

供应链企业的创新协作效应

——基于要素优化配置视角

冯佳晗 喻开志*

摘要：供应链中企业开展深度创新协作是实现创新链产业链融合的重要载体。本文基于企业间专利转移与引用数据，运用双重机器学习模型，考察了供应链企业的创新协作效应及其作用机制。研究发现，近半数企业会与供应链上下游企业建立持续创新协作关系，该行为可使企业全要素生产率显著提升2.6%。机制检验表明，创新协作一方面通过缓解资本要素配置过度与劳动要素配置不足改善传统生产要素配置效率，另一方面通过提升技术、信息和数据等新型生产要素利用水平增强创新绩效。异质性分析显示，小型企业、国有企业、供应链效率较高和风险意识较强的企业创新协作效应更强。拓展分析发现，核心企业的协作具有明显溢出效应，能带动上下游企业全要素生产率增长，实现产业链升级。本文为完善要素配置、推进供应链创新协作与产业高质量发展提供了启示。

关键词：供应链；创新协作；传统生产要素；新型生产要素

中图分类号：F124；F273

一、引言

在当前全球科技迅速发展的背景下，科技成果转化已成为推动新质生产力发展的核心命题。科技创新蕴含巨大价值，只有落实到产业上，才能将科技成果转化为现实生产力。随着产业链全球化加深，企业科技竞争呈现出从个体向集群演化的趋势，创新活动越来越依赖于企业间协作。供应链企业间开展创新协作，实质上是将科技创新成果落地于产业发展，突出企业创新主体地位，将技术突破转化为经济社会发展的现实动力。当前，通过企业主导的上下游企业创新协作，是破解产业链断点与堵点，推进延链、补链、强链与固链的重要路径，也是实现国家科技发展重大突破、推动经济高质量发展的关键支撑。“十四五”规划提出，推动产业链上中下游、大中小企业融通创新。这一战略部署为解决科技与经济发展脱节的问题提供了新思路，也为实现更高水平的创新协作和高质量发展指明了方向。

*冯佳晗，中国民用航空飞行学院理学院，邮政编码：641419，电子信箱：jiahan_feng@163.com；喻开志（通讯作者），西南财经大学统计与数据科学学院，邮政编码：611130，电子信箱：yu_kz@163.com。

本文获得研究阐释党的十九届六中全会精神国家社会科学基金重大项目“新发展阶段生产发展、生活富裕、生态良好的中国特色文明发展道路研究”（22ZDA108）的资助。作者感谢《经济评论》编辑部开放日·审稿快线第9期评审专家对本文的指导和帮助，文责自负。

供应链中企业的创新协作是构建创新链与产业链深度融合的重要载体,其关键在于实现生产要素在各环节的有机衔接与循环流转。传统生产要素中,劳动与资本在中国经济发展中具有基础性作用;劳动是生产活动中最活跃的要素,降低其错配程度有助于完善人才链建设;资本是企业扩张的重要资源,其优化配置是资金链高效运转的物质基础。简言之,资本与劳动要素的优化调整是推动创新链、产业链、资金链与人才链协同(简称“四链协同”)运行的关键。然而,随着新一轮科技革命与产业变革的加速推进,生产要素的内涵不断丰富,数据、技术与信息等新型生产要素正深刻改变生产生活方式。党的十九届四中全会将数据纳入生产要素,凸显了其在提升生产效率中的重要作用。新型生产要素的配置不仅能够加速科技成果转化,还能畅通从理论研究到市场应用的关键环节,是发展新质生产力的必然要求。

通过上述分析可知,供应链中企业创新协作对企业发展具有重要意义,而优化资源配置是发挥这一协作效应的关键路径。在技术持续突破和产业深度转型的背景下,中国企业供应链创新协作现状如何?这种协作是否切实促进了企业发展?现有研究多侧重于单一要素的独立效能分析,忽视了传统生产要素与新型生产要素之间的“杠杆效应”。在本地资本与劳动配置失衡的情况下,若盲目推行数据驱动战略,可能进一步扭曲要素结构,从而导致政策设计脱离现实约束。因此,厘清传统与新型生产要素在供应链企业创新协作中的作用机理至关重要。此外,供应链创新协作如何通过核心企业影响上下游企业的发展?这一问题也待深入研究。

为解决上述问题,本文基于企业间专利数据,以专利转移和引用情况反映企业在创新协作中的实际表现,以企业专利互动行为作为准自然实验,运用双重机器学习(DDML)方法检验供应链企业创新协作效应。研究发现,超过60%的企业倾向于与自身供应链上下游企业建立长期创新协作关系。供应链创新协作显著促进了企业发展,表现为使企业全要素生产率(TFP)提升约2.6%。此外,创新协作在缓解资本要素配置过度与劳动要素配置不足问题的同时,显著提升了企业对技术、数字与信息等新型生产要素的利用水平,进一步强化了协作效应。拓展分析表明,核心企业供应链创新协作不仅提升了自身竞争力,还通过供应链网络有效带动上游供应商与下游客户的TFP提升,实现全产业链协同增效。本文的研究不仅为供应链企业创新协作提供理论与实证支撑,也为优化要素配置、推动“四链协同”发展提供政策启示。

本文的创新点主要体现在以下两点:第一,从创新成果的实际互动行为出发,重新界定供应链创新协作的内涵,为准确评价供应链企业创新协作、进一步分析相关问题提供启示。第二,以新旧要素配置调整为切入点,构建“传统-新型”生产要素作用机制分析框架,揭示了供应链企业创新协作中的资源配置问题及其行为逻辑,系统考察资本与劳动等传统生产要素的优化配置路径,并深入探讨数据、信息与技术等新型生产要素在协作中的传导机制与赋能效应。进一步地,阐明了创新协作效应的外部性,强调这一积极效应不仅限于核心企业本身,还通过供应链网络带动上下游企业发展,为链式协同发展提供了新的

经验证据。

二、文献综述与理论机制

(一) 文献综述

本文的研究内容主要与两支文献紧密相关,其中一支是协同创新的相关研究。既有研究多从“创新协同”视角探讨不同主体之间的互动关系,关注协同创新对效率或绩效的影响。在产业层面,现有研究主要关注不同行业或区域之间的技术互动及政策协同。潘士远和陈秀茂(2024)将技术溢出纳入内生增长模型,发现专利保护不仅影响技术扩散路径,还通过影响劳动在产业间的配置,促进宏观层面的技术进步和经济发展。同时,技术溢出更强的部门能获得更多利润。李柏洲等(2021)以战略性新兴产业为对象,构建演化博弈模型,指出产业内企业的协同创新行为受多种因素影响,但其研究更强调政策在实现协同创新中的重要作用。栗小懿等(2025)在重大工程项目背景下探讨了产业之间协同创新的组织模式及其对项目绩效的影响,为跨产业协作提供了理论参考。

