



数量经济技术经济研究

Journal of Quantitative & Technological Economics

ISSN 1000-3894, CN 11-1087/F

《数量经济技术经济研究》网络首发论文

题目： 创新知识、网络传递与企业技术进步——生产-非生产性关联统一分析框架
作者： 刘维刚，张鹏杨，贾锐宁
DOI： 10.13653/j.cnki.jqte.20250103.001
网络首发日期： 2025-01-03
引用格式： 刘维刚，张鹏杨，贾锐宁. 创新知识、网络传递与企业技术进步——生产-非生产性关联统一分析框架[J/OL]. 数量经济技术经济研究.
<https://doi.org/10.13653/j.cnki.jqte.20250103.001>



网络首发：在编辑部工作流程中，稿件从录用到出版要经历录用定稿、排版定稿、整期汇编定稿等阶段。录用定稿指内容已经确定，且通过同行评议、主编终审同意刊用的稿件。排版定稿指录用定稿按照期刊特定版式（包括网络呈现版式）排版后的稿件，可暂不确定出版年、卷、期和页码。整期汇编定稿指出版年、卷、期、页码均已确定的印刷或数字出版的整期汇编稿件。录用定稿网络首发稿件内容必须符合《出版管理条例》和《期刊出版管理规定》的有关规定；学术研究成果具有创新性、科学性和先进性，符合编辑部对刊文的录用要求，不存在学术不端行为及其他侵权行为；稿件内容应基本符合国家有关书刊编辑、出版的技术标准，正确使用和统一规范语言文字、符号、数字、外文字母、法定计量单位及地图标注等。为确保录用定稿网络首发的严肃性，录用定稿一经发布，不得修改论文题目、作者、机构名称和学术内容，只可基于编辑规范进行少量文字的修改。

出版确认：纸质期刊编辑部通过与《中国学术期刊（光盘版）》电子杂志社有限公司签约，在《中国学术期刊（网络版）》出版传播平台上创办与纸质期刊内容一致的网络版，以单篇或整期出版形式，在印刷出版之前刊发论文的录用定稿、排版定稿、整期汇编定稿。因为《中国学术期刊（网络版）》是国家新闻出版广电总局批准的网络连续型出版物（ISSN 2096-4188，CN 11-6037/Z），所以签约期刊的网络版上网络首发论文视为正式出版。

创新知识、网络传递与企业技术进步

——生产-非生产性关联统一分析框架

刘维刚 张鹏杨 贾锐宁*

摘要：生产网络经济中企业间既存在生产投入关联，也会通过非生产关系产生关联，这两种关联均会影响创新知识传递，从而共同影响企业技术进步。本文使用中国企业专利和中国工业企业等微观数据，从研究合作视角对非生产性关联、生产网络和创新知识传递的特征事实予以初探。基于此，本文将企业的非生产性关联引入生产网络理论，构建了一个包含非生产性关联、投入产出关联和企业技术进步的统一分析框架，考察了企业通过自身知识积累、非生产性关联和生产关联三种渠道获得创新知识，并共同促成生产技术进步的理论机制。理论研究发现，局部均衡情形下非生产性关联会促进创新知识传递，推动企业技术进步；一般均衡状态下非生产性关联与生产关联共同形塑了广义的经济网络，从而可以通过促进创新知识传递来推动企业技术进步；非生产性关联成本越低、冰山成本越小、吸收能力越大，创新知识传递越强，越有利于企业技术进步。本文研究结论为创造良好的科学研究氛围，扩大科技、经贸、文化等的对外开放交流，以及推动企业融入全球生产网络等方面的相关政策制定提供了理论基础和现实支撑。

关键词：创新知识传递 非生产性关联 生产网络 技术进步

中图分类号：F062.9 **文献标识码：**A

一、引言

改革开放以来，中国企业积极参与全球生产，嵌入全球生产网络的深度和广度不断提升。特别是随着中国经济改革的不断深化，国内统一大市场建设不断完善，国内国际生产网络畅通程度提高，为创新知识传递、技术扩散和外溢发挥了重要的作用。当前，中国经济发展已经迈入新阶段，技术引进和模仿创新对中国经济高质量发展的正面推动作用日趋下降，关键核心“卡脖子”技术的创新、突破和引领才是未来中国式现代化建设的引擎。从中国经济自身寻求企业创新和技术进步的内生动力，不仅有助于厘清企业技术创新和技术进步的微观机制，也是推动中国经济增长和高质量发展的现实需要。

经济社会网络中，市场主体之间的关系不仅限于交易，而是会通过多重途径的交流，产生创新知识的传递，进而影响到经济中技术进步和经济增长（Lucas, 2009）。既有相关研究中创新知识来源主要分为经济个体（Lucas, 2009）和一些不确定性因素（Alvarez 等, 2013），

* 刘维刚，副教授，中国农业大学经济管理学院，电子邮箱：weigangliu@pku.edu.cn；张鹏杨（通讯作者），教授，北京工业大学经济与管理学院，邮箱：fhly0401@163.com；贾锐宁，副教授，西安电子科技大学经济与管理学院，邮箱：jm668@126.com。本文获得北京市自然科学基金面上项目（9242007）、国家自然科学基金项目（72473134、72273009、72203164）、教育部人文社科规划一般项目（24YJA790035）资助。感谢刘维林、铁瑛、梅冬州、白军飞、颜建晔、王海成，以及中国经济与管理研究院研讨会上王杆、张志祥、王小华等给予的无私指导和宝贵意见。感谢匿名审稿专家的宝贵意见，文责自负。

且经济个体间交流主要由经济关联产生，比如 Buera 和 Oberfield (2020)、Alvarez 等 (2013) 就考察了由企业贸易关系产生的创新知识交流。实际上，企业间还存在着生产投入中间品之外的关联，比如研究合作、参观交流、参加行业研讨会等，这也为企业提供创新知识交流契机，本文将不因生产投入产生的交流关系称之为非生产性关联。特别地，即使两个企业不存在生产关联，但仍可能由非生产性关联建立联系而产生创新知识交流，影响技术进步。自然的问题是，如何构建包含企业间生产关联和非生产性关联的统一分析框架来分析创新知识传递的机理，以及对企业技术进步的一般均衡效应？本文综合生产网络和创新知识传递两个领域的前沿研究，构建了一个生产-非生产关联统一分析框架，理论考察了非生产性关联交流带来创新知识并影响企业技术进步的新途径，分析了其对生产网络传递作用的强化放大效应，并在生产关联和非生产性关联构造的广义经济网络中研究了创新知识传递对企业技术进步的一般均衡作用。

首先，使用中国企业专利、海关、工业企业等微观数据从研究合作视角提炼非生产性关联、生产关联，以及两者共同构造的广义经济网络对创新知识传递的特征事实。由于企业间非生产性关联的方式种类较多，且不易获得准确数据，本文挖掘中国企业联合申请专利的数据，以企业与科研院所等非生产性单位的研究合作刻画企业的非生产性关联。将该研究合作指标与中国工业企业数据库匹配，识别出企业与非生产性单位研究合作对合作之后企业创新水平的效应，实证结果表明研究合作后企业创新水平显著上升，既体现在绝对水平上，也体现在未来几年的均值水平上，即意味着非生产性关联促进了企业创新知识传递。接下来实证识别了创新知识传递是非生产性关联促进企业技术进步的重要渠道。由于没有企业间生产网络数据，本文分别采用是否进口中间品、进口中间品规模和进口中间品内嵌技术三个指标间接刻画企业嵌入生产网络程度，识别这三个指标刻画的全球生产网络嵌入度对创新知识传递效应，以及非生产性关联如何影响生产网络嵌入度对创新知识传递的效应。最后考察了非生产性关联成本、贸易冰山成本和技术吸收能力对非生产性关联传递创新知识的影响。

其次，基于研究合作视角的特征事实，结合 Bigio 和 La'O (2020) 的生产网络分析框架和 Buera 和 Oberfield (2020) 的创新知识传递分析框架，构建了更为一般化的分析创新知识传递与企业技术进步的生产-非生产性关联统一框架，全面厘清了创新知识传递的机制。在 Buera 和 Oberfield (2020) 的创新知识传递分析框架中，企业自身和产品贸易关联是创新知识的来源。实际上，即使两个企业没有贸易关系，仍可能通过行业会议或参观学习等非生产性关联进行创新知识交流。Bigio 和 La'O (2020) 的生产网络分析框架中有微观企业和部门企业，部门产品由微观企业产品复合生成，微观企业产品生产时投入经济中部门产品，该生产网络结构特征可以很好地契合生产关联和非生产性关联这两个创新知识传递的两个渠道。基于此，综合生产网络和创新知识传递分析框架，引入生产关联和非生产关联作为创新知识传递的渠道，创新性构建了分析创新知识传递与企业技术进步的理论分析框架。创新知识通过非生产性关联和生产网络这两个渠道传递到企业，并与企业自身创新知识结合，共同复合转化为企业生产率。在这一机制下，即使一个企业不直接参与全球生产，只要与参与全球生产的企业产生了非生产性关联，创新知识就会通过生产-非生产广义网络传递，对该企业的技术进步产生一般均衡效应。

与本文相关的研究文献主要涵盖生产网络中的创新知识传递与技术进步、创新网络的形

成与效应等两大方面。首先，创新知识传递分析框架的重要特征是“市场主体之间的创新知识交流会刺激产生新想法”。Lucas（2009）并未区别市场主体交流的原因，只是考察交流后会产生创新知识传递。市场主体交流的种类较多，Atkin 等（2022）识别了美国硅谷面对面交流对知识流动的重要作用，而 Buera 和 Lucas（2018）综述了创新知识传递和经济增长一般分析框架和新近研究，特别强调了贸易关系是促成创新知识传递的重要媒介。生产者可以向贸易产品供给者学习交流，从而产生创新知识交流提高生产率水平，相关的研究有 Alvarez 等（2013）和 Buera 和 Oberfield（2020）等。企业进入退出市场会影响到企业生产率分布，而创新知识交流会影响到生产率前沿，相关研究主要有 Perla 等（2021）和 Sampson（2016）等。Stokey（2021）强调了全球生产中贸易成本对创新知识传递的影响，认为很难找到创新知识传递的直接经验证据，但间接估计的方式比较多，比如中间产品内嵌新技术。生产网络分析框架主要强调多部门生产和部门间的生产关联，生产部门向全球采购中间产品，中间产品内嵌的新技术向采购方提供了学习机会，这意味着生产网络可以很好地契合 Alvarez 等（2013）、Buera 和 Oberfield（2020）等创新知识传递分析框架。

