

# 国际人才引进、创新网络与关键核心技术赶超

袁 然<sup>1</sup>, 魏 浩<sup>2</sup>

(1. 北京邮电大学 经济管理学院, 北京 100876; 2. 北京师范大学 经济与工商管理学院, 北京 100875)

**摘要:** 推进关键核心技术协同攻关是国家重要的政策方向, 引进国际人才可为企业在国际创新网络中的深度融入及国内创新网络的高效利用创造条件。文章采用中国 A 股上市公司数据与省级国际人才引进数据, 从创新网络嵌入性视角, 考察国际人才引进影响中国企业关键核心技术赶超的作用效果和内在机制。研究发现: (1) 国际人才引进显著加速了本土企业关键核心技术的追赶与引领进程, 其作用机制在于国际人才能够有效整合国内商业型与研究型创新网络资源; (2) 相较于对国内创新网络的强化效应, 国际人才引进对国际创新网络赋能本土企业技术突破的促进作用尚未充分显现; (3) 国际人才可为本土企业实现关键核心技术的原始创新提供知识基础, 助力构建新型技术优势; (4) 通过优化企业技术组合关联度、引导国际人才向高技术产业定向流动、强化技术研发型人才引进等举措, 可显著提升国际人才对关键核心技术赶超的赋能效应。文章为破解技术封锁、构建关键核心技术自主创新体系提供了理论依据与实践启示。

**关键词:** 国际人才; 创新网络; 关键核心技术; 技术追赶; 技术引领

中图分类号: F113 文献标识码: A 文章编号: 1001-9952(2025)02-0034-15

DOI: 10.16538/j.cnki.jfe.20250112.201

## 一、引言

从“向科学进军”到“科技是第一生产力”, 从“科教兴国”到“创新驱动”, 我国始终将科技创新置于国家发展核心地位。党的二十大报告明确提出“加快建设世界重要人才中心和创新高地”, 并强调“完善科技创新体系”。经过数十年积累, 我国科技创新已从“跟跑”为主转向“跟跑”“并跑”“领跑”并存的多元格局。然而, 科技领域仍存在突出问题, 主要表现为关键核心技术受制于人的局面未根本改变、原创性成果不足等。需要注意的是, 关键核心技术攻关具有复杂度高、链条长等特征, 企业需强化与高校、科研机构的协同创新。习近平总书记在 2024 年全国科技大会上强调, “调动产学研各环节的积极性, 形成共促关键核心技术攻关的工作格局”。因此, 从创新网络视角探讨企业关键核心技术攻关机制具有重要研究价值。

我国要实现高水平科技自立自强, 归根结底要靠高水平创新人才, 而新时代人才强国战略强调国际人才引进的重要性。党的二十大报告明确指出要“形成具有全球竞争力的开放创新生

收稿日期: 2024-09-21

基金项目: 国家自然科学基金青年项目(72403027); 国家社会科学基金重大项目(23ZDA050); 中央高校基本科研业务费专项资金资助项目(2024RC15)

作者简介: 袁 然(1990-), 女, 河北唐山人, 北京邮电大学经济管理学院讲师;

魏 浩(1979-)(通讯作者), 男, 江苏徐州人, 北京师范大学经济与工商管理学院教授, 博士生导师。

态”。作为创新的第一资源，人才集聚是构建开放创新生态的关键环节，其中吸引全球优秀人才具有特殊价值。相较国内人才，国际人才在推动东道国关键核心技术创新方面具有三方面优势，即前沿知识储备更扎实(Chellaraj 等, 2008)、知识吸收能力更强(Tóth 和 Lengyel, 2021)、国际社交网络更广泛(Jiang 等, 2023)。现实表明，快速增长的国际人才已成为弥补国内人才结构性缺口的重要力量，且引进规模预计将持续扩大。以签证政策为例，2023 年底以来我国对法国、德国、意大利、瑞士、爱尔兰等 11 国实施的免签政策<sup>①</sup>显著提升了国际人才流动便利度。因此，研究国际人才在我国关键核心技术攻关中的作用机制，既契合国家战略导向，又兼具理论创新与实践指导价值。

既有研究主要以来华留学生、海归高管为样本考察国际人才引进对中国经济发展的影响，研究视角多聚焦于国际人才流动的国际贸易效应与国际投资效应。具体而言：在来华留学生研究方面，现有文献证实其显著促进我国对外贸易规模扩张(魏浩和陈开军, 2015)与企业海外并购(韩永辉等, 2022)，但对贸易结构优化的作用尚未充分显现(魏浩等, 2020)。魏浩和袁然(2018)基于企业研发投入数据，初步验证了学生型国际人才流入的技术创新效应。在海归高管研究方面，已有文献不仅揭示了海归人才回流对企业国际化(许家云, 2018)与经营绩效(刘青等, 2013)的显著影响，还拓展至技术创新维度。例如，宋建波和文雯(2016)、戚聿东等(2023)通过专利申请总数衡量企业创新水平，证实了海归高管对企业创新规模与质量的提升作用。少量研究采用国际专家数据，综合考察多类型国际人才流入的经济效应。现有文献虽已关注国际专家对中国技术创新的促进作用，但尚未深入关键核心技术创新领域。例如，牛雄鹰等(2018)基于省级层面发明专利申请量验证了国际人才流入的创新效率提升效应；袁然和魏浩(2024)发现国际人才流入有助于企业拓展新技术领域。此外，也有学者从企业出口技术结构优化(魏浩和周亚如, 2022)、企业污染排放(Wei 和 Zhou, 2023)视角考察了国际人才在中国经济发展中的作用。

本文整合中国 A 股上市公司数据与省级层面国际人才引进多维数据，基于创新网络理论视角，系统考察国际人才引进对中国企业关键核心技术赶超的作用机制。研究发现：国际人才引进显著加速了本土企业关键核心技术“追赶”和“引领”的进程。机制分析表明，该效应源于国际人才通过激活国内商业型和研究型创新网络资源，形成技术赶超的协同动力。进一步研究表明，国际人才对本土企业构建关键核心技术原始创新优势(“从 0 到 1”)具有突出贡献；此外，提升企业技术组合关联度、引导国际人才向高技术产业集聚和强化技术研发型人才引进，能显著增强国际人才的关键核心技术赶超效应。

本文的边际贡献体现在以下三方面：(1)立足我国关键核心技术攻关“补短板”与“筑长板”的双重政策目标，创新性构建企业层面“追赶型”与“引领型”关键核心技术攻关的多维量化指标体系，为定量分析关键核心技术攻关问题提供了指标基础；(2)基于协同创新理论框架，从创新网络视角揭示国际人才助推中国企业关键核心技术赶超的双元网络作用机制——既区分国内与国际创新网络的差异化功能，又解构商业型与研究型创新网络的互补效应，为拓展国际人才技术创新机制研究提供新范式；(3)从关键核心技术优势培育视角深入剖析了国际人才对中国企业关键核心技术攻关的影响，并从国际人才特征和企业技术特征两个维度给出了充分激发国际人才创新活力的具体方案。总之，本文不仅深化与拓展了国际人才技术创新效应的理论维度，更为破解技术封锁、培育全球技术领先优势提供了理论依据与路径参考。