随着企业在创新中主体地位的确立,协同创新逐步从产业范式转向以供应链合作关系为纽带的企业群体协作。李柏洲等(2021)指出,企业通过创新资源共享,构建供应链上下游协同系统,是实现协同创新的主要路径之一。在此基础上,现有研究主要关注协同创新机制对企业绩效的影响以及治理结构的优化路径。解学梅和陈佳玲(2022)系统评估了协同创新与企业绩效之间的关系,发现协同创新在知识、技术与管理等多个维度上均对企业绩效产生中等强度的正向影响,且这种影响受到制度环境、组织文化与市场稳定性等外部因素的显著调节。陈英武和李忠海(2024)在“利益互增定律”指引下,提出通过常态化供需对接、协同创新和利益共享机制,构建链主企业引领下的稳定合作关系,推动形成持久的产业链协同治理体系。郭晔和姚若琪(2024)进一步强调,供应链关系下的大中小企业协同创新是专业化与复杂性知识传递的重要通道。此外,潘士远和陈秀茂(2024)从利润分配视角指出,合理配置上下游企业收益、激励技术溢出部门创新,是支撑供应链企业协同创新的重要机制。

与本文研究相关的另一支文献涉及产业链的创新传导机制。近年来,不少研究从静态的产业协同创新特征描述转向动态的供应链传导机制分析,强调供应链作为创新扩散与资源整合的纽带,其传导机制依赖传统与新型生产要素的配置。在传统生产要素配置方面,基于资源错配理论(Hsieh and Klenow, 2009),现有研究认为,供应链企业间的协同创新可通过矫正资本过度配置并降低劳动流动壁垒以提升效率。产业链作为重要的溢出渠道,其“融资溢出”功能(张同斌等,2024)也促进了产业链中企业资本要素配置的调整。随着数字经济的发展,数据作为新型生产要素逐渐成为驱动经济增长的重要动力(徐怀宁、田亚男,2025)。冯檬莹等(2023)研究表明,大数据能力可通过供应链协同创新间接影响企业运营绩效;蒋为等(2025)研究发现,数字化供应链通过降低中间品搜索成本促进技术扩散,凸显了技术要素与数据要素的重要作用,但尚未量化二者的边际贡献。此外,李青原等(2023)研究表明,供应链中客户企业的数字化对供应商企业产生显著的正向信息溢出效应;底璐璐等(2020)则

指出,客户年报中的净负面语调在供应链上存在明显的传染效应。

梳理现有文献,尽管已有研究普遍肯定了协同创新对提升企业绩效和推动技术扩散的积极作用,但相关研究仍待进一步完善。多数研究以企业间共同专利申请作为创新协作的主要衡量指标,忽视了在信息高速流通背景下,专利的转移与引用同样构成了重要的创新协作路径,从而未能全面反映创新资源在不同主体间的流动与共享。不同于已有研究,本文侧重于专利交换与引用的科技创新协作行为,即创新协作,以刻画微观层面的创新互动过程,并结合事件研究法,揭示供应链企业间创新协作的作用影响,以期创新协作研究提供更具一般性的证据。此外,现有研究在分析要素配置时,往往割裂考察技术、信息与数据要素,或片面强调新型生产要素的颠覆性作用,而忽视资本与劳动在技术研发投入和价值转化中的基础性地位。鉴于传统生产要素与新型生产要素的协同是供应链创新协作发挥效应的关键,因此有必要对二者展开统一分析。

(二) 理论机制

1. 传统生产要素

在资本要素的配置上,一方面,供应链创新协作转变了资本使用模式。创新协作为技术传播提供了高效渠道,促进企业在产品开发、工艺改进与生产模式创新上的持续投入。企业通过技术进步而非单纯依赖资本扩张提升生产效率,推动资本从低效领域转向高附加值环节(Hsieh and Klenow, 2009)。这种资本使用模式的转变降低了企业对资本投入的过度依赖(Hoang et al., 2025),转而通过提升创新能力实现生产力增长。另一方面,供应链创新协作能显著加强产业间的生产协作,缓解信息不对称问题,如此企业能够依托网络化协作促进要素资源优化配置(张志等, 2024),从而更高效地利用现有资源,以更少的资本投入实现更多的产出。

在劳动要素配置层面,供应链创新协作主要通过技术进步与劳动流动机制推动资源优化配置。徐邵军等(2024)证实偏向劳动的技术进步能够缓解要素价格扭曲,并通过提升劳动报酬水平促进技能型劳动的流动与集聚,最终提高要素配置效率,特别是当劳动价格存在正向扭曲时,这一机制尤为显著。同时,供应链创新协作有助于推动劳动向核心生产与创新环节集中,减少低效与闲置劳动投入,实现员工技能与岗位需求的更优匹配(牛子恒、崔宝玉, 2022)。除此之外,创新协作还通过强化企业内跨部门协同,改善组织结构与管理效率,缓解劳动要素配置不足所引致的效率损失,从而持续提升企业全要素生产率(Miron-Spektor et al., 2022)。基于上述分析,本文提出:

假设 1: 供应链创新协作可以纠正资本要素配置过度,从而发挥创新协作效应;

假设 2: 供应链创新协作可以纠正劳动要素配置不足,从而发挥创新协作效应。

2. 新型生产要素

技术要素、信息要素和数据要素相互作用、相互协同形成了新型生产要素这一有机整体。数据为技术研发提供支持,技术提升信息处理能力,信息指导数据收集和分析(Sivarajah et al., 2024; 李青原等, 2023),三者通过研发支持和价值提升增强了企业的整体竞争力和

创新能力。供应链创新协作进一步催化三要素协同,这使得技术研发、信息共享和数据利用更加高效和灵活。

通过供应链创新协作,企业可以在技术研发过程中利用供应链上的资源和能力,提升技术创新成功率,使得技术要素能够更有效地投入到生产应用当中,提高了生产和运营效率。供应链创新协作有助于打破信息孤岛。在企业内部,这意味着企业自身信息产出和整理能力的提升;在外部,则意味着企业和供应链上下游企业之间交流更加畅通。而这种信息共享和透明度的提升,有助于企业获得更全面和准确的市场动态和技术发展(杨茜雅、白俊, 2025),及时调整策略,优化资源配置,提升应对变化的能力。数据要素是现代企业决策和运营的重要基础(陈梁、宋德勇, 2025)。通过供应链创新协作,企业能够更加便捷地获取各个环节的数据并进行集成,促进全链路一体化进程,从而有利于减少信息壁垒,缓解信息不对称问题。与此同时,大数据的获取迫使企业提升使用大数据的能力和水平(盖明哲等, 2022),数据驱动、数据可视化与实时监控等多个方面技术水平得到增强。企业结合技术、信息和数据要素,实现了新型生产要素的高效利用和价值最大化。根据以上分析,本文提出:

