

创新型城市建设中的高铁助力效应

——兼论高铁创新区设计方案

张明志^{1 2} 李兆丞^{1 2} 王 韧³

(1. 山东财经大学 经济学院, 山东 济南 250014; 2. 山东财经大学 人口与经济发展研究所, 山东 济南 250014;
3. 山东省社会科学院 财政金融研究所, 山东 济南 250014)

摘要: 对 2013—2015 年全国企业专利调查问卷数据和中国地级城市面板数据进行精准匹配, 并借助回归分析进行实证检验。基准回归结果表明相对于非高铁开通城市, 高铁开通对城市企业创新效率起到显著的提升作用; 去除省会等区域中心城市的回归结果仍然支持这一结论。异质性分析发现, 区域中心城市高铁开通的创新效率增加量要高于非区域中心城市。进一步进行内生性考虑与稳健性检验, 证实了高铁开通对企业创新效率的提升作用。将创新效率引入高铁经济研究范畴, 从效率层面衡量高铁开通为城市运转带来的有益传导, 进一步对创新型城市建设提出近高铁站园区规划设计和区域创新“三角”小循环设计两条建议方案。研究结论对于企业创新效率的提升提供了城市交通外在环境的分析视角, 有助于评价高铁开通对城市创新效果的影响, 形成跟踪性考察, 同时也为高铁缓解不平衡不充分问题提供解决思路。

关键词: 高铁; 创新效率; 创新型城市; 服务业; 高素质人才

中图分类号: F290 **文献标志码:** A **文章编号:** 1672-6049(2022)05-0012-10

一、引言

习近平总书记强调,“我国科技发展的方向就是创新、创新、再创新。”在当前中国经济逐步进入高质量发展模式的背景下,创新驱动对经济发展的带动砝码将进一步加大。创新的主体是人才,而人才主导的创新水平如何则取决于一系列复杂因素,包括制度环境、研发投入、配套设施等^[1]。随着研究的深入,城市可达性水平与城市创新的关联性逐渐得到印证。可达性可以加速人才要素的流动,让城市的人才市场活跃起来,进而产生人才供应的竞合环境。如果一个城市可达性水平不高,那么富裕而强大的人才市场很难建设起来,创新型城市的建设更是无从谈起。可以说,“要想富,先修路”的民间谚语如今已经成为城市创新发展的重要指引。

高速铁路(以下简称高铁)作为表征城市可达性的重要基础设施,高铁与创新的关联性研究也自然不断得到关注^[2]。高铁是近年来基础设施改进的一大亮点。截至 2019 年底,铁路通车总里程 13.9 万公里,其中高铁达 3.5 万公里,以“八纵八横”主通道为骨架、区域连接线衔接、城际铁路作为补充的

收稿日期: 2021-10-13; 修回日期: 2022-02-01

基金项目: 山东省社会科学规划青年项目“山东省高铁网络形成的城市人口分布格局变动效应研究”(20DRKJ02); 山东省自然科学基金青年项目“高铁网络‘流空间’效应下人口分布结构演化机理及优化对策研究”(ZR202109050003)

作者简介: 张明志(1989—),男,山东泰安人,经济学博士,山东财经大学经济学院、人口与经济发展研究所副教授,研究方向为人口、资源与环境经济学; 李兆丞(1996—),男,山东济南人,山东财经大学经济学院、人口与经济发展研究所硕士研究生,研究方向为人口、资源与环境经济学; 王韧(1988—),男,山东菏泽人,经济学博士,山东社会科学院财政金融研究所副研究员,研究方向为宏观经济。

现代高铁网将在不久的将来成为现实。无疑,高铁是经济发展过程中一个伟大的发明创造,它极大地提升了人们的出行效率,增进了福利水平,并为经济发展注入了新鲜活力。除出行这一直接性便利之外,高铁还将通过一些其他形式来增进城市的创新水平。事实上,已有一些文献对高铁与创新的关联性进行了若干检验,并得到证实。高铁正在以其独有的优势为城市创新提供重要驱动力。

然而,高铁是否可以对创新效率起到提升作用仍然是悬而未决的命题。创新效率是有效创新产品出现的时间单位考量,既表征创新质量,也表征创新周期,更是对创新投入效果的最佳检验指标。企业创新效率越高,越表明城市的创新机制建设越完善,而公共基础设施是否可以对这一机制形成产生有效加速对于认识城市公共基础设施建设的经济效益十分关键。高铁与创新效率的关联,是高铁与创新关系研究的重要延伸,也是交通经济与城市经济交叉研究的关键地带,如何对此进行准确识别意义重大。

本文拟在高铁与创新相关前期研究的基础上,进一步考量高铁开通与创新效率之间的关联性,探究创新型城市建设的高铁利用方向和思路。本文的边际贡献主要体现在三个方面:第一,将创新效率引入高铁经济的研究范畴,从效率层面衡量高铁开通为城市运转带来的有益传导。第二,利用国家知识产权局2013—2015年连续3年的企业样本调查数据,结合城市经济层面相应指标的面板数据,实现微观与中观的结合。进一步地,从城市经济效率与人力资本存量两个层面打通高铁与企业创新效率的传导机制,为企业创新效率进行城市基本环境方面的溯源追踪,进一步分析促进企业创新效率提升导向下的高铁空间设置策略及高铁利用方案。第三,通过实证研究结论对创新型城市建设方案展开拓展分析,并从近高铁站产业园区规划设计与区域创新“三角”小循环设计两个方面提供了具体政策方案。

