

doi:10.19920/j.cnki.jmsc.2026.07.004

重大工程如何赋能技术转移^①

——来自中国高铁建设的证据

孙大鑫¹, 曾赛星^{2*}

(1. 南京大学工程管理学院, 南京 210093; 2. 上海交通大学安泰经济与管理学院, 上海 200030)

摘要: 重大交通基础设施的建设是重塑区域经济格局的关键力量,然而其对企业微观技术交易行为的影响机制尚未被充分揭示.本研究以中国高铁建设作为一项准自然实验,深入探讨了其对企业技术转移模式的差异化影响.基于2000年—2023年中国上市公司专利交易数据,本研究发现,高铁连通显著促进了企业的专利许可活动,但对专利转让的影响并不显著.这一发现凸显了高铁的效应集中于需要深度协作的技术交易,其核心机制在于:高铁带来的时空收敛,一方面有效降低了交易前关于技术质量的信息不对称,另一方面显著减少了交易后技术商业化过程中的协调与监控成本.进一步的机制分析表明,高铁的促进作用对于技术声誉低、市场关注少、行业竞争不充分的企业尤为显著,体现了其对正式市场信号的“替代”效应;同时,该效应在技术复杂度低、民营隶属、非创新集群区位的企业中更为突出,印证了高铁在支持隐性知识传递与协调中的独特价值.本研究从技术交易多阶段与交易成本异质性的微观视角,揭示了重大基础设施影响创新扩散的新路径,并为理解其如何赋能技术市场提供了深刻启示.

关键词: 重大工程; 高速铁路; 创新扩散; 技术转移; 专利许可; 专利转让

中图分类号: C936; F273; F281 **文献标识码:** A **文章编号:** 1007-9807(2026)07-0049-16

0 引言

重大基础设施工程(以下简称:重大工程)不仅是物质资本的密集投入^[1],更是重塑国家创新系统的关键力量^[2-4].作为典型的网络型基础设施,高速铁路(HSR)通过显著的“时空压缩”效应,加速了劳动力、资本与信息等创新要素的跨区域流动^[5].然而,既有关于高铁创新效应的研究多聚焦于“创新创造”阶段(如专利申请量、研发合作),包括组织知识产出^[6,7]、合作网络演化^[8]和产学研联盟^[9];却相对忽视了“创新扩散”阶段,即已产生的技术成果如何通过市场化机制实现商业价值.事实上,创新驱动战略的成功不仅取决于实验室中的原始发明,更取决于技术市场能否高效地将这些成果配置到应用端.

技术市场中的交易(如专利许可与转让)兼具“知识密集”与“契约密集”的双重属性^[10-12],面临着严重的信息不对称与道德风险.地理距离往往被视为阻碍技术供需匹配的天然屏障.尽管数字化技术降低了信息传输成本,但对于非编码的隐性知识而言,面对面的交流依然是建立信任、传递复杂信息的不可替代渠道^[5,13,14].这就引出了本研究的核心研究问题:高铁所引致的地理邻近性,是均质地促进了所有类型的技术交易,还是会因交易模式的成本结构差异而呈现“特异性”影响?

具体而言,专利转让通常是一次性的产权交割,而专利许可则涉及长期的技术指导与收益分成,后者对事后监督与持续互动的需求远高于前

① 收稿日期: 2021-09-16; 修订日期: 2026-02-12.

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(72401126; 72394375); 教育部人文社会科学青年基金资助项目(23YJC630152).

通讯作者: 曾赛星(1966—),男,安徽安庆人,博士,教授,博士生导师. Email: zengsaixing@sjtu.edu.cn

者. 基于此, 本研究以中国高铁建设为准自然实验, 利用 2000 年—2023 年上市公司专利交易数据, 深入探究高铁开通对企业技术转移策略(许可 vs 转让)的差异化影响. 本研究进一步从交易成本经济学视角出发, 识别了高铁发挥作用的两条微观路径: 一是克服事前信息不对称, 即高铁提供的“面对面验证”机会能否替代传统的市场信号(如声誉、透明度、行业竞争); 二是降低事后协调成本, 即高铁能否帮助缺乏正式协调机制的主体(技术隔离型、民营企业、非核心区企业)更低成本地接入技术网络.

本研究的边际贡献主要体现在三个方面: 第一, 研究视角的延伸. 将重大基础设施的创新效应研究从“知识创造”拓展至“知识扩散”环节, 证实了高铁不仅是研发活动的加速器, 更是技术商业化的润滑剂. 第二, 微观机制的解构. 不同于以往笼统的“溢出效应”分析, 本研究基于契约理论区分了“许可”与“转让”的异质性逻辑, 揭示了高铁主要通过降低高沟通依赖型交易(许可)的摩擦成本来促进技术转移, 而非简单的总量扩张. 第三, 情境依赖的发现. 本研究厘清了交通基础设施与市场机制的互动关系, 发现高铁在市场信号微弱和正式协调机制支持不足的情境下具有更强的边际效应, 发挥了关键的“替代”与“补短板”功能.

1 文献综述

1.1 地理邻近性与知识溢出

地理邻近性通过降低沟通成本促进知识交流^[15]. 传统创新地理研究强调物理共址(co-location)对创新绩效的积极影响, 认为共址便于企业间的观察模仿、资源共享及非正式社交互动^[16], 这种溢出效应对于位于创新中心的企业尤为显著^[17]. 近期文献进一步指出, 地理邻近性是多维且动态的^[18, 19], 交通技术的进步(如高铁)能够通过提升空间可达性实现“可达性”的邻近^[5, 14, 20]. 这种基于可达性的邻近性不仅降低了寻找合作伙伴的搜寻成本^[21], 还通过支持高频次的临时互动^[22], 促进了跨地理边界的资源互补与合作监督^[5].

1.2 技术交易多阶段与异质性成本

与纯粹的知识溢出不同, 技术商业化涉及复杂的合同安排^[23, 10-12]. 现有研究表明, 技术转移受技术特征(如通用性与价值)^[24]、组织因素(如规模与战略)^[25]以及制度环境(如市场竞争与知识产权保护)的多重影响^[26, 27].

本研究认为, 地理邻近性对技术交易的影响机制可从事前信息不对称与事后协调成本两个阶段进行解析. 第一, 事前阶段. 技术交易高度依赖隐性信息, 而此类信息通常具有地理粘性且难以编码^[22]. 尤其对于高质量或突破性发明, 其复杂性使得潜在买方难以仅凭专利文档评估价值^[19, 28]. 地理邻近性有助于通过面对面交流传递隐性知识, 缓解信息不对称, 从而促进交易达成^[29]. 第二, 事后阶段. 即便合同签署, 将早期技术转化为成熟产品仍需持续的研发投入与原发明者的支持^[30]. 这一过程涉及大量试错与隐性知识的再传递, 要求双方保持高频沟通与协调^[31]. 高铁带来的时空压缩效应, 便于双方技术团队进行频繁的面对面互动, 从而有效降低了技术磨合与二次开发的协调成本^[11].

2 理论与假设

技术交易不仅受收益与战略动机驱动^[32], 更面临交易细节的不确定性和技术应用场景的信息不对称性^[33]. 这些障碍的克服高度依赖交易双方频繁的信息交换与面对面互动^[34].

专利许可与转让作为技术交易的两种基本形式, 其核心差异在于后续合作的深度与周期^[11, 35, 36]. 专利转让本质上是所有权的完全转移, 具有显著的一次性特征^[12]. 其交易重心集中在事前阶段, 即解决因技术隐性特征导致的信息不对称, 以完成价值评估与议价. 一旦交割完成, 双方通常无需深度互动. 相比之下, 专利许可仅授权使用权, 天然构建了一个长期合作框架^[30]. 它不仅包含复杂的事前协商, 更延伸至充满不确定性的事后阶段. 在此阶段, 被许可方需将技术整合入生产流程, 这往往要求许可方提供持续的技术支持与隐性知识传递^[10].

高铁开通通过提升空间可达性, 从两个机制

影响技术交易,且对许可的促进作用更为显著.首先,在事前阶段,高铁降低了跨区域搜寻与沟通成本^[37],便利了双方对技术隐性知识的面对面交流^[38],从而缓解了“柠檬市场”问题^[39].这对许可和转让的达成均有裨益.其次,在事后阶段,这是二者分化的关键.许可技术往往处于未完全开发状态,商业化成功依赖于持续的试错与协作^[30].高铁带来的“临时性地理邻近”为高频次的面对面会议提供了低成本渠道^[40],有效降低了远程协作中的协调与监控成本^[9, 22].