假设3: 供应链创新协作可以提升企业新型要素使用能力和水平,从而发挥创新协作效应。

三、研究设计

(一) 实证模型

精准识别供应链创新协作净效应,必须有效剥离其他干扰因素的作用。然而,传统计量方法在处理高维协变量时存在两个局限:一是“维度诅咒”问题,二是关键协变量遗漏导致的内生性偏误。DDML能够有效识别高维数据中的有效控制变量组合,在提升模型精度的同时规避过拟合风险。为识别供应链创新协作对核心企业发展的影响,同时控制时间趋势和其他混杂因素的影响,本文以企业TFP作为被解释变量,构造部分线性模型:

$$TFP_{it} = \beta_1 \times S_i \times T_t + g(X_{it}) + U_{it}, E(U_{it} | S_i \times T_t, X_{it}) = 0 \quad (1)$$

(1)式中: i, t 分别代表企业和时间。 S_i 表示第 t 年企业 i 与供应链中协作企业是否存在专利转移、引用的关系, T_t 则表示协作时间的前后关系。 β_1 是核心解释变量系数,反映了供应链创新协作对其发展的影响程度。 X 是控制变量,涵盖其他可能影响企业发展的因素, $g(X_{it})$ 需要通过机器学习算法进行估计。 U_{it} 是误差项,条件均值为0。为使得系数估计量在小样本下满足无偏性,参考韩先锋等(2025)构建如下辅助回归方程:

$$S_i \times T_t = m(X_{it}) + V_{it}, E(V_{it} | X_{it}) = 0 \quad (2)$$

(2)式中: $m(X_{it})$ 为核心解释变量对高维控制变量的回归函数,具体形式亦需通过机器学习算法估计得到; V_{it} 是条件均值为0的误差项。由 $S_i \times T_t$ 进行工具变量回归,获得系数估计量如下:

$$\hat{\beta}_1 = \left(\frac{1}{n} \sum_{i,t} (S_i \times T_t)^2 \right)^{-1} \frac{1}{n} \sum_{i,t} (S_i \times T_t) (Y_{it} - \hat{g}(X_{it})) \quad (3)$$

(二) 变量说明

1. 被解释变量与核心解释变量

本文参照黄勃等(2023)研究技术创新效应的相关分析,将被解释变量选择为企业 TFP。在基准回归中,选择 Akerberg 等(2015)提出的两步法(ACF 法)进行估计,该方法通过将劳动投入引入中间投入函数,提高了估计结果的准确性。

企业间专利转移、引用被视为供应链企业间创新协作的关键载体,能够反映企业在供应链整合和创新协作方面的实际情况,本文以企业是否与其上下游企业发生创新协作作为核心解释变量。具体而言,通过统计企业在样本期内是否与供应链中合作企业发生过专利转移或引用,若上述任一行为的数量不为 0,则 $S_i = 1$, 即发生了供应链企业间的创新,否则 $S_i = 0$ 。 T_i 代表创新协作的时间节点,如果当期处于协作之后,则令 $T_i = 1$, 反之 $T_i = 0$ 。本文通过构建交互项 $S_i \times T_i$ 以反映企业在不同时期的创新活动与协作行为,刻画企业与其上下游企业间创新协作的动态特征。

2. 工具变量

基于本文的研究主题,参考李青原等(2023)的思路,选择 1984 年各地区城市电话年末用户数、广播节目综合人口覆盖率、光缆线路长度作为工具变量。从经济意义来看,企业生产率的快速提升离不开信息技术的传播扩散。当代信息的高效流通依赖于互联网技术的快速发展,互联网的普及最初依赖电话拨号接入技术,因此供应链企业创新协作与早期通信基础设施具有内在关联。同时,广播节目是公众获取外部信息的最原始渠道之一,在技术不发达的时代,公众主要通过收音机了解外部信息。此外,互联网的普及离不开光纤通信网络的覆盖。光纤通信作为现代信息技术的重要基础设施,能够影响信息的传输速度和质量。光缆线路长度的增加通常伴随互联网普及率的提升,使企业能够更快地获取市场信息和技术前沿,从而促进创新和供应链的高效管理。从这个意义上讲,选择城市电话年末用户数和广播节目覆盖率作为核心解释变量的工具变量,满足了相关性要求。同时,相对于互联网技术的发展速度和信息技术的变革,历史上城市电话年末用户数和广播节目覆盖率对企业生产率的影响已逐渐减弱。而光缆线路的铺设通常由政府规划和实施,与单个企业的微观经营决策不存在直接关联。因此,选择历史上城市电话年末用户数、广播节目覆盖率和光缆线路长度作为工具变量,在一定程度上满足了排他性要求。

因为本文样本为面板数据,仅采用 1984 年地区层面城市电话年末用户数缺乏时间维度变异性,难以有效控制面板数据中的时间效应。所以,借鉴 Nunn 和 Qian(2014)的思路,将各地区 1984 年城市电话年末用户数与全国广播节目综合人口覆盖率进行交互,构建具有时序和个体变化的工具变量,从而更好地识别供应链企业间的创新协同效应。

3. 控制变量

考虑到企业 TFP 会受到其他指标影响,而不控制这些影响因素可能造成遗漏变量偏误,因此参考陈梁和宋德勇(2025)、冯檬莹等(2023)的做法,本文选取以下控制变量:(1)研发投入强度,该指标基于专利存量并采用永续盘存法计算(Arque-Castells and Spulber, 2022);

(2) 资产收益率,用净利润除以总资产得到;(3) 资产负债率,用总负债除以总资产得到;(4) 股权集中度,用控股股东持股比例表示;(5) 现金流,用货币资金与利润总额之比表示;(6) 资产重置成本,用市值与资产总额之比表示;(7) 营业成本率,用营业成本与营业收入之比表示。

(三) 数据来源与描述统计

1. 数据来源

本文的实证研究主要依托三套数据集:(1) 企业基本信息、财务信息、研发投入、专利研发以及引用信息数据,来源于 CSMAR 上市企业数据库。该数据库提供了上市企业的基本财务信息、研发支出、专利数据及专利引用情况。(2) 企业供应商和客户数据,以 CSMAR 上市企业前五大供应商与客户数据为基础。采用数据挖掘法,从天眼查平台获取上市企业供应商以及客户名称,对 CSMAR 数据库进行补充,尽最大程度缓解样本选择偏差问题。(3) 专利转移信息相关数据,采用大数据挖掘方法,以国家知识产权局专利检索及分析平台为数据源,获取企业专利转移的详细信息。将三个数据集打通,得到 2010—2022 年涵盖企业专利转移、引用及申请信息的数据集。

2. 变量描述性统计

变量描述统计见表 1, S 表示核心企业是否与供应链上下游企业存在创新协作关系,均值约为 0.614,说明样本中有超过 60% 的企业曾选择与其上下游企业进行创新协作。协作程度以核心企业与其上下游企业之间的专利转移与引用总数衡量,其均值约为 91.04,但标准差高达 592.4,说明企业间的协作程度差异显著。 $S \times T$ 均值约为 0.57,比 S 均值略有下降,表明部分企业在首次协作后仍选择与供应链上下游企业继续开展创新协作,反映该协作模式具有一定的持续性。这一发现为进一步分析创新协作对企业发展的影响及其驱动因素提供了依据。除此以外,样本企业在研发投入和经营状况等方面存在较大差异,反映出企业在经济发展和创新能力上的不平衡。鉴于样本企业存在较大差异,有必要分析供应链企业间创新协作对核心企业的影响是否存在差异。

