较早,受技术和成本制约,其线路大多铺设在地面上且横穿城区。然而人员和物资从平交道口穿过铁路既不方便也不安全,为尽可能避免交通事故需设置通行时间并安排人员值守平交道口。因此城区被传统铁路分割为两个相对独立的区域,并在一定程度上阻碍了城市内部的铁路两侧人员与物资的流通。

从 1997 年开始,传统铁路进行了六次大提速。为保护人民群众的生命和财产安全,保障列车的正常运行,铁路两侧修建了铁丝网和围墙等防护设施。同时,为解决列车通过及道口封闭导致的拥堵问题、方便铁路两侧资源流动,铁路平交道口也随之被改造为立交道口,即“道口平改立”工程,具体指将以前铁路与公路在平地上的交叉更改为立交桥式的交叉,使铁路两侧人员物资的流动相较于道口改造前更加方便和安全。根据 2004 年版《铁路运输安全保护条例》第二章第二十九条规定,涉及铁路提速的道口必须及时完成道口改造,而即使未涉及提速的道口除技术条件无法完成的情况外也必须在 2004 年前完成道口改造。因此,2004 年之前涉及铁路提速的城市在此之前已基本完成道口改造,而其他城市则最迟在 2004 年基本完成道口改造。

“道口平改立”之前,铁路将城市一分为二,企业以及服务于区域居民的便利设施如超市、餐馆、诊所等都分居两侧,实际近似于两个毗邻的城市。道口改造打破了城市内部一个重要的物理区隔,以一种空间分栋排序 (spatial sorting) 机制重塑了城市内部

* 许志成,河南大学经济学院;孙天事,东南大学经济管理学院。通信作者及地址:孙天事,江苏省南京市江宁区东南大学九龙湖校区经济管理学院,211189;电话:15690676221;E-mail:tianshi_sun@seu.edu.cn。作者感谢国家社会科学基金一般项目(20BJL092)的资助,并感谢陆铭教授、匿名审稿专家与“城市内部的空间政治经济学”专题研讨会参会者给出的宝贵建议,当然文责自负。

的经济活动分布。^①“道口平改立”后，在普通城市中原先相对分散的人员和物资会更方便地流动。原本居住在经济相对滞后一侧的居民更方便也更有动力到铁路另一侧工作、经营以及购置房产，从而谋求更高质量的生活。因此，“道口平改立”打破了城市内部企业和劳动力流动的壁垒，人口流动和生产及服务部门的迁移形成了彼此正反馈的作用，使得经济活动向强势一方（通常即市政府所在一侧）集聚。^②

现有文献针对铁路对空间经济演化的作用已有详细论述（详见本文第二部分），但由于微观数据可获得性较差等原因，目前文献仍停留在都市圈和城市层面的分析，深入城市内部空间的研究仍不多见。为更深入理解交通基础设施升级对城市内部经济活动的空间结构性影响，本文以“道口平改立”工程为准自然实验，使用中国地级及以上城市1992—2013年的卫星夜间灯光栅格数据和铁路矢量数据等验证了本文提出的假说：传统铁路道口改造促进了城市内部铁路两侧的资源再分配和要素流动效率，提高了城区的经济集聚程度。此外，分样本回归发现了不同城市的异质性影响：对于相对欠发达地区而言，“道口平改立”产生的要素集聚效应更为明显；而在经济较为发达的城市，其城区发展往往存在多个经济中心，且“道口平改立”之前已有相对发达的立交化交通，因此进一步的交通基础设施升级不会继续加剧城区内部经济活动的集聚程度，经济活动的分布逐渐趋于平衡。

本文的创新点在于：首先，该研究探索了研究城市空间经济发展变化的新视角。本文注意到了中国铁路发展过程中的重要变化，以“道口平改立”为准自然实验，研究了交通基建升级提供的便利化给城市内部空间发展带来的影响。其次，这项研究也体现了中国空间政治经济学特色，即强调了城市经济发展中政府的重要作用（陆铭，2017）。一方面铁路提速和道口改造是政府推动的交通基建升级；另一方面道口改造推动经济活动向政府驻地一侧集聚，也体现了中国城市经济规划与发展中政府的重要性。再次，由于本研究需要非常精确的铁路线，因此以往研究中的规划线路和“最小生成树”等工具变量不合时宜。为此，本文创造性地用旋转铁路线路来构造虚拟铁路进行安慰剂检验，从而使回归结果更稳健、更具有说服力。最后，由于传统的统计资料没有精确到铁路两侧的微观经济发展数据，本文使用了分辨率约为1 000米的卫星夜晚灯光栅格数据，可以满足本研究的需要。

本文余下部分安排如下：第二部分是文献综述；第三部分介绍核心数据和变量；第四部分介绍计量模型和实证结果；第五部分检验了实证结果的稳健性；第六部分是异质性分析；第七部分总结全文。

二、文献综述

近年来已有大量文献验证了交通基础设施对于经济发展的促进作用（董艳梅和朱英

^① 以往一些研究利用空间动态均衡模型阐释了通勤和设施便利性影响城市居民和企业迁移的分拣排序机制（Ahlfeldt et al., 2015; Gaubert, 2018; Monte et al., 2018）。本文所讨论的道口改造对城市内部经济活动分布的影响遵循这一理论机制。

^② 附录图A1以开封市城区道口改造前后陇海线两侧的卫星夜晚灯光亮度变化为例，直观地展示了在道口改造后经济活动向城市内部优势区域集聚的过程。篇幅所限，附录未在正文列示，感兴趣的读者可在《经济学》（季刊）官网（<https://ceq.ccer.pku.edu.cn>）下载。

明, 2016; Donaldson, 2018; 逯建等, 2018; Banerjee et al., 2020)。从研究内容来看, 与本文最为相关的文献主要集中于以下三个方面:

(一) 交通基础设施与经济要素流动

新经济地理学认为, 企业空间集聚程度越高, 越有利于分摊成本、交流市场信息和知识、实现上下游匹配 (Redding and Turner, 2015)。交通运输成本过高往往会阻碍经济要素流动, 导致贸易和分工水平低下。因此, 打破限制规模效应的藩篱对于发挥要素集聚优势, 进而促进城市经济发展具有重要意义。近年来, 学者们主要从人口流动、产业融合等角度研究了交通基础设施对要素流动的促进作用。Hodgson (2018) 研究发现, 19 世纪末距离铁路比较近的美国西部城镇在如今更容易消失, 人口和产业完全融入大城市。Asher and Novosad (2020) 也得出了类似结论, 认为印度公路“村村通”工程显著地促进了农民离开农村前往城市就业。此外大量研究指出, 交通基础设施的改善促进了制造业和服务业的集聚 (Ghani et al., 2016; Baum-Snow et al., 2020)。随着中国高铁网络的快速发展, 高铁对经济要素流动的作用也受到广泛关注。Lin (2017) 发现高铁开通促进人口流动量增加了 10%, 并对城市就业增长产生了显著的积极影响。同时, 高铁带来的交通便利性不仅有利于推动合作与创新 (Dong et al., 2020), 还能够有效促进人口和产业由外围向中心城市群转移 (Shao et al., 2017), 并提升运输效率与垂直专业化分工水平 (李超等, 2021)。