综上,高铁带来的出行便利对于转让交易的价值主要体现在签约前的一次性考察;而对于许可交易,其价值贯穿于长达数年的合同期内,通过解决核心的协调难题产生更高的边际效益.据此,本研究提出基本假设.

H1 相较非高铁邻近企业,高铁城邻近企业在高铁开通后有更多的技术许可而非技术转让.

3 研究方法与设计

3.1 样本选择与数据采集

本研究选取 2000 年—2023 年沪深 A 股上市公司作为初始研究样本.将研究窗口起始年份设定为 2000 年,主要基于三方面考量:第一,数据质量方面,2000 年以前的上市公司年报及财务数据存在较多缺失;第二,专利行为方面,2000 年前中国企业的专利申请活动相对匮乏,样本变异度不足;第三,实证设计方面,中国首条时速 250 km 以上的高铁线路于 2008 年开通,选择 2000 年作为起点可确保有足够的时间跨度进行事前平行趋势检验.此外,为规避样本选择偏误,本研究剔除了在研究期间内未进行任何发明专利申请的企业,仅保留具备潜在技术转移能力的上市公司,最终锁定 3 010 家样本企业.

本研究的数据集构建主要整合了以下四个来源:首先,企业特征数据源自国泰安(CSMAR)数据库.该数据库提供了详尽的上市公司治理与财务信息^[41],本研究从中提取了企业年龄、行业分类、资产规模、研发投入及市场关注度等关键控制变量.其次,专利及技术交易数据通过多源匹配构建.本研究首先利用中国国家知识产权局(CNIPA)

的权威数据^[12, 41],获取了上市公司在 2000 年—2023 年间的全量专利申请记录(含申请日、发明人、引用信息等);随后,借助 IncoPat 全球专利数据库,提取了上述专利的历史许可与转让记录(含交易时间、交易对象等).通过申请号与公开号的精准匹配,构建了包含“企业—年度—专利”维度的微观技术转移面板.再次,城市宏观数据源自《中国城市统计年鉴》.本研究整理了上市公司注册地的城市经济指标,包括 GDP、产业结构(第二产业产值、第三产业产值)等,以控制地区经济发展水平对技术市场的异质性影响.最后,高铁开通数据手工整理自中国铁路总公司官网(www.12306.cn)及相关铁路公告,详细记录了各高铁线路的开通日期及途经站点.

在完成上述多源数据的匹配后,本研究剔除了关键变量缺失的样本,最终得到包含 3 010 家上市公司、29 877 个年度观测值的非平衡面板数据,样本覆盖全国 223 个地级市与 78 个细分行业.

3.2 变量测量

因变量,本研究选取专利许可(patent licensing)与专利转让(patent assignment)作为技术转移的代理变量.二者的核心差异在于:许可仅涉及使用权的授权,所有权仍归许可方,通常伴随持续的隐性知识交流与协作^[42];而转让则涉及所有权的彻底交割,属于一次性产权交易^[10-12](差异详见表 1).

表 1 专利许可与专利转让的区别

Table 1 Difference between patent license and assignment

区别维度	专利许可	专利转让
权利归属	专利权所有权不变,许可方保留所有权	专利权所有权发生转移,受让人成为专利权人
权利范围	被许可方获得有限使用权,受限地域、期限及用途	受让方获得专利权的全部权利,包括实施、许可、转让等
权利持续时间	有限期限,合同约定为准	永久性权利转移,除非另有约定或法律限制
法律手续	不需登记,但登记后对抗第三人有效	必须办理专利转让登记,登记后对抗第三人有效
控制权	专利权人保留对专利的控制权	专利权人失去对专利的控制权
经济利益实现方式	通过许可费或分成获得收益	通过一次性转让价款实现收益

为聚焦实质性创新成果,本研究仅统计发明专利,剔除技术含量相对较低的实用新型与外观设计专利.在计量处理上,主回归采用企业年度发明专利许可与转让数量的自然对数形式;稳健性检验中进一步使用了“是否发生交易”的虚拟变量及原始数量指标,结果保持一致.

自变量.现有文献多以行政区划(城市是否开通)界定高铁接入^[5, 43],这忽略了跨城通勤的可能性.为此,本研究创新性地构建基于地理距离阈值的接入指标^[44].具体而言,若上市公司注册地在特定地理半径内存在已开通的高铁站点,则定义为处理组($HSR = 1$),否则为控制组($HSR =$

0); $Post$ 为时间虚拟变量,高铁开通当年及之后取1,否则取0.核心解释变量即为二者的交互项 $HSR \times Post$.

控制变量.参考现有文献,本研究从专利、企业及城市三个维度选取控制变量.其中专利层面包括专利权利要求数($Patent\ Scope$)、发明团队规模($Team\ Size$)、专利家族数($Family\ Size$)、学术关联度($Research\ Links$)及累计专利存量($Prior\ Patents$);企业层面控制了企业年龄($Firm\ Age$)、企业规模($Firm\ Size$)、资产回报率(ROA)及研发费用率($R\&D$);城市层面则包含人均GDP及第二产业、第三产业占比.各变量的具体定义与测度方式详见表2.

表2 变量、定义和数据来源

Table 2 Variable, definition, and data source

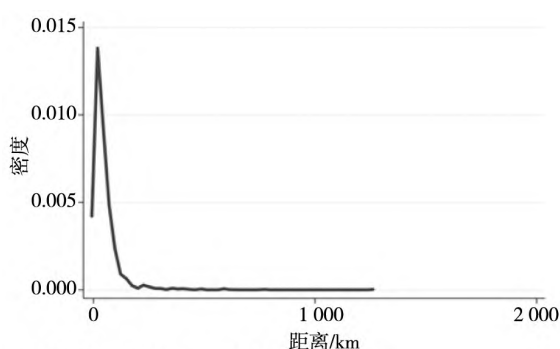
变量类别	变量名称	定义	数据来源
因变量	<i>Patent license</i>	发明专利的许可次数.	中国知识产权局, Incopat
	<i>Dummy of license</i>	虚拟变量,如果当年企业发生专利许可则取值为1,否则为0.	中国知识产权局, Incopat
	<i>Patent assignment</i>	发明专利的转让次数.	中国知识产权局, Incopat
	<i>Dummy of assignment</i>	虚拟变量,如果当年企业发生专利转让则取值为1,否则为0.	中国知识产权局, Incopat
自变量	$HSR \times Post$	虚拟变量,如果当年企业所在城市开通高铁则取值为1,否则为0.	中国铁路总公司
控制变量: 专利	<i>Patent scope</i>	当年企业所有专利权利要求数量的均值.	中国知识产权局
	<i>Team size</i>	当年企业所有专利发明人数量的均值.	中国知识产权局
	<i>Family size</i>	当年企业所有专利家族数量的均值.	中国知识产权局
	<i>Research links</i>	引用学术文献专利的比例.	中国知识产权局
	<i>Prior patents</i>	截止当年企业专利拥有量.	中国知识产权局
控制变量: 企业	<i>Firm age</i>	企业年龄(自然对数).	CSMAR
	<i>Firm size</i>	企业总资产(自然对数).	CSMAR
	<i>ROA</i>	资产回报率.	CSMAR
	<i>R&D</i>	研发费用率(研发支出/主营业务收入).	CSMAR
控制变量: 城市	<i>GDP</i>	城市人均GDP(自然对数).	中国城市统计年鉴
	<i>GDP_2%</i>	第二产业增加值占GDP的比重.	中国城市统计年鉴
	<i>GDP_3%</i>	第三产业增加值占GDP的比重.	中国城市统计年鉴

3.3 高铁邻近企业识别

本研究采用多期双重差分模型(Staggered DID)实证检验高铁开通对企业技术转移的影响^[21, 45].鉴于高铁建设主要源于中央统一规划,较少受单一企业意志影响,且不同城市开通时间存在差异,该模型能有效克服内生性问题并分离出净效应^[46].

在核心解释变量的构建上,关键在于界定企业是否“邻近”高铁网络.既有文献多采用固定距离(如30 km或50 km)或通勤时间作为划分标准.为兼顾中国地理分布的异质性与样本覆盖的全面性,本研究借鉴前人研究思路^[47, 48],采用数据驱动的分佈阈值法进行识别.

首先,利用CSMAR与高铁数据库测算全样本中城市中心到最近高铁站的直线距离,并选取该距离分布的第90百分位数作为核心阈值.计算结果显示该阈值为60 km(如图1所示,即覆盖了90%的样本城市).基于此,本研究定义:若上市公司注册地距离最近高铁站的直线距离在60 km以内,则归为处理组,视为实际接入高铁网络;反之则为对照组.处理时间定义为企业首次进入该60 km辐射范围的年份.这一界定方式既确保了处理组企业位于高铁辐射的有效经济圈内,又避免了人为设定固定阈值可能带来的主观偏差,从而增强了估计结果的稳健性.



