

【人力资源管理】

高端人才空间集聚与后发国家创新发展

——来自中国个体专利数据的证据

余 振 李锦坡 蒋盛君

【摘 要】创新是引领发展的第一动力,后发国家受限于人才资源约束,可依托战略性新兴产业、集聚创新高端人才,从而实现创新发展。中国作为当前拥有新增专利数量最多的国家,是创新后发国家的重要代表。本文基于2001-2019年中国战略性新兴产业的个体专利数据,从国家创新发展阶段差异入手拓展传统集聚经济理论,从创新个体集聚的微观视角,定量分析了后发国家创新高端人才集聚对个体创新产出的影响和机制,并利用反事实分析了人才空间分布差异对整体创新产出的影响。研究发现:其一,后发国家创新高端人才的集聚可以有效提升个体创新数量和质量,该提升主要通过建立更紧密的本地知识网络、合作知识溢出、国际知识网络,以及市场化集聚等渠道实现;其二,优化创新高端人才空间分布能够有效提升后发国家的整体创新产出。创新高端人才完全平均化分布会导致后发国家整体创新产出下降,将人才高度集中于战略性新兴产业的重点集聚城市则可有效提升后发国家的整体创新产出。本文为后发国家制定更有效的科创政策、人才政策和区域发展政策提供了来自中国的参考。

【关键词】人才集聚;个体发明专利;创新产出;创新发展;创新高端人才

【作者简介】余振,李锦坡(通讯作者),蒋盛君,武汉大学经济与管理学院,电子信箱:yuzhenwhu@126.com, jinpo.li@whu.edu.cn, sjjiang@whu.edu.cn(430072)。

【原文出处】《经济研究》(京),2024.8.151~168

【基金项目】国家自然科学基金项目(72303173)的阶段性成果。

一、引言

当前,全球经济增长越来越依赖于创新活动,而全球创新活动的地理格局也在发生变化,新兴经济体在全球创新活动中的重要性不断提高(Li et al., 2020)。创新本质上是一种需要灵感和天赋的知识密集型个体活动,企业、高校等机构都是在创造有利于创新人才进行知识交流和创新活动的环境(Akcigit et al., 2018)。以往关于产业和企业创新集聚的研究忽视了人才,特别是稀缺的创新高端人才这一推动经济发展和繁荣最重要的因素。对创新人才资源相对稀缺且面临普遍外流的后发国家而言,如何最大限度用好有限的创新高端人才资源面临更多的现实约束。在发达国家适用的创新高端人才发展政策,在发展中国家可能不再适用(Fu et al., 2011)。有必要针对后发国家的创新发展特征提供更具有指导意义的经验。

中国作为最大的发展中国家,已经成为世界第二大经济体,且是拥有新增专利数量最多的国家(WIPO, 2022),是创新后发国家的重要代表。如何实现从“创新大国”向“创新强国”的转变,不仅是中国,也是广大后发国家创新发展所面临的难题。党的二十大报告提出要“推动战略性新兴产业融合集群发展,构建新一代信息技术、人工智能、生物技术、新能源、新材料、高端装备、绿色环保等一批新的增长引擎”。战略性新兴产业作为引领未来发展的新支柱、新赛道,^①是中国实现创新跨越式发展的重要机遇,也是构建国家创新体系、培育发展新质生产力的重要方式。推动集群发展强调了集聚经济在创新发展中的重要作用,这不仅包括产业的集聚,也包括人才的集聚。党的二十届三中全会进一步提出“实施更加积极、更加开放、更加有效的人才政策,完善人才自主培养机制,加快建设国家高水平人才高地

和吸引集聚人才平台”。这些政策本质上是利用创新高端人才的空间集聚来提升创新能力。因此,战略性新兴产业的创新高端人才能否集聚、人才集聚如何影响个体创新、会产生何种宏观影响,是中国在推动构建新型国家创新体系建设和培育发展新质生产力过程中必须回答的问题。

本文将 Duranton & Puga(2004)的集聚外部性微观机制分析框架与 Fagerberg & Godinho(2006)的后发国家创新发展政策相结合,分析后发国家创新高端人才集聚对个体创新产出的影响及潜在机制,并利用中国独特的战略性新兴产业发明人数据,进行实证检验和分析,基于反事实分析讨论人才空间分布差异对整体创新产出的影响。结果表明,创新高端人才的空间集聚促进了创新个体的产出,无论是创新数量还是创新质量都有了显著提升。这一结果在多种稳健性检验下都成立。本文研究还表明,本地知识网络、合作知识溢出、国际知识网络 and 市场化人才集聚是创新高端人才集聚促进个体创新产出的重要机制。最后,本文通过反事实分析表明,与现实中的整体人才分布情况相比,创新高端人才的完全平均化分布会导致后发国家的整体创新产出数量下降约五分之一,质量下降近一半;而将创新高端人才高度集中于战略性新兴产业集聚的重点城市,可使后发国家整体创新产出的数量提升约四分之一,质量提升约三分之二。

本文从以下三方面对已有文献进行拓展:第一,从创新高端人才的微观视角拓展了后发国家创新发展和创新集聚的研究。现有研究多聚焦于具体行业或企业,缺少对创新高端人才的关注。少数关于创新人才微观层面的研究多基于发达国家经验,而基于后发国家创新高端人才的研究相对匮乏。本文以后发国家创新高端人才为分析单位,基于独特的战略性新兴产业发明人个体专利数据,拓展了创新发展和创新集聚研究的分析视角。

第二,分析了后发国家通过人才集聚实现创新发展的内在机制。当前集聚经济学的分析框架主要基于发达国家经验,而后发国家在创新发展问题上存在阶段差异和特有特征,简单套用发达国家经验不能有效指导后发国家的创新发展。本文将后发国家创新发展的现实经验引入创新集聚的微观基础框架中,提出了后发国家通过创新高端人才集聚推动创新发展的新机制,并基于中国个体专利数据给

予验证,从而为后发国家实现跨越式创新发展提供了有益经验。

第三,丰富了后发国家统筹考虑创新个体集聚宏观微观影响的政策分析工具。以往研究缺少统筹微观和宏观层面的分析,主要关注企业层面的证据,缺乏基于创新微观个体视角的研究。本文通过反事实分析框架,将个体创新集聚的微观影响与其在国家总体层面的创新产出相联结,展示了创新高端人才空间分布差异对国家整体创新水平的影响,为后发国家统筹国内战略性新兴产业和人才政策、优化创新高地布局、提升创新产业政策成效提供了有益参考。

本文余下的部分安排如下:第二部分是文献综述与研究假说,第三部分是实证策略和数据来源,第四部分是实证结果分析,第五部分是异质性与机制分析,第六部分是进一步的反事实分析,第七部分是结论和启示。

二、文献综述与研究假说

(一)文献综述

创新高端人才在创新活动中的作用越来越受到重视,人才集聚对创新活动的影响研究也开始受到广泛的关注(Kerr et al., 2016)。然而,针对后发国家创新人才集聚的相关研究还比较有限。现有研究主要围绕以下几个维度展开:

第一,后发国家创新发展的独特性研究。新熊彼特理论认为知识积累和创新带来的非均衡“创造性破坏”会重塑现有经济关系,创造新的经济增长机遇,为后发国家实现经济赶超提供可能。然而 C. Freeman 指出,技术创新并不能自动地促进后发国家的创新发展,这需要包括经济、政治、文化等不同层次创新体系的相互配合才能最终实现国家的创新发展(Freeman, 1995, 2002)。在这一过程中,发展中国家往往面临与发达国家不同的发展环境。首先,两者的创新发展阶段不同,发达国家作为创新领先国家更关注如何持续推动前沿创新突破,而广大发展中国家作为创新追赶国家则更关注如何实现创新追赶,以及如何实现从追赶 to 赶超的阶段转换问题(黄先海和宋学印, 2017; 刘伟, 2024; 柳卸林等, 2017; Fagerberg & Godinho, 2006)。其次,后发国家的资源禀赋、产业结构、经济发展模式都与发达国家存在差异,存在创新的“后发劣势”(韩保江和李志斌, 2022; 黄群慧, 2021; Fu et al., 2011)。因此