其次，创新网络也是创新知识传递的重要方式和途径，直接影响到企业创新，代表性研究主要有 Acemoglu 等（2016）、Liu 和 Ma（2021）和 Cai 和 Li（2019）等。Acemoglu 等（2016）研究了美国企业间的专利引用所构建的创新网络，发现创新网络影响到专利的传递效应，Liu 和 Ma（2021）则从全球视角考察部门创新政策如何影响资源配置，Cai 和 Li（2019）认为部门的创新会通过部门间的知识关联影响到企业创新和经济增长。这些研究的一个重要特征是通过专利引用形成创新网络，创新网络中的某个节点（企业）的创新投入或者创新政策会产生网络效应。创新知识传递强调市场主体之间的知识交流会刺激产生新想法这一核心问题，而专利引用刻画创新网络反映的是创新的事后创新知识传递。实际上，创新专利申请事前的交流对产生创新知识进而影响企业技术进步也起着重要的作用。既有研究中，鲜有文献理论分析事前创新知识交流对企业技术进步的影响及机制，也缺乏非生产性关联网络中创新知识交流影响企业技术进步的相关研究。

国内关于企业创新的研究较多，但从创新知识传递和生产网络与非生产关联视角考察的研究较少。刘维刚（2022）从生产网络结构内生变动使得技术溢出效应变动的视角考察了企业创新，但并没有在统一框架下考察创新知识传递对企业创新的影响。企业生产投入其他部门产品，产品内嵌技术会影响到企业创新和技术进步，谢谦等（2021）从企业进口中间品内嵌技术视角分析了创新知识传递对企业技术进步的影响，发现进口中间品内嵌技术的确促进了企业技术进步。刘维林等（2023）发现中国国内循环的网络效应为产业技术升级提供了重要的内生动力，安同良等（2023）着重考察创新网络演化特征，并用上市公司进行了作用机理检验，从互联网式创新提出了理解企业创新的新视角。从非生产性关联考察创新知识或知识流动的研究主要有铁瑛和崔杰（2023），移民是经济主体非生产关联的一种形式，他们从移民视角考察了国际知识流动和知识生产的跨国合作问题，发现国际移民促进了知识的跨国流动。虽然这部分文献对生产网络、非生产性关联或创新知识传递有所涉及，但还缺乏在生产关联和非生产性关联统一分析框架中关于创新知识传递和企业技术进步的研究。

基于既有研究的不足，从研究合作视角提炼非生产性关联与创新知识传递关系特征事实，本文构建了理论分析框架，考虑创新知识传递机制与一般均衡效应，边际贡献主要有两点：

(1) 首次把非生产性关联与生产关联网络结合, 构建了分析创新知识传递与企业技术进步的统一理论分析框架, 既拓展了 Bigio 和 La’O (2020) 等生产网络分析框架的研究范围, 也丰富了 Alvarez 等 (2013)、Buera 和 Oberfield (2020) 等关于创新知识传递的相关研究; (2) 首次区分了生产性关联和非生产性关联对创新知识传递的不同渠道作用, 分析了生产关联和非生产关联互相补充形成的广义经济网络中创新知识传递对企业技术进步的一般均衡效应。非生产关联发挥创新知识传递渠道作用时, 即使企业没有生产投入网络关联, 也会通过非生产关联传递创新知识进而提升技术水平。拓展了 Liu 和 Ma (2021)、Cai 和 Li (2019) 等关于创新网络的研究, 为企业创新影响技术进步渠道提供了新的理论解释。

余下部分安排如下: 第二部分基于研究合作这一经济现象总结提炼非生产性关联与企业技术进步的特征事实, 为理论框架构建提供经验依据; 第三部分将非生产性关联引入生产网络分析框架, 构建了一个统一分析框架, 考察非生产性关联和生产关联对创新知识传递的一般均衡效应; 第四部分是对理论研究的拓展分析; 第五部分是结论和政策启示。

二、特征事实: 研究合作视角下创新知识传递初探

现实世界中企业间非生产性关联的形式多种多样, 鲜有单一数据能完全刻画这一关系, 但可以选取代表性关联考察相关特征, 以一斑窥豹。研究合作是考察企业非生产性关联的合适视角: 一方面, 研究合作的目的是创新, 需要深层次专业知识交流和协同研发才可实现, 合作研发过程中必然有创新知识交流; 另一方面, 中国企业研究合作申请专利绝对数量较多, 有充足的分析样本。基于中国联合申请专利数据, 定义企业与高校科研院所等非生产性单位的研究合作为非生产性关联;^①企业间投入产出关系为生产关联, 但现实中缺乏该数据, 本文创新性以是否进口中间品刻画嵌入全球生产网络, 考察生产关联传递创新知识的效应。

(一) 创新知识传递与企业技术进步

将企业与非生产性单位展开研究合作视为一项“政策冲击”, 本文参考双重差分法的思路, 设定计量模型:

$$Inn_{i,t+1} = \alpha_{10} + \alpha_{11}Nco_{it} + \gamma X_{it} + \tau_i + \tau_t + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

式(1)中, 选取2002~2014年中国工业企业数据库中有研究合作的企业为处理组, 无研究合作的企业为控制组, 设定 Nco_{it} 为企业 i 第 t 年与非生产性单位研究合作的虚拟变量: 如果企业当年有与非生产单位研究合作, 则当年及其以后年份 Nco_{it} 赋值为1, 否则为0。被解释变量 $Inn_{i,t+1}$ 为企业 i 第 $t+1$ 年的发明创新数量; 控制变量包括: 企业前三年的创新经历、企业的内嵌进口技术、企业是否与生产单位展开研究合作、企业融资约束、企业规模、年龄、进出口贸易规模、企业所有制性质(是否国企、是否外商、是否私企), 还加入了企业固定效应和时间固定效应。

企业间是否研究合作本身是一个“自我选择”决策, 但可以从如下几方面缓解: (1) 使用PSM方法选择出有概率展开研究合作但又未实际合作的企业作为控制组, 排除研究合作作为“政策冲击”本身可能存在的“自我选择”问题; (2) 在基准回归方程(1)中进行研

^① 非生产性单位为申请人名称中包含“大学”、“研究院”、“学院”、“实验室”、“研究所”、“研究总院”、“中心”、“研发中心”、“设计院”、“医院”、“监测站”、“检测站”、“监督局”等关键词的单位。

究合作冲击与企业创新进行“错期”处理，使用后一期企业创新作为被解释变量，避免当期的研究合作决策是由当期创新所引致的情形；（3）在回归方程（1）中加入一些影响企业研究合作决策的因素作为控制变量，在最大程度上随机化企业研究合作决策。

基于匹配样本数据，使用回归方程（1）识别非生产性关联对创新知识的传递效应。表1第（1）~（2）列汇报了回归结果，回归时都加入了式（1）陈列的所有控制变量和固定效应。第（1）列为基于全部企业样本的估计，表明非生产性关联在1%的显著性水平上提升了下一期企业创新专利的申请数量，即研究合作过程中非生产性单位向企业传递了创新知识，促进了创新。为进一步剔除可能因控制组样本选择问题造成的回归偏误，第（2）列使用PSM选择控制组企业样本重新估计，结果依然表明与非生产性单位研究合作后促进了企业创新，实现了创新知识传递。

创新是企业技术进步的重要源泉，接下来从企业技术进步视角考察非生产性关联创新知识的传递效应，从直接技术进步效应和创新知识传递强度两个视角展开。将方程（1）被解释变量调整为企业生产率，考察非生产性关联对企业生产率的提升作用，分别使用全部企业样本和基于PSM方法筛选控制组的样本进行分析，表1第（3）~（4）列汇报了回归结果，表明非生产性关联研究合作也促进了企业技术进步。进一步地，将解释变量非生产性关联 Nco_{it} 调整创新知识传递强度 $NcoInf_{it} = Ncinf_i \times Time_t$ ，其中 $Ncinf_i$ 表示企业 i 与非生产性单位展开初次研究合作之后5年与合作之前5年的专利数量年平均值的差额，该数值越大意味着企业非生产合作后创新知识传递作用越强， $Time_t$ 表示企业在与非生产性单位展开合作前后的0-1变量。表1第（5）~（6）列的回归结果显示 $NcoInf$ 变量的系数显著为正，表明与非生产单位研究合作后的创新知识传递强度越大，越能促进企业生产率提升。^①综上所述可知，非生产性关联有助于传递创新知识、促进企业技术进步，且创新知识传递的效应越强越有利于企业技术进步。

表 1 非生产性关联的创新知识传递与技术进步效应

变量	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	全样本	PSM	全样本	PSM	全样本	PSM
	$t+1$ 期企业创新		$t+1$ 期企业TFP		$t+1$ 期企业TFP	
Nco	0.047*** (0.013)	0.040*** (0.012)	0.131*** (0.036)	0.086** (0.037)		
$NcoInf$					0.073*** (0.026)	0.048* (0.027)
控制变量	是	是	是	是	是	是
企业固定效应	是	是	是	是	是	是
年份固定效应	是	是	是	是	是	是
样本量	296,778	168,826	261,917	151,017	261,488	150,617
R^2	0.498	0.500	0.685	0.682	0.685	0.683

注：*、**、***分别表示10%、5%及1%的显著性水平，括号内的值为稳健标准误。下表同。

①表1控制变量结果见附录，详见《数量经济技术经济研究》杂志网站，下同。

使用 PSM 筛选调整样本、考虑多期 DID 异质性处理效应、更换被解释变量、考虑非生产关联程度等方面进行稳健性检验后，非生产性关联的回归系数仍然显著为正，保障了表 1 回归结果的稳健性。进一步地，图 1 给出了研究合作视角下非生产性关联对企业创新知识传递和技术进步的动态效应，在企业与非生产单位研究合作前，处理组和控制组企业在创新和技术进步上没有显著差异；研究合作以后，处理组企业的创新水平和技术进步水平显著高于控制组企业。图 1 汇报的结果说明选择研究合作作为非生产性关联“政策冲击”是有效的；非生产性关联显著促进创新知识传递和企业技术进步的结果是稳健可信的。