核密度估计=埃帕内奇尼科夫, 带宽=7.184 9

图1 城市中心与高铁站地理距离密度图

Fig. 1 Kernel density plot of geographic distance between city centers and high-speed rail stations

3.4 计量模型设定

基于时间加权固定效应的 Staggered DID 作为基本的因果分析工具,本研究采用多维固定效应模型作为基准回归模型以控制不同维度固定效应,包含了行业固定效应、城市固定效应、企业固定效应和年份固定效应来控制行业内部、城市内部、企业内部不可观测且不随时间变化的变量以及时间趋势.参照创新地理经典文献的通行做法,专利成果的匹配到交易决策的执行需要一定的时间,并且滞后一期的面板可以部分缓解逆向因果的问题.因此,本研究将因变量和控制变量均进行了一年期滞后.基准回归模型设定如下.

$$PatentLicense_{i,j,k,t+1} = \alpha + \beta HSR_i \times Post_t + \gamma X_{i,j,k,t} + \varphi_i + \delta_j + \theta_k + \mu_t + \varepsilon_{i,j,k,t} \quad (2)$$

$$PatentAssignment_{i,j,k,t+1} = \alpha + \beta HSR_i \times Post_t + \gamma X_{i,j,k,t} + \varphi_i + \delta_j + \theta_k + \mu_t + \varepsilon_{i,j,k,t} \quad (3)$$

i, j, k, t 分别代指企业、城市、行业和年份. $PatentLicense_{i,j,k,t+1}$ 和 $PatentAssignment_{i,j,k,t+1}$ 是本研究的两个核心因变量,分别是第 i 家企业在 k 行业、 j 城市、 $t+1$ 年的专利许可和转让的数量,这里采用对数的形式.本研究的自变量是企业是否受到高铁网络的影响,本研究用 DID 的交互项 $HSR_i \times Post_t$ 来表示,其中 HSR_i 表示企业是否在研究期间内有邻近高铁站(距离企业 60 km 以内)开通,如果是,则取值为 1,否则为 0. $Post_t$ 则是是否在邻近高铁站开通及以后,是则为 1,否则为 0. $X_{i,j,k,t}$ 是一系列随时间变化的控制变量. δ_j 代表城市固定效应, θ_k 代表行业固定效应, φ_i 代表企业固定效应,

μ_t 代表时间固定效应, $\varepsilon_{i,j,k,t}$ 代表误差项.

3.5 平行趋势检验

鉴于高铁开通具有多期渐进特征,且处理效应可能随时间与组别变化,传统双向固定效应模型(TWFE)可能因“负权重”问题产生估计偏差.为此,本研究采用 Callaway 和 Sant'Anna 提出的 CSDID 方法进行稳健估计^[49].该方法通过构建“组别-时间平均处理效应”(Group-Time ATT)并选取未处理组作为对照,有效解决了异质性处理效应带来的偏误.

图2和图3展示了基于CSDID方法的动态效应估计结果.在企业接入高铁网络之前(pre-treatment),所有估计系数的置信区间均包含零,表明处理组与控制组在事前不存在显著差异,满足平行趋势假设.而在接入高铁后,专利许可系数显著为正且呈上升趋势,专利转让虽有提升但幅度较小.附录中概率模型检验(附图3~附图4)亦呈现一致结果^②.

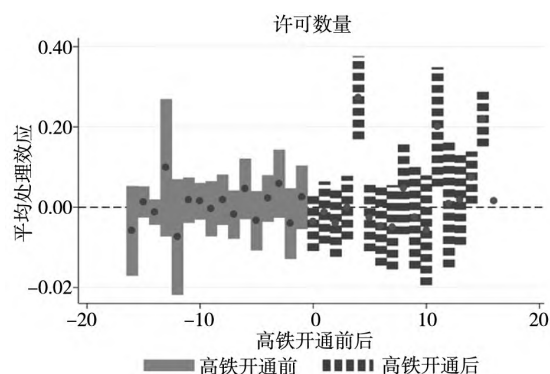


图2 高铁开通对于企业专利许可数量的CSDID动态效应

Fig. 2 Dynamic effects of CSDID on the number of firm patent licenses following HSR connection

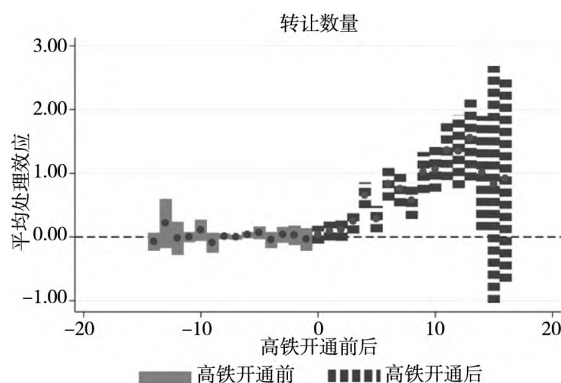


图3 高铁开通对于企业专利转让数量的CSDID动态效应

Fig. 3 Dynamic effects of CSDID on the number of firm patent assignments following HSR connection

② 附录可以向作者索取。

此外,图4和图5直观展示了2000年—2023年的原始趋势.在2008年首条高铁开通前,两组企业的技术转移趋势高度重合;2008年后,高铁邻近企业的增长轨迹明显陡峭于非邻近企业.这种随时间扩大的差异,既反映了交通通达性带来的直接红利,也体现了创新资源向高铁沿线集聚的长期累积效应.

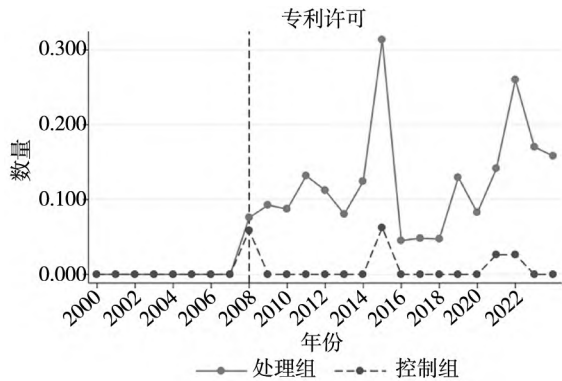


图4 处理组和控制组企业专利许可趋势

Fig. 4 Trends in patent licensing for treatment and control group firms

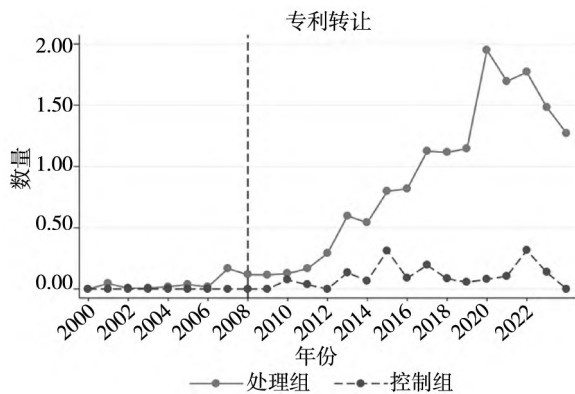


图5 处理组和控制组企业专利转让趋势

Fig. 5 Trends in patent assignment for treatment and control group firms

4 研究结果与分析

4.1 描述性统计分析

附录附表1展示了研究样本的行业分布,转移许可与转让集中于创新频发的制造业领域,说明制造业对于专利转让的需求远远高于其他行业.附录附表2展示了研究样本的区域分布,总体而言,广东、北京和江苏三地排名前三,拥有最多

的专利交易上市公司、专利许可和转让数量.表3~表4是变量描述性统计和相关性矩阵,其中License和Assignment均值为0.03和0.17,最大值为6.07和6.02(对数形式),说明技术转让行为依然属于少数企业的“专利”.HSR均值为0.99,说明在样本研究期间有超过一半的样本企业在研究期间已经被接入高铁网络.