二、文献综述

关于高铁对城市(企业)创新的研究,在近两年才逐渐得到关注,且主要集中在高铁与区域性创新水平的关联性研究方面。比如,卞元超等^[3]采用了2004—2015年城市面板数据探讨了高铁开通对区域创新差距的影响,并发现高铁开通城市可以显著提升区域创新水平。何凌云和陶东杰^[4]也同样采用城市数据进行检验,同时借助“面对面交流”理论,对知识溢出有了更多的侧重。杨思莹和李政^[5]利用城市面板数据发现了高铁开通对区域创新提升的空间异质性。此外,部分学者也对高铁对城市(企业)创新的作用机制进行了探索。比如,周文韬等^[6]发现高铁开通可以显著改善区位优势,间接影响资金与信息创新要素集聚,从而实现区域创新能力提升。张禹和陈春春^[7]研究发现,高铁通过缩短旅行时间,可提高城市在铁路网络中的地位与市场可达性,最终实现城市创新质量的提升。不可忽视的是,高铁同样会带来负面效应。比如, Yang *et al.*^[8]研究发现,高铁开通可引发沿线中心城市对外围城市产生强烈的虹吸效应,是降低外围城市创新产出水平的重要机制途径。国内学者张梦婷等^[9]得到了相同结论。然而,上述文献均停留在宏观数据层面,并未利用企业微观数据进行机制检验。

综合来看,以往文献在高铁与创新的研究方面存在以下不足:第一,已有研究的考量均从创新数量角度来论证,没有将创新周期考虑在内。这对于认识创新效率而言明显是短板。本文创新性地从创新质量、创新数量、创新周期同时纳入,形成创新效率指标,对高铁开通的企业创新效率影响效应进行深入研究分析,这将丰富交通与企业创新之间的关联性研究,拓展高铁经济学的研究深度和纬度,并真正对创新型城市建设起到有益指导作用。第二,已有研究缺乏微观视角与机制检验。已有研究大多采用城市层面数据,缺乏企业微观数据。而高铁与城市创新的传导最终需要归结到企业行为决策变动的微观机制检验上来,从而对创新型城市建设起到实际助推作用。本文在已有文献的基础上,利用企业问卷调查微观数据,打通高铁与创新之间的微观连接机制,并进一步升华到创新型城市建设层面上来,这对于当下创新驱动经济发展大有裨益。

三、理论分析与研究假说

(一) 高铁开通与城市(企业)创新效率

图1展示了高铁开通与城市(企业)创新效率的传导过程,分析过程如下:随着高铁的诞生,高铁以其高速、准点、舒适的特点迅速成为广大出行者在中短途选择中首选的工具类型。高铁作为客运的载体,其对空间经济活动的影响主要体现在要素流动的量 and 质上。从量上讲,高铁的开通将促进城市

要素数量的大量增加,增加劳动力供给,活跃劳动市场。从质上讲,高铁将带动更高层次人才的流入和保留,为高新技术产业的发展提供坚实人才后盾。劳动力市场和人才市场的活跃是创新活动产生的先导,劳动力市场和人才市场分别构成创新的“底”和“顶”。“底”和“顶”的存在提高了城市(企业)人力资本丰裕度,劳动力市场将使得企业有更多的候补生产者,在摩擦性失业和结构性失业日益普遍化的情况下,企业生产将因候补生产者数量的增加而加强稳定生产活动,城市效率也因此得以提升。只有稳定且高效的生产活动,企业生产效率与周转效率才有可能稳定提升,进而有更优异的企业效益来支持相关研发活动,促进创新产生。人才市场则可使企业以更加竞争性均衡的工资水平持续获得相关技术人才,提升人才市场配置效率,且在“底”和“顶”的作用下,知识外溢作用凸显,可以使得研发活动持续加快推进,在创新数量的支撑下,创新质量有效性提升,创新周期逐渐缩短,最终实现创新效率有序增进。综上,高铁将显著从劳动力市场和人才市场两个方面的成熟壮大而保证企业创新基础的稳固。

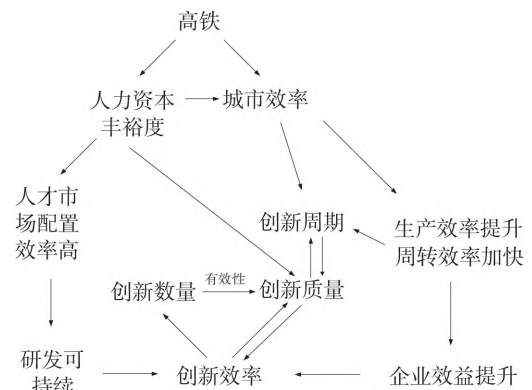


图1 高铁对创新效率的作用传导

在“底”和“顶”稳固的情况下,企业便具备了创新发展所必备的人才供应这一条件。人力市场的成熟发展则会进一步反向推动城市总体经济活动的活跃,创新的靶向更明、导向更清。不失一般性,我们假定城市存在三类企业A、B、C,为循环供给型企业(现实中一定存在这种情形)。具体来讲,A所生产的产品 P_A 是B生产产品 P_B 的中间品, P_B 为 P_C 的中间品, P_C 又为 P_A 的中间品,如此形成闭环需求产业链。其中之一企业因交通可达性提升而显著增进了企业人力资本存量,那么在其他外生因素不变的情形下创新效率将提升。假定企业A为交通便捷的第一触发企业,那么随着 P_A 质量的提升、价格的趋减, P_B 的质量将直接得到提升,且其B利润增加形成更多利润留存,可有更多经费投入自身研发活动并进而产生间接创新效率提升。以此类推,C将同样产生创新效率提升,并进一步促进A的创新效率,形成良性循环。这其中的重要假定是必定存在一类与交通可达性紧密相关的企业。因此,在现实中,高铁相近工业园区的设立对于快速的高素质人才交流大有裨益,这部分企业可以成为第一触发企业群,推动创新效率提升的传导。因此,我们提出研究假说1。

