

高铁开通对城市创新质量的影响

——基于PSM-DID模型的实证研究

郑彩玲, 张继彤

(南京师范大学商学院, 南京210023)

摘要:基于2007—2018年中国285个城市面板数据,分别以发明专利申请和实用新型专利申请表示高质量创新和低质量创新,采用PSM-DID方法研究高铁开通对城市创新质量的影响,研究发现:①高铁开通可以加快创新要素流动、优化创新环境,进而促进城市创新数量和质量提升;并且这一作用以城市规模为主要因素,呈现出城市间的异质性,高铁开通对大城市创新活动的影响最为显著,激发了小城市的低质量创新;②高铁对信息传播并未因通信技术的发展而减弱,科教支出对城市创新能力的影响随高铁开通而增加。高铁效应呈现“先升后降”的趋势,路网密度低的城市需继续投建高铁设施;创新个体应充分利用高铁开通的溢出效应,积极提高自身的创新水平。

关键词:高铁开通;创新质量;创新环境;倾向得分匹配倍差法

中图分类号:F061.5 **文献标志码:**A **文章编号:**1002—980X(2021)02—0028—08

一、引言

中共十九大报告指出,创新是引领发展的第一动力,是建设现代化经济体系的战略支撑。2018年中国创新指数达到212.0,属历史首次突破200,8.6%的年增长率为近10年以来最高。4个创新指数中,成效指数、投入指数、环境指数、产出指数同比增长4.0%、6.0%、10.9%和11.7%,4个创新指数的21个创新指标中,只有1个指标较去年有所下降。自深入实践创新驱动发展战略以来,我国的科研创新能力不断提升,已跃居世界前列;研发投入规模和研发成果转化数量也屡创新高,但高速增长的同时在基础研究和高精尖行业的进展仍非常有限,在未来相当长的一段时间内仍需持续投入人力物力财力,不断创新扩大科研成果。自2008年中国进入高铁时代,高铁带来的全新变化包括压缩时空、重塑中国“地域辽阔、人口众多、资源分布与工业布局不平衡”的传统区域经济地理格局,与区域经济格局激变相伴的是高铁沿线地区逐渐成为各类人才、资本及知识密集型产业的聚集地。目前高铁对区域和企业创新水平的研究众多,但以往研究很少从创新质量的角度讨论影响机制。在通信技术高度发达的情况下,高铁开通的信息传播和知识溢出效应是否真实?创新数量的增加衡量城市创新水平是否有效?人才是创新的核心要素,在高铁背景下如何利用人才流动的红利提升创新质量?这些问题需要进一步明确。

高铁和创新的现有文献大多集中在影响效应和影响机制两个方面。其中针对影响效应的讨论大致概况为:①直接效应,即高铁建设本身对工程技术创新的影响;②间接效应,包括促进创新要素流动和配置的效率,改善创新环境,打破城市分割界限、扩大市场规模;促进信息、知识和技术的传播,产生正向外溢效应等。其中,间接效应是研究的重点内容。高铁带来的空间压缩、地理效率促进了软信息的传递(龙玉等,2017)。Chen和Vickerman(2017)认为,高铁发展较好的地区知识就业水平较高,且知识就业增长率明显高于全国平均水平。卞元超等(2019)认为通过高铁网络为创新要素的区际流动共享提供了便利,郭立宏和冯婷(2019)通过异质性检验,人口规模中等、要素市场化程度低、产品市场化程度高的城市促进效应更为突出。知识人才是创新的主体和信息流动的重要载体,高铁能够促进价格不敏感、时间价值高的高级人才流动(杜兴强和彭妙薇,2017)。

关于影响机制的研究,不同于互联网技术和邮政基础设施带来的显性知识传播,高铁开通刚好满足依赖于面对面交流的高附加值创新的需求(Acemoglu et al, 2016)。郭进和白俊红(2019)指出高铁形成跨区域的信息和技术流通、扩散和再创新的高速通道,为企业搜索面对面交流对象以发掘外部异质性知识提供了途

收稿日期:2020—06—01

基金项目:江苏省社会科学基金基地项目“中美贸易冲突背景下科技政策发展趋势研究”(19JD005)