两类国家在推动国内的创新体系建设方面会存在差异,适用于发达国家的创新发展政策可能并不适用于后发国家。

第二,基于产业或企业视角的传统创新集聚研究。现有对后发国家创新集聚与创新发展的研究多从产业入手(陈露和刘修岩,2024;韩峰和阳立高,2020;彭向和蒋传海,2011;郑世林和张果果,2022),并往往基于特定产业,例如高铁(周青等,2023)、人工智能(Lundvall & Rikap,2022)等。也有研究以企业作为基本分析对象展开(寇宗来和孙瑞,2023;谭用等,2024)。其中,逯东和朱丽(2018)发现战略性新兴产业政策促进了企业创新活动。Li et al. (2020)以中国广核集团和华为为例,检验了国家创新政策支持促进后发国家加速创新追赶的理论框架。李松林等(2023)发现城市摩天大楼通过促进企业间知识共享提升了企业创新。这些研究从不同侧面强调了重点行业政策和集聚经济在后发国家创新发展中的作用。

第三,基于人才个体维度的创新集聚研究。现有针对创新集聚理论的研究已经关注高技能劳动力作为重要的创新要素,其空间集聚对促进地方创新具有重要作用(白俊红等,2017;焦豪等,2023),但高技能劳动力不同于创新高端人才,直接基于创新高端人才的实证研究仍比较有限。现有研究多依托欧美专利发明人群体展开(Akcigit et al.,2016;Moretti,2021;Prato,2022)。国内直接关注中国发明人群体的研究较少,部分研究关注到了企业发明家高管(虞义华等,2018)和高校发明人(葛劲峰等,2024)等特定群体。其中,罗勇根等(2019)发现空气污染会显著抑制中国发明人个体的创新产出活力,并促使发明人跨区域流动;杨金玉和罗勇根(2019)发现高铁开通促进了中国发明家个体的创新产出绩效,这些研究都强调个体互动对创新活动的促进作用。

(二) 研究假说

针对后发国家高端人才集聚与创新发展的研究,需要首先回答以下两个问题:后发国家的创新高端人才集聚能否提升个体创新产出;后发国家创新高端人才的集聚通过何种机制实现了个体创新产出提升。

1. 创新高端人才集聚对个体创新产出的影响

集聚经济促进创新产出的理论基础源于马歇尔的外部性理论,该理论认为集聚经济能促进创新主

要由于集聚的正外部性(Duranton & Puga,2004)。创新人才的空间集聚有助于区域内显性和隐含知识的流动和传递,从而形成个体创新集聚的正外部性(Kerr & Robert-Nicoud,2020)。此外,创新集聚正外部性吸引高创新能力的人才进行自主选择,形成自我强化的创新集聚效应,不断放大创新人才的要素投入产出效率。对广大后发国家而言,在利用创新高端人才的问题上面临更严峻的约束:虽然培养了大量高素质人才,但人才外流严重(Kerr et al.,2017);^②创新人才活动更多依赖科研机构而非企业(亢延锟等,2022;叶菁菁等,2021;Ju et al.,2023);^③创新要素市场化建设还不够完善(刘修岩和王峤,2022;刘志彪,2022);与国际创新前沿仍然存在差距等(彭新敏等,2017;张杰等,2020;Fagerberg & Godinho,2006)。通过人才集聚的溢出效应,提高创新高端人才要素的使用效率,是后发国家实现创新发展的必要手段。因此,后发国家的创新高端人才通过集聚的正外部性能够有效提升个体创新产出。本文提出如下假说:

H1:创新高端人才空间集聚能够提升个体创新产出。

2. 创新高端人才集聚促进个体创新产出的机制

Duranton & Puga(2004)指出集聚促进创新的微观机制包括分享、学习和匹配三个方面,Fagerberg & Godinho(2006)将创新后发国家克服创新“后发劣势”的制度改进总结为与技术前沿的联系、与市场的联系、相关技术投入的充分供给以及地区创新网络建设四个部分。结合创新集聚的微观机制与后发国家的创新发展政策,本文通过本地知识网络、合作知识溢出、国际知识网络以及市场化人才集聚四个方面刻画创新高端人才集聚促进个体创新产出的影响机制。

第一,外部性理论的分享机制表明,共享丰裕要素是创新外部性的关键,尤其是创新个体间知识要素的共享。创新个体之间的交流能够促进知识扩散(Andrews,2019;Atkin et al.,2022),但是知识传播受地理空间的限制,导致人才空间集聚形成的知识溢出效应存在局部性。创新个体需通过合作形成紧密的知识网络,才能提升创新产出(Akcigit et al.,2018)。而创新高端人才通过他们的社会圈层和专业网络,可以构建有效的信息网络,从而显著提升创新能力(Kerr et al.,2017)。合作形成的知识网络可

以将知识从领先地区传播到追赶地区,使两个地区的创新人才都受益(Prato,2022)。在后发国家普遍存在创新人才外流的背景下,知识网络的存在不仅可以有效提高创新高端人才要素的创新投入产出效率,也可以带动普通人才的创新活动。因此,本文认为,后发国家创新高端人才集聚水平的提高,增强了创新个体在当地的知识交流强度,通过形成与当地其他人才的知识网络促进其创新产出提升。同时,与创新高端人才的合作有利于创新知识溢出,有助于提升普通人才的创新产出。本文提出如下假说:

H2a:创新高端人才空间集聚可以通过本地知识网络提升个体创新产出;

H2b:创新高端人才空间集聚可以通过合作知识溢出带动普通个体的创新产出。

第二,马歇尔外部性理论的学习机制强调知识传递的重要性。及时接触前沿知识是创新的保障,有价值的创新需要重组不同类型的前沿知识(Ahuja & Morris Lampert,2001)。如果不能与学术前沿保持交流,新知识淘汰旧知识的创造性破坏过程会对基于旧知识的个体创新产出造成长期损失,且人才能力越强损失越大(Aghion et al.,2024)。后发国家更应保持与国际知识前沿的交流,通过不断调整创新政策实现创新发展路径的转换(黄先海和宋学印,2017;江小涓等,2023)。本文认为,后发国家提高创新高端人才集聚程度,有助于信息扩散,接触国际知识前沿,提升个体创新产出。基于此,本文提出如下假说:

H3:创新高端人才空间集聚可以通过国际知识网络提升个体创新产出。

第三,马歇尔外部性理论的匹配机制强调市场配置效率对创新的重要性。创新人才在匹配合适岗位时能最大限度发挥作用,提高创新人才集聚水平有助于提升劳动力市场匹配质量(Carlino & Kerr,2015),并通过知识交流和竞争提升个体创新产出(Cohen,2010;Hülshöger et al.,2009)。在后发国家,人才资源的市场化配置水平较低,人才流动往往受限。只有通过政府促进有效市场,合理调配人才资源,才能够提升创新体系能力,否则过多的干预可能阻碍创新(林毅夫,2017;宋弘等,2022)。本文认为,在后发国家中,更市场化的人才配置模式能更大幅度地提升创新高端人才的使用效率,从而有效提升个体创新产出。基于此,本文提出如下假说:

H4:市场化的创新高端人才集聚可以有效提升个体创新产出。

三、实证策略与数据来源

(一)模型设定

本文重点关注创新高端人才个体的空间集聚程度如何影响其创新产出水平。其中,创新人才个体的自选择问题是首要的识别偏误来源。由于专利数据中缺少关于个体特征的数据,不能通过控制个体特征的方式吸收可能的影响,因此,使用多重固定效应回归可以得到更稳健的效应估计(Clarke et al.,2010)。本文的实证模型设定如下:

$$\ln y_{ijspect} = \alpha \ln \text{Cluster}_{-isct} + f_{cs} + f_{cp} + f_{st} + f_{pt} + f_{ct} + f_i + f_j + u_{ijspect} \quad (1)$$

其中, $\ln y_{ijspect}$ 是在 t 年 c 城市里所属机构为 j 的创新人才个体 i ,在战略性新兴产业 s 对应的专利分类小类 p 下创新产出的自然对数。 $\ln \text{Cluster}_{-isct}$ 是创新人才个体 i 在 t 年 c 城市 s 产业所面对的创新个体集聚程度的自然对数。 f_{cs} 和 f_{cp} 分别为城市 \times 战略性新兴产业、城市 \times 专利小类的固定效应,可以吸收某些城市在特定产业或特定类型专利上存在的不随时变的突出特征; f_{st} 和 f_{pt} 分别为战略性新兴产业 \times 年份、专利小类 \times 年份的固定效应,可以吸收全国层面不同产业和不同专利类型的共同时变趋势; f_{ct} 表示城市 \times 年份固定效应,可以吸收可能普遍影响创新个体所在城市生产力变化的共同趋势; f_i 和 f_j 是个体固定效应和所属机构固定效应。 $u_{ijspect}$ 是随机扰动项。