假说1:相对于非高铁开通城市,高铁开通将对城市企业创新效率起到提升作用。

(二) 高铁开通对企业创新效率的作用传导

从具体的中观传导来看,高铁开通会通过何种机制来间接作用于城市(企业)的创新效率?我们认为主要存在两种作用机制:城市经济总体效率及人力资本丰裕度。

城市经济总体效率是城市经济发展质量的重要标志,也是资源是否得到充分有效利用的关键指标。城市经济效率越高,代表着城市产业间协作水平、企业生产效率、市场服务水平越高,就越会促进投资的产生。当城市经济效率得到提升时,企业置身城市之中,一方面将直接因外部环境效率的提升而加快企业生产效率、周转效率,降低成本、增进收益。另一方面将对产业转型升级起到重要推动。实际上,城市经济生产效率的提升很大一部分是由产业转型升级引致的。产业转型升级的本质即是要素从低效率生产部门向高效率生产部门的转移,从而城市生产效率提升。而结构优化升级对于创新效率的提升呈现“螺旋式上升”节奏,并存在路径依赖。此外,城市生产效率必将引发工资平均水平的提升,这会进一步使得研发进入人员更多、工作动力更强、研发质量更高。那么具体到高铁对城市生产效率的提升作用,可以从资源利用率、服务业规模扩大、风险共担性增强三个方面来对城市经济生产效率实现有效增进,进而实现企业创新效率提升。

高铁开通可以令资源利用更加充分,利用效率更加快捷,进而城市经济效率更高。首先作用的是时间成本的大量节约,创新人才的资源利用效率大大提升。高铁开通加速了地区劳动力流通和资本

积累,并且高铁建设提升了资本和劳动力再配置效应,进而提升城市经济效率^[10]。科研资源在时间节约的环境中利用效率将会更高,城市经济产出效率也自然更高。此外,高铁开通可以刺激服务业的发展,令科研人员享受到更好的服务质量^[11]。服务业不仅代表了城市整体的便捷化水平,而且也是企业协作是否便捷高效的重要产业。高铁一方面可以形成服务业规模的扩大和集聚的提升,尤其是高端服务业的聚集性发展十分明显^[12]。服务的便捷化将逐步刺激高铁站周围商务区的成熟发展,使得研发过程中的服务质量、服务效率都得到显著提升,研发人员也可通过享受高质量服务,提升个人愉悦度,使得研发过程的投入产出更高。另一方面,服务业的齐全门类也可以为创新的有效实施提供更多机会。服务业尤其是生产性服务业是制造业实现高质量发展的后盾,齐全门类会让生产活动的延展范围更大,也进而可令研发的空间区域更广。在风险共担性方面,高铁则可以通过刺激外来协作和风险投资的增加来实现^[13]。高铁的开通会吸引更多的投资进入,在增加城市(企业)研发资金,提高资金配置效率的同时,风险投资的加入则可以分担企业研发风险,减轻研发压力。而且,投资进入还会引入外来专业团队协作,提高产业研发效率。

城市人才资本是城市的总体人才供应基本环境,是研发创新队伍有没有实现高质量发展,高端核心技术人才有没有被充分引进的重要补给指标。原动力仍然是高铁直接引发的要素流动。高铁无疑会使原本没有考虑来此城市工作居住的人员增加这种选择的可能性。可达性的提升会对人们形成很强的心理暗示,与大城市的距离变近,很多大城市的优越服务也可以在平时快速获得。信息流、要素流的畅通性对于吸引人才是第一步,而高铁则凭借这种优势把这种吸引变为现实。通过高素质人才的吸引,更高水平的研发人员会有机会前来就业,并产生高质量的创新产出,使得创新效率更高。尤其是对于高校毕业生而言,城市可达性会增强其留在本地的意愿,也就是城市留住人才的能力增强了。人才市场的成熟发展是人力资本丰裕的持续动力。高铁是时间距离直接缩短的交通利器,2小时经济圈的范围会由本市直接辐射到周围县市。杨金玉和罗永根^[14]发现人才市场的扩大一方面可以减弱企业人力资本人数黏性,另一方面又可增加人力资本单位成本黏性。这是中观向微观传导的重要作用机制。这种机制对于创新绩效的增加是企业的内生驱动,一种持续性的动力。因此,我们提出本文的研究假说2。

假说2:高铁开通通过促进城市经济生产率及人力资本集聚进而提升了城市创新效率。

四、模型构建、变量设定和数据描述

(一) 模型构建

由于在问卷调查时,对企业规模及性质进行了严格限制,企业异质性程度较弱,个体固定效应较小。考虑到数据时间跨度较短,难以对平行趋势进行检验,并为了保持指标口径一致,出于严谨性考虑并未采取主流的双重差分模型,而是结合本文实际,建立混合回归模型(MLM):

$$\ln(\text{pciqe})_{it} = a + b_1 \text{hsr}_{it} + b_2 \ln(\text{tfp})_{it} + b_3 \ln(\text{hc})_{it} + b_4 \ln(\text{fdi})_{it} + b_5 \ln(\text{rssi})_{it} + b_6 \ln(\text{tnfi})_{it} + b_7 \ln(\text{li})_{it} + b_8 \ln(\text{wage})_{it} + e_{it} \quad (1)$$