作者简介:郑彩玲,南京师范大学硕士研究生,研究方向:技术创新与区域经济;张继彤,博士,南京师范大学教授,研究方向:产业经济与财税政策。

径。林善浪和张惠萍(2011)从认知资本的角度考察了高铁对区域知识创新存在显著的正向影响。但是部分学者认为,评估高铁等基础设施对经济活动的潜在影响必须考虑到知识的空间溢出效应(张学良,2012;林晓言等,2015;朱桃杏和陆军,2015;梁双陆和梁巧玲,2016;Agrawal et al,2017)。高铁的进一步发达,为人才流动和人才引进提供了更多的可能。随着人才流动,知识的空间溢出可能意味着科研、学术及投资活动领域技术流动和专利成果的流动,即使溢出水平随着空间距离的增加而逐渐弱化,由点及面地衰减(魏守华等,2010),但整体对区域性科研水平和创新能力的影响,远远超过在线共享、远程交流等方式能够弥补的范围,线下沟通交流仍旧是知识共享最主要的途径之一(Hippel,1994)。

基于此,本文利用2007—2018年城市数据研究高铁开通对创新质量的影响,可能的边际贡献有:在创新数量的基础上以质量维度衡量城市创新能力,以年专利授权量作为创新数量多少的衡量替代指标,并以发明专利授权定义为高质量创新,实用新型专利定义为低质量创新;引入通信基础设施与高铁开通的交互项验证不同于通信基础设施带来的显性知识传播,高铁开通刚好满足依赖于面对面交流的高附加值创新的需求,消弭对高铁信息传播性的质疑。

二、影响机理分析

高铁开通的“时空压缩”效应主要体现为地面快速的技术特征。依据高铁搭建而成的城市经济带,易快速形成以高铁站所在区域为中心的新的交通、旅游和商业中心,进而带动周边经济的快速发展。高铁开通主要通过两个路径影响城市创新质量。

(1)高铁通过加快创新要素流动影响城市创新质量。创新是引领发展的第一动力,而高技能人才是创新的关键和基础。高铁网络的建设,加速了专业型及学术型人才向高铁城市经济带沿线的区域流动,也更容易吸引科技、金融等领域资本流入。在创新技术和创新型人才不断涌入的前提下,城市的创新能力和创新活力持续提升,创新成果正反馈于本区域的科技创新影响力,不断迭代累积形成良性循环的创新路径。

(2)高铁通过优化创新环境影响城市创新质量。高铁作为创新活动的外部环境,直接决定了创新要素的效率。科研创新人员在良好的创新环境中进行研究,对于提升创新效率、加速成果落地有明显作用,同时也有助于创新成果固化和减少人员流失。但实际区际创新的软硬性条件存在较大差异,经济发达的地区,城市功能相对完整,各种基础设施更加完善,创新链条更加完整。现有研究也表明,生产要素在个别大城市的过度集中,对于这些大城市及周边邻近中小城市创新活动均会产生负面影响。为避免资源的过度集中,形成以大城市为中心、中小城市为重点的区域创新布局,适度将中心城市的资源合理分配至周边城市以减缓聚集效应带来的压力。高铁建设对于高铁所在城市及周边临近城市而言的创新影响,将随着高铁网络密集化程度的提升而进一步增加。

三、研究设计

(一)模型设定

首先考虑实证研究中高铁开通与城市创新存在内生性影响结果的稳健性,如果不可观测的内生性因素在对照组和处理组之间有“共同趋势”,这种内生性因素可由双重差分模型(DID)加以控制。其次高铁开通具有一定的政策导向性,不具备随机试验的独立属性,故采用倾向评分匹配法(PSM),以减小偏差和混杂变量的影响。以高铁是否开通的二值虚拟变量为核心解释变量,本文构建下述模型:

$$Inq_{it} = \alpha_0 + \beta_1 City_{it} + \beta_2 Year_{it} + \beta_3 City_{it} \times Year_{it} + \gamma X_{it} + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

其中: i 表示个体数; t 表示时期数;被解释变量 Inq 表示质量创新; $City$ 表示城市虚拟变量($City=1$ 表示开通高铁的城市, $City=0$ 表示未开通高铁的城市); $Year$ 表示时间虚拟变量($Year=1$ 表示城市高铁开通之后的年份, $Year=0$ 表示高铁开通之前的年份); β_1 、 β_2 表示估计系数; $City_{it} \times Year_{it}$ 即为处理效应,表示高铁开通对处理组和对照组的影响差异; β_3 表示高铁开通对城市创新质量的影响效应; X 表示本文所选取的若干控制变量; γ 表示相应的估计系数; ε 表示随机误差项。