(二) 交通基础设施与区域经济的空间分布

交通基础设施状况的改善和升级有利于促进要素和产业向具有交通优势的地区流动, 从而推动经济活动的空间再分配 (Henderson et al., 2018)。一方面, 一些研究认为交通基础设施升级没有带来弱势地区的发展。例如, Faber (2014) 使用“最小生成树”方法作为高速公路的工具变量, 发现中国的高速公路建设不利于边缘县的经济发展。Qin (2016) 发现铁路提速对县域经济发展产生不利影响, 这主要是由于铁路提速后减少了火车在县级火车站停靠的次数。Ahlfeldt and Feddersen (2018) 针对德国的研究也发现高铁促进了经济活动由边缘城市向中心城市的集聚。另一方面, 一些研究则认为交通基础设施有利于缩小地区间收入差距, 如 Baum-Snow et al. (2017)、Chen and Haynes (2017)、余泳泽和潘妍 (2019) 等。张俊 (2017) 的研究发现高铁促进了县级市投资的增加, 但对于普通的县级单位则不明显。

上述研究论证了公路和铁路等交通基础设施对人流物流便利性的促进作用, 也注意到人口和产业的集聚效应可能对要素的空间配置产生深远影响。但是目前很少研究深入城市内部微观尺度探索交通基础设施对城市内部空间经济分布和集聚的影响。

(三) 城市化发展中的空间政治经济学

随着中国城市化进程的加快, 城市化发展的空间政治经济学已成为目前研究关注的重要领域。空间政治经济学认为, 除了地理因素等自然条件外, 政府行为对城市发展以及城市内部经济活动空间布局也有着重要的影响 (陆铭, 2017)。例如, 张莉等 (2011) 强调了地方官员的晋升激励对于土地出让行为的重要性。张学良等 (2017) 验证了政府

合作机制对城市群经济绩效的提升作用。卢盛峰等（2019）发现政府驻地迁移转变了城市现有资源配置格局，促进了地区经济的持续健康发展。唐为（2019）发现“撤县设区”后地级市政府统筹权力的加强显著提高了原市辖区与被撤并县交界处的经济活动水平。本文研究也沿着这一路径，强调了政府在空间经济发展中的重要角色。

总体来说，以上文献深入探索了交通基础设施对人口与经济活动的城际流动产生的重要影响。本文在相关文献基础上实现了重要的拓展。现有关于铁路提速或者高铁开通的研究多集中于人口流动、经济发展等宏观层面问题，而未能关注到铁路道口升级改造前后的不同形态及其所可能引发的经济影响。本文利用道口改造作为自然实验考察了交通基础设施升级引发的城区空间经济格局变化。大多数过往研究之所以未能深入城市内部微观层面和数据限制有关。本文利用地理信息系统工具获得了精度在30米内的铁路网络，配合夜间灯光微观数据将研究尺度深入城区内部的经济活动。

三、数据预处理、指标构建与变量的描述性统计

（一）“道口平改立”时间变量的识别

本文以哑变量 *Lijiao* 来反映“道口平改立”这一准自然实验的实施情况。自1997年以来，铁道部相继六次铁路大提速，涉及提速的传统铁路线两侧设立隔离栅栏和围墙、关停平交道口。与此同时，为了方便人员物资在铁路两侧的流动，铁道部联合地方政府推动“道口平改立”工程，采用立交桥、涵洞等形式跨过铁路线，从而方便铁路两侧的交通。因此可定义城市的 *Lijiao* 变量在经该城市的铁路提速当年及以后为1。此外，根据《铁路运输安全保护条例》规定，所有城市铁道均需在2004年前设立隔离带并完成“道口平改立”。^① 因此，即使在2004年仍未涉及提速的城市，在2004年及之后的 *Lijiao* 变量也为1。有个别城市在2004年之后才开通铁路，那么在铁路开通之前该城市没有受到传统铁路平交道口的负面影响，开通后则按照文件规定采用了立交道口因而也是交通通畅的，故该城市的 *Lijiao* 变量在样本考察期内均定义为1。

（二）夜间灯光数据的校正

美国国防气象卫星（Defense Meteorological Satellite Program, DMSP）搭载的业务型线扫描传感器（Operational Linescan System, OLS）（DMSP/OLS）一共提供了1992—2013年的34期夜间灯光，像元DN值为0—63。由于传感器老化和新老交替等现实因素，灯光在长时间序列的稳定性方面表现欠佳；另外，夜间灯光上限为63，存在灯光过饱和等问题，在使用之前需要按照一定的方法进行校正。本文采用曹子阳等（2015）和刘修岩等（2017）的方法校正夜间灯光。

（三）铁路两侧城市发展程度的测量

本文考察的是铁路基建升级改造对城市内部经济活动的空间发展有何影响，通过比

^① 由于技术困难等原因，部分城市存在一些平交道口难以按时改造或不得不分批进行改造的情况。但这并不影响本文核心变量的识别，也就是说，只要大部分道口改造完成就已经达到通过道口改造增进市内交通便利的目的。

较铁路两侧栅格的卫星夜晚灯光差值即可度量铁路两侧的经济发展差距,因此本文采用缓冲区分析的办法来衡量铁路两侧的发展差异。铁路线路矢量图层基于哈佛大学地理分析中心(Center of Geographic Analysis)、《中国铁道年鉴》、高德地图、Landsat 系列卫星影像^①和《最新实用中国地图册》(1993年版)等公开资料借助 ArcGIS10.5 整理得来。得到各年份铁路图后,首先用中国县级行政区划图层^②得到中国市辖区图层,然后用市辖区裁剪铁路线得到各市辖区的铁路线,再分别确定每一条市辖区内铁路的左右两侧缓冲区,最后统计出缓冲区内栅格夜晚灯光亮度的均值。^③