<sup>①</sup> 资料来源：<https://news.cctv.com/2024/04/27/ART1k8QKh9tKP3EyH3tiC23Q240426.shtml>。

## 二、理论分析与研究假设

### (一)国内创新网络机制

国内创新网络通过提供多学科知识要素(Ning 等, 2023)与降低创新不确定性、提升协同创新规模经济(Bolzani 和 Scandura, 2024),成为影响企业创新的关键机制。研究表明,企业创新绩效与邻近地区的创新水平呈显著正相关(de Matos 等, 2021),且产学研网络联系对企业创新具有正向促进作用(Bolzani 和 Scandura, 2024)。本文发现国际人才引进通过以下机制推动国内创新网络赋能企业技术赶超:

首先,国际人才引进通过双重路径提升企业关键核心技术赶超能力:第一,促进跨国隐性知识转移。作为知识载体,国际人才通过人际互动传递核心技术知识(Bahar 和 Rapoport, 2018),其引进虽无法替代信息技术拓展的知识流动广度(Liu 等, 2022),但能提升知识传递准确性,尤其在引进关键核心技术领先国人才时形成规模效应(Bahar 和 Rapoport, 2018)。第二,驱动差异化知识重组。国际与本土人才的互补性知识(魏浩和袁然, 2018)在强相关性(Miguelez 和 Morrison, 2023)与高质量(Bahar 和 Rapoport, 2018)条件下,更易催生前沿技术突破,这对知识密集型行业尤为显著。

其次,国际人才引进通过增强企业对国内创新网络的知识吸收能力推动关键核心技术赶超。尽管产学研合作带来知识流入,但企业若缺乏有效知识管理能力将导致转移效率低下(de Matos 等, 2021)。关键核心技术复杂度提升强化了知识吸收能力的重要性,其核心在于人力资本积累(Tóth 和 Lengyel, 2021)。国际人才引进直接扩充人力资本积累并促进人才结构多元化(Ning 等, 2023)。其中,技术型国际人才通过国内外创新主体互动推动前沿技术探索(Liu 等, 2022);管理型国际人才助力吸收国际管理经验,构建开放创新战略(Bolzani 和 Scandura, 2024);科研型国际人才通过强化基础研究能力,缓解企业关键核心技术创新的基础研究瓶颈。

最后,国际人才引进的成本效应可能抑制国内创新网络利用效率:其一,跨文化适应障碍(Ozgen 等, 2014; Parrotta 等, 2014)导致研发团队磨合期延长与创新网络融入障碍;其二,薪酬溢价与安置成本可能挤占协同创新投入。但市场化选择机制(Chang, 2024)确保国际人才引进决策遵循收益-成本权衡原则(Laursen 等, 2020),使关键核心技术赶超净效应呈正向主导。基于上述分析,本文提出如下假设:

假设 1: 国际人才引进通过国内创新网络渠道促进本土企业关键核心技术赶超,国内创新网络嵌入度越高,越有利于国际人才发挥作用。

### (二)国际创新网络机制

国际创新合作通过拓展知识广度与深度重塑全球技术创新演进路径。在此进程中,融入国际创新网络对资源禀赋受限、技术积累薄弱的发展中国家尤为重要(Jiang 等, 2023)。统计数据表明,2002—2016 年中国稳居全球知识净流入量第二位(Liu 等, 2022),其区域枢纽地位昭示着国际创新网络对中国企业关键核心技术赶超的战略价值。国际人才引进通过国际创新网络渠道发挥独特作用,具体机制表现为:

首先,国际人才广泛的海外联系为企业融入国际创新网络提供了新渠道,并对企业关键核心技术赶超水平产生双重影响:一方面,国际人才引进能够通过其多样化的海外社会资源,在不同国家创新主体间搭建网络关系(Crown 等, 2020; Tóth 和 Lengyel, 2021),从而助力中国企业突破国外技术垄断,深度参与国际前沿科技创新合作;另一方面,国际人才引进与国际创新网络嵌入作为企业获取国外技术资源的市场化渠道,二者间可能形成相互替代关系(de Matos 等, 2021),这意味着过度依赖国际创新网络可能削弱国际人才对关键核心技术赶超的促进作用。

其次,国际人才引进通过缩小技术差距强化国际创新网络利用效率,加速关键核心技术赶超:一方面,发展中国家因技术基础薄弱、资源禀赋不足,国内人才的知识技能水平普遍低于国

国际人才(Jiang 等, 2023), 国际人才引进显著缩减国内外技术代差(Ning 等, 2023), 提升对国际网络资源的利用效能; 另一方面, 国际人才的隐性知识多为东道国稀缺的非冗余知识, 其与本土知识的重组可创造新知识类型(Migueluez 和 Morrison, 2023; Chang, 2024), 适度的技术差距能拓展协同创新边界, 助力实现高端技术引领。基于上述分析, 本文提出如下假设:

假设 2: 国际人才引进通过国际创新网络渠道推动本土企业关键核心技术攻关, 融入国际创新网络更有利于国际人才充分发挥其作用。

### 三、研究设计

#### (一)“关键核心技术”的界定

2021 年 7 月, 国家科技部部长在政策讲话中系统阐释关键核心技术攻关的“补短板”与“筑长板”双轨战略: 前者聚焦产业链突破技术封锁(如高端芯片等), 后者着力培育量子信息、人工智能等战略性新兴产业和未来产业技术优势。基于此, 本文构建关键核心技术与国际专利分类号(International Patent Classification, IPC)的对应标准, 并为测度关键核心技术攻关水平提供依据: (1)“封锁性”技术。依据《科技日报》2018 年公布的 35 项清单, 通过精确关键词匹配与技术大类模糊匹配确定 IPC 代码。(2)战略性新兴产业技术。参照《战略性新兴产业分类与国际专利分类参照关系表(2021)》, 确定战略性新兴产业对应的 IPC 代码。(3)未来产业技术。根据《新产业标准化领航工程实施方案(2023—2035 年)》界定的元宇宙、脑机接口、量子信息、人形机器人、生成式人工智能、生物制造、未来显示、未来网络、新型储能等 9 大技术领域, 完成关键词—IPC 匹配。为确保匹配精确度, 同步参照《关键数字技术专利分类体系(2023)》确定上述技术领域与关键数字技术重叠领域的 IPC 代码。经多重校验与去重, 最终形成覆盖 2 697 项 IPC 代码的关键核心技术分类库。

#### (二)模型设定

本文借鉴 Ning 等(2023)的做法, 构建计量模型如下:

$$\ln y_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 \ln talent_{p,t-1} + \beta X_{i,t-1} + \gamma_t + \gamma_{jt} + \gamma_{dt} + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

