

DOI:10.3969/j.issn.1674-8131.2025.04.003

国际生产网络关联度与行业产出增长

——技术溢出机制与风险冲击的影响

任俊帆¹, 崔严心¹, 赵彬彬², 许祥云³

(1. 南开大学 经济学院, 天津 300071; 2. 中国科学院 科技战略咨询研究院, 北京 100190;

3. 安徽财经大学 国际经贸学院, 安徽 蚌埠 233030)

摘要:基于包含风险冲击的多行业生产网络一般均衡模型,可分解出国际循环技术溢出效应,进而分析国际生产网络关联度对行业产出增长的影响及其技术溢出机制。采用 ADB 数据库中 60 个经济体 35 个行业 2008—2022 年的数据,并将 2008—2009 年(国际金融危机冲击)和 2019—2021 年(新冠疫情冲击)划为风险期(其余时间为正常期),研究发现:国际生产网络关联度提高通过增强国际循环技术溢出效应显著促进了行业产出增长;风险期的行业国际生产网络关联度和行业国际循环技术溢出效应显著低于正常期,风险冲击不仅显著抑制了行业产出增长,还弱化了国际生产网络关联度提高对行业产出增长的促进作用;国际生产网络的行业产出增长效应主要通过供给侧关联度(出度)的提高来实现,并存在显著的行业异质性、经济体异质性以及时期异质性;国际生产网络关联度提高显著促进了中国的行业产出增长,但风险冲击会显著减弱该增长效应。因此,在深度参与国际大循环的同时应采取行之有效的措施积极应对各种风险冲击。

关键词:国际生产网络;关联度;技术溢出效应;产出增长;风险冲击

中图分类号:F114;F223 **文献标志码:**A **文章编号:**1674-8131(2025)04-0035-17

引用格式:任俊帆,崔严心,赵彬彬,等.国际生产网络关联度与行业产出增长——技术溢出机制与风险冲击的影响[J].西部论坛,2025,35(4):35-51.

REN Jun-fan, CUI Yan-xin, ZHAO Bin-bin, et al. The international production network correlation degree and the industry output growth: Technology spillover mechanisms and impact of risk shocks[J]. West Forum, 2025,35(4): 35-51.

* 收稿日期:2025-01-07;修回日期:2025-05-12

基金项目:教育部人文社会科学基金青年项目(22YJC790149);国家自然科学基金青年项目(71803075)

作者简介:任俊帆(1996),通信作者,男,江苏南京人;博士研究生,主要从事宏观经济增长与波动、国际贸易理论、生产网络分析研究;E-mail:rjunfan@163.com。崔严心(1994),女,山东淄博人;博士研究生,主要从事宏观经济增长与波动、生产网络分析研究。赵彬彬(1995),男,河南济源人;博士研究生,主要从事创新管理与政策、数字经济、科技人力资本管理研究。许祥云(1983),男,安徽宿州人;副教授,经济学博士,硕士生导师,主要从事国际金融、宏观经济和金融市场理论研究。

一、引言

随着经济全球化的深化,日益复杂的全球价值链分工体系深刻改变着世界各国的生产模式和要素配置方式,推动了国际大循环的发展。世界各国的经济交往日益密切,贸易和生产联系愈发呈现网络化特征,商品和服务的生产链、供应链愈加复杂(Acemoglu et al., 2020)^[1]。各国的生产链和供应链交错组成了国际生产网络,推动着技术和知识的国际传播。国际生产网络对一国产出增长及经济发展具有重要作用,但这是否意味着只要增加本国与他国的生产联系便一定有利于经济基本面的良好运转? Miranda-Pinto 等(2023)^[2]对此持否定态度,他们认为仅在无风险冲击的正常时期国家或企业的外部生产联系越多带来的正向经济收益才会越大,而在受到外部冲击时国家或企业的外部生产联系越多反而遭受的经济损失越大。陈国进等(2024)^[3]也认为,风险会在生产网络中传导,形成风险加成的“全要素生产率负向网络效应”,进而阻滞产出增长。改革开放以后,中国充分利用嵌入国际大循环的红利,通过吸收先进的技术和知识驱动经济持续高速增长。然而,近年来国际经济发展的不稳定不确定性大幅增加,各种“黑天鹅”“灰犀牛”事件随时可能发生。因此,新时代的经济高质量发展既要积极融入国际大循环,也要有效防范化解各种负面冲击带来的重大风险,这就需要深入研究国际生产网络影响国内经济增长的内在机制。

实际上,学术界对于生产网络的研究不断拓展和深化。传统的新古典主义经济增长框架大多忽略了中间投入的重要作用,生产网络理论的发展使这一缺陷得以弥补。生产网络理论框架批判继承了新古典主义,将中间品视为要素,进而探讨生产的网络结构对经济增长的作用。Acemoglu 等(2015)^[4]构建了一个内生多要素生产网络模型,研究技术进步如何通过部门间投入产出关联传导至整体生产网络,并探讨了上游行业技术变动向下游行业传导形成的供给侧技术溢出效应,认为部门间的技术传导是经济增长的重要动力。在此理论框架的基础上,Acemoglu 和 Azar(2020)^[1]进一步指出,部门间的技术传导会降低整体经济循环网络的生产成本,生产网络内生演进是经济持续稳定发展的重要动力。除了技术传导之外,还有学者基于生产网络框架研究了降低企业成本加成(Baqae et al., 2020)^[5]、减税降费(倪红福, 2021)^[6]、政府消费(齐鹰飞等, 2021)^[7]等的因素传导机制及经济增长效应。部分学者将生产网络分析框架扩展到多国情景,并分析跨国投入产出关联带来的影响。比如: Baldwin 和 Yan(2014)^[8]、黎峰(2020)^[9]、梁经纬等(2022)^[10]研究发现,嵌入全球生产网络有利于产业升级和规模经济的实现,进而带动经济增长; Cai 等(2022)^[11]基于产业链贸易模型证明了创新和知识网络传播的经济增长效应; 黄群慧和倪红福(2021)^[12]、倪红福和田野(2023)^[13]基于全球投入产出模型对内外经济循环进行分解,指出优化生产网络结构是实现经济高水平发展的重要路径; 刘维林等(2023)^[14-15]基于 Acemoglu 等(2015)^[4]、黄群慧和倪红福(2021)^[12]的范式研究,探究技术进步在国际生产网络中的传导效应,发现国际技术溢出是赋能经济高质量增长的重要动力。

除了国际生产网络的经济增长效应及其传导机制外,各种冲击对国际生产网络及其作用的影响也是相关文献研究的重要课题。早期理论关注到微观冲击和总量波动之间的朴素加权关系。Hulten(1978)^[16]认为,一个经济体受到的生产率冲击为部门生产率冲击的总和; Long 和 Plosser(1983)^[17]通过构建多部门实际经济周期模型,证明微观部门的冲击会在经济系统中传导和积累,进而形成总量宏观波动。随着网络分析技术的发展,学者们开始探究微观冲击在生产网络中的传导机制。比如: Acemoglu 等(2012)^[18]构建了一个包含多部门的生产网络模型,研究不对称网络结构对微观冲击的放大效应; Carvalho 和 Voigtländer(2014)^[19]认为,部门的扭曲以及生产网络结构的不对称对冲击具有放大作用;