其中 pciqe_{it} 代表企业 i 在年份 t 的创新效率水平; hsr_{it} 代表企业 i 在年份 t 所在城市高铁开通情况, rssi_{it} 代表企业 i 在年份 t 所在城市服务业相对规模; li_{it} 代表企业 i 在年份 t 所在城市固定资产投资水平; fdi_{it} 代表企业 i 在年份 t 所在城市外商直接投资水平; tfp_{it} 代表企业 i 在年份 t 所在城市生产率水平; wage_{it} 代表企业 i 在年份 t 所在城市工资水平; hc_{it} 代表企业 i 在年份 t 所在城市人力资本水平; tnfi_{it} 代表企业 i 在年份 t 知识产权管理人员数量; e_{it} 代表随机误差项。为更好解释变量及考虑数据量级,对 pciqe_{it} 、 rssi_{it} 、 li_{it} 、 fdi_{it} 、 wage_{it} 、 hc_{it} 均取对数。

(二) 数据说明与变量设定

1. 样本选择及数据来源

本文选用2013—2015年全国专利调查问卷数据与中国地级城市面板数据作为初始样本数据,企业层面数据源自2013—2015年《全国专利调查问卷》,城市层面数据源自《中国城市统计年鉴》与铁道部的公开资料,并将微观企业数据与地级城市中观数据合并。为保证数据的严谨性和回归结果的真

实可靠性,本文首先剔除数据缺失的样本,其次剔除未能有效匹配的样本,最后保留 15 775 家企业样本与 275 个地级城市匹配的合并数据样本,以此作为研究分析样本。

2. 创新效率指标选取及依据

城市创新效率水平指标设计的科学性直接决定了实证结果的可靠性。本文根据 2013—2015 年全国企业专利统计调查数据进行研究,选择在有效专利数量的基础上进行改进来衡量城市创新效率水平。

为更好地反映城市的创新效率水平,本文将每个企业当年所拥有的有效专利数量与该企业的研发周期相比得到企业单位研发周期有效专利数量来代表企业创新效率水平,用公式表示为:

$$pciqe_{it} = P_{it}/T_{it} \quad (2)$$

其中 $pciqe_{it}$ 代表企业 i 在年份 t 的创新效率水平, P_{it} 代表企业截止到当年年末所拥有的有效专利数量, T_{it} 代表当年企业的研发周期^①,该指数越大说明企业的创新效率水平越高。

3. 高铁开通及控制变量选取

本文的核心解释变量为高铁开通,代理变量为全国 275 个地级市高铁开通与否的虚拟变量。借鉴张克中和陶东杰^[15]的做法,为减轻估计偏差,将上半年开通高铁(6 月 30 日之前)定义为当年开通,下半年开通高铁,定义为下一年开通。

控制变量包括服务业相对规模、固定资产投资、外商直接投资、科研人才、城市生产率、工资水平、是否省会、人力资本。具体测算方法如表 1 所示。

表 1 变量列表

变量类型	符号	名称	计算方法
被解释变量	$pciqe$	企业创新效率水平	企业拥有的有效专利数量/研发周期
核心解释变量	hsr	是否开通高铁	虚拟变量,如果开通,取值为 1,否则为 0
控制变量	tfp	城市生产率	参见正文
控制变量	hc	人力资本	生均教育经费支出
控制变量	fdi	外商直接投资	外商实际投资水平
控制变量	rsi	服务业相对规模	参见正文
控制变量	$tnfi$	科研人才	知识产权管理人员数
控制变量	li	固定资产投资水平	固定资产投资量/非农就业人数
控制变量	$wage$	工资	职工平均工资
控制变量	pc	是否省会	虚拟变量,如果省会,取值为 1,否则为 0

4. 服务业相对规模测度

本文借鉴吴凤连等^[16]做法,采用全国 275 个地级及以上城市的第三产业增加值来测度服务业发展规模。

服务业相对规模是各城市服务业发展规模与高铁网络中城市的服务业平均发展规模的比值。具体测算公式如下:

$$rsi_{it} = R_{it}/\bar{R}_t \quad (3)$$

其中 rsi_{it} 代表城市 i 在年份 t 的服务业相对规模, R_{it} 代表城市 i 在年份 t 的第三产业增加值, \bar{R}_t 代表年份 t 的第三产业增加值的平均值。

5. 城市生产率测度

本文借鉴姚鹏和张明志^[17]的做法,采用全要素生产率(TFP)反映经济生产的运行效率,成为表征城市生产率的指标。TFP 测度公式为:

^①企业的研发周期数据来源于 2013—2015 年《全国专利调查问卷》中企业开展的研发活动项目的平均周期,1 年及以下设定为 1 年,1 ~ 2 年设定为 2 年,2 ~ 3 年设定为 3 年,3 年及以上设定为 4 年。

$$tfp_{it} = \log y_{it} - (1 - \alpha) \log K_{it} - \alpha \log L_{it} \quad (4)$$

其中 y_{it} 代表城市 i 在年份 t 的产出水平; K_{it} 代表资本存量; L_{it} 代表劳动力数量; α 代表劳动的产出弹性。采用 2002、2005、2007、2010 和 2012 年共 5 年的投入产出表对非农行业劳动者报酬占增加值的份额进行测算, 测算结果分别为 0.434、0.348、0.349、0.420、0.435, 取平均值为 0.397, 即为 α 的估计值。产出水平采用非农产业生产总值量, 并进行平减处理。