其中, 下标  $i$ 、 $j$ 、 $p$ 、 $d$  和  $t$  分别为企业、行业、省份、地区和年份;  $\ln y_{it}$  为企业关键核心技术创新水平;  $\ln talent_{p,t}$  为省级国际人才流入规模;  $X_{it}$  为控制变量集合;  $\gamma_t$  为年份固定效应;  $\gamma_{jt}$  为行业—年份固定效应(基于证监会两位行业代码识别企业所在行业);  $\gamma_{dt}$  表示地区—年份固定效应, 本文将中国 31 个省份划分为华北、东北、华东、华南、华中、西南和西北等七大地理分区,<sup>①</sup>参考 Ottaviano 等(2018)的方法控制企业所在地层面影响企业创新的因素;  $\varepsilon_{it}$  为随机扰动项。考虑到国际人才发挥作用存在时滞, 本文采用解释变量和控制变量的一阶滞后项进行估计。各变量具体如下:

1. 被解释变量( $\ln y_{it}$ )。本文根据企业发明专利申请数据, 构建以下三个变量作为被解释变量: (1)关键核心技术创新水平( $\ln keypat_{it}$ )。本文依据企业发明专利的主分类号识别关键核心技术, 并采用企业关键核心技术专利申请量加 1 取对数衡量企业关键核心技术创新水平。(2)关键核心技术追赶水平( $\ln purpat_{it}$ )。本文从“补短板”视角, 基于“封锁性”技术对应的 IPC 代码计算企业相关的发明专利申请量, 并采用加 1 后的对数值衡量企业关键核心技术追赶水平。(3)关键核心技术引领水平( $\ln leadpat_{it}$ )。本文从“筑长板”视角, 基于战略性新兴产业和未来产业技术对应的 IPC 代码计算企业相关的发明专利申请量, 并采用加 1 后的对数值衡量企业关键核心技术引领水平。

2. 解释变量( $\ln talent_{p,t}$ )。本文采用  $t$  年企业所在省份  $p$  境外专家人数的对数值衡量该省国际

<sup>①</sup> 不包括港澳台地区。

人才引进力度。所谓境外专家,是指我国境内各类型单位或建设项目实际聘用的外籍专家和港澳台专家,其统计范围涵盖了高级管理人员、单位负责人、高级技术人员以及科研人员等所有类型国际人才。

3.其他控制变量( $X_{it}$ )。本文从企业特征、公司治理和企业财务三个视角选取的控制变量包括:(1)企业年龄( $\ln age_{it}$ ),采用统计年份与企业成立年份之差加1后的对数值衡量;(2)企业规模( $\ln size_{it}$ ),采用企业资产总额加1后的对数值衡量;(3)资本劳动比( $\ln kl_{it}$ ),采用企业总资产和员工人数比值的对数值衡量;(4)股权集中度( $top1_{it}$ ),采用第一大股东的持股比例衡量;(5)独立董事占企业董事会总人数的比重( $ind\_share_{it}$ );(6)董事长和总经理是否二职合一( $dum\_dual_{it}$ )的虚拟变量(若二职合一,则取值为1;否则为0);(7)工资水平( $\ln ave\_wage_{it}$ ),采用企业员工平均工资的对数值衡量;(8)企业成长性( $growth_{it}$ ),采用企业营业总收入增长率衡量;(9)资产负债率( $asset\_debt_{it}$ ),采用企业总资产和总负债的比值衡量。

### (三)数据说明

本文所用数据主要来源于两个数据库。一是 CNRDS 数据库。本文采用 2002—2016 年中国 A 股上市公司数据,按照如下标准筛选企业样本:(1)仅保留中国 A 股上市公司数据;(2)删除企业简称中包括 ST、\*ST、S\*ST、PT 等财务状况异常的企业样本;(3)删除企业总资产、人均工资等关键指标缺失的企业样本;(4)删除企业成立年份大于统计年份的企业样本;(5)删除金融行业和保险行业的企业样本。二是中国境外专家调查数据库。基于国际专家数据可得性,本文考察时间范围为 2001—2015 年。为了避免异常值的影响,本文将企业层面的连续变量进行 1% 双侧缩尾处理。最后按照企业所在省份(自治区、直辖市)和年份匹配上述两个数据库。

## 四、实证结果及分析

### (一)基准估计结果及分析

表 1 报告了国际人才引进对中国企业关键核心技术赶超影响的基准估计结果。列(1)显示,国际人才变量的估计系数在 1% 水平上显著为正,这表明国际人才引进是驱动本土企业核心技术赶超的重要因素。在此基础上,本文进一步将关键核心技术细分为“追赶型”和“引领型”两类,列(2)和列(3)的结果显示,国际人才变量对“追赶型”和“引领型”关键核心技术的估计系数均在 1% 水平上显著为正,这说明其不仅助力我国企业突破技术封锁,而且显著提升前沿技术领域的原创性成果供给。

表 1 基准估计结果

	(1)	(2)	(3)
	技术赶超	技术追赶	技术引领
$\ln talent$	0.0498*** (0.0051)	0.0330*** (0.0040)	0.0500*** (0.0051)
$\ln age$	-0.2163*** (0.0202)	-0.1151*** (0.0164)	-0.2151*** (0.0201)
$\ln size$	0.2696*** (0.0075)	0.1962*** (0.0064)	0.2679*** (0.0075)
$\ln kl$	-0.1930*** (0.0085)	-0.1301*** (0.0070)	-0.1903*** (0.0085)
$top1$	-0.0017*** (0.0004)	-0.0015*** (0.0004)	-0.0017*** (0.0004)
$ind\_share$	0.0009 (0.0009)	0.0002 (0.0008)	0.0010 (0.0009)
$dum\_dual$	0.0698*** (0.0183)	0.0328** (0.0148)	0.0689*** (0.0183)
$\ln ave\_wage$	0.2372*** (0.0117)	0.1823*** (0.0095)	0.2342*** (0.0117)

续表 1 基准估计结果

	(1)	(2)	(3)
	技术赶超	技术追赶	技术引领
<i>growth</i>	0.0005*** (0.0001)	0.0002** (0.0001)	0.0005*** (0.0001)
<i>asset_debt</i>	-0.2617*** (0.0278)	-0.1731*** (0.0226)	-0.2557*** (0.0277)
常数项	-4.8177*** (0.1780)	-3.9065*** (0.1497)	-4.8048*** (0.1773)
固定效应	控制	控制	控制
样本量	23 778	23 778	23 778
$R^2$	0.3626	0.3274	0.3602