Acemoglu 等(2017)^[20]系统阐释了宏观风险的微观起源;Baqae 和 Farhi (2019, 2020)^{[21][5]}、Miranda-Pinto 等(2023)^[2]通过构建一般均衡模型分析了微观部门技术冲击的二阶效应,认为部门扭曲会造成宏观 GDP 损失;部分学者基于 Baqae 和 Farhi (2019, 2020)^{[21][5]}的分析框架,通过构建包含外生扭曲因子的生产网络模型来探讨部门扭曲如何在生产网络中传导并形成宏观加总效应(Bigio et al., 2020;倪红福, 2022;许雪晨等, 2023)^[22-25]。具体到针对国际生产网络的实证研究,现有文献主要基于行业和企业层面的数据检验各类冲击的作用。比如:Barauskaite 和 Nguyen (2021)^[26]使用 2000—2014 年跨国投入产出数据研究发现,行业内部冲击会通过网络传导造成总体损失;王群勇等(2023)^[27]通过对接国内和国际投入产出表,探索部门冲击在双循环生产网络的传播特征和宏观加总效应;高翔等(2021)^[28]基于世界投入产出模型构建重大突发事件对全球生产网络冲击的测算框架,并实际测算了新冠疫情暴发引致的经济损失。

综上所述,已有研究为理解国际生产网络的运行机制和经济效应以及冲击的传导效应提供了有益见解,但仍有较大的拓展和深化空间。相关文献在理论建模方面颇有建树,但在采用现实经济数据进行实证检验方面较为欠缺。例如,Acemoglu 等(2015, 2020)^{[4][1]}、Baqae 和 Farhi (2019, 2020)^{[21][5]}构建生产网络模型解释技术和知识如何跨部门传导,从网络视角为技术溢出效应提供了理论基础,但基于算法工具量化生产网络技术溢出效应的研究尚在起步阶段,鲜有文献对技术溢出的网络效应进行合理量化,对于风险冲击是否会弱化生产网络的技术溢出效应和产出增长效应更是缺乏经验证据。当前,嵌入国际大循环以充分享受外部技术溢出效应是实现高质量发展、构建新发展格局的必经之路,但风险冲击往往使技术吸收渠道受阻。因此,为充分利用国际生产网络的技术溢出效应和有效防范化解各种风险,有必要深入研究国际生产网络促进产出增长的技术溢出机制以及风险冲击的影响。基于此,本文从技术溢出视角考察国际生产网络对行业产出增长的影响,并分析这种影响在有无风险冲击时是否存在差异。具体到实证检验,本文采用“国际生产网络关联度”来刻画行业嵌入国际生产网络的程度。“度”是网络分析中的概念,指网络中某一节点与其他节点的连接数。行业国际生产网络关联度则是指在国际生产网络中,一国(地区)某行业与其他国家(地区)的行业存在中间投入产出联系的连接边数,反映了该行业的国际生产网络关联程度。

本文的主要研究内容和边际贡献包括:第一,构建包含风险冲击的多行业生产网络一般均衡模型,从中分解出国际循环技术溢出效应,扩展了生产网络理论模型,也为定量研究生产网络的技术溢出效应提供了方法借鉴;第二,基于亚洲发展银行多区域投入产出数据库(Asian Development Bank Multi-Regional Input-Output Tables,简称 ADB 数据库)构建国际生产网络,测算了样本经济体的行业国际生产网络关联度和行业国际循环技术溢出效应,并将样本期间划分为风险期和正常期,实证检验了国际生产网络关联度对行业产出的影响以及技术溢出的中介作用和风险冲击的调节效应,为国际生产网络的技术溢出效应和产出增长效应以及风险冲击效应提供了经验证据;第三,进一步从行业、经济体、出度和入度、时期等维度进行了异质性分析,为有效利用国际生产网络的技术溢出效应促进经济增长和防范化解重大风险提供了理论启示和经验借鉴。

二、理论模型与研究假说

本文对 Acemoglu 等(2015)^[4]的模型进行拓展,构建包含风险冲击的多行业生产网络一般均衡模型,并分解出国际生产网络的技术溢出效应,探讨国际生产网络对行业产出增长的影响机制。

1. 生产部门

假设经济中有 N 个异质性行业, 这些行业的产品可用作其他行业的中间品, 生产函数均为包含劳动和中间品两种要素投入的 Cobb-Douglas 形式, 如式(1)所示:

$$Y_{it} = A_{it}^{(1-h_i\eta_i)} L_{it}^{\alpha_i} \prod_{j=1}^N X_{ijt}^{\omega_{ij}} \quad (1)$$

其中, 下标 i 和 t 分别代表行业和时间, Y_{it} 为 t 期 i 行业的产出, A_{it} 为 t 期 i 行业的中性技术进步水平, η_i 为 i 行业遭受的风险冲击(风险发生具有一定概率, $\eta_i = 1$ 表示发生风险, $\eta_i = 0$ 表示未发生风险), h_i 为风险冲击的因子载荷, L_{it} 为 t 期 i 行业的劳动投入, X_{ijt} 为 t 期 i 行业对来自 j 行业中间品的需求, α_i 为劳动投入的产出份额, ω_{ij} 为中间品投入的产出份额, 满足 $\alpha_i + \sum_{j=1}^N \omega_{ij} = 1$ 。

生产部门的最大化利润函数为 $P_{it}Y_{it} - W_tL_{it} - \sum_{j=1}^N P_{jt}X_{ijt}$ 。其中, P_{it} 为产出价格, W_t 为劳动工资(假定为常数), P_{jt} 为中间品价格。可得一阶条件如式(2)和式(3)所示:

$$\frac{W_t L_{it}}{P_{it} Y_{it}} = \alpha_i \quad (2)$$

$$\frac{P_{jt} X_{ijt}}{P_{it} Y_{it}} = \omega_{ij} \quad (3)$$

2. 家庭

家庭通过向生产部门提供劳动获取工资收入用于消费, 代表性家庭的效用函数如式(4)所示:

$$U_t = f(C_1, C_2, \dots, C_N, L) = f(L_t) \prod_{i=1}^N C_{it}^{b_i} \quad (4)$$

其中, b_i 为消费品 C_{it} 的份额。家庭预算约束如式(5)所示:

$$\sum_{i=1}^N P_{it} C_{it} = W_t L_t \quad (5)$$

可得一阶条件如式(6)和式(7)所示:

$$\frac{P_{it} C_{it}}{b_i} = \frac{P_{jt} C_{jt}}{b_j} \quad (6)$$

$$\frac{f'(L_t)}{f(L_t)} = \frac{1}{L_t} \quad (7)$$

由此, 可推导出式(8):

$$P_{it} C_{it} = b_i W_t L_t \quad (8)$$

3. 市场出清条件

综合上述, 可得市场出清条件如式(9)和式(10)所示:

$$Y_{it} = C_{it} + \sum_{i=1}^n X_{ijt} \quad (9)$$

$$\sum_{i=1}^N L_{it} = L_t \quad (10)$$

4. 模型求解与假说提出

对式(1)(2)(3)取对数微分并整合,得到式(11):

$$d\ln Y_{it} = (1 - h_i \eta_i) d\ln A_{it} + \left(\alpha_i + \sum_{j=1}^n \omega_{ij} \right) (d\ln Y_{it} + d\ln P_{it}) - \sum_{j=1}^n \omega_{ij} d\ln P_{jt} \quad (11)$$

对式(6)取对数微分代入(11)式并进行矩阵化处理,得到式(12):

$$d\ln Y = (I - h\eta) d\ln A + (\alpha + \omega) (d\ln Y - d\ln C) + \omega d\ln C \quad (12)$$

其中, $\ln A$ 、 $\ln Y$ 、 $\ln C$ 分别是 $\ln A_{it}$ 、 $\ln Y_{it}$ 、 $\ln C_{it}$ 组成的 $N \times 1$ 维列向量, $h\eta$ 、 α 、 ω 分别是 $N \times N$ 维的对角矩阵, $h\eta = \text{diag}(h_1 \eta_1, h_2 \eta_2, \dots, h_N \eta_N)$, $\alpha = \text{diag}(\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_N)$, $\omega = (\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_N)$ 。