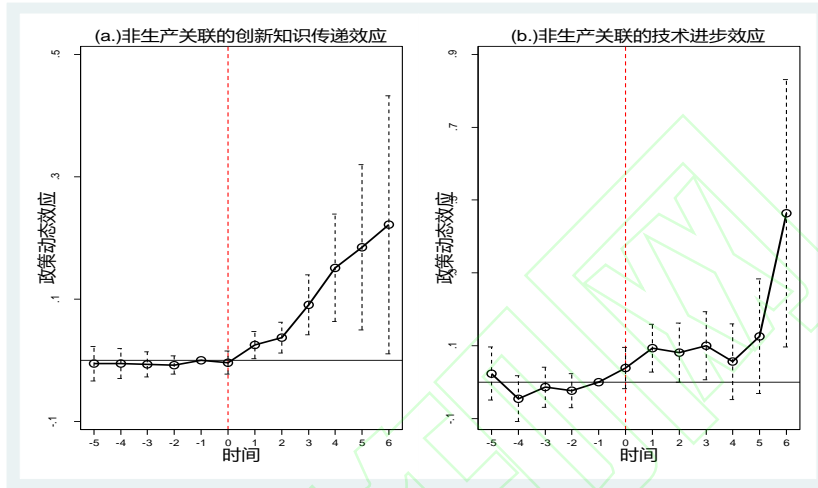


图 1 研究合作政策冲击的平行趋势检验动态图

（二）非生产性关联的强化作用

识别企业生产网络对创新知识传递的作用需要使用到企业层面的投入产出关系，但反映企业的投入产出关系的数据却无法直接获取。使用行业层面数据替代企业数据或是一种可行性思路，刘维刚（2022）就在生产网络内生情形下考察了行业层面生产网络对企业创新的影响，但行业层面数据会忽视企业参与生产网络的异质性，且不能有效分离出企业的非生产性关联关系。进口中间品意味着企业参与到全球生产网络，进口企业比仅从国内采购中间品的非进口企业有更广的生产网络，故本文创新性从企业进口中间品视角考察生产网络对创新知识的传递作用，模型设定如下：

$$Inn_{i,t+1} = \beta_{10} + \beta_{11}PNet_{it} + \gamma X_{it} + \tau_i + \tau_t + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

其中， $PNet_{it}$ 是企业是否进口中间品的虚拟变量，作为是否参与全球生产网络的代理变量：当企业*i*进口中间品时， $PNet_{it}$ 取值为 1，否则取值为 0。

基于模型（2）回归，表 2 第（1）列的结果表明，参与全球生产网络有效实现了创新知识传递；第（2）列汇报了使用进口中间品规模作为参与全球生产网络程度代理变量的回归结果，与第（1）列结果一致。这两列回归结果表明，生产网络可以有效传递创新知识。

接下来一个自然问题是，企业非生产性关联如何影响到生产关联对创新知识传递的效应？选取有中间品进口的企业样本，并增加中间品进口规模（ PN_{int} ）作为控制变量，使用回归方程（1）分析。表 2 第（3）列汇报了回归结果，表明非生产性关联对中间品进口企业有显著的创新知识传递效应。也就是说，对于生产网络已经传递创新知识后，非生产性关联会进一步促进创新知识传递，即产生了强化作用。

表 2 非生产性关联的强化作用

变量	(1)	(2)	(3)
		<i>t</i> +1期企业创新	
<i>PN_{Net}</i>	0.003*** (0.001)		
<i>PN_{int}</i>		0.001*** (0.000)	0.000** (0.000)
<i>Nco</i>			0.087*** (0.027)
控制变量	是	是	是
企业固定效应	是	是	是
年份固定效应	是	是	是
样本量	355,423	355,423	177,083
<i>R</i> ²	0.472	0.472	0.496

(三) 成本、吸收能力与创新知识传递

根据表 1~2 的回归结果可知，非生产性关联和生产网络都会影响到创新知识传递，这意味着非生产性关联和生产网络的形成将会影响到创新知识传递。接下来考察影响企业创新知识传递的因素。一是，非生产性关联成本是影响企业构建非生产性关联的首要因素，关联成本越高产生关联的概率越低，即越不利于创新知识的传递；二是，贸易与国内供应的冰山成本是影响企业交易的重要因素，影响到生产网络构建。根据表 1~2 的回归结果和 Buera 和 Oberfield (2020) 的研究，嵌入生产网络程度降低会弱化创新知识传递。在非生产性关联和生产网络共同构建的广义经济网络中，生产网络传递创新知识效应减弱后也会影响到非生产性关联对创新知识的传递效应，产生间接效应；三是，在非生产性关联和生产网络传递创新知识后，企业是否能够吸收对于企业创新转化至关重要。基于上述三方面，以分组回归的形式来检验是否面临低非生产关联成本、低冰山成本和拥有较强吸收能力的企业创新知识传递水平更高，由此厘清上述因素对创新知识传递的影响。

(1) 非生产性关联成本。实现创新知识传递的非生产关联包括两个部分：一方面是企业是否更容易和方便与非生产单位产生研发交流活动；另一方面是企业是否更容易接触到科技创新成果实现创新思想传递，因此，如果想获得较低的非生产性关联成本：一是研究机构要范围上集聚和密集，企业更容易接触到；二是创新成果要数量多、质量高。鉴于上述思考，加权构建非生产性关联成本： $NcoRC_{it} = (0.5 * NcoITE_{it}) + (0.5 * Ncoq_{it})$ ，其中 $NcoITE_{it}$ 为企业所处地区的高校或科研机构的密集度，使用各省（市）每百人拥有高校和科研机构数量表示； $Ncoq_{it}$ 为企业所处地区高校或科研机构的创新成果情况，以各省（市）高校科研机构的科技经费投入量化。 $NcoRC_{it}$ 数值越大，意味着非生产性关联成本越小。

(2) 冰山成本。表示产生生产关联构建生产网络的成本，主要反映了企业贸易成本。考虑到产业链供应链现代化水平是降低冰山成本、形成生产关联的重要方面，由此选取省级层面的产业链现代化水平评价指标作为量化冰山成本的代理变量。该变量是从产业链基础、产业链数字化、产业链创新、产业链韧性、产业链协同和产业链可持续等 6 个维度出发选取

指标,采用熵值法测算指标权重,然后进行加权计算。产业链现代化水平 $NcoTC_{it}$ 数值越大,意味着冰山成本越小。

(3) 创新吸收能力。创新知识传递是企业创新的前提,而企业的吸收能力才是企业最终创新转化的根本保障。较强的吸收能力能够实现将传递的知识及时转化为企业创新,而较差的吸收能力不仅无法及时转化成企业创新,甚至可能会造成在获取创新知识过程中的资源浪费,对原本企业的创新也可能造成负面影响。借鉴刘维刚(2022)测度企业创新吸收能力,借鉴回归方程(1)估计预测生产率 \widehat{TFP}_{it} ,将吸收能力刻画为 $\beta = TFP_{it}/\widehat{TFP}_{it}$, β 反映了实际TFP和理论预测TFP的偏离程度,其数值越大表明企业吸收能力越强。

表3汇报了非生产性关联成本、冰山成本和创新吸收能力对创新知识传递的影响。首先,计算地区层面非生产性关联成本 $NcoRC$ 的平均值,选取0.65分位点为临界点,设定高于临界点地区内企业面临较低非生产性关联成本。表3第(1)列汇报了面临低非生产关联成本的企业,非生产关联对创新知识传递的作用,表明在非生产关联成本低的地区,非生产性研究合作能显著促进企业创新,影响系数为0.061;第(2)列汇报了面临高非生产关联成本地区的企业,非生产关联对创新知识传递存在一定的正向效应,但影响系数为0.019,显著性也相比第(1)列更低,使用费舍尔组合来检验二者的组间差异,P值为0.000,显著拒绝了原假设,即意味着上述两组的分组回归系数在两组之间存在显著差异。这一结果表明非生产关联成本是影响企业创新知识传递的重要因素。其次,分析生产关联冰山成本的效应。计算各地区的产业链现代化水平,取平均值并以0.65分位点为临界点,高于该临界点定义为低冰山成本。表3第(3)列汇报了面临低冰山成本的企业,冰山成本对创新知识传递的作用。表明在冰山成本低的地区,非生产合作有助于企业创新,影响系数为0.053;表3第(4)列为面临高冰山成本的企业样本,表明在冰山成本高的地区,非生产研究合作对企业创新无显著影响。进一步检验组间差异,结果显著拒绝了原假设,表明两组的分组回归的系数在两组之间存在显著差异。最后,讨论企业吸收能力。选取吸收能力前35%强的企业作为高吸收能力组,其他定义为低吸收能力组。表3第(5)列是对高吸收能力企业的检验,表明非生产合作能显著促进企业创新;表3第(6)列对低吸收能力企业的检验,结果表明非生产性研究合作反而不利于企业创新。组间差异检验也显著拒绝了原假设,两组系数的显著差异,即表明企业创新吸收能力是影响创新知识传递的重要因素。

表 3 创新知识传递的影响因素

变量	非生产性关联成本		企业冰山成本		企业吸收能力	
	(1)低组别	(2)高组别	(3)低组别	(4)高组别	(5)高组别	(6)低组别
Nco	0.061*** (0.018)	0.019* (0.011)	0.053*** (0.016)	0.026 (0.016)	0.053*** (0.013)	-0.044*** (0.010)
其他控制变量	是	是	是	是	是	是
企业固定效应	是	是	是	是	是	是
年份固定效应	是	是	是	是	是	是
样本量	169,415	127,363	223,124	73,654	118,740	178,038
R^2	0.518	0.403	0.514	0.404	0.527	0.443
组间差异	-0.042***		-0.028*		-0.097***	