倾向得分匹配的过程是通过选取若干特征变量 X 构建一个二值选择模型:

$$p_i(x) = p_r(d_i = 1 | x_i) = f[h(x_i)] \quad (2)$$

其中: d 表示处理组虚拟变量(处理组=1,对照组=0); f 表示Logistic分布函数; $h(x_i)$ 表示第 i 个地区控制变量 X

的线性函数。在进行倾向得分匹配时利用控制变量通过评估每一个观察对象进入处理组的概率 p ,对每个确定为处理组的地区,从对照组中匹配出与其最相近的地区作为其对照组。这一匹配过程要求处理组和对照组的概率 p 值尽可能接近,且各匹配变量在处理组和对照组之间满足平衡性原则。本文选取控制变量滞后 1 期的数据按照 1:3 匹配的原则构建对照组进行匹配。

(二)变量说明

(1)被解释变量。城市创新质量(Inq)用专利授权表示,尽管专利授权有一定的时滞,但是相比专利申请存在不被批准的情况,后者无法真实反映创新产出水平,因而甄别年专利授权量为创新数量,专利包括发明(Inv)、实用新型(New)和外观设计(Fac),其中发明最具创造性和创新性,代表城市创新高质量成果,后两项合并为实用设计(Prd),表示城市低质量创新。

(2)核心解释变量。本文选取了城市虚拟变量($City$)、时间虚拟变量($Year$)和城市与时间虚拟变量的交互项($City \times Year$)3 个变量作为主要的解释变量,同时为避免各变量之间存在内生性,本文用于回归分析的数据均滞后一期。

(3)控制变量。控制变量是指除高铁建设这一核心变量之外,其他可能对城市创新能力发展产生较大影响的因素,本研究以经济发展水平、工业化和信息化水平、对外开放程度、城市规模等经济和行业指标为控制变量,综合考量各个因素的对创新能力的影响程度,最终选定以城市的人均生产总值($Agdp$)作为经济发展水平的主要衡量指标;以第二产业占总产业的比重(Ind)作为工业化水平的主要衡量指标;关于信息化水平的衡量,参考余永泽等(2019)的做法,选取人均邮电业务总量(Inf)进行测度;以各地级市的外商投资工业企业产值占地区工业总产值比重(Fdi)作为对对外开放程度的衡量指标。而对于城市规模的测度,本文利用城市常住人口数将城市规模(Peo)划分为大、中、小 3 类;关于科教支出,使用城市人均财政教育支出(Edu)来衡量城市对教育科技活动的投入情况。

(三)数据来源

本文的研究数据主要包括城市发展相关数据和高铁建设相关数据两部分,前者主要来源于《中国城市统计年鉴》及各城市门户网站发布的经济报告,后者主要来源于 UIC 关于全球高速铁路的统计报告,另有部分数据源于知网数据库。值得说明的是,因行政区划的调整,本文剔除考察期内数据缺失较多和在地级市层面上发生行政区划调整的城市,包括巢湖、毕节、铜仁、拉萨、海拉尔市等;但未删除地级市内发生县区调整及发生撤地设市的城市。表 1 为针对 285 个城市的描述性统计。

表 1 主要变量描述性统计

类别	变量	变量含义	单位	观测值	均值	标准差	最小值	最大值
被解释变量	Inq	年专利授权量	件	3420	3780	16.61	0	139739
	Inv	年发明授权量	件	3420	558	6.34	0	46988
	New	年实用新型授权量	件	3420	2053	6.17	0	75288
	Fac	年外观设计授权量	件	3420	1170	5.542	0	64823
	Prd	人均实用设计授权量	件	3420	3222	0.43	0	118492
主要解释变量	$City$	高铁开通城市虚拟变量	—	3420	0.56	0.49	0	1
	$Year$	高铁开通年份虚拟变量	—	3420	0.28	0.45	0	1
控制变量	$Agdp$	人均生产总值	元	3420	47920	0.39	190	6426763
	Inf	人均邮电业务总量	万元	3420	1360	0.17	0	3.66
	Fdi	实际利用外资 GDP 占比	%	3420	2.42	0.02	0	75.69
	Edu	人均教育经费支出	元	3420	1016	796	140.61	9958
	Ind	第二产业占比	%	3420	36.61	8.843	8.58	79.65
	Peo	市区常住人口数	万人	3420	136.31	150.9	18.14	1376