对式(9)转换并取对数微分,代入式(12),得到式(13):

$$d\ln Y = (I - h\eta) d\ln A + \omega d\ln Y = (I - \omega)^{-1} (I - h\eta) d\ln A \quad (13)$$

式(13)表明某一行业的技术变动会通过生产网络对经济系统中其他行业的产出造成影响,进一步分解可得式(14):

$$d\ln Y_{it} = \underbrace{d\ln A_{it}}_{\text{自身技术进步}} + \underbrace{\sum_{j=1}^N (u_{ij} - 1_{j=i}) d\ln A_{jt}}_{\text{风险加成技术溢出效应}} \quad (14)$$

其中, u_{ij} 是矩阵 U 的第 i 行第 j 列元素, 矩阵 U 为风险加成后的里昂惕夫逆矩阵, 反映风险加成后的中间投入关联, 即 $U = (I - \omega)^{-1} (I - h\eta)$ 。式(14)右边第二项中 $1_{j=i}$ 是 $j=i$ 时的指示函数, 因此, 右边第二项可理解为剔除行业自身影响后的风险加成技术溢出效应, 而第一项为行业自身技术进步。

进一步参考倪红福等(2016)^[29]、黄群慧和倪红福(2021)^[12]基于局部里昂惕夫逆矩阵的分析思路, 将 U 拆解成 $\hat{U} = (I - \hat{\omega})^{-1} (I - h\eta)$ 和 $\check{U} = (I - \check{\omega})^{-1} (I - h\eta)$ 。其中, $\hat{\cdot}$ 表示矩阵的对角分块小矩阵, $\check{\cdot}$ 表示矩阵的非对角分块小矩阵。因此, 式(14)可变换为式(15):

$$d\ln Y_{it} = \underbrace{d\ln A_{it}}_{\text{自身技术进步}} + \underbrace{\sum_{j=1}^N (\hat{u}_{ij} - 1_{j=i}) d\ln A_{jt}}_{\text{国内循环风险加成技术溢出效应}} + \underbrace{\sum_{j=1}^N \check{u}_{ij} d\ln A_{jt}}_{\text{国际循环风险加成技术溢出效应}} \quad (15)$$

当风险未发生时, 式(15)可表示为式(16):

$$d\ln Y_{it} = \underbrace{d\ln A_{it}}_{\text{自身技术进步}} + \underbrace{\sum_{j=1}^N (\hat{g}_{ij} - 1_{j=i}) d\ln A_{jt}}_{\text{国内循环技术溢出效应}} + \underbrace{\sum_{j=1}^N \check{g}_{ij} d\ln A_{jt}}_{\text{国际循环技术溢出效应}} \quad (16)$$

其中, \hat{g}_{ij} 为对角里昂惕夫逆矩阵 $\hat{G} = (I - \hat{\omega})^{-1}$ 的元素, \check{g}_{ij} 为非对角里昂惕夫逆矩阵 $\check{G} = (I - \check{\omega})^{-1}$ 的元素。

跨国投入产出关联是国际生产网络技术溢出的主要推力, 因而已有文献对技术溢出效应的研究基本是围绕国际贸易、FDI 或者 ODFI 等跨国元素进行的经验分析(孙浦阳等, 2019; 谢建国等, 2020; 郑曼妮等, 2024)^[30-32]。本文的核心内容是探讨国际生产网络关联对行业产出的影响, 为简便处理, 将式(15)和式(16)简化为式(17)和式(18):

$$d\ln Y_{it} \approx \underbrace{d\ln A_{it}}_{\text{自身技术进步}} + \underbrace{\sum_{j=1}^N \check{u}_{ij} d\ln A_{jt}}_{\text{国际循环风险加成技术溢出效应}} \quad (17)$$

$$d\ln Y_{it} \approx \underbrace{d\ln A_{it}}_{\text{自身技术进步}} + \underbrace{\sum_{j=1}^N \check{g}_{ij} d\ln A_{jt}}_{\text{国际循环技术溢出效应}} \quad (18)$$

式(18)中, $\check{g}_{ij} > 0$, 说明行业的跨国联系会形成国际循环技术溢出效应, 从而促进行业产出增长。国

际生产网络关联度是使用网络分析方法量化跨国行业投入产出关联程度的指标,因此国际生产网络关联度与 g_{ij}^v 成正比。式(17)中 u_{ij}^v 是风险加成非对角里昂惕夫逆矩阵 $U=(I-\omega)^{-1}(I-h\eta)$ 的元素,该指标明显小于 g_{ij}^v ,风险加成后的技术溢出效应也相应降低。由此,本文提出以下假说:

H1:国际生产网络关联度提高能够促进行业产出增长。

H2:技术溢出在国际生产网络关联度影响行业产出增长中发挥中介作用,即国际生产网络关联度提高会增强国际循环技术溢出效应,国际循环技术溢出效应增强能够促进行业产出增长。

H3:风险冲击对国际生产网络的技术溢出效应和产出增长效应具有负向调节作用,即风险冲击会弱化行业国际循环技术溢出效应,并减弱国际生产网络关联度提高对行业产出增长的促进作用。

5. 进一步的理论阐释

以上理论推导过程从技术溢出视角阐释了国际生产网络关联度推动行业产出增长的内在机制,并对比分析了有无风险冲击两种情况。但理论模型无法直观体现国际循环技术溢出效应如何推动行业产出增长,也无法阐释风险冲击弱化国际循环技术溢出效应的内在原因。为了便于理解,这里作进一步说明。

国际循环技术溢出效应对行业产出增长的作用主要通过以下两个途径实现:一是跨国公司的技术引进与溢出。跨国公司是国际循环技术溢出效应的重要载体,其通过 FDI 形式将技术溢出到东道国企业,这种技术转移直接提升了东道国企业的生产效率,进而推动行业整体的产出增长。二是产业链的高端化转型。国际循环技术溢出效应不只限于提升单个企业的生产技术水平,还能够促进整个产业链的升级。当一个生产单位吸收了先进的技术和管理经验后,会通过生产网络的传导效应推动其产业链上游部门和下游部门的整体提升,进而带动行业产出水平的提高。

风险冲击会通过网络传染导致宏观经济波动。风险冲击对国际循环技术效应的弱化主要体现在以下两个方面:一是全球供应链中断。极端风险冲击(公共卫生事件、局部战争、金融危机等)通常会导致全球供应链中断,供应链的不稳定和中断限制了技术流动,使国际循环技术溢出效应受限。二是市场需求萎缩与经济不确定性增加。风险冲击通常伴随着全球市场需求的萎缩和经济不确定性的增加,而企业在不确定的经济环境中会变得更加谨慎。尤其是在资本紧张的情况下,企业可能会减少对技术引进的投资,导致外部技术溢出对行业产出的正向作用减弱。因此,风险冲击会弱化行业国际循环技术溢出效应和国际生产网络关联度提高的行业产出增长效应。

三、实证样本选择与基准模型设定

目前,进行国际生产网络分析常用的多区域投入产出数据库有世界投入产出数据库、增加值贸易数据库、多区域投入产出表数据库、亚洲开发银行(ADB)数据库等,本文选取 ADB 数据库构建国际生产网络。该数据库包括 63 个经济体 35 个行业的中间投入产出数据,但由于多数控制变量的数据来自世界银行数据库,而世界银行数据库未包括俄罗斯、中国台湾、其他国家和地区,本文剔除这 3 个经济体样本,最终得到 2007—2022 年 60 个经济体 35 个行业的数据样本。此外,由于本文的被解释变量是用对数差分表示的行业产出增长,所以实际研究的样本区间为 2008—2022 年。