注：\*、\*\*和\*\*\*分别表示10%、5%和1%的显著性水平；括号内数字为稳健标准误。下同。

## (二)内生性处理

人才需求驱动效应可能导致基准模型存在内生性问题。具体而言：企业引进国际人才可能源于其在特定技术领域存在技能人才缺口(Laursen 等, 2020)，由此企业技术创新水平与国际人才引进形成双向因果关系。为此，本文基于“省份—来源地”维度的国际人才引进数据，参照 Bartik (1991)的方法构建 Bartik 型工具变量(IV)。构建方法如下：

$$\ln bartik_{pt} = \ln \left[ \sum_{s=1}^N talent_{pst_0} \times (1 + g_{st}) \right] \quad (2)$$

$$g_{st} = \frac{talent_{st} - talent_{st,t-1}}{talent_{st_0}} \quad (3)$$

其中， $t_0$ 为基期(鉴于数据可得性取2001年作为基期)； $s$ 为国际人才来源地； $\ln bartik_{pt}$ 为 $t$ 年 $p$ 省国际人才引进 Bartik 工具变量的对数值； $talent_{pst_0}$ 为基期 $p$ 省来自国家(或地区) $s$ 的国际人才数量； $g_{st}$ 为 $t$ 年国家(或地区) $s$ 国际人才流入相对于基期的增长率。Bartik 工具变量将基期“省份—来源地”层面国际人才引进数据与各来源地国际人才引进增长率交乘后加总到省级层面。此时，国际人才流入数量的变化来源于人才来源地供给侧因素，即排除了省级国际人才需求驱动效应的影响，从而能够较好地解决基准模型潜在的内生性问题。

表 2 报告了国际人才引进影响企业关键核心技术赶超的内生性处理结果。列(1)的 2SLS 第一阶段估计结果显示，Bartik 工具变量估计系数在 1% 水平上显著为正，这表明工具变量有效。列(2)—列(4)的 2SLS 第二阶段估计结果显示，国际人才变量系数均在 1% 水平上显著为正，这表明其显著提升了企业关键核心技术攻关能力，既加速了“封锁性”技术的追赶，又促进了前沿技术领域的高端引领。

表 2 内生性处理

	(1)	(2)	(3)	(4)
	国际人才	技术赶超	技术追赶	技术引领
$\ln bartik$	0.9101*** (0.0031)			
$\ln talent$		0.0491*** (0.0056)	0.0341*** (0.0043)	0.0492*** (0.0056)
控制变量	控制	控制	控制	控制
固定效应	控制	控制	控制	控制
<i>Kleibergen-Paap rk LM</i> 统计量		5 409.678	5 409.678	5 409.678

续表 2 内生性处理

	(1)	(2)	(3)	(4)
	国际人才	技术赶超	技术追赶	技术引领
<i>Kleibergen-Paap rk Wald F</i> 统计量		8.5e+04	8.5e+04	8.5e+04
样本量	23 778	23 778	23 778	23 778
$R^2$		0.1030	0.0830	0.1027

(三) 稳健性检验<sup>①</sup>

1. 更换国际人才及其他控制变量的测度指标。(1) 改用国际人才占各省总人口的比重作为替代解释变量, 该指标反映了企业在当地引进国际人才的可能性。(2) 改用省份—行业层面国际人才引进加 1 后的对数值作为替代解释变量; 但是, 该数据 2003 年之前存在多个行业门类合并统计问题, 因而会损失 2001—2003 年研究样本。(3) 构建企业层面的国际人才引进指标。本文借鉴刘铠豪等(2022)的思路, 选取企业占该省份就业人员总数的比重作为权重, 估算企业层面国际人才引进规模, 并采用该指标加 1 后的对数值进行稳健性检验。此时, 企业引进国际人才差异性来源于两个方面: 一是企业所在省份国际人才引进成效的差异; 二是企业吸纳劳动力就业能力的差异。(4) 更换控制变量测度指标。考虑到指标可得性, 本文分别改用企业员工人数对数值、高管持股比例和营业总收入增长率作为企业规模、股权集中度和企业成长性的替代衡量指标。

2. 更换关键核心技术赶超的测度指标。本文参考 Laursen 等(2020)的方法, 构建企业是否实现关键核心技术突破的虚拟变量作为替代被解释变量。若企业  $t$  年发明专利申请的技术领域(基于 IPC 四位码)包括其在过去 4 年从未涉足的关键核心技术领域, 则认为该企业实现了关键核心技术突破, 虚拟变量取值为 1。类似地, 本文进一步构建了企业是否实现关键核心技术追赶以及企业是否实现关键核心技术引领两个指标作为被解释变量的替代指标。

3. 保留技术创新的核心样本。具体包括:(1) 保留技术创新主要地区, 即剔除西北和西南地区的企业样本;(2) 保留技术创新主要行业, 本文根据样本期间各行业企业累计发明专利申请量对各行业技术创新水平进行降序排序, 保留前十大行业的企业样本。<sup>②</sup>基于上述方法的稳健性检验均证实了基准研究结论。

(四) 影响机制检验

1. 国内创新网络机制的检验。为了验证国内创新网络机制的有效性, 本文基于企业发明专利所有权信息测算企业与国内创新网络互动频率, 并将其作为国内创新网络的衡量指标。该指标的计算方法如下:(1) 剔除专利所有权人中本企业的信息。本文分别根据企业现用名和曾用名识别企业自身信息, 进而将其在专利所有人信息中剔除。(2) 删除国外所有权人信息。首先, 本文删除专利所有权信息中包含其他国家名称的专利所有权人; 其次, 本文删除专利所有权信息中包含株式会社、外文姓名、外文企业名称等字样的专利所有权人信息; 最后, 为了避免遗漏, 本文通过网络查询企业所在地等信息手动识别国外专利所有权人信息。基于上述三步的数据处理, 本文进而统计历年各企业融入国内创新网络的频率( $dnetwork\_obs_{it}$ ), 并采用该指标加 1 后的对数值与国际人才变量构建交互项检验国内创新网络机制的有效性。

① 由于篇幅限制, 此处省略稳健性检验的估计结果, 相关结果留存备索。

② 前十大技术创新行业包括计算机/通信和其他电子设备制造业、汽车制造业、电气机械和器材制造业、医药制造业、专用设备制造业、通用设备制造业、化学原料和化学制品制造业、软件和信息技术服务业、黑色金属冶炼和压延加工业以及石油和天然气开采业等。

表3报告了国内创新网络机制检验结果。列(1)估计结果表明,国际人才与国内创新网络交互项的估计系数在1%的水平上显著为正,这表明企业与国内创新网络的互动频率越高,越有利于国际人才发挥其关键核心技术攻关效应。由此可见,国内创新网络机制是国际人才发挥关键核心技术赶超效应的有效途径,理论假设1得到验证。列(2)和列(3)估计结果进一步表明,无论是“追赶型”还是“引领型”关键核心技术,企业深度嵌入国内创新网络均是国际人才发挥作用的有效途径。

表3 国内创新网络机制检验结果

	(1)	(2)	(3)
	技术赶超	技术追赶	技术引领
<i>Intalent</i>	0.0194*** (0.0052)	0.0020 (0.0042)	0.0196*** (0.0052)
<i>Intalent</i> × <i>Indnetwork_obs</i>	0.0202*** (0.0045)	0.0275*** (0.0039)	0.0202*** (0.0045)
<i>Indnetwork_obs</i>	0.0488 (0.0461)	-0.0994** (0.0393)	0.0474 (0.0459)
控制变量	控制	控制	控制
固定效应	控制	控制	控制
<i>Kleibergen-Paap rk LM</i> 统计量	2 463.749	2 463.749	2 463.749
<i>Kleibergen-Paap rk Wald F</i> 统计量	1.6e+04	1.6e+04	1.6e+04
样本量	23 778	23 778	23 778
$R^2$	0.1818	0.1462	0.1816