表 1 变量描述性统计

变量	N	均值	标准差	p10	P90
TFP	16483	8.169	0.564	7.508	8.901
S	16483	0.614	0.487	0	1
$S \times T$	16483	0.570	0.495	0	1
协作程度	16483	91.037	592.466	0	98
研发投入强度	16483	15.570	6.181	0	19.738
资产收益率	16483	0.000	0.005	0.000	0.582
资产负债率	16483	0.442	0.257	0.162	0.715
股权集中度(%)	16483	34.850	15.001	17.140	55.840
现金流	16483	-0.001	0.061	-0.005	0.004
营业成本率	16483	0.957	0.842	0.800	1.0463
资产重置成本	16483	2.562	15.133	0.490	4.700

四、实证结果

(一) 基准结果分析

基于前述模型,本研究分别使用了随机森林(RF)、Lasso 回归和 Ridge 回归三种机器学习算法对基准结果进行估计。在研究供应链中复杂的创新协作关系时,企业间的协作行为、协作强度以及不同类型的协作模式往往涉及多维度、高相关性的变量。传统线性回归在应对这类高维复杂数据结构时可能面临变量选择偏误或多重共线性问题。针对上述问题,RF 能够通过构建大量决策树,识别非线性关系与变量的重要性排序,适合用于探索创新协作的非线性影响机制;Lasso 回归通过 L1 正则化进行变量筛选,有助于识别对创新协作效应影响最显著的关键要素;Ridge 回归则通过 L2 正则化缓解共线性问题,在保留所有变量的基础上提高估计稳定性。回归结果见表 2,其中第(1)—(3)列为未区分协作行为的整体估计结果,第(4)—(5)列分别展示了专利引用和专利转移对 TFP 的影响^①。

结果显示,无论是专利引用、专利转移,还是二者的联合作用,供应链企业的创新协作在不同模型下均至少在 5% 的置信水平上显著,表明核心解释变量对企业 TFP 具有稳定的促进作用。在同时考虑专利引用与转移的情境下,协同创新的估计系数约为 0.026,说明供应链上下游企业创新协作可有效提升企业生产效率。其中,专利转移的效应更为显著,核心解释变量的系数约为 0.061,专利引用情形下的系数约为 0.030,反映了两类技术行为的作用机制差异。专利引用主要体现企业对外部知识的吸收与再利用,其对生产率的影响相对间接;而专利转移则通过技术市场实现技术要素的直接流动与重新配置,能够更快地转化为生产效率提升。总体而言,无论是基于专利引用的知识吸收型协作,还是通过专利转移实现的市场化协作,供应链企业间的创新协作均显著提升了企业的生产效率,凸显了供应链协同创新在推动企业高质量发展中的关键作用。

表 2 基准回归结果

变量	专利引用与转移			专利引用	专利转移
	RF	Lasso	Ridge	RF	RF
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
$S \times T$	0.025 *** (0.007)	0.026 ** (0.010)	0.026 ** (0.010)	0.030 *** (0.007)	0.061 ** (0.026)
常数项	0.008 *** (0.002)	0.007 *** (0.002)	0.008 *** (0.002)	0.007 *** (0.002)	0.009 (0.006)
控制变量	是	是	是	是	是
企业固定效应	是	是	是	是	是
时间固定效应	是	是	是	是	是
N	16483	16483	16483	16483	2119

注:*、**和***分别代表在10%、5%和1%的水平上显著。结果控制了企业 and 时间层面上的固定效应,括号内是在时间-企业层面的稳健标准误。下表同。

^①受限于篇幅,第(4)—(5)列仅呈现 RF 估计结果,完整回归结果参见《经济评论》网站(<http://jer.whu.edu.cn/>)附件。

(二) 内生性

尽管本文已尽可能纳入多维控制变量和固定效应,但仍难以完全排除潜在的内生性问题。其来源主要体现在两个方面:第一,企业创新协作与 TFP 间可能存在反向因果关系,即高 TFP 企业往往具备更充足的资源禀赋和更强的组织能力,从而更倾向于参与供应链创新协作;第二,供应链企业间创新协作对 TFP 的影响还可能受到未观测的时变因素共同驱动。基于此,本文进一步采用工具变量法与 PSM-OLS 法对内生性问题进行检验。

1. 工具变量法检验内生性

为解决上述问题,本文首先采用灵活部分线性工具变量模型(FIV)进行估计。结果如表3第(1)列所示,核心解释变量的符号和显著性未发生明显变化,且至少在10%的置信水平上显著,表明本文的结果是稳健的。其次,尽管 DDML 能够有效处理高维混淆变量与非线性关系,但无法解释供应链创新协作这一行为逻辑。因此,本文进一步构建双重差分模型(DID),通过比较协作发生前后处理组与对照组的差异变化识别协作效应并结合 2SLS 方法再次进行内生性检验。回归结果如表3第(2)一(3)列所示,核心解释变量的符号和显著性未发生明显变化,且在1%的置信水平上显著,表明本文的结果是稳健的。F 统计量检验值为 16.44,表明不存在弱工具变量问题;Sargan-Hanse 统计量检验结果不显著,两工具变量可以被认为是外生的。

表 3 内生性检验:工具变量法

变量	FIV	DID-2SLS	
	TFP	S×T	TFP
	(1)	(2)	(3)
S×T	0.291* (0.154)		1.752*** (0.377)
光缆线路长度		0.052*** (0.0014)	
城市电话年末用户数×广播节目覆盖率		-0.0006 (0.001)	
控制变量	是	是	是
企业固定效应	是	是	是
时间固定效应	是	是	是
N	11615	11489	11489
R ²		0.8385	-2.112

2. PSM-OLS 检验内生性

为进一步缓解模型内生性问题,本文采用倾向得分匹配(PSM)与最小二乘法(OLS)相结合的方法对基准模型进行检验。具体做法为:将前文设定的系列控制变量作为协变量,利用 logit 模型计算各企业得分,随后采用最近邻 1:1 和 1:2 的方法进行匹配,最后基于匹配后的样本进行 OLS 回归。回归结果如表4所示,第(1)列和第(2)列分别为混合匹配方法下最近邻 1:1 和 1:2 匹配后的 DID 估计结果,第(3)列和第(4)列分别为逐期匹配最近邻 1:1 和 1:2 匹配后的回归结果。结果显示,核心解释变量系数始终显著为正,且系数大小与基准回归结果差异不大。这说明,在考虑到样本自选择及样本选择偏差问题后,本文的结果