表3 描述性统计

Table 3 Descriptive statistics

变量	N	Mean	S. D.	Min	Max
Licenses	29 877	0.03	0.21	0.00	6.07
Dummy of license	29 877	0.02	0.14	0.00	1.00
Assignments	29 877	0.17	0.56	0.00	6.92
Dummy of assignment	29 877	0.12	0.32	0.00	1.00
HSR	29 877	0.99	0.10	0.00	1.00
Post	29 877	0.77	0.42	0.00	1.00
Technological reputation	28 957	0.04	0.12	0.00	1.00
HHI index	28 313	0.19	0.20	0.03	1.00
Transparency	22 934	1.98	0.65	1.00	4.00
Patent scope	29 877	5.28	4.72	0.00	41.00
Team size	29 877	2.94	3.00	0.00	31.57
Family size	29 877	1.03	1.13	0.00	51.39
Research links	29 877	0.15	0.26	0.00	1.00
Prior patents	29 877	1.37	1.41	0.00	8.99
Firm age	29 877	2.83	0.42	0.69	4.06
Firm size	29 877	22.01	1.40	16.01	31.28
ROA	29 877	0.05	0.07	-0.25	0.24
R&D	29 877	0.02	0.04	0.00	0.23
GDP	29 877	11.30	0.76	7.68	12.49
GDP_2%	29 877	0.41	0.12	0.14	0.91
GDP_3%	29 877	0.55	0.14	0.09	0.85

表 4 相关性系数
Table 4 Correlation coefficients

变量	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
(1) Licenses	1.000	—																			
(2) Dummy of license	0.849	1.000	—																		
(3) Assignments	0.126	0.095	1.000	—																	
(4) Dummy of assignment	0.077	0.070	0.822	1.000	—																
(5) HSR	0.009	0.007	0.020	0.020	1.000	—															
(6) Post	0.005	-0.006	0.097	0.109	0.236	1.000	—														
(7) Technological reputation	0.005	0.012	-0.013	-0.010	0.006	-0.074	1.000	—													
(8) HHI index	-0.017	-0.012	-0.047	-0.060	0.003	-0.014	0.279	1.000	—												
(9) Transparency	-0.027	-0.031	-0.069	-0.064	-0.027	-0.062	-0.034	0.002	1.000	—											
(10) Patent scope	0.079	0.074	0.187	0.192	0.037	0.239	0.025	-0.135	-0.157	1.000	—										
(11) Team size	0.043	0.052	0.107	0.132	0.007	0.119	0.077	-0.078	-0.114	0.574	1.000	—									
(12) Family size	0.050	0.056	0.104	0.114	0.014	0.100	0.043	-0.092	-0.137	0.636	0.464	1.000	—								
(13) Research links	0.025	0.030	0.043	0.062	-0.027	0.103	0.029	-0.062	-0.078	0.341	0.401	0.324	1.000	—							
(14) Prior patents	0.146	0.134	0.339	0.302	0.041	0.188	0.002	-0.117	-0.215	0.679	0.499	0.490	0.249	1.000	—						
(15) Firm age	0.006	-0.010	0.106	0.104	0.005	0.337	-0.037	-0.038	0.015	0.107	0.135	-0.020	0.058	0.109	1.000	—					
(16) Firm size	0.061	0.047	0.227	0.188	0.017	0.134	0.074	0.056	-0.219	0.119	0.190	0.036	0.051	0.276	0.303	1.000	—				
(17) ROA	-0.001	0.001	-0.001	0.001	-0.001	0.000	0.000	-0.004	-0.043	0.002	0.003	0.007	0.005	0.005	-0.009	-0.025	1.000	—			
(18) R&D	0.004	-0.011	0.106	0.106	0.032	0.198	-0.085	-0.145	0.020	0.252	0.077	0.083	0.027	0.204	0.176	-0.027	-0.023	1.000	—		
(19) GDP	0.022	0.009	0.124	0.128	0.134	0.590	-0.047	-0.009	-0.087	0.285	0.082	0.097	0.035	0.226	0.309	0.143	-0.002	0.289	1.000	—	
(20) GDP_2%	-0.017	0.001	-0.074	-0.070	-0.017	-0.304	0.019	-0.001	0.041	-0.139	-0.053	-0.018	-0.073	-0.080	-0.188	-0.141	0.008	-0.235	-0.347	1.000	—
(21) GDP_3%	0.025	0.008	0.088	0.085	0.083	0.387	-0.019	0.007	-0.060	0.180	0.036	0.037	0.056	0.114	0.178	0.131	-0.006	0.254	0.567	-0.940	1.000

4.2 基准回归结果

表 5 报告了多维固定效应模型的回归结果. 在严格控制了企业、城市层面的特征变量及多维固定效应后,第(3)列显示高铁开通显著促进了企业的专利许可活动($\beta = 0.011\ 1$, $p < 0.01$). 就经济意义而言,相对于样本均值(0.03 件),高铁开通使企业专利

许可量提升了约 37%. 相比之下,第(6)列结果表明高铁对专利转让的影响微弱且不显著. 这一鲜明的反差有力支持了本研究的核心逻辑:高铁的时空压缩效应主要赋能于沟通依赖度高、契约结构复杂的许可交易,而非一次性的产权转让. 此外,附录图 1 ~ 附录图 2 展示的空间分布特征亦佐证了这一结论.

表 5 基准回归结果

Table 5 Benchmark regression results

变量	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	专利许可	专利许可	专利许可	专利转让	专利转让	专利转让
<i>HSR × Post</i>	—	0.011 7 *** (0.004)	0.010 7 *** (0.004)	—	0.014 2 (0.009)	-0.001 1 (0.009)
<i>Patent scope</i>	0.000 0 (0.000)	—	0.000 0 (0.000)	-0.002 7 ** (0.001)	—	-0.002 7 ** (0.001)
<i>Team size</i>	-0.001 9 *** (0.001)		-0.001 9 *** (0.001)	-0.006 9 *** (0.002)		-0.006 9 *** (0.002)
<i>Family size</i>	-0.002 9 ** (0.001)		-0.002 9 ** (0.001)	-0.020 9 *** (0.005)		-0.020 9 *** (0.005)
<i>Research links</i>	0.005 9 (0.005)		0.006 1 (0.005)	0.000 1 (0.012)		0.000 1 (0.012)
<i>Prior patents</i>	0.013 9 *** (0.002)		0.014 0 *** (0.002)	0.053 1 *** (0.006)		0.053 1 *** (0.006)
<i>Firm age</i>	0.006 8 (0.011)		0.005 8 (0.011)	0.087 8 *** (0.032)		0.088 0 *** (0.032)
<i>Firmsize</i>	0.004 1 (0.003)		0.003 7 (0.003)	0.069 7 *** (0.006)		0.069 8 *** (0.006)
<i>ROA</i>	-0.021 6 (0.026)		-0.018 5 (0.026)	-0.021 5 (0.054)		-0.021 8 (0.054)
<i>R&D</i>	0.051 6 (0.069)		0.048 5 (0.069)	1.023 6 *** (0.166)		1.024 0 *** (0.167)
<i>GDP</i>	-0.015 6 (0.010)		-0.015 7 (0.010)	-0.012 9 (0.024)		-0.012 9 (0.024)
<i>GDP_2%</i>	0.178 0 * (0.095)		0.190 7 ** (0.095)	0.012 9 (0.190)		0.011 6 (0.190)
<i>GDP_3%</i>	0.160 0 (0.109)		0.167 1 (0.109)	0.095 2 (0.224)		0.094 4 (0.224)
<i>Constant</i>	-0.077 7 (0.141)	0.018 8 *** (0.003)	-0.081 3 (0.141)	-1.565 9 *** (0.321)	0.158 5 *** (0.007)	-1.565 5 *** (0.321)
<i>Observations</i>	29 877	29 877	29 877	29 877	29 877	29 877
<i>R²</i>	0.258 7	0.256 5	0.258 9	0.349 4	0.338 5	0.349 4

注: 括号内为稳健标准误; *、** 和 *** 分别表示在 10%、5% 和 1% 的水平上显著. 模型均控制了城市固定效应、行业固定效应、企业固定效应和年份固定效应.

