

# 中国知识溢出本地化的行政边界效应研究

陈志远，于皓，张杰

**[摘要]** 知识溢出对一个国家或地区的创新能力具有关键影响,已演化成为科技创新能否支撑经济可持续发展的必要条件。本文在梳理中国知识溢出本地化特征的基础上,利用中国独特的大样本发明专利引用数据,通过专利文本匹配方法构造对照组,精确识别并有效测算了中国知识溢出本地化背后的行政边界效应。研究表明,中国知识溢出受到地区行政边界效应的限制,且知识溢出行政边界的强度呈现出“省际层面 > 市际层面 > 县际层面”的层次特征。从整体看,省际层面的知识溢出水平比省内层面低 20%。本文基于包含行政边界变量的专利引用非线性概率模型,提出通过反事实专利引用概率的变化来计算中国省际层面知识溢出的行政边界效应,并构建了省份—年份层面的知识溢出行政边界指数。有效性检验结果表明,本文测算的省际知识溢出行政边界效应指数与贸易壁垒、市场分割、要素市场扭曲等关键指标高度相关,从而验证了本文所测算的知识溢出行政边界效应指数具有合理性和可靠性。进一步分析发现,2002—2018年,中国省际知识溢出呈现出下降与增长的波动式交替变化态势,由此揭示出促进以知识和技术为主的全国统一大市场建设所面临的各种复杂机制体制性障碍。本文研究为推动中国通过体制改革消除地区间知识扩散的行政障碍、充分发挥全国统一大市场对自主创新的促进作用提供了参考。

**[关键词]** 知识溢出本地化; 行政边界效应; 文本匹配; 全国统一大市场

**[中图分类号]** F260 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1006-480X(2025)01-0081-19

## 一、引言

创新是维持经济可持续发展的关键因素。党的十八大以来,党中央高度重视科技创新对中国经济高质量发展的基础性作用,相继提出了创新驱动发展战略、创新是第一动力、发展新质生产力等一系列核心理念和重大发展举措。然而,一个难以被忽略的客观规律是,研发投入并不必然对一国经济增长产生促进效应。科技创新对一国经济增长的支撑作用存在严格的前提条件,即只

**[收稿日期]** 2024-03-12

**[基金项目]** 国家自然科学基金青年项目“专利质量的测算与变化机制分析:基于中国专利文本大数据的研究”(批准号 72103192)。

**[作者简介]** 陈志远,中国人民大学商学院助理教授,经济学博士;于皓,中国人民大学应用经济学院博士研究生;张杰,中国人民大学经济学院教授,经济学博士。通讯作者,张杰,电子邮箱:zhangjie0402@ruc.edu.cn。本文受到中国人民大学重大规划项目“构建中国创新经济学的理论与政策体系”资助。感谢中国人民大学校级计算平台的支持,感谢车明佳对数据计算工作的支持。感谢匿名评审专家和编辑部的宝贵意见,文责自负。

有科技创新在一国的地区之间和产业之间存在显著知识转移和知识溢出效应的情形下,方可通过知识转移和知识溢出的辐射效应、渗透效应和放大效应对一国整体生产率形成较为显著的推动作用,进而支撑国家经济的可持续增长(Akcigit et al., 2021)。倘若一国创新知识溢出遭受政府行政边界的限制,科技创新对经济可持续增长的促进作用就必然会被削弱。鉴于此,知识溢出的“行政边界效应”成为当前国内外学者和政策制定者重点关注的热点话题之一(Fischer and Varga, 2003; Peri, 2005; 刘修岩和王峤, 2022)。

中国的地方保护主义和地区间市场分割带来的行政藩篱受到广泛关注和深入研究(陆铭和陈钊, 2009)。这种来源于中国政府行政体制层面的约束因素,集中体现在生产要素和产品跨行政地区流动的特定行政边界效应中。事实上,地方保护主义是制约中国统一大市场形成的关键因素。作为关键生产要素,创新知识在跨行政边界间的溢出和流动,同样受到政府行政层面因素的阻碍。由此,本文旨在系统识别和精准测算中国知识溢出层面的行政边界效应,并剖析行政边界效应对中国高质量发展进程中知识资源配置效率的潜在阻碍。易巍等(2021)、刘修岩和王峤(2022)与本文的研究主题相关,证实了中国知识溢出中的行政边界效应存在。然而,这些研究仍存在改进空间:①缺乏系统甄别知识溢出的实证研究框架,从而未能充分阐明产业集聚、地理邻近与行政边界三大因素在知识溢出本地化过程中的作用机制与对应的实证策略设计。②关于知识溢出本地化效应的识别方法有待改进。识别知识溢出本地化的核心逻辑在于,寻找合适的潜在(但未实现)引用专利构造基准的知识溢出地理空间分布作为对照,从而排除其他导致知识技术生产活动集聚因素的影响<sup>①</sup>(Jaffe et al., 1993)。例如,刘修岩和王峤(2022)依照Jaffe et al. (1993)的处理方法(JTH方法),通过国际专利分类(IPC分类)筛选寻找潜在引用专利来构建反事实专利引用网络。而之后的研究表明,JTH方法通过粗略的IPC技术分类选择对照专利的方式无法充分控制现有技术活动的地理分布特征,这一缺陷是导致发现知识溢出本地化的主要原因(Thompson and Fox-Kean, 2005; Thompson, 2006; Arts et al., 2018)。③缺乏直接可比的地区层面的知识溢出行政边界效应强度指标。相关文献主要基于Singh and Marx(2013)的计量策略来识别不同层级的行政边界效应,主要聚焦于不同行政边界变量系数的大小及显著性解释。这导致已有研究重点关注知识溢出行政边界效应的平均水平,而未能深入研究知识溢出行政边界效应在不同区域、不同时间的异质性,一定程度上限制了对于知识溢出行政边界效应经济含义的进一步挖掘。考虑到中国不同省份间经济发展高度不平衡以及地理特征的显著差异,细致测算不同省份的知识溢出行政边界效应强度显得尤为重要。

本文尝试在借鉴和综合国内外前沿研究方法和研究思路的基础上,尽可能精准识别造成中国情景下知识溢出本地化现象背后的核心影响因素,并以此为基础测算中国省份层面知识溢出的行政边界效应指数。为此,本文采用中国的专利引用大样本数据,通过文本分析与文本匹配前沿技术方法,较为精确地识别和检验中国知识溢出的行政边界效应,并据此构建中国各地区知识溢出行政边界效应指数。本文着重揭示出以省份、地级市和区县为主要形式的行政边界,是造成中国知识溢出本地化现象的重要因素。尽管在研究问题上,本文与既有研究存在一定相似性,即均聚焦于揭示中国知识溢出中的行政边界效应,然而,本文在中国知识溢出本地化特征事实归纳、识别策略的科学合理性以及研究结论对特征事实的解释力方面均有重要的拓展。由此,与既有文献相

<sup>①</sup> 例如,如果清华大学的专利很多与人工智能相关,而对人工智能感兴趣的发明家正好相对集中分布于中关村,此时,尽管没有地理邻近导致的知识溢出优势,但是可能观测到中关村的高科技企业的人工智能专利与清华大学的人工智能专利之间相互引用相对较多。

比,本文可能的创新之处主要体现在两个方面:①力求探索和设计出符合中国现实特征的知识溢出行政边界效应的识别策略。考虑到中国知识技术活动在空间分布上的集聚特征,本文基于前沿的专利文本分析匹配方法精准地构建潜在引用专利作为对照组,有效地避免了已有研究中基于专利技术分类寻找相似专利构建对照组导致的无法严格控制现有技术活动的地理分布特征而发现虚假知识溢出的问题。在此基础上,本文设计了包含地理距离和产业集聚核心控制因素的专利引用概率模型,以有效甄别中国知识溢出的行政边界效应。②基于更为合理的非线性专利引用概率模型,本文提出了测算中国省际层面知识溢出行政边界效应的新方法,计算出具有直接可比性的省份一年份层面的知识溢出行政边界效应指数,并从不同方面验证了该指数的可靠性。尤为重要的是,本文测算的中国省际层面知识溢出行政边界效应指数,具有更加明确的经济含义与研究价值,可为今后全面推进消除阻碍地区之间知识自由流动的关键机制体制障碍、构建创新要素和知识流动层面的全国统一大市场、加速形成适应新质生产力发展要求的新型生产关系的相关政策制定提供有益参考。

## 二、典型事实与研究框架

### 1. 中国知识溢出本地化的典型事实

基于中国的发明专利申请数据,本文计算了引用专利与被引专利所在区县的直线距离,并分析了中国各区县之间发明专利引用密度的地理分布特征。<sup>①</sup>为剔除不同区间内区县组对数量差异的影响,采用引用密度即区间内累计被引频次与区县组对数量的比值进行测度,并就相邻地理区间的引用密度是否存在显著差异进行了t检验。从地理基本特征看,专利引用可分为三个区间:第一区间为10千米到(含)100千米,这一区间的平均引用密度呈现非显著的地理衰减趋势;第二区间为100千米到(含)350千米,这一区间的地理衰减尽管显著,但衰减速度相对较慢;第三区间为350千米以外,这一区间的平均引用密度变化幅度依然较小,并且不再呈现出地理衰减特征,特别是在800千米以外的部分区间还存在引用密度随地理距离增加而增加的现象。由此发现,整体层面中国专利引用的地理衰减特征似乎并不明显,换言之,地理距离因素并未完全主导知识流动。