本文关心的系数 α 测度了创新人才个体发生所属城市、产业变化,以及特定城市 \times 产业组合的集聚程度随时间变化导致的人才集聚程度变化,对创新人才自身创新产出的影响。由于解释变量和被解释变量均取对数, α 可以解释为创新人才集聚程度对个体创新产出的弹性。如果创新人才集聚程度上升有利于个体创新产出, α 应该大于零。反之, α 应该小于或等于零。^⑤

(二)主要变量定义

本文的被解释变量是创新高端人才的创新产出,并基于数量和质量两个维度进行衡量。创新高端人才的创新产出数量通过发明人的发明专利申请数量刻画,用变量 Patents 表示。具体而言,本文将在样本期内的发明专利申请总数在前10%的专利发明人确定为创新高端人才。由于多位发明人共同署名

一个专利的情形很普遍,本文将专利个数等分给所有专利发明人。^⑥

创新高端人才的创新产出质量主要基于发明人发明专利的前向引用,即发明专利被引数刻画。本文计算了5种不同的衡量创新产出质量的指标。第一,根据Hall et al. (2001)的固定效应法对发明专利被引数量进行调整,然后根据专利发明人的数量进行等分并按年份加总,得到当年每个发明人的发明专利被引总数(AdjCited),同时计算了发明人当年平均到每个专利的引用数(AvgAdjCited),这两个指标是本文对创新高端人才创新产出质量的基准测度。第二,借鉴Shu et al. (2022),使用剔除自引用的发明专利总被引数(AdjnoselfCited)和剔除自引用的平均发明专利被引数(AvgAdjnoselfCited)作为另一种专利质量的衡量方式。第三,借鉴Akcigit et al. (2016),使用发明人当年最大专利被引用数(CitedMax)作为专利质量的测度。第四,考虑到本文使用的主要是专利申请数量,借鉴Aghion et al. (2019)计算每个发明人申请发明专利中被授权的专利比例(Rightshare),作为专利质量衡量的另一种方式。第五,借鉴Hall et al. (2001),计算专利原创性(Originality)、专利通用性(Generality)来衡量专利质量。

本文的解释变量是创新高端人才*i*所面对的人才集聚程度,用变量 $Cluster_{-isct}$ 表示。人才集聚程度同样通过专利发明人来定义,方法如下:

$$Cluster_{-isct} = n_{-isct} / N_{st} \quad (2)$$

其中,高端发明人*i*在*t*年*c*城市*s*产业面对的创新个体集聚程度 $Cluster_{-isct}$ 表示该年除高端发明人*i*以外的所有在该城市×战略性新兴产业组合中的高端发明人数量(n_{-isct}),占该年全国战略性新兴产业高端发明人总数(N_{st})的比重。剔除发明人本人计算该城市的发明人集聚程度,可以在一定程度上避免自相关问题,同时也表明本文重点关注的是创新高端人才所在城市除本人以外的同行业其他创新高端人才集聚对该个体的创新溢出效应。

本文使用的分类和机制变量还包括,发明人专利所属的国际专利分类小类(IPC)、发明人专利引用其他专利总数(Citenum)、发明人专利引用国外专利数(CiteROW)、发明人专利平均引用国外专利数量(AvgCiteROW)、表示发明人专利与所引用国外专利

的平均年份差(AvggapROW)等。^⑦

(三)数据来源与样本构成

本文的专利数据来自中国开放数据平台(www.cnopendata.com)的中国专利引用数据,该数据库收集了国家知识产权局2001-2019年所有在国内申请的专利数据,包含每个专利的引用和被引用数量、申请日期、专利申请人、专利权人、专利分类等基本信息。本文使用战略性新兴产业条目下的发明专利,同时参考罗勇根等(2019),剔除可能存在重名的发明人,从而构建“时间-地区-所属机构-发明人”的数据结构。同时,根据前文的定义确定高端发明人。^⑧本文最终得到2001-2019年间55003个高端发明人个体,总计230954个观测值,涉及1218058个发明专利、27507个所属机构、308个国际专利分类小类、9个战略性新兴产业和327个城市。^⑨

四、实证结果与分析

(一)创新人才集聚对个体创新产出数量的影响

表1展示了创新人才集聚对个体创新产出数量的基准回归结果。第(1)列为纳入了年份、城市、产业和专利分类四个固定效应后的回归结果。第(2)一(8)列是逐步添加不同固定效应的回归结果。其中,在第(6)列添加了发明人个体固定效应后,回归系数较前一列有所上升,表明更大的发明人集聚规模会吸引创新产出水平较低的个体前往。第(7)列添加了城市×年份固定效应,吸收城市普遍的生产力提升或者基础设施建设带来的吸引力提升的影响。此时系数出现明显下降,表明更大的集聚区往往有更强的全行业生产力冲击,或者其基础设施建设对发明人具有更强的吸引力,或者两者同时生效。第(8)列是添加了发明人所属机构固定效应的结果,由于不是所有发明人都有所属机构,样本量略微缩减。此时回归系数为0.13,含义为,当发明人的集聚程度提高10%时,发明人当年的创新产出可以提高约1.3%。^⑩基准回归结果表明,创新高端人才集聚程度的增加能够显著地提高创新高端人才的个体创新产出数量。

(二)创新人才集聚对个体创新产出质量的影响

表2展示了创新人才集聚对个体创新产出质量的回归结果。其中,第(1)列展示了将(1)式中的被解释变量替换为发明人当年发明专利总引用数量的结果。可以看到,随着发明人集聚程度的提高,个体发明专利的被引用数显著提升。第(2)列结果表明,

表 1 发明人专利数量回归结果

变量	ln Patents							
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
lnCluster	0.119*** (0.012)	0.175*** (0.027)	0.179*** (0.029)	0.173*** (0.016)	0.166*** (0.013)	0.235*** (0.019)	0.103*** (0.029)	0.130*** (0.032)
年份	Yes							
城市	Yes							
产业	Yes							
IPC	Yes							
城市×产业	No	Yes						
城市×IPC	No	No	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
年份×产业	No	No	No	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
年份×IPC	No	No	No	No	Yes	Yes	Yes	Yes
发明人	No	No	No	No	No	Yes	Yes	Yes
城市×年份	No	No	No	No	No	No	Yes	Yes
所属机构	No	Yes						
N	230484	230484	230484	230484	230484	230484	230484	221528
R ²	0.069	0.083	0.173	0.176	0.193	0.452	0.463	0.526

注:括号内为修正方差后的标准误,回归结果聚类在城市×产业层面;***、**、* 分别表示在 1%、5% 和 10% 的水平上通过显著性检验。下表同。

表 2 发明人专利质量回归结果

变量	lnAdj Cited	lnAvgAdj Cited	lnAdjnoself Cited	lnAvgAdjno selfCited	lnCited Max	lnRight share	lnOriginality	lnGenerality
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
ln Cluster	0.346** (0.146)	0.226* (0.126)	1.065*** (0.167)	0.933*** (0.155)	0.359*** (0.125)	0.451*** (0.130)	0.209** (0.097)	0.346*** (0.124)
固定效应	All	All	All	All	All	All	All	All
N	221528	221528	221528	221528	221528	221528	200129	180808
R ²	0.537	0.544	0.608	0.611	0.575	0.616	0.501	0.598

更高的发明人集聚程度促进了个体发明专利的平均被引。第(3)、(4)列剔除了自引的结果,发现创新质量的提升不仅来自自引,也来自该专利对其他发明人创新活动溢出效应的提升。第(5)列的专利最大引用数和第(6)列的申请专利被授权比例都支持发明人集聚对其创新质量的显著提升作用。第(7)

列的专利原创性提升表明,高端发明人集聚后,开始从基于已有发明的追赶创新逐渐转向自主探索创新前沿。第(8)列的专利通用性显著提高表明,集聚水平的提高使高端发明人的发明专利拥有了更大影响力,印证了第(3)、(4)列的结果。综合不同创新质量测度指标的结果发现,创新高端人才集

聚的确有效提升了创新高端人才的创新产出质量,验证了假说 H1。

(三) 稳健性检验

1. 内生性问题

考虑到发明人和其所在城市的集聚程度之间并非完全外生,发明人主动选择其所在的城市,会导致内生性问题。本文在(1)式中通过添加多维固定效应,吸收不同城市、产业和个体的偏好导致的内生性问题,但该固定效应模型没有考虑城市 \times 产业内随时间变化的因素导致的发明人集聚,例如地方的人才政策或者产业补贴政策。因此,本文使用工具变量策略排除这一内生性问题。