同时,本文对两侧缓冲区用 *Government* 变量进行区分:政府驻地若在该缓冲区一侧,则该缓冲区的 *Government* 变量为 1,否则为 0。若城市中有多条铁路穿过,则以每条铁路线的长度为权重,加权得到每个城市所有铁路缓冲区在政府一侧和另外一侧的夜晚灯光之和。

(四) 其他数据及变量的描述性统计

城市内部的空间结构与交通发达程度、政府财政能力、自然地理禀赋、人均收入水平等因素息息相关。为尽可能地克服遗漏变量问题,本文从以下几个方面选取城市层面控制变量。

首先,随着城市化发展,作为城市内部轨道交通的地铁成为居民日常出行的主要公共交通工具,城市内部是否有地铁开通可以体现出城市交通基础设施的建设能力和立体交通的发达程度。所以,地铁会通过影响要素流动效率改变城区空间格局。因此,本文将城市本年是否已开通地铁作为控制变量之一加入回归模型中。

其次,政府财政行为在城市经济发展中起着不可忽视的作用。政府财政支出作为交通基础设施的重要资金来源,能对城市立体交通的建设水平和空间布局产生影响,而且政府财政能力也可能通过转移支付等手段影响经济发展水平的空间差异。因此本文用财政支出占 GDP 的比重来控制城市财政能力。

最后,城市空间结构分布不能脱离城市自身的经济发展水平的影响。一般而言,发展程度较高的城市要素流动更为便利有效,城市空间格局也更为紧凑合理。因此本文加入城市人均 GDP、城市建成区面积和开发区数量等数据来尽量控制城市自身发展水平的影响。

表 1 相关数据描述性统计

变量名称	变量定义	观测值	均值	标准差	最小值	最大值
KM5	铁路延伸 5 千米缓冲区校正灯光亮度	11 308	33.067	26.888	0.000	154.104
<i>Government</i>	该缓冲区一侧是否为政府驻地	11 308	0.500	0.500	0.000	1.000

① 资料来源:中国科学院计算机网络信息中心地理空间数据云平台,网址: <http://www.gscloud.cn>,访问时间:2021年10月15日。

② 资料来源:全国地理信息资源目录服务系统,网址: <http://www.webmap.cn/main.do?method=index>,访问时间:2021年10月15日。

③ 在附录图 A2 中我们以开封为例介绍了构建缓冲区的方法。同时,我们根据卢盛峰等(2019)将铁路两侧 5 千米缓冲区作为主要的研究范围。

(续表)

变量名称	变量定义	观测值	均值	标准差	最小值	最大值
<i>Lijiao</i>	是否受到铁路提速影响而采用“道口平改立”	11 308	0.555	0.497	0.000	1.000
<i>Lijiao_Government</i>	<i>Government</i> 和 <i>Lijiao</i> 的交乘项	11 308	0.278	0.448	0.000	1.000
<i>Metro</i>	是否开通地铁	11 308	0.029	0.167	0.000	1.000
<i>Urban</i>	城市建成区面积(平方千米)	11 262	82.560	117.398	5.000	1 350.000
<i>Fiscal</i>	财政支出占GDP的比重	10 502	0.107	0.101	0.000	2.349
$\ln pgdp$	人均GDP的对数	10 536	9.279	1.109	4.836	13.054
$\ln SEZ$	开发区数量(加1后取对数)	11 308	1.320	1.199	0.000	5.984
$\ln firm$	铁路延伸5千米缓冲区企业数(加1后取对数)	11 308	2.756	2.064	0.000	7.380
<i>OP_firm</i>	铁路延伸5千米缓冲区以OP法计算的企业TFP均值	8 119	2.058	0.658	-2.917	5.320
<i>Center</i>	2001年城市中心数量	11 308	2.027	2.331	1.000	15.000

四、模型构建与实证结果分析

(一) 模型构建

本文利用倍差法(DID)识别传统铁路“道口平改立”对于城区经济空间布局的作用,模型如下:

$$NL_{cgt} = \beta_0 + \beta_1 Government_{cg} + \beta_2 Lijiao_{ct} + \beta_3 Lijiao_{ct} \times Government_{cg} + \tau_c + \sigma_t + \epsilon_{cgt}, \quad (1)$$

其中, NL_{cgt} 是传统铁路两侧缓冲区(分别为 $g=1$ 时政府驻地一侧的缓冲区和 $g=0$ 时另一侧的缓冲区)经济发展的代理变量,即校正后的区域内夜间灯光均值。 c 代表城市, t 代表年份, g 代表缓冲区; τ_c 代表城市固定效应, σ_t 代表年份固定效应(或取城市线性趋势), ϵ_{cgt} 代表误差项,采用聚类于城市和年份层面的标准误。

$Lijiao_{ct}$ 为城市 c 在 t 年是否已经实现了“道口平改立”,其系数就是城区非政府所在地一侧的缓冲区经济活动受到“道口平改立”的影响。同时,正如卢盛峰等(2019)的发现,政府驻地对于经济资源在城市内部的分配具有集聚效应,政府驻地一侧的缓冲区理应比另一侧缓冲区经济发展程度更高,所以哑变量 $Government_{cg}$ 代表该缓冲区是否在当地政府驻地一侧,系数预期为正。本文重点在于研究自20世纪90年代以来城市化进程中传统铁路道口改造对于城区空间经济发展的影响,体现为公式(1)中交乘项 $Lijiao_{ct} \times Government_{cg}$ 的回归系数,如果为正值且显著就代表随着“道口平改立”工程的实施,城市的经济活动会更趋于向政府驻地一侧集聚。

(二) 基准回归结果

表2汇报了模型(1)的基准回归结果。其中, KM5 代表传统铁路5千米缓冲区

(政府驻地所在的一侧和另一侧分别统计,并以下标 g 值区分)的夜间灯光均值(下同)。^①受限于 DMSP/OLS 夜间灯光数据的时间范围,本文的样本考察期为 1992—2013 年(下同)。在表 2 第(1)列中,当控制不同城市异质的线性年份趋势(city specific linear trend)时,交乘项 $Lijiao_{ct} \times Government_{cg}$ 的回归系数显著为正且在 1% 的水平上显著。该结果说明“道口平改立”工程显著促进了铁路两侧经济资源的再分配,导致了城区内经济活动趋于向政府驻地一侧集聚,城市经济增长主要体现在政府驻地一侧缓冲区,政府驻地一侧在“道口平改立”之后平均灯光亮度会比另一侧多增长 2.213。我们在第(2)列的回归中不再控制城市异质的线性年份趋势,而是加入了年份固定效应和城市固定效应,交乘项 $Lijiao_{ct} \times Government_{cg}$ 的回归系数大小与显著性基本不变。第(3)列和第(4)列在第(1)列和第(2)列的基础上加入了 $Metro$ 、 $Fiscal$ 、 $Urban$ 、 $lnpgdp$ 和 $lnSEZ$ 等控制变量,结果依然稳健。随着采用的模型不同,交乘项回归系数也有着微小的变化,但是仍然显示在“道口平改立”之后政府驻地一侧比非政府驻地一侧的平均灯光亮度会多增加 1.885。这说明在“道口平改立”之后,不同城市的反应有着一定的异质性,因此有进行异质性分析的必要。这在下文的异质性分析部分有进一步的论述。