本文通过从中国的省、市、县三个层面汇总专利本地引用的占比情况发现,专利本地引用在省层面占比为23.16%、市层面占比为15.24%、县层面占比为9.9%,高于不同时期美国的本地引用占比(Jaffe et al., 1993; Thompson, 2006; Singh and Marx, 2013)。但由此还不能得出中国知识溢出本地化水平较高的论断,因为其中还包含知识与技术活动分布的影响。Jaffe et al.(1993)提供了一种可行的方法,即对每组实际相互引用的专利对(实验组)构建一组专利对照组加以控制,这一对照组旨在尽可能“捕捉”每类知识的空间分布特征,从而为基于本地引用占比识别知识溢出提供一个基准的“标尺”。由此,本文在进一步优化专利文本匹配精确度的基础上改进了这一方法。核心逻辑在于,如果实际引用组对中的引用专利与被引专利属于同一行政单元,而构建的控制对照组中潜在引用专利与该被引专利属于不同行政单元,则可以将这一样本识别为知识溢出本地化的证据。基于这一逻辑,本文计算了实验组与控制组中相同省份、相同地级市以及相同区县引用占比的差值,这一差值便可反映中国各级行政层面的知识溢出本地化水平。该差值越大,说明知识溢出的本地化水平越高,反之则

<sup>①</sup> 中国各区县之间发明专利引用密度的地理分布特征参见《中国工业经济》网站(ciejournal.ajcass.com)附件。

说明知识溢出的本地化水平越低。<sup>①</sup>观察可知：实际本地引用占比均显著大于潜在本地引用占比，这意味着，在控制了知识与技术生产的空间分布差异后，中国知识溢出仍然呈现出更多发生在一个省份、城市与区县内部的现象，即知识溢出存在着显著的本地化现象。具体看，知识溢出本地化占比在省际层面约为6.94%、市际层面约为6.15%、县际层面约为5.19%。对比专利本地引用在省、市、县三个层面的占比<sup>②</sup>，可以发现知识溢出的本地化分别主导了省、市与县约30%（ $\approx 6.94\%/23.16\% \times 100$ ）、40%（ $\approx 6.15\%/15.24\% \times 100$ ）、52%（ $\approx 5.19\%/9.90\% \times 100$ ）的本地引用。因此，本文提出：

特征事实1：中国知识溢出存在本地化现象，其造成30%—50%的本地引用，并且呈现“省际>市际>县际”的特征。<sup>③</sup>

对比中国各地区的知识溢出本地化水平发现，知识与技术的空间分布差异影响在不同地区间具有明显的异质性特征，其对东部地区的影响最大、对中部地区的影响最小。采用同样方法将本地引用中由知识与技术活动分布所导致的部分剔除后，创新知识溢出本地化水平在东部地区最低、中部地区最高，特别是在省际层面高达10.77%，远高于全国及其他地区。为进一步从省际层面分解创新知识溢出的本土化水平差异，本文绘制了实际专利本地引用占比、其与控制组本地引用占比差值以及当地专利总量的气泡散点图。<sup>④</sup>其中，气泡大小表示省份累计专利总数，反映了省份的创新能力与创新产出水平。这揭示了经济生产与创新活动分布导致的内生性偏误。省份间产业与创新集聚的差异集中了知识与技术资源，造成专利总量较高的省份本地引用占比偏高，两者相关系数高达0.74。在控制产业与创新集聚影响后，实际与控制组本地引用占比的差值更真实地反映了知识溢出水平。多数省份知识溢出本地化水平与专利总量呈负相关，创新能力较高的省份本地化溢出占比更低，而创新能力较低的省份，如黑龙江、云南、贵州，尽管本地引用占比低，但剔除产业集聚影响后，其本地化溢出更为显著。东部地区省份如广东、江苏、北京等，其本地引用占比差值呈负相关，表明知识引用多由产业集聚驱动，而非本地化溢出。中西部地区则相反，其本地化溢出水平较高，尤其安徽、黑龙江、吉林等省份在知识溢出本地化水平上表现突出。这解释了中部地区本地化溢出水平居高的现象。基于上述发现，本文提出：

特征事实2：创新规模与创新产出较高的省份普遍具有更低的本地化创新知识溢出水平；中国知识溢出本地化水平呈现“中部地区>西部地区>东部地区”的特征。

## 2. 理解造成中国知识溢出本地化的核心因素与影响机制

针对中国知识溢出效应呈现出的“本地化”这一典型事实，如何科学理解其中的主导因素，并构建与之相匹配的识别和检验模型框架，是本文实证研究的关键。与一般研究知识溢出效应的影响机制有所不同，本文聚焦中国知识溢出效应呈现出“本地化”这一独特事实。这意味着，中国知识溢出效应表现出的是，被相对局限在以省份或地级市划分边界为主要形式的特定地理区位的突出现象，而非传统意义上基于省份或地级市所蕴含的地理区位构成的边界特征。客观看，中国省份或地级市层面意义上的边界，不仅是来源于行政划分乃至各地政府行政干预权力意义上的边界，也可能

① 中国不同行政地区层面的知识溢出本地化现象参见《中国工业经济》网站(ciejournal.ajcass.com)附件。

② 关于专利本地引用的描述性统计结果参见《中国工业经济》网站(ciejournal.ajcass.com)附件。

③ 需要提及，这一特征并非是由省际、市际与县际样本集合的包含关系导致的。包含关系仅反映在本地引用占比与产业集聚主导水平上，以省际层面为例，其较市际、县际必然有更高的本地引用占比，但省际范围更大同样导致了更多的本地引用源于产业集聚与地理因素（相较于来自同一城市、区县，控制组中潜在引用专利与被引专利更容易来自同一省份）。

④ 中国省际地区层面专利本地引用占比参见《中国工业经济》网站(ciejournal.ajcass.com)附件。



是来源于经济或产业地理集群或集聚区位意义上的边界,甚至是地区特定文化习俗意义上的边界。这为本文精准识别和检验中国知识溢出本地化效应背后的行政边界效应,带来了科学认识和有效剥离混合在中国省份或地级市边界层面的其他不可忽略因素的难题。依据既有文献的研究成果,本文认为,中国的知识溢出表现在以省份或地级市层面边界为主的本地化效应,可能主要来源于行政边界效应、地理距离效应和产业集聚效应这三方面因素。这三个因素对中国知识溢出可能造成的以省份或地级市边界为主要表现的本地化现象,产生影响作用的内在机制逻辑可从如下方面加以分析和理解:

(1)行政边界效应是导致中国知识溢出本地化的核心因素,已在跨国实证研究中得到广泛验证(Jaffe et al., 1993; Thompson, 2006)。Belenzon and Schankerman(2013)发现,尽管控制了地理邻近因素,行政边界仍抑制知识流动。Singh and Marx(2013)对美国专利的研究进一步证实了这一结论。在中国,行政边界效应尤为突出,尽管交通基础设施的改善正在减弱这一限制,但地理阻隔仍影响知识流动。此外,晋升激励机制致使地方保护主义和不合理干预发生,进一步限制资源的自由流动,导致市场分割、政策差异和产业趋同等问题(陆铭和陈钊, 2009; 行伟波和李善同, 2009; 黄新飞等, 2014)。针对中国省际贸易流动,已有研究论述并证实了地方政府对市场的无理干预对地区间产品贸易的抑制效应和阻碍效应(行伟波和李善同, 2009; 李自若等, 2022; 才国伟等, 2023)。尽管知识作为无形要素,其流动可能并不会受到行政边界的直接约束和障碍,但从深层次看,专利的跨行政边界的引用行为仍会受到三个因素的制约和阻碍:①专利所含的隐性知识在跨区域交流时会受到行政干预的阻碍效应。专利背后所隐含的知识,既包含显性知识,也包含隐性知识。专利申请者在知识产权的权力主张过程中,会偏向于将专利的部分真实知识作为隐性知识而非公开的显性知识加以保护(Anton and Yao, 2004)。这意味着知识与技术的援引很难仅仅通过专利文件完成,还需要建立在发明人跨地区流动、学习、交流与合作的基础上,这一过程常常受到地方政府的干预与束缚。②地方政府研发补贴政策 and 产业扶持政策对专利流动和知识溢出带来的行政干预效应。中国的知识生产和流动机制,既会受到地方政府对研发补贴资金分配机制的影响(李莉等, 2014),也会受到地方政府对知识产权保护和执行制度制定与自由裁量行为的影响(马啸, 2019; 刘修岩和王峤, 2022)。一方面,以政府财政资金补贴为主的各类招商引资优惠政策以及地区产业培育和产业促进政策,造成中国地区之间的产业招商引资竞争以及产业同质化,降低了地区之间的产业多样化发展机会;另一方面,各地方政府均试图将某种主导产业或产业链供应链体系集聚在本地辖区,既扭曲了知识要素在全国范围内的市场配置效率,阻碍知识要素层面全国统一大市场的形成,也制约全国范围内产业链、供应链、创新链一体化分工体系和协作格局的形成。最终会阻碍知识型人才的自由流动,降低发明人在不同地区之间的交流合作机会,使得创新个体间的相互学习被固化在本地,进而降低知识的跨地区溢出效应①。③各级政府补贴政策诱发的“专利泡沫”可能会引发专利引用行政边界效应。中国各级政府在落实中央部署的创新驱动发展战略进程中,将地区拥有的专利数量作为一个考核的重要指标,并且普遍采用各种财政补贴和资助手段来扶持地区内各类主体的专利申请活动。而且,各级政府常常将企业拥有的专利数量作为发放资助的核心参考指标,这就刺激了企业等各类主体策略性创新行为的发生,产生了大量低质量甚至无边际贡