为检验国际生产网络关联度对行业产出的影响,本文构建基准模型如式(19)所示:

$$\Delta \ln Y_{h,i,t} = \alpha + \beta_1 \ln \text{degree}_{h,i,t} + \beta_2 \text{fdi}_{h,t} + \beta_3 \text{fin}_{h,t} + \beta_4 \text{industry}_{h,t} + \beta_5 \text{urban}_{h,t} + \beta_6 \ln \text{pgdp}_{h,t} + \beta_7 \Delta \ln A_{h,i,t} + \beta_8 \text{gov}_{h,i,t} + \chi_h \times \delta_t + \varphi_t + \varepsilon_{h,i,t} \quad (19)$$

其中,下标 h, i, t 分别代表行业、经济体(包括国家和地区)、年份,被解释变量“行业产出增长”($\Delta \ln Y_{h,i,t}$)为 h 经济体 t 年 i 行业产出的对数差分, α 为常数项,核心解释变量“国际生产网络关联度”($\ln \text{degree}_{h,i,t}$)为 h 经济体 t 年 i 行业的国际生产网络关联度, $\chi_h \times \delta_i$ 表示经济体和行业的交互固定效应, φ_t 表示时间固定效应, $\varepsilon_{h,i,t}$ 为扰动项,其他变量为控制变量。

(1) 国际生产网络关联度的测度。本文利用 ADB 数据库中各行业跨经济体的中间投入数据,使用 Python 3.0 中的“networkx”库和“matplotlib”库构建有方向且无本经济体其他行业关联的国际生产网络。当一经济体某行业与其他经济体的行业存在投入产出联系时,则计为一条有方向(根据中间品流入或流出区分)的连接边,将全部有方向的连接边数量累加即可得到行业国际生产网络关联度。此处的关联度是入度和出度之和^①。考虑到某些行业的投入产出联系过小,本文设定当中间品投入额在下 15% 分位数以上时,才是一条有效的连接边。为增加实证模型的稳健性,本文对国际生产网络关联度进行对数化处理。

(2) 控制变量的选取。本文从经济体和行业两个层面选取以下控制变量:经济体层面包括“外商直接投资”(外国直接投资净流入总额与 GDP 之比)、“金融发展水平”(私营部门的国内信贷总额与 GDP 之比)、“工业化水平”(工业增加值与 GDP 之比)、“城镇化水平”(城镇人口占总人口的比重)、“经济发展水平”(人均 GDP,即现价美元 GDP 除以人口数,并进行对数化处理)5 个变量;行业层面限于数据可得性,只控制了“行业自身技术进步”和“行业政府干预程度”2 个变量。ADB 数据库仅提供了中间投入数据,借鉴陈国进等(2024)^[2]的做法,将增加值视作全部劳动投入,根据式(1)、ADB 数据库中间投入以及劳动投入数据,使用索洛余值法计算行业全要素生产率,并取对数差分得到“行业自身技术进步”变量。ADB 数据库提供了每个行业的政府消费性支出数据,用行业政府消费性支出与行业增加值之比衡量“行业政府干预程度”变量。

由于部分行业的产出数据缺失,本文最终的样本量为 32 338 个,表 1 为主要变量描述性统计结果。

表 1 主要变量描述性统计结果

	变 量	观测值	均值	标准差	最小值	最大值
被解释变量	行业产出增长	32 338	0.029	0.163	-0.536	0.555
核心解释变量	国际生产网络关联度	32 338	1.174	1.003	0.000	3.892
	外商直接投资	32 338	0.066	0.269	-3.914	2.794
	金融发展水平	32 338	0.777	0.554	0.064	2.636
	工业化水平	32 338	0.247	0.110	0.060	0.741
控制变量	城镇化水平	32 338	0.628	0.247	0.158	1.000
	经济发展水平	30 742	9.603	1.294	6.146	11.803
	行业自身技术进步	32 166	-0.023	0.168	-0.672	0.682
	行业政府干预程度	32 338	0.118	0.330	0.000	18.572

注:为避免极端值的影响,进行上下 1% 的缩尾处理,表中数据是缩尾处理后的结果。

^① 入度是根据中间品流入计算的关联度,表示国际生产网络需求侧的关联程度;出度则是根据中间品流出计算的关联度,表示国际生产网络供给侧的关联程度。

四、实证结果及分析

1. 基准回归

基准模型回归结果见表 2。依次加入经济体层面、行业层面控制变量且控制年份固定效应后,模型的拟合优度逐渐提高,表明本文控制变量的选取以及控制双向固定效应具有合理性。无论是否加入控制变量和年份固定效应,“国际生产网络关联度”的回归系数均显著为正,表明行业国际生产网络关联度提高促进了行业产出增长,本文提出的假说 H1 得到验证。这一实证结果与 Acemoglu 等 (2015)^[4]、Acemoglu 和 Azar (2020)^[1]、Cai 等 (2022)^[11] 的理论研究以及 Baldwin 和 Yan (2014)^[8]、黎峰 (2020)^[9]、梁经纬等 (2022)^[10] 的研究结论一致。此外,从控制变量的回归结果来看,也基本符合理论预期。

表 2 基准回归结果

变 量	行业产出增长					
国际生产网络关联度	0.020*** (0.003)	0.010*** (0.002)	0.021*** (0.003)	0.012*** (0.003)	0.016*** (0.003)	0.006** (0.003)
外商直接投资			0.000 (0.004)	0.006* (0.004)	0.002 (0.004)	0.006* (0.004)
金融发展水平			-0.064*** (0.004)	0.057* (0.004)	-0.060* (0.004)	0.054*** (0.004)
工业化水平			0.263*** (0.037)	0.137*** (0.036)	0.262*** (0.036)	0.132*** (0.035)
城镇化水平			-1.204*** (0.070)	0.648** (0.079)	1.339*** (0.070)	0.675** (0.078)
经济发展水平			0.124*** (0.006)	0.027*** (0.006)	0.124*** (0.006)	0.023*** (0.006)
行业技术进步					0.135*** (0.007)	0.130*** (0.009)
行业政府干预					0.023** (0.009)	0.021** (0.009)
常数项	0.006* (0.003)	0.121*** (0.004)	-0.410*** (0.060)	0.288*** (0.061)	-0.314*** (0.060)	0.341*** (0.061)
国家行业交互固定效应	控制	控制	控制	控制	控制	控制
年份固定	不控制	控制	不控制	控制	不控制	控制
观测值	32 338	32 338	30 742	30 742	30 580	30 580
R ²	0.002	0.225	0.034	0.232	0.052	0.243

注: *、**和***分别表示在 10%、5%和 1%的置信水平上显著,括号内为稳健标准误,下表同。

2. 内生性处理与稳健性检验

为缓解反向因果关系、遗漏变量等导致的内生性问题,本文使用工具变量法和动态系统 GMM 检验进行内生性处理。选取国际生产网络关联度的滞后一期项和外商直接投资额的自然对数值作为“工具变量 1”和“工具变量 2”,分别进行 2SLS 检验,回归结果见表 3 的 Panel A。两个工具变量均通过了弱工