4.3 内生性分析与稳健性检验

为缓解高铁选址非随机性可能引致的内生性问题,本研究参照现有文献^[50],选取 1962 年城市

历史铁路车站数量与当年全国钢铁产量的交互项作为工具变量. 两阶段最小二乘法(2SLS)的回归结果(详见附录表 3)显示,在控制潜在内生性后,

高铁邻近度对企业专利许可仍具有显著促进作用,而对专利转让无显著影响,基准结论依然成立。

此外,本研究还进行了一系列稳健性检验以确证结论的可靠性(详细结果见附录表4~附录表10):1)替换解释变量,以城市是否开通高铁的虚拟变量替代企业与高铁站的地理距离;2)调整滞后后期,分别检验高铁开通滞后二期至四期的长短期效应;3)替换回归模型,考虑到专利数据的计数特征,采用多维固定效应泊松(Poisson)模型重新估计;4)调整样本范围,分别在仅有专利交易记录、2008年前上市、制造业以及仅包含高铁城市等四个子样本中进行测试。上述所有检验结果均与主效应保持一致,表明本研究结论具有良好的稳健性。

4.4 机制分析

前文研究证实,高铁开通显著促进了企业的专利许可而非转让。为进一步揭示其内在机理,本研究将从“事前信息不对称”与“事后协调成本”两个维度进行检验。

4.4.1 事前信息不对称机制检验

技术交易具有高度的地域性与隐性特征^[51],地理邻近性带来的面对面交流是缓解事前信息不对称的关键。根据信号理论,在缺乏易于察觉的市场信号(如高声誉或高关注度)来降低不确定性时,交易双方对物理接触的需求更为迫切^[52]。若高铁确实通过降低信息搜寻成本促进了交易,那么这种效应在“市场信号”较弱的企业中应更为显著,即高铁表现出对市场信号的“替代效应”。本研究选取技术声誉、市场透明度和行业竞争三个维度进行检验。

第一,技术声誉(technological reputation)。创新声誉是传递技术质量的关键信号。高声誉的“明星企业”凭借广泛的引用记录即可消除买家疑虑,而缺乏声誉积累的新创企业则更依赖“走出去”或“请进来”的面对面路演来展示技术细节^[38]。本研究利用企业前五年的专利引用次数与行业均值之比衡量技术声誉^[32],并以中位数为界分组回归。表6第(1)列~第(2)列结果显示,在低技术声誉组,高铁连通($HSR \times Post$)的系数为0.009 2且在5%水平上显著($\beta = 0.009\ 2, p <$

0.05)。这表明,对于缺乏权威技术信号的企业,高铁使其专利许可数量比对照组高出约0.92%,以样本均值计算,相当于提升了约30.67%。相比之下,高声誉组系数不显著且幅度仅为低声誉组的四分之一。这证实了高铁提供的面对面交流有效替代了正式声誉信号,帮助“隐形冠军”打开了技术市场大门。

第二,市场透明度(market transparency)。市场关注度高的企业面临更强的外部监督与披露压力,其技术信息壁垒相对较低;而缺乏关注的企业难以向市场有效传递信号,更依赖线下实体渠道建立信任^[53]。本研究采用交易所年度信息披露考评结果,将评级为A设为高透明度,其余为低透明度。表6第(3)列~第(4)列显示,在低市场透明度组,高铁的促进效应更为强劲,系数为0.012 9($\beta^2 = 0.012\ 9, p < 0.05$)。这意味着高铁为信息不透明企业带来了约1.29%的额外增长,相当于将其平均许可水平提升了43%。此效应是高透明度组(系数为负且不显著)的十倍以上。这一反差印证了当传统披露渠道失效时,高铁构建的“线下验证”通道成为了技术交易的关键枢纽。

第三,行业竞争(industrial competition)。激烈的行业竞争会加速信息流动,使得技术价值与供应商信息更容易被买家获取^[54, 55];而在竞争较弱的“信息孤岛”行业,信息不对称更为严重,高铁打破地理隔阂的边际收益更高^[54]。本研究利用赫芬达尔指数(HHI)构建行业竞争度指标($1 - HHI$)并分组。表6第(5)列~第(6)列显示,在低行业竞争环境中,高铁的系数为0.013 3且在1%水平上高度显著($\beta^2 = 0.013\ 3, p < 0.01$),是所有机制中效应最强的。这相当于为这些处于低信息流动行业的企业带来了1.33%的专利许可增量,即44.33%的相对提升。而在高竞争组,系数为负且不显著。这表明,在信息自然流动不畅的市场中,高铁发挥了最大的“市场润滑”功能。

4.4.2 事后协调与监控机制检验

除了事前信息搜寻,技术交易的达成还受制于事后商业化过程中的协调与监控成本。对于缺乏正式制度支持或处于创新边缘的主体,高铁提供的非正式面对面沟通机制能有效降低这一成

本. 本研究引入技术复杂度、所有权结构和创新集群区位三个维度进行异质性检验.

表 6 事前交易信息不对称机制结果

Table 6 Results for the mechanism of ex-ante transaction information asymmetry

变量	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	高技术声誉	低技术声誉	高行业竞争	低行业竞争	高透明度	低透明度
<i>HSR × Post</i>	0.008 5	0.009 4 **	0.009 5	0.012 9 **	-0.034 6	0.012 8 ***
	(0.008)	(0.004)	(0.008)	(0.005)	(0.025)	(0.004)
<i>Patent scope</i>	-0.000 2	0.000 2	-0.000 4	0.000 7	0.003 0	-0.000 1
	(0.001)	(0.001)	(0.001)	(0.001)	(0.002)	(0.000)
<i>Team size</i>	-0.001 7 **	-0.000 9	-0.003 0 ***	-0.000 5	-0.003 6 *	-0.001 5 ***
	(0.001)	(0.001)	(0.001)	(0.001)	(0.002)	(0.001)
<i>Family size</i>	-0.002 9	-0.003 9	-0.000 4	-0.010 7 ***	-0.007 4 *	-0.003 7 **
	(0.002)	(0.002)	(0.002)	(0.002)	(0.004)	(0.002)
<i>Research links</i>	0.003 6	0.001 3	0.003 7	0.012 7 *	0.020 0	0.006 1
	(0.008)	(0.007)	(0.008)	(0.008)	(0.015)	(0.006)
<i>Prior patents</i>	0.014 9 ***	0.009 1 **	0.016 1 ***	0.011 6 ***	0.009 5	0.014 0 ***
	(0.003)	(0.004)	(0.004)	(0.003)	(0.007)	(0.003)
<i>Firm age</i>	0.038 9 *	-0.011 7	0.015 0	0.014 3	0.089 6	0.002 6
	(0.022)	(0.015)	(0.023)	(0.012)	(0.078)	(0.012)
<i>Firm size</i>	0.009 5 **	-0.002 8	0.002 2	0.004 9 *	-0.000 2	0.003 7
	(0.004)	(0.004)	(0.006)	(0.003)	(0.014)	(0.003)
<i>ROA</i>	-0.014 7	-0.016 2	-0.032 7	0.002 0	0.171 0	-0.015 4
	(0.042)	(0.035)	(0.052)	(0.023)	(0.157)	(0.027)
<i>R&D</i>	0.065 2	-0.098 3	0.148 2	-0.115 8	-0.177 2	0.098 5
	(0.089)	(0.106)	(0.105)	(0.076)	(0.274)	(0.076)
<i>GDP</i>	-0.027 7	-0.002 7	0.023 7	-0.029 9 ***	-0.095 4 *	-0.004 0
	(0.018)	(0.013)	(0.021)	(0.011)	(0.049)	(0.010)
<i>GDP_2%</i>	0.389 1 **	0.171 1 *	0.105 3	0.207 4 *	1.064 2	0.126 9 *
	(0.195)	(0.088)	(0.201)	(0.118)	(1.010)	(0.071)
<i>GDP_3%</i>	0.381 5 *	0.190 6 *	0.004 6	0.242 3 *	1.634 4	0.063 7
	(0.215)	(0.102)	(0.218)	(0.140)	(1.045)	(0.088)
<i>Constant</i>	-0.357 6	-0.043 0	-0.398 5	-0.021 5	-0.471 9	-0.125 0
	(0.248)	(0.169)	(0.280)	(0.170)	(1.014)	(0.131)
<i>Observations</i>	15 264	14 243	13 988	15 146	4 167	25 325
<i>R²</i>	0.319 1	0.298 9	0.277 0	0.328 8	0.470 7	0.272 1

注: 括号内为稳健标准误; *, ** 和 *** 分别表示在 10%、5% 和 1% 的水平上显著. 模型均控制了城市固定效应、行业固定效应、企业固定效应和年份固定效应.

第一, 技术复杂度 (technical complexity). 依据 Cohen 等的分类^[56], 制造业技术可分为离散型与复杂型^[57]. 前者模块化程度高, 后者则依赖多领域知识的深度整合. 表 7 第(1)列 ~ 第(2)列显示, 在离散型技术产业中, 高铁连通 (*HSR × Post*) 的系数为 0.015 4 且在 5% 水平上显著, 意味着专利许可数量提升了约 1.54%, 即平均水平上提升了超过一半. 相比之下, 复杂技术样本的系数为正

但不显著. 这一结果表明, 对于交易边界清晰的离散型技术, 高铁带来的搜寻与匹配效率提升发挥了主导作用; 而复杂技术面临的商业化壁垒可能超出了交通成本所能解决的范畴, 需要更深层次的长期研发联盟而非单纯的许可交易.