虽然本文所选取的研究合作仅是一种特殊的企业非生产性关联行为，但初步的实证分析可以提炼如下特征事实：研究合作视角下的非生产性关联可以有效传递创新知识，促进企业技术进步；非生产性关联对生产网络的创新知识传递有强化效应；非生产关联成本、贸易冰山成本和企业创新吸收能力能够显著影响创新知识传递。

这一特征事实为理解和分析一般意义下非生产性关联、生产网络，以及其所构造的广义经济网络中创新知识传递提供了启发，对构建理论分析框架提供了特定现实支撑。

三、理论分析

基于所挖掘特征事实，本节将非生产性关联作为传递渠道引入 Buera 和 Oberfield (2020) 的创新知识传递分析框架，结合 Bigio 和 La'O (2020) 的生产网络分析框架和 Antras 等 (2017) 全球生产投入框架构建分析创新知识传递和企业技术进步的生产-非生产关联统一分析框架，并进一步考察创新知识传递影响企业技术进步的一般均衡效应。

(一) 生产网络经济

考虑一个 J 个生产部门的生产网络经济。经济体中有两大类产品：部门产品和微观企业产品。每个部门只生产一类部门产品。微观企业产品由部门内企业生产，每一类微观企业产品有多个潜在生产企业，最终只能由生产率最高的企业生产，即生产成本最低企业生产。均衡情形下，每一类企业产品只由一个企业生产。

部门 j 内微观企业产品种类 $\epsilon \in [0,1]$ 异质且连续，代表性微观企业生产投入劳动 $l_j(\epsilon)$ 和中间品 $I_j(\epsilon)$ ，生产技术为：

$$y_j(\epsilon) = \psi_j(\epsilon) l_j(\epsilon)^{1-\delta} I_j(\epsilon)^\delta \quad (3)$$

其中， $\psi_j(\epsilon)$ 是企业生产率，由多重创新知识复合生成。

中间投入品 $I_j(\epsilon)$ 由部门产品复合而成：

$$I_j(\epsilon) = \left(\sum_i Y_{ij,\epsilon}^{\frac{\mu_j}{\mu_j-1}} \right)^{\frac{\mu_j-1}{\mu_j}} \quad (4)$$

其中，替代弹性 $\mu_j > 1$ ，不同部门复合产品的弹性不同，反映了部门差异性， $Y_{ij,\epsilon}$ 表示部门 j 内企业 ϵ 所投入的 i 部门产品。

微观企业生产投入部门产品，不会直接采购微观企业产品，微观企业产品只出售给本部门产品生产者。微观企业产品市场结构是垄断竞争，给定产品需求函数，微观企业的优化问题是选择劳动和中间品投入，实现利润最大化：

$$\pi_{j,\epsilon} = \max_{\{l_{j,\epsilon}, I_{j,\epsilon}\}} p_{j,\epsilon} y_{j,\epsilon} - W l_{j,\epsilon} - p_j^I I_{j,\epsilon} \quad (5)$$

其中， $p_{j,\epsilon}$ 为部门 j 内 ϵ 微观企业产品价格， $l_{j,\epsilon}$ 为投入劳动， p_i 表示 i 部门产品的价格，中间品价格 $p_j^I = \left(\sum_i p_i^{1-\mu_j} \right)^{\frac{1}{1-\mu_j}}$ 是替代弹性为 μ_j 的部门产品综合价格指数。 W 为劳动工资，劳动在所有部门间自由流动，且劳动供给无弹性，故所有部门的劳动工资都相同。

部门产品把部门内微观企业产品 $y_j(\epsilon)$ 复合生成为部门产品 Y_j ，复合生产技术为：

$$Y_j = \left(\int_0^1 y_j(\epsilon)^{\frac{v_j-1}{v_j}} d\epsilon \right)^{\frac{v_j}{v_j-1}} \quad (6)$$

其中， $v_j > 1$ 表示企业产品替代弹性。

部门产品是完全竞争的，给定市场价格 p_j ，部门产品生产者的优化问题为，选择部门内微观企业产品，在生产技术式（6）下使得部门企业利润最大化：

$$\pi_j = \max_{\{y_{j,\epsilon}\}} p_j Y_j - \int_0^1 p_{j,\epsilon} y_{j,\epsilon} d\epsilon \quad (7)$$

基于式（7）可以求解关于代表性微观企业 ϵ 的产品需求函数， $y_{j,\epsilon} = y_{j,\epsilon}(p_{j,\epsilon}, p_j)$ 。基于这一需求函数，可以求解微观企业优化问题式（5）。

生产网络经济中，最终消费品 C 是一揽子商品，是由部门产品复合而成：

$$C = \left[\sum_{j=1}^J c_j^{\frac{\eta-1}{\eta}} \right]^{\frac{\eta}{\eta-1}} \quad (8)$$

其中， c_j 是 j 部门产品， η 是部门产品作为消费品的替代弹性。

经济中消费者是同质的，效用函数表示为 $u(C)$ 。消费者无弹性供给单位劳动，获得劳动工资，且拥有企业产权。因此，代表性消费者的预算约束为：

$$\sum_{j=1}^J p_j c_j \leq W + \sum_{j=1}^J \int_0^1 \pi_{j,\epsilon} d\epsilon \quad (9)$$

消费者优化问题是在预算约束（9）和一揽子产品式（8）下选择部门消费品组合，使得效用最大化。生产网络经济相关问题的研究主要考察生产端，引入需求端是为刻画经济中总产出等于总需求，从而实现市场均衡。

经济均衡的产品出清条件为：

$$Y_j = c_j + \sum_{i=1}^J \int_0^1 Y_{ji,\epsilon} d\epsilon \quad (10)$$

劳动力市场出清条件为：

$$L = \sum_{i=1}^J \int_0^1 l_{i,\epsilon} d\epsilon \quad (11)$$

式（11）刻画了经济体中各微观企业劳动需求之和等于劳动供给 L 。

（二）创新知识

1. 创新知识来源

企业是拥有创新知识的主体，企业生产率是创新知识随机变量的实现值。因此，企业一定水平的生产率有相对应的创新知识，其可以通过非生产性关联或生产网络在经济中传递。部门 j 内企业 ϵ 生产率 $\psi_j(\epsilon)$ 是由企业自身、非生产性关联和生产网络等多重渠道带来的创新知识复合生成：

（1）企业自身创新知识 $z(\epsilon)$ 。每一时期，企业内研发人员都会随机获得创新知识，为服从 $1 - A_t(z)$ 分布的随机变量。因此，时期 t 企业 ϵ 获得创新知识大于 z 的概率为 $A_t(z)$ 。

（2）非生产性关联交流带来创新知识 $\alpha(\epsilon, \epsilon_i; \iota)$ 。这一渠道中企业创新知识传递机制与Lucas（2009）、Buera和Oberfield（2020）一致，但本文假设知识传递市场中有信息或交流摩擦因子 ι ，其影响企业建立非生产性关联。具体地，一个企业可建立非生产性关联的企业数量 M 是摩擦因子 ι 的反函数，即 $M = M(\iota)$ 。在每一时期初，给定摩擦因子 ι ，企业 ϵ 可以 $M(\iota)$ 个企业建立非生产性关联，与这些来自任意部门企业交流最终获得创新知识：

$$\alpha(\epsilon; \iota) = \max\{\alpha(\epsilon, \epsilon_i; \iota)\}_{i \in M(\iota)} \quad (12)$$

虽然式（12）意味着给定摩擦因子 ι ，遇到企业 ϵ_i 就可以获得确定性的创新知识水平，但遇到企业 ϵ_i 是随机的，因此对于企业 ϵ 来讲，非生产性关联交流所获得创新知识 $\alpha(\epsilon; \iota)$ 是随机变量。在 t 期， $\alpha(\epsilon; \iota)$ 服从 $1 - D_t$ 的分布，故 $D_t(\alpha; \iota)$ 表示企业 ϵ 通过非生产性关联交流获得创新知识大于 α 的概率。

(3) 生产网络带来的创新知识 h 。企业生产中间投入生产网络经济中 i 部门产品，这些产品内嵌了该部门生产技术，生产过程中与该部门的技术或工艺交流和产品学习使用有助于企业获得创新知识。 h 和非生产性关联交流带来了创新知识 α 有显著不同。生产网络带来的创新知识综合了两个层面：因生产投入关联与供应商的直接创新知识交流；内嵌于中间品的创新知识。因此，基于生产投入结构，使用嵌套的 CES 复合结构刻画 h ：

$$h(\epsilon) = \left(\sum_i \phi_i \frac{\sigma_\epsilon^{-1}}{\sigma_\epsilon} \right)^{\frac{\sigma_\epsilon}{\sigma_\epsilon - 1}} \quad (13)$$

其中， $\sigma_\epsilon > 1$ 为微观企业 ϵ 投入中间部门产品内嵌创新知识的替代弹性， ϕ_i 为来自部门 i 的创新知识。

式(13)是基于生产网络经济结构设定的，在创新知识 CES 嵌套的生产网络结构中，微观企业 ϵ 不直接与其他企业的创新知识存在生产投入关联，但可以通过中间投入品与经济中其他部门确立生产投入关联。这一创新知识的 CES 嵌套结构，可以有效区分非生产性关联和生产关联带来的创新知识，从而准确识别创新知识传递的这两大渠道。

企业生产率是随机变量创新知识的实现值，企业 ϵ 生产率 $\psi(\epsilon)$ 表示为企业自身、投入中间品内嵌和非生产性关联等三个渠道所带来创新知识的复合函数：

$$\psi(\epsilon) = \alpha z h^\beta \quad (14)$$

式(14)中， $\beta \geq 0$ 刻画了投入部门产品内嵌创新知识对企业生产率的贡献度，即对其他部门创新知识的吸收程度，反映了对创新知识的吸收能力。如果 $\beta = 0$ ，意味着其他部门的创新知识不能影响企业 ϵ 。乘积 αz 描述了自身创新知识 z 向生产率的转换水平， $\alpha(\epsilon; \iota)$ 的具体取值反映了转换程度。如果非生产性交流带来创新知识对生产率没有作用，意味着 $\alpha = 1$ ；如果交流产生了负面效应，比如创新思路受到误导等，则有 $\alpha < 1$ ；非生产性关联交流带来的创新知识能够积极促进企业生产率时， $\alpha > 1$ 。非生产性关联带来的创新知识 α 越大， z 向企业生产率转换的程度越高。

