

企业贸易网络中的创新溢出效应

——理论和基于高新技术企业认定政策的准自然实验分析

程大中 汪宁

摘要：本文研究企业与上下游伙伴之间形成的贸易网络中的创新溢出效应。首先构建一个生产网络与创新溢出模型，再以高新技术企业认定政策构造外生冲击，基于中国上市公司的供应商—客户贸易网络数据进行实证检验。研究发现，贸易伙伴的技术改进显著提升了企业的创新水平，即创新可以沿着企业贸易网络溢出，且该效应随着企业与其贸易伙伴之间贸易时间的延长以及企业自身吸收转化能力的提高而增强。此外，网络中的创新溢出具有双向和高阶特征。一方面，供应商创新通过降低成本的渠道促进了下游企业的创新投资，但由于投入的替代性和专用性，客户创新未能通过增加产出的渠道激励上游企业的研发创新；另一方面，高阶贸易伙伴的创新水平提升同样显著促进了企业的研发创新，且这一关系仍仅对高阶供应商显著。本研究为利用企业贸易网络破解企业创新困境提供了重要启示。

关键词：创新溢出；贸易网络；高新技术企业认定；网络分析；中国经济
[中图分类号] F710 [文献标识码] A [文章编号] 1002-4670 (2022) 12-0001-19

一、引言与文献述评

技术创新是企业保持长期竞争优势和实现稳定增长的关键因素（Porter, 1992）^[1]。然而，创新活动的外部性、高风险和高成本特征以及生产要素的错配等问题使得企业技术研发的市场有效供给不足（郭玥, 2018）^[2]。对此，企业越来越倾向于吸收外部知识溢出，并将其同内部创新要素整合到统一框架中进行知识的开发、保持和利用（Chesbrough, 2003）^[3]。作为信息获取和传递的重要媒介，外部网络是否以及如何为企业带来外部知识溢出已成为学者关注的重要问题。例如，Acemoglu 等（2016）^[4]认为技术进步是自力更生的过程，某部门的技术改进会推

[收稿日期] 2022-04-15

[基金项目] 国家自然科学基金面上项目“价值链网络演进与中国创新增长：理论机制、实证及政策研究”（72273034）；上海市哲学社会科学规划课题“全球大流行与全球价值链：影响、机制及中国应对”（2021BJL001）

[作者信息] 程大中：复旦大学经济学院教授；汪宁（通讯作者）：复旦大学经济学院博士研究生，电子邮箱 ningww1994@163.com

动有应用联系的相关部门的未来科技创新，从而描述了知识在创新网络中的溢出。此外，还有一些研究探讨了跨国公司分支网络、发明家网络、社会网络等的知识溢出（Bilir and Morales, 2020^[5]；Zacchia, 2020^[6]；Arieli et al., 2020^[7]）。

然而，鲜有研究讨论知识在企业与其上下游伙伴之间形成的贸易网络中的溢出。对这一问题的探讨在日渐以生产和贸易网络为典型特征的现代专业化分工与循环经济中尤为重要。如图1所示，与2009年相比，2013年中国上市公司的贸易网络变得更加密集，说明贸易网络对现代企业的创新决策有着越来越不可忽视的重要作用。基于上述背景和特征事实，本文讨论了贸易伙伴（供应商、客户）创新通过企业贸易网络在上下游企业间的溢出。首先在Acemoglu和Azar（2020）^[8]的生产网络模型设定中引入Aghion等（2019）^[9]关于企业创新的分析，构造一个生产网络与创新溢出模型。再以高新技术企业（以下简称“高企”）认定政策作为一项准自然实验，基于双重差分模型和中国上市公司供应商—客户贸易网络数据进行实证检验。本研究为国家实施创新驱动发展战略奠定了坚实的微观基础。

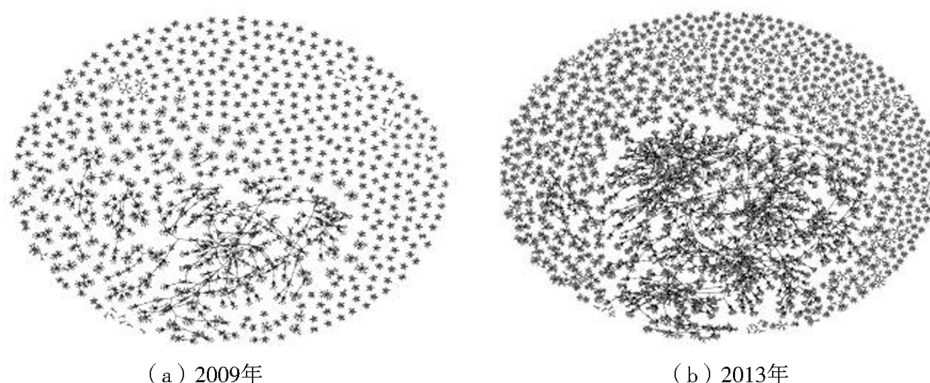


图1 中国上市公司贸易网络演变^①

本文与两支文献密切相关。第一支文献是关于网络与知识溢出的研究。自Marshall（1890）^[10]指出知识溢出在解释集聚带来生产率提升上的关键作用后，知识溢出理论已经在产业创新、地理集聚、国际贸易、经济增长等经济理论中占据重要位置。然而，知识在代理人或组织间溢出的具体机制仍不清晰。最近的研究开始在网络的框架内讨论知识在网络主体间的溢出，如创新网络（Acemoglu et al., 2016）、跨国公司网络（Bilir and Morales, 2020）、发明家网络（Zacchia, 2020）、社会网络（Arieli et al., 2020）等。与本文最密切相关的是Isaksson等（2016）^[11]、Chu等（2019）^[12]以及陈胜蓝和刘晓玲（2021）^[13]对供应链中客户

^①中国上市公司贸易网络由企业节点（上市公司及其上游供应商和下游客户）和节点间的连边（企业间具有供应、销售关系）组成。该网络是有向网络，即企业与其上游供应商和下游客户的贸易涉及不同的方向。

知识溢出的研究。然而，相关文献仅关注了直接客户创新通过地理邻近、知识转移等渠道的上游溢出，忽视了供应商创新通过成本降低渠道的下游溢出以及网络中创新溢出的高阶特征。

第二支文献是关于企业贸易网络冲击的溢出效应的研究。这方面的研究主要考察了对某部门的外生生产率冲击、技术冲击、需求冲击或某地区的交通基础设施改进、自然灾害突发等事件如何通过企业贸易网络的投入产出联系溢出到整体经济 (Acemoglu et al., 2012^[14]; Carvalho et al., 2021^[15]; Dhyne et al., 2021^[16])。然而，这些研究均未涉及企业的创新决策。基于此，本文借鉴 Aghion 等 (2019) 关于企业创新的分析，在创新投资引致企业边际利润和边际成本变化的两难冲突中内生最优研发投入 (或生产技术)，为企业贸易网络中的创新溢出提供一个合理的理论解释。此外，由于数据的限制，相关经验研究多在美国、日本、比利时、哥斯达黎加等国家展开，来自中国的经验证据较为不足。