为了进一步探究国内创新网络机制发挥作用的源泉,本文借鉴 Bolzani 和 Scandura(2024)的做法,将国内创新网络细化为国内研究型创新网络和国内商业型创新网络两类。具体如下:(1)国内研究型创新网络,即企业与国内高校/研究机构合作的创新网络。本文通过搜索专利所有人信息中是否含有“大学”“学院”“研究院”“研究所”“研究总院”“研究中心”“科学院”“科学中心”“设计院”等字段,统计企业与国内高校和研究机构创新合作的互动频率(*dschool\_obs*),并采用加1后的对数值作为衡量指标。(2)国内商业型创新网络,即企业与国内其他企业/个体合作的创新网络。本文统计了企业与国内其他企业及个体创新合作的互动频率(*dfirm\_obs*),并采用加1后的对数值作为衡量指标。

表4报告了国内创新网络异质性机制的检验结果。列(1)–列(3)估计结果显示,国际人才与国内研究型创新网络交互项的估计系数均显著为正,这表明企业深度嵌入国内研究型创新网络是国际人才发挥关键核心技术赶超效应的有效机制。列(4)–列(6)估计结果表明,国际人才与国内商业型创新网络交互项的估计系数显著为正,这表明企业积极融入国内商业型创新网络也是国际人才推动企业关键核心技术赶超的重要途径。

表4 不同类型国内创新网络机制检验结果

	国内研究型创新网络			国内商业型创新网络		
	(1)技术赶超	(2)技术追赶	(3)技术引领	(4)技术赶超	(5)技术追赶	(6)技术引领
<i>Intalent</i>	0.0323*** (0.0054)	0.0169*** (0.0042)	0.0327*** (0.0054)	0.0197*** (0.0052)	0.0019 (0.0042)	0.0199*** (0.0052)
<i>Intalent</i> × <i>Indschool_obs</i>	0.0282*** (0.0103)	0.0474*** (0.0089)	0.0267*** (0.0103)			
<i>Indschool_obs</i>	0.0638 (0.1059)	-0.2232** (0.0905)	0.0776 (0.1055)			
<i>Intalent</i> × <i>Indfirm_obs</i>				0.0201*** (0.0045)	0.0277*** (0.0039)	0.0201*** (0.0045)

续表 4 不同类型国内创新网络机制检验结果

	国内研究型创新网络			国内商业型创新网络		
	(1)技术赶超	(2)技术追赶	(3)技术引领	(4)技术赶超	(5)技术追赶	(6)技术引领
<i>lnfirm_obs</i>				0.0494 (0.0461)	-0.1016*** (0.0394)	0.0480 (0.0459)
控制变量	控制	控制	控制	控制	控制	控制
固定效应	控制	控制	控制	控制	控制	控制
<i>Kleibergen-Paap rk LM</i> 统计量	1 469.937	1 469.937	1 469.937	2 460.884	2 460.884	2 460.884
<i>Kleibergen-Paap rk Wald F</i> 统计量	9 418.622	9 418.622	9 418.622	1.6e+04	1.6e+04	1.6e+04
样本量	23 778	23 778	23 778	23 778	23 778	23 778
$R^2$	0.1468	0.1211	0.1466	0.1812	0.1460	0.1809

2. 国际创新网络机制的检验。本文在识别国外专利所有人信息的基础上, 构建企业是否融入国际创新网络(*dum\_fnetwork<sub>it</sub>*)的虚拟变量, 进而通过加入国际人才引进与企业是否融入国际创新网络交互项检验国际创新网络机制的有效性。表 5 是国际创新网络机制检验结果。可以看出, 国际人才与企业是否融入国际创新网络交互项的估计系数在 10% 的水平上均无法通过显著性检验, 这说明融入国际创新网络并非国际人才发挥关键核心技术赶超效应的有效机制。

上述研究结论与理论假设 2 存在差异的原因是: 一方面, 关键核心技术引领强调“开辟独创独有、引领发展的科技创新方向, 加强前瞻性、先导性、探索性、颠覆性技术研究”<sup>①</sup>。这类技术特征决定了国内企业通过融入国际创新网络能够获取的相关知识积累十分有限, 此时, 融入国际创新网络难以有效地激发国际人才创新活力。另一方面, 技术封锁现象出现的主要原因是供应方的技术垄断(汤志伟等, 2021), 国外企业对相关技术信息的封锁会导致国际创新合作难以深入进行, 从而削弱国际创新网络机制的有效性。

表 5 国际创新网络机制检验结果

	(1)	(2)	(3)
	技术赶超	技术追赶	技术引领
<i>Intalent</i>	0.0492*** (0.0056)	0.0339*** (0.0043)	0.0494*** (0.0055)
<i>Intalent</i> × <i>dum_fnetwork</i>	0.0440 (0.2345)	0.1878 (0.1653)	0.0422 (0.2331)
<i>dum_fnetwork</i>	0.0143 (2.3142)	-1.7113 (1.5973)	0.0447 (2.3011)
控制变量	控制	控制	控制
固定效应	控制	控制	控制
<i>Kleibergen-Paap rk LM</i> 统计量	19.009	19.009	19.009
<i>Kleibergen-Paap rk Wald F</i> 统计量	148.169	148.169	148.169
样本量	23 778	23 778	23 778
$R^2$	0.1034	0.0833	0.1031

## 五、拓展性分析

### (一) 国际人才引进与中国企业关键核心技术新优势培育

理论分析表明, 国际人才引进有助于推动中国企业关键核心技术攻关, 这既可能体现为关键核心技术供给规模增长, 也可能体现为关键核心技术构成优化。因此, 本文进一步从技术组

① 人民网. 加强原创性、引领性科技攻关. <http://theory.people.com.cn/n1/2021/0530/c40531-32117172.html>.