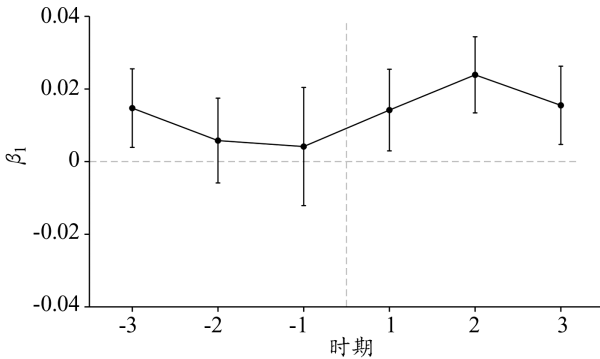
依然稳健。

表 4 内生性检验:PSM-OLS

变量	TFP			
	混合匹配		逐期匹配	
	最近邻 1:1	最近邻 1:2	最近邻 1:1	最近邻 1:2
	(1)	(2)	(3)	(4)
$S \times T$	0.053*** (0.015)	0.060*** (0.011)	0.059*** (0.017)	0.047*** (0.015)
常数项	8.078*** (0.049)	8.082*** (0.055)	8.334*** (0.055)	8.178*** (0.055)
控制变量	是	是	是	是
固定效应	是	是	是	是
N	10052	14625	9984	13794
R^2	0.788	0.788	0.798	0.810

(三) 平行趋势检验

本文实证设计成立的前提是:在发生创新协作前后,企业 TFP 表现应当存在差异。因此,为证明模型的有效性,本文通过逐期计算创新协作的效果,检验平行趋势假设并识别其动态影响。具体做法为,将供应链企业间创新协作的起始年份设置为虚拟变量,进行逐期分析。图 1 展示了供应链企业间创新协作前后的差异性,可以观察到,协作前后企业 TFP 发生了显著变化。具体而言,在协作发生之前,回归系数基本不显著;而在协作发生之后,系数的显著性发生了明显改变。这一结果与预期一致,也验证了本文模型的有效性。



注:图中显示的是加入了控制变量、企业和时间固定效应后的回归结果,并在企业-时间层面上聚类。以下图形回归结果相同设定不再赘述。

图 1 平行趋势检验

(四) 其他稳健性检验^①

为增强结论的可靠性,本文通过替换被解释变量、调整样本区间以及引入地区层面控制变量开展稳健性检验。各项检验结果均与基准回归保持一致,核心解释变量的系数符号与显著性均保持稳定,且至少在 5% 的显著性水平上显著。因此,本文结论具有较强稳健性。

^①稳健性检验结果参见《经济评论》网站(<http://jer.whu.edu.cn/>)附件。

(五) 机制分析

虽然在主效应识别中采用 DDML 方法能有效控制高维协变量并缓解内生性问题,但 DDML 往往不直接反映变量之间的结构性关联,难以刻画传统生产要素与新型生产要素配置变动的传导路径及其理论逻辑。因此,为能够更加清晰反映供应链创新协作的作用,基于前述理论分析,本文通过构造(4)式以考察资源配置影响的有效性:

$$\omega_{i,t-1}^{N/T} = \gamma_0 + \gamma_1 \times S_i \times T_i + X'_{i,t-1} \gamma + \eta_i + \tau_{jt} + \varepsilon_{it} \quad (4)$$

(4)式中: ω^T 为企业生产所需要的传统生产要素:资本和劳动, ω^N 为新型生产要素:技术、信息和数据,其余变量与前文保持一致。

1. 传统生产要素

现有研究表明,信息不对称和市场结构等问题导致的要素价格扭曲使得资源配置往往无法达到最优状态(陈永伟、胡伟民,2011),纠正这些扭曲可以有效提升资源配置效率(Hsieh and Klenow, 2009)。因此,本文使用 Hsieh-Klenow 方法^①,并借鉴陈永伟和胡伟民(2011)的拓展模型计算中国各城市资本要素市场扭曲指数($distk$)和劳动市场扭曲指数($distl$),作为衡量资本要素配置和劳动要素配置的代理变量。具体计算方式如(5)式所示:

$$\begin{aligned} distk_{ct} &= \frac{K_{ct}/K_t}{s_{ct} \alpha_{ct} / \alpha_c} \\ distl_{ct} &= \frac{L_{ct}/L_t}{s_{ct} \beta_{ct} / \beta_c} \end{aligned} \quad (5)$$

(5)式中: c, t 分别表示城市和时间, $K_{ct}/K_t, L_{ct}/L_t$ 分别表示第 t 年城市 c 资本、劳动使用量占全国使用量的比例^②; $s_{ct} \alpha_{ct} / \alpha_c, s_{ct} \beta_{ct} / \beta_c$ 分别表示在有效配置情况下资本、劳动使用比例,其中, $s_{ct} = Y_{ct}/Y$ 表示第 t 年城市 c 地区生产总值占国内生产总值的份额, α_{ct}, β_{ct} 表示城市 c 资本和劳动产出弹性, $\alpha_c = \sum_{c=1}^N s_{ct} \alpha_{ct}, \beta_c = \sum_{c=1}^N s_{ct} \beta_{ct}$ 表示按产出加权衡量的资本,且满足 $\alpha_c + \beta_c = 1$ 。 N 为城市数量。若 $distk, distl$ 大于 1,说明资本、劳动配置过度;比值小于 1,则说明资本、劳动配置不足。计算可得,样本期内资本要素市场扭曲指数均值为 4.34,中位数为 1.10,劳动要素市场扭曲指数均值为 0.533,中位数约为 0.814。这一结果表明,总体上资本要素市场存在资本配置过度的问题,而劳动市场存在配置不足的问题,回归结果见表 5。

表 5 中,第(1)列展示了对资本要素配置进行中介效应检验的结果,供应链企业创新协作对资本要素配置的回归系数显著为负,说明供应链企业创新协作能够降低资本要素的错配程度。第(2)列展示了以劳动要素配置为渠道的机制检验结果,回归结果显示供应链企业创新协作对劳动要素配置的系数在 1% 的置信水平上显著为正,表明供应链企业间创新协

^①Hsieh-Klenow 方法是既有研究测算要素市场扭曲指数的主要方法之一,该方法衡量利润最大化约束下要素配置的实际情况与最优情况之间的差距,强调了要素市场扭曲的作用。

^②其中资本使用量以固定资产净额衡量,劳动使用量以就业人数衡量。相关数据来源于统计局官网以及《中国城市统计年鉴》。

作能够有效弥补当前劳动要素配置不足的问题。已有研究证实,通过纠正劳动要素与资本要素的扭曲可以有效提升发展效率(Hsieh and Klenow, 2009),因此由供应链企业创新协作引起的传统要素配置优化会发挥创新协作效应,从而印证了假设1和假设2。