具变量检验和不可识别检验,表明工具变量选取有效;第一阶段的回归结果显示,工具变量与“国际生产网络关联度”显著正相关;第二阶段的回归结果显示,工具变量拟合的国际生产网络关联度对行业产出增长具有显著正向影响。一阶段和两阶段的系统 GMM 回归结果见表 3 的 Panel B,AR(1)、AR(2)及 Hansen 检验均通过,“国际生产网络关联度”的回归系数依然显著为正。上述检验结果表明,在缓解内生性问题后,国际生产网络关联度提高对行业产出增长具有显著正向影响的结论依然成立。

表 3 内生性处理结果

变 量	Panel A:工具变量法(2SLS)		Panel B:动态系统 GMM 法		
	第一阶段	第二阶段	一阶段 SGMM	两阶段 SGMM	
	国际生产网络关联度	行业产出增长	行业产出增长		
工具变量 1	0.462*** (0.006)				
工具变量 2		0.055*** (0.007)			
国际生产网络关联度		0.016*** (0.005)	0.223*** (0.058)	0.091* (0.050)	0.072** (0.035)
L1. 行业产出增长				0.102 (0.133)	0.031 (0.158)
观测值	28 554	23 505	28 554	23 505	28 554
CD Wald F 统计量	6 891.846	60.180			
AC LM 统计量		5 472.859***	60.074***		
AR(1)				0.028	0.056
AR(2)				0.890	0.667
Hansen 检验				0.243	0.381

注:(1)所有模型均控制了控制变量以及经济体行业交互固定效应和年份固定效应,限于篇幅,控制变量和常数项估计结果略,下表同。(2)外商直接投资数据来自 IMF 的 Coordinated Direct Investment Survey 数据库(CDIS),该数据库起始年份为 2009 年且部分样本数据缺失,故“工具变量 2”的检验为非平衡数据。

为进一步验证基准模型检验结果的可靠性,进行以下稳健性检验:一是核心解释变量滞后处理,将“国际生产网络关联度”变量进行滞后一期处理,重新进行检验;二是替换核心解释变量,放宽连接边的识别标准,将阈值设置为下 10%分位数,得到“国际生产网络关联度 1”变量,以其替代“国际生产网络关联度”重新进行检验;三是替换被解释变量,按照环比增速法计算得到“行业产出增长 1”变量,以其替代“行业产出增长”重新进行检验;四是同时替换核心解释变量和被解释变量,分别采用“国际生产网络关联度 1”和“行业产出增长 1”作为核心解释变量和被解释变量重新进行检验。上述检验结果见表 4,核心解释变量的回归系数均显著为正,表明本文基准回归的结果是稳健的。

表 4 稳健性检验结果

变 量	行业产出增长	行业产出增长	行业产出增长 1	行业产出增长 1
L1. 国际生产网络关联度	0.008*** (0.003)			
国际生产网络关联度			0.009** (0.003)	
国际生产网络关联度 1		0.008*** (0.002)		0.009*** (0.003)
观测值	28 554	30 580	28 554	30 580
R ²	0.233	0.243	0.166	0.166

3. 机制检验

为检验行业国际生产网络关联度提高能否增强行业国际循环技术溢出效应,进而促进行业产出增长,首先需要测算行业国际循环技术溢出效应。本文根据式(18)测算行业国际循环技术溢出效应,具体计算分为三步:一是从 ADB 数据库提取历年的行业间投入产出矩阵,并将经济体内部的投入产出关联数据替换为 0 值;二是基于数据转换后的投入产出矩阵计算出里昂惕夫逆矩阵;三是用里昂惕夫逆矩阵乘以行业技术进步列向量得出国际循环技术溢出效应的列向量,即反映行业国际循环技术溢出效应的变量“技术溢出”。进一步参考刘维林等(2023)^[14-15]的研究,将技术溢出效应分解为中性技术溢出效应和要素增强型技术溢出效应,并计算中间品和劳动两种要素增强型技术溢出效应。其中,“中间品增强型技术溢出”和“劳动增强型技术溢出”分别为“技术溢出”乘以中间品投入和劳动投入,中间品投入和劳动投入基于 ADB 数据库的投入产出数据计算。

然后,将“技术溢出”以及“中间品增强型技术溢出”和“劳动增强型技术溢出”作为机制变量,通过考察核心解释变量对机制变量的影响和机制变量对被解释变量的影响进行中介效应检验。回归结果见表 5,“国际生产网络关联度”对“技术溢出”“中间品增强型技术溢出”“劳动增强型技术溢出”的回归系数均显著为正,“技术溢出”“中间品增强型技术溢出”“劳动增强型技术溢出”对“行业产出增长”的回归系数也均显著为正,表明国际生产网络关联度的提高显著增强了国际循环技术溢出效应,国际循环技术溢出效应的增强显著促进了行业产出增长,即国际生产网络关联度提高能够通过增强国际循环技术溢出效应促进行业产出增长,本文提出的假说 H2 得到验证。

表 5 技术溢出机制检验结果

变 量	技术溢出	中间品增强型 技术溢出	劳动增强型 技术溢出	行业产出增长	行业产出增长	行业产出增长
国际生产网络关联度	0.059*** (0.005)	0.649*** (0.061)	0.632*** (0.060)			
技术溢出				0.176*** (0.019)		
中间品增强型技术溢出					0.013*** (0.002)	
劳动增强型技术溢出						0.014*** (0.002)
观测值	28 521	28 229	28 205	28 521	28 229	28 205
R^2	0.041	0.034	0.035	0.246	0.244	0.244

4. 风险冲击的影响

在本文的样本期间,存在两次影响程度较大、影响范围较广的风险事件,即分别于 2008 年和 2019 年暴发的国际金融危机和新冠疫情。基于此,本文将 2008—2009 年和 2019—2021 年划为风险期,其他年份份划为正常期。图 1 展示了样本期间样本经济体样本行业“国际生产网络关联度”“技术溢出”“中间品增强型技术溢出”“劳动增强型技术溢出”4 个变量均值的变化趋势。可以看出,国际生产网络关联度呈波动性上升趋势,表明全球价值链分工体系不断深化,但在风险期国际生产网络关联度明显下降;国际循环技术溢出效应也表现出类似趋势,在风险期远低于正常期(参见表 6)。可见,风险冲击会降低行业

国际生产网络关联度,并弱化行业国际循环技术溢出效应。

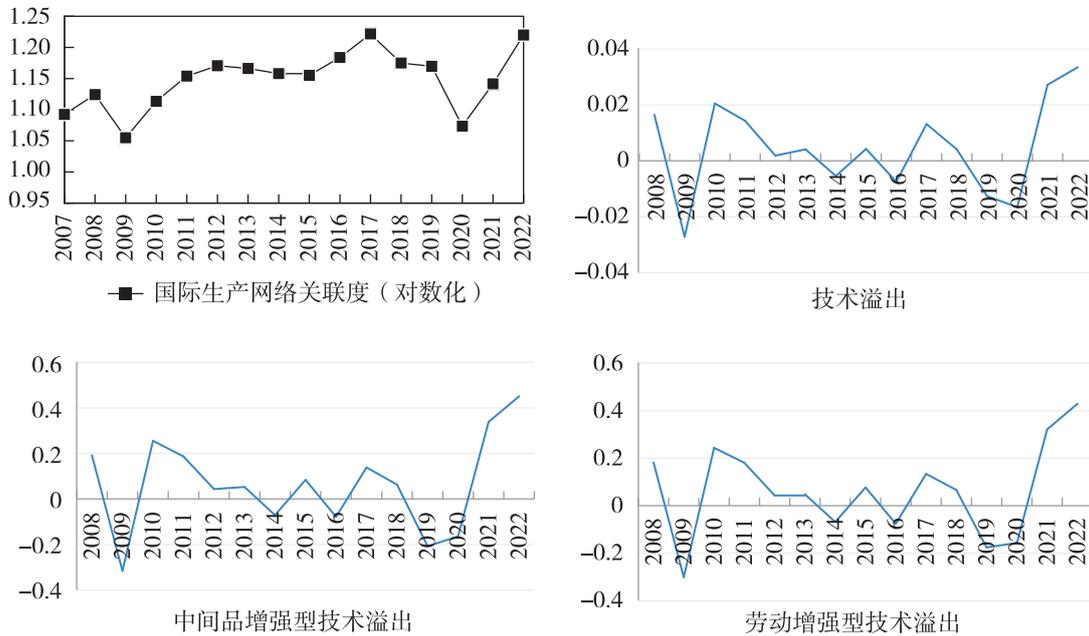


图1 行业国际生产网络关联度和国际循环技术溢出效应走势

表6 不同时期行业国际循环技术溢出效应比较

	技术溢出	中间品增强型技术溢出	劳动增强型技术溢出
风险冲击期	-0.013	-0.158	-0.130
正常期	0.083	1.124	1.075
全部时期	0.005	0.064	0.063