综上，与 Buera 和 Oberfield (2020) 相比，本文创新性区别了非生产性关联交流带来创新知识 $\alpha(\epsilon; \iota)$ 和投入中间品内嵌创新知识 $h(\epsilon)$ 。

2. 生产率动态

根据式(13)，中间品内嵌创新知识是复合部门企业创新知识而成，故可假设内嵌创新知识 $h(\epsilon)$ 为服从 $1 - B_t$ 的随机变量，并独立于来自企业自身的创新知识 z ， t 期企业 ϵ 投入中间品内嵌创新知识大于 h 的概率为 $B_t(h)$ 。非生产性关联交流获得创新知识 $\alpha(\epsilon; \iota)$ 取决于交流企业 ϵ 在经济中的分布，假设经济中企业分布独立于 z 和 h 的分布。企业生产率是由多重创新知识综合生成，因此企业生产率是随机变量。在时期 t ，微观企业生产率不超过 ψ 的概率表示为 $F_t(\psi)$ 。

在 $t + \Delta t$ 期，给定三类创新知识的分布，企业生产率前沿满足：

$$1 - F_{t+\Delta t}(\psi) = [1 - F_t(\psi)] + F_t(\psi) \int_t^{t+\Delta t} \int \int A_\tau \left(\frac{\psi}{\alpha h^\beta} \right) dB_\tau(h) dD_\tau(\alpha) d\tau \quad (15)$$

式(15)左边表示期生产率超过 ψ 的概率，其受到两方面影响：一是 t 期随机变量生产率超过 ψ 的概率，即右边第一项；二是企业自身、非生产性关联交流和投入中间品带来创新知识可以提升生产率，即第二项反映了 t 期生产率没有超过 ψ 但仍可通过三个创新知识的获得渠道实现生产技术进步。

(1) 企业自身的创新知识。根据式 (15)，生产率 $\psi(\epsilon) > \psi$ 意味着 $z\alpha h^\beta > \psi$ 。自身获取创新思想 $z(\epsilon)$ 灵感大于 $\psi\alpha^{-1}h^{-\beta}$ 的概率为 $A_t(\psi\alpha^{-1}h^{-\beta})$ ；

(2) 投入中间品内嵌的创新知识。给定吸收能力 β 和非生产性关联所获创新知识 $\alpha(\epsilon; \iota)$ ，概率 $A_t(\psi\alpha^{-1}h^{-\beta})$ 是随机变量 $h(\epsilon)$ 的函数。内嵌创新知识大于 h 的概率是 $B_t(h)$ ，企业自身创新知识的实现值需对 $h(\epsilon)$ 所有可能取值计算然后求均值，即 $\int A_t(\psi\alpha^{-1}h^{-\beta})dB_t(h)$ ；

(3) 非生产性关联带来的创新知识。给定摩擦因子 ι ，非生产性关联交流带来的创新知识水平 $\alpha(\epsilon; \iota)$ ，会提升企业创新知识向生产率的转换程度。随机变量 $\alpha(\epsilon; \iota)$ 大于 α 时，三种创新知识随机变量的实现值表示为 $\int \int A_t(\psi\alpha^{-1}h^{-\beta})dB_t(h)dD_t(\alpha)$ ，反映了三种创新知识对企业创新生产率的综合效应。对那些生产率低于 ψ 的企业，当自身创新知识大于 z 、投入中间品内嵌创新知识大于 h 、非生产性关联获得创新知识大于 α 时，企业才有机会实现创新知识传递，推动企业技术进步。

当 $\Delta t \rightarrow 0$ ，由式 (15) 可得企业生产率前沿的动态演化方程：

$$\frac{d}{dt} \ln F_t(\psi) = \lim_{\Delta \rightarrow 0} \frac{F_{t+\Delta t}(\psi) - F_t(\psi)}{\Delta \times F_t(\psi)} = \int_0^\infty \int_0^\infty A_t\left(\frac{\psi}{\alpha h^\beta}\right) dB_t(h) dD_t(\alpha) \quad (16)$$

式 (16) 直观地描述了投入中间品内嵌创新知识和非生产性关联获得的创新知识对企业生产率前沿动态演化的作用。

(三) 均衡分析

1. 非生产性关联效应

生产率前沿动态特征取决于三类创新知识分布 A, B 和 D 的具体函数形式。如果没有非生产性关联或生产网络带来创新知识，企业自身创新知识随机变量的实现值即为企业生产率。根据 Buera 和 Oberfield (2020)，合理假设来自企业自身的创新知识服从帕累托分布：

$$A_t(z) = \zeta_t z^{-\theta} \quad (17)$$

其中， ζ_t 表示获取自身创新知识的速度， θ 为常数。

根据 Eaton 和 Kortum (1999) 和 Lucas (2009)，经济中企业的生产率服从 Frechet 分布，因此合理假设非生产性关联遇到其他企业的概率也服从 Frechet 分布。如果 $\alpha(\epsilon, \epsilon_i; \iota)$ 服从 Frechet 分布，则式 (12) 定义的非生产性关联带来的创新知识水平 $\alpha(\epsilon; \iota)$ 也服从 Frechet 分布，具体分布函数定义如下：

$$D_t(\alpha; \iota) = 1 - e^{-\bar{\psi}_t \alpha^{-\iota}} \quad (18)$$

其中， $\bar{\psi}_t$ 刻画了生产网络经济中非生产性关联企业的生产率均值，均衡情形下是式 (14) 的现实实现值，由于是均值，故独立于微观企业；摩擦因子 ι 直接影响了企业非生产性关联获得创新知识水平，摩擦因子越高，获得创新知识水平大于 α 的概率越低。

接下来讨论投入中间品内嵌创新知识的分布。将式 (17) 和式 (18) 代入式 (16)，生产率动态演化方程整理为：

$$\frac{d}{dt} \ln F_t(\psi) = -\zeta_t \psi^{-\theta} \Gamma\left(\frac{\iota-\theta}{\iota}\right) \bar{\psi}_t^{\frac{\theta}{\iota}} \int_0^\infty h^{\beta\theta} dB_t(h) \quad (19)$$

其中， $\Gamma(u) = \int_0^\infty x^{u-1} e^{-x} dx$ 是伽马函数，且为保障解的存在，假设投入中间品内嵌创新知识的分布 $1 - B_t$ 满足 $\lim_{\psi \rightarrow \infty} \psi^{\beta\theta} [1 - B_t(\psi)] = 0$ 。

根据式 (14)，定义时期 t 企业自身、非生产性关联、生产网络三个渠道带来的综合创新知识存量为：

$$\kappa_t = \int_{-\infty}^t \alpha_\tau \zeta_\tau \int_0^\infty h^{\beta\theta} dB_\tau(h) d\tau \quad (20)$$

其中, $\alpha_t = \Gamma(1 - \theta/\iota) \bar{\psi}_t^{\theta/\iota}$ 刻画了非生产性关联带来的创新知识。

求解式 (19), 企业生产率小于 $\kappa_t^{1/\theta} \psi$ 的分布满足 $F_t(\kappa_t^{1/\theta} \psi) = F_0(\kappa_t^{1/\theta} \psi) e^{-(\kappa_0 - \kappa_t) \kappa_t^{-1} \psi^{-\theta}}$ 。如果 $\lim_{t \rightarrow \infty} \kappa_t = \infty$, 以及在第 0 期 $F_0(\kappa_t^{1/\theta} \psi) = 1$, 则企业生产率前沿满足:

$$\lim_{t \rightarrow \infty} F_t(\kappa_t^{1/\theta} \psi) = e^{-\psi^{-\theta}} \quad (21)$$

式 (21) 意味着企业生产率随机变量服从 Frechet 分布。进一步地, 生产率小于 ψ 的概率为 $F_t(\psi) = e^{-\kappa_t \psi^{-\theta}}$ 。实际上, 当摩擦因子 $\iota \rightarrow \infty$, 伽马函数 $\Gamma(1 - \theta/\iota) = 1$, 以及 $\bar{\psi}_t^{\theta/\iota} \rightarrow 1$, 此时 $\alpha_t \rightarrow 1$ 。这意味着如果非生产性关联没有促进创新知识传递, 式 (20) 退化为 Buera 和 Oberfield (2020) 框架中创新知识传递的基准动态方程。

根据式 (13) 的创新知识 CES 嵌套构造, 可以合理假设分布 $1 - B_t$ 和 F_t 近似:

$$B_t(h) = 1 - e^{-\bar{\phi}_t h^{-\vartheta}} \quad (22)$$

其中, $\bar{\phi}_t$ 表示部门层面的创新知识存量, ϑ 为刻画创新知识分布的参数。

基于式 (22) 关于内嵌创新知识分布的具体形式, 求解式 (20) 并关于时间 t 求导, 可以得到企业生产率的动态方程:

$$tfp(\epsilon) = \Gamma(1 - \theta/\iota) \Gamma(1 - \beta\theta/\vartheta) \zeta_t \bar{\phi}_t^{\beta\theta/\vartheta} \bar{\psi}_t^{\theta/\iota} \quad (23)$$

式 (23) 中 κ_t 的导数 $\dot{\kappa}_t$ 刻画了创新知识存量在单位时间内的变动, 即 $\dot{\kappa}_t$ 反映了企业生产率的动态变化, 故把 $\dot{\kappa}_t$ 等价记为 tfp 。 ζ_t 为企业自身创新知识, 直接影响到企业生产率水平。 $\Gamma(1 - \theta/\iota) \bar{\psi}_t^{\theta/\iota}$ 是企业非生产性关联带来的创新知识水平 α_t , 其取决于关联对象的生产率均值水平 $\bar{\psi}_t$ 和关联摩擦因子 ι 。如果潜在非生产性关联对象生产率均值水平越高、摩擦因子越小, 这一渠道带来的创新知识越强。 $\Gamma(1 - \beta\theta/\vartheta) \bar{\phi}_t^{\beta\theta/\vartheta}$ 是投入中间品内嵌创新知识, 反映了生产网络这一渠道下创新知识传递。显然地, 创新知识吸收能力影响生产网络所带来创新知识传递对企业生产率的效应, 当吸收能力 $\beta = 0$, $\Gamma(1 - \beta\theta/\vartheta) \bar{\phi}_t^{\beta\theta/\vartheta} = 1$, 即意味着中间投入品内嵌创新知识不能被企业吸收时, 生产网络这一创新知识传递渠道不能发挥作用。 ϑ 越小意味着经济中部门越分散, 越有利于创新知识传递, 有助于提升企业生产率。