资本存量的测算采用目前通用的方法, 即永续盘存法。用公式表示为:

$$K_{it} = K_{i,t-1}(1 - \rho) + I_{it} \quad (5)$$

其中 ρ 为折旧率; I_{it} 为当年新增固定资产投资额。折旧率设定为 5%。

(三) 变量统计特征

本文通过进行变量的描述性统计对数据进行整体把握, 为后续进行数据分析做好必要准备, 如表 2 所示。

描述性统计结果表明, 企业创新效率水平和知识产权管理人员数量的平均数为 2.964 和 12.420, 最大值分别为 9.454 和 6 008.000, 最小值分别为 -1.386 和 1.000。这说明我国区域间企业总体创新能力差距较大, 这可能与某些城市缺乏创新要素有关。通过描述性分析看出, 各个变量的数据均不存在极端异常值, 数据量级差距小, 在正常范围内。

表 2 主要变量描述性统计

变量	样本数	均值	标准差	最小值	最大值
ln(<i>pciqe</i>)	15 775	2.964	1.475	-1.386	9.454
<i>hsr</i>	15 775	0.711	0.453	0.000	1.000
ln(<i>tfp</i>)	15 775	1.653	0.259	1.065	2.254
ln(<i>hc</i>)	15 775	8.465	0.552	6.201	9.945
ln(<i>fdi</i>)	15 775	7.704	1.864	-2.462	10.120
ln(<i>rssi</i>)	15 775	1.054	1.522	-2.857	3.273
<i>tnfi</i>	15 775	12.420	73.420	1.000	6 008.000
ln(<i>li</i>)	15 775	6.125	0.519	3.670	7.870
ln(<i>wage</i>)	15 775	10.580	0.286	9.298	11.190

五、实证结果分析

本文的实证分析通过逐步回归的方式验证高铁开通对企业创新效率的影响。

(一) 基本回归结果

从表 3 来看, 高铁开通系数均显著为正, 这表明高铁开通对企业创新效率可以起到显著促进作用, 这验证了研究假说 1。城市生产率(*ln tfp*) 及人力资本(*ln hc*) 在模型(4) 和模型(5) 中系数均显著为正, 这表明城市生产率及人力资本对城市创新效率是起到正向促进作用。高铁的出现, 通过可达性提升对城市生产率起到促进作用, 可以减少福利损失, 借助城市经济血脉的大循环来促进创新小循环, 效率提升自然可来。因此, 高铁实际是通过加速循环来产生财富创造效应。

表 3 高铁开通对企业创新效率水平的影响: OLS 估计

变量	model(1)	model(2)	model(3)	model(4)	model(5)
<i>hsr</i>	0.232 4*** (8.833 2)	0.309 2*** (10.223 6)	0.213 9*** (6.615 0)	0.210 0*** (6.375 2)	0.208 3*** (6.319 3)
ln(<i>tfp</i>)		0.226 7*** (3.995 4)	0.557 1*** (7.397 3)	0.589 9*** (5.726 4)	1.160 6*** (8.919 3)
ln(<i>hc</i>)		-0.033 5 (-1.393 5)	-0.020 6 (-0.848 0)	-0.020 4 (-0.838 8)	-0.040 2 (-1.416 6)
ln(<i>fdi</i>)			0.070 8*** (6.891 1)	0.065 7*** (4.526 2)	0.122 0*** (7.645 7)
ln(<i>rssi</i>)				0.012 5 (0.484 7)	0.014 2 (0.503 3)
<i>tnfi</i>					0.000 9*** (3.258 5)
ln(<i>li</i>)					-0.286 8*** (-7.779 0)
ln(<i>wage</i>)					-0.050 7 (-0.539 3)
常数项	2.908 4*** (132.352 3)	2.769 1*** (11.297 0)	1.639 7*** (5.471 7)	1.613 0*** (5.242 3)	2.685 8*** (2.972 9)
F	78.025 7	35.565 4	36.072 4	28.896 5	26.724 5
样本数	15 775	15 775	15 775	15 775	15 775
R ²	0.006 2	0.008 5	0.011 7	0.011 7	0.020 3

(二) 创新效率异质性检验

为了检验高铁开通对城市创新效率水平影响的区域异质性,

注: ***、** 和 * 分别代表在 1%、5% 和 10% 的显著性水平下显著, 括号内为 t 值, R^2 为拟合优度。

本文进一步将样本按所在城市是否为区域中心城市细分为两个子样本,结果如表4所示。回归结果表明,区域中心城市高铁开通变量的系数为0.316,显著高于非区域中心城市的系数0.088。由此可见,区域中心城市高铁开通的创新效率增加量要高于非区域中心城市,由此将进一步拉大区域中心城市与非区域中心城市的创新差距。这说明,非区域中心城市在高铁开通后,需要充分发挥高铁对人才创新的引导作用,目前的效果并不理想。

究其原因,非区域中心城市普遍地处城市群的边缘地带、群间地带或高铁主干线以外地带,地理区位的边缘性突出。相应地,非区域中心城市仅与少数城市有高铁联系,且多发生在城市群内部,因而对外联系的核心性、联系规模和控制力低。同时,大部分该类城市的服务业相对规模较小,从而在城市的服务业联系网络中呈现被边缘化的特征。由此可见,地理区位的边缘性以及服务业对外联系的需求与引力弱,共同制约了非区域中心城市基于高铁联系的企业创新发展潜力。