为进一步考察风险冲击是否会影响国际生产网络关联度提高的行业产出增长效应,本文将样本划分为“风险期样本”和“正常期样本”分别进行检验,并在基准模型中加入“风险冲击”虚拟变量(风险期赋值为1,正常期赋值为0)及其与“国际生产网络关联度”的交乘项进行调节效应检验^①,回归结果见表7。分组检验结果显示,“国际生产网络关联度”的回归系数在“正常期样本”中显著为正,但在“风险期样本”中不显著;调节效应检验结果显示,“风险冲击”和“国际生产网络关联度×风险冲击”的回归系数显著为负,表明风险冲击不仅对行业产出增长具有显著的负向影响,还弱化了国际生产网络关联度提高对行业产出增长的正向影响。由此,本文提出的假说 H3 得到验证,且该结论也印证了 Acemoglu 等(2012,2017)^{[18][20]}、Baqae 和 Farhi(2019,2020)^{[21][5]}、Carvalho 和 Voigtländer(2014)^[19]等的研究结果。

表7 风险冲击的调节作用检验结果

变量	行业产出增长		
	风险期	正常期	全样本
国际生产网络关联度	-0.001(0.004)	0.012***(0.004)	0.016***(0.003)
风险冲击			-0.016***(0.002)

^① 考虑到“风险冲击”虚拟变量具有强时间序列性特征,控制时间固定效应会造成模型估计偏误,因此在调节效应检验中未控制时间固定效应。

续表 7

变 量	行业产出增长		
	风险期	正常期	全样本
国际生产网络关联度×风险冲击			-0.007*** (0.002)
观测值	10 189	20 391	30 580
R ²	0.374	0.170	0.057

五、进一步讨论:异质性分析及中国样本检验

1. 行业异质性

本文结合联合国国际标准产业分类 (ISIC) 和行业内部特征,将样本划分为“农林牧渔业”“劳动密集型工业”“资本和技术密集型工业”“劳动密集型服务业”“资本和技术密集型服务业”5组^①,并采用全样本、风险期样本、正常期样本分别进行检验,回归结果见表 8。从农业来看,国际生产网络关联度提高对农林牧渔业产出增长的影响不显著。其原因可能是,农林牧渔业是基础性的生产活动,也是典型的资源密集型产业,通常具有生产结构单一、技术水平低的特点,在生产链中以原料供应为主,较难在价值链中创造出更高的增加值,国际生产网络关联对其产出的影响有限。从工业来看,在全样本期间国际生产网络关联度提高对资本和技术密集型工业产出增长的促进作用比劳动密集型工业更显著,而在正常期国际生产网络关联度提高对劳动密集型工业产出增长的促进作用比资本和技术密集型工业更显著。从服务业来看,在全样本期间国际生产网络关联度提高对资本和技术密集型服务业产出增长的促进作用比劳动密集型服务业更显著,而在正常期国际生产网络关联度提高对劳动密集型服务业产出增长的促进作用比资本和技术密集型服务业更显著。在风险期,国际生产网络关联度提高仅对资本和技术密集型工业产出增长产生了显著的正向影响,表明风险冲击总体上弱化了国际生产网络关联度提高对行业产出增长的促进作用,但在中高端工业行业中未产生这种弱化效应,甚至是产生了强化作用,这是由于中高端工业行业具有较强的产业韧性和风险承受能力,比其他行业更有能力应对和化解风险冲击。

表 8 行业异质性回归结果

变 量	行业产出增长					
	农林牧渔业	工业		服务业		
		劳动密集型	资本和技术密集型	劳动密集型	资本和技术密集型	
全样本	国际生产网络关联度	0.005	0.010*	0.023***	0.006	0.011*
		(0.009)	(0.005)	(0.006)	(0.005)	(0.006)
	观测值	899	6 180	8 851	6 641	8 009
	R ²	0.351	0.257	0.288	0.254	0.205
风险期样本	国际生产网络关联度	0.003	-0.013	0.040***	0.006	-0.003
		(0.016)	(0.008)	(0.011)	(0.008)	(0.009)
	观测值	300	2 063	2 953	2 200	2 673
	R ²	0.504	0.422	0.441	0.380	0.316

^① 根据 ADB 数据库的行业代码,农林牧渔业包括 C1,劳动密集型工业包括 C2、C3、C4、C5、C6、C16、C18,资本和技术密集型工业包括 C7、C8、C9、C10、C11、C12、C13、C14、C15、C17,劳动密集型服务业包括 C19、C20、C21、C22、C30、C33、C34、C35,资本和技术密集型服务业包括 C23、C24、C25、C26、C27、C28、C29、C31、C32。

续表 8

变 量	行业产出增长				
	农林牧渔业	工业		服务业	
		劳动密集型	资本和技术密集型	劳动密集型	资本和技术密集型
国际生产网络关联度	0.010	0.021***	0.003*	0.010***	0.016**
正常期样本	(0.012)	(0.008)	(0.002)	(0.002)	(0.008)
观测值	599	4 117	5 898	4 441	5 336
R^2	0.296	0.174	0.180	0.170	0.148

2. 经济体异质性

本文对样本经济体进行两种划分:一是按照 2022 年世界银行对国家收入水平的划分标准,将样本划分为“高收入经济体”“中高收入经济体”“中低收入经济体”3 组(本文样本未涉及低收入经济体);二是按照国际货币基金组织世界经济展望数据库(World Economic Outlook Database)对发达国家与发展中国家的划分标准,将样本划分为“发达经济体”和“发展中经济体”2 组。对各组样本分别进行检验,回归结果见表 9。全样本和正常期样本的回归结果类似,国际生产网络关联度提高显著促进了高收入、中高收入、发达经济体、发展中经济体的行业产出增长,但对中低收入经济体行业产出增长的影响不显著;风险期样本的回归结果显示,国际生产网络关联度提高对中低收入经济体行业产出增长产生了显著的负向影响,对其他经济体行业产出增长的影响不显著。

表 9 经济体异质性分析结果

变 量	行业产出增长				
	高收入经济体	中高收入经济体	中低收入经济体	发达经济体	发展中经济体
国际生产网络关联度	0.008***	0.011**	-0.009	0.010***	0.003***
全样本	(0.003)	(0.005)	(0.006)	(0.003)	(0.001)
观测值	19 080	5 499	6 001	15 997	14 583
R^2	0.325	0.296	0.177	0.316	0.207
国际生产网络关联度	-3.060e-05	0.007	-0.032***	-2.620e-05	-0.010
风险期样本	(0.006)	(0.008)	(0.011)	(0.006)	(0.006)
观测值	6 350	1 830	2 009	5 323	4 866
R^2	0.484	0.402	0.304	0.472	0.324
国际生产网络关联度	0.013***	0.013*	0.0116	0.014***	0.011*
正常期样本	(0.004)	(0.008)	(0.010)	(0.005)	(0.006)
观测值	12 730	3 669	3 992	10 674	9 717
R^2	0.233	0.248	0.150	0.228	0.060