注:除 $City$ 、 $Year$ 、 Fdi 和 Ind 以外,其余变量在回归中均进行了对数化处理。

四、回归结果分析

(一)倾向得分匹配结果

本文采用 k 近邻匹配($k=3$)对具有相同倾向得分值的样本进行匹配,随后对匹配结果进行平衡性检验,其关键在于观察各控制变量的误差削减情况,具体结果见表 2。从表 2 可以发现,匹配后全部变量的标准偏

表2 倾向得分匹配结果

协变量		均值		标准偏误(%)	误差削减(%)	t 检验	
		处理组	对照组			t	P
Agdp	匹配前	53040.00	40974.00	8.10	—	2.21	0.02
	匹配后	46572.00	45628.00	0.60	92.20	0.78	0.43
Inf	匹配前	1248.90	1098.40	6.60	—	1.95	0.05
	匹配后	1247.60	1391.40	-6.30	4.50	-1.48	0.14
Fdi	匹配前	2.58	2.21	9.40	—	2.76	0.00
	匹配后	2.59	2.89	-7.60	19.80	-1.62	0.11
Peo	匹配前	498.92	375.90	38.70	—	10.90	0.00
	匹配后	493.87	488.98	1.50	96.00	0.42	0.68
Edu	匹配前	1201.70	1240.00	-3.60	—	2.02	0.04
	匹配后	1199.10	1110.40	0.00	99.20	-1.13	0.26
Ind	匹配前	314.32	48.10	7.40	—	2.03	0.04
	匹配后	48.16	49.23	0.00	99.80	-1.86	0.38

误小于 10%,且 t 检验的结果不拒绝处理组与对照组无系统差异的原假设。

倾向得分匹配还需满足共同支撑条件,为提高样本匹配质量、增加倾向得分匹配估计的有效性,进一步检验处理组和对对照组倾向得分的重合区域,从图 1 可以直观看出,大多数样本在共同取值范围内,分布近似服从正态分布。为保证匹配的质量,剔除少量不满足共同趋势的观测值,仅使用匹配上的样本估计高铁效应。

最后,基于 2007—2018 年不同政策年份检验高铁开通城市与高铁未开通城市之间是否满足平行趋势假设^①。Inq、Inv 和 Prd 三组检验结果表明,各协变量在处理组和对对照组间具备良好的平行性,佐证了本文选取的匹配方法和协变量是合适的。

(二)高铁开通对城市创新数量与质量的影响

本文基于倾向得分匹配后的样本结果根据式(1)进行实证研究,估计结果见表 3。其中,模型(1)报告了高铁开通对城市创新数量水平的影响效应;模型(2)和模型(3)分别为基于高质量创新和低质量创新样本的估计结果。结果表明,虚拟交互项 DID(City×Year)的估计系数显著为正,即高铁开通对城市创新数量和质量均有显著影响,其中对高质量创新影响最为明显。城市的经济发展水平、信息化水平、对外开放程度、城市规模和科教支出都会刺激城市加快创新,但主要促进的是低质量创新。就工业化水平分析,第二产业占 GDP 比重越大,城市创新数量和低质量创新越多,但高质量创新的估计系数显著为负说明这类创新要素主要集聚