第二, 所有权结构 (ownership structure). 所有制结构决定了企业获取外部资源的渠道. 国有企业拥有制度化优势与政治资源, 而民营企业则更

依赖非正式的社交网络与信任关系^[41]。表 7 第 (3) 列 ~ 第 (4) 列显示, 在民营企业样本中, $HSR \times Post$ 的系数为 0.010 6 且显著 ($p < 0.05$), 意味着其专利许可活动增加约 1.06%, 相当于在平均水平上实现了“35.33%”的提升。相

比之下, 国有企业样本不显著。这一差异揭示了高铁的“补短板”效应: 高铁提供的低成本、高频次面对面交流渠道, 有效弥补了民营企业在正式制度资源上的不足, 成为其构建信任与协作网络的关键工具。

表 7 事后交易协调与监控机制结果

Table 7 Results for the mechanism of ex-post transaction coordination and monitoring

变量	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	技术复杂	技术隔离	国有	民营	创新集群	非创新集群
$HSR \times Post$	0.011 0	0.015 4 *	0.010 0	0.010 6 **	0.006 7	0.009 8 **
	(0.008)	(0.008)	(0.008)	(0.005)	(0.008)	(0.005)
$Patent\ scope$	0.000 6	-0.000 8	-0.000 7	0.000 4	-0.000 2	0.000 1
	(0.001)	(0.001)	(0.001)	(0.001)	(0.001)	(0.001)
$Team\ size$	-0.003 4 ***	-0.000 6	-0.000 7	-0.002 5 ***	-0.003 8 ***	-0.000 7
	(0.001)	(0.001)	(0.001)	(0.001)	(0.001)	(0.001)
$Family\ size$	-0.008 8 ***	-0.000 6	-0.007 8 **	-0.001 7	-0.005 6 ***	-0.000 3
	(0.003)	(0.002)	(0.003)	(0.002)	(0.002)	(0.002)
$Research\ links$	0.018 4	0.009 5	0.015 9 *	0.003 8	0.012 8	0.000 8
	(0.012)	(0.009)	(0.009)	(0.006)	(0.008)	(0.007)
$Prior\ patents$	0.015 9 ***	0.014 4 ***	0.017 3 ***	0.010 4 ***	0.021 2 ***	0.008 8 ***
	(0.004)	(0.004)	(0.004)	(0.003)	(0.004)	(0.003)
$Firm\ age$	0.017 6	0.013 1	-0.002 8	0.011 6	0.010 7	0.005 7
	(0.025)	(0.016)	(0.025)	(0.019)	(0.019)	(0.013)
$Firm\ size$	0.008 1	-0.000 3	0.003 7	0.003 0	0.004 7	0.003 6
	(0.008)	(0.003)	(0.003)	(0.004)	(0.003)	(0.004)
ROA	-0.071 7	0.044 5	0.008 6	-0.019 4	-0.086 4 *	0.026 0
	(0.063)	(0.031)	(0.033)	(0.038)	(0.047)	(0.030)
$R\&D$	0.030 7	-0.070 4	-0.358 5 ***	0.116 4	0.143 8	-0.091 4
	(0.167)	(0.119)	(0.093)	(0.091)	(0.098)	(0.078)
GDP	-0.027 7	-0.023 7 *	0.001 9	-0.007 9	0.015 0	-0.025 5 **
	(0.023)	(0.014)	(0.014)	(0.017)	(0.022)	(0.012)
$GDP_2\%$	0.367 2	0.210 4 *	0.251 0 *	0.053 9	-0.320 0	0.276 2 ***
	(0.246)	(0.114)	(0.143)	(0.172)	(0.481)	(0.098)
$GDP_3\%$	0.334 2	0.126 6	0.354 7 **	-0.066 2	-0.224 1	0.184 4
	(0.270)	(0.129)	(0.163)	(0.189)	(0.491)	(0.113)
$Constant$	-0.229 4	0.082 6	-0.377 7 *	0.016 4	-0.043 5	-0.023 0
	(0.339)	(0.155)	(0.214)	(0.238)	(0.439)	(0.166)
$Observations$	10 398	8 933	10 059	18 686	12 830	17 047
R^2	0.227 3	0.187 8	0.339 6	0.248 1	0.290 5	0.214 9

注：括号内为稳健标准误；*、**和*** 分别表示在 10%、5%和 1%的水平上显著。模型均控制了城市固定效应、行业固定效应、企业固定效应和年份固定效应。

第三, 创新集群区位 (innovation cluster location). 创新集群城市拥有丰富的本地技术资源与完善的生态系统, 而非集群城市则面临资源匮乏^[17, 58]。本研究依据 WIPO 全球创新指数识别中

国的创新集群城市。表 7 第 (5) 列 ~ 第 (6) 列显示, 在非创新集群城市的企业样本中, 高铁的系数为 0.009 8 且显著 ($p < 0.05$), 相当于带来了约 0.98% 的专利许可增长, 即相对提升了 32.67%。

而在创新集群城市,该效应不显著.这一对比具有深刻的区域经济含义:对于身处创新生态核心的企业,其需求在本地即可满足,高铁边际增益有限;而对于位于创新“外围”的企业,高铁充当了连接外部高端技术市场的“桥梁”,极大地降低了其接入全国性技术交易网络的协调成本,有效缓解了区域创新的不平衡.

5 结束语

本研究利用中国高铁网络扩张的准自然实验,实证考察了交通基础设施对企业技术转移模式的异质性影响.研究发现,高铁的时空压缩效应显著促进了契约结构复杂、依赖持续互动的专利许可活动,而对一次性的专利转让无显著影响.机制分析表明,高铁引致的面对面交流机制,在企业面临“弱声誉、低关注、弱竞争”的情境下,有效缓解了事前信息不对称,发挥了关键的替代性治理作用.异质性检验进一步显示,该效应在技术复杂性较低、民营控股及非产业集群企业中更为显著,凸显了高铁在弥补市场信号缺失、促进高协调性技术商业化过程中的独特价值.

5.1 理论贡献

本研究主要有以下贡献.第一,深化了交通基础设施创新溢出效应的微观机制研究,揭示了其“流程特异性”.现有文献多关注高铁对知识创造(专利产出)的总量影响^[6, 7],而忽视了对异质性交易模式的差异化作用.本研究通过区分专利许可与转让,发现高铁主要促进了依赖深度、持续协作的专利许可,而非一次性的专利转让.这一发现将基础设施的经济效益研究从宏观增长推动,精准定位至微观层面的契约执行与协作效率提升,证明了高铁的核心价值在于降低技术交易中高昂的事后协调与监控成本.

第二,厘清了交通基础设施与市场信号机制在缓解信息不对称中的互动关系,识别了其“替代效应”.既有研究常强调创新声誉等信号机制的作用^[52].本研究则发现,在市场信号较弱(如声誉低、关注少)的情境下,高铁提供的低成本面对面交流能成为一种有效的替代性信任建立渠道.

这表明交通互联性与市场信号并非总是互补,在特定条件下存在明确的替代边界,丰富了对不同制度安排如何交互影响市场效率的理解.

第三,揭示了技术特质与区域禀赋如何通过调节事后协调成本,重塑基础设施的创新效应.研究表明,高铁对非复杂技术、民营企业及非核心城市的促进作用更为显著.这些发现强调,基础设施的效益实现深度依赖于交易主体对非正式协调的需求强度.本研究将研究视角从“是否促进创新”推向“在何种条件下最能促进创新”,为理解基础设施效应的异质性边界提供了关键的理论依据.

5.2 政策意义与实践启示

第一,依托高铁网络优化技术交易布局,构建高效协同大市场.政府应围绕枢纽打造“高铁创新走廊”,重点连接非核心区域与科技中心,引导创新要素沿线流动,打破地理隔阂,推动区域技术市场一体化发展.第二,实施精准创新扶持,重点赋能“信号弱势”主体.政策应聚焦声誉弱、关注度低的民营企业,支持其利用高铁开展跨区域路演与合作.特别是针对复杂技术产业,应鼓励建立跨区域联合实验室,利用物理连接降低技术商业化的协调成本.第三,企业应依据自身特征实施差异化“高铁战略”.“信号弱势”企业应采取“主动嵌入”策略,利用高频面对面交流弥补声誉短板;非核心集群企业应通过“枢纽接入”融入“1 h 创新圈”;复杂技术企业则应借力物理互访深化研发联盟,解决隐性知识传递难题.