(三) 机制检验

我们继续对高铁开通影响企业创新效率的机制进行验证。为了进一步探讨其作用机制,即检验假说2是否成立,本文进一步对式(6)至式(7)所示交叉项模型进行估计,结果如表5所示。

$$\ln(\text{pciqe})_{it} = a + b_1 \text{hsr}_{it} + b_2 \text{hsr}_{it} \times \ln(\text{tfp})_{it} + b_3 \ln(\text{tfp})_{it} + b_4 \ln(\text{hc})_{it} + b_5 \ln(\text{fdi})_{it} + b_6 \ln(\text{rssi})_{it} + b_7 \text{tnfi}_{it} + b_8 \ln(\text{li})_{it} + b_9 \ln(\text{wage})_{it} + e_{it} \quad (6)$$

$$\ln(\text{pciqe})_{it} = a + b_1 \text{hsr}_{it} + b_2 \text{hsr}_{it} \times \ln(\text{hc})_{it} + b_3 \ln(\text{tfp})_{it} + b_4 \ln(\text{hc})_{it} + b_5 \ln(\text{fdi})_{it} + b_6 \ln(\text{rssi})_{it} + b_7 \text{tnfi}_{it} + b_8 \ln(\text{li})_{it} + b_9 \ln(\text{wage})_{it} + e_{it} \quad (7)$$

以上关于交叉项的检验,进一步理清了高铁对城市创新活动的作用机制。从表5可以看出,城市生产率与是否开通高铁的交互项系数为0.744,显著为正。这表明,高铁开通的城市对创新效率的影响要高出74.4%,即高铁开通放大了城市生产率对创新效率的作用效果。研究假说2的前半部分得到验证。

具体到高铁如何通过城市生产效率提升进而实现城市创新效率有效提升,主要有以下三种渠道。第一,高铁开通会有效提升创新资源配置效率,进而对创新资源利用率实现有效增进。第二,随着高铁开通创新资源的涌入,服务业集聚发展、规模扩大,为创新活动提供服务。第三,高铁开通加速资金流动,为城市创新活动带来资金“流量”,实现利益共享、风险共担。

进一步加入人力资本与是否开通高铁的交互项,发现交互项系数为0.162,显著为正。这表明,在高铁开通的背景下,人力资本对创新效率的影响要高出16.2%。在交通通达度更高的情况下,城市本身的基础对于城市的创新效率有累加促进作用。研究假说2的后半部分得到验证。

高铁开通会促进人力资本集聚从而实现企业创新效率提升。城市人力资本是城市整体人才供给基本环境,是城市创新活动的重要支撑,也是高端核心技术人才有没有被充分引进的关键指标。首先,高铁凭借其功能特性会直接扩大人才市场的辐射范围,并形成人力资本集聚的促进效应,为人力资本充裕提供持续发展动力,城市创新活动得以顺利进行。其次,人才市场的扩大为企业创新活动提供持久内生驱动力。为保持高效的企业研发活动,以高质量人才替代高数量低质量人才的行为成为

表4 区域中心城市与非区域中心城市创新效率增进效应对比

变量	区域中心城市	非区域中心城市
<i>hsr</i>	0.316*** (3.578)	0.088** (2.208)
$\ln(\text{tfp})$	-1.237*** (-3.741)	0.913*** (3.658)
$\ln(\text{hc})$	-0.328*** (-4.148)	0.083** (2.058)
$\ln(\text{fdi})$	0.225*** (5.392)	0.099*** (4.751)
$\ln(\text{rssi})$	-0.516*** (-6.437)	0.098*** (2.894)
<i>tnfi</i>	0.002* (1.908)	0.001*** (3.084)
$\ln(\text{li})$	-0.313*** (-2.884)	-0.302*** (-6.245)
$\ln(\text{wage})$	0.159 (0.642)	0.362*** (3.084)
常数项	6.380** (2.561)	-2.001* (-1.681)
样本数	6074	9701
R ²	0.026	0.041

注:***、**和* 分别代表在1%、5%和10%的显著性水平下显著,括号内为*t*值。

趋势,有利于摆脱人力资本数量黏性,为企业创新活动注入持久内生驱动力。

(四) 内生性考虑

针对内生性问题,参考吉赞和杨青^[18]的做法,采用地级市的平均地理坡度作为高铁开通的工具变量,该工具变量取决于地形条件,与城市的人口流动及经济活动没有关系,满足工具变量外生性条件,而且平均地理坡度与高铁开通能够在一定程度上具有关联性,即地级市的地理坡度越小,修建高铁的难度就越小。

基于该工具变量,本文参考孙文浩^[19]的做法,分两阶段进行回归分析。

第一阶段:

$$hsr_{ij} = \alpha_1 mean_{ij} + \alpha_2 P_{ij} + \varepsilon_{ij} \quad (8)$$

第二阶段:

$$\ln(pcique)_{ij} = l_1 hsr_{ij} + l_2 P_{ij} + e_{ij} \quad (9)$$

通过二阶段最小二乘法模型分析高铁开通对城市(企业)的创新效率的影响,表6报告结果显示,高铁开通对城市(企业)的创新效率依旧显著为正。

(五) 稳健性检验

首先,采用高铁开通里程数与高铁开通线路数量作为高铁开通的替代变量,发现系数方向显著度均与前文检验一致。其次,为排除异常值对回归结果的影响,本文对被解释变量创新效率水平进行1%水平的缩尾处理(去除小于1%与大于99%的数据样本),结果显示,在数据缩尾处理之后,高铁开通对城市(企业)创新效率依旧具有显著的正效应。最后,我们对高铁开通进行滞后期处理,考察高铁开通是否对城市(企业)创新效率具有持续性作用,结果发现高铁开通滞后一期显著为正,滞后二期系数同样为正但不显著,说明高铁开通对城市(企业)创新效率具有稳定性影响。本文的结论可靠性较高。