本文的边际贡献主要体现在以下三个方面：首先，尽管已有学者考察供应链中的创新溢出，但均以双边贸易关系为对象，仅关注直接客户的创新溢出。与此不同，本文强调创新在企业贸易网络中溢出的双向性和高阶性，拓展了企业主体间创新行为互动的维度。其次，通过构建生产网络与创新溢出模型，在理论上揭示了创新在企业贸易网络中溢出的机制。最后，利用高企认定政策构造外生冲击，使用双重差分方法较为有效地识别了企业贸易网络中的创新溢出，为利用企业贸易网络破解创新困境提供了重要启示。

二、理论模型与假说

为了刻画企业贸易网络中贸易伙伴的创新水平，以及通过何种机制影响企业的创新行为，本文沿用 Acemoglu 和 Azar (2020) 的生产网络模型设定，并结合 Aghion 等 (2019) 关于企业创新的分析，构建生产网络与创新溢出模型。

(一) 模型构建

1. 家庭偏好

假设经济中有 $n \in N$ ($N = \{1, 2, \dots, N\}$) 个企业，其经营利润归家庭。家庭通过向企业提供劳动获得工资，并将收入所得用于最终品消费。每个家庭拥有一单位劳动禀赋，工资标准化为 1。效用函数为柯布—道格拉斯 (Cobb-Doglas, C-D) 形式：

$$U(D_1, D_2, \dots, D_N) = \prod_{i=1}^N (D_i)^{\beta_i} \quad (1)$$

其中， D_i 表示代表性家庭对最终品 i 的消费， $\beta_i \in (0, 1)$ 表示产品 i 在代表性家庭偏好中的权重，满足 $\sum_{i=1}^N \beta_i = 1$ 。家庭的预算约束为：

$$\sum_{i=1}^N P_i D_i = 1 + \lambda \Pi \quad (2)$$

其中, P_i 是产品 i 的价格, Π 是企业总利润, λ 是家庭获得总利润的比例。

2. 企业生产

假设代表性企业使用劳动力 (L) 和中间投入 (X) 生产单一异质性产品。该产品既可以作为最终品用于家庭消费, 也可以作为中间品用于异质性产品的再生产。根据 Acemoglu 和 Azar (2020), 假定生产技术为希克斯中性的柯布—道格拉斯 (Hicks-Neutral Cobb-Doglas, H-N C-D) 形式:

$$Y_i = F_i(L_i, X_{ij}) = \frac{1}{\alpha_i \prod_{j=1}^N \omega_{ij}^{\omega_{ij}}} A_i L_i^{\alpha_i} \prod_{j=1}^N X_{ij}^{\omega_{ij}} \quad (3)$$

其中, Y_i 、 L_i 、 X_{ij} 分别表示企业 i 的产出、使用的劳动投入以及来自企业 j 的中间投入, A_i 表示希克斯中性生产率。参数 ω_{ij} 是企业 i 使用的来自企业 j 的中间投入 (X_{ij}) 占企业 i 全部产出的比重, 由经济的生产网络结构决定, 参数 α_i 表示企业使用劳动投入的强度, 并且 $0 \leq \omega_{ij} \leq 1$, $0 \leq \alpha_i \leq 1$, $\alpha_i + \sum_{j=1}^N \omega_{ij} = 1$ 。

3. 市场结构

与 Acemoglu 和 Azar (2020) 等的研究一致, 本文引入资源错配或要素扭曲 μ ($\mu > 1$), 它可能由税收、管制、合约摩擦、信贷市场不完美或加成导致。从而企业的定价法则是边际成本加成定价:

$$P_i = \mu C_i \quad (4)$$

其中, C_i 表示企业 i 的边际成本 (或平均成本)。这里假定扭曲的资源有两种去向: 一是企业创新投资, 二是企业以经营利润形式获得并返还给家庭。

4. 企业创新决策

借鉴 Aghion 等 (2019) 的思想, 如果企业进行创新投资, 则其实际边际成本会降至基准边际成本以下, 假定降低的程度为创新投资的一定比例 ε , 即满足:

$$C_i = \frac{B_i}{\varepsilon_i K_i} \quad (5)$$

其中, $K_i > 1$, 表示企业 i 的实物创新投资, B_i 表示企业的基准边际成本, 即不进行创新投资时的边际成本。 ε_i 与企业创新成功的概率 η_i 有关, 即符合 $\varepsilon_i = \varepsilon(\eta_i)$ ^①。此外, 为简化起见, 假定创新成本是创新投资 K_i 的一次函数, 即 δK_i ($\delta > 0$)。对于基准边际成本为 B_i 的企业而言, 它将选择最优创新投资 K_i , 最大化包含创新决策的总利润, 且满足一阶条件:

$$M\Pi_i(B_i, K_i, \eta_i) = MK_i(K_i) \quad (6)$$

^①这里说明两点: 第一, η_i 只取 1 和 0 两个值, 即企业创新只有成功和失败两种可能。若创新成功 (即 η_i 取 1), 则 $\varepsilon_i > 1$; 若创新失败 (即 η_i 取 0), 则 $\varepsilon_i = 1/K_i$ 。第二, η_i 同外生技术冲击有关, 这与经验分析使用的政策冲击具有一致性。此处引入外生技术冲击的目的是为本文的静态模型设置一个起始点, 即初始外生技术冲击引致的特定企业的技术改进可以激励上下游企业的研发投资, 并进一步通过企业贸易网络溢出到高阶的上下游企业。

其中, MII_i 是边际利润, 为基准边际成本 B_i 、创新投资 K_i 和创新成功概率 η_i 的函数, MK_i 是边际创新成本, 为 K_i 的函数。

5. 均衡

根据对上述生产网络经济中偏好、生产和创新的假设, 可以定义均衡为一组向量 $(P^*, D^*, L^*, X^*, Y^*, K^*)$, 满足一系列均衡条件^①。

(二) 模型分析

1. 求解均衡边际成本和价格

结合前述模型设定, 并定义 $p_i = \ln P_i$, $c_i = \ln C_i$, $k_i = \ln K_i$, $a_i = \ln A_i$, $\zeta_i = \ln \varepsilon_i$, $m = \ln \mu$, 可以得到均衡边际成本、价格以及对应的矩阵形式^②:

$$c_i = \sum_{j=1}^N (\omega_{ij} p_j) - k_i - a_i - \zeta_i \quad (7)$$

$$p_i = \sum_{j=1}^N (\omega_{ij} p_j) + m - k_i - a_i - \zeta_i \quad (8)$$

$$p = (I - \Omega)^{-1} (m - k - a - \zeta) = H(m - k - a - \zeta) \quad (9)$$

其中, $p = (p_1, p_2, \dots, p_N)'$, $k = (k_1, k_2, \dots, k_N)'$, $m = m\mathbf{1}$, $a = (a_1, a_2, \dots, a_N)'$ 和 $\zeta = (\zeta_1, \zeta_2, \dots, \zeta_N)'$ 分别是均衡价格、创新投资、加成系数、生产率和创新投资作用强度对数列向量, $\mathbf{1}$ 是单位列向量, I 是单位矩阵, $\Omega = [\omega_{ij}]$ 是直接投入系数矩阵, $H = (I - \Omega)^{-1} = [h_{ij}]$ 是关于 Ω 的里昂惕夫逆矩阵 (Leontief Inverse) 或总投入系数矩阵。据此, 针对特定的企业 i , 均衡边际成本和价格可以重新表述为:

$$c_i = (-k_i - a_i - \zeta_i) + \sum_{j=1}^N (h_{ij} - 1_{j=i})(m - k_j - a_j - \zeta_j) \quad (10)$$

$$p_i = (m - k_i - a_i - \zeta_i) + \sum_{j=1}^N (h_{ij} - 1_{j=i})(m - k_j - a_j - \zeta_j) \quad (11)$$