表 2 基准回归结果

	KM5 (1)	KM5 (2)	KM5 (3)	KM5 (4)
<i>Lijiao_Government</i>	2.213*** (0.589)	2.213*** (0.550)	1.885*** (0.597)	1.885*** (0.561)
<i>Lijiao</i>	-0.086 (0.651)	-1.218* (0.637)	0.131 (0.634)	-0.883 (0.526)
<i>Government</i>	6.166*** (0.884)	6.166*** (0.864)	6.436*** (1.019)	6.436*** (0.965)
<i>Metro</i>			-1.286 (2.064)	-2.504 (2.262)
<i>Urban</i>			-0.010 (0.009)	0.023** (0.008)
<i>Fiscal</i>			-5.497** (2.446)	-1.363 (5.285)
<i>lnpgdp</i>			2.009** (0.728)	3.350*** (0.842)
<i>lnSEZ</i>			-1.128*** (0.321)	0.405 (0.332)
<i>city linear trend</i>	是	否	是	否
<i>year FE</i>	否	是	否	是

① 此外,我们还以传统铁路 3 千米缓冲区进行了回归分析,结果依然稳健,回归结果参见附录表 A1。

(续表)

	KM5 (1)	KM5 (2)	KM5 (3)	KM5 (4)
city FE	否	是	否	是
样本数	11 308	11 308	10 474	10 474
Adj. R^2	0.93	0.91	0.92	0.91

注：*** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$ 。括号内为聚类于城市和年份层面的标准误。下表同。

五、稳健性检验

(一) 区分“道口平改立”效应和提速效应

本文需要进一步的稳健性检验以区分提速效应和“道口平改立”效应，因为只有区分了两种效应才能更清晰地说明“道口平改立”对城区内部要素流动的促进作用而非铁路提速带来的城际交通便利性才是主要作用机制。现实中存在着铁路提速和“道口平改立”不同步的情况。铁路的“道口平改立”主要涉及两种情况：一种情况是，在六次大提速中涉及的铁路线路往往在提速的当年完成了立交化改造；另一种情况是，沿线铁路并未提速，但根据文件规定在2004年实施了“道口平改立”工程。因此本文利用铁路提速和“道口平改立”可能的时差来分离提速效应和“道口平改立”效应。

表3分别分析了两种情况：铁路提速和道口改造同步的情况和只涉及“道口平改立”而并无提速的情形（即提速和道口改造不同步的情形）。^①表3第(1)列用同时涉及铁路提速和道口改造的铁路样本进行回归，结果显示：在第(1)列中，交乘项 $Lijiao_{ct} \times Government_{cg}$ 的系数显著为正(1.76)，这证明铁路提速与道口改造确实促进了铁路两侧经济资源的再分配，其中可能同时包含了提速效应和道口改造效应。第(2)列则用在2004年按照文件进行道口立交化改造但是沿线铁路并没有提速的样本进行回归，交乘项 $Lijiao_{ct} \times Government_{cg}$ 的系数依然显著为正(1.412)，相比于第(1)列的交乘项系数仅减小了约25%，这证明铁路提速本身可能也在一定程度上促进了城区内部资源再分配，但是传统铁路“道口平改立”工程对城市空间经济集聚的作用机制主要来自城市内部交通便利性的提升，而非铁路提速带来的城际交通便利性。

表3 稳健性检验——铁路线分样本回归

样本分组	提速并立交化	立交化但不提速
	(1)	(2)
$Lijiao_Government$	1.760***	1.412***
	(0.608)	(0.465)

^① 有的城市有多条铁路穿过（在本文样本中117个城市有多条铁路穿过，占样本总量的42.4%）。同一城市的铁路提速并不一定同步，但道口改造一般则同年进行。因此，表4的回归对同一城市的不同铁路线路做了拆分处理。

(续表)

样本分组	提速并立交化	立交化但不提速
	(1)	(2)
<i>Lijiao</i>	-0.422 (0.805)	-0.335 (0.529)
<i>Government</i>	5.768*** (1.300)	6.104*** (0.842)
<i>Metro</i>	-0.417 (1.440)	0.347 (1.599)
<i>Urban</i>	0.009* (0.004)	0.008** (0.004)
<i>Fiscal</i>	18.730* (10.305)	-3.471 (4.311)
<i>lnpgdp</i>	4.384*** (1.330)	2.840*** (0.624)
<i>lnSEZ</i>	-0.679 (0.520)	0.212 (0.302)
city FE	是	是
year FE	是	是
样本数	6 126	14 386
Adj. R^2	0.92	0.89

此外,高铁建设虽然通过提速促进了城市经济发展,但是设计时速350千米/小时的高铁与传统铁路的一个显著不同之处在于:高速铁路大量采用“以桥代路”的建设方式,“桥隧比”达80%以上。^①这意味着,高铁建设并不涉及“道口平改立”工程,只存在开通高铁的提速效应,且这种提速是体现在城际而非城市内部空间的。因此,我们可以将基准回归中的*Lijiao*变量替换为高铁开通变量*HSR*(该城市在当年有高铁为1,否则为0),从而检验不涉及道口改造的城际交通提速是否同样会带来城市内部的集聚效应。

表4汇报了该稳健性检验的结果,其中被解释变量为城区内高铁线路5千米缓冲区的夜间灯光,核心解释变量*HSR_Government*为高铁是否开通的虚拟变量*HSR*和缓冲区是否为政府一侧的哑变量*Government*的交乘项。^②第(1)列中选取了2008—2017年

① 京沪高铁全线实现道口的全立交和线路的全封闭,全线优先采用“以桥代路”方式,京广高速铁路线桥隧比达81%,京哈高铁全线桥隧长度占线路总长的74.4%。《中国铁道年鉴》(2013)。北京:中国铁道出版社,2013年,第26页。

② 本文使用的NPP-VIIRS版本夜间灯光样本期为2012—2017年。在统计夜间灯光之前,本文采用Shi et al. (2014)的方法对NPP-VIIRS夜间灯光进行了矫正。