2. 新型生产要素

技术、信息以及数据等新型生产要素已成为与传统生产要素并重的关键要素。本文旨在探究新型生产要素在供应链企业创新协作中对企业发展的影响。因此,参考杨岚等(2023)的研究方法,用企业TFP与其所在行业中最高TFP的差值,计算该企业与国内行业技术前沿之间的差距,以此作为技术要素配置结构的代理变量。该指标取值越大(即越接近0),表明企业越接近行业技术前沿,技术配置结构越合理。在信息要素配置的测度方面,本文以企业年报的信息冗余度作为衡量指标。计算公式为: $redundancy = -\frac{1}{N} \sum_{i=1}^n p_i \log p_i$,其中 p_i 为年报文本中语句出现概率, N 为文本的句子数(李青原等,2023)。信息冗余度数值越小,表示文本信息的混乱度越低,信息集中度越高,信息配置效率越高。在数据要素的测度方面,本文以文献、政府文件与业界报告的定义,选择数据要素、大数据、算力、信息、数据化、算法等相关词汇,构建数据要素关键词词库(蔡跃洲、马文君,2021),统计这些词汇在企业每年的年报中出现次数,加总得词频总数,以此衡量企业的数据要素水平,回归结果如表5第(3)—(5)列所示。

其中,第(3)列展示了技术要素配置的检验结果,供应链企业创新协作系数显著为正,表明供应链企业创新协作能提升技术要素利用水平。第(4)列对信息要素配置的检验表明,供应链企业创新协作能够降低信息冗余度,提高企业信息要素配置效率。数据要素配置的检验如第(5)列所示,结果显示供应链企业创新协作能显著提升数据要素使用水平。已有研究证实各新型要素使用水平或能力的提升可以有效促进企业发展(杨茜雅、白俊,2025;陈梁、宋德勇,2025;冯檬莹等,2023)。因此,由供应链企业创新协作引起的新型要素使用能力和水平的提升能发挥创新协作效应,从而印证了假设3。

表 5 生产要素配置优化检验结果

变量	<i>distk</i>	<i>distl</i>	技术要素	信息要素	数据要素
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
$S \times T$	-0.112 *** (0.033)	0.188 *** (0.027)	0.144 ** (0.054)	-0.007 * (0.003)	0.043 ** (0.020)
常数项	1.945 *** (0.069)	0.705 *** (0.033)	-2.355 *** (0.091)	1.947 *** (0.049)	4.201 *** (0.062)
固定效应	是	是	是	是	是
控制变量	是	是	是	是	是
N	11736	16957	19053	16388	14541
R^2	0.529	0.779	0.6309	0.636	0.725

(六) 异质性分析

1. 企业规模的异质性分析

企业规模的不同可能会导致其在供应链企业创新协作中的行为、资源配置和应对能力

存在显著差异。一般而言,小型企业受限于资源禀赋和技术能力,其创新活动更易受到外部环境冲击;中型企业在资源储备和组织能力上处于过渡阶段;而大型企业凭借其完善的创新体系和规模优势,协作的边际收益可能趋于递减。图 2(a) 基于总资产规模将企业等分为大、中、小三类企业。回归结果显示,供应链企业创新协作对不同规模企业 TFP 均产生显著促进作用,但存在明显的梯度差异。小型企业的创新协作效应最为突出,中型和大型企业的影响程度相对较小且差异不明显。这一实证发现与理论预期相符,表明规模经济效应使得大型企业已接近生产可能性边界,其通过供应链企业创新协作获取的边际收益相对有限。

2. 国有企业和民营企业的异质性分析

国有企业依托其独特的资源禀赋,能够系统性地整合产业链上下游资源,形成显著的创新协作效应;同时作为国家战略科技力量的核心载体,国有企业在关键核心技术攻关中承担着“链长”功能。相比之下,民营企业受制于融资约束和市场不确定性等现实因素,其创新活动更倾向于短周期的应用型创新,这在一定程度上制约了其上下游企业创新协作的深度。实证结果如图 2(b) 所示,虽然供应链企业创新协作对两类企业 TFP 均具有显著促进作用,但对国有企业的提升效应更为突出。值得注意的是,实际情况中,部分头部民营企业通过持续高强度的研发投入,已在特定技术领域形成了较强的产业链整合能力。因此,在保持国有企业战略引领作用的同时,可通过体制机制创新,充分发挥两类企业的比较优势,构建更加高效的创新协作体系。

3. 企业风险意识的异质性分析

企业风险意识差异会显著影响其创新战略选择,从而作用于供应链企业创新协作效果,表现为:低风险意识企业趋于保守,抑制创新投入与协作意愿;高风险意识企业则通过强化风险管理有效推动协作。鉴于风险关键词词频能够反映企业对风险的关注强度,本文据此将企业按照词频水平等分为风险意识较高、中等和较低三组。回归结果如图 2(c) 所示,供应链企业间创新协作在不同企业风险意识下均存在显著正向作用,且呈现出递增特征。这一结果验证了“高风险高回报”的规律。较低风险意识企业由于过度关注短期经营稳定性,在创新投入和产业链协同方面表现出明显的风险规避倾向,这种保守策略虽然降低了经营风险,但同时也制约了创新协作效应的充分发挥;相比之下,较高风险意识企业凭借其卓越的风险识别能力和前瞻性的战略布局,能够更有效地把握产业链创新机遇,实现创新协作收益的最大化。

4. 企业供应链效率的异质性分析

作为企业运营能力的核心指标,供应链效率的差异可能导致供应链企业创新协作对 TFP 的影响不同。高效率供应链企业通常具备敏捷的资源调配能力,可以快速响应创新需求,有效缩短研发成果产业化周期。同时,其精准的信息传递机制显著降低了创新活动中的协调成本,而稳定的质量控制系统则为创新成果转化提供了可靠保障。相比之下,低效率供应链企业由于存在运营刚性特征,其创新吸收能力受到严重制约,较难以充分实现创新协作的潜在效益。本文根据企业库存周转天数将供应链效率分为较高、中、较低三个级别,回归结果如图 2(d) 所示。结果表明,与上下游企业展开创新协作对企业 TFP 的影响会因供应链

效率的不同而变化。在供应链效率较低的企业中,创新协作带来的 TFP 提升虽然显著,但相对较小;而在供应链效率较高的企业中,创新协作带来的 TFP 提升更显著。该结果验证了供应链效率对创新协作效果的增强作用,也说明在推动供应链企业创新协作过程中,必须充分考虑企业供应链效率的差异特征,只有将创新政策与运营能力建设相结合,才能最大化实现创新协作效应。