其中, $1_{j=i}$ 是 $j=i$ 的指示函数, $j=i$ 时为 1, 否则为 0。

2. 求解均衡创新投资

当 $\mu \rightarrow 1$ 时, CES 效用函数退化为本文的 C-D 形式, 那么产品替代弹性 $\mu/\mu-1$ 也是产品需求的价格弹性, 从而有 $Y_i = P_i^{-(\mu/\mu-1)}$ 。将其和式 (4)、(11) 带入式 (6), 可以得到与均衡创新投资有关的方程:

$$-m - \frac{P_i}{e^m - 1} = \ln \delta + k_i \quad (12)$$

式 (12) 表明, 均衡创新投资与价格成反比例关系, 且创新是异质性的选择。

①家庭效用最大化, 企业基准边际成本最小化, 企业总利润最大化, 市场可竞争性, 市场出清。

②限于篇幅, 式 (7)、(8) 的具体推导过程可登录对外经济贸易大学学术刊物部网站“刊文补充数据查询”栏目查阅、下载。为使模型更加简洁, 均衡时的内生变量均未加*。

3. 供应商创新溢出

对式 (10) 和 (11) 求全微分, 可以得到均衡价格、边际成本与创新投资的关系:

$$dc_i = dp_i = \underbrace{-dk_i}_{\text{own effect}} - \underbrace{\sum_{j=1}^N (h_{ij} - 1_{j=i}) \times dk_j}_{\text{supplier network effect}} \quad (13)$$

由式 (13) 可知, 创新投资对均衡价格、边际成本的影响可以分解成两部分: 一是企业自身的负向影响 (own effect), 二是供应商的负向影响 (supplier network effect)。此外, 由于 h_{ij} 是总投入系数, 此处的供应商既包括直接供应商, 还包括间接供应商。进一步地, 将式 (12) 左右两侧对企业自身价格、边际成本求导, 可以观察生产网络中的成本降低机制如何影响企业创新, 整理得:

$$\frac{\partial k_i}{\partial c_i} = \frac{\partial k_i}{\partial p_i} = -\frac{1}{e^m - 1} < 0 \quad (14)$$

式 (14) 表明, 企业自身价格、边际成本降低会激励其创新投资。综合式 (13) 和 (14) 可以发现, 供应商创新通过降低边际成本的渠道沿着生产网络溢出到下游企业。并且供应商创新溢出具有高阶性质, 即包括直接溢出和间接溢出。

4. 客户创新溢出

根据均衡条件, 并定义 $y_i = \ln Y_i$, 可以得到均衡产出^①:

$$dy_i = \sum_{j=1}^N \frac{\hat{\omega}_{ji}}{e^m} dy_j + e^{k_i - y_i} dk_i + \frac{\lambda \delta \beta_i e^{-p_i - y_i}}{(1 - \lambda)} \sum_{j=1}^N e^{k_j} dk_j \quad (15)$$

其中, $\hat{\omega}_{ji} = e^m P_i X_{ji} / P_i Y_i$, 是企业 i 流向企业 j 的中间投入 (X_{ji}) 占企业 i 全部产出的比重, 且 $0 \leq \hat{\omega}_{ji} \leq 1$ 。进一步地, 将上式表述成矩阵形式:

$$dy = (I - e^{-m} \hat{\Omega})^{-1} \Lambda dk = \hat{H} \Lambda dk \quad (16)$$

其中, $y = (y_1, y_2, \dots, y_N)'$ 是均衡产出对数列向量, $\hat{\Omega}$ 是以 $\hat{\omega}_{ji}$ 为基本元素的矩阵, $\hat{H} = (I - e^{-m} \hat{\Omega})^{-1} = [\hat{h}_{ji}]$ 是 $\hat{\Omega}$ 的里昂惕夫逆^②。因此, 对特定企业 i , 式 (16) 可以简化为:

$$dy_i = \underbrace{e^{k_i - y_i} dk_i}_{\text{own effect}} + \underbrace{\sum_{j=1}^N (\hat{h}_{ji} - 1_{j=i}) e^{k_j - y_j} dk_j}_{\text{customer network effect}} + \underbrace{\sum_{j=1}^N \hat{h}_{ji} \frac{\lambda \delta \beta_j e^{-p_j - y_j}}{1 - \lambda} \sum_{h=1}^N e^{k_h} dk_h}_{\text{resource constraint effect}} \quad (17)$$

①本文考察产出扩张路径时, 关闭成本降低渠道, 即假定边际成本不随创新投资变化。

②A 的具体形式为: $A = \begin{pmatrix} e^{k_1 - y_1} + \frac{\lambda \delta \beta_1 e^{k_1 - p_1 - y_1}}{(1 - \lambda)} & \dots & \frac{\lambda \delta \beta_1 e^{k_n - p_1 - y_1}}{(1 - \lambda)} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{\lambda \delta \beta_n e^{k_1 - p_n - y_n}}{(1 - \lambda)} & \dots & e^{k_n - y_n} + \frac{\lambda \delta \beta_n e^{k_n - p_n - y_n}}{(1 - \lambda)} \end{pmatrix}$ 。

由式(17)可知,创新投资对均衡产出的影响可以分解成三部分:一是企业自身的正向影响(own effect),二是客户的正向影响(customer network effect),由于 \hat{h}_{ij} 是总供给系数,此处的客户既包括直接客户,还包括间接客户,三是资源约束效应(resource constraint effect)^①。进一步地,将式(12)左右两侧对企业自身产出求导,可以观察生产网络中的产出扩张机制如何影响企业创新,整理得:

$$\frac{\partial k_i}{\partial y_i} = \frac{1}{e^m} > 0 \quad (18)$$

式(18)表明,企业自身产出的增加会激励其进行创新投资,综合式(17)和(18)可以发现,客户创新通过增加产出的渠道沿着生产网络溢出到上游企业。并且客户创新溢出具有高阶性质,即包括直接溢出和间接溢出。

基于上述分析,本文提出如下假说:创新可以沿着企业贸易网络溢出。具体来说,供应商创新通过降低边际成本的渠道沿着网络溢出到下游企业,而客户创新通过增加产出的渠道沿着网络溢出到上游企业。并且,企业贸易网络中的创新溢出具有高阶性质,即包括直接溢出和间接溢出。

三、政策背景、识别策略及变量

(一) 政策背景

本文利用高企认定政策构造外生冲击,研究对象是贸易伙伴被认定为高企的相关企业。根据科技部、财政部和国家税务总局在2008年发布的《高新技术企业认定管理办法》(以下简称《办法》),企业被认定为高企后,可以享受一系列政策优惠,如15%的所得税优惠税率、研发支出在计算所得税时加计扣除、星火计划、火炬计划和863计划等项目的资金支持以及各项创新补贴、土地优惠、贷款贴息等。同时,后文的政策冲击强度检验和相关研究均表明,《办法》显著提升了企业的研发创新水平(杨国超和芮萌,2020^[17]; Chen et al., 2021^[18])。