建设的设计时速350千米的高铁为对象，而第(2)列则补充了设计时速250千米的高铁线路从而形成高铁线路全样本数据。^①所有结果显示：交乘项 *HSR_Government* 的系数不显著，进一步证明传统铁路“道口平改立”工程产生集聚效应的作用机制主要来自城市内部交通便利性的提升，而非铁路提速。

表4 稳健性检验——基于高速铁路的回归分析

样本范围	高铁设计时速350km	高铁全样本
	(1)	(2)
<i>HSR_Government</i>	-0.794 (0.647)	0.402 (0.400)
<i>HSR</i>	-0.003 (0.496)	-0.390 (0.335)
<i>Government</i>	4.009*** (0.708)	2.569*** (0.435)
<i>Metro</i>	-0.306 (0.572)	-0.019 (0.454)
<i>Urban</i>	0.000 (0.000)	-0.000 (0.000)
<i>Fiscal</i>	0.687 (0.428)	0.302 (0.298)
<i>lnpgdp</i>	0.847** (0.240)	0.609* (0.239)
<i>lnSEZ</i>	-0.155 (0.317)	-0.249 (0.240)
city FE	是	是
year FE	是	是
样本数	1 048	1 736
Adj. <i>R</i> ²	0.86	0.85

(二) 平行趋势检验

此外，本文采用了事件研究法来验证倍差法的平行趋势假设，即城市在铁路两侧的发展差异确实是由于“道口平改立”工程造成的，而非在此之前城区两侧就已经有不同的发展趋势。模型如下：

$$\begin{aligned}
 NL_{cgt} = & \beta_0 + \beta_1 Government_{cg} + \beta_2 Lijiao_{ct} + \gamma_k \sum_{k \geq -3}^{3+} Lijiao_{ct+k} \times Government_{cg} \\
 & + \tau_c + \sigma_t + \varepsilon_{cgt},
 \end{aligned} \tag{2}$$

^① 设计时速250千米的高铁并没有明确修建标准，因而不能判断是否“以桥带路”。在此将设计时速250千米的高铁同样纳入回归的优点是扩大了样本范围，缺点是可能不够严谨。

其中, t_0 代表“道口平改立”当年, k 取值为 -3 、 -2 、 -1 、 0 、 1 、 2 、 $3+$, 因此 $Lijiao_{ct0+k}$ 代表传统铁路“道口平改立”前后三年的窗口期 (事前三期和事后三期的虚拟变量)。回归结果如表 5 所示:

表 5 平行趋势检验

	KM5 (1)	提速并立交化 (2)	立交化但不提速 (3)
<i>Lijiao</i> (-3) <i>_Government</i>	-0.298 (0.795)	0.225 (1.001)	0.302 (0.310)
<i>Lijiao</i> (-2) <i>_Government</i>	-0.088 (0.715)	0.575 (0.919)	0.392 (0.344)
<i>Lijiao</i> (-1) <i>_Government</i>	0.043 (0.781)	0.760 (1.083)	0.705* (0.390)
<i>Lijiao</i> (0) <i>_Government</i>	1.190** (0.458)	1.368* (0.701)	1.023** (0.369)
<i>Lijiao</i> (1) <i>_Government</i>	1.143** (0.520)	1.315 (0.834)	1.067** (0.388)
<i>Lijiao</i> (2) <i>_Government</i>	1.388** (0.531)	1.761* (0.988)	1.323*** (0.407)
<i>Lijiao</i> (3+) <i>_Government</i>	2.041** (0.740)	2.136** (0.835)	1.713** (0.641)
<i>Lijiao</i>	-0.688 (0.562)	0.061 (1.091)	-0.060 (0.545)
<i>Government</i>	6.473*** (1.025)	5.511*** (1.339)	5.955*** (0.871)
<i>Metro</i>	-2.521 (2.269)	-0.425 (1.443)	0.348 (1.605)
<i>Urban</i>	0.023** (0.008)	0.009* (0.004)	0.009** (0.004)
<i>Fiscal</i>	-1.480 (5.271)	18.505* (10.436)	-3.595 (4.298)
$\ln pgdp$	3.320*** (0.848)	4.373*** (1.355)	2.821*** (0.626)
$\ln SEZ$	0.409 (0.331)	-0.681 (0.522)	0.208 (0.302)
city FE	是	是	是
year FE	是	是	是
样本数	10 474	6 126	14 380
Adj. R^2	0.91	0.92	0.89

表5第(1)列显示,“道口平改立”之前三期核心变量的回归系数均不显著,铁路两侧在道口改造之前的经济增长符合平行趋势假设;而从“道口平改立”当期开始,政府驻地一侧的夜晚灯光亮度比另一侧多增长了1.19,且此后数年铁路两侧夜晚灯光亮度的差距始终显著且逐渐增大。同时,为了进一步验证回归结果的稳健性,我们将基于表3的回归也进行了平行趋势检验,得到了类似的结果。^①

(三) 经济集聚效应：来自工业企业数据库的证据

本文认为,传统铁路“道口平改立”会促进城市内部的经济集聚效应,即破除流动阻碍后,资本和劳动力等生产要素和经济活动往往向优势地区集聚。这种集聚效应可能反映在数量和质量两个方面。一方面,当城市内部空间的物理区隔被打破时,原本在铁路的非政府驻地一侧的企业和劳动力会涌入政府驻地一侧从而获得生产规模效应和更高的工作回报,而服务性产业也因外部性向着政府驻地一侧集聚,对企业和劳动力形成更大的吸引力。另一方面,更具竞争力的企业才有更大的动力和能力在政府驻地一侧生存和发展,优胜劣汰的机制会使得政府驻地两侧企业的生产率差距在道口改造后进一步扩大。为检验这两种作用机制,本文利用中国工业企业数据库1998—2013年的数据做进一步的回归分析。具体而言,我们基于工业企业的地址获得企业的地理坐标,从而判断企业在地图上处于哪一侧缓冲区,进而利用缓冲区内的工业企业数量检验“道口平改立”之后是否带来了集聚效应,使得市政府一侧汇聚更多的工业企业。此外,我们还计算了企业全要素生产率,从而验证是否“道口平改立”后效率更高的企业会加速集聚到政府一侧。^②