上述结果进一步印证了风险冲击会弱化国际生产网络关联的产出增长效应,且对中低收入经济体的负面影响尤为明显。对于宏观基本面较脆弱(如收入低)的经济体,产业附加值较低、产业结构单一、政策与制度环境不完善等因素的叠加会导致技术转移受阻,国际生产网络关联度提高的行业产出增长效应不能得到有效发挥,而且抗风险能力较低使其更易遭受风险冲击的负面影响。进一步比较发现,高收入经济体国际生产网络关联的行业产出增长效应比中高收入经济体更显著,发达经济体国际生产网

络关联的行业产出增长效应比发展中经济体更显著。因此,基本面稳健的经济体应积极融入国际生产网络,借助国际生产网络的技术溢出效应促进行业持续发展;基本面较脆弱的经济体也应借助人口红利和后发优势积极参与国际分工,在充分吸收借鉴先进技术和经验的同时,不断提升自主研发能力,改变自身处于价值链中低端的窘境,实现从国际生产网络边缘向中心的转变,充分发挥国际生产网络的经济增长效应。

3. 出度与入度异质性

根据中间品的流向可将国际生产网络关联分为供给侧关联和需求侧关联,供给侧关联反映经济体生产的中间品被其他经济体使用的情况,而需求侧关联反映经济体使用其他经济体中间品进行生产活动的情况。本文采用入度和出度指标衡量国际生产网络的需求侧和供给侧关联程度,分别以其为核心解释变量的回归结果见表 10。无论是在全样本期间,还是在风险期和正常期,国际生产网络出度提高都显著促进了行业产出增长,而国际生产网络入度提高对行业产出增长的影响都不显著。可见,国际生产网络关联的行业产出增长效应主要是通过供给侧关联度的提高来实现的。其原因可能在于,在全球价值链生产活动中,上游部门通常承担核心技术研发和提供关键零部件的职责,其产品通常具有较高的附加值,因而处于产业链上游位置更易通过国际生产网络关联实现行业产出增长。此外,“国际生产网络出度”的回归系数虽然在 3 组样本中均显著为正,但风险期样本的系数显著性和绝对值均小于正常期样本和全样本,表明风险冲击同样会弱化国际生产网络供给侧关联度提高对行业产出增长的促进作用。

表 10 出度与入度异质性分析结果

变 量	行业产出增长					
	全样本		风险期样本		正常期样本	
国际生产网络入度	0.001(0.003)		-0.003(0.005)		0.007(0.004)	
国际生产网络出度	0.014*** (0.003)		0.010** (0.004)		0.016*** (0.004)	
观测值	30 580	30 580	10 189	10 189	20 391	20 391
R^2	0.243	0.243	0.374	0.374	0.170	0.170

4. 采用中国样本的检验

基于多国行业数据的经验分析结果虽对中国具有一定借鉴意义,但仍有必要对中国样本进行单独检验。表 11 为仅采用中国样本的回归结果,与全样本回归结果类似,在正常期国际生产网络关联度的提升能够显著促进行业产出增长,在风险期国际生产网络关联度对行业产出的影响不显著,表明各行业深度嵌入国际生产网络有利于产出增长,但这种积极影响会因风险冲击而被弱化。因此,中国在加快融入国际大循环的同时,还需采取有效措施积极应对各种风险冲击带来的负面影响。

表 11 基于中国样本的检验结果

变 量	行业产出增长		
	风险期	正常期	全样本
国际生产网络关联度	0.029(0.026)	0.048** (0.023)	0.036** (0.015)
观测值	165	330	495
R^2	0.502	0.445	0.449

六、结论与启示

本文采用 ADB 数据库中 60 个经济体 35 个行业 2008—2022 年的数据,实证检验国际生产网络关联度对行业产出增长的影响及其机制,主要结论包括:(1)国际生产网络关联度提高显著促进了行业产出增长,技术溢出在其中发挥了中介作用,即国际生产网络关联度提高能够通过增强国际循环技术溢出效应促进行业产出增长。(2)在国际金融危机和新冠疫情等风险期,行业国际生产网络关联度和行业国际循环技术溢出效应远低于正常期,表明风险冲击会降低行业国际生产网络关联度,并弱化行业国际循环技术溢出效应;同时,风险冲击不仅对行业产出增长具有显著的负向影响,还会弱化国际生产网络关联度提高对行业产出增长的正向影响。(3)国际生产网络的行业产出增长效应主要通过供给侧关联度(出度)的提高来实现,并存在显著的行业异质性、经济体异质性以及时期异质性,主要表现为国际生产网络关联度对农林牧渔业和中低收入经济体行业产出增长的影响不显著以及风险期的影响普遍不显著。(4)采用中国样本的检验表明,国际生产网络关联度提高显著促进了中国行业产出增长,但风险冲击会显著减弱该增长效应。

根据本文的研究结论,中国一方面应深度参与国际大循环,并借助技术溢出效应提升在全球生产网络中的地位,另一方面应采取行之有效的措施积极应对各种风险冲击。第一,实施“脱虚入实”战略方针。面对风险冲击,工业(尤其是资本和技术密集型高端工业)表现出更强劲的产业韧性和风险承受能力,因此,应有效遏制资金空转现象,引导社会资金向实体产业集中,并通过税收优惠、财政补贴、研发资金补助等措施为中高端工业发展提供更有力的支持。第二,在提质供给侧能力的同时扩大内需。国际生产网络的供给侧更易抵御风险冲击,应将供给侧的结构性调整与政府的政策引导相结合,整体上提质供给侧能力。同时,亦要重视需求侧的作用,通过积极的财政和适度宽松的货币政策刺激消费和投资,扩大内需并提升需求侧韧性,以有效抵御风险冲击。第三,改善经济基本面,提升整体经济水平。高质量发展是应对风险冲击的根本,应处理好经济发展中的各种矛盾,加快产业结构优化升级,保证宏观经济基本面稳中向好,并通过核心技术研发提升产品附加值,在全球价值链中占据优势位置。第四,重点关注和有效应对风险冲击对劳动力市场和中间品厂商的负面影响。风险冲击会从劳动力、中间品等渠道弱化国际循环技术溢出效应。在劳动力市场方面应以稳就业为政策导向,在中间品厂商方面应提高产品需求替代弹性和多样化水平。第五,重视生产网络对风险的传导和放大作用,构建一套完整的风险防控体系。应加强对重点行业、重点产业链、重点供应链的风险监测,及时了解供应链风险情况,科学制定风险应对措施。

参考文献:

- [1] ACEMOGLU D, AZAR P D. Endogenous production networks[J]. *Econometrica*, 2020, 88(1): 33-82.
- [2] MIRANDA-PINTO J, SILVA A, YOUNG E R. Business cycle asymmetry and input-output structure: The role of firm-to-firm networks[J]. *Journal of Monetary Economics*, 2023, 137: 1-20.
- [3] 陈国进, 刘元月, 丁赛杰, 等. 宏观尾部风险、生产网络与行业产出[J]. *管理世界*, 2024, 40(2): 28-52.
- [4] ACEMOGLU D, AKCIGIT U, KERR W. Networks and the macroeconomy: An empirical exploration[J]. NBER Working Paper 21344, 2015.
- [5] BAQAEE D R, FARHI E. Productivity and misallocation in general equilibrium[J]. *The Quarterly Journal of Economics*, 2020, 135(1): 105-163.
- [6] 倪红福. 生产网络结构、减税降费与福利效应[J]. *世界经济*, 2021, 44(1): 25-53.