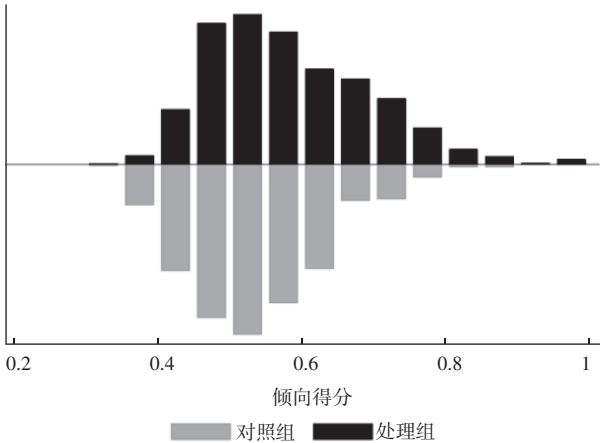


图1 倾向得分的共同取值范围

表3 高铁开通对城市创新水平影响的基准回归结果

变量类型	Inq	Inv	Prd	变量类型	Inq	Inv	Prd
	(1)	(2)	(3)		(1)	(2)	(3)
DID	0.446*** (0.034)	0.551** (0.051)	0.182*** (0.058)	DID_2011	0.081*** (0.041)	0.258** (0.051)	0.0969*** (0.042)
lnAgdp	0.054*** (0.052)	0.015** (0.039)	0.227*** (0.053)	DID_2012	0.260*** (0.045)	0.596*** (0.056)	0.222*** (0.047)
Fdi	0.002* (0.005)	0.006 (0.002)	0.003* (0.006)	DID_2013	0.062 (0.517)	0.721*** (0.064)	0.693*** (0.046)
Ind	0.008*** (0.002)	-0.006*** (0.003)	0.016*** (0.003)	DID_2014	0.151*** (0.055)	0.804* (0.070)	0.291** (0.053)
lnInf	0.224*** (0.032)	0.007* (0.018)	0.092*** (0.032)	DID_2015	0.057*** (0.059)	0.836*** (0.019)	0.0143*** (0.042)
lnPeo	0.121*** (0.037)	0.085** (0.031)	0.401*** (0.036)	DID_2016	0.191** (0.063)	0.513*** (0.082)	0.244** (0.075)
lnEdu	0.151*** (0.034)	0.036* (0.019)	0.093*** (0.034)	DID_2017	0.159*** (0.070)	0.520*** (0.088)	0.043*** (0.014)
DID_2008	0.212*** (0.023)	0.272* (0.037)	0.208*** (0.024)	DID_2018	0.417*** (0.072)	0.570*** (0.093)	0.040** (0.026)
DID_2009	0.434*** (0.030)	0.611*** (0.038)	0.416*** (0.031)	R ²	0.41	0.82	0.79
DID_2010	0.824*** (0.056)	0.751** (0.046)	0.841*** (0.034)				

注:括号内为聚类稳健标准误;***、**和*分别表示在 1%、5% 和 10% 水平上显著。

① 因篇幅所限,此处并未报告检验结果。

在服务制造业。进一步探讨高铁开通对城市创新的时间效应,实证结果显示,高铁开通后的3年,创新水平的正效应逐年增加,但第4年开始这种促进效应呈现逐渐下降的趋势。因此判断高铁开通会促进城市创新数量和质量的提高,但高铁效应具有时滞性,并且随着高铁开通时间的增加表现出先升后降的趋势。

(三)高铁开通影响城市创新质量的异质性分析

以往文献多以东中西地区划分方式做异质性检验,高铁大多对人口稠密、经济发达的中东部城市具有正向影响,而在西部地区即使设站也会导致创新要素被经济发达地区虹吸,这一结论因考察维度有待检验。本研究认为,城市常住人口的规模,在达到一定规模后会限制高铁对成市场新数量和质量的进一步发展。本文取样了285座城市用于研究,并按照人口规模划分为小城市、中等城市和大城市,小中型城市的最大人口数量分别是50万、100万,100万人口以上的为大城市。表4~表6估计了不同城市规模下高铁建设对于城市创新水平影响值。

表4 高铁开通对小城市创新水平的估计结果

变量类型	<i>Inq</i>		<i>Inv</i>		<i>Prd</i>	
	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
<i>DID</i>	0.383** (0.646)	0.465** (0.691)	0.328*** (0.575)	0.323*** (0.178)	0.717* (0.899)	0.764** (0.331)
控制变量	否	是	否	是	否	是
固定效应	是	是	是	是	是	是
<i>R</i> ²	0.41	0.60	0.27	0.78	0.35	0.59

注:括号内为聚类稳健标准误;***、**和*分别表示在1%、5%和10%水平上显著。

表5 高铁开通对中等城市创新水平的估计结果

变量类型	<i>Inq</i>		<i>Inv</i>		<i>Prd</i>	
	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)
<i>DID</i>	0.280*** (0.557)	0.375*** (0.462)	0.240*** (0.478)	0.327*** (0.508)	0.312* (0.576)	0.475** (0.464)
控制变量	否	是	否	是	否	是
固定效应	是	是	是	是	是	是
<i>R</i> ²	0.15	0.44	0.26	0.48	0.24	0.43