表6中以铁路两侧5千米缓冲区内的企业数量和平均全要素生产率(TFP)代替夜间灯光亮度作为被解释变量进行回归。由于缓冲区内的企业数量分布偏度较高,本文对企业数量进行了对数化处理。在第(1)列中,交乘项 $Lijiao_{it} \times Government_{cg}$ 的系数显著为正,相比之下 $Lijiao$ 变量则并不显著。这说明“道口平改立”之后非政府驻地一侧的企业数量并没有明显的增长趋势,而政府驻地一侧工业企业数量则较之前增长30%以上。第(2)列结果显示,道口改造使得政府驻地一侧的工业企业全要素生产率增长约6%。因此,基于工业企业数据的回归结果进一步证明传统铁路“道口平改立”确实促进了资源再分配,提升了政府驻地一侧的企业数量和质量,而另一侧经济发展迟滞,企业数量和质量则没有明显变化。

表6 来自规模以上工业企业的证据

	企业数量 (1)	企业 TFP (2)
$Lijiao_Government$	0.340** (0.154)	0.058* (0.030)
$Lijiao$	0.037 (0.112)	0.027 (0.052)

^① 此外,我们还进行了安慰剂检验。安慰剂检验的方法是将城区的铁路旋转90度构造虚拟铁路线路进行回归,结果证明了主回归结果的稳健性。构造方法图示详见附录图A3,回归结果详见附录表A2。

^② 本文参照鲁晓东和连玉君(2012)的做法,使用OP法计算企业TFP。

(续表)

	企业数量 (1)	企业 TFP (2)
<i>Government</i>	0.417** (0.150)	-0.072** (0.025)
<i>Metro</i>	0.072 (0.201)	-0.039 (0.082)
<i>Urban</i>	0.002** (0.001)	-0.001** (0.000)
<i>Fiscal</i>	0.358 (0.494)	0.254 (0.414)
<i>lnpgdp</i>	0.343*** (0.073)	0.283** (0.106)
<i>lnSEZ</i>	0.197*** (0.037)	-0.066** (0.027)
city FE	是	是
year FE	是	是
样本数	10 474	7 192
Adj. R^2	0.87	0.44

六、异质性分析

前文的分析表明,传统铁路的“道口平改立”工程确实方便了铁路两侧人员和物资的流动,导致了城市经济活动向具有先发优势的一侧集聚。异质性分析可以发现传统铁路道口改造对于不同发展阶段和规模的城市的不同意义,有助于理解交通基础设施便利性在推动城市空间经济从集聚走向平衡的过程。对于经济发达、人口密集的城市而言,交通立体化早在铁路道口改造之前就已经高度实现,其城区内部经济发展也已经走向了更为均衡的发展路径,因此其城区空间经济演化可能并不受铁路道口改造的影响。^①为考察道口改造给城市空间经济发展带来的异质性效应,本部分通过回归进行了正式的计量分析。

(一) 分城市发展程度回归

城市之间异质性更大程度上取决于城市的发展程度,而城市人口和经济规模直接反映了这种差距。因此,本文接下来对城市的发展程度进行分组,再次进行异质性检验。首先,GDP是经济统计的首要指标,能够直观地反映城市的经济发展程度,故根据2000年的城市GDP总量将城市等分为三组,即GDP较高、GDP中等和GDP较低的三

^① 附录图 A4 以上海为例直观地展示了这一过程。

组城市；其次，经济活动需要人的参与，因此城市的人口规模能够反映一个城市的发展水平，故本文根据2000年的城市人口规模将城市等分为三组，即人口较多、人口中等和人口较少的城市。表7根据上述分组分别进行回归，结果如下。

表7 异质性分析——城市经济规模分组回归

	GDP 高 (1)	GDP 中 (2)	GDP 低 (3)	人口较多 (4)	人口中等 (5)	人口较少 (6)
<i>Lijiao_Government</i>	-0.382 (1.255)	3.071*** (0.842)	2.764*** (0.920)	-0.522 (1.234)	1.352* (0.754)	3.768*** (1.118)
<i>Lijiao</i>	0.022 (1.041)	-1.331** (0.565)	-2.091* (1.048)	0.405 (0.864)	-1.809** (0.861)	-1.741* (0.853)
<i>Government</i>	9.553*** (2.132)	5.943*** (1.638)	4.203*** (1.174)	11.435*** (1.914)	3.357* (1.637)	5.786*** (1.441)
<i>Metro</i>	-2.615 (1.842)	0.000 (0.000)	0.000 (0.000)	-1.207 (1.990)	5.090* (2.693)	-26.825** (9.720)
<i>Urban</i>	0.008 (0.007)	0.011 (0.011)	0.018 (0.012)	0.016* (0.008)	0.055*** (0.018)	0.038** (0.016)
<i>Fiscal</i>	17.775 (12.837)	0.648 (2.598)	-2.683 (3.966)	-2.507 (5.032)	0.929 (5.736)	-1.520 (8.270)
<i>lnpgdp</i>	5.579*** (1.703)	1.781* (1.014)	1.177 (0.749)	5.505*** (1.316)	3.398*** (0.868)	0.775 (1.312)
<i>lnSEZ</i>	-1.430 (0.893)	-0.350 (0.418)	0.500 (0.600)	-0.582 (0.514)	0.158 (0.590)	0.869 (0.645)
city FE	是	是	是	是	是	是
year FE	是	是	是	是	是	是
样本数	3 448	3 294	3 214	3 280	3 344	3 332
Adj. R ²	0.90	0.84	0.84	0.92	0.89	0.91

表7中(1)—(3)列为GDP分组回归结果，(4)—(6)列为人口总量分组回归结果。可以看出，较高发展程度的城市的交乘项 $Lijiao_{ct} \times Government_{cg}$ 的系数均不显著，且为负值；与其相对应的是，中低发展程度的城市的交乘项 $Lijiao_{ct} \times Government_{cg}$ 的系数均显著且为正值。这说明面对相同的改造工程，不同城市表现出较强的异质性，即在经济发展和交通立文化程度较高的城市，集聚效应已经趋于饱和，同时地方政府有能力兼顾发展相对落后的城区，因而铁道改造对经济活动转移集聚的效应不大；而在相对欠发达城市则更多地表现为集聚效应。因而该结果验证了城市空间经济集聚特征的阶段性和异质性。