本文使用各城市 1952 年理工科院系调整情况作为该城市 \times 产业当前创新高端人才集聚程度的工具变量。1952 年开始,中国效仿苏联大学体制,在全国范围内对当时所有高等院校的系所进行拆分、合并、重组,并出于地区建设平衡的需要,将原本集中在东部发达大城市的高校院系向欠发达的中西部城市转移。此后,高等院校的地理空间分布鲜有如此大规模的调整(苏渭昌,1989)。

1952 年全国高校院系调整本质上是一种逆集聚政策,即通过院校调整,对当时内陆和边远地区的稀缺高等教育资源进行补充。在院系调整过程中学科迁出较多的地区,长期而言仍然是具有更高集聚吸引力的地区,因此这些地区的当前人才集聚水平反而越高。1952 年院系调整中理工科院系的迁出数量与当前人才集聚程度呈现显著的负相关关系,构成了工具变量的相关性。由于 1952 年院系调整是基于当时全国工业化发展的中央指令政策,并不是为了提高集聚程度而进行的调整,从而不会直接影响当前的创新高端人才的创新产出。理工科院系的迁出数量,同样不会影响创新高端人才的城市—行业选择,这符合工具变量的外生性。此外,本文将回归样本限定在所属机构为企业的发明人,进一步减少潜在影响因素的干扰,增强工具变量的外生性。

本文收集了 1952 年各地在高校院系调整中迁入和迁出理工科院系的数目情况。^①由于 1952 年院系调整发生在城市层面,本文将工具变量交乘不同城市 \times 产业的发明专利数量占该城市的比重,即利用不同产业在不同城市的重要程度,将院系调整数目分解到不同的城市 \times 产业。由于这一变量缺少年份

变化,本文将工具变量交乘样本期内全国历年各产业分类下的发明专利申请数量,生成随时间变化的工具变量。^②回归结果显示,发明人集聚会显著促进个体创新产出,工具变量回归系数略大于基准回归结果,基准回归结果可视为个体集聚影响的一个下限估计。^③

2. 排除序列相关问题

创新高端人才集聚程度还可能通过改变个体对其所在地区集聚程度的预期来影响个体创新产出,即存在序列相关问题。本文添加前后三期的集聚程度进行回归。结果表明:前置期和后置期的创新高端人才集聚程度都不影响当期发明人个体的创新产出,只有当期的集聚程度对发明人的当期产出产生显著影响,序列相关对结果影响不大。^④

3. 其他稳健性检验

(1) 专利申请缺失问题。本文通过变换采样区间的方式来排除发明人的专利申请数缺失造成的样本选择偏误。(2) 不同的高端人才划分标准。参考现有文献的做法(Akcigit et al., 2016),采用专利总引用量达到前 5% 和 10% 两个界限作为高端人才的标准进行稳健性检验。(3) 使用其他取值形式。本文使用 $\ln(\text{发明人发明专利申请数量}+1)$ 、反双曲正弦函数变换(The Inverse Hyperbolic Sine, IHS)解决 0 值在取对数时无法定义和直接增减数值带来的改变样本问题。(4) 采用泊松伪极大似然估计法(PPML)估计回归方程,以处理专利数据中 0 值问题。(5) 变换集聚的定义。本文将集聚定义在城市层面,而非基准回归中的城市 \times 产业层面。(6) 改变聚类标准误类型。本文将聚类标准误从基准回归的城市 \times 产业层面改为城市层面和产业层面。(7) 变换集聚指标构建方式。借鉴以往产业集聚相关研究的做法,重新计算人才集聚指标进行稳健性检验。^⑤(8) 控制发明人首次发明专利申请年份的固定效应。(9) 用不折算的发明专利申请数量和发明专利被引数量重新回归。(10) 在回归中控制年份趋势而非固定效应。以上稳健性结果均表明,本文的核心结论具有良好的稳健性。^⑥

五、异质性与机制分析

(一) 异质性分析

我们从以下方面进行了异质性分析:(1) 创新个体能力异质性。本文计算了基于专利申请总数衡量的不同创新能力的发明人集聚程度对发明人个体创

新产出的影响,结果表明,随着发明人创新能力的提高,发明人集聚对个体创新产出的促进作用不断提升。(2)创新个体合作团队异质性。本文根据创新团队的规模差异进行了异质性分析,结果表明,随着发明人合作者的增加,发明人集聚对其个体创新产出的促进作用先上升后下降。但创新个体集聚程度提高对单独发明人的创新产出的提升有限。(3)创新个体所属组织异质性。结果表明,高端创新人才集聚的溢出效应在企业中更加显著,在科研机构中的影响相对更低。^⑩

(二) 机制分析

1. 本地知识网络

为了验证发明人空间集聚通过在当地形成紧密的知识网络提升其创新产出,基于发明人专利的引用和被引用情况,本文将发明人的知识网络分为基于发明人被其他专利引用的前向知识网络和基于发明人引用其他专利的后向知识网络,分别进行验证:

第一,如果发明人在当地形成了更紧密的知识网络,发明人会接受更多同一地区的专利引用,即创新个体的前向知识网络密度增加。表3第(1)、(2)列展示了发明人专利被引总数的分地区回归结果。结果表明,随着发明人集聚程度提高,发明人的专利被同城市其他专利引用的数量显著上升,来自其他城市的专利被引数量没有显著变化。这表明高端发明人在高集聚区的前向知识网络密度增加,但这种增加仅局限于本地城市,没有溢出到其他城市。

第二,知识网络效应还表现为发明人更多地引用同属一个地区或产业的专利,即创新个体的后向知识网络密度增加。表3第(3)一(6)列的结果表明,发明人集聚程度提高后,发明人引用同一城市的

专利数量(第(3)列)显著提高,而引用其他城市的专利数量则有所下降(第(4)列),说明发明人在高集聚区中更愿意引用本地发明人的创新成果,形成了更紧密的后向知识网络。此外,发明人同一城市同一产业和不同产业的专利引用也有明显提高(第(5)、(6)列),表明发明人在高集聚区中同时受惠于专业化外部性和多样化外部性,形成了行业内和跨行业间的后向知识网络。这与前文的人才集聚促进了高水平发明人发明专利的原创性和通用性的结论互相印证。

综上,创新高端人才会通过更紧密的本地知识网络提升个体创新产出,且这种本地知识网络具有区域性,并非所有城市都能享受到知识网络的溢出效应。这支持了本文的假说 H2a。

2. 合作知识溢出

为进一步验证高端发明人空间集聚是否通过合作网络将创新集聚的溢出效应扩散到普通发明人团体中,本文分析普通发明人与高水平发明人之间的合作关系如何促进前者的个体创新产出。具体而言,本文将发明专利申请总量在后50%的发明人群体界定为普通发明人群体。^⑪本文构造了关于当地高端发明人集聚程度的指标 Cluster_star,该指标代表普通发明人所在城市×产业内高端发明人的集聚程度。同时还计算了发明人团队中高端发明人的数量 (TeamStar),^⑫在回归中进行交乘。

表4第(1)一(3)列的结果表明,高端发明人的集聚没有对当地普通发明人的创新产出数量和质量产生显著影响。第(4)列的交乘项回归表明,普通发明人的合作团队中高端发明人数量越多,其创新产出的提升越明显。第(5)列的结果进一步表明,即便

表3 机制分析:本地知识网络

变量	lnAdjCitation			lnCitenum		
	同一城市	不同城市	同一城市	不同城市	同城市同产业	同城市不同产业
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
lnCluster	0.710*** (0.264)	0.208 (0.164)	0.645*** (0.200)	-0.408** (0.181)	0.624*** (0.196)	0.206* (0.120)
固定效应	All	All	All	All	All	All
N	141928	141928	221472	221472	221472	221472
R ²	0.612	0.539	0.551	0.565	0.544	0.498

表 4

机制分析:合作知识溢出

变量	lnPatents	lnAdjCited	lnAvgAdjCited	lnPatents	lnPatents
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
lnCluster_star	-0.0103 (0.013)	0.0189 (0.141)	0.0157 (0.149)	-0.200*** (0.015)	
lnCluster_star×TeamStar				0.0555*** (0.002)	
lnCluster					-0.173*** (0.019)
lnCluster×TeamStar					0.0566*** (0.002)
固定效应	All	All	All	All	All
N	633383	633383	633383	633383	648167
R ²	0.683	0.700	0.701	0.751	0.754

只考虑最一般的发明人集聚,普通发明人仍然需要通过和高端发明人合作,才能够享受到创新产出的提升,否则集聚会损害个体创新。综上,创新高端人才集聚通过合作网络带动了普通发明,创新产出提升,支持了本文的假说 H2b。