根据《办法》,认定高企在可量化的客观标准和不可量化的主观标准上具有一定门槛^②。一个担忧是,高企认定政策对直接被认定企业可能有一定的内生性。事实上,本文关注的核心不是政策的直接效应,而是政策冲击直接被认定企业(贸易伙伴企业)对上下游企业(研究对象企业)的溢出。高企认定政策的外生性体现在企业无法预测其贸易伙伴是否能获得认定。通常情况下,企业间的业务往来往往基于长期的合约,而贸易伙伴能否在合约期间内获得认定确实很难被企业在签订合约前就提前预测到。因而,高企认定政策对贸易伙伴研发创新的影响,对企业而言就形成了一个相对外生的准自然实验。由此,可以利用冲击导致的贸易伙伴创新变动识别贸易伙伴创新经由企业贸易网络的溢出。

^①反映了创新投资对代表性家庭预算约束的影响,即创新投资来自企业利润,会减少用于家庭私人消费的资源。

^②例如,高新技术产品(服务)、研究开发费用以及科技人员占比需要超过一定比例。

(二) 识别策略及变量

基于前文的理论模型与假说,本文构造以下双重差分模型识别企业贸易网络中的创新溢出效应:

$$IN_{it} = \alpha + \beta TP_{it} + \gamma X_{it} + t_i + p_t + \eta_o + \delta_j + \lambda_r + \varepsilon_{it} \quad (19)$$

其中, IN_{it} 表示企业的创新水平,以产出端的专利申请数目表示,取原值加1的自然对数。 TP_{it} 表示因企业而异的处理虚拟变量,若企业 i 在第 t 期开始有贸易伙伴被认定为高企,则代表企业 i 进入处理期,若年份大于等于 t ,则 TP_{it} 取1,否则取0。 X_{it} 表示控制变量,首先控制企业自身受到的政策冲击 (PT_{it})^①,然后引入了企业年龄 (Age_{it} , 当前年份与成立年份之差加1的对数)、企业规模 ($Size_{it}$, 总资产的对数)、现金资产比率 ($Cash_{it}$, 现金及现金等价物占总资产比例)、总资产周转率 ($Sigr_{it}$, 营业收入占总资产比例)、固定资产比率 ($Capital_{it}$, 固定资产占总资产比例)、研发投入 (Rd_{it} , 研发投入加1的对数)、政府补助率 ($Subsidy_{it}$, 政府补助占总资产比例)、出口倾向 ($Export_{it}$, 若出口则取1,否则取0)、多元化经营倾向 (Div_{it} , 若跨行业经营单元数大于1则取1,否则取0)、竞争势力 ($Mark_{it}$, 营业收入除以营业成本) 和行业市场集中度 (HHI_{it} , 赫芬达尔·赫希曼指数)。此外, t_i 、 p_t 、 η_o 、 δ_j 和 λ_r 分别表示企业、时间、所有制、行业和地区固定效应^②, ε_{it} 表示随机扰动项。

最后,为构建上述变量,本文使用了2009—2013年中国上市公司数据,包括四个部分:一是从上市公司年报得到的前五大供应商、客户贸易数据,用于识别上市公司的贸易伙伴和构建企业贸易网络;二是中国研究数据服务平台的企业专利数据;三是高企认定数据,上市公司来自国泰安数据库,非上市公司来自全国企业税收调查数据;四是国泰安数据库的企业财务数据,用于得到控制变量。此外,为避免异常值的影响,本文对所有连续型变量进行了上下1%的缩尾处理。

四、实证结果与分析

(一) 基准回归

表1汇报了基准回归结果。从全样本看,仅控制固定效应时, TP_{it} 的系数显著为正,说明政策冲击使得贸易伙伴被认定为高企的相关企业的专利申请相比于贸易伙伴均为非高企的其他企业显著提升。具体而言,贸易伙伴获得认定促使企业的专利申请增加30.6%。在添加控制变量后, TP_{it} 的系数虽然有所降低,但仍然在5%的统计水平上显著。

从供应商和客户子样本看,供应商的技术改进显著激励了企业的创新行为,而客户获得认定虽然也对企业的专利申请产生了正向影响,但估计系数并不显著。对

^①即若企业 i 在第 t 期被认定为高企,且年份大于等于认定时间,则 PT_{it} 取1,否则取0。

^②企业所有制类型包括国有、民营与外资三种,所属行业基于中国证监会发布的《上市公司分类与代码》(2012年版)1分位行业划分确定,所属地区涉及31个省、区、市。

此, 本文在机制分析部分进一步探讨企业贸易网络中不存在客户创新溢出的原因。本文基于中国数据的发现同 Acemoglu 等 (2015)^[19] 对美国行业和 Lane (2017)^[20] 对韩国行业的研究结果类似。此外, 自身被认定为高企以及成立年限短、规模大、固定资产比率低、研发投入高、政府补助多、出口倾向高、多元化倾向低的企业具有更高的创新水平, 符合预期。

表 1 基准回归结果

变量	全样本		供应商		客户	
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
TP_{it}	0.306*** (4.67)	0.123** (2.09)	0.583*** (5.68)	0.322*** (3.39)	0.054 (0.61)	0.005 (0.07)
PT_{it}		0.999*** (18.23)		0.984*** (11.51)		0.956*** (15.71)
Age_{it}		-0.132*** (-2.78)		-0.152** (-2.10)		-0.157*** (-2.94)
$Size_{it}$		0.381*** (18.87)		0.448*** (14.68)		0.322*** (14.85)
$Cash_{it}$		0.036 (0.29)		0.362* (1.91)		-0.058 (-0.41)
$Sigr_{it}$		0.156*** (3.11)		0.235*** (3.04)		0.097* (1.78)
$Capital_{it}$		-0.751*** (-5.64)		-1.049*** (-4.93)		-0.582*** (-3.96)
Rd_{it}		0.014*** (4.84)		0.010** (2.33)		0.013*** (3.92)
$Subsidy_{it}$		7.421*** (3.37)		9.620** (2.39)		7.975*** (3.28)
$Export_{it}$		0.051 (1.16)		0.051 (0.75)		0.085* (1.72)
Div_{it}		-0.169*** (-4.14)		-0.207*** (-3.27)		-0.093** (-2.04)
$Mark_{it}$		0.009 (0.22)		-0.079 (-1.19)		0.037 (0.78)
HHI_{it}		-0.193 (-0.27)		1.038 (0.89)		-0.607 (-0.79)
常数项	-0.044 (-0.46)	-8.041*** (-17.01)	0.135 (0.78)	-9.470*** (-12.82)	1.422*** (14.16)	-5.684*** (-11.82)
固定效应	是	是	是	是	是	是
N	4 002	4 002	1 834	1 834	3 058	3 058
R ²	0.258	0.421	0.294	0.461	0.254	0.403

注: 括号中是 t 值, 使用稳健标准误; **、* 分别表示 1%、5% 和 10% 显著性水平。若无特殊说明, 下表同。限于篇幅, 下表省略了控制变量和常数项的估计结果。