合优化视角,探讨国际人才引进对企业关键核心技术优势培育的影响。本文借鉴 Bahar 和 Rapoport (2018)的思路,基于技术优势指数判断企业是否获得关键核心技术优势。具体计算方法如下:(1)计算关键核心技术发明专利申请量占企业发明专利申请总量的比重,记为  $fkeyshare_{it}$ 。(2)计算全部上市公司样本关键核心技术发明专利申请量占全部企业样本发明专利申请总量的比重,记为  $keyshare_t$ 。(3)判断企业在关键核心技术领域是否具有比较优势。若  $fkeyshare_{it} / keyshare_t \geq 1$ ,则认为企业  $i$  在关键核心技术领域具有比较优势,虚拟变量  $RTA_{it}$  取值为 1。(4)判断企业是否获得关键核心技术优势。若企业  $i$  在过去三年  $RTA_{it}$  取值均为 0(即  $RTA_{i,t-1 \rightarrow t-3} = 0$ ),且在  $t$  年后连续三年  $RTA_{it}$  取值均为 1(即  $RTA_{i,t+1 \rightarrow t+3} = 1$ ),则认为企业  $i$  实现了关键核心技术优势培育,此时,被解释变量( $dum\_keyadv_{it}$ )取值为 1。

表 6 是国际人才引进对中国企业关键核心技术新优势培育影响的估计结果。列(1)和列(2)的结果显示,国际人才这一变量的估计系数在 1% 的水平上通过检验,这表明国际人才引进有利于当地企业“从零开始”打造关键核心技术新优势。在控制内生性问题的影响后,列(3)和列(4)的结果再次证明了上述结论。

表 6 国际人才引进对企业关键核心技术新优势培育影响的估计结果

	(1)	(2)	(3)	(4)
	OLS	Probit	2SLS	IV Probit
<i>Intalent</i>	0.0015*** (0.0005)	0.0647*** (0.0188)	0.0010* (0.0006)	0.0533*** (0.0206)
控制变量	控制	控制	控制	控制
固定效应	控制	控制	控制	控制
<i>Kleibergen-Paap rk LM</i> 统计量			5 409.678	
<i>Kleibergen-Paap rk Wald F</i> 统计量			8.5e+04	
样本量	23 778	14 562	23 778	14 562
$R^2$ 或pseudo $R^2$	0.0549	0.0742	0.0024	

## (二)激发国际人才关键核心技术攻关效应的路径分析

1.国际人才引进、技术关联与中国企业关键核心技术赶超。理论分析强调,知识相关性有助于降低知识要素重组的难度,加速新知识创造(魏浩和袁然,2018),这将有助于国际人才充分发挥关键核心技术赶超效应。那么,企业是否采取专业化的技术攻关策略才能更最大限度地用好国际人才资源?为了回答这一问题,本文借鉴 Barbero 等(2024)的方法,测算企业技术组合的技术关联度,计算步骤具体如下:

第一步:基于 IPC 三位码计算  $t$  年  $i$  企业在  $s$  技术领域的技术优势指数( $RTA_{ist}$ )。在式(4)中, $iapply_{ist}$  为  $t$  年企业  $i$  在  $s$  技术领域的发明专利申请量; $S$  为企业技术组合涵盖的技术领域数; $I$  表示样本企业数。 $RTA_{ist}$  指标反映了相比总体情况, $t$  年企业  $i$  在  $s$  技术领域的专业化程度是否更高。若  $RTA_{ist}$  大于 1,则  $t$  年企业  $i$  在  $s$  技术领域专业化地从事创新。

$$RTA_{ist} = \frac{iapply_{ist}}{\sum_{s=1}^S iapply_{ist}} \bigg/ \frac{\sum_{i=1}^I iapply_{ist}}{\sum_{i=1}^I \sum_{s=1}^S iapply_{ist}} \quad (4)$$

第二步:计算企业技术组合中任意两项技术的关联程度。在式(5)和式(6)中, $\Omega_{sz}$  为技术领域  $s$  和  $z$  的关联度; $P(RTA_s > 1 | RTA_z > 1)$  表示在  $RTA_z$  大于 1 的条件下,企业样本中技术领域  $s$  的  $RTA_s$  指数同样大于 1 的条件概率。

$$\Omega_{sz} = \min \{P(RTA_s > 1 | RTA_z > 1), P(RTA_z > 1 | RTA_s > 1)\} \quad (5)$$

$$P(RTA_s > 1 | RTA_z > 1) = \frac{P(RTA_s > 1 \cap RTA_z > 1)}{P(RTA_z > 1)} \quad (6)$$

第三步：计算企业技术组合的技术关联度( $frelate_{it}$ )。在式(7)和式(8)中， $averel_s$ 为技术领域  $s$  与其他所有技术领域技术关联度的均值； $frelate_{it}$ 为  $t$  年  $i$  企业技术组合的技术关联度，根据特定技术领域发明专利占比和该技术关联度均值加权平均后得到。

$$frelate_{it} = \frac{\sum_{s=1}^S averel_s \times iapply_{ist}}{iapply_{it}} \quad (7)$$

$$averel_s = \sum_{z \neq s} \Omega_{sz} \quad (8)$$

表 7 报告了技术关联对国际人才引进关键核心技术赶超效应的调节作用检验结果。实证结果表明，企业技术关联度与国际人才引进的技术攻关效应呈显著正相关，技术关联度越高的企业，国际人才对关键核心技术赶超的促进作用越显著。机理分析显示，企业技术进步建立在既有知识分解重组基础之上(Barbero 等, 2024)，技术关联通过提升知识要素重组效率显著促进了新技术开发效能。已有研究同样证实，沿着既有技术路径实现技术更新是常态，而技术领域的大幅跃升则十分罕见(Migueluez 和 Morrison, 2023)。

表 7 技术关联对国际人才引进关键核心技术赶超效应影响的估计结果

	(1)	(2)	(3)
	技术赶超	技术追赶	技术引领
<i>Intalent</i>	0.0114*** (0.0042)	-0.0021 (0.0033)	0.0120*** (0.0042)
<i>Intalent</i> × <i>frelate</i>	1.5902*** (0.2535)	2.0376*** (0.2193)	1.5769*** (0.2526)
<i>frelate</i>	9.7456*** (2.4961)	-4.8544** (2.1432)	9.5032*** (2.4863)
控制变量	控制	控制	控制
固定效应	控制	控制	控制
<i>Kleibergen-Paap rk LM</i> 统计量	3 968.005	3 968.005	3 968.005
<i>Kleibergen-Paap rk Wald F</i> 统计量	2.1e+04	2.1e+04	2.1e+04
样本量	23 778	23 778	23 778
$R^2$	0.2839	0.1861	0.2803

2. 国际人才引进、产业技术特征与中国企业关键核心技术赶超。理论研究表明，国际人才引进通过促进跨国知识溢出与创新要素重组，其对知识密集型产业的关键核心技术赶超具有更显著的促进作用。为此，本文依据国家统计局《高技术产业(制造业)分类(2023)》标准，构建国际人才引进与高技术产业属性的交互项( $Intalent_{it} \times hightech_{it}$ )，实证检验产业技术特征的调节效应。需特别说明的是，高技术产业兼具知识密集属性与国家战略导向，既是新动能培育的核心载体，也是抢占未来技术制高点的关键领域。表 8 报告的分样本回归结果显示，相较于非高技术产业，国际人才引进对高技术产业企业的关键核心技术追赶效应与技术引领效应均呈现显著强化特征。

表 8 国际人才引进对中国高技术产业企业关键核心技术赶超影响的估计结果

	(1)	(2)	(3)
	技术赶超	技术追赶	技术引领
<i>Intalent</i>	0.0371*** (0.0060)	0.0299*** (0.0047)	0.0375*** (0.0059)
<i>Intalent</i> × <i>hightech</i>	0.0534*** (0.0114)	0.0187** (0.0090)	0.0522*** (0.0113)