① 事实上,地方政府行为能够对区域创新产生部分积极影响。例如,李建成等(2024)发现,中央在施行土地审批“放管服”政策后,由地方政府负责审批所带来的效率提升能够提高区域合作创新效率。但与大多数文献的发现相似,本文发现整体上以行政边界为载体的地方政府行政干预依旧对区域间的知识溢出产生负向影响。

献的发明专利,即由各级地方政府专利资助政策所催生的“专利泡沫”现象(赖烽辉等,2021)。这些模仿性专利的背后反映的是知识的低质量,也往往因此只能在本地间相互引用,并不能实现有效的溢出和扩散,被其他地区的企业所学习和采用,从而加剧中国专利引用的本地化偏向甚至固化现象。

(2)就中国知识溢出呈现出的以省份或地级市边界为主要表现形式的本地化现象而言,地理距离效应也是不可忽略的影响因素。针对知识溢出的驱动因素,诸多文献强调了地理邻近的影响。Caniëls and Verspagen(2001)认为,知识溢出的空间边界很大程度上由地理邻近性解释,因为相近的地区间知识传播与扩散的成本更低,特别是对于隐性与难以编码的知识更加明显(Ganguli et al., 2020)。Verspagen and Schoenmakers(2004)基于欧洲跨国公司的专利申请数据发现,产生实际专利引用的发明人之间的位置相对较近,这一结果在使用美国样本并剔除包含相同发明人的专利样本后仍然稳健(Ganguli et al., 2020)。Crescenzi et al.(2016)同样发现地理邻近对知识溢出产生重要的影响,不同的是,其认为地理邻近只是一种间接表现,更深层次反映的是发明者间的组织邻近、文化邻近方面的特定效应。考虑到地理邻近本身就蕴含了发明者间的组织邻近和文化邻近的相关信息,难以将组织邻近和文化邻近简单地从地理邻近因素单独分离出去,因而,本文将种种邻近效应统称为地理距离效应。发明主体间的地理距离越邻近,就越是可能以更低的成本进行知识转移和传播,进而催生知识溢出的本地化现象。

(3)依据中国区域发展进程中形成的大量产业集群的客观事实,中国知识溢出呈现出以省份或地级市边界为主要表现形式的本地化现象,产业集群及其背后蕴含的产业集聚效应也应该是不可忽视的影响因素。产业集聚对知识流动和知识溢出的影响在既有研究中已得到充分验证(杨蕙馨和刘春玉,2005)。这一观点可追溯至马歇尔1890年提出的产业区位理论及其外部性效应。该理论强调,特定地理区位的产业集群及其所蕴含的产业空间邻近性和地理位置集聚效应,对技术创新及其背后的隐性知识产生特定的流动效应和溢出效应。Carlino et al.(2007)、Agrawal et al.(2017)等均验证了不同国家内部的产业集群及其隐含的产业链、供应链、创新链、资金链、人才链的邻近性对知识流动和知识溢出的特定效应。产业集群及其背后的产业集聚,在中国经济发展进程中尤其起到不可忽略的支撑作用。迄今为止,中国已经培育出200个国家级中小企业特色产业集群和688个省级中小企业特色集群。需要强调,产业集聚效应与前文提及的地理距离效应二者既有重叠之处,也有显著的差异,不能将二者直接等同。具体看,相同之处在于,产业集聚或产业集群的本质特性是横向的同质性企业或纵向的产业链、供应链企业,在一定有限地理区位内的分工和集聚现象,具有一定的邻近性特征。而不同之处在于,产业集群或产业集聚的地理区位分布具有突出的随机性或不规则性,同时集群边界处往往存在显著的断点效应,并不遵循简单的线性地理距离分布特征。这就决定了中国知识溢出本地化现象驱动机制的识别,既不能仅仅局限在单纯的地理距离因素,也不能将地理距离简单地等同于产业集群因素,而必须考虑产业集群现象背后产业集聚因素所带来的影响。

### 三、研究策略与模型设计

#### 1. 创新知识溢出效应估计策略与内生性问题讨论

区别于一般的生产要素,知识流动更加隐蔽且难以被直接观测,如何科学且有效地识别和测度地区间的知识溢出至关重要。由于创新知识的流动往往会以专利引用的形式留下部分“痕迹”,因

而专利引用信息可以较好反映微观个体间的知识流动,被广泛应用于创新知识溢出的相关研究。利用专利引用信息检验创新知识溢出是否存在本地化的一个基本思路是:专利之间的相互引用是否更加倾向于发生在同一地区内部。其中蕴含了两个重要难题:一是对知识溢出可以被视为具有本地化特征的界定;二是专利之间的引用信息,既反映创新知识溢出,也反映创新知识技术分布,在测度知识溢出时需要后者加以控制。

值得注意的是,传统的固定效应模型与工具变量法并不能解决这些问题。一方面,正如典型事实所揭示,专利总量较多、引用密度较高的地区往往专利引用更容易发生在本地,这一现象就是由中国各地区普遍存在的产业集群以及蕴含的产业集群所驱动的。地区之内或不同地区之间产业集聚的类型、程度、边界存在巨大差异,这导致了知识与技术的生产活动在空间上分布不均衡。倘若大量关联产业集聚在某一特定地理区位,由于知识与技术的扩散与创新知识的学习普遍发生在这些产业之间,那么,最终观测到的这些地区相关产业的专利会存在大量的本地引用现象。这仅是在既定知识与技术空间分布下专利引用的条件分布,并不能反映真实的知识溢出效应。这意味着,直接使用专利数据展开实证估计是不可行的。另一方面,尽管采用专利引用数据进行估计并不存在明显的反向因果问题<sup>①</sup>,但仍然会由于产业集群的复杂影响而产生较为严重的遗漏变量问题,导致模型估计面临内生性问题的威胁。关于如何控制产业集群的影响,一个直观的解决办法是在计量分析中补充遗漏变量,增加对产业集群相关影响的测度。然而,鉴于知识与技术无法实现详尽编码与分类的客观事实,并且很难刻画不同知识与技术在不同地区间的集聚边界,因此,仅使用变量指标来控制产业集群对知识溢出影响的方法存在明显缺陷。

Jaffe et al.(1993)设计了一种样本匹配方法来解决这一问题,其将现实观测到的专利引用数据作为实验组,将构造的相似专利组作为对照组,通过差分估计来控制生产或创新活动集聚效应(即产业集群效应)所导致的知识溢出效应估计的偏误。该方法的主要思路是,对于每一个实际可观测的专利引用组对,记作 $(i, j)$ ,其中, $i$ 表示被引用专利, $j$ 表示引用专利。对于引用专利 $j$ ,按照专利技术相似性原则搜寻相同年份与之最为相似的控制专利 $j'$ ,并由控制专利与被引专利构成一个新的潜在引用组对 $(i, j')$ ,从而构建出一个具有潜在引用关系的专利对照组。控制专利 $j'$ 捕捉到了引用专利 $j$ 相关联的产业集群与知识技术活动的边界,专利对照组也因而为界定知识溢出的本地化提供了一个基准。具体来讲,如果被引专利、实际引用专利与相似控制专利均来自同一地区,则意味着这一引用信息反映的是创新知识与技术活动的集聚,而非知识溢出的本地化。如果相似控制专利倾向于出现在与实际专利引用组不同的地区,则可以反映出知识溢出的本地化。

控制对照组方法可以较为有效地缓解知识溢出本地化估计模型中的内生性问题,但在实验设计方面仍存在明显局限性。在选取控制专利 $j'$ 时,其在“同一年份、同一IPC小类”中进行随机抽样,将抽样得到的任一专利视为与引用专利 $j$ 技术最相似的专利。然而正如Thompson and Fox-Kean(2005)所强调的,以IPC小类为颗粒度的相似度控制并未能够充分控制产业与技术的地理分布格局,需要使用更加详细的技术分类信息甄别控制。事实上,即使在最为细分的IPC分类中,不同专利所涉及与应用的知识与技术仍然存在着“宽泛且嘈杂”的异质性,专利分类信息不能覆盖一项发明的全部知识特征(Singh and Agrawal, 2011)。同时,小类间的知识与技术重叠也常常使实际技术相似的专利处于不同的分类当中(McNamee, 2013)。以上问题降低了随机抽样法的控制精度,甚至会影响知识溢出本地化的甄别与估计(Thompson and Fox-Kean, 2005)。本文认为,控制对照组