(二) 稳健性检验

第一，政策冲击强度检验。一项合适的政策应有足够的强度影响企业行为 (Atanasov and Black, 2016)^[21]。在本文中，高企认定政策应能显著激励贸易伙伴的创新。根据表2的第(1) — (4)列，无论使用何种创新指标 (取对数)，政策均显著激励了直接被认定企业的创新，且冲击的强度较大^①。并且，这一结论在杨国超和芮萌 (2020)、Chen 等 (2021) 等的研究中也得到证实。此外，根据表2的第(5) — (7)列，高企认定政策主要通过政府补贴 (取对数)、税收减免 (%) 和利率优惠 (%) 提高了获得认定企业的创新水平。

表2 政策冲击强度及影响渠道检验

变量	专利申请	专利授权	专利引用	研发投入	政府补贴	税率	利率
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
PT_{it}	1.006*** (18.40)	0.876*** (17.25)	0.556*** (11.28)	3.210*** (10.71)	0.221*** (3.74)	-6.957*** (-42.11)	-0.009*** (-4.48)
控制变量	是	是	是	是	是	是	是
固定效应	是	是	是	是	是	是	是
N	4 002	4 002	4 002	4 002	3 815	3 879	3 285
R ²	0.420	0.402	0.411	0.435	0.427	0.656	0.084

注：第(4)、(5)列的因变量分别为研发投入和政府补贴，不再作为对应列的控制变量引入。

第二，平行趋势检验。双重差分策略有效的重要前提是平行趋势假设，即若不存在高企认定政策，则处理组和控制组企业的创新水平有相似的变化趋势。对此，使用事件研究法验证，设定如下计量回归模型：

$$IN_{it} = \alpha + \sum_{\tau=-3}^4 \beta_{\tau} TP_{i,t+\tau} + \gamma X_{it} + t_i + p_t + \eta_o + \delta_j + \lambda_r + \varepsilon_{it} \quad (20)$$

其中， β_{τ} 是需要重点关注的参数。图2的(a)、(b)是根据90%的置信区间绘制的 β_{τ} 的估计值。可以看出， β_{τ} 在政策实施前三年和当年均不显著，而在政策实施后四年基本均显著大于0，表明本文的双重差分模型设定基本通过了平行趋势检验。并且，上述结论在供应商子样本中更为明显。

第三，安慰剂检验。一是随机改变政策处理时间，即对处理组的每个企业，从2009—2013年随机抽取一个虚假的政策处理时间 (其贸易伙伴获得认定的时间)，结果见图2(c)、(d)；二是随机生成处理组，即对2009—2013年的每一年，从全部企业中随机抽取与初始样本数目相同的虚假处理企业 (假定这些企业当年在处理期)，结果见图2(e)、(f)。上述两个过程均重复500次，我们发现，图2的回归系数大于基准回归中参数值的比例均不超过10% (分别为7.2%、0.4%、2.8%、1%)，表明本文的双重差分模型设定基本通过了安慰剂检验。

①本文还对政策的直接效应 (以专利申请为例) 进行了平行趋势检验、安慰剂检验和PSM方法匹配控制组检验，结果符合预期，表明了政策的有效性，限于篇幅，具体检验结果查阅同前。

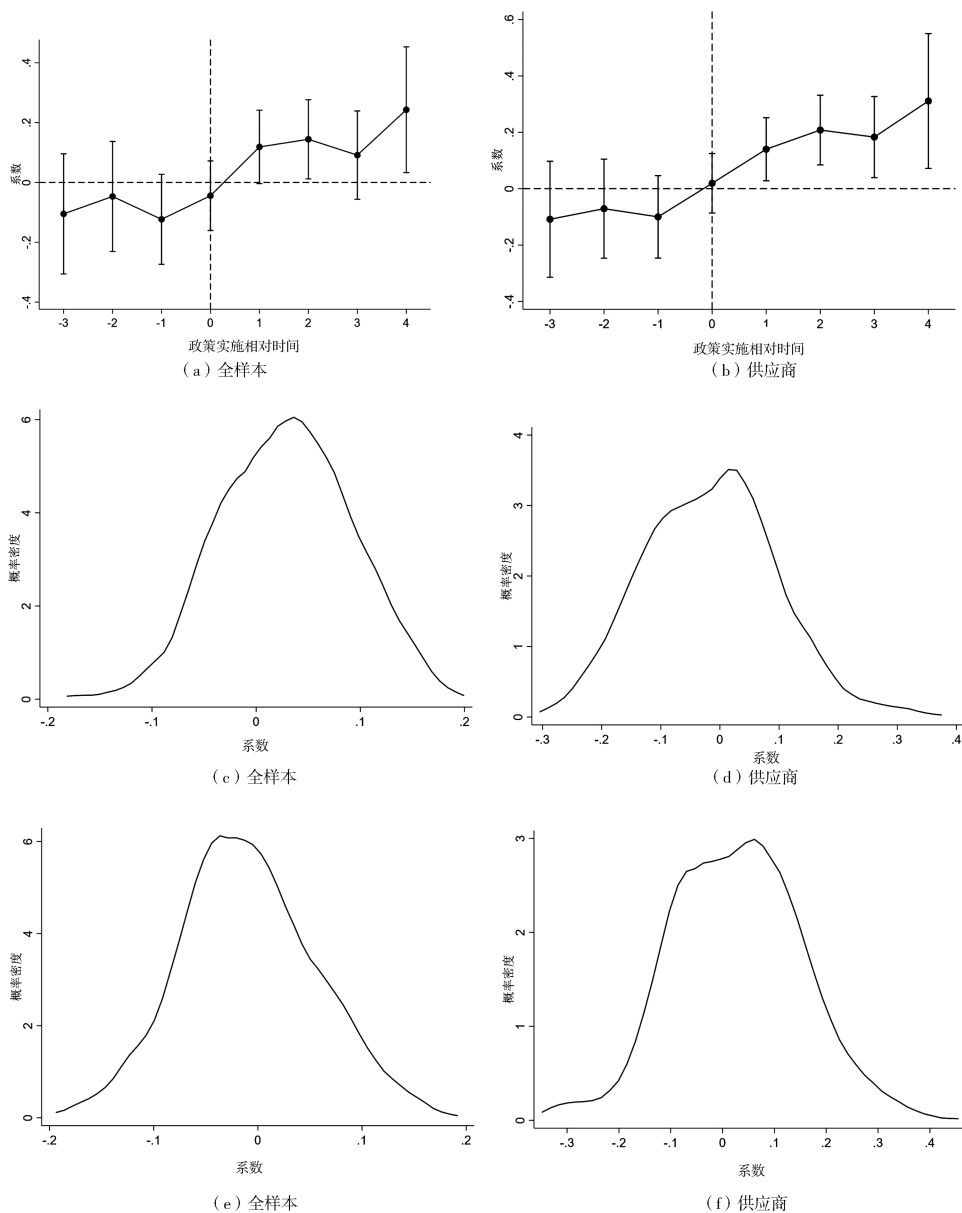


图2 平行趋势检验与安慰剂检验

第四，倾向得分匹配方法（Propensity Score Matching, PSM）。具体来说，将控制变量作为匹配变量，按照倾向得分进行一对一近邻匹配。协变量非平衡检验结果表明，匹配得到的控制组和处理组在重要的可观测特征上不存在显著差异。此外，由表3可知，在全样本和供应商子样本中，使用PSM方法重新匹配控制组后，基本研究结论仍然成立。