综上, 可将非生产性关联、创新知识与企业技术进步的关系总结如下:

命题 1: 非生产性关联促进创新知识传递, 推动企业技术进步。

2. 生产网络效应

命题 1 潜在假设中间投入了所有部门产品, 需要进一步考察生产网络结构对创新知识传递的影响, 以及对企业技术进步的作用。求解投入中间品内嵌创新知识对技术进步的作用, 共分为三步: ①求解部门生产者和部门内微观企业优化问题, 基于市场结构确定部门产品价格; ②给定部门产品定价, 确定微观企业的中间品最优投入选择; ③基于投入中间品最优选择, 给出刻画内嵌创新知识的表达式。

第一步, 生产者优化问题。根据部门产品的生产函数式 (6) 和优化问题式 (7) 可以求解关于微观企业 ϵ 的产品需求函数, 然后根据部门内企业是对称的假设, 在均衡状态下, 部门产品价格等于微观企业产品价格, 即 $p_j = p_{j,\epsilon}$ 。此时, 可得部门产品最优定价:

$$p_j = \frac{1}{\phi_j} \Xi W^{1-\delta} (p_j^l)^\delta \quad (24)$$

其中, $\Xi = \frac{v_j}{v_j - 1} \frac{\delta^{-\delta}}{(1-\delta)^{1-\delta}}$ 。

第二步，中间品最优投入选择。生产网络经济中，部门 j 中微观企业 ϵ 向经济中其他部门采购中间品，向 i 部门采购需要支付冰山成本 $\tau_{ij} \geq 1$ 。部门 j 中微观企业 ϵ 购买到部门 $\zeta \in \mathcal{J}$ 产品的支付成本为 $\tau_{ij} p_i^\zeta$ 。用 $Y_j(\psi(\epsilon))$ 表示生产率为 $\psi(\epsilon)$ 的企业可选择中间品的部门集合。因此，部门 j 内生产率为 $\psi(\epsilon)$ 的企业支付中间品 ζ 的价格为：

$$\xi_{j,\epsilon}(\zeta, \psi(\epsilon); Y_j(\psi(\epsilon))) = \min_{i \in Y_j(\psi)} \{\tau_{ij} p_i^\zeta\} \quad (25)$$

前文讨论创新知识传递时，假设微观企业投入中间品的内嵌创新知识服从 Frechet 分布，故可合理将单一部门内嵌创新知识的分布设定为 Frechet 分布，即生产率为 $\psi(\epsilon)$ 的微观企业使用部门 ζ 中间产品时，所在部门生产率 $\phi_i(\zeta, \psi(\epsilon))$ 大于 b 的概率与式 (22) 相同：

$$\Pr(\phi_i(\zeta, \psi(\epsilon)) > b) = 1 - e^{-\bar{\phi}_i b^{-\theta}} \quad (26)$$

其中， $\bar{\phi}_i$ 表示部门 i 的创新知识存量。

基于式 (25) 和式 (26)，可求解 j 部门代表性微观企业 ϵ 成功采购到 i 部门产品占全部投入中间品的比重为：

$$\chi_{ij}(\psi(\epsilon)) = \frac{\bar{\phi}_i (\tau_{ij} \mathcal{E} W^{1-\delta} (p_i^\zeta)^\delta)^{-\theta}}{\theta_j(\psi(\epsilon))}, \text{ 如果 } i \in Y_j(\psi(\epsilon)) \quad (27)$$

其中， $\theta_j(\psi(\epsilon)) = \sum_{i \in Y_j(\psi(\epsilon))} \bar{\phi}_i (\tau_{ij} \mathcal{E} W^{1-\delta} (p_i^\zeta)^\delta)^{-\theta}$ 。

如果微观企业 ϵ 不采购 i 部门产品，即 $i \notin Y_j(\psi(\epsilon))$ ，则 $\chi_{ij} = 0$ 。

$\theta_j(\psi(\epsilon))$ 反映了微观企业投入中间品内嵌创新知识，特别是包含来自 i 部门的创新知识存量 $\bar{\phi}_i$ ，以及 i 部门中间品价格 p_i^ζ 。Antras 等 (2017) 把类似的 $\theta_j(\psi(\epsilon))$ 定义为企业进口能力，谢谦等 (2021) 将其刻画为企业进口中间品内嵌技术。实际上， $\theta_j(\psi(\epsilon))$ 反映了 j 部门中微观企业 ϵ 投入中间品所带来创新知识交流能力，该能力越高越有利于企业提升企业创新，其影响企业创新的一个重要渠道是可以降低所使用中间品成本。根据中间品价格表达式 $p_j^l = (\sum_i p_i^{1-\mu_j})^{\frac{1}{1-\mu_j}}$ ，将离散经济部门连续化，中间品价格改写为：

$$p_j^l = \left(\sum_i p_i^{1-\mu_j} \right)^{\frac{1}{1-\mu_j}} = \gamma^{\frac{1}{1-\mu_j}} (\theta_j)^{-\frac{1}{\theta}} \quad (28)$$

其中， $\gamma = \Gamma\left(\frac{\theta+1-\mu_j}{\theta}\right)$ 是伽马函数。

根据式 (28) 可知， $\theta_j(\psi(\epsilon))$ 的值越大则实际投入中间品的成本 p_j^l 越低。相当于提高了式 (24) 所刻画的边际成本中的生产率水平 $\psi_j(\epsilon)$ 。

第三步，投入中间品内嵌创新知识。实际生产中，微观企业根据生产成本最小化确定投入部门产品，从而可以确定投入中间品集合。设定指示函数 $\Psi_{ij} = 1$ ，如果企业选择投入 i 部门产品；否则取值为 0。因此，最优投入策略下创新知识交流能力的表达式为^②：

$$\hat{\theta}_j(\psi(\epsilon)) = \sum_{i \in Y_j(\psi(\epsilon))} \Psi_{ij} \bar{\phi}_i (\tau_{ij} \mathcal{E} W^{1-\delta} (p_i^\zeta)^\delta)^{-\theta} \quad (29)$$

在最优投入策略下，式 (28) 调整为 $p_j^l = \gamma^{\frac{1}{1-\mu_j}} (\hat{\theta}_j)^{-\frac{1}{\theta}}$ ，将其代入式 (29)，整理可得：

$$\hat{\theta}_j(\psi(\epsilon)) = \sum_{i \in Y_j(\psi(\epsilon))} \Psi_{ij} \bar{\phi}_i \left(\tau_{ij} \mathcal{E} W^{1-\delta} \gamma^{\frac{\delta}{1-\mu_i}} \right)^{-\theta} (\hat{\theta}_i)^\delta \quad (30)$$

① 企业 ϵ 采购的仍是部门产品，但在均衡情形、企业产品对称，以及生产率是随机情形下，可以把购买到的 i 部门产品视为采购到了具体的 ϵ 产品。

② Antras 等 (2017) 详细介绍了企业最优进口策略的选择以及相关性质。本文旨在考察均衡情形下微观企业投入中间品后，中间品内嵌新想法与企业创新的关系，故不再讨论具体的策略选择等细节问题。

式(30)描述了均衡状态下投入中间品所带来的创新知识交流能力的网络关系：一方面，投入中间品所在部门的创新知识存量 ϕ_i 会直接影响企业 ϵ 投入中间品的创新知识交流能力；另一方面，投入中间品所在部门 i 使用的中间品带来的交流能力也会影响到 $\hat{\theta}_j(\psi(\epsilon))$ ，即对 i 部门 $\hat{\theta}_i(\psi(\epsilon))$ 有直接影响的 g 部门创新知识存量 $\bar{\phi}_g$ 会间接影响到 $\hat{\theta}_j(\psi(\epsilon))$ 。进一步地，均衡状态下，企业优化选择投入中间品，式(27)刻画的所使用部门 i 中间品份额反映了该部门对中间品内嵌创新知识对交流能力的贡献程度，在生产-非生产关联构造的广义网络中影响创新知识传递，进而促进企业技术进步。

3. 广义网络经济效应

中间品内嵌创新知识在生产投入关联构成的生产网络基础上构成了创新知识交流能力关联网络。这也就意味着，非生产性关联交流使得企业 ϵ 创新知识直接传递给另一个企业 ϵ ，而该企业通过生产网络传递到其他企业 g ，通过进一步的生产关联经过多次传递后反作用影响到企业 ϵ 。创新知识在生产—非生产关联构造的广义经济网络中传递，然后进一步影响到企业技术进步，创新知识传递对企业技术进步的作用是一般均衡效应。假设中间品生产部门向创新知识转换是随机的且在所有部门都是均匀分布的。因此，定义中间品内嵌创新知识大于 h 的概率满足：

$$B_j(h) \triangleq \sum_i \chi_{ij}(h) \quad (31)$$

其中， $\chi_{ij}(h)$ 是基于式(27)刻画的部门 i 产品占部门 j 投入中间品的比例，而部门 i 产品是由部门内生产率小于 h 的生产成本最低者生产。

结合式(24)，可证明投入多部门中间品时，企业生产率的动态演化方程：

$$tfp_{jt}(\epsilon) = \zeta_{jt} \Gamma(1 - \theta/\iota) \bar{\psi}_t^{\theta/\iota} \Gamma(1 - \beta\theta/\vartheta) \sum_i \chi_{ij} (\bar{\phi}_{it}/\chi_{ij})^\beta \quad (32)$$

式(32)描述了生产网络经济中部门代表性企业生产率动态演化的影响因素，包括企业非生产性关联交流所得创新知识和中间品内嵌创新知识 $\sum_i \chi_{ij} (\bar{\phi}_{it}/\chi_{ij})^\beta$ 。显而易见，这两种创新知识都会直接正向影响企业创新，且吸收因子越大，中间品内嵌创新知识对企业创新的贡献程度越高。