(二) 城区经济中心数量分组回归

城市的早期空间结构也会对城区空间经济演化进程产生不同的影响，这一方面是因

为经济活动的空间分布可能具有路径依赖的特征,另一方面则因为经济活动中心的数量 and 经济发展水平息息相关(刘修岩等,2017)。具体而言,单中心城市会因“道口平改立”而使得原本就拥有一定先发优势的城市中心区实现巨大的集聚效应。相反,多中心城市并不存在单一的拥有绝对优势的经济活动中心,“道口平改立”并不会促进多个经济活动中心之间的集聚效应。此外,拥有多个经济活动中心的城市通常也是经济更为发达的城市,政府财政能力更强,其交通基础设施也更为发达,“道口平改立”工程之前就已经高度实现了交通立体化,道口改造所带来的交通便利以及集聚效应已经提前实现。因此,多中心城市进一步的交通基础设施升级不会继续推进经济活动集聚,而是走向更为均衡的发展路径。为验证这一点,本文参照 Li and Liu (2018) 的方法,以 Landscan 数据库中 2001 年的人口栅格数据为基准,计算出 2001 年城市的中心数量,进一步以 2001 年城区空间的经济活动中心数量为依据进行分组回归。表 8 按照单中心的城市(样本 70.4%)、单中心或双中心的城市(样本 83%)和拥有三个及以上中心的城市(样本 17%)进行分组回归,结果如下。

表 8 异质性分析——城市中心数量的作用

	单中心 (1)	单中心或双中心 (2)	三个及以上中心 (3)
<i>Lijiao_Government</i>	2.660*** (0.621)	2.318*** (0.633)	-0.638 (1.490)
<i>Lijiao</i>	-1.090* (0.550)	-1.062* (0.569)	-0.982 (1.495)
<i>Government</i>	5.640*** (1.044)	5.538*** (0.966)	10.893*** (3.062)
<i>Metro</i>	0.000 (0.000)	0.000 (0.000)	-2.225 (1.773)
<i>Urban</i>	0.053*** (0.018)	0.058*** (0.015)	0.001 (0.006)
<i>Fiscal</i>	-4.141 (3.688)	-2.674 (3.646)	15.899 (14.107)
<i>lnpgdp</i>	2.232** (0.846)	2.245*** (0.764)	8.383*** (2.328)
<i>lnSEZ</i>	0.365 (0.391)	0.199 (0.323)	-2.543** (1.031)
city FE	是	是	是
year FE	是	是	是
样本数	7 252	8 554	1 920
Adj. R ²	0.87	0.87	0.93

表 8 第 (1) 列为单中心城市样本的回归结果,而第 (2) 列为经济活动中心不超过两个的城市样本的回归结果。这两组回归结果显示,当一个城市的经济活动中心不超过两个时,*Lijiao* 变量系数为负,而交乘项 $Lijiao_{ct} \times Government_{cg}$ 的系数则是显著为正且

大于 $Lijiao$ 变量的系数，相比另一侧而言拥有先发优势的一侧在“道口平改立”后夜晚灯光亮度至少多增长了 2.3。这一结果和表 7 中经济发展水平较落后的城市回归结果是类似的。在这些城市，“道口平改立”工程的确促进经济活动向原本就拥有一定先发优势的城市中心区集聚，交通便利化带来的经济增长主要被拥有先发优势一侧获得。当第 (3) 列将样本局限在拥有多个经济活动中心的城市时， $Lijiao$ 变量和交乘项 $Lijiao_{ct} \times Government_{cg}$ 系数均大幅缩小且不再显著。因此，表 8 进一步阐释了“道口平改立”对城市空间经济集聚效应的作用机制，并体现了城市空间集聚特征的阶段性和异质性。

七、结论与政策建议

随着我国铁路在 20 世纪 90 年代的大提速，铁路部门出于保护人民生命财产安全和提高铁路运行效率的目的，在铁路两侧建立起安全隔离设施，并将原有的平交道口改造为立交道口。本文以道口改造为准自然实验，借助卫星夜间灯光等栅格数据和铁路矢量数据，深入探讨了铁路基建升级改造如何通过提升城区内部交通便利性塑造城市空间经济发展格局，主要得出以下结论：第一，从全国范围样本来看，铁路提速催生的“道口立交化”使得要素流动和经济活动更容易向铁路线的市政府驻地一侧集中，城市经济增长主要集聚在市政府驻地一侧。第二，从城市异质性的角度分析发现，经济发展相对落后的城市受到传统铁路的道口改造影响，经济活动会更加偏向于市政府驻地的一侧，较多地表现为集聚效应；而拥有较强经济实力和财政实力的城市，市内交通立交化程度高，其城区发展有更多经济中心，经济发展趋于平衡，铁路道口改造对城区经济活动的集聚效应不大。

本文的研究从空间政治经济学视角深化了我们对于城市内部经济活动空间演化的理解。交通基础设施的升级改造可以通过立体交通打破城市内部人口和资源流动的藩篱，促进城市经济活动的集聚，为城市的经济增长提供了新的活力。我们的研究结果也体现了中国城市发展中的空间政治经济学特色，政府在城市空间经济格局的演化过程中总是扮演重要的角色。此外，我们的研究也反映了城市空间经济的动态发展路径：随着城市经济增长和规模扩张，交通基础设施便利性的升级在带动城市经济发展的同时并不会偏向集聚于城区内某些区域，而是逐步形成多中心平衡发展的趋势。因此，对于地方政府来说，在做市政建设规划时要预期到交通基础设施的立体化和便利化对于城市空间经济格局和人口转移可能产生的影响，注意在铁路两侧因地制宜规划产业布局和公共服务，发挥资源和产业集聚效应，推动城市空间发展在集聚中走向平衡。

参考文献

- [1] Ahlfeldt, G., S. Redding, D. Sturm, and N. Wolf, “The Economics of Density: Evidence from the Berlin Wall”, *Econometrica*, 2015, 83 (6), 2127-2189.
- [2] Ahlfeldt, G. M., and A. Feddersen, “From Periphery to Core: Measuring Agglomeration Effects Using High-speed Rail”, *Journal of Economic Geography*, 2018, 18 (2), 355-390.
- [3] Asher, S., and P. Novosad, “Rural Roads and Local Economic Development”, *American Economic Review*, 2020, 110 (3), 797-823.