<sup>①</sup> 多数解释变量均为强外生变量,如地理距离、行政边界等。

方法有助于解决前文提及的知识溢出识别难题,但关键在于如何优化匹配方法,使控制组的选取最大程度地符合技术相似性原则。Arts et al.(2018)对这一问题进行了有益探索,其借用文本分析与匹配的方法选取相似专利,通过领域专家的逐一评估结果,发现文本分析方法可以有效降低错配概率,大幅提升了匹配精度,从而能够更好地甄别创新知识溢出的本地化水平。为了尽可能科学合理地构造专利对照组,本文采用专利文本分析和匹配的方法寻找引用发明专利的对照专利。

## 2. 基准模型设定与变量构造

在前文中国知识溢出本地化现象影响因素的理论分析基础上,本文尝试构建以“行政边界—产业集聚—地理距离”为基准参照系的计量分析框架。鉴于本文研究的核心问题是,中国省份、地级市和区县层面的行政边界效应是否是中国知识溢出本地化现象发生的核心因素,因此,实证设计的重点便是尽可能控制和剥离地理距离和产业集聚等因素的影响,从而分离和测算出中国知识溢出所表现出的行政边界效应的真实影响效应。依据前文的理论分析,需要考虑的一个突出问题是,中国产业集聚和地理距离这两个因素之间是否存在重叠关系,进而导致核心控制变量之间的严重多重共线性问题。从中国产业集群的发展实践看,产业集群或产业集聚的地理分布特征具有突出的随机性或不规则性,甚至跨越多个地区行政边界,这说明中国情形下大量产业集群及其蕴含的产业集聚效应,未必是与纯粹的地理距离因素直接相关的。基于本文的数据发现,本文设计的各类地理距离变量与测算地区间产业、知识集聚的代理变量之间的相关系数均在0.3以下,并没有表现出非常强的直接相关关系,由此证明了本文的中国产业集群和地理距离这二者之间并不存在必然的强相关关系的判断。

需要高度关注的是,基于专利引用的微观数据进行实证分析的优势在于,无需再构建行政层面测度知识溢出的代理变量,而是从发明人角度考虑其引用发生的各种影响因素,包含与被引专利的地理距离、技术相似度(可以理解为产业集聚)、存续时间等。如果在控制这些因素后仍能发现行政边界的稳定影响,则表明发明人更加倾向在省份、地级市、区县以内获取、学习知识,即从微观视角证明了中国知识溢出中行政边界效应的影响效应。由此,本文构建如下Logit模型进行估计:

$$\ln\left(\frac{\Pr(\text{patentcite}_{ij} = 1)}{1 - \Pr(\text{patentcite}_{ij} = 1)}\right) = \alpha + \beta \text{across}_{ij} + \delta X_{ij} + \lambda_i + \lambda_j + \varepsilon_{ij} \quad (1)$$

其中, $i$ 和 $j$ 分别表示被引(实际与潜在)专利、引用专利。 $\Pr(\text{patentcite}_{ij} = 1)$ 代表每一专利组对 $(i, j)$ 发生实际引用的概率。 $\text{across}_{ij}$ 为代表各级行政边界的行向量,具体定义为: $\text{across}_{ij} = (\text{across\_province}_{ij}, \text{across\_city}_{ij}, \text{across\_county}_{ij})$ , $\text{across\_province}_{ij}$ 、 $\text{across\_city}_{ij}$ 、 $\text{across\_county}_{ij}$ 分别表示省份、地级市、区县边界变量。 $X_{ij}$ 为各种影响专利组对 $(i, j)$ 发生引用的一系列控制变量。 $\lambda_i$ 和 $\lambda_j$ 分别代表被引(实际与潜在)专利、引用专利的各类固定效应。 $\varepsilon_{ij}$ 为随机误差项。在式(1)中,各项系数代表了不同变量对实际引用发生的几率比(Odds Ratio)的影响。为直观显示各变量实际引用概率的边际影响,同时使不同模型及不同样本之间的系数具有可比性,本文在完成估计后进一步计算了所有变量的平均边际效应。模型各变量的定义与构造方法具体如下。

(1)被解释变量: $\text{patentcite}_{ij}$ 表示专利 $i$ 与 $j$ 之间是否发生相互引用。估计样本中包含了两类样本,即实际发生引用的专利组对和通过专利文本匹配构建的潜在(未发生相互引用)专利组对。对发生了实际引用组对的样本,令 $\text{patentcite}_{ij}$ 取值1,而潜在引用的专利组对则取值0。

(2)解释变量:行政边界变量 $\text{cross\_province}_{ij}$ 、 $\text{cross\_city}_{ij}$ 、 $\text{cross\_county}_{ij}$ 。中国地区的行政边界包含省份、地级市和区县三个层面,由此分别构建如下形式的虚拟变量,若回归解释变量系数为



负,则代表跨越各级行政边界后专利引用概率降低,意味着创新知识溢出受到行政边界的阻碍:<sup>①</sup>

$$\begin{aligned} across\_province_{ij} &= \begin{cases} 1, & \text{被引专利 } i \text{ 与引用专利 } j \text{ 属于不同省份} \\ 0, & \text{被引专利 } i \text{ 与引用专利 } j \text{ 属于同一省份} \end{cases} \\ across\_city_{ij} &= \begin{cases} 1, & \text{被引专利 } i \text{ 与引用专利 } j \text{ 属于不同地级市} \\ 0, & \text{被引专利 } i \text{ 与引用专利 } j \text{ 属于同一地级市} \end{cases} \\ across\_county_{ij} &= \begin{cases} 1, & \text{被引专利 } i \text{ 与引用专利 } j \text{ 属于不同区县} \\ 0, & \text{被引专利 } i \text{ 与引用专利 } j \text{ 属于同一区县} \end{cases} \end{aligned} \quad (2)$$

(3)控制变量:本文使用如下控制变量以剔除来自行政边界效应以外的因素的影响。<sup>①</sup>采用地理邻近度  $proximity_{ij}$  指标控制地理距离效应;<sup>②</sup>构建了一组技术相似度变量  $across\_section_{ij}$ 、 $across\_class_{ij}$ 、 $across\_subclass_{ij}$  控制技术相关性;<sup>③</sup>采用累计被引频次对数  $ln\text{citedtimes}_{ij}$  控制被引专利重要性;<sup>④</sup>借鉴 Rysman and Simcoe(2008)的做法,控制专利组对中引用专利与被引专利的申请年份差。<sup>②</sup>

(4)多维固定效应。本文同时控制一系列固定效应以尽可能控制专利层面的微观异质性,包括引用专利与被引专利的省份固定效应、<sup>③</sup>申请年份固定效应及所属 IPC 部类固定效应。

### 3. 数据说明

本文使用的数据源自 Innojoy(大为)专利数据库、中国工业企业数据库以及相关年份《中国统计年鉴》和《中国城市统计年鉴》。大为专利数据库涵盖了我国 1985—2018 年共计 13533578 条发明专利申请记录,包含了专利号、申请时间、申请人、专利技术分类等信息。最重要的是,该数据库包含专利标题、摘要以及主权项要求的核心专利文本信息。通过对专利申请号去重、剔除专利申请人或地址信息缺失的样本后,保留了其中 6297749 条申请记录。基于专利间的引用关系,本文构建了专利引用组对,并做了剔除与筛选,最终保留 5174225 个组对;<sup>④</sup>同时进一步借鉴 Arts et al.(2018)、Kelly et al.(2021)的做法,使用改进的文本分析方法为每一个实际引用组对获取一个对照组样本,构建了共计 10348450(=5174225×2)个有效观测值。<sup>⑤</sup>

## 四、实证分析

### 1. 基准回归

表 1 汇报了 Logit 模型的基准回归结果。本文使用文本分析与匹配方法剔除产业集聚效应,使用地理邻近度指标控制地理距离效应,以及控制专利技术相似度、各种固定效应等重要因素,并采用分样本回归方法估计各级行政边界效应,发现省际、市际、县际行政边界均具有显著的负

① 采用非线性模型估计多级行政边界效应时需要谨慎处理各边界变量之间的嵌套关系,具体处理说明参见《中国工业经济》网站(ciejournal.ajcass.com)附件。

② 相关变量描述性统计参见《中国工业经济》网站(ciejournal.ajcass.com)附件。

③ 考虑到大样本下高维固定效应会提高 Logit 模型的估计难度,基准回归中仅控制省级层面固定效应,在稳健性检验部分控制县级层面固定效应以及各种高维固定效应的线性模型进行检验。

④ 区别于美国专利,中国专利说明书并未就发明人引用与审查员引用进行严格划分和标注,因此,数据中的引用信息同时包含发明人引用和审查员引用。

⑤ 具体的数据处理与文本分析细节参见《中国工业经济》网站(ciejournal.ajcass.com)附件。

向影响。<sup>①</sup>具体看,跨省行政边界的专利间引用概率降低 13.08%,跨市行政边界的专利间引用概率降低 7.54%,跨县行政边界的专利间引用概率降低 4.60%,相应意味着整体上中国省际、市际、县际边界效应分别约为 1.15、1.08、1.05,<sup>②</sup>与知识溢出本地化现象一致,呈现出“省份>城市>区县”的典型特征。需要指出,本文得到的各级行政边界效应系数的估计结果与刘修岩和王峤(2022)的“县际边界效应最强、省际边界效应最弱”研究结果存在明显差异。如前文所述,这一差异既可能源于反事实控制组的构建精度不同,也可能源于多级边界效应的估计差异。事实上,知识(和发明人)跨行政区域的流动程度在区县内的流动性显然大于地级市内的流动性,而地级市内的流动性显然大于省份内的流动性,此外,绝大多数关于地区间产品贸易和生产要素流动的文献也普遍认可“省份间的市场分割最为明显”这一基本事实,进而关于行政边界效应的测度也均聚焦在省际层面(行伟波和李善同,2009;黄新飞等,2014;李自若等,2022;才国伟等,2023)。因此,本文的实证设计与结果可能更加具备合理性,是对已有研究的有益补充。