续表 8 国际人才引进对中国高技术产业企业关键核心技术赶超影响的估计结果

	(1)	(2)	(3)
	技术赶超	技术追赶	技术引领
控制变量	控制	控制	控制
固定效应	控制	控制	控制
Kleibergen-Paap rk LM 统计量	5 383.738	5 383.738	5 383.738
Kleibergen-Paap rk Wald F 统计量	4.2e+04	4.2e+04	4.2e+04
样本量	23 778	23 778	23 778
R <sup>2</sup>	0.1041	0.0831	0.1038

3. 国际人才引进、人才类型与企业关键核心技术创新。理论研究表明, 技术型、管理型与科研型国际人才对企业关键核心技术赶超存在差异化作用机制。本文构建技术型( $ln_{technican}_{pt}$ )、管理型( $ln_{manager}_{pt}$ )和科研型( $ln_{researcher}_{pt}$ )国际人才变量进行实证检验。表 9 结果显示,<sup>①</sup>技术型与科研型国际人才显著促进了企业关键核心技术赶超, 而管理型国际人才引进呈现抑制作用。其原因在于, 尽管本土和国外劳动力都是知识技术的载体, 但其比较优势却存在一定差异。受限于跨文化沟通能力(Mayda 等, 2023), 国际人才更适配技术研发岗位而非管理岗位, 这导致管理型国际人才难以有效赋能企业技术跃迁。

表 9 不同类型国际人才引进对中国企业关键核心技术赶超影响的估计结果

	(1)	(2)	(3)
	技术赶超	技术追赶	技术引领
$ln_{technican}$	0.0484*** (0.0129)	0.0443*** (0.0101)	0.0486*** (0.0128)
$ln_{manager}$	-0.0312** (0.0121)	-0.0316*** (0.0096)	-0.0314*** (0.0121)
$ln_{researcher}$	0.0354*** (0.0126)	0.0222** (0.0100)	0.0356*** (0.0125)
控制变量	控制	控制	控制
固定效应	控制	控制	控制
样本量	23 778	23 778	23 778
R <sup>2</sup>	0.3631	0.3279	0.3606

## 六、结论与启示

本文采用中国 A 股上市公司数据和省级国际人才引进数据, 从创新网络视角考察国际人才引进对中国企业关键核心技术赶超的影响及其机制。研究发现, 国际人才引进有助于推动本土企业加快实现关键核心技术追赶和技术引领。这一效应源于国际人才引进有助于本土企业充分利用国内商业型和研究型创新网络资源, 但国际人才引进却难以有效激发国际创新网络对本土企业关键核心技术赶超的潜在作用。进一步研究发现, 国际人才有助于本土企业实现“从 0 到 1”的关键核心技术优势培育。此外, 提升企业技术组合关联度、引导国际人才向高技术产业集聚以及加大技术型和研究型国际人才引进力度有助于国际人才更好地发挥其关键核心技术赶超效应。基于上述研究结论, 本文提出如下政策建议:

第一, 高度重视国际人才在夯实创新人才基础方面的重要作用, 加快破解“封锁性”技术难

<sup>①</sup> 由于无法获得省份-行业-来源地层面的国际人才引进数据, 因此, 这一部分的实证研究难以构建 Bartik IV 检验内生性问题的影响。

题,实现关键核心技术高端引领。本文研究发现,国际人才是推动中国企业实现关键核心技术追赶和技术引领的重要因素。一方面,政府应高度重视国际人才引进问题,解决我国科技创新领域的“人才瓶颈”。人才基础薄弱已成为制约我国科技创新的突出因素之一。根据《2023 年全球创新指数》,中国创新指数在全球位列第 12 位,但创新投入维度中的“人力资源与研究”仅排在全球第 22 位。在此背景下,国际人才引进成为及时有效地解决我国创新人才基础薄弱问题的关键。另一方面,应建立科学的国际人才选拔和考核机制,推动产业链、创新链和人才链的深度融合,充分把握国际人才跨国流动带来的契机,推动产业创新发展。

第二,着力推进关键核心技术协同攻关,积极引导企业用好国内创新网络,打通国际人才发挥作用的中间环节。本文研究发现,提升企业的国内创新网络嵌入度是国际人才发挥关键核心技术赶超效应的有效机制。基于此,政府应鼓励企业提升其国内创新网络嵌入度。国际人才与国内高校、科研机构、科技领军企业等科技力量之间应形成良性互动、融合发展的关系。一方面,要强化科技领军企业在突破技术封锁攻坚体系中的主体作用,推动产学研深度合作,构建企业间创新联合体,从而提升破解技术封锁问题的协同攻关效率;另一方面,战略性新兴产业和未来产业作为各国竞相争夺的新赛道,其知识技术密集型特点决定了我国推进关键核心技术引领应依托于国内企业间的集群创新网络,从而推动创新资源共享、优势互补以及协同创新。此外,如何依托国际人才流入的发展契机,从而用好国际创新网络资源,应成为我国下一步重点关注的问题。

第三,科学规划企业关键核心技术变革的最优路径,动态优化国际人才引进战略布局,充分激发国际人才创新活力。本文研究发现,提升企业技术组合关联度、引导国际人才向高技术产业集聚、加大技术型和研究型国际人才引进力度,有助于激发国际人才关键核心技术赶超效应。首先,应引导企业面向国家重大需求、立足自身技术积累,科学地规划企业关键核心技术攻关的最优路径,并切实将其转化为国际人才引进计划;其次,要鼓励高新技术产业企业积极引进国际人才、用好国际人才,推动更多的企业成长为我国关键核心技术攻关的长期重要发源地;最后,应重点关注高级技术人才和教学科研人才引进,提升企业知识创造和知识吸收能力,同时应进一步完善管理型国际人才选拔、激励、融入等相关举措,使其成为我国企业关键核心技术攻关的有益助力。

#### 参考文献:

- [1]韩永辉,王贤彬,韦东明,等.国际教育交流与中国企业海外并购——基于来华留学生的理论分析和实证检验[J]. 外国经济与管理, 2022, (9): 19-34.
- [2]刘青,张超,吕若思,等.“海归”创业经营业绩是否更优:来自中国民营企业的证据[J]. 世界经济, 2013, (12): 70-89.
- [3]刘铠豪,臧旭恒,王雪芳.贸易自由化与家庭消费——来自中国城镇住户调查的微观证据[J]. 中国工业经济, 2022, (3): 57-75.
- [4]牛雄鹰,李春浩,张芮.国际人才流入、人力资本对创新效率的影响——基于随机前沿模型的研究[J]. 人口与经济, 2018, (6): 12-22.
- [5]戚聿东,张倩琳,于潇宇.高管海外经历促进技术创新的机理与路径[J]. 经济学动态, 2023, (2): 52-70.
- [6]宋建波,文雯.董事的海外背景能促进企业创新吗?[J]. 中国软科学, 2016, (11): 109-120.
- [7]汤志伟,李昱璇,张龙鹏.中美贸易摩擦背景下“卡脖子”技术识别方法与突破路径——以电子信息产业为例[J]. 科技进步与对策, 2021, (1): 1-9.
- [8]魏浩,袁然.国际人才流入与中国企业的研发投入[J]. 世界经济, 2018, (12): 144-166.