实际上，式(32)给出的动态方程也刻画了生产网络效应，即 i 部门的创新知识存量直接影响到 j 部门代表性企业的创新，同时也通过 χ_{ij} 间接受到 i 部门企业投入其他企业 g 所在部门创新知识存量 $\bar{\phi}_{gt}$ 的影响，直接和间接效应共同形成了创新知识传递网络。

结合式(27)，式(32)可进一步整理为：

$$tfp_{jt}(\epsilon) = \underbrace{\varrho}_{\text{自身}} \underbrace{\zeta_{jt} \Gamma(1 - \theta/\iota) \bar{\psi}_t^{\theta/\iota}}_{\text{非生产性关联}} \underbrace{\sum_i \rho_{ij} \bar{\phi}_{it} \Gamma(1 - \beta\theta/\vartheta) [(\hat{\theta}_i)^\delta / \hat{\theta}_j]^{1-\beta}}_{\text{生产关联}} \quad (33)$$

其中， $\varrho = (\varepsilon W^{1-\delta})^{1-\beta}$ ，以及 $\rho_{ij} = \left(\tau_{ij} \gamma^{\frac{\delta}{1-\mu_i}} \right)^{-\theta(1-\beta)}$ 。

式(33)右边第一项是 t 期企业自身创新知识 ζ_{jt} ，第二项是非生产性关联带来的创新知识，第三项是生产关联带来的创新知识，其综合了投入部门的创新知识存量、相对创新知识交流能力。特别地， $(\hat{\theta}_i^\delta / \hat{\theta}_j)^{1-\beta}$ 反映了所投入 i 部门创新知识交流能力与企业 j 自身创新知识交流能力相对效应。由于 $\beta \in [0,1]$ ，投入部门 i 创新知识交流能力相对越强，越有利于企业 j 的创新水平。

式(33)给出了生产—非生产关联构成的广义网络中创新知识传递与企业创新的一般均衡关系，刻画了 j 企业生产率演化。均衡情形下，部门内企业是对称的，可以理解为经济中

共有 J 个代表性企业，这些企业的技术进步通过生产关联和非生产性关联传递创新知识而互相影响。企业 i 与企业 j 的关系可以分为如下情形：①企业 i 与企业 j 有生产关联，生产网络传递创新知识，促进创新知识传递；若两企业还有非生产性关联，直接影响创新知识存量，进一步影响创新知识交流能力 $\hat{\theta}_i$ ，使得创新知识传递效应更强；②企业 i 和企业 j 没有生产关联，但有非生产性关联，创新知识在两企业间仍然可以交流和传递；③企业 i 和企业 j 既没有直接生产关联，也不存在直接非生产性关联，但仍可能通过间接生产投入关系或非生产性关联传递创新知识，即非生产性关联提升了企业间创新知识传递的可能性。

综上，一般均衡情形下创新知识、网络传递和企业技术进步的关系总结如下：

命题 2：一般均衡情形下，非生产性关联和生产网络都是创新知识传递的重要渠道，非生产性关联强化了生产网络创新知识的传递效应，由非生产性关联与生产关联共同构造了广义经济网络，促进了创新知识传递，推动了企业技术进步。

式(33)中非生产性关联成本 l 、投入中间品的冰山成本 τ_{ij} 和创新知识吸收能力 β 等参数影响创新知识传递对企业技术进步作用的效应。首先，非生产性关联成本 l 直接影响企业可交流对象集合的大小，即影响非生产性关联带来创新知识的概率。非生产性关联成本越高，越不利于非生产性关联对创新知识的传递，进而影响企业技术进步。其次，由于 $-\theta(1-\beta) < 0$ ，冰山成本 τ_{ij} 越大则越不利于创新知识传递。进一步，冰山成本 τ_{ij} 越高，则越不利于企业采购中间品，会降低投入中间品的多样性，间接降低企业的创新知识交流能力，最终影响企业技术进步。最后，企业 j 与企业 i 的相对创新知识交流能力 $\hat{\theta}_i^\delta/\hat{\theta}_j$ 越强， β 越大，创新知识吸收能力越强，越有利于通过生产网络获取更多创新知识，进而促进企业技术进步。 β 值越大，企业 j 的创新知识交流能力变得更为重要，所投入部门的 $\hat{\theta}_i$ 重要程度下降。当 $\beta = 0$ ，根据式(14)生产关联对企业技术进步没有直接影响，但式(33)表明即使 $\beta = 0$ 生产投入关联也会带来创新知识，这主要是通过非生产性关联带来的间接效应； β 趋近于1意味着完全吸收投入部门中间品带来的创新知识，此时 $tfp_{jt}(\epsilon) = \eta\zeta_{jt}\bar{\psi}_t^{\theta/l}\Sigma\bar{\phi}_{it}$ ，即所投入部门的创新知识存量直接影响到技术进步。

综上，广义经济网络中相关参数对创新传递的作用概况为如下命题：

命题 3：非生产性关联成本越低、冰山成本越小、吸收能力越大，创新知识传递效应越强，越有利于企业技术进步。

四、扩展讨论

(一) 一个简单示例

命题 2 是本文的核心结论，给出了分析非生产性关联和生产关联共同构造的广义经济网络中创新知识传递影响企业技术进步作用渠道和一般均衡效应的统一分析框架。基于式(33)，只要估计出吸收能力、摩擦因子、冰山成本、企业和行业层面生产率均值及分布等参数，即可以识别创新知识传递对企业技术进步一般均衡效应。

由于缺乏企业间生产投入关联和非生产性关联等数据，很难直接估计这些参数，但可以通过一个简单示例考察生产关联、非生产性关联对创新知识传递的渠道作用。考察每个部门只有一个企业的情形，企业投入中间品的生产关联即转化为企业关联。企业 1 和企业 2 有生产关联，企业 1 与企业 3 有非生产性关联，而企业 2 和企业 3 没有任何关联，如图 2 所示。

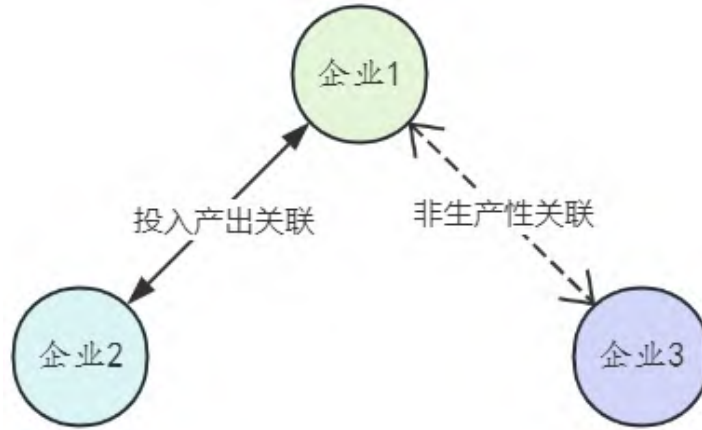


图2 生产-非生产性关联：一个示例

对正文式 (33) 两边取对数，可以简化为：

$$\ln tfp_{jt} \approx \ln q + \ln \zeta_{jt} + \ln \Gamma(1 - \theta/\iota) \bar{\psi}_t^{\theta/\iota} + \sum \rho_{ij} \phi_{it} \Gamma(1 - \theta\beta/\vartheta) [(\hat{\theta}_i)^\delta / \hat{\theta}_j]^{1-\beta} \quad (34)$$

为简化分析，取值 $\rho_{ij} = 1$ ；企业自身创新知识的取值都相同，对所有的企业 $j = \{1,2,3\}$ 都有 $\ln q + \ln \zeta_{jt} = 0$ ；吸收能力 $\beta = 1$ ，且创新知识在企业 and 行业的分布相同， $\theta = \vartheta$ 。此时，式 (34) 展开为：

$$\begin{cases} \ln tfp_1 \approx \alpha_1 + \phi_1 + \phi_2 + \phi_3 \\ \ln tfp_2 \approx \phi_1 + \phi_2 + \phi_3 \\ \ln tfp_3 \approx \alpha_3 + \phi_1 + \phi_2 + \phi_3 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \ln tfp_1 \approx \alpha_1 + \ln tfp_2 \\ \ln tfp_2 \approx \phi_1 + \phi_2 + \phi_3 \\ \ln tfp_3 \approx \alpha_3 + \ln tfp_2 \end{cases} \quad (35)$$

其中， $\alpha = \Gamma(1 - \theta/\iota) \bar{\psi}_t^{\theta/\iota}$ 为非生产性关联带来的创新思想。

在 Alvarez 等 (2013)、Buera 和 Oberfield (2020) 的框架下，企业 3 与企业 2 没有生产关联意味着两企业的创新互不影响，但式 (35) 表明企业 2 的技术进步会影响到企业 3 的技术进步，企业 3 的技术进步也会影响到企业 2 的技术进步。需要注意的是，非生产性关联带来的创新知识对企业 1 和企业 3 的技术进步有直接提升效应，而对企业 2 技术进步效应是间接的，通过提升 $\ln tfp_1$ 和 $\ln tfp_3$ 间接促进企业 2 的技术进步。

在均衡状态，企业 1 和企业 2 的生产关联与企业 1 和企业 3 的非生产性关联，共同把 3 个企业嵌入到生产-非生产关联构建的广义网络经济中，任何一个企业的创新知识都可以通过整个网络传递，产生创新知识传递，影响其他企业技术进步。

(二) 非生产性关联作用形式

式 (14) 将企业生产率表示为通过非生产性关联、企业自身、生产投入中间品内嵌三种渠道带来的创新知识的乘积： $\psi(\epsilon) = \alpha z h^\beta$ 。实际上，非生产性关联交流带来创新知识影响企业技术进步的渠道有多种形式，比如 z 是 α 的函数： $z = z(\alpha)$ 。此时，仍可通过将 $z(\alpha)$ 在均值非生产性关联效应均值 $\bar{\alpha} = \Gamma(1 - \theta/\iota) \bar{\psi}_t^{\theta/\iota}$ 附近展开求解，线性展开如下：

$$z \approx z(\bar{\alpha}) + z'(\bar{\alpha})(\alpha - \bar{\alpha}) \quad (36)$$