3. 国际知识网络

发明人的创新活动离不开对前沿知识,尤其是对领先国家前沿知识的了解。本文基于发明人对国外专利的引用,验证创新高端人才集聚提高个体创新产出的国际知识网络机制。表 5 第(1)、(2)列的结果表明,高端发明人集聚程度的提高促进了创新个体的国外专利总体引用,虽然平均到每个专利的提升并不显著。第(3)列引用国外专利的最大值(MaxCiteROW)显著提升,表明高端发明人在集聚提

高后确实接触了更多的国际前沿知识。结合前文高水平发明人专利原创性和通用性提升的结果,高水平发明人集聚后在积极学习前沿知识的同时,也积极增加原创性创新活动,导致总体引用国外专利增加,而平均引用没有显著变化。

高端发明人对外部前沿知识的了解会拓展其知识边界,从而将其创新活动纳入具有更长历史的创新网络中,为未来的创新活动提供帮助(Acemoglu et al., 2016)。表 5 第(4)列展示了高端发明人申请的发明专利和其所引用的国外专利申请年份之间的平均时间差(AvgygapROW)的回归结果。可以看到,随着人才集聚的提高,高端发明人引用了更多影响久远的国外经典专利。由于前文已经表明高端发明人的专利引用数增加,这表明创新高端人才会在更长历

表 5

机制分析:国际知识网络

变量	lnCiteROW	lnAvgCiteROW	lnMaxCiteROW	lnAvgygapROW
	(1)	(2)	(3)	(4)
lnCluster	0.348** (0.141)	0.189 (0.115)	0.269** (0.124)	0.266** (0.129)
固定效应	All	All	All	All
N	221528	221528	221528	221528
R ²	0.599	0.601	0.590	0.563

史渊源的专利基础上进行创新,从而使其创新接入更广泛的国际知识网络中。综上,创新高端人才集聚程度提高通过国际知识网络有效提高了个体创新产出,支持了本文的假说 H3。

4. 市场化人才集聚

本文使用发明人所属城市的落户政策差异检验市场化的创新高端人才集聚如何影响个体创新。户籍制度当前仍然是限制中国劳动力自由流动的重要障碍。对创新人才而言,户籍制度放松有助于其市场上更好地进行工作匹配,从而提升创新产出。本文使用张吉鹏和卢冲(2019)计算的落户指数对样本进行划分。由于落户指数只包含两个时期的数据,本文使用2014-2016年的指数减去2000-2013年的指数来划分城市,若差值为正,表明该城市的平均落户指数在升高,即户籍制度收紧;若差值为负,表明该城市的平均落户指数在下降,即户籍制度放松。^③

由表6可以看到,在人才引进政策放松的城市中(第(1)列),高端人才集聚带来的创新产出增加非常明显,而在人才引进政策收紧的城市中(第(2)列),这一效应有限且不显著。这表明,在人才引进政策普遍更加开放的情况下,由于人才流动更加自由,市场化环境充分发挥了优化资源配置的作用,从而人才集聚有助于提升个体的创新产出水平。而在人才引进政策收紧的城市中,市场优化资源配置的作用有限。此时人才的集聚仍然能够增加个体创新产出,但是效果不显著。使用综合考虑投资、购房、人才引进和普通就业四个维度的户籍制度变化情况的综合落户指标的结果(第(3)和(4)列),同样支持这一结论。综上,更自由和市场化的创新高端人才

集聚更能促进个体创新产出提升,支持了本文的假说 H4。

六、进一步分析

前文表明,创新高端人才在更大的集聚区内可以获得更高的创新产出,这一定程度上支持了地方政府通过吸引人才落地提高当地创新能力的举措。当然局部均衡策略在宏观层面不一定是最优的策略,人才流出地可能由于创新损失加大地方保护,人才流入地则会加大力度吸引人才以促进本地创新,导致区域协调发展受损(王春杨等,2020;Fritsch & Wyrwich,2021)。这些问题往往成为推动国内大市场建设的主要担忧(刘志彪,2022;陆铭等,2019)。过度追求地区间的总量平衡也会导致零散发展和重复建设,导致严重的资源错配和发展质量下降(陆铭,2017;钟粤俊等,2024)。

为了探究不同的创新人才空间集聚布局对于总体创新产出的差异化影响,本部分通过构建一个衔接微观个体产出和宏观整体创新结果的反事实模型,对创新高端人才不同空间分布导致的整体创新产出变化展开进一步分析。

(一)反事实模型

借鉴 Kline & Moretti(2014)和 Moretti(2021),假定任一创新人才 i 的创新产出数量仅取决于其所在地区的集聚程度,考虑两种极端的反事实人才分布情况下,总创新产出所发生的变化。

第一种,创新人才完全平均分布。此时,人才集聚分散化导致各地的集聚规模相等, t 年 s 行业的总创新产出在平均分布反事实情况与现实情况之间的差异,可以由(3)式表示:

表6 机制分析:创新高端人才劳动力市场化程度

变量	人才引进		综合落户	
	户籍放松的城市	户籍收紧的城市	户籍放松的城市	户籍收紧的城市
	(1)	(2)	(3)	(4)
lnCluster	0.159*** (0.043)	0.113 (0.075)	0.163*** (0.041)	0.0894 (0.068)
固定效应	All	All	All	All
N	149221	44145	146437	46929
R ²	0.513	0.573	0.493	0.621

$$Y_{st}^* - Y_{st} = \sum_c C_{set} [h(\bar{C}_{st}) - h(C_{est})] \quad (3)$$

其中, Y_{st}^* 表示 s 行业 t 年在分散化反事实情况下的创新总产出, Y_{st} 表示 s 行业 t 年在实际情况下的创新总产出。 \bar{C}_{st} 表示在 s 行业 t 年所有城市的平均集聚程度; $[h(\bar{C}_{st}) - h(C_{est})]$ 表示创新人才在两种情况下的创新产出差异。

第二种, 创新人才完全集中分布。此时, 集聚高度集中导致各地的创新人才全部流向同一个地区, t 年 s 行业的总创新产出在高度集中反事实情况与现实情况之间的差异, 可以由(4)式表示:

$$Y_{st}^{**} - Y_{st} = \sum_{c^+} C_{set} [h(\bar{C}_{cst}) - h(C_{cst})] + \sum_{c^-} C_{set} [h(\bar{C}_{st}) - h(C_{cst})] \quad (4)$$

其中, Y_{st}^{**} 表示 s 行业 t 年在高度集中反事实情况下的创新总产出, Y_{st} 表示 s 行业 t 年在实际情况下的创新总产出。城市 c 分为两个不同的部分, c^+ 表示创新人才最终高度集中的城市, c^- 表示除高度集中城市以外的其他所有城市, $c = c^+ + c^-$ 。 \bar{C}_{cst} 表示为高度集中情况下高集聚城市各自的集聚程度; $h(\bar{C}_{cst}) - h(C_{cst})$ 表示高集聚程度下的个体创新产出变化, $h(\bar{C}_{st}) - h(C_{cst})$ 表示其他地区由于创新人才完全流出到高集聚地区后个体创新产出的变化。^③ 由于

模型允许高集聚程度城市的集聚程度存在差异, 且模型不区分流出地区的发明人的流动目的地, 因此, 本文使用高集聚程度城市的平均集聚水平 \bar{C}_{st} 作为流出地创新人才转移后所面临的集聚程度。^②

(二) 反事实估计结果

在模拟中, 根据本文实证部分对创新个体产出与创新集聚程度之间函数关系, 令 $h(C) = C^\alpha$, 即 $\ln [h(C)] = \alpha C$, 与本文(1)式保持一致。同时, 创新高端人才产出数量的模型系数 α_1 使用表1第(8)列的估计值 $\hat{\alpha}_1 = 0.130$, 创新高端人才产出质量的模型系数 α_2 使用表2第(1)列的估计值 $\hat{\alpha}_2 = 0.346$, 上述系数被证明具有相对稳定性。本文使用样本末期2019年进行反事实分析, 使用其他年份进行分析的结果不会产生本质差异。

表7第(1)列展示了创新高端人才集聚水平完全平均化下的反事实结果。Panel A展示了分属不同初始集聚规模区的创新高端人才在反事实情况下的平均创新产出变化。可以看到, 与模型的预测一致, 集聚程度越低, 反事实下的个体创新产出提升就越大。考虑到集聚程度较低地区的发明人的平均产出水平较低(表7第(2)列), 虽然在百分比变动上高水平创新人才平均化空间分布提升明显, 但这些地区