5.3 研究局限和未来方向

尽管本研究在理论与实证方面进行了一定探索,但仍存在以下局限,有待未来研究进一步深化.第一,数据层级的局限.本研究将专利交易界定在上市公司总部层面.尽管总部在战略决策和资源配置中占据主导地位,且高铁对总部的连通性直接影响高管的跨区域协调能力,但未能完全剥离位于异地的子公司所发起的交易.未来研究可进一步收集子公司数据,细化考察高铁对企业集团内部不同层级(总部 vs. 异地子公司)技术交易行为的差异化影响.第二,研究样本的局限.本研究样本主要聚焦于上市公司,未涵盖高校与科研院所等重要创新主体.高校的技术转移受社

会公益属性与创新策源职能驱动,其对交易成本的敏感度可能与以利润最大化为目标的商业企业存在差异.未来可拓展样本范围,对比分析高铁对产学研不同主体技术交易模式的异质性影响.第三,交易形式的局限.本研究主要关注专利许可与

转让这两类核心技术交易形式,尚未全面覆盖专利质押、作价入股等其他商业化路径.未来研究可纳入更多元的专利运营指标,深入探讨高铁如何影响企业在不同商业化模式(如融资导向的质押vs. 技术合作导向的许可)之间的权衡与选择.

参 考 文 献:

- [1]曾赛星,陈宏权,金治州,等.重大工程创新生态系统演化及创新力提升[J].管理世界,2019,35(4):28-38.
Zeng Saixing, Chen Hongquan, Jin Zhizhou, et al. Evolution of major engineering innovation ecosystem and innovation capability improvement[J]. Management World, 2019, 35(4): 28-38. (in Chinese)
- [2]金治州,陈宏权,曾赛星.重大工程创新生态系统共生逻辑及治理[J].管理科学学报,2022,25(5):29-45.
Jin Zhizhou, Chen Hongquan, Zeng Saixing. Symbiotic logic and governance of major engineering innovation ecosystem[J]. Journal of Management Sciences in China, 2022, 25(5): 29-45. (in Chinese)
- [3]Flyvbjerg B. Introduction: The Iron Law of Megaproject Management[M]. Oxford: Oxford University Press, 2018.
- [4]盛昭瀚.管理:从系统性到复杂性[J].管理科学学报,2019,22(3):2-14.
Sheng Zhaohan. Management: From systematicity to complexity[J]. Journal of Management Sciences in China, 2019, 22(3): 2-14. (in Chinese)
- [5]Zhang J, Gu Q. Turning a curse into a blessing: Contingent effects of geographic distance on startup-VC partnership performance[J]. Journal of Business Venturing, 2021, 36(4): 106108.
- [6]诸竹君,黄先海,王 煌.交通基础设施改善促进了企业创新吗?——基于高铁开通的准自然实验[J].金融研究,2019,(11):153-169.
Zhu Zhujun, Huang Xianhai, Wang Huang. Does transportation infrastructure improvement promote firm innovation? A quasi-natural experiment based on the opening of high-speed railway[J]. Journal of Financial Research, 2019, (11): 153-169. (in Chinese)
- [7]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,2020,43(2):147-166.
Ji Yun, Yang Qing. Can the opening of high-speed rail promote enterprise innovation: A study based on quasi-natural experiments[J]. The Journal of World Economy, 2020, 43(2): 147-166. (in Chinese)
- [8]Dong X, Zheng S, Kahn M E. The role of transportation speed in facilitating high skilled teamwork across cities[J]. Journal of Urban Economics, 2020, 115: 103212.
- [9]Cui J, Li T, Wang Z. Research collaboration beyond the boundary: Evidence from university patents in China[J]. Journal of Regional Science, 2023, 63(3): 674-702.
- [10]Han P, Liu C, Tian X. Does trading spur specialization? Evidence from patenting[J]. Management Science, 2025. DOI: 10.1287/mnsc.2022.03174.
- [11]Arora A, Belenzon S, Suh J. Science and the market for technology[J]. Management Science, 2022, 68(10): 7176-7201.
- [12]刘春蕊,田 轩.中国高校创新成果转移及对创新的影响——以专利转让为例[J].管理科学学报,2023,26(9):23-40.
Liu Chunrui, Tian Xuan. Technology transfer of Chinese universities and its impact on innovation: Evidence from patent assignment[J]. Journal of Management Sciences in China, 2023, 26(9): 23-40. (in Chinese)
- [13]陈克兢,康艳玲,闵 霞,等.高铁开通与股价同步性:信息效应还是治理效应?[J].管理科学学报,2021,24(12):1-17.
Chen Kejing, Kang Yanling, Min Xia, et al. High-speed rail opening and stock price synchronicity: Information effect or governance effect? [J]. Journal of Management Sciences in China, 2021, 24(12): 1-17. (in Chinese)
- [14]Dutta S, Armanios D E, Desai J D. Beyond spatial proximity: The impact of enhanced spatial connectedness from new bridges on entrepreneurship[J]. Organization Science, 2022, 33(4): 1620-1644.

- [15] Choudhury P. Geographic mobility, immobility, and geographic flexibility: A review and agenda for research on the changing geography of work[J]. *Academy of Management Annals*, 2022, 16(1): 258–296.
- [16] Jaffe A, Trajtenberg M, Handerson R. Geographic localization of knowledge spillovers as evidenced by patent citations[J]. *Quarterly Journal of Economics*, 1993, 108(3): 577–598.
- [17] Alcácer J, Chung W. Location strategies and knowledge spillovers[J]. *Management Science*, 2007, 53(5): 760–776.
- [18] Wang G, Zheng R, Dai T. Does transportation mean transplantation? Impact of new airline routes on sharing of cadaveric kidneys[J]. *Management Science*, 2022, 68(5): 3660–3679.
- [19] Liu D, Liu J, Li Q, et al. Technology inflow following high-speed railway: Evidence from Chinese cities[J]. *Journal of Management Science and Engineering*, 2023, 8(4): 570–583.
- [20] Fu X, Zhang Y, Chi Y, et al. Spatial effects of transport on healthcare efficiency: Evidence from China[J]. *Journal of Management Science and Engineering*, 2025, 10(3): 297–310.
- [21] Catalini C, Fons-Rosen C, Gaulé P. How do travel costs shape collaboration? [J]. *Management Science*, 2020, 66(8): 1–27.
- [22] Chai S, Freeman R B. Temporary colocation and collaborative discovery: Who confers at conferences[J]. *Strategic Management Journal*, 2019, 40(13): 2138–2164.
- [23] 魏亚双, 南国芳, 李敏强. 高技术企业间的软件平台授权与开发策略博弈[J]. *管理科学学报*, 2025, 28(6): 84–102.
- Wei Yashuang, Nan Guofang, Li Minqiang. Game on software platform licensing and development strategies between high-tech enterprises[J]. *Journal of Management Sciences in China*, 2025, 28(6): 84–102. (in Chinese)
- [24] Shen H, Coreynen W, Huang C. Exclusive licensing of university technology: The effects of university prestige, technology transfer offices, and academy-industry collaboration[J]. *Research Policy*, 2022, 51(1): 104372.
- [25] Bercovitz J, Feldman M, Feller I, et al. Organizational structure as a determinant of academic patent and licensing behavior: An exploratory study of Duke, Johns Hopkins, and Pennsylvania State Universities[J]. *The Journal of Technology Transfer*, 2001, 26(1–2): 21–35.
- [26] Khoury T A, Pleggenkuhle-Miles E G, Walter J. Experiential learning, bargaining power, and exclusivity in technology licensing[J]. *Journal of Management*, 2019, 45(3): 1193–1224.
- [27] Huang K G L, Geng X, Wang H. Institutional regime shift in intellectual property rights and innovation strategies of firms in China[J]. *Organization Science*, 2017, 28(2): 355–377.
- [28] Hsu D H, Kuhn J M. Academic stars and licensing experience in university technology commercialization[J]. *Strategic Management Journal*, 2023, 44(3): 887–905.
- [29] Bercovitz J, Feldman M. Entrepreneurial universities and technology transfer: A conceptual framework for understanding knowledge-based economic development[J]. *The Journal of Technology Transfer*, 2006, 31: 175–188.
- [30] Arora A, Fosfuri A. Licensing the market for technology[J]. *Journal of Economic Behavior & Organization*, 2003, 52(2): 277–295.
- [31] Kotha R R, Srikanth K, George G. Bridging the mutual knowledge gap: Coordination and the commercialization of university science[J]. *Academy of Management Journal*, 2013, 56(2): 498–524.
- [32] Dodgson M, Gann D M, Phillips N. *The Oxford Handbook of Innovation Management* [M]. Oxford: Oxford University Press, 2016.
- [33] Fosfuri A. The licensing dilemma: Understanding the determinants of the rate of technology licensing[J]. *Strategic Management Journal*, 2006, 27(12): 1141–1158.
- [34] Testoni M. The market value spillovers of technological acquisitions: Evidence from patent-text analysis[J]. *Strategic Management Journal*, 2022, 43(5): 964–985.
- [35] 许和连, 王 伦, 邓玉萍. 技术交易网络与出口企业成本加成——基于中国专利转让与许可的经验研究[J]. *中国工业经济*, 2024, (4): 76–94.
- Xu Helian, Wang Lun, Deng Yuping. Technology trading network and markup of export enterprises: Empirical research based on patent transfer and licensing in China[J]. *China Industrial Economics*, 2024, (4): 76–94. (in Chinese)
- [36] 刘 夏, 任声策, 李浩宇, 等. 促进专利许可的因素与机制: 实证研究评述与展望[J]. *科学学与科学技术管理*,