- [7] 齐鹏飞,李苑菲. 政府消费的生产性——基于生产网络模型的刻画、分解和检验[J]. 管理世界,2021,37(11):56-70+105+5+71-75.
- [8] BALDWIN J, YAN B L. Global value chains and the productivity of Canadian manufacturing firms[R]. Statistics Canada Economic Analysis Research Paper Series, Catalogue No. 11F0027M-No. 090, 2014.
- [9] 黎峰. 双重价值链嵌入下的中国省级区域角色——一个综合理论分析框架[J]. 中国工业经济, 2020(1):136-154.
- [10] 梁经伟,钟世川,毛艳华. 全球生产网络是否提升了全要素生产率? [J]. 北京工商大学学报(社会科学版), 2022, 37(4):99-112.
- [11] CAI J, LI N, SANTACREU A M. Knowledge diffusion, trade, and innovation across countries and sectors[J]. American Economic Journal: Macroeconomics, 2022, 14(1):104-145.
- [12] 黄群慧,倪红福. 中国经济国内国际双循环的测度分析——兼论新发展格局的本质特征[J]. 管理世界, 2021, 37(12):40-58.
- [13] 倪红福,田野. 中国经济双循环的动态变迁与国际比较——引入要素权属异质性的全球价值链分解新框架[J]. 经济学(季刊), 2023, 23(5):1668-1685.
- [14] 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, 39(5):38-59.
- [15] 刘维林,程倩. 数字产业渗透、全球生产网络与非对称技术溢出[J]. 中国工业经济, 2023(3):96-114.
- [16] HULTEN C R. Growth accounting with intermediate inputs[J]. The Review of Economic Studies, 1978, 45(3):511-518.
- [17] LONG J B, PLOSSER C I. Real business cycle[J]. Journal of Political Economy, 1983, 91(1):39-69.
- [18] ACEMOGLU D, CARVALHO V M, OZDAGLAR A, et al. The network origins of aggregate fluctuations[J]. Econometrica, 2012, 80(5):1977-2016.
- [19] CARVALHO V M, VOIGTL? NDER N. Input diffusion and the evolution of production networks[R]. NBER Working Paper 20025, 2014.
- [20] ACEMOGLU D, OZDAGLAR A, TAHBAZ-SALEHI A. Microeconomic origins of macroeconomic tail risks[J]. American Economic Review, 2017, 107(1):54-108.
- [21] BAQAEE D R, FARHI E. The macroeconomic impact of microeconomic shocks: Beyond Hulten's theorem [J]. Econometrica, 2019, 87(4):1155-1203.
- [22] BIGIO S, LA'O J. Distortions in production networks[J]. The Quarterly Journal of Economics, 2020, 135(4):2187-2253.
- [23] 倪红福. 中国间接税的效率损失——基于中国生产网络结构一般均衡模型方法[J]. 管理世界, 2022, 38(5):36-75.
- [24] 倪红福. 扭曲因子、进口中间品价格与全要素生产率——基于非竞争型投入产出网络结构一般均衡模型事后核算方法[J]. 金融研究, 2022(2):21-39.
- [25] 许雪晨,田侃. 部门扭曲与宏观经济波动:以金融危机为例[J]. 世界经济, 2023, 46(5):58-89.
- [26] BARAUSKAITE K, NGUYEN A D M. Global intersectoral production network and aggregate fluctuations[J]. Economic Modelling, 2021, 102:105577.
- [27] 王群勇,李月,薛彦. 国内国际双循环生产网络的冲击传播:特征与模拟[J]. 中国工业经济, 2023, (7):26-45.
- [28] 高翔,徐然,祝坤福等. 全球生产网络视角下重大突发事件的经济影响研究[J]. 国际贸易问题, 2021, (7):1-20.
- [29] 倪红福,龚六堂,夏杰长. 生产分割的演进路径及其影响因素——基于生产阶段数的考察[J]. 管理世界, 2016(4):10-23+187.
- [30] 孙浦阳,张龔. 外商投资开放政策、出口加工区与企业出口生存——基于产业关联视角的探究[J]. 经济学(季刊), 2019, 18(2):701-720.
- [31] 谢建国,张宁. 技术差距、技术溢出与中国的技术进步:基于中美行业贸易数据的实证分析[J]. 世界经济研究, 2020(1):12-24+135.
- [32] 郑曼妮,黎文靖,谭有超. 技术转移与企业高质量创新[J]. 世界经济, 2024, 47(3):66-93.

The International Production Network Correlation Degree and the Industry Output Growth: Technology Spillover Mechanisms and Impact of Risk Shocks

REN Jun-fan¹, CUI Yan-xin¹, ZHAO Bin-bin², XU Xiang-yun³

(1. *School of Economics, Nankai University, Tianjin 300071, China*; 2. *Institutes of Science and Development, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100190, China*; 3. *School of International Trade and Economics, Anhui University of Finance and Economics, Bengbu 233030, Anhui, China*)

Summary: With the rapid advancement of globalization, the increasingly complex global value chain (GVC) division system has profoundly reshaped production modes and factor allocation patterns worldwide, driving the development of international circulation. The international production network, formed through interconnected cross-border industrial supply and production chains, serves as a critical carrier of this circulation, facilitating the diffusion of technologies and knowledge. However, rising global uncertainties—particularly frequent “black swan” events over the past 15 years—pose external risks that may weaken the technology spillover effects of international production networks, thereby diminishing their economic positive externalities. Current research remains nascent in algorithm-based quantification of technology spillover effects within production networks, with limited attention to how risk shocks might attenuate these effects.

This study first constructs a multi-sectoral production network general equilibrium model incorporating risk shocks, disentangling and measuring international circulation-driven technology spillover effects. Leveraging intermediate goods input-output data from 35 industries across 60 countries (2008—2022) in the Asian Development Bank (ADB) database, this study empirically examines how international production network correlation degree influences industry output growth and whether technology spillover effects mediate this relationship. Further, it analyzes whether risk shocks weaken the output-enhancing effects of international production networks. Results indicate that network correlation degree boosts industry output growth via technology spillover effects, yet this growth exhibits heterogeneity across industries, countries, and centrality levels. Risk shocks significantly dampen technology spillover effects, thereby reducing the growth-promoting role of network correlation degree, with heterogeneous impacts contingent on sectoral and national contexts.

Compared to existing literature, this study contributes three key advancements: First, it bridges the theoretical divide between technology spillovers and risk shocks by endogenizing risk shocks within the technology spillover transmission mechanism, enabling coupled analysis of positive technological and negative risk effects. Second, departing from conventional “micro-to-macro” aggregation approaches, it pioneers a reverse analytical framework linking “macro-network structures to micro-sector performance”. Third, it systematically employs the ADB multi-country input-output database to quantify technology spillover effects as a mechanism variable, providing novel empirical evidence on how international production network correlation degree shapes industry output growth.

This research deepens understanding of real economic downturns and their drivers, offering insights for China’s dual-circulation development paradigm and strategies to mitigate systemic risks.

Keywords: international production network; correlation degree; technology spillover effect; industry output growth; risk shocks

CLC number: F114; F223

Document code: A

Article ID: 1674-8131(2025)04-0035-17

(编辑:朱 艳;刘仁芳)