表7 不同反事实情况下的地区创新产出变化(2019年)

地区	创新产出数量变化	初始创新产出数量	创新产出质量变化	初始创新产出质量
	(1)	(2)	(3)	(4)
Panel A: 完全平均化				
<25% (最低)	66.07%	0.05	294.78%	0.22
25% ~ 50%	42.22%	1.67	160.23%	4.21
50% ~ 75%	22.76%	2.34	75.92%	7.71
75% ~ 90%	2.63%	2.64	9.12%	11.59
90% ~ 95%	-11.37%	2.57	-26.45%	15.47
>95% (最高)	-26.27%	2.64	-54.02%	20.73
Panel B: 高度集聚				
其他城市	89.13%	0.62	503.61%	2.54
Top10 城市	5.11%	2.35	14.66%	20.26

注: 创新产出数量指所属地区发明人个体的发明专利申请数量, 创新产出质量指所属地区发明人个体的专利总被引数。Panel A 中地区的分类根据该城市的发明人集聚程度划分。

的个体创新产出实际提升很小。而集聚程度较高的地区的全行业个体创新产出下降明显。表8第(1)、(2)列展示了根据(3)式计算的在集聚平均化分布下分行业 and 全行业的创新总产出变化。可以看到,2019年所有9个战略性新兴产业在人才平均化分布的反事实情况下都遭受了创新产出损失。例如中美技术竞争最激烈的芯片行业所属的新一代信息技术产业,创新总产出数量下降超过四分之一(27.07%),引用则下降超过一半(60%)。而仅由创新高端人才在全国范围内的空间平均化分配,全行业的创新总产出平均下降超过五分之一(21.82%),专利总被引则下降超过一半(51.84%)。

表7 Panel B展示了另一种高度集中的反事实分析结果。在该情况下,创新高端人才完全集中于各产业集聚程度最高的前10大城市,可以看到,无论发明人所属何种城市,其创新产出水平均获得提升,而原本就在前十大城市的发明人的提升较小。表8第(3)、(4)列展示了在该反事实下分行业的创新总产出的变化情况,可以看到,所有行业的创新产出都有了明显提升,全行业的创新总产出数量平均提升近四分之一(25.16%),专利引用则大幅增加了超过一半(54.66%)。这也从另一个侧面佐证了创

新高端人才空间集聚所能带来的整体创新总产出提升。^②

总而言之,在统筹考虑创新高端人才空间配置导致的局部损失和收益后,创新高端人才集聚带来的总体收益仍然可观,平均化的人才空间分布并不能促进国家整体创新能力的提升,只有有针对性地提高不同战略性新兴产业的创新高端人才集聚程度,才能够充分利用现有的人才资源,实现创新高端人才的合理空间配置,提升国家整体的创新能力。

七、结论与启示

在一个国家的创新发展中,科技是第一生产力,创新是第一动力,人才是第一资源。对后发国家而言,其创新发展更加依托于人才的集中培养与引进。鉴于后发国家在创新人才禀赋上的天然不足,只有通过人才的集聚策略,才能在局部突破创新资源的相对劣势,实现基于逆向比较优势的创新追赶。后发国家的创新发展不仅对这些国家自身的快速成长和民生改善至关重要,对全球经济的增长、技术的进步以及国际间的合作都有深远的影响。本文选取中国作为后发国家创新发展的代表,对传统的集聚经济的微观基础理论进行了拓展,通过分析2001-2019年中国战略性新兴产业中个体专利的微观数据,探

表8 不同反事实情况下的行业创新产出变化(2019年)

行业	完全平均化		高度集聚	
	创新产出数量变化	创新产出质量变化	创新产出数量变化	创新产出质量变化
	(1)	(2)	(3)	(4)
新一代信息技术产业	-27.07%	-60.00%	17.68%	34.15%
高端装备制造	-19.59%	-47.93%	28.49%	65.02%
新材料	-17.76%	-44.10%	30.80%	73.78%
生物产业	-17.66%	-44.15%	30.94%	73.94%
新能源汽车	-19.79%	-47.22%	27.54%	63.96%
新能源产业	-19.44%	-47.28%	28.34%	65.43%
节能环保	-17.67%	-43.88%	30.93%	74.33%
数字创意	-29.25%	-62.90%	14.92%	27.65%
其他服务业	-26.03%	-58.80%	19.69%	38.71%
全行业	-21.82%	-51.84%	25.16%	54.66%

注:创新产出数量指所属地区发明人个体的发明专利申请数量,创新产出质量指所属地区发明人个体的专利总被引数。

讨了后发国家创新高端人才集聚对创新产生的影响及其内在机制。研究表明:第一,提升后发国家创新高端人才在城市中的集中度,能够显著提高创新产出的数量与质量;第二,创新高端人才的集聚有助于在所在城市形成紧密的本地知识网络,从而增强创新产出;第三,这种集聚通过合作网络促进了普通创新人才的创新能力;第四,创新高端人才的集聚可借助国际知识网络来提升个体的创新产出;第五,市场化的创新高端人才集聚方式才能显著提高个体的创新产出。通过反事实分析框架,本文还探讨了后发国家创新人才的空间分布如何影响整体的创新产出。研究发现,尽管创新高端人才的平均化分布有助于促进落后地区的个体创新产出,但会降低国家整体的创新总产出水平。相反,如果将创新高端人才集中于战略性新兴产业的重点城市,则能显著提升国家整体的创新产出。因此,后发国家在推动创新高端人才的集聚过程中,需要政府与市场的有机配合,通过在关键城市发展战略性新兴产业,并运用市场化手段促进创新高端人才的集聚,激发人才的创新潜能,从而有效地培育新型生产力,推动后发国家实现高质量发展。

后发国家推动创新高端人才的集聚以及实现创新发展,需要把握以下几点:

第一,利用优质环境吸引人才。后发国家应完善相关政策,注重构建有利于创新溢出效应的环境,特别是促进创新高端人才之间面对面的交流,以此为基础吸引人才集聚。一方面,建设方便创新高端人才互相交流与合作的硬件设施,将这一目标与新型城镇化建设有机结合,创造便于人才在本地进行面对面交流的空间和机会,使创新人才充分利用并发挥集聚产生的知识溢出。另一方面,构建有助于人才交流合作的软件服务,强化同行业以及不同行业间创新人才的交流与合作,尽可能地为创新高端人才提供知识交流的机会与渠道,吸引他们主动集聚。此外,以打造战略性新兴产业核心城市为牵引,鼓励产业和人才向重点城市集聚,通过战略性新兴产业集群的发展驱动创新高端人才空间集聚,形成创新人才和重点产业相互促进的创新高地。

第二,采用市场化手段有效利用人才。在制定人才政策和产业政策的过程中,后发国家需充分发挥市场在资源配置中的核心作用,减少对创新高端

人才流动的行政干预,实现创新资源配置效率的最优化及创新人才利用效益的最大化。为此,要推动全国统一大市场的建设,加快培育和发展新质生产力,鼓励创新高端人才的集聚与合作,充分发挥其集聚溢出效应,以推动后发国家实现创新驱动的经济高质量发展。打破城市区域间的政策壁垒,降低创新人才落户限制,鼓励创新人才的空间集聚,尤其是关注代表未来科技发展方向的战略性新兴产业的人才集中,充分发挥集聚的溢出效应,加速重要行业的新质生产力形成。同时,深化人才要素市场化改革,推动建立全国统一的创新人才大市场,提高创新人才资源的空间配置和行业配置效率,探索适合后发国家国情的创新发展新模式。坚持全国统一大市场的一般均衡思维,更高效合理地分配创新资源,围绕创新高地城市构建创新产业集群,实现创新高端人才空间集聚效应、产业链空间优化布局以及区域一体化建设的有机统一,构筑围绕创新高端人才的创新产业集群与创新城市集群建设新模式。

第三,通过良好的平台建设留住人才。后发国家应促进科创产业政策与人才政策的协调,通过产业建设搭建有助于创新高端人才集聚的平台,让人才能够长期、充分地发挥创新潜力,实现产业政策、人才政策和区域发展政策的相互促进与协调。加强企业在推动创新人才集聚中的核心作用,企业作为创新活动的重要参与者,能有效地组织创新人才资源,更好地实现创新价值的转化。高校在创新人才集聚过程中也扮演着重要角色,需要加强产学研合作,推进高校与企业间的人才对接,最大限度地发挥创新高端人才集聚的效果。同时,加强不同层级创新人才的合作,在鼓励创新高端人才集聚的同时,创造条件让其与普通人才进行合作,将其创新能力扩散到其他群体中去,提升普通创新群体的创新能力,培养潜在的创新人才。