此时，式 (14) 的表达式调整为：

$$\psi(\epsilon) = [z(\bar{\alpha}) + z'(\bar{\alpha})(\alpha - \bar{\alpha})] h^\beta \quad (37)$$

企业生产率大于给定值 ψ ，即 $\psi(\epsilon) > \psi$ 意味着 $[z(\bar{\alpha}) + z'(\bar{\alpha})(\alpha - \bar{\alpha})] h^\beta > \psi$ 。此时，非生产性关联交流创新知识大于 $\frac{\psi}{z'(\bar{\alpha}) h^\beta} - \frac{z(\bar{\alpha})}{z'(\bar{\alpha})} + \bar{\alpha}$ 的概率为 $D_t \left(\frac{\psi}{z'(\bar{\alpha}) h^\beta} - \frac{z(\bar{\alpha})}{z'(\bar{\alpha})} + \bar{\alpha} \right)$ 。因此，企业生产率动态演化方程 (16) 改写为：

$$\frac{d}{dt} \ln F_t(\psi) = - \int_0^\infty \int_0^\infty D_t \left(\frac{\psi}{z'(\bar{\alpha}) h^\beta} - \frac{z(\bar{\alpha})}{z'(\bar{\alpha})} + \bar{\alpha} \right) dB_t(h) dA_t(z) \quad (38)$$

与式(16)相比,式(38)是对自身创新知识积分,但没有在本质上改变企业生产率动态演化方程。因为,自身创新知识在非生产性关联交流带来创新知识均值附近展开,在求解 z 的积分后,式(38)也会转化为只是关于 h 积分和均值 $\bar{\alpha}$ 的函数。式(38)意味着,在非生产性关联带来影响企业自身创新知识的一般情形下,企业生产率动态演化方程依然可以很好地刻画非生产性关联和生产网络构造的广义经济网络中的创新知识传递。

(三) 全球生产与创新知识传递

基准模型设定中,经济中共有 J 个经济部门,并未考察开放经济情形。当企业从国外进口中间品时,企业便参与了全球生产,国外生产部门的创新知识则通过全球生产网络影响本国企业技术进步。此外,在本文构建的生产-非生产性关联统一框架下,即使企业没有直接参与全球生产,只要与国外企业有创新知识交流,也可以传递国外创新知识,进而促进本国企业技术进步。

1. 与外国企业的非生产性关联交流

式(33)中如果与企业 j 发生非生产性关联的企业来自于外国部门,非生产性关联会带来外国企业的创新知识,推动企业技术进步。特别地,若外国企业创新知识均值 $\bar{\psi}$ 更高,非生产性关联会带来更高水平的创新知识,对本国企业技术进步的效应更强。此外,即使本国企业 j 不与外国企业有直接非生产性关联,但与企业 j 发生非生产性关联的企业 m 与外国企业 f 有非生产性关联时,外国企业的创新知识也会传递到本国企业,促进企业 j 的技术进步。

2. 中间投入外国部门产品内嵌创新知识

根据式(33),外国产品可以作为中间品参与到本国企业的全球生产,可以通过直接和间接两方面影响到本国企业技术进步。直接效应方面:直接使用外国部门产品时,该产品内嵌的创新知识会直接影响到企业 j 的技术水平;所投入外国企业 f 产品内嵌的其所投入部门内嵌的创新知识交流能力 $\hat{\theta}_f$ 会影响到企业 j 的技术水平。间接效应方面,即使本国企业 j 不直接使用外国部门产品,但所投入中间产品 m 使用了外国部门产品 f 时,外国产品内嵌的创新知识就会通过生产网络传递到本国企业 j ,促进企业技术进步。

在非生产性关联和生产网络共同构建的广义网络经济中,外国企业创新知识通过这两大作用渠道传递到本国企业,促进本国企业技术进步。这一过程中,创新知识在生产网络和非生产性关联互相嵌套构造的广义经济网络传递,对企业技术进步产生一般均衡促进作用。

五、结论和政策启示

本文将企业间非生产性关联嵌入到生产网络框架,并结合创新知识传递框架构建了一个生产-非生产关联的统一分析框架,理论考察非生产性关联及其与生产关联构造的广义经济网络对创新知识传递和企业技术进步的效应,研究结论如下:首先,非生产性关联为创新知识传递提供了新渠道,非生产性关联和企业生产投入形成的生产网络共同构成了广义经济网络,创新知识在广义经济网络中传递,促进企业技术进步;其次非生产性关联成本越低、冰山成本越小、吸收能力越大,创新知识传递效应越强,越有利于企业技术进步。

本文研究结论有如下政策启示:

首先,为专业知识交流营造友好环境,创造良好氛围,并提供制度性保障。本文研究首

要发现非生产性关联对企业创新知识传递发挥重要作用,因此在既有要素禀赋条件下充分发挥知识交流等为主要形式的非生产性关联,以促进创新知识传递,提升企业生产率水平。以本文研究合作为例,要优化研究合作的规章制度,清除不必要的规章制度。规章制度的目的应该是服务于研究合作而非限制甚至阻碍科学研究的合作交流。制定相关激励政策时要有针对性,要鼓励多维度多层次合作。

其次,充分发挥生产链、供应链等的作用,促进行业内和行业内多维度的交流。本文研究发现非生产性关联可以有效强化生产网络对创新知识传递的作用,产生一般均衡效应。非生产性关联并不是自然产生的,而生产网络可以有效提供交流契机。比如,生产链和供应链的专业交流、参观学习、行业研讨等都可以有效促进非生产性关联,反过来又会正向提升生产网络创新知识传递效应。特别地,鼓励科研院所、民间行业协会、专业社团组织和企业间的科技、文化、经贸等领域的交流,增加并活跃交流平台,对国内外企业或民间组织给予交流合作信心和保障。

再次,深化体制机制改革,降低贸易成本和交流成本。本文研究还发现更低的贸易冰山成本和更小的非生产性关联摩擦有助于生产网络和非生产性关联共同构造的广义经济网络向企业传递创新知识。这也就意味着,在降低贸易成本和交流成本时,即使没有额外研发投入,也会有助于经济中企业创新和技术进步。生产关联方面,采取有效措施推动全国统一大市场建设,优化营商环境;非生产性关联方面,在促进交流合作机制基础上充分发挥数字技术作用,扩大交流的空间范围。

最后,深化对外开放,打造对外开放新高地,推动企业融入全球生产。本文的研究结论可以直接推广到全球生产视角,这意味着生产关联与非生产性关联对创新知识传递的作用应该置于对外开放高度。持续扩大对外开放水平和力度,促进国内外科技、文化、经贸等交流。比如,构筑国际基础研究合作平台,加大国家科技计划对外开放力度,围绕全球性重大和紧迫性问题,拓展和深化中外联合科研。推进制度和规则建设,完善市场准入和监管、产权保护等法治建设,加快营造市场化、法治化、国际化的营商环境。鼓励企业走出去,参与全球合作与竞争,在竞争与合作中加强创新知识交流,提升企业创新能力,促进技术进步。

参考文献

- [1] 安同良,魏婕,姜舸.基于复杂网络的中国企业互联式创新[J].中国社会科学,2023,(10):24-43+204~205.
- [2] 刘维刚.生产投入结构变动与企业创新:基于生产网络内生化的分析[J].经济研究,2022,(4):50~67.
- [3] 刘维林,程倩,余泳泽.双循环技术溢出视角下中国产业技术进步的网络效应研究——基于全球生产网络下的全要素生产率增长与传导测算[J].管理世界,2023,(5):38~59.
- [4] 铁瑛,崔杰.国际移民、知识流动与知识生产跨国合作[J].经济学(季刊),2023(4):1549~1564.
- [5] 谢谦,刘维刚,张鹏杨.进口中间品内嵌技术与企业生产率[J].管理世界,2021,(2):66~80+6+22~23.
- [6] Acemoglu D., Akcigit U., Kerr W. R., 2016, *Innovation Network* [J], *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 113 (41), 11483~11488.
- [7] Alvarez F. E., Buera F. J., Lucas R. E., 2013, *Idea Flows, Economic Growth, and Trade* [R], NBER Working Paper, No.19667.
- [8] Antras P., Fort T. C., Tintelnot F., 2017, *The Margins of Global Sourcing: Theory and Evidence from US Firms* [J], *American Economic Review*, 107 (9), 2514~2564.
- [9] Atkin D., Chen M. K., Popov A., 2022, *The Returns to Face-to-face Interactions: Knowledge spillovers in*

Silicon Valley [R], NBER Working Paper, No.30147.

[10] Bigio S., La'O J., 2020, *Distortions in Production Networks* [J], Quarterly Journal of Economics, 135 (4), 2187~2253.

[11] Buera F. J., Lucas Jr R. E., 2018, *Idea Flows and Economic Growth* [J], Annual Review of Economics, 10, 315~345.

[12] Buera F. J., Oberfield E., 2020, *The Global Diffusion of Ideas* [J], Econometrica, 88 (1), 83~114.

[13] Cai J., Li N., 2019, *Growth through Inter-Sectoral Knowledge Linkages* [J], Review of Economic Studies, 86 (5), 1827~1866.

[14] Eaton B., Kortum S., 1999, *International Technology Diffusion: Theory and Measurement* [J], International Economic Review, 40 (3), 537~570.

[15] Liu E., Ma S., 2021, *Innovation Networks and R&D Allocation* [R], NBER Working Paper, No.29607.

[16] Lucas Jr, R. E., 2009, *Ideas and Growth* [J], Economica, 76 (301), 1~19.

[17] Perla J., Tonetti C., Waugh M. E., 2021, *Equilibrium Technology Diffusion, Trade, and Growth* [J], American Economic Review, 111 (1), 73~128.

[18] Sampson T., 2016, *Dynamic Selection: An Idea Flows Theory of Entry, Trade, and Growth* [J], Quarterly Journal of Economics, 131 (1), 315~380.

[19] Stokey N. L., 2021, *Technology Diffusion* [J], Review of Economic Dynamics, 42, 15~36.