注:括号内为聚类稳健标准误;***、**和*分别表示在1%、5%和10%水平上显著。

表6 高铁开通对人口超过100万城市创新水平的估计结果

变量类型	<i>Inq</i>		<i>Inv</i>		<i>Prd</i>	
	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)	(21)
<i>DID</i>	0.691*** (0.058)	0.773*** (0.061)	0.545*** (0.066)	0.688*** (0.067)	0.191*** (0.058)	0.204*** (0.01)
控制变量	否	是	否	是	否	是
固定效应	是	是	是	是	是	是
<i>R</i> ²	0.25	0.42	0.29	0.47	0.25	0.41

注:括号内为聚类稳健标准误;***、**和*分别表示在1%、5%和10%水平上显著。

高铁开通对城市创新的异质性分析结果表明,不论是创新数量还是创新质量,基本都是显著为正。城市开通高铁对大城市及以上规模城市创新极为有利,特别是高质量创新,这说明人口超过100万城市对周边城市的“虹吸效应”仍然存在,高铁开通促进了创新要素流向中心城市,加快了城市创新发展。特别地,小城市受高铁开通的影响十分显著,相比中等城市,高铁开通对小城市低质量创新的促进效应更大。大城市创新要素积累较为丰富,高铁对于城市创新能力的提升更多的体现在创新活动开展方面,而小城市活动开展能力有限,主要依托高铁完成创新要素积累。

(四)高铁开通影响城市创新质量的机制检验

有关于信息技术发展和高铁建设同时作用的前提下,是否会提升城市的创新能力的争论较多。部分学者认为二者并无相互作用,对双方而言起到的均是限制作用,甚至在一方优势较为明显的情况下会出现替代现象(黄张凯等,2016),对信息流动随着高铁铺设率的提升进一步加快的结论持怀疑态度。但与此同时,也

有学者认为交通基础设施与通信技术的共同发展,强化了城市之间的联系(程利莎等,2017),通过加快人才流动和知识溢出,对信息传播和创新活动开展有不可替代的作用(王雨飞和倪鹏飞,2016)。为研究两者的交互作用是否对城市创新能力提升有影响,有什么样的影响,本文在基准模型的基础上新加入通信基础设施代理变量(人均邮电业务总量)与高速铁路是否开通(滞后一期)的交互项,进一步做机制验证。

表7回归结果中,引入 $DID \times \ln Inf$ 的交互项后,对城市创新无论是数量还是质量均产生显著的正向效应,且 DID 系数明显下降,说明高铁开通与通信基础设施建设之间存在强互补关系,两者的交互作用极大地激发了城市创新水平。现代通信技术可以实现知识共享,而高铁开通基于面对面交流加快创新要素流动进而促进城市创新发展。

从前文基准实证结果中发现科教支出对城市创新活动影响非常明显,教育投入作为优化创新环境的重要手段(余永泽,2011),是否会随高铁开通激发更多更优的创新产出?表8加入了高铁开通与人均科教支出的乘积项进一步验证高铁与教育投入的交互作用。结果发现: $DID \times \ln Edu$ 对创新数量和质量的影响均呈显著正向效应,同样 DID 系数不再显著。高铁开通促进高素质人才流动和教育投入,城市创新环境的改善激发了创新活动由低质量到高质量创新转变。

表7 引入高铁与通信基础设施交互项模型回归结果

变量类型	$\ln q$	$\ln v$	Prd
	(22)	(23)	(24)
DID	0.046(0.481)	-0.542(0.526)	0.155(0.481)
$\ln Inf$	0.173*(0.249)	0.176**(0.151)	0.183*(0.258)
$DID \times \ln Inf$	0.180*** (0.028)	0.296*** (0.076)	0.215*** (0.070)
其他控制变量	是	是	是
R^2	0.41	0.46	0.51

注:括号内为聚类稳健标准误;***、**和*分别表示在1%、5%和10%水平上显著。

表8 引入高铁与科教支出交互项模型回归结果

变量类型	$\ln q$	$\ln v$	Prd
	(25)	(26)	(27)
DID	0.050(0.508)	0.019(0.561)	0.066(0.505)
$\ln Edu$	0.161*(0.434)	0.123*(0.397)	0.169*(0.153)
$DID \times \ln Edu$	0.495*** (0.071)	0.323*** (0.078)	0.642*** (0.036)
其他控制变量	是	是	是
R^2	0.51	0.46	0.39