表3 重新匹配控制组

变量	全样本		供应商	
	(1)	(2)	(3)	(4)
TP_{it}	0.207*** (2.79)	0.120* (1.74)	0.315*** (3.21)	0.200** (2.09)
控制变量	否	是	否	是
固定效应	是	是	是	是
N	2 968	2 968	1 658	1 658
R ²	0.239	0.377	0.296	0.410

第五,工具变量(IV)检验。首先,根据Bramoullé等(2009)^[22]对社会网络同伴效应的研究,(一阶)间接同伴的基本特征相对外生,且其和直接同伴的行为结果有关。借鉴这一思想,本文使用(一阶)间接贸易伙伴的基本特征^①作为工具变量。此外,本文还使用滞后一期政策冲击以及企业所在年度—行业(3分位)的平均政策冲击作为工具变量。由表4可知,使用工具变量后,基准回归的结论仍然成立。

表4 工具变量回归

项目	全样本			供应商		
	Bramoullé等(2009)	滞后一期IV	年度—行业IV	Bramoullé等(2009)	滞后一期IV	年度—行业IV
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
IV_TP_{it}	3.982* (1.92)	0.448*** (3.36)	2.778*** (5.79)	1.712* (1.67)	0.866*** (3.61)	2.106*** (5.78)
控制变量	是	是	是	是	是	是
固定效应	是	是	是	是	是	是
N	938	2 051	4 002	430	761	1 834
R ²	-0.316	0.460	0.098	0.474	0.534	0.355
First-stage β value		0.542*** (22.50)	0.328*** (9.73)		0.578*** (13.69)	0.413*** (12.11)
First-stage F test	12.0***	506.33***	94.76***	26.3***	187.51***	146.55***
Underidentification test (K-P LM)	8.279	317.986	82.628	21.411	123.060	115.493
Weak identification test (C-D Wald F)	1.083	1567.398	90.211	2.926	680.773	151.523
Overidentification test (Hansen J)	5.045			12.520		

^①我们使用了与核心解释变量 TP_{it} 相关程度较高的(一阶)间接贸易伙伴的若干基本特征,包括是否为高企、企业规模、固定资产比率、研发投入、出口倾向、多元化经营倾向、竞争势力和行业市场集中度。

第六,其他稳健性检验。首先,更换创新指标。一是引入企业是否申请专利的虚拟变量(申请取1,否则取0);二是使用专利授权、被引的数量以及研发投入(均取原值加1的对数)^①。其次,更换贸易伙伴创新指标。一是采用贸易伙伴被认定的比例;二是采用贸易伙伴被认定的总数。再次,考虑到供应商或客户为关联企业可能造成的偏差,剔除相关样本。最后,使用行业—年份和省份—年份固定效应以控制可能起干扰作用的随时间改变的行业和省份层面其他政策。由表5可知,上述稳健性检验基本不影响基准回归结论,说明本文的研究结果较为稳健。

表5 其他稳健性检验

面板 A 全样本									
变量	是否申请专利	专利授权	专利引用	研发投入	被认定比例	被认定总数	行业—年份固定	省份—年份固定	关联企业
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
TP_{it}	0.146** (1.97)	0.097* (1.74)	0.091 (1.62)	0.501 (1.50)	0.212*** (3.15)	0.128*** (3.85)	0.125** (2.08)	0.123** (2.04)	0.133* (1.96)
控制变量	是	是	是	是	是	是	是	是	是
固定效应	是	是	是	是	是	是	是	是	是
N	3 986	4 002	4 002	4 002	4 002	4 002	4 002	4 002	3 082
R ²	0.402	0.402	0.411	0.435	0.422	0.423	0.424	0.435	0.459
面板 B 供应商									
变量	是否申请专利	专利授权	专利引用	研发投入	被认定比例	被认定总数	行业—年份固定	省份—年份固定	关联企业
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
TP_{it}	0.156 (1.29)	0.362*** (4.00)	0.188** (2.06)	-0.454 (-0.84)	0.332*** (3.23)	0.328*** (4.88)	0.315*** (3.24)	0.311*** (3.09)	0.322*** (2.68)
控制变量	是	是	是	是	是	是	是	是	是
固定效应	是	是	是	是	是	是	是	是	是
N	1 813	1 834	1 834	1 834	1 834	1 834	1 834	1 834	1 413
R ²	0.402	0.435	0.463	0.380	0.461	0.467	0.470	0.490	0.521

注:第(1)列采用Probit模型,括号中是z值,其他列采用OLS模型,括号中是t值;第(4)列的因变量为研发投入,不再作为对应列的控制变量引入。

(三) 异质性分析

1. 关系持续时间

一般而言,人的活动是知识在企业贸易网络中溢出的重要桥梁(Kogut and Zander, 1992)^[23],且有效交流和知识传递均需要时间的累积。因而,企业与其贸

^①根据表5的第(1) — (4)列,贸易伙伴创新水平的提升从产出端而非投入端激励了企业研发创新。

易伙伴之间贸易关系的持续时间是知识在企业贸易网络中溢出的重要影响因素。基于此,本文以在样本期内多次成为企业贸易伙伴的企业占全部贸易伙伴的比例 (Dum_{it}) 刻画关系持续时间,将其以交互项的形式引入计量模型 (19)。根据表 6 的第 (1)、(3) 列,企业与其供应商关系的持续时间越长,供应商技术改进对企业创新行为的激励效应越大,符合理论预期。但全样本的上述影响效应仅在 15% 的水平上显著。

2. 吸收转化能力

一般来说,企业的吸收转化能力决定了其受益于贸易伙伴知识溢出的程度 (Oh, 2017)^[24]。并且,与低技术企业相比,高技术企业可以利用自身的技术优势更好地消化和吸收网络中其他企业的信息和技术。对此,本文以企业自身是否为高企 (Dum_{it}) 刻画吸收转化能力,将其以交互项的形式引入计量模型 (19)。根据表 6 的第 (2)、(4) 列,企业的吸收转化能力越强,供应商技术改进对企业创新水平的提升效应越大,符合理论预期。同样地,全样本的上述影响效应仅在 12% 的水平上显著。

表 6 异质性分析

变量	全样本		供应商	
	关系持续时间	吸收转化能力	关系持续时间	吸收转化能力
	(1)	(2)	(3)	(4)
$TP_{it} \times Dum_{it}$	0.078 (1.42)	0.122 (1.55)	0.188** (2.06)	0.248* (1.91)
TP_{it}	-0.010 (-0.09)	0.069 (0.93)	0.131 (1.00)	0.171 (1.34)
Dum_{it}	-0.110*** (-2.99)	0.981*** (15.01)	-0.055 (-1.04)	0.898*** (9.16)
控制变量	是	是	是	是
固定效应	是	是	是	是
N	4 002	4 002	1 834	1 834
R ²	0.363	0.422	0.414	0.462