六、结论与政策建议

创新型城市建设是缓解区域间不平衡不充分问题的重要手段。作为基础设施的一类重大改进,高铁开通对于区域间交流速率的加快、要素流动的推动都具有重大牵引作用,这对城市生产率的提升、人才资本的丰裕都将起到重要促进效果。本文在中国高铁

表5 机制检验结果

变量	加入 $hsr \times \ln(tfp)$ 交互项	加入 $hsr \times \ln(hc)$ 交互项
<i>hsr</i>	-1.291** (-2.273)	-1.295** (-2.108)
$hsr \times \ln(tfp)$	0.744** (2.434)	
$hsr \times \ln(hc)$		0.162** (2.257)
$\ln(tfp)$	0.455 (1.465)	0.982*** (3.902)
$\ln(hc)$	0.084** (2.085)	-0.004 (-0.068)
$\ln(fdi)$	0.091*** (4.317)	0.095*** (4.528)
$\ln(rssi)$	0.109*** (3.209)	0.107*** (3.144)
<i>tnfi</i>	0.001*** (3.107)	0.001*** (3.050)
$\ln(li)$	-0.322*** (-6.584)	-0.308*** (-6.378)
$\ln(wage)$	0.397*** (3.376)	0.386*** (3.276)
常数项	-1.330 (-1.087)	-1.571 (-1.306)
样本数	9701	9701
R ²	0.042	0.042

注:***、**和* 分别代表在1%、5%和10%的显著性水平下显著,括号内为*t*值。

表6 工具变量二阶段最小二乘法回归结果

变量	(1) <i>hsr</i>	(2) $\ln(pcique)$
<i>mean</i>	-0.0043* (-1.6982)	—
<i>hsr</i>	—	11.7467* (1.6764)
常数项	-1.2104*** (-4.9221)	15.5998* (1.8670)
<i>control</i>	yes	yes
F	1433.6710	—
N	15775	15775
R ²	0.3728	—

注:***、**和* 分别代表在1%、5%和10%的显著性水平下显著,括号内为*z*值。

广泛开通的时代背景下,从理论和实证两个层面考量了高铁开通对企业创新效率的影响问题,并得到两个主要结论:

(1) 高铁开通对企业创新效率可以起到显著促进作用,主要表现为研发周期的缩短及有效专利数量的增加。(2) 高铁开通主要通过城市生产率的提升和人力资本的丰裕两个通道对企业创新效率起到促进作用。非区域中心城市在高铁促进创新效率提升的过程中,较区域中心城市优势不明显,需要通过一定的举措来激发高铁的创新、创造活力。在进行了一系列稳健性检验之后,本文研究结论仍然成立。

本文的研究对创新效率提升视角下中国创新型城市构建提供了高铁规划、设计和利用方面的有益启示。(1) 完善高铁网络空间布局,充分发挥高铁对人力资本及创新要素的空间配置效应。打造高铁一小时连通经济圈,提高区域中心城市与非区域中心城市的链接紧密度,提升人力资本及创新要素的交流效率,通过区域高铁网络的形成充分发挥外溢效应。(2) 强化区域中心城市与非区域中心城市的分工合作与协同联动,实施差异化的区域创新发展策略。首先,高度重视区域中心城市与非区域中心城市的产业空间协作规划。可以考虑形成高铁的三角设计,实现区域间科技创新资源的小循环,充分发挥区域中心城市的外溢效应,并进而带动区域产业间的协作能力和效率。其次,依据城市优势和特色,在高铁站附近形成相应产业园区点,并借助产业链的有效延伸,在相邻区域高铁站附近呼应建设协作式产业园区。通过高铁的时空压缩效应推进区域产业一体化进程,进而形成支撑效应、“捆绑”效应,真正地把经济的平衡充分内置于产业链条之中,进而从机制建设上化解区域间不平衡不充分难题,充分盘活区域创新整体效率。(3) 应建立人才的丰裕维持机制,包括引才和留才两类机制。引才主要是借助高铁可达性的提升,进一步在住房配套、生活服务、子女教学等方面提升城市服务质量,营造创新环境,让潜在进入者看到一体化的便捷生活服务。考虑在高铁站附近形成科技创新人才公寓,充分吸收一些柔性引进和弹性引进的高端人才,促进“双城生活”常态化,在充分吸引人才的同时减轻人才流动带来的社会负效应。留才机制主要是在人才进入后持续性提供稳定可靠服务让人才感受到工作生活的愉悦,进而可以长期留下为城市发展做出贡献。通过“开源节流”的方式实现人力资本丰裕度稳步提升。

参考文献:

- [1] CHANDRA A, THOMPSON E. Does public infrastructure affect economic activity? Evidence from the rural interstate highway system [J]. *Regional science and urban economics* 2000 30(4): 457-490.
- [2] 陈婧,方军雄,秦璇. 交通发展、要素流动与企业创新——基于高铁开通准自然实验的经验证据 [J]. *经济理论与经济管理* 2019(4): 20-34.
- [3] 卞元超,吴利华,白俊红. 高铁开通是否促进了区域创新? [J]. *金融研究* 2019(6): 132-149.
- [4] 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(2): 125-142.
- [5] 杨思莹,李政. 高铁开通与城市创新 [J]. *财经科学* 2019(1): 87-99.