- [9]魏浩,陈开军.国际人才流入对中国出口贸易影响的实证分析[J].中国人口科学,2015,(4):72-82.
- [10]魏浩,袁然,苏航.国际人才流动对中国消费品出口影响的实证分析——基于国际留学生视角的考察[J].国际贸易问题,2020,(10):67-81.
- [11]魏浩,周亚如.国际人才流入与中国企业出口产品技术结构优化[J].经济管理,2022,(9):64-84.
- [12]许家云.海归与企业出口行为:来自中国的微观证据[J].金融研究,2018,(2):118-134.
- [13]袁然,魏浩.国际人才引进与中国企业技术突破:兼论加快建设世界重要人才中心的建议[J].中国软科学,2024,(4):79-90.
- [14]Bahar D, Rapoport H. Migration, knowledge diffusion and the comparative advantage of nations[J]. *The Economic Journal*, 2018, 128(612): 273-305.
- [15]Barbero J, Diukanova O, Gianelle C, et al. Technologically related diversification: One size does not fit all European regions[J]. *Research Policy*, 2024, 53(3): 104973.
- [16]Bartik T J. Who benefits from state and local economic development policies?[M]. Kalamazoo: W. E. Upjohn Institute, 1991.
- [17]Bolzani D, Scandura A. The role of collaboration networks for innovation in immigrant-owned new technology-based firms[J]. *The Journal of Technology Transfer*, 2024, 49(4): 1203-1233.
- [18]Chang S H. International technology market hotspots and development trends from the perspective of inventor mobility[J]. *Journal of the Knowledge Economy*, 2024, 15(1): 2361-2382.
- [19]Chellaraj G, Maskus K E, Mattoo A. The contribution of international graduate students to US innovation[J]. *Review of International Economics*, 2008, 16(3): 444-462.
- [20]Crown D, Faggian A, Corcoran J. Foreign-Born graduates and innovation: Evidence from an Australian skilled visa program[J]. *Research Policy*, 2020, 49(9): 103945.
- [21]de Matos C M, Gonçalves E, Freguglia R D S. Knowledge diffusion channels in Brazil: The effect of inventor mobility and inventive collaboration on regional invention[J]. *Growth and Change*, 2021, 52(2): 909-932.
- [22]Jiang Y H, Yan X Y, Yang Z, et al. Returnee employees or independent innovation? The innovation strategy of late-comer countries: Evidence from high-tech enterprises in China[J]. *Technological Forecasting and Social Change*, 2023, 192: 122591.
- [23]Laursen K, Leten B, Nguyen N H, et al. Mounting corporate innovation performance: The effects of high-skilled migrant hires and integration capacity[J]. *Research Policy*, 2020, 49(9): 104034.
- [24]Liu W W, Tao Y, Bi K X. Capturing information on global knowledge flows from patent transfers: An empirical study using USPTO patents[J]. *Research Policy*, 2022, 51(5): 104509.
- [25]Mayda A M, Orefo G, Santoni G. Skilled immigration, task allocation, and the innovation of firms[R]. No. 338, 2023.
- [26]Miguelez E, Morrison A. Migrant inventors as agents of technological change[J]. *The Journal of Technology Transfer*, 2023, 48(2): 669-692.
- [27]Ning L T, Guo R, Chen K H. Does FDI bring knowledge externalities for host country firms to develop complex technologies? The catalytic role of overseas returnee clustering structures[J]. *Research Policy*, 2023, 52(6): 104767.
- [28]Ottaviano G I P, Peri G, Wright G C. Immigration, trade and productivity in services: Evidence from U. K. firms[J]. *Journal of International Economics*, 2018, 112: 88-108.
- [29]Ozgen C, Peters C, Niebuhr A, et al. Does cultural diversity of migrant employees affect innovation?[J]. *International Migration Review*, 2014, 48(S1): 377-416.
- [30]Parrotta P, Pozzoli D, Pytlikova M. The nexus between labor diversity and firm's innovation[J]. *Journal of Population Economics*, 2014, 27(2): 303-364.

- [31]Tóth G, Lengyel B. Inter-firm inventor mobility and the role of co-inventor networks in producing high-impact innovation[J]. *The Journal of Technology Transfer*, 2021, 46(1): 117–137.
- [32]Wei H, Zhou Y R. The impact of international talent on environmental pollution: Firm-level evidence from China[J]. *Energy Economics*, 2023, 125(9): 106800.

## International Talents, Innovation Networks, and the Catch-up in Key Core Technologies

Yuan Ran<sup>1</sup>, Wei Hao<sup>2</sup>

(1. School of Economics and Management, Beijing University of Posts and Telecommunications, Beijing 100876, China; 2. Business School, Beijing Normal University, Beijing 100875, China)

**Summary:** Key core technologies represent a significant issue concerning national security and economic and social development. International talents create conditions for China to integrate into international innovation networks and leverage domestic innovation networks. However, existing literature has not paid sufficient attention to the issue of breakthroughs in key core technologies, nor has it explained the mechanisms through which international talents exert a technological innovation effect from the perspective of innovation networks.

Using the data of China's A-share listed companies and provincial international talents, this paper explores the impacts of international talents on Chinese firms' catch-up in key core technologies from the perspective of innovation networks. The results show that international talents help local firms accelerate their technological catch-up and leadership in key core technologies. Mechanism testing reveals that this effect stems from international talents enabling local firms to fully leverage domestic commercial and research-oriented innovation network resources. However, international talents fail to stimulate the potential role of international innovation networks in key core technologies of Chinese firms. Further study shows that international talents help local firms build new advantages in key core technologies. Additionally, increasing the recruitment of technical and research-oriented international talents, guiding international talents to cluster in high-tech industries, and enhancing the relevance of firms' technological portfolios will help international talents better exert their catch-up effect in key core technologies.

The marginal contributions of this paper are as follows: First, it tries to construct quantitative indicators for "catch-up" and "leadership" innovation in key core technologies at the firm level, providing an indicator basis for quantitative analysis of innovation in key core technologies. Second, it demonstrates the internal logic of international talents driving Chinese firms to catch up in key core technologies from a new perspective of innovation networks, and distinguishes the different roles of domestic versus international innovation networks and domestic commercial versus research-oriented innovation networks. Third, it delves into the role of international talents in key core technology advantages, and proposes strategies to fully stimulate the innovative effect of international talents from the dimensions of international talent characteristics and firm technological characteristics.

**Key words:** international talents; innovation networks; key core technologies; technological catch-up; technological leadership

(责任编辑 景 行)