表 1 基准 Logit 模型的回归结果

变量	(1) <i>patentcite</i>	(2) <i>patentcite</i>	(3) <i>patentcite</i>	(4) <i>patentcite</i>
<i>across_province</i>	-0.1308*** (0.0060)	-0.1878*** (0.0067)	-0.1399*** (0.0044)	
<i>across_city</i>			-0.1041*** (0.0044)	
<i>across_county</i>			-0.0917*** (0.0037)	
<i>proximity</i>	0.0748*** (0.0073)		0.0592*** (0.0066)	0.2058*** (0.0082)
<i>across_section</i>	-0.2314*** (0.0069)	-0.2314*** (0.0069)	-0.2282*** (0.0072)	-0.2289*** (0.0071)
<i>across_class</i>	-0.1916*** (0.0072)	-0.1917*** (0.0072)	-0.1900*** (0.0074)	-0.1906*** (0.0074)
<i>across_subclass</i>	-0.0930*** (0.0081)	-0.0930*** (0.0082)	-0.0930*** (0.0083)	-0.0934*** (0.0083)
<i>Incitedtimes</i>	-0.0054*** (0.0010)	-0.0053*** (0.0010)	-0.0060*** (0.0011)	-0.0060*** (0.0010)
省份固定效应	是	是	是	是
年份固定效应	是	是	是	是
技术部类固定效应	是	是	是	是
存续时间固定效应	是	是	是	是
观测值	8193760	8193760	10348450	10348450
Pseudo R <sup>2</sup>	0.0431	0.0430	0.0421	0.0416

注:表中汇报了变量的平均边际效应。括号中的标准误差聚类至“被引专利 IPC 小类—引用专利 IPC 小类”组对层面。\*\*\*、\*\*、\*分别表示 1%、5%和 10% 的显著性水平。以下各表同。

① 市县级的回归结果参见《中国工业经济》网站([ciejournal.ajcass.com](http://ciejournal.ajcass.com))附件。

②  $1/(1-0.1308) \approx 1.15$ ,  $1/(1-0.0754) \approx 1.08$ ,  $1/(1-0.0460) \approx 1.05$ 。

表1第(2)列是剔除了地理邻近变量的分样本回归,结果显示,忽略地理距离效应直接估计会导致省际边界效应的高估,相较于第(1)列高出了近6%。第(3)、(4)列分别汇报了混合样本回归结果,以及在控制地理邻近度基础上是否加入行政边界效应变量的回归结果。尽管如前文所述,混合样本回归中边界变量系数的估计结果存在偏误,但对比各级边界控制前后地理邻近度的估计结果反映了两点关键信息:①地理邻近度变量 *proximity* 的回归系数在1%的水平上显著为正,在距离相对最远地区的知识溢出概率比本地知识溢出概率低20.58%。然而,正如特征事实部分所揭示的基本逻辑,地理距离因素常常作为客观表象,掩盖了行政边界对知识溢出的负向影响,在增加了各级行政边界变量后,地理距离邻近因素的影响效应大幅减小,在距离相对最远地区的知识溢出概率与本地知识溢出概率的差值降至5.92%。②尽管行政边界效应解释了相当部分的地理衰减表象,但地理距离效应对知识溢出的影响仍是显著的。以上结果充分论证了本文构建的识别知识溢出边界效应研究框架的简洁有效性:尽管对地理距离效应这一表象机制的深入挖掘并非本文的研究重点,但从整体上对其加以控制仍是甄别行政边界影响的必要前提。此外,控制变量的回归结果证实了技术相似性及专利重要性的影响,相较于在同一小类内部,跨部、大类、小类的溢出降低了3%—23%。

## 2. 控制对照组方法的有效性检验

为进一步控制知识溢出的地理距离效应与产业集聚效应的影响,尽可能精确地识别和测算出中国省际层面知识溢出的行政边界效应,本文做了一系列稳健性检验。①针对地理距离效应,采用以下两种方法加以控制:一是依据地理距离阈值变量来重新划分样本,分别选取被引专利与引用专利所在区县相距1000千米、200千米以及50千米以内的样本来检验省际、市际、县际的行政边界效应<sup>①</sup>;二是依次选取省份相邻、地级市相邻以及区县相邻的样本来估计各自的行政边界效应,以尽可能剔除地理衰减的影响。②在基础回归结果部分,本文使用构建相似专利组对作为对照组策略来尝试控制产业集聚因素。一个合理的质疑是,使用相似专利组对照组策略究竟能否有效识别和控制产业集聚因素。为此,本文通过设计衡量中国产业集聚效应的各类代理变量,重新检验基准结果的稳健性。此外,正如前文强调,产业集聚或产业集群在很大程度上决定了知识溢出的地理边界,但不能简单地将产业集聚效应等同于地理距离效应。事实上,地区间的产业趋同也是产业集聚效应的一种特殊体现。受到人力资本、产权制度、市场化水平等因素的多重影响,地区间产业趋同现象较为突出。地方政府不仅通过在辖区内实行差异化的知识产权、研发成果管理以及研发评价等制度,导致地方政府更倾向于推动创新个体在本地进行技术研发、交流与转移等活动(刘修岩和王峤,2022),也会通过行政干预加剧地区间的市场分割。与产业集聚因素相似,同样需要检验行政边界效应是否由地区与区域间的创新趋同机制所主导。为此,本文在计量方程中依次加入各类产业层面与知识层面的趋同指标进行检验。以上结果中边界变量的系数相较于基准模型仅发生了微小变化,充分证明了结果的有效性。<sup>②</sup>

## 3. 其他稳健性检验

除对控制对照组方法本身进行了有效性检验外,本文还从以下几个方面做了稳健性检验:①考虑其他可能的影响因素。既有文献广泛讨论了知识溢出的影响因素,包括企业与高校集聚程度以及互联网等数字技术发展水平等(韩先锋等,2019;Brucks and Levav, 2022;郭峰等,2023)。

① 1000千米、200千米、50千米分别为跨省份、省份内跨地级市、地级市内跨县区的平均距离,依靠这一阈值选取样本可以一定程度上避免样本的选择偏误。

② 有效性检验的回归结果参见《中国工业经济》网站([ciejournal.ajcass.com](http://ciejournal.ajcass.com))附件。

事实上,本文之所以在基准模型中未加入这些因素,是因为这些因素大多最终通过作用于产业集聚效应而影响知识溢出。为验证这一论述,本文将以上三个会影响知识溢出的城市特征依次加入基准模型回归。②考虑特殊样本的可能影响。一是依据《专利引文检索及其应用》,专利引文记录在专利扉页第(56)项上,而2004—2006年出版的专利说明书扉页上并未标注此项。为缓解由此可能带来的数据错误,本文使用2007年及以后的样本重新回归。二是IPC分类中电学部类涉及电子元件、电通信技术与半导体器件等,考虑到此类技术集群的稀缺性与高度空间聚集性,本文剔除了涉及电学部类的样本重新回归。三是直辖市具有大量的专利样本,而区别于其他城市,直辖市仅涉及省、区两级边界。为验证这类样本是否会影响各级行政边界的估计,本文仅采用直辖市样本重新估计。③考虑估计与匹配方法的稳健性。使用Probit模型替代Logit模型;将控制对照组的匹配比例由1:1扩充至1:3。④考虑其他因素导致的内生性问题。在基准模型中加入高维交互固定效应。以上回归的结果均证明基准结果稳健。①

## 五、中国知识溢出本地化行政边界效应指数的测算与有效性检验

### 1. 中国省际知识溢出行政边界效应的测算方法与基本特征分析

在特征事实中,本文基于改进的控制对照组方法,在剔除产业集聚的影响后,揭示了中国知识溢出本地化存在“省际>市际>县际”的重要特征事实。进一步发现,这种序列特征是由各级行政边界自身所导致的。这既可能由于中国省份边界划分在很大程度上遵循了“山川形便”原则,又可能源于省份层面表现出的较高行政边界治理权所导致的强行政干预效应。因此,考虑到省际边界的典型代表性及其重要的研究意义,本文基于一种反事实概率预测方法测算了中国不同省份地区知识溢出层面的行政边界效应指数,并对全国层面及省份层面的指数变化趋势进行了详细分析,总结出以下三点发现:①中国知识溢出的行政边界效应呈现“先下降,后上升,再下降”的趋势特征;②中国各省份知识溢出的行政边界效应指数在0.87—1.62倍之间波动;③中国各省份知识溢出行政边界效应指数的总体变化态势与李自若等(2022)测算的中国省际贸易壁垒的测算结果一致。②