- 2024, 45(12): 164–182.
- Liu Xia, Ren Shengce, Li Haoyu, et al. Factors and mechanisms promoting patent licensing: Review and prospect of empirical research[J]. *Science of Science and Management of S.&T.*, 2024, 45(12): 164–182. (in Chinese)
- [37] 马光荣, 程小萌, 杨恩艳. 交通基础设施如何促进资本流动——基于高铁开通和上市公司异地投资的研究[J]. *中国工业经济*, 2020, (6): 5–23.
- Ma Guangrong, Cheng Xiaomeng, Yang Enyan. How does transport infrastructure promote capital flow: A study of high-speed railway opening and cross-region investment of listed companies[J]. *China Industrial Economics*, 2020, (6): 5–23. (in Chinese)
- [38] Kong D, Liu L, Liu S. Market information traveling on high-speed rails: The case of analyst forecasts[J]. *Pacific-Basin Finance Journal*, 2020, 61: 101320.
- [39] Feldman M P, Kogler D F. Stylized Facts in the Geography of Innovation[M]. *Handbook of the Economics of Innovation* (Vol. 1). Amsterdam: Elsevier B. V., 2010.
- [40] Testoni M, Sakakibara M, Chen M K. Face-to-face interactions and the returns to acquisitions: Evidence from smartphone geolocal data[J]. *Strategic Management Journal*, 2022, 43(13): 2669–2702.
- [41] Zhou K Z, Gao G Y, Zhao H. State ownership and firm innovation in China: An integrated view of institutional and efficiency logics[J]. *Administrative Science Quarterly*, 2017, 62(2): 375–404.
- [42] Arora A, Fosfuri A, Rønde T. Managing licensing in a market for technology[J]. *Management Science*, 2013, 59(5): 1092–1106.
- [43] 孙亮, 刘春, 郑国坚, 等. 软信息如何影响硬信息——高铁开通与财务报告稳健性[J]. *管理科学学报*, 2021, 24(12): 18–44.
- Sun Liang, Liu Chun, Zheng Guojian, et al. How does soft information affect hard information? High-speed rail opening and financial reporting conservatism[J]. *Journal of Management Sciences in China*, 2021, 24(12): 18–44. (in Chinese)
- [44] Furman J L, Nagler M, Watzinger M. Disclosure and subsequent innovation: Evidence from the patent depository library program[J]. *American Economic Journal: Economic Policy*, 2021, 13(4): 239–270.
- [45] Roche M P, Oettl A, Catalini C. Proximate (co-)working: Knowledge spillovers and social interactions[J]. *Management Science*, 2024, 70(12): 8245–8264.
- [46] Tian X, Xu J. Do place-based policies promote local innovation and entrepreneurship? [J]. *Review of Finance*, 2022, 26(3): 595–639.
- [47] Qin Y. “No county left behind?” The distributional impact of high-speed rail upgrades in China[J]. *Journal of Economic Geography*, 2017, 17(3): 489–520.
- [48] 张天华, 陈力, 董志强. 高速公路建设、企业演化与区域经济效益[J]. *中国工业经济*, 2018, (1): 79–99.
- Zhang Tianhua, Chen Li, Dong Zhiqiang. Highway construction, firm evolution and regional economic efficiency[J]. *China Industrial Economics*, 2018, (1): 79–99. (in Chinese)
- [49] Callaway B, Sant’Anna P H C. Difference-in-differences with multiple time periods[J]. *Journal of Econometrics*, 2021, 225(2): 200–230.
- [50] Zheng S, Kahn M E. China’s bullet trains facilitate market integration and mitigate the cost of megacity growth[J]. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 2013, 110(14): E1248–E1253.
- [51] 张南, 葛劲峰, 袁志刚. 高校技术许可与企业异质性技术创新[J]. *世界经济*, 2025, 48(11): 62–96.
- Zhang Nan, Ge Jinfeng, Yuan Zhigang. University technology licensing and heterogeneous enterprise technological innovation[J]. *The Journal of World Economy*, 2025, 48(11): 62–96. (in Chinese)
- [52] Arora A, Gambardella A. Ideas for rent: An overview of markets for technology[J]. *Industrial and Corporate Change*, 2010, 19(3): 775–803.
- [53] He J, Tian X. The dark side of analyst coverage: The case of innovation[J]. *Journal of Financial Economics*, 2013, 109(3): 856–878.
- [54] Moreira S, Klueter T M, Tasselli S. Competition, technology licensing-in, and innovation[J]. *Organization Science*, 2022, 33(4): 1409–1430.

- [55] Allain M L, Henry E, Kyle M. Competition and the efficiency of markets for technology[J]. *Management Science*, 2016, 62(4): 1000 – 1019.
- [56] 宓泽锋, 周 灿, 尚勇敏, 等. 本地知识基础对新兴产业创新集群形成的影响——以中国燃料电池产业为例[J]. *地理研究*, 2020, 39(7): 1478 – 1489.
- Mi Zefeng, Zhou Can, Shang Yongmin, et al. The impact of local knowledge base on the formation of emerging industry innovation clusters: A case study of China's fuel cell industry[J]. *Geographical Research*, 2020, 39(7): 1478 – 1489. (in Chinese)
- [57] Cohen W M, Nelson R, Walsh J P. Protecting their intellectual assets: Appropriability conditions and why US manufacturing firms patent (or not)[R]. *National Bureau of Economic Research Working Paper No. 7552*, 2000.
- [58] Contigiani A, Hsu D H. Trade secrets and innovation: Evidence from the “inevitable disclosure” doctrine[J]. *Strategic Management Journal*, 2018, 39(11): 2921 – 2942.

How do mega-infrastructure projects enable technology transfer? Evidence from high-speed rail construction in China

SUN Da-xin¹, ZENG Sai-xing^{2*}

1. School of Management and Engineering, Nanjing University, Nanjing 210093, China;

2. Antai College of Economics and Management, Shanghai Jiao Tong University, Shanghai 200030, China

Abstract: Although mega-infrastructure projects play a pivotal role in reshaping regional economic landscapes, its underlying mechanisms in influencing firms' micro-level technology transaction behaviors remain unclear. Leveraging the construction of China's high-speed rail (HSR) network as a quasi-natural experiment, this study investigates how HSR accessibility differentially shapes firms' technology transfer patterns. Using patent transaction data from Chinese listed firms between 2000 and 2023, this paper finds that HSR connectivity significantly promotes patent licensing; A relational form of technology transfer; While exhibiting no significant effect on patent assignment. This pattern suggests that HSR's influence is most salient in contexts requiring sustained collaboration. The results indicate that the core mechanisms driving this result stem from HSR-induced spatial-temporal convergence; it mitigates ex ante information asymmetry regarding technological quality and reduces ex post coordination and monitoring costs during technology commercialization. Further analysis reveals that the effect of HSR is stronger among firms with low innovation reputation, limited market attention, and those in less competitive industries, indicating a substitutive relationship between HSR connectivity and formal market signals. Moreover, the promoting effect is more pronounced for firms characterized by low technological complexity, private ownership, and locations outside major innovation clusters, underscoring HSR's distinctive role in facilitating tacit knowledge exchange and informal collaboration. By integrating transaction type heterogeneity and transaction cost perspectives, this study uncovers a novel pathway through which mega-infrastructure projects shape innovation diffusion, offering new theoretical and practical insights into how transportation revolutions enable technology markets.

Key words: mega-infrastructure project; high-speed rail; innovation diffusion; technology transfer; patent license; patent assignment