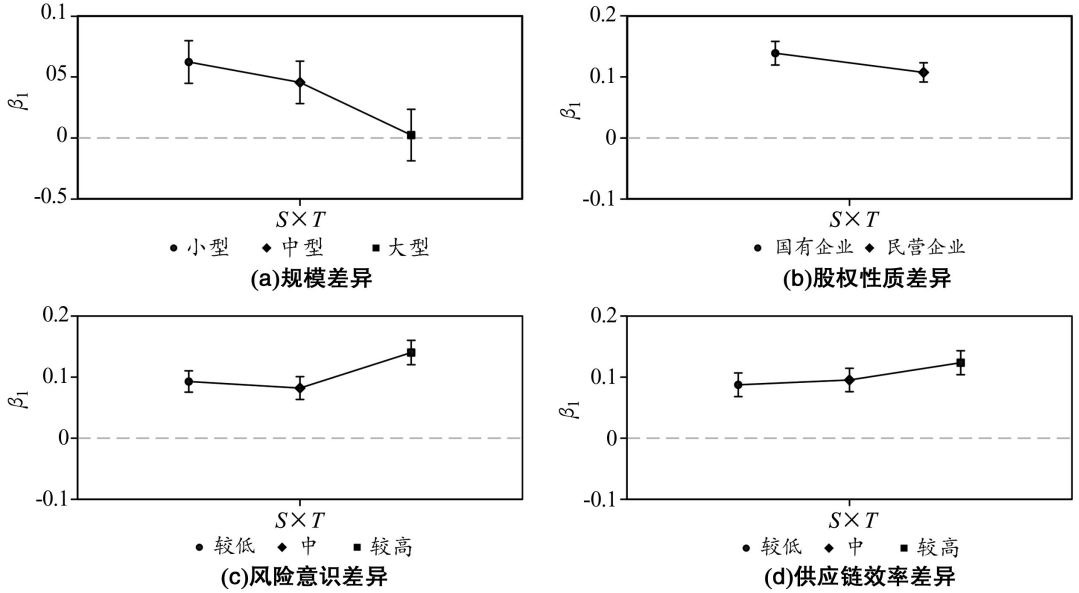


图2 基于企业特征的异质性分析

五、拓展分析

作为供应链主体,供应链中企业创新协作不仅影响核心企业的竞争力,还直接关系到其上下游企业的生产效率和创新能力。这种创新协作通过协同效应、技术扩散、风险共担和信息共享等机制,为上下游企业的共同发展提供了有力支持。因此,本文将发生了专利转移和引用的企业界定为核心企业,进一步分析其创新协作对客户企业和供应商企业的影响,回归结果如表6所示。其中,核心企业与上下游企业的创新协作对其客户企业和供应商企业均具有显著的正向影响,两者的回归系数至少在10%的置信水平上显著,表明核心企业通过供应链创新协作,显著促进了客户企业和供应商企业的TFP提升,实现产业链的协同共赢。

对于下游客户企业,核心企业通过供应链将新技术和新工艺传导至下游企业,能提升客户企业所使用中间产品的价值。随着下游企业采用更高质量的中间投入,其产品附加值得以提高,从而实现生产效率的提升。对于上游供应商企业,核心企业作为客户企业对供应商企业提出了更高的技术要求,能够倒逼上游企业改进原有的生产方式,进行技术升级并提高产品质量,发挥创新协作效应。同时,供应链企业创新协作还能够有效改善核心企业的信息处理与公开能力,实现信息的高效共享,从而缓解供应链中企业信息不对称问题,进一步促进产业链的协同发展。

表 6 供应链创新协作对上下游企业的影响

变量	TFP	
	对客户的影响	对供应商的影响
	(1)	(2)
$S \times T$	0.096 ^{***} (0.027)	0.036 [*] (0.020)
常数项	-0.005 (0.009)	-0.009 (0.007)
控制变量	是	是
企业固定效应	是	是
时间固定效应	是	是
N	2005	3846

六、结论与政策启示

本文基于企业间专利转移与引用数据,运用双重机器学习模型,考察了供应链企业创新协作对企业发展的影响,研究发现:创新协作能使企业 TFP 显著提升约 2.6%,这一结论在经过一系列稳健性和内生性检验后依然成立,近半数企业会选择与供应链上下游合作伙伴建立长期创新协作关系。机制分析发现,中国当前要素市场存在明显的结构性失衡:资本要素配置过度而劳动要素配置不足。供应链创新协作能改善要素市场扭曲问题,从而促进企业 TFP 增长。同时,技术、信息和数据等新型生产要素的使用日益成为影响企业 TFP 的关键因素。供应链企业创新协作通过提升企业技术要素利用水平、优化信息要素配置效率以及增加数据要素投入这三个主要渠道,对企业 TFP 产生显著的正向促进作用。异质性分析结果表明:相较于中大型企业,小型企业的提升效应更为显著;国有企业的获益明显高于民营企业;供应链效率较高的企业协作效应最为突出;企业风险意识越强,创新协作的促进作用越大。拓展分析发现,核心企业的创新协作活动会产生显著的正向外溢效应,不仅提升自身竞争力,还能带动上下游企业的 TFP 增长,实现产业链协同发展。围绕主要研究结果,本文提出如下政策启示:

第一,优化传统生产要素市场配置,释放新型生产要素潜能。在传统生产要素中,应实施差异化要素配置政策。对资本密集型企业实施动态监测,抑制过度资本扩张,引导资本向劳动要素配置相对不足的领域,优化要素结构,如推动区域性人才共享平台建设,促进劳动跨行业、跨区域流动。对于新型生产要素的使用,建设国家级数据要素流通平台,实施“数字赋能”专项行动。制定数据确权、交易和安全标准,支持企业通过数据质押融资获取研发资金,提升要素配置的整体协同效率与使用效能。

第二,梯度扶持中小企业,激发民营企业创新活力。针对中小民营企业设立专项优惠,如允许其凭创新合作合同兑换技术采购、检测认证等服务。对牵头组建产业链创新联合体的民营企业,可考虑给予相关研发或者税收补贴。此外,相关部门应注重分阶段、有重点地推进,构建分规模政策“工具箱”。对于中小微企业,政府可提供“创新伙伴匹配平台”,智能对接上下游企业技术需求。进一步发挥大型国有企业“链长制”在统筹协调中的引领作用。政府可借助“链长制”平台,引导国有企业在保障产业链稳定、带动中小企业技术升级、构建协同研发机制等方面承担更多“公共性角色”,以实现资源要素在不同所有制企业间的优化配置与效率提升,进一步扩大供应链企业创新协作的外溢效应和系统效益。

第三,在推动供应链企业创新协作的过程中,政府应注重培育企业的风险识别、防控与响应能力。一方面,可通过财政激励、税收优惠或专项补贴等手段,鼓励企业建立健全风险管理体系,提升其在技术研发、供应链协同中的应变能力与容错能力;另一方面,可支持行业协会、高校与智库在创新协作过程中建设“企业风险认知培训平台”,增强企业对技术变化与市场波动的系统认知,帮助其将风险管理能力内嵌于生产经营与创新决策之中。

第四,构建弹性供应链网络,对冲外部风险。对供应链效率低于行业某一阈值的企业,政府可考虑提供低息贷款,并强制企业接入产业预警平台。同时,可建立创新风险共担机制,比如:设立产业链创新保险,政府承担一定比例,以覆盖技术合作中断风险。此外,可以考虑推行“链式税收缓释”政策,当外部风险指数超阈值时,自动触发合作企业增值税递延缴纳。