### 2. 中国知识溢出边界效应指数有效性检验

本文采用以下三个合理性假设,检验中国省际层面知识溢出行政边界效应指数这一指标的有效性。

(1)中国各地区的行政边界效应往往是由地区各级政府对辖区内产品和要素市场的不合理控制和干预行为造成的。由此,一个直觉性的假设是,既然知识溢出边界效应指数与贸易壁垒均在一定程度上反映了中国地方政府对市场的干预程度,二者之间应该呈现一定程度正相关。本文借助李自若等(2022)测算出的中国省际层面贸易壁垒面板数据,③对这一假设进行了检验。图1(a)绘制了控制时间固定效应后知识溢出行政边界效应指数与贸易壁垒指数的分仓散点图,图1(b)绘制了知识溢出行政边界效应指数与市场分割指数的分仓散点图。④结果表明,在控制各指数的时间

① 稳健性检验结果参见《中国工业经济》网站(ciejournal.ajcass.com)附件。

② 测算方法与描述分析参见《中国工业经济》网站(ciejournal.ajcass.com)附件。

③ 该面板数据覆盖了1992—2019年的28个省份,感谢该文作者提供的宝贵数据。

④ 市场分割指数基于各省份相关年份10类商品的零售价格指数计算获得(陆铭和陈钊,2009),包括粮食,菜,饮料、烟酒,服装、鞋帽,文化办公用品,日用品,体育娱乐用品,中西药品及医疗保健用品,书报杂志及电子出版物,燃料。



趋势影响后,知识溢出行政边界效应指数与贸易壁垒指数正相关,与市场分割指数负相关,验证了这一假设。

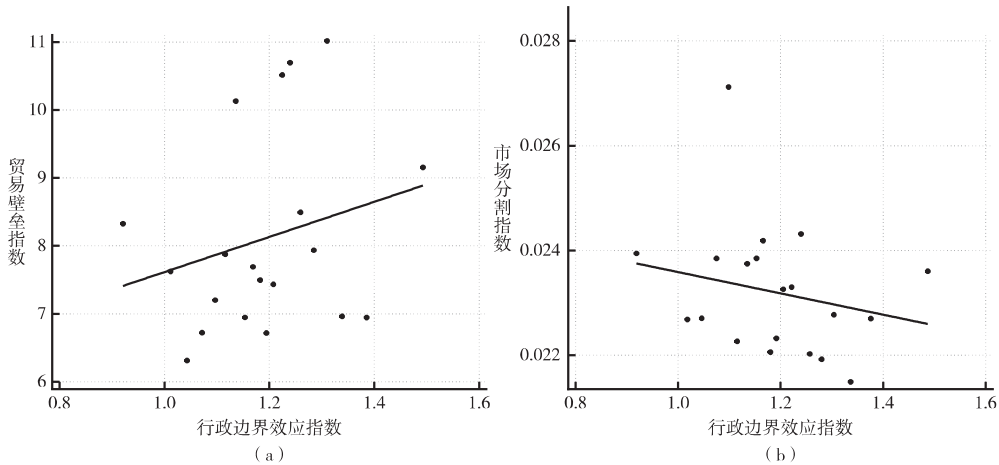


图1 省际知识溢出行政边界效应指数与贸易壁垒、市场分割指数的相关性

(2)知识作为关键生产要素之一,其自由流动易受到当地市场化发育和完善程度、政府政策干预等多方面因素的影响。因此,一般性的假设是,知识溢出的行政边界效应与市场化进程呈负相关关系,尤其与要素的市场化进程呈负相关关系。本文基于这一假设,采用王小鲁等(2019)的市场化指数进行检验。表2汇报了省际知识溢出行政边界指数与市场化指数及其各构成指标相关性的检验结果,为避免小样本情况下采用固定效应方法所引起的共线性问题,本文采用各省份人均GDP对数(*pergdp*)、人口对数(*marketsize*)以及财政支出占比(*fiscalexp*)控制省份个体特征。<sup>①</sup>第(1)列显示,知识溢出行政边界效应指数与市场化进程指数显著负相关。第(2)—(6)列汇报了知识溢出行政边界效应指数与市场化指数子指标的相关关系,结果显示,知识溢出行政边界效应指数与政府和市场、非国有经济、要素市场、市场中介均呈现显著的负相关关系,而与产品市场不相关。本文认为,在中国的要素市场化改革滞后于产品市场化改革的情形下,各级政府针对关键要素市场仍然普遍存在各种干预和控制,要素市场的行政壁垒日益成为中国各地区之间行政壁垒的重要原因。正如前文所述,行政边界的客观地理因素与政府干预因素均有可能导致边界效应的产生,尽管本文未对知识溢出行政边界效应的产生机制做进一步探究和分解,但以上检验结果均无法拒绝“行政干预导致了知识溢出的行政边界效应”这一假设。

(3)聚焦于知识与技术的生产,中国知识溢出的行政边界效应必然与地区知识投入与产出存在显著的负向关联,这既是判断本文测算出的中国省际知识溢出行政边界效应指数合理性的一个重要策略,也是基于成本分析的角度揭示知识溢出行政边界效应经济显著性的核心检验。知识与技术的投入端集中体现在地区科研经费支出以及科研工作人员数量上,而产出端则集中体现在发明

<sup>①</sup> 此处回归没有控制省份层面固定效应的原因有两点:一是省份样本中个体固定效应吸收了核心变量超过90%的变化,加入固定效应会因多重共线性而导致解释变量系数的统计检验被“过度拒绝”;二是此处计量分析的目的在于,基于理论推论,通过检验知识溢出行政边界效应指数与各类指标的相关性进而论证该指数的合理有效性,而非因果效应的识别。

表2 省际知识溢出行政边界效应指数与市场化的相关性检验结果

变量	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
市场化指数	-0.0231*** (0.0056)					
政府与市场		-0.0112** (0.0045)				
非国有经济			-0.0223*** (0.0039)			
产品市场				0.5312 (0.6241)		
要素市场					-0.0068** (0.0029)	
市场中介						-0.0095*** (0.0028)
<i>pergdp</i>	-0.0093*** (0.0022)	-0.0133*** (0.0020)	-0.0091*** (0.0021)	-0.0149*** (0.0021)	-0.0128*** (0.0021)	-0.0118*** (0.0021)
<i>marketsize</i>	3.5010*** (0.5003)	1.7493*** (0.6413)	2.6264*** (0.6091)	2.1297*** (0.6420)	2.3826*** (0.6448)	2.3609*** (0.6299)
<i>fiscalexp</i>	-0.4108*** (0.0552)	-0.4138*** (0.0633)	-0.4243*** (0.0466)	-0.2751*** (0.0511)	-0.3500*** (0.0481)	-0.3592*** (0.0462)
时间固定效应	是	是	是	是	是	是
观测值	305	275	275	275	275	275
R <sup>2</sup>	0.2680	0.2589	0.3249	0.2436	0.2576	0.2731

专利申请受理数量上。表3第(1)一(4)列汇报了先后采用中国省份地区R&D经费支出占GDP比重、每千人科研人员当量数目、样本中有引用关联的发明专利申请受理数量对数、地区所有发明专利申请受理数量对数作为被解释变量的回归结果。考虑到知识溢出的行政边界效应与知识技术生产的滞后相关性,对行政边界效应指数做滞后一期处理。结果显示,在控制时间固定效应和省份层面个体特征变量后,无论在知识的投入端和产出端,知识溢出行政边界效应指数的系数均显著为负,这表明知识溢出的行政边界效应很可能抑制省份层面的创新投入与产出。<sup>①</sup>本文测算得到的中国省际知识溢出行政边界效应指数平均在1.19倍左右,即省际知识溢出水平比省内知识溢出水平低20%。黄新飞等(2014)测度了长三角地区农产品的省际市场分割程度,发现边界效应介于32.4%—45%;吕冰洋等(2021)测算了资本要素市场分割,发现全国各行业市场分割平均下降幅度大致在49%—63%之间;李自若等(2022)、才国伟等(2023)研究发现,省际贸易壁垒指数在4—7倍之间。从数值大小看,本文测算的知识溢出边界效应小于货物或资本要素的行政边界效应。然而,通过分析知识溢出的边界效应与地区创新投入产出的关联,本文发现知识溢出的行政边界效应具备充分的经济显著性。

特别地,本文所使用的专利样本为存在引用关联的发明专利,而现实中存在大量的从未发生过引用与被引行为的专利。以2017年为例,样本中包含了全国659982个发明专利,而当年共

<sup>①</sup> 基于文本匹配改进的控制对照组方法,知识溢出行政边界效应指数已充分剔除了地理衰减、产业集聚(知识集聚)等因素,在一定程度上缓解了该指标本身与创新的投入产出的反向因果关系。与表2相同,由于省份样本量较小且省份固定效应吸收了大量核心变量方差,因而未在回归中加入省份固定效应,使用宏观经济特征变量予以替代。