第四,在不断扩大对外开放的过程中推进创新人才集聚。后发国家需要用开放包容的态度面向世界人才市场,不断吸收国际优秀人才,在保持与国际知识前沿接触的过程中不断接近创新前沿。要重视通过人才合作网络形成的外部知识连接,创新人才集聚可以通过构建更广泛的合作网络搭建起联系新知识前沿的合作渠道,这有助于促进更广泛的人才集聚。同时,重视人才流出后的本地合作网络资

源,创新高端人才集聚后,仍然可以通过其合作网络带动其流出地的创新产出。鼓励创新高端人才积极向创新领先地区集聚,充分发挥合作网络的知识溢出渠道,实现创新追赶。重视对外交流在创新活动中的作用,及时吸收其他地区以及国际科技知识前沿的发展成果,不断推动创新活动走向深入。通过多种形式创造面对面交流的机会,使创新高端人才在交流中实现复杂信息、隐性知识的传递与交流,思维的碰撞,促进个体创新能力的提升。

注释:

①习近平总书记在2022年12月15日中央经济工作会议上的讲话。

②以人工智能行业为例,Banerjee & Sheehan(2020)显示,中国在人工智能领域的本科生培养数目领先全球,但仅有17%会选择在中国深造并最终在中国工作,而前往美国读研究生的研究者86%会留在美国工作。

③以中国为例,附录表1展示了2001-2019年战略性新兴产业专利申请总量最高的前20个组织,其中高等院校9个,而Moretti(2021)对美国1971-2007年高科技行业专利申请总量最高的前20个组织机构的统计中,仅有2家为非企业。

④Lerner & Seru(2022)强调,由于不同行业存在不同的特征和发展趋势,有必要在回归中控制专利发明活动的所属行业。

⑤本文视高端发明人集聚产生的溢出效应是双向动态的,从而不区分集聚效应是由在位者发明人引起还是进入者引起。

⑥关于是否要将每个专利根据参与该专利的发明人数量进行折算,在稳健性检验中有更深入的讨论。

⑦因篇幅所限,变量的具体定义方法详见本刊网站登载的附录1。

⑧选取高端发明人群体,有助于减少在剔除重名发明人后仍然可能存在的重名问题,对这一问题的详细讨论可以参见本刊网站登载的附录2。在稳健性部分就创新高端人才的界定方式问题进行了讨论,并就可能的样本选择偏误进行了处理。此外,在异质性分析部分,本文对不同发明专利申请数量的创新人才进行了比较。

⑨因篇幅所限,主要变量的描述性统计结果详见本刊网站登载的附录1,数据处理部分的详细内容详见本刊网站登载的附录2。

⑩一个具体数值例子是,如果一个在新一代信息技术行业中工作的发明人从广州市(集聚程度为0.05)前往深圳市(集聚程度为0.11),在其他条件不变的情况下,该发明人的发

明专利申请数量会提升约15.6% ($[(0.11 - 0.05) / 0.05] \times 0.13 \times 100\%$)。本文计算了四个战略性新兴产业集聚程度较高的城市及其集聚程度,因篇幅所限,具体的计算结果和其他补充内容详见本刊网站登载的附录3。

⑪高校院系调整数据来自季啸风主编的《中国高等学校变迁》。由于本文关注战略性新兴产业,因此仅使用更具关联的理工科院校的调整情况。

⑫这一交乘项在工具变量回归中会被产业固定效应所吸收,因此不会对回归结果造成影响,仅仅让被交乘的工具变量部分不会被年份固定效应所吸收。

⑬因篇幅所限,内生性问题的更多讨论和回归结果详见本刊网站登载的附录4。

⑭因篇幅所限,序列相关稳健性检验的结果详见本刊网站登载的附录5。

⑮具体而言,本文借鉴苏丹妮等(2020),构建 $Cluster2_{-isct} = \frac{n_{-isct}}{N_{st}} / \frac{N_{ct}}{N_t}$ 作为另一种人才集聚程度的测度指标。其中, n_{-isct} 为 t 年除高端发明人 i 以外的所有在城市 c 战略性新兴产业 s 的高端发明人数量, N_{ct} 为当年 c 城市的高端发明人总数, N_{st} 为当年 s 战略性新兴产业的高端发明人总数, N_t 为当年高端发明人总数。

⑯因篇幅所限,稳健性检验的结果详见本刊网站登载的附录5。

⑰因篇幅所限,所有异质性分析的结果详见本刊网站登载的附录6。

⑱因篇幅所限,关于高端发明人与普通发明人之间差异的分析详见本刊网站的附录7。

⑲Teamstar定义为发明人的合作团队中,发明专利申请总数前10%的高端发明人的数量。

⑳本文仅使用了张吉鹏和卢冲(2019)一文中与创新高端人才直接相关的人才引进项以及综合落户项两种指数。

㉑刘晨晖和陈长石(2022)发现,在劳动力自由流动的情况下,高技能劳动力会集聚到同一地区,并形成均衡状态。本文考虑的创新高端人才完全集聚的情况符合该模型分析的结论。

㉒因篇幅所限,本文关于反事实模型的具体推导结果详见本刊网站登载的附录8。

㉓因篇幅所限,本文关于两种创新集聚反事实的历时变化分析结果详见本刊网站登载的附录8。

参考文献:

- [1]白俊红、王钺、蒋伏心、李婧,2017:《研发要素流动、空间知识溢出与经济增长》,《经济研究》第7期。
- [2]陈露、刘修岩,2024:《产业空间共聚、知识溢出与创新绩效——兼议区域产业多样化集群建设路径》,《经济研究》第4期。

[3] 葛劲峰、张南、袁志刚,2024:《中国高校科技转化改革的异质性政策效应》,《经济研究》第2期。

[4] 韩保江、李志斌,2022:《中国式现代化:特征、挑战与路径》,《管理世界》第11期。

[5] 韩峰、阳立高,2020:《生产性服务业集聚如何影响制造业结构升级?——一个集聚经济与熊彼特内生增长理论的综合框架》,《管理世界》第2期。

[6] 黄群慧,2021:《新发展格局的理论逻辑、战略内涵与政策体系——基于经济现代化的视角》,《经济研究》第4期。

[7] 黄先海、宋学印,2017:《准前沿经济体的技术进步路径及动力转换——从“追赶导向”到“竞争导向”》,《中国社会科学》第6期。

[8] 江小涓、孟丽君、魏必,2023:《以高水平分工和制度型开放提升跨境资源配置效率》,《经济研究》第8期。

[9] 焦豪、崔瑜、张亚敏,2023:《数字基础设施建设与城市高技能创业人才吸引》,《经济研究》第12期。

[10] 亢延锬、黄海、张柳钦、黄炜,2022:《产学研合作与中国高校创新》,《数量经济技术经济研究》第10期。

[11] 寇宗来、孙瑞,2023:《技术断供与自主创新激励:纵向结构的视角》,《经济研究》第2期。

[12] 李松林、刘修岩、王峤,2023:《集聚与创新——来自摩天大楼建设的证据》,《经济学(季刊)》第2期。

[13] 林毅夫,2017:《产业政策与我国经济的发展:新结构经济学的视角》,《复旦学报(社会科学版)》第2期。

[14] 刘晨晖、陈长石,2022:《劳动力流动、技能匹配与地区经济差距》,《经济研究》第7期。

[15] 刘伟,2024:《科学认识与切实发展新质生产力》,《经济研究》第3期。

[16] 刘修岩、王峤,2022:《知识溢出的边界效应——来自专利引用数据的证据》,《经济研究》第11期。

[17] 刘志彪,2022:《全国统一大市场》,《经济研究》第5期。

[18] 柳卸林、高雨辰、丁雪辰,2017:《寻找创新驱动发展的新理论思维——基于新熊彼特增长理论的思考》,《管理世界》第12期。

[19] 陆铭,2017:《城市、区域和国家发展——空间政治经济学的现在与未来》,《经济学(季刊)》第4期。

[20] 陆铭、李鹏飞、钟辉勇,2019:《发展与平衡的新时代——新中国70年的空间政治经济学》,《管理世界》第10期。

[21] 逯东、朱丽,2018:《市场化程度、战略性新兴产业政策与企业创新》,《产业经济研究》第2期。

[22] 罗勇根、杨金玉、陈世强,2019:《空气污染、人力资本流动与创新活力——基于个体专利发明的经验证据》,《中国工业经济》第10期。

[23] 彭向、蒋传海,2011:《产业集聚、知识溢出与地区创

新——基于中国工业行业的实证检验》,《经济学(季刊)》第3期。

[24] 彭新敏、郑素丽、吴晓波、吴东,2017:《后发企业如何从追赶到前沿?——二元性学习的视角》,《管理世界》第2期。

[25] 宋弘、罗吉罡、蒋灵多,2022:《城市落户门槛变化如何影响人才流动与产业创新》,《财贸经济》第5期。

[26] 苏丹妮、盛斌、邵朝对、陈帅,2020:《全球价值链、本地化产业集聚与企业生产率的互动效应》,《经济研究》第3期。

[27] 苏渭昌,1989:《五十年代的院系调整》,《高等教育学报》第4期。

[28] 谭用、邱斌、叶迪、綦建红,2024:《中国创新模式选择:自主创新抑或技术引进?》,《经济研究》第4期。

[29] 王春杨、兰宗敏、张超、侯新烁,2020:《高铁建设、人力资本迁移与区域创新》,《中国工业经济》第12期。

[30] 杨金玉、罗勇根,2019:《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》,《经济科学》第6期。