(四) 进一步讨论: 企业贸易网络中的高阶创新溢出

前文考察了企业贸易网络中的直接创新溢出,下面进一步探讨网络中的高阶创新溢出,即同时关注直接和间接贸易伙伴的技术改进如何影响企业的创新行为。本部分将贸易伙伴是否获得高企认定的变量重新定义如下:

$$TP_{it} = \sum_{j=1}^N (h_{ijt} - 1_{j=i}) \times tp_{jt} \quad (21)$$

其中, TP_{it} 表示企业 i 的直接和间接贸易伙伴整体受政策冲击的情况^①。 tp_{jt} 是直接或间接贸易伙伴 j 是否获得认定的变量 (是则取 1, 否则取 0)。 h_{ijt} 是总投入系数矩阵 H ^② 的元素。 $1_{j=i}$ 是 $j=i$ 的指示函数 ($j=i$ 时为 1, 否则为 0), $h_{ijt}-1_{j=i}$ 的目的在于剔除企业自身受到的直接政策冲击。从表 7 可以看出, 高企认定政策引致的直接和间接贸易伙伴的技术改进显著激励了企业研发创新, 说明企业贸易网络中存在高阶创新溢出, 但上述结论仅对直接和间接供应商显著, 这同仅考察直接创新溢出的基准回归部分的结论一致。

表 7 企业贸易网络中的高阶创新溢出

变量	全样本		供应商		客户	
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
TP_{it}	0.351*** (5.04)	0.147** (2.30)	0.464*** (5.64)	0.209*** (2.77)	0.160 (1.31)	0.064 (0.59)
控制变量	否	是	否	是	否	是
固定效应	是	是	是	是	是	是
N	4 002	4 002	4 002	4 002	4 002	4 002
R ²	0.335	0.421	0.336	0.421	0.330	0.420

五、机制检验

(一) 成本降低机制

前文的理论模型表明, 供应商的创新水平越高, 企业的边际成本就越低, 而边际成本的降低有利于增加企业研发投资的边际利润, 从而促使其研发创新。为了检验这一机制, 本文使用供应商样本, 采用企业投入占产出百分比加 1 的自然对数作为边际成本的代理变量, 并将其作为中介变量 ($Channel_{it}$), 构建包括式 (19) 和如下两式的中介效应模型:

$$Channel_{it} = \alpha + \beta TP_{it} + \gamma X_{it} + t_i + p_t + \eta_o + \delta_j + \lambda_r + \varepsilon_{it} \quad (22)$$

$$IN_{it} = \alpha + \beta TP_{it} + \mu Channel_{it} + \gamma X_{it} + t_i + p_t + \eta_o + \delta_j + \lambda_r + \varepsilon_{it} \quad (23)$$

根据表 8 的第 (1) 列, 当边际成本作被解释变量时, TP_{it} 的系数在 5% 的统计水平上显著为负, 即供应商创新水平的提升显著降低了下游企业的边际成本。当把中介变量和政策冲击变量同时放进模型时, 第 (2) 列结果显示, 边际成本的降低有利于企业研发创新, 且 TP_{it} 的系数与基准结果相比显著减小, 表明成本降低渠

^① TP_{it} 是企业 i 所有直接和间接贸易伙伴受政策扶持情况的加权, 权重为每个贸易伙伴对企业 i 的影响力。

^② H 对应的直接投入系数矩阵 Ω 的元素 ω_{ij} 定义为: 若企业 j 是企业 i 的直接贸易伙伴, 则 ω_{ij} 取 1 除以企业 i 全部直接贸易伙伴的数目, 否则取 0。

道确实是供应商创新溢出的作用机制^①。

表8 机制检验

变量	边际成本	企业创新	产出	企业创新	特定客户购买	企业创新
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
$Channel_{it}$		-0.570*** (-4.46)		0.019 (0.26)		
$TP_{it} \times Div_{it}$						0.047** (2.11)
TP_{it}	-0.043** (-2.43)	0.259*** (2.70)	-0.004 (-0.24)	0.005 (0.07)	-0.159*** (-4.37)	-0.077 (-0.88)
控制变量	是	是	是	是	是	是
固定效应	是	是	是	是	是	是
N	1 787	1 787	3 058	3 058	5 626	3 058
R ²	0.279	0.469	0.966	0.403	0.585	0.404

(二) 产出扩张机制

前文的理论模型表明,客户创新水平越高,企业的产出就越高,而产出的提升有利于增加企业研发投资的边际利润,从而促使其研发创新。为了检验这一机制,本文使用客户样本,采用企业销售收入加1的自然对数作为产出的代理变量,并将其作为中介变量($Channel_{it}$),涉及的计量模型同样包括式(19)、式(22)和式(23)。根据表8的第(3)列,当产出作被解释变量时, TP_{it} 的系数不显著,即客户的技术改进并未显著增加上游企业的产出。同时,当把中介变量和政策冲击变量同时放进模型时,第(4)列结果显示, TP_{it} 的系数同样不显著^②。

上述结论与理论模型不符,一个可能的解释是“投入替代性假说”,即客户技术改进引致对上游产品需求的替代。例如,环境规制政策倒逼企业绿色技术创新(李青原和肖泽华,2020)^[26],反过来,企业设计出更加清洁的机器设备后,也会减少对高污染投入品的使用。此外,转变经济增长方式,使用研发要素替代物质要素,也是新常态下中国经济可持续发展的应有之义。为验证这一假说,将特定客户的产品购买额(原值加1的自然对数)对其受到的政策冲击进行回归。根据表8第(5)列,客户技术改进显著降低了其产品需求,即客户创新能力提升引致了对上游企业产品需求的替代,符合“投入替代性假说”。

客户技术改进未能激励企业创新的另一个可能解释是“投入专用性假说”,即创新能力较强的客户可能对其中间投入的性能有特定要求(Fischer and Reuber, 2004)^[27]。企业为维护 and 重要客户的关系,满足客户需求,可能会专注于客户需要的

^①我们还使用Sobel(1982)^[25]的方法进行了系数乘积检验,得出Sobel检验p值小于0.05,说明中介效应成立。

^②可以看出, $Channel_{it}$ 的系数也不显著。进一步分析表明,企业产出和规模具有高度共线性(相关系数超过0.9),若将 $Size_{it}$ 从模型中去掉,则 $Channel_{it}$ 的系数显著为正,说明产出的增加有利于企业创新。

特定产品，减少用于自主研发的资源。可以看出，“投入专用性假说”成立的一个关键条件是企业的产品具有单一性。为验证这一假说，本文在式（19）中引入多样化经营 Div_{it} 与 TP_{it} 的交互项。由表8第（6）列可知，交互项的系数显著为正，说明多样化经营减弱了客户研发对企业创新的不利影响，即“投入专用性假说”成立。

六、结论与启示

本文通过构建一个生产网络与创新溢出模型，并以高企认定政策构造外生冲击，基于中国上市公司供应商—客户贸易网络数据进行检验，研究了企业与上下游伙伴形成的贸易网络中的创新溢出效应，得出如下主要结论：（1）高企认定政策引致的贸易伙伴创新水平提升显著激励了企业的专利申请，即创新可以沿着企业贸易网络溢出。（2）在进行平行趋势检验、安慰剂检验、PSM方法匹配控制组检验、工具变量检验，并更换主要变量，考虑关联企业以及随时间改变的行业和地区层面因素的影响后，基础结论仍然稳健。（3）企业贸易网络中的创新溢出具有双向和高阶特征。一方面，供应商创新通过降低边际成本的渠道促进了下游企业的创新投资，但由于投入的替代性和专用性，客户创新未能通过增加产出的渠道激励上游企业创新；另一方面，高阶贸易伙伴的创新水平提升同样显著促进了企业的创新行为，且这一关系仍仅对高阶供应商显著。（4）异质性分析表明，企业与其贸易伙伴的贸易时间越长、企业的吸收转化能力越高，企业贸易网络中的创新溢出效应越强。