申请受理发明专利 1233592 个,这意味着有近 50% 的专利在 2017 年不存在引用关联。<sup>①</sup>表 3 第 (5) 列以无引用关联的专利数量占发明专利总申请受理数量的占比作为被解释变量进行回归,得到显著正相关的回归结果。专利未发生任何引用存在着多种原因,其中包括受知识溢出在地区间不能自由流动的影响。假设地区间存在着较高的知识溢出行政边界效应,则无论从知识流出侧还是知识流入侧,均会增加发明人获取、接收与传递知识的成本,这种负面影响反映在产出关联上体现为更多的发明专利不再引用其他专利,以及更多的专利不再被其他专利引用,出现“闭门造车”现象,致使两者呈现正相关关系。由此可见,尽管地区间专利的申请、授权与公开通常会在国家的统一标准下进行,而行政干预有可能通过影响企业的交流活动与研发行为进而抑制知识溢出。

表 3 省际知识溢出行政边界效应与创新投入产出的相关性检验

变量	经费支出	人员投入	专利产出		
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
行政边界效应指数	-0.0210*** (0.0050)	-2.2740*** (0.5389)	-1.0646*** (0.4033)	-1.4597*** (0.3834)	0.2072*** (0.0307)
<i>pergdp</i>	0.0006*** (0.0002)	0.6825*** (0.0196)	0.1785*** (0.0147)	0.1701*** (0.0140)	0.0042*** (0.0011)
<i>marketsize</i>	0.0747 (0.0465)	-17.3503*** (5.0015)	24.6942*** (3.7429)	21.6110*** (3.5585)	1.1181*** (0.2852)
<i>fiscalexp</i>	-0.0185*** (0.0038)	0.4731 (0.4124)	-4.1249*** (0.3087)	-3.9501*** (0.2935)	-0.1110*** (0.0235)
时间固定效应	是	是	是	是	是
观测值	304	304	304	304	304
R <sup>2</sup>	0.2475	0.8714	0.7666	0.7722	0.6422

## 六、结论与政策含义

如何全面加快实施创新驱动发展战略已成为当前亟须研究的重要课题。从理论和实践的角度看,科技创新活动中的知识溢出或技术溢出如果受到约束或阻碍,其对可持续经济增长的促进作用将显著减弱。因此,深入研究中国知识溢出本地化现象及其驱动机制显得尤为重要。本文基于中国发明专利数据及专利引用数据,采用文本分析和改进的控制对照组方法,构建“地理距离—产业集聚—行政边界”的计量框架,深入识别知识溢出本地化现象背后的行政边界效应,并测算省际知识溢出行政边界效应指数。研究结果表明,中国地区间知识溢出受行政边界的约束,且这种效应在省际、市际和县际层面依次递减。具体而言,各省之间的知识溢出行政边界效应指数在 0.87—1.62 倍之间,省际层面的平均效应指数约为 1.19 倍,表明省际层面的知识溢出水平低于省内水平约 20%。这一效应指数与地区创新投入产出变量显著负相关,与贸易壁垒指数显著正相关,与市场化

<sup>①</sup> 一个较为严谨的统计方法是,假设某一省份在某一年度有  $m_1$  个专利为当年其他专利所引用,  $m_2$  个在当年引用了其他专利,  $m_3$  个引用了本省份其他专利,国家知识产权局统计的总计发明专利受理数量为  $n$ ,则未发生任何引用与被引的专利数量为  $n - m_1 - m_2 + m_3$ 。

水平尤其是要素市场的市场化进程显著负相关,验证了测算结果的可靠性以及边界效应的经济显著性。进一步统计分析显示,2002—2018年,中国整体知识溢出行政边界效应指数经历了波动式变化,反映知识溢出行政边界效应的变化机制及其所面临的复杂体制性障碍,亟须更系统和精准的改革措施。

目前,建设全国统一大市场的重点任务,正在由打破阻碍产品市场一体化的利益藩篱转向消除阻碍技术、知识、数据等创新要素市场一体化的各种机制体制性障碍。党的二十届三中全会强调,加快构建全国统一大市场是实现高水平社会主义市场经济体制的重要途径。同时还强调在当前推动全国统一大市场建设和改革的任务中,需要转向推动市场基础制度规则的统一,培育全国一体化的技术知识市场。特别是提出清理和废除妨碍全国统一市场和公平竞争的各种规定和做法的建议,将促进中国技术和知识要素全国市场一体化格局的加速形成。本文研究的主题聚焦于中国知识溢出过程中所存在的行政边界效应,深入揭示了在构建全国知识和技术要素一体化市场的进程中所面临的多重体制性障碍。因此,本文所蕴含的重要政策含义包括:

(1)强调未来中国经济体制改革和科技创新机制改革的重点在于逐步破除和有效监管各级政府对知识溢出的不合理干预,促进以知识和技术要素市场为核心的全国统一大市场的形成。这一改革价值在于认识到知识和技术要素市场一体化已成为科技创新支撑高质量经济增长的必要条件。要清醒认识到知识和技术要素市场一体化已演变成为科技创新支撑中国经济高质量增长的充分条件:只有优先构建了知识和技术要素市场为主导的全国统一大市场体系,才能真正激活科技创新对中国经济可持续发展的支撑作用(张杰,2023)。本文的研究结果表明,中国在省际、市际甚至县际的不同行政地区之间,均存在知识溢出的行政边界效应,其在省际层面最为突出,由此证明中国包含省际在内的不同行政地区层面均存在阻碍知识溢出和知识转移的各种深层次体制机制障碍。因此,破除技术和知识要素市场领域的各种形式的地方保护主义与行政壁垒,应该作为当前构建全国统一大市场领域的关键改革任务。

(2)揭示出打破中国不同区域板块之间创新知识溢出的行政边界壁垒是今后深入推进区域协调发展战略的重要改革突破口。党的二十届三中全会强调,要持续完善实施区域协调发展战略,将今后的区域协调发展战略的改革重点转向健全推动西部大开发形成新格局、东北全面振兴取得新突破、中部地区加快崛起、东部地区加快推进现代化的制度和政策体系,更好地激发和推动京津冀、长三角、粤港澳大湾区等重点区域板块在驱动中国高质量发展之中的动力源功能。本文所揭示的一个重要规律是,在科技创新愈发成为影响中国不同区域板块经济发展能力的决定性因素前提下,相较于东部地区,中部、西部和东北地区的知识溢出和知识转移遭受政府行政边界负面影响更为明显,这可能是导致中国不同区域之间经济发展差距缩小进程缓慢的重要内在机制因素之一。为此,本文建议将破除束缚中部、西部和东北地区的知识溢出和知识转移的各种政府干预行为,作为今后一段时期内推动区域协调发展战略深入实施的重点改革突破方向。

(3)高度重视阻碍中国知识溢出的跨地区流动的深层次体制性障碍因素,精准识别和科学破除当前阻碍中国地区间知识溢出的重点问题。当前阻碍中国地区间知识溢出的因素集中体现在各级政府出于自身利益所采取的各种不合理干预行为,因此提出如下建议:一方面,严格限制各地区政府在推动本地区科技创新和产业本地化发展过程中所采取的各种显性或隐性限制性产业政策。这些政策往往导致不合理甚至扭曲的激励效应,阻碍了知识和技术的自由流动。因此,需加强对地方政府政策的监督和评估,以确保其符合全国统一大市场的原则。另一方面,全面清理和加快破除在



许多地区仍然存在的地区保护主义倾向,特别是那些偏向本地化经营主体利益的知识产权保护制度以及高科技产品政府采购的相关政策。这些措施往往限制了外部竞争,妨碍了创新要素的有效配置。通过推动全国范围内市场基础制度和规则的统一,可以更好地激发市场活力,促进知识和技术的跨区域流动,从而实现经济可持续发展。

本文旨在为有效识别和科学测算中国地区间知识溢出的行政边界效应提供一个标准化框架。基于这一框架,未来的研究可以从以下两个方向拓展:一是持续推进对地级市及以下地区知识溢出行政边界效应指数的测算工作。由于部分地级市的专利数量较少,本文所提供的省际知识溢出行政边界效应指数的测算方法并不完全适用于地级市及以下地区。因此,有必要探索全新的研究逻辑框架和方法,以适应不同层级的区域特征和数据可得性。二是强化对中国地区间知识溢出行政边界效应驱动机制的探索。本文发现,省际知识溢出存在下降与增长交替变化的趋势,这一现象揭示了知识溢出行政边界效应背后的复杂体制机制障碍。因此,构建理论模型以深入探讨中国知识溢出行政边界效应变化的关键驱动机制及其核心影响因素,成为下一步研究的重点方向。这两个方向的研究,将有助于更全面地理解和分析知识溢出现象,推动相关政策的优化与实施,为促进中国经济高质量发展提供理论支持和实践指导。