[31] 叶菁菁、周晓遥、陈实,2021:《基础研究投入的创新转化——基于国家自然科学基金资助的证据》,《经济学(季刊)》第6期。

[32] 虞义华、赵奇锋、鞠晓生,2018:《发明家高管与企业创新》,《中国工业经济》第3期。

[33] 张吉鹏、卢冲,2019:《户籍制度改革与城市落户门槛的量化分析》,《经济学(季刊)》第4期。

[34] 张杰、陈志远、吴书风、孙文浩,2020:《对外技术引进与中国本土企业自主创新》,《经济研究》第7期。

[35] 郑世林、张果果,2022:《制造业发展战略提升企业创新的路径分析——来自十大重点领域的证据》,《经济研究》第9期。

[36] 钟粤俊、奚锡灿、陆铭,2024:《城市间要素配置:空间一般均衡下的结构与增长》,《经济研究》第2期。

[37] 周青、陈静、杨伟、徐旺、欧阳晓平,2023:《后发企业如何提升国际技术标准话语权?——中车株洲所的探索性案例研究》,《管理世界》第7期。

[38] Acemoglu, D., U. Akcigit, and W. R. Kerr, 2016, "Innovation Network", Proceedings of the National Academy of Sciences, 113(41), 11483-11488.

[39] Aghion, P., U. Akcigit, A. Bergeaud, R. Blundell, and D. Hemous, 2019, "Innovation and Top Income Inequality", Review of Economic Studies, 86(1), 1-45.

[40] Aghion, P., U. Akcigit, A. Hyytinen, and O. Toivanen, 2024, "A Year Older, A Year Wiser (and Farther from Frontier): Invention Rents and Human Capital Depreciation", Review of Economics and Statistics, 106(4), 974-982.

[41] Ahuja, G., and C. Morris Lampert, 2001, "Entrepreneurship

in the Large Corporation: a Longitudinal Study of How Established Firms Create Breakthrough Inventions", *Strategic Management Journal*, 22(6-7), 521-543.

[42] Akcigit, U., S. Baslandze, and S. Stantcheva, 2016, "Taxation and the International Mobility of Inventors", *American Economic Review*, 106(10), 2930-2981.

[43] Akcigit, U., S. Caicedo, E. Miguelez, S. Stantcheva, and V. Sterzi, 2018, "Dancing with the Stars: Innovation through Interactions", NBER Working Paper, No. w24466.

[44] Andrews, M. J., 2019, "Bar Talk: Informal Social Interactions, Alcohol Prohibition, and Invention", SSRN Scholarly Paper, No. 3489466.

[45] Atkin, D., M. K. Chen, and A. Popov, 2022, "The Returns to Face-to-face Interactions: Knowledge Spillovers in Silicon Valley", NBER Working Paper, No. w30147.

[46] Banerjee, I., and M. Sheehan, 2020, "America's Got AI Talent: US' Big Lead in AI Research Is Built on Importing Researchers", *Macro Polo*.

[47] Carlino, G., and W. R. Kerr, 2015, "Chapter 6-Agglomeration and Innovation", *Handbook of Regional and Urban Economics*, Elsevier, 349-404.

[48] Clarke, P., C. Crawford, F. Steele, and A. F. Vignoles, 2010, "The Choice between Fixed and Random Effects Models: Some Considerations for Educational Research", IZA Discussion Paper SSRN Scholarly Paper, No. 1700456.

[49] Cohen, W. M., 2010, "Chapter 4 - Fifty Years of Empirical Studies of Innovative Activity and Performance", *Handbook of the Economics of Innovation*, North-Holland, 129-213.

[50] Duranton, G., and D. Puga, 2004, "Chapter 48-Micro-Foundations of Urban Agglomeration Economies", *Handbook of Regional and Urban Economics*, Elsevier, 2063-2117.

[51] Fagerberg, J., and M. M. Godinho, 2006, "Innovation and Catching-Up", *Oxford Handbook of Innovation*, Oxford University Press.

[52] Freeman, C., 1995, "The 'National System of Innovation' in Historical Perspective", *Cambridge Journal of Economics*, 19(1), 5-24.

[53] Freeman, C., 2002, "Continental, National and Sub-national Innovation Systems—Complementarity and Economic Growth", *Research Policy*, 31(2), 191-211.

[54] Fritsch, M., and M. Wyrwich, 2021, "Is Innovation (increasingly) Concentrated in Large Cities? An International Comparison", *Research Policy*, 50(6), 104237.

[55] Fu, X., C. Pietrobelli, and L. Soete, 2011, "The Role of Foreign Technology and Indigenous Innovation in the Emerging Economies: Technological Change and Catching-up", *World Development*, 39(7), 1204-1212.

oment, 39(7), 1204-1212.

[56] Hall, B. H., A. B. Jaffe, and M. Trajtenberg, 2001, "The NBER Patent Citation Data File: Lessons, Insights and Methodological Tools", NBER Working Paper, No. 8498.

[57] Hülsheger, U. R., N. Anderson, and J. F. Salgado, 2009, "Team-level Predictors of Innovation at Work: A Comprehensive Metaanalysis Spanning Three Decades of Research", *Journal of Applied Psychology*, 94(5), 1128-1145.

[58] Ju, X., S. Jiang, and Q. Zhao, 2023, "Innovation Effects of Academic Executives: Evidence from China", *Research Policy*, 52(3), 104711.

[59] Kerr, S. P., W. Kerr, Ç. Özden, and C. Parsons, 2016, "Global Talent Flows", *Journal of Economic Perspectives*, 30(4), 83-106.

[60] Kerr, S. P., W. R. Kerr, Ç. Özden, and C. Parsons, 2017, "High-Skilled Migration and Agglomeration", *Annual Review of Economics*, 9(1), 201-234.

[61] Kerr, W. R., and F. Robert-Nicoud, 2020, "Tech Clusters", *Journal of Economic Perspectives*, 34(3), 50-76.

[62] Kline, P., and E. Moretti, 2014, "Local Economic Development, Agglomeration Economies, and the Big Push: 100 Years of Evidence from the Tennessee Valley Authority", *Quarterly Journal of Economics*, 129(1), 275-331.

[63] Lerner, J., and A. Seru, 2022, "The Use and Misuse of Patent Data: Issues for Finance and Beyond", *Review of Financial Studies*, 35(6), 2667-2704.

[64] Li, Y., Q. Ji, and D. Zhang, 2020, "Technological Catching Up and Innovation Policies in China: What Is behind This Largely Successful Story?", *Technological Forecasting and Social Change*, 153, 119918.

[65] Lundvall, B.-Å., and C. Rikap, 2022, "China's Catching-up in Artificial Intelligence Seen as a Co-evolution of Corporate and National Innovation Systems", *Research Policy*, 51(1), 104395.

[66] Moretti, E., 2021, "The Effect of High-Tech Clusters on the Productivity of Top Inventors", *American Economic Review*, 111(10), 3328-3375.

[67] Prato, M., 2022, "The Global Race for Talent: Brain Drain, Knowledge Transfer, and Growth", SSRN Scholarly Paper, No. 4287268.

[68] Shu, T., X. Tian, and X. Zhan, 2022, "Patent Quality, Firm Value, and Investor Underreaction: Evidence from Patent Examiner Busyness", *Journal of Financial Economics*, 143(3), 1043-1069.

[69] World Intellectual Property Organization (WIPO), 2022, *World Intellectual Property Indicators 2022*, Geneva: WIPO.