第五,充分发挥核心企业生态引领作用。相关部门可考虑拓展“灯塔工厂”规模,遴选百家核心企业建设开放式创新平台,设定其年度协同研发投入额度,达标企业享受相关政策优惠。同时,政府主导,与企业合作开发“协作指数”监测系统,按季度发布协作度榜单,作为资源分配依据构建创新收益共享平台,对核心企业技术溢出产生的上下游企业 TFP 提升部分,按比例折算,奖励核心企业。

参考文献:

- 1.蔡跃洲、马文君,2021:《数据要素对高质量发展影响与数据流动制约》,《数量经济技术经济研究》第3期。
- 2.陈梁、宋德勇,2025:《数据要素开放共享与高科技企业成长》,《经济评论》第3期。
- 3.陈英武、李忠海,2024:《从应急之举到长久之计:构建产业链协同治理机制路径研究》,《经济学家》第11期。
- 4.陈永伟、胡伟民,2011:《价格扭曲、要素错配和效率损失:理论和应用》,《经济学(季刊)》第4期。
- 5.底璐璐、罗勇根、江伟、陈灿,2020:《客户年报语调具有供应链传染效应吗?——企业现金持有的视角》,《管理世界》第8期。
- 6.冯檬莹、陈海波、郭晓雪,2023:《大数据能力、供应链协同创新与制造企业运营绩效的关系研究》,《管理工程学报》第3期。
- 7.盖明哲、陈志军、王琳,2022:《创业导向下IT企业的战略变革研究——以浪潮集团为例》,《管理学报》第11期。
- 8.郭晔、姚若琪,2024:《中国企业协同创新中的金融角色——基于供应链关联的视角》,《中国社会科学》第9期。
- 9.韩先锋、勾亚楠、董明放,2025:《数智政策协同对城市数字技术创新的影响研究》,《科研管理》第7期。
- 10.黄勃、李海彤、刘俊岐、雷敬华,2023:《数字技术创新与中国企业高质量发展——来自企业数字专利的证据》,《经济研究》第3期。
- 11.蒋为、倪诗程、彭森,2025:《数字科技企业赋能实体经济发展的效率变革——基于数字化供应链视角的理论与经验证据》,《数量经济技术经济研究》第1期。
- 12.李柏洲、王雪、苏屹、罗小芳,2021:《我国战略性新兴产业间供应链企业协同创新演化博弈研究》,《中国管理科学》第8期。
- 13.李青原、李昱、章尹赛楠、郑昊天,2023:《企业数字化转型的信息溢出效应——基于供应链视角的经验证据》,《中国工业经济》第7期。
- 14.栗小懿、唐方成、刘传宇,2025:《重大工程的协同创新机制研究——以中国高铁为例》,《科研管理》第5期。
- 15.牛子恒、崔宝玉,2022:《网络基础设施建设与劳动力配置扭曲——来自“宽带中国”战略的准自然实验》,《统计研究》第10期。
- 16.潘士远、陈秀茂,2024:《专利保护、创新与经济增长:基于上下游技术溢出模型的分析》,《经济研究》第11期。
- 17.解学梅、陈佳玲,2022:《供应链多维协同创新与企业绩效:一项元分析的检验》,《管理工程学报》第2期。

- 18.徐怀宁、田亚男,2025:《数据要素市场化与企业劳动收入份额》,《经济评论》第5期。
- 19.徐邵军、刘修岩、倪克金,2024:《偏向型技术进步、要素价格扭曲与要素配置效率》,《经济评论》第5期。
- 20.杨岚、张瑞涵、周亚虹,2023:《进口竞争与技术距离》,《经济学(季刊)》第4期。
- 21.杨茜雅、白俊,2025:《关税竞争下客户关系重构与企业创新投入——基于国内外客户关系重构的研究》,《科研管理》第1期。
- 22.张同斌、刘文龙、王蕾,2024:《高质量创新的溢出效应:企业供应链的视角》,《经济研究》第11期。
- 23.张志、易恩文、王军,2024:《中国城市数字经济发展的资源配置效应》,《中国软科学》第7期。
- 24.Ackerberg, D. A., K. Caves, and G. Frazer. 2015. "Identification Properties of Recent Production Function Estimators." *Econometrica* 83(6): 2411-2451.
- 25.Arque-Castells, P., and D. F. Spulber. 2022. "Measuring the Private and Social Returns to R&D: Unintended Spillovers versus Technology Markets." *Journal of Political Economy* 130(7): 1860-1918.
- 26.Hoang, D., S. Gatzert, and M. Ruckes. 2025. "The Economics of Capital Allocation in Firms: Evidence from Internal Capital Markets." *Management Science* 71(8): 6392-6425.
- 27.Hsieh, C.-T., and P. J. Klenow. 2009. "Misallocation and Manufacturing TFP in China and India." *The Quarterly Journal of Economics* 124(4): 1403-1448.
- 28.Miron-Spektor, E., K. J. Emich, L. Argote, and W. K. Smith. 2022. "Conceiving Opposites Together: Cultivating Paradoxical Frames and Epistemic Motivation Fosters Team Creativity." *Organizational Behavior and Human Decision Processes* 171, 104153.
- 29.Sivarajah, U., S. Kumar, V. Kumar, S. Chatterjee, and J. Li. 2024. "A Study on Big Data Analytics and Innovation: From Technological and Business Cycle Perspectives." *Technological Forecasting and Social Change* 202, 123328.
- 30.Nunn, N., and N. Qian. 2014. "U.S. Food Aid and Civil Conflict." *American Economic Review* 104(6): 1630-1666.

The Effect of Innovation Collaboration among Supply Chain Enterprises: Insights from the Perspective of Factor Allocation Optimization

Feng Jiahai¹ and Yu Kaizhi²

(1: School of Science, Civil Aviation Flight University of China;

2: School of Statistics and Data Science, Southwest University of Finance and Economics)

Abstract: Deep innovation collaboration among supply-chain firms is a key mechanism for integrating innovation and industrial chains. Using inter-firm patent transfer and citation data and applying a double machine learning framework, this study examines the productivity effects and underlying mechanisms of innovation collaboration within supply chains. The results show that nearly half of firms engage in sustained innovation collaboration with upstream or downstream partners, leading to a significant increase in total factor productivity by 2.6%. Mechanism analysis reveals a dual-channel effect: collaboration alleviates traditional factor misallocation by correcting excessive capital input and insufficient labor input, while simultaneously enhancing the utilization of emerging factors such as technology, information, and data. Heterogeneity analysis indicates that the effects are stronger for small-sized firms, state-owned enterprises, firms with higher supply-chain efficiency, and those with strong risk awareness. Further network analysis demonstrates significant spillover effects from core firms, promoting productivity growth among connected firms and facilitating coordinated upgrading along the industrial chain. These findings provide policy implications for fostering factor optimization, innovation collaboration, and industrial upgrading.

Keywords: Supply Chain, Innovation Collaboration, Traditional Factors, New-type Factors

JEL Classification: D83, O32, P23

(责任编辑:彭爽)