表7 稳健性检验

变量	(1)	(2)	(3)	(4)
	$\ln(\text{pciqe})$	$\ln(\text{pciqe})$	$\ln(\text{pciqe}-w)$	$\ln(\text{pciqe})$
<i>hsrmiles</i>	0.0485** (2.2587)	—	—	—
<i>no_route_open</i>	—	0.0470*** (3.2044)	—	—
<i>hsr</i>	—	—	0.2090*** (6.4101)	-0.5754** (-2.0582)
<i>l.hsr</i>	—	—	—	0.5238* (1.7496)
<i>l2.hsr</i>	—	—	—	0.1086 (0.7390)
<i>cons</i>	2.7316*** (2.9679)	3.0125*** (3.3929)	2.5153*** (2.8083)	8.5319** (2.1573)
F	23.6512	28.0305	29.4126	1.4037
N	15775	15775	15775	448
R ²	0.0148	0.0151	0.0176	0.0202

注:***、**和* 分别代表在1%、5%和10%的显著性水平下显著,括号内为t值。

- [6]周文韬,杨汝岱,侯新烁. 高铁网络、区位优势与区域创新[J]. 经济评论, 2021(4): 75-95.
- [7]张禹,陈春春. 高铁网络、旅行时间与城市创新质量[J]. 科学决策, 2021(4): 71-94.
- [8]YANG X, LIN S, ZHANG J, et al. Does high-speed rail promote enterprises productivity? Evidence from China[J]. Journal of advanced transportation, 2019(4): 1-19.
- [9]张梦婷,俞峰,钟昌标,等. 高铁网络、市场准入与企业生产率[J]. 中国工业经济, 2018(5): 137-156.
- [10]黎绍凯,朱卫平,刘东. 高铁能否促进产业结构升级: 基于资源再配置的视角[J]. 南方经济, 2020(2): 56-72.
- [11]DONG X F, ZHENG S Q, KAHN M E. The role of transportation speed in facilitating high skilled teamwork[N]. NBER working papers, No. 24539, 2018.
- [12]宣烨,陆静,余泳泽. 高铁开通对高端服务业空间集聚的影响[J]. 财贸经济, 2019(9): 117-131.
- [13]张明志,孙婷,姚鹏. 高铁开通对城市服务业集聚效率的影响[J]. 软科学, 2019(8): 44-48.
- [14]杨金玉,罗勇根. 高铁开通的人力资本配置效应——基于专利发明人流动的视角[J]. 经济科学, 2019(6): 92-103.
- [15]张克中,陶东杰. 交通基础设施的经济分布效应——来自高铁开通的证据[J]. 经济学动态, 2016(6): 62-73.
- [16]吴凤连,郝丽莎,王晓歌,等. 基于高铁联系的中国东部城市服务业发展潜力格局——社会网络分析视角[J]. 经济地理, 2020(4): 145-154.
- [17]姚鹏,张明志. 经济集聚、城市类型与城市生产率[J]. 当代财经, 2019(9): 16-27.
- [18]吉赞,杨青. 高铁开通能否促进企业创新: 基于准自然实验的研究[J]. 世界经济, 2020(2): 147-166.
- [19]孙文浩. 高铁网络、逆集聚与城市创新[J]. 财经科学, 2021(3): 119-132.

(责任编辑: 陈 春; 英文校对: 葛秋颖)

Helping Effect of High-speed Railway in Construction of Innovative City: And Discussion on Design Scheme of High-speed Railway Innovation Zone

ZHANG Mingzhi^{1 2}, LI Zhaocheng^{1 2}, WANG Ren³

(1. School of Economics, Shandong University of Finance and Economics, Jinan 250014, China;

2. Institute of Population and Economic Development, Shandong University of Finance and Economics, Jinan 250014, China;

3. Institute of Fiscal and Financial Studies, Shandong Academy of Social Sciences, Jinan 250014, China)

Abstract: This paper uses national patent survey questionnaire data from 2013 to 2015 and China's prefecture level city panel data for precise matching, and makes empirical test with the help of regression analysis. The benchmark regression results show that, compared with non-high-speed rail cities, the opening of high-speed rail can significantly improve the innovation efficiency of urban enterprises. Regression results excluding provincial capitals and other regional central cities still support this conclusion. The heterogeneity analysis shows that the increase of innovation efficiency of regional central cities is higher than that of non-regional central cities. Further endogenous consideration and robustness test confirm that the opening of high-speed rail can improve the innovation efficiency of enterprises. Innovation efficiency is innovatively introduced into the research category of high-speed rail economy, and the beneficial conduction brought by high-speed rail opening for urban operation is measured from the efficiency level. Further, two suggestions are proposed for innovative city construction: planning and design of high-speed railway station park and regional innovation "triangle" small cycle design. The research conclusion provides an analysis perspective of the external environment of urban traffic for the improvement of enterprise innovation efficiency, which helps to evaluate the impact of the opening of high-speed rail on urban innovation effect, form a follow-up investigation, and provide solutions for high-speed rail to alleviate unbalanced and inadequate problems.

Key words: high speed railway; innovation efficiency; innovative city; service industry; high quality talents