注:括号内为聚类稳健标准误;***、**和*分别表示在1%、5%和10%水平上显著。

(五)稳健性检验

本文主要从变换倾向得分匹配方法和删除省会城市样本两方面对前述实证结果的稳健性进行检验。

为增强匹配结果的稳健性,除 k 近邻匹配法外,分别新增半径卡尺匹配法、核匹配法、样条匹配法、马氏匹配法对全样本进行倾向值匹配,限于篇幅,仅报告处理效应 DID 的估计结果,表9稳健性检验支持了上述研究结果。

省会城市经济发展水平和创新活动一般高于非省会城市,政策制定部门对高铁设站的决策也受是否是省会城市的影响。为保证研究结果的稳健性,在全样本中剔除省会城市,进一步估计高铁开通对城市创新数量和质量的影响。表10结果显示:高铁开通对创新数量和质量均表现显著的正向效应,进一步增强了实证结果的稳健性。

表9 基于不同倾向得分匹配法的稳健性检验

变量类型	半径卡尺匹配	核匹配	样条匹配	马氏匹配
$\ln q$	0.323*** (0.051)	0.241*** (0.019)	0.181*** (0.03)	0.046*** (0.059)
$\ln v$	0.446** (0.351)	0.251** (0.219)	0.322 (0.730)	0.139*** (0.059)
$\ln v$	0.217*** (0.081)	0.351* (0.419)	0.309 (0.832)	0.036** (0.259)

注:括号内为聚类稳健标准误;***、**和*分别表示在1%、5%和10%水平上显著。

表 10 基于非省会城市的稳健性检验

变量类型	<i>Inq</i>		<i>Inv</i>		<i>Prd</i>	
	(28)	(29)	(30)	(31)	(32)	(33)
<i>DID</i>	0.551*** (0.059)	0.683*** (0.061)	0.545*** (0.046)	0.618*** (0.057)	0.131*** (0.028)	0.194*** (0.011)
控制变量	否	是	否	是	否	是
固定效应	是	是	是	是	是	是
<i>R</i> ²	0.35	0.52	0.38	0.45	0.35	0.46

注:括号内为聚类稳健标准误;***、**和*分别表示在 1%、5% 和 10% 水平上显著。

五、结论与建议

高铁以加速区域间人员流动为基础,带动了高铁沿线及周边城市的科技、金融、信息等高新技术产业的创新发展,为城市创新环境优化和创新能力提升提供了必要的支持和保障。本文的主要结论与政策建议如下。

第一,高铁开通对城市创新数量的提高起到了非常显著的作用,质量维度上高质量创新的提升尤为明显。高铁开通效应具有一定的时滞性,表现出“先升后降”的趋势。基于发展经济提升创新能力的目的,尤其是高铁网络尚未覆盖的或所在区域覆盖密度较小的城市,应增加在高铁建设方面的投入力度,为今后的创新创业发展之路打好坚实的基础。

第二,高铁建设对于城市人口数量在 100 万以上城市的创新数量和创新质量的影响程度最深,人口过少的城市人员流动性不够,人口过多的城市聚集效应会负作用于城市的创新数量和质量。高铁开通对小城市实用新型和外观设计授权量的提升较大,但高质量创新效果不明显。因此,小中城市的创新个体应充分利用高铁开通的知识溢出效应,积极引进和学习其他先进城市的技术并提高自身创新能力。

第三,通过研究高铁开通对城市创新质量影响的机制检验,可以得出以下结论:①高铁网络建设和通信基础设施建设,对城市创新能力的提升均有正面促进作用,且二者相互依托互相促进;②高铁网络建设有助于提升教育投入对城市创新能力的影响。政府在相关政策的颁布实施上,应以人才为导向,以科技创新投入为手段,以创新能力提升为导向,以经济发展为目标,不断完善城市创新发展规划,提升城市创新成果数量和质量。