本文考察了企业贸易网络中的创新溢出效应，对生产网络化背景下利用企业贸易网络破解企业创新困境具有重要启示。首先，企业拓展贸易网络时，应将企业贸易网络带来的创新效应纳入到其经营目标和生产函数中，尤其是利用好直接和间接供应商的知识溢出。其次，政府制定产业政策时，应综合评估政策的直接效应和企业贸易网络引致的溢出效应，即要用更加一般均衡的思想进行政策设计。再次，企业应与其贸易伙伴保持良好且持久的商业关系，持续提高自身技术水平，以更好地吸收和转化来自贸易伙伴的知识溢出。最后，由于客户创新带来的中间投入替代和中间品专用等，企业可能面临较大的交易成本和不确定性，不利于其充分利用来自客户的知识溢出。因此，企业应尽量选择多元化的经营策略，进行更多的自主研发和创新，从而获得长期竞争优势。

[参考文献]

- [1] PORTER M. Capital Disadvantage: America's Failing Capital Investment System [J]. Harvard Business Review, 1992, 19 (4): 65-82.
- [2] 郭玥. 政府创新补助的信号传递机制与企业创新 [J]. 中国工业经济, 2018 (9): 98-116.
- [3] CHESBROUGH H. Open Innovation: The New Imperative for Creation and Profiting from Technology [M]. Harvard Business School Press, 2003.
- [4] ACEMOGLU D, AKCIGIT U, KERR W R. Innovation Network [J]. Proceeding of the National Academy of Sciences of the United States of America, 2016, 113 (41): 11483-11488.

- [5] BILIR K L, MORALES E. Innovation in the Global Firm [J]. *Journal of Political Economy*, 2020, 128 (4): 1566–1625.
- [6] ZACCHIA P. Knowledge Spillovers through Networks of Scientists [J]. *Review of Economic Studies*, 2020, 87 (4): 1989–2018.
- [7] ARIELI I, BABICHENKO Y, PERETZ R, et al. The Speed of Innovation Diffusion in Social Networks [J]. *Econometrica*, 2020, 88 (2): 569–594.
- [8] ACEMOGLU D, AZAR P D. Endogenous Production Network [J]. *Econometrica*, 2020, 88 (1): 33–82.
- [9] AGHION P, BERNARD A, LEQUIEN M, et al. The Heterogeneous Impact of Market Size on Innovation; Evidence from French Firm-level Exports [R]. NBER Working Paper, 2019, No. 24600.
- [10] MARSHALL A. *Principles of Economics* [M]. Macmillan, 1890.
- [11] ISAKSSON O, SIMETH H D M, SEIFERT R W. Knowledge Spillovers in the Supply Chain: Evidence from the High Tech Sectors [J]. *Research Policy*, 2016, 45 (3): 699–706.
- [12] CHU Y, TIAN X, WANG W. Corporate Innovation Along the Supply Chain [J]. *Management Science*, 2019, 65 (6): 2445–2466.
- [13] 陈胜蓝, 刘晓玲. 生产网络中的创新溢出效应——基于国家级高新区的准自然实验研究 [J]. *经济学(季刊)*, 2021, 21 (5): 1839–1858.
- [14] ACEMOGLU D, CARVALHO V M, OZDAGLAR A, et al. The Network Origins of Aggregate Fluctuations [J]. *Econometrica*, 2012, 80 (5): 1977–2016.
- [15] CARVALHO V M, NIREI M, SAITO Y, et al. A. Supply Chain Disruptions; Evidence from the Great East Japan Earthquake [J]. *The Quarterly Journal of Economics*, 2021, 136 (2): 1255–1321.
- [16] DHYNE E, KIKKAWA A K, TINTELOT F A. Trade and Domestic Production Networks [J]. *Review of Economic Studies*, 2021, 88 (2): 643–668.
- [17] 杨国超, 芮萌. 高新技术企业税收减免政策的激励效应与迎合效应 [J]. *经济研究*, 2020, 55 (9): 174–191.
- [18] CHEN Z, LIU Z, SUÁREZ-SERRATO J C, et al. Notching R and D Investment with Corporate Income Tax Cuts in China [J]. *American Economic Review*, 2021, 111 (7): 2065–2100.
- [19] ACEMOGLU D, AKCIGIT U, KERR W. Networks and the Macroeconomy: An Empirical Exploration [R]. NBER Working Paper, 2015, No. 21344.
- [20] LANE N. Manufacturing Revolutions: Industrial Policy and Industrialization in South Korea [R]. CSAE Working Paper, 2021, No. 09.
- [21] ATANASOV V, BLACK B. Shock-based Causal Inference in Corporate Finance and Accounting Research [J]. *Critical Finance Review*, 2016, 5 (2): 207–304.
- [22] BRAMOULLÉ Y, DJEBBARI H, FORTIN B. Identification of Peer Effects through Social Networks [J]. *Journal of Econometrics*, 2009, 150 (1): 41–55.
- [23] KOGUT B, ZANDER U. Knowledge of the Firm, Combinative Capabilities, and the Replication of Technology [J]. *Organization Science*, 1992, 3 (3): 383–397.
- [24] OH J M. Absorptive Capacity, Technology Spillovers, and the Cross-section of Stock Returns [J]. *Journal of Banking and Finance*, 2017, 85 (C): 146–164.
- [25] SOBEL M E. Asymptotic Confidence Intervals, In S. Leinhardt (Ed.) [M]. *Sociological Methodology*, Washington, DC: American Sociological Association, 1982.
- [26] 李青原, 肖泽华. 异质性环境规制工具与企业绿色创新激励——来自上市企业绿色专利的证据 [J]. *经济研究*, 2020, 55 (9): 192–208.
- [27] FISCHER E, REUBER R. Contextual Antecedents and Consequences of Relationships between Young Firms and Distinct Types of Dominant Exchange Partners [J]. *Journal of Business Venturing*, 2004, 19: 681–706.

The Innovation Spillover Effects in Firms' Trade Network
—Theory and Evidence Based on the Quasi-natural Experiment of
High-tech Firm Recognition Policy

CHENG Dazhong WANG Ning

Abstract: This paper investigates the innovation spillover effects in the trade network between firms and their upstream and downstream partners. We first build a model of production network and innovation spillover, then conduct the empirical analysis based on the exogenous shock of high-tech firm recognition policy and the dataset of suppliers–customers trade network of Chinese listed firms. The results show that technological improvement of trade partners significantly promotes firms' innovation, which means that innovation can spill over along firms' trade network. And such effects are greater when the trade duration between firms and their partners is longer and when firms' absorptive and transformative capacity are stronger. Moreover, the innovation spillover effects in the network are two-way and high-order. Suppliers' innovation promotes innovation investment of the downstream firms through the channel of cost reduction. However, customers' innovation does not stimulate R&D innovation of the upstream firms through the channel of output expansion because of the specialization and substitution of inputs. In addition, innovation of high-order trade partners also promotes firms' R&D innovation, and this effect is significant only for high-order suppliers. This paper provides essential enlightenment for firms to use the trade network to break the dilemma of innovation.

Keywords: Innovation Spillover; Trade Network; Recognition of High-tech Firms; Network Analysis; China's Economy

(责任编辑 张晨烨)