#### 〔参考文献〕

- 〔1〕才国伟,陈思含,李兵.全国大市场中贸易流量的省际行政边界效应——来自地级市增值税发票的证据[J].经济研究,2023,(3):59-77.
- 〔2〕郭峰,熊云军,石庆玲,王靖一.数字经济与行政边界地区经济发展再考察——来自卫星灯光数据的证据[J].管理世界,2023,(4):16-34.
- 〔3〕韩先锋,宋文飞,李勃昕.互联网能成为中国区域创新效率提升的新动能吗[J].中国工业经济,2019,(7):119-136.
- 〔4〕黄新飞,陈珊珊,李腾.价格差异、市场分割与边界效应——基于长三角15个城市的实证研究[J].经济研究,2014,(12):18-32.
- 〔5〕赖烽辉,李善民,王大中.企业融资约束下的政府研发补贴机制设计[J].经济研究,2021,(11):48-66.
- 〔6〕李建成,黎婉玉,黄丹蕾,张莉.土地“放管服”改革与跨区域合作创新效率[J].中国工业经济,2024,(3):100-118.
- 〔7〕李莉,闫斌,顾春霞.知识产权保护、信息不对称与高科技企业资本结构[J].管理世界,2014,(11):1-9.
- 〔8〕李自若,杨汝岱,黄桂田.中国省际贸易流量与贸易壁垒研究[J].经济研究,2022,(7):118-135.
- 〔9〕刘修岩,王峤.知识溢出的边界效应——来自专利引用数据的证据[J].经济研究,2022,(11):84-101.
- 〔10〕陆铭,陈钊.分割市场的经济增长——为什么经济开放可能加剧地方保护[J].经济研究,2009,(3):42-52.
- 〔11〕吕冰洋,王雨坤,贺颖.我国地区间资本要素市场分割状况:测算与分析[J].统计研究,2021,(11):101-114.
- 〔12〕马啸.产权制度的中国经验及其学术意义[J].北大政治学评论,2019,(1):58-72.
- 〔13〕王小鲁,樊纲,胡李鹏.中国分省份市场化指数报告(2018)[M].北京:社会科学文献出版社,2019.
- 〔14〕行伟波,李善同.本地偏好、边界效应与市场一体化——基于中国地区间增值税流动数据的实证研究[J].经济学(季刊),2009,(4):1455-1474.
- 〔15〕杨蕙馨,刘春玉.知识溢出效应与企业集聚定位决策[J].中国工业经济,2005,(12):41-48.
- 〔16〕易巍,龙小宁,林志帆.地理距离影响高校专利知识溢出吗——来自中国高铁开通的经验证据[J].中国工业经济,2021,(9):99-117.
- 〔17〕张杰.科技创新支撑中国经济中高速增长的路径、问题与对策[J].江苏行政学院学报,2023,(4):54-62.
- 〔18〕Agrawal, A., A. Galasso, and A. Oettl. Roads and Innovation[J]. Review of Economics and Statistics, 2017, 99(3): 417-434.

- [19] Akcigit, U., D. Hanley, and N. Serrano-Velarde. Back to Basics: Basic Research Spillovers, Innovation Policy, and Growth[J]. *Review of Economic Studies*, 2021, 88(1): 1-43.
- [20] Anton, J. J., and D. A. Yao. Little Patents and Big Secrets: Managing Intellectual Property[J]. *RAND Journal of Economics*, 2004, 35(1): 1-22.
- [21] Arts, S., B. Cassiman, and J. C. Gomez. Text Matching to Measure Patent Similarity[J]. *Strategic Management Journal*, 2018, 39(1): 62-84.
- [22] Belenzon, S., and M. Schankerman. Spreading the Word: Geography, Policy, and Knowledge Spillovers[J]. *Review of Economics and Statistics*, 2013, 95(3): 884-903.
- [23] Brucks M. S., and J. Levav. Virtual Communication Curbs Creative Idea Generation[J]. *Nature*, 2022, 605(7908): 108-112.
- [24] Caniëls, M. C. J., and B. Verspagen. Barriers to Knowledge Spillovers and Regional Convergence in an Evolutionary Model[J]. *Journal of Evolutionary Economics*, 2001, 11(3): 307-329.
- [25] Carlino, G. A., S. Chatterjee, and R. M. Hunt. Urban Density and the Rate of Invention [J]. *Journal of Urban Economics*, 2007, 61(3): 389-419.
- [26] Crescenzi, R., M. Nathan, and A. Rodríguez-Pose. Do Inventors Talk to Strangers? On Proximity and Collaborative Knowledge Creation[J]. *Research Policy*, 2016, 45(1): 177-194.
- [27] Fischer, M. M., and A. Varga. Spatial Knowledge Spillovers and University Research: Evidence from Austria[J]. *Annals of Regional Science*, 2003, 37(2): 303-322.
- [28] Ganguli, I., J. Lin, and N. Reynolds. The Paper Trail of Knowledge Spillovers: Evidence from Patent Interferences[J]. *American Economic Journal: Applied Economics*, 2020, 12(2): 278-302.
- [29] Jaffe, A. B., M. Trajtenberg, and R. Henderson. Geographic Localization of Knowledge Spillovers as Evidenced by Patent Citations[J]. *Quarterly Journal of Economics*, 1993, 108(3): 577-598.
- [30] Kelly, B., D. Papanikolaou, A. Seru, and M. Taddy. Measuring Technological Innovation over the Long Run [J]. *American Economic Review: Insights*, 2021, 3(3): 303-320.
- [31] McNamee, R. C. Can't See the Forest for the Leaves: Similarity and Distance Measures for Hierarchical Taxonomies with a Patent Classification Example[J]. *Research Policy*, 2013, 42(4): 855-873.
- [32] Peri, G. Determinants of Knowledge Flows and Their Effect on Innovation [J]. *Review of Economics and Statistics*, 2005, 87(2): 308-322.
- [33] Rysman, M., and T. Simcoe. Patents and the Performance of Voluntary Standard-Setting Organizations [J]. *Management Science*, 2008, 54(11): 1920-1934.
- [34] Singh, J., and A. Agrawal. Recruiting for Ideas: How Firms Exploit the Prior Inventions of New Hires [J]. *Management Science*, 2011, 57(1): 129-150.
- [35] Singh, J., and M. Marx. Geographic Constraints on Knowledge Spillovers: Political Borders vs. Spatial Proximity[J]. *Management Science*, 2013, 59(9): 2056-2078.
- [36] Thompson, P. Patent Citations and the Geography of Knowledge Spillovers: Evidence from Inventor- and Examiner-Added Citations[J]. *Review of Economics and Statistics*, 2006, 88(2): 383-388.
- [37] Thompson, P., and M. Fox-Kean. Patent Citations and the Geography of Knowledge Spillovers: A Reassessment[J]. *American Economic Review*, 2005, 95(1): 450-460.
- [38] Verspagen, B., and W. Schoenmakers. The Spatial Dimension of Patenting by Multinational Firms in Europe [J]. *Journal of Economic Geography*, 2004, 4(1): 23-42.

## Research on the Administrative Boundary Effect of Knowledge Spillover Localization in China

CHEN Zhi-yuan<sup>1</sup>, YU Hao<sup>2</sup>, ZHANG Jie<sup>3</sup>

(1. Business School, Renmin University of China;

2. School of Applied Economics, Renmin University of China;

3. School of Economics, Renmin University of China)

**Abstract:** This study systematically examines the administrative boundary effects on the knowledge spillover localization in China, to accurately identify and quantify their impact on cross-regional knowledge flows and high-quality economic development. Knowledge spillovers are vital for enhancing productivity and fostering sustainable economic growth. However, administrative boundary effects can significantly impede knowledge diffusion, undermining the role of technological innovation in supporting overall economic progress. Understanding the influence of administrative boundaries on knowledge spillovers is critical for bolstering regional innovation capacity and achieving high-quality development.

To address limitations in existing research related to measurement techniques and econometric frameworks, this study investigates the localized characteristics of knowledge spillovers in China. Leveraging large-scale patent citation data, this study employs a patent text matching method to construct precise control groups, allowing for accurate identification and quantification of the administrative boundary effects underlying China's knowledge spillovers. The findings reveal that administrative boundaries impose significant constraints on knowledge spillovers in China, with a hierarchical structure of effects: provincial level > city level > county level. Cross-provincial knowledge spillovers are, on average, 20% lower than intra-provincial levels. Using a nonlinear patent citation probability model that incorporates administrative boundary variables, the study introduces a novel approach to calculating boundary effects based on counterfactual changes in patent citation probabilities. For the first time, it develops a provincial-year administrative boundary effect index for knowledge spillovers. Validation tests demonstrate strong correlations between this index and critical economic indicators such as trade barriers, market segmentation, and factor market distortions, highlighting its economic rationality. From 2002 to 2018, knowledge spillovers in China exhibited alternating trends of growth and decline, reflecting the dynamic and complex nature of administrative boundary effects on knowledge diffusion.

This study contributes to academic literature in two significant ways. First, it develops an identification strategy tailored to the Chinese context for measuring administrative boundary effects on knowledge spillovers. Adopting advanced patent text matching methods, the study constructs accurate control groups for potential patent citations, effectively addressing errors stemming from coarse patent classifications in prior research. This rigorous approach accounts for the geographic distribution of technological activities, minimizing the risk of false knowledge spillovers. This study designs a robust patent citation probability model that incorporates key control factors such as geographic distance and industrial agglomeration, providing a systematic framework for examining administrative boundary effects on knowledge spillovers in China. Second, this study is the first to estimate a provincial-year administrative boundary effect index for knowledge spillovers, filling critical gaps in the measurement of interregional spillover effects. The reliability and economic relevance of this index are validated, showcasing its utility in explaining the characteristics of knowledge diffusion across China. This index offers clear economic insights and practical value, providing a reference for formulating policies to eliminate regional barriers to knowledge flows and establish a unified national market for innovation factors.

**Keywords:** knowledge spillover localization; administrative boundary effect; text matching; national unified market

**JEL Classification:** F15 O33 R10

[责任编辑:崔志新]