参考文献

- [1] 卞元超, 吴丽华, 白俊红, 2019. 高铁开通是否促进了区域创新?[J]. 金融研究(6): 132-149.
- [2] 程利莎, 王士君, 杨冉, 2017. 基于交通与信息流的哈长城市群空间网络结构[J]. 经济地理(5): 74-80.
- [3] 杜兴强, 彭妙薇, 2017. 高铁开通会促进企业高级人才的流动吗?[J]. 经济管理, 39(12): 89-107.
- [4] 郭立宏, 冯婷, 2019. 高铁开通能促进区域技术创新吗——基于 255 个地级市面板数据的实证分析[J]. 现代经济探讨(2): 127-132.
- [5] 郭进, 白俊红, 2019. 高速铁路建设如何带动企业的创新发展——基于 Face-to-Face 理论的实证检验[J]. 经济理论与经济管理(5): 60-74.
- [6] 黄张凯, 刘津宇, 马光荣, 2016. 地理位置、高铁与信息: 来自中国 IPO 市场的证据[J]. 世界经济(10): 127-149.
- [7] 梁双陆, 梁巧玲, 2016. 交通基础设施的产业创新效应研究: 基于中国省域空间面板模型的分析[J]. 山西财经大学学报(7): 60-72.
- [8] 林善浪, 张惠萍, 2011. 通达性、区位选择与信息服务业集聚: 以上海为例[J]. 财贸经济(5): 106-114.
- [9] 林晓言, 石中和, 罗桑, 等, 2015. 高速铁路对城市人才吸引力的影响分析[J]. 北京交通大学学报(社会科学版), 14(3): 7-16.
- [10] 龙玉, 赵海龙, 张新德, 等, 2017. 时空压缩下的风险投资——高铁通车与风险投资区域变化[J]. 经济研究, 52(4): 195-208.
- [11] 王雨飞, 倪鹏飞, 2016. 高速铁路影响下的经济增长溢出与区域空间优化[J]. 中国工业经济(2): 21-36.
- [12] 魏守华, 吴贵生, 吕新雷, 2010. 区域创新能力的影响因素——兼评我国创新能力的地区差距[J]. 中国软科学(9): 76-85.
- [13] 余永泽, 2011. 创新要素集聚、政府支持与科技创新效率——基于省域数据的空间面板计量分析[J]. 经济评论(2): 93-101.
- [14] 余永泽, 庄海涛, 刘大勇, 等, 2019. 高铁开通是否加速了技术创新外溢? ——来自中国 230 个地级市的证据[J]. 财经研究(11): 20-31.
- [15] 张学良, 2012. 中国交通基础设施促进了区域经济增长吗——兼论交通基础设施的空间溢出效应[J]. 中国社会科学(3): 60-77.
- [16] 朱桃杏, 陆军, 2015. 高铁对区域科技创新协调的作用机制与效率分析[J]. 科技进步与对策(6): 51-54.

- [17] ACEMOGLU D, JACOB M, JAMES A, 2016. Robinson state capacity and American technology: Evidence from the Nineteenth Century[J]. American Economic Review: Papers & Proceedings, 106(5): 61-67.
- [18] AGRAWAL A, GALASSO A, OETTL A, 2017. Roads and innovation[J]. Review of Economics and Statistics, 99(3): 417-434.
- [19] CHEN C L, VICKERMAN R, 2017. Can transport infrastructure change regions' economic fortunes? Some evidence from Europe and China[J]. Regional Studies, 51(1): 1-17.
- [20] HIPPEL V, 1994. Sticky information and the locus of problem solving: Implications for innovation[J]. Management Science, 40(4): 429-439.

The Impact of High Speed Rail Opening on City Innovation Quality: Empirical Research Based on PSM-DID Model

Zheng Cailing, Zhang Jitong

(School of Business, Nanjing Normal University, Nanjing 210023, China)

Abstract: Based on panel data of 285 cities in China from 2007 to 2018, high-quality innovations and low-quality innovations are represented by invention patent applications and practical design patent applications. The PSM-DID method is used to study the impact of high-speed rail on urban innovation quality. The opening of the high-speed railway can accelerate the flow of innovation elements and optimize the innovation environment, thereby promoting the improvement of the quantity and quality of urban innovation. And this role takes the city size as the main factor, showing the heterogeneity among cities. The opening of high-speed rail has the most significant impact on innovation activities in large cities, stimulating low-quality innovation in small cities. The high-speed rail's influence on information dissemination has not been weakened by the development of communication technology, and the impact of science and education expenditure on the city's innovation ability has increased with the opening of the high-speed rail. The high-speed rail effect shows a trend of "rising first and then descending". Cities with low road network density need to continue to invest in the construction of high-speed rail facilities. Innovative individuals should make full use of the spillover effect of high-speed rail opening and actively improve their own innovation level.

Keywords: high-speed rail opening; innovation quality; innovation environment; PSM-DID