- [4] Banerjee, A., E. Duflo, and N. Qian, "On the Road: Access to Transportation Infrastructure and Economic Growth in China", *Journal of Development Economics*, 2020, 145, 102442.
- [5] Baum-Snow, N., L. Brandt, J. V. Henderson, M. A. Turner, and Q. Zhang, "Roads, Railroads, and Decentralization of Chinese Cities", *Review of Economics and Statistics*, 2017, 99 (3), 435-448.
- [6] Baum-Snow, N., J. V. Henderson, M. A. Turner, Q. Zhang, and L. Brandt, "Does Investment in National Highways Help or Hurt Hinterland City Growth?", *Journal of Urban Economics*, 2020, 115, 103124.
- [7] 曹子阳、吴志峰、匡耀求、黄宁生, "DMSP/OLS 夜间灯光影像中国区域的校正及应用", 《地球信息科学学报》, 2015 年第 9 期, 第 1092—1102 页。
- [8] Chen, Z., and K. E. Haynes, "Impact of High-Speed Rail on Regional Economic Disparity in China", *Journal of Transport Geography*, 2017, 65, 80-91.
- [9] Donaldson, D., "Railroads of the Raj: Estimating the Impact of Transportation Infrastructure", *American Economic Review*, 2018, 108 (4-5), 899-934.
- [10] Dong, X., S. Zheng, and M. E. Kahn, "The Role of Transportation Speed in Facilitating High Skilled Teamwork across Cities", *Journal of Urban Economics*, 2020, 115, 103212.
- [11] 董艳梅、朱英明, "高铁建设能否重塑中国经济空间布局——基于就业、工资和经济增长的区域异质性视角", 《中国工业经济》, 2016 年第 10 期, 第 92—108 页。
- [12] Faber, B., "Trade Integration, Market Size, and Industrialization: Evidence from China's National Trunk Highway System", *Review of Economic Studies*, 2014, 81 (3), 1046-1070.
- [13] Gaubert, C., "Firm Sorting and Agglomeration" *American Economic Review*, 2018, 108 (11), 3117-3153.
- [14] Ghani, E., A. G. Goswami, and W. R. Kerr, "Highway to Success: The Impact of the Golden Quadrilateral Project for the Location and Performance of Indian Manufacturing", *Economic Journal*, 2016, 126 (591), 317-357.
- [15] Henderson, J. V., T. Squires, A. Storeygard, and D. Weil, "The Global Distribution of Economic Activity: Nature, History, and the Role of Trade", *Quarterly Journal of Economics*, 2018, 133 (1), 357-406.
- [16] Hodgson, C., "The Effect of Transport Infrastructure on the Location of Economic Activity: Railroads and Post Offices in the American West", *Journal of Urban Economics*, 2018, 104, 59-76.
- [17] 李超、李涵、唐丽淼, "高速铁路、运输效率与垂直专业化分工", 《经济学》(季刊), 2021 年第 1 期, 第 51—70 页。
- [18] Li, Y., and X. Liu, "How Did Urban Polycentricity and Dispersion Affect Economic Productivity? A Case Study of 306 Chinese Cities", *Landscape and Urban Planning*, 2018, 173, 51-59.
- [19] Lin, Y., "Travel Costs and Urban Specialization Patterns: Evidence from China's High Speed Railway System", *Journal of Urban Economics*, 2017, 98, 98-123.
- [20] 刘修岩、李松林、秦蒙, "城市空间结构与地区经济效率——兼论中国城镇化发展道路的模式选择", 《管理世界》, 2017 年第 1 期, 第 51—64 页。
- [21] 陆铭, "城市、区域和国家发展——空间政治经济学的现在与未来", 《经济学》(季刊), 2017 年第 4 期, 第 1499—1532 页。
- [22] 卢盛峰、王靖、陈思霞, "行政中心的经济收益——来自中国政府驻地迁移的证据", 《中国工业经济》, 2019 年第 11 期, 第 24—41 页。
- [23] 鲁晓东、连玉君, "中国工业企业全要素生产率估计: 1999—2007", 《经济学》(季刊), 2012 年第 11 期, 第 541—558 页。
- [24] 逯建、杜清源、孙浦阳, "时间成本、城市规模与人均经济增长——基于铁路时刻数据的实证分析", 《管理世界》, 2018 年第 5 期, 第 74—85 页。
- [25] Monte, F., S. J. Redding, and E. Rossi-Hansberg, "Commuting, Migration, and Local Employment Elasticities", *American Economic Review*, 2018, 108 (12), 3855-90.
- [26] Qin, Y., "No County Left Behind? The Distributional Impact of High-Speed Rail Upgrades in China", *Journal of Economic Geography*, 2016, 17 (3), 489-520.
- [27] Redding, S. J., and M. A. Turner, "Transportation Costs and the Spatial Organization of Economic Activity",

- Handbook of Regional and Urban Economics*, 2015, 5, 1339-1398.
- [28] Shao, S., Z. Tian, and L. Yang, "High Speed Rail and Urban Service Industry Agglomeration: Evidence from China's Yangtze River Delta Region", *Journal of Transport Geography*, 2017, 64, 174-183.
- [29] Shi, K., C. Huang, B. Yu, B. Yin, Y. Huang, and J. Wu, "Evaluation of NPP-VIIRS Night-Time Light Composite Data for Extracting Built-Up Urban Areas", *Remote Sensing Letters*, 2014, 5 (4), 358-366.
- [30] 唐为, "分权、外部性与边界效应", 《经济研究》, 2019年第3期, 第103—118页。
- [31] Qin, Y., "'No County Left Behind?' The Distributional Impact of High-Speed Rail Upgrades in China", *Journal of Economic Geography*, 2016, 17 (3), 489-520.
- [32] 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", 《中国农村经济》, 2019年第1期, 第79—95页。
- [33] 张俊, "高铁建设与县域经济发展——基于卫星灯光数据的研究", 《经济学》(季刊), 2017年第4期, 第1533—1562页。
- [34] 张莉、王贤彬、徐现祥, "财政激励、晋升激励与地方官员的土地出让行为", 《中国工业经济》, 2011年第4期, 第35—43页。
- [35] 张学良、李培鑫、李丽霞, "政府合作、市场整合与城市群经济绩效——基于长三角城市经济协调会的实证检验", 《经济学》(季刊), 2017年第4期, 第1563—1582页。
- [36] 中国地图学社, 《最新实用中国地图册》。北京: 中国地图出版社, 1993年。

Crossing Transformation of Railway, Traffic Facility, and Evolution of Urban Space

XU Zhicheng

(Henan University)

SUN Tianshi*

(Southeast University)

Abstract: Using railway crossing transformation as a quasi-experiment, we use night light luminosity and railway vector data at the prefecture level in China to study the impact of transport infrastructure upgrading on the spatial development of urban areas. The results suggest that railway crossing transformations facilitate the flow of internal factors within a city, leading to the agglomeration of urban development, i. e., greater growth on the side of local government. The heterogeneous analysis suggests that as the economy grows, urban development will gradually move to a balanced model, and further transportation infrastructure upgrading will not accelerate the agglomeration of urban economy.

Keywords: transportation infrastructure; railway crossing transformation; urban spatial development

JEL classification: O18, L92, R14

* Corresponding Author: Sun Tianshi, School of Economics and Management, Southeast University, No. 2 SEU Road, Nanjing, Jiangsu 211189, China; Tel: 86-15690676221; E-mail: tianshi_sun@seu.edu.cn.