

中美价值链分工的技术溢出效应与脱钩冲击

刘维林

【摘要】文章构建了包含产业异质性和技术溢出效应的价值链关联生产模型,利用空间随机前沿估计方法考察了中美价值链分工下两国产业的技术进步及其溢出效应。研究发现,中美两国产业在中间品深化、资本深化和技术进步上均存在显著的价值链关联特征,中间品投入成为传递“干中学”效应的主要载体。产业间技术进步差异较大,美国的电气电子和计算机产业以及中国的高技术制造相关产业技术进步的速度较快。中国产业总体上吸收的技术溢出更多,但大部分来自于国内循环的贡献,说明中国经济内循环是技术升级的主动力。情景模拟表明,脱钩情形下两国所受的冲击基本相当,中国受冲击较大的主要为贸易依存度较高的产业,而美国主要为农业和中高技术产业。

【关键词】价值链分工;技术溢出;全要素生产率;空间随机前沿;中美贸易摩擦

【作者简介】刘维林(1979-),黑龙江佳木斯人,南开大学经济与社会发展研究院副研究员,硕士生导师,研究方向为全球价值链、空间随机边界和区域产业分析,电子邮箱:liuwl@nankai.edu.cn。

【原文出处】《国际经贸探索》(广州),2022.1.68~82

【基金项目】国家社会科学基金重点项目(19AZD015)。

一、引言

进入2018年以来,中美两个全球最大经济体之间的贸易紧张局势不断升级,美国一方面通过加征关税挑起中美贸易战,另一方面通过出口管制实体清单等手段实施关键技术和核心零部件的断供以打压遏制中国高科技领域的发展,这些动向引发全球对于中美两国经贸关系脱钩以及未来全球价值链发展走向的担忧。而且自2021年美国总统换届,新一届政府非但未能推进两国之间紧张的经贸关系走向缓解,反而试图通过重建全球经贸规则、推进印太战略等方式绕开中国重建国际供应链,打破了长久以来两国产业间建立的价值链分工合作关系,同时还在国内开展重点产业链的梳理以防范中国对其“卡脖子”措施的反制。随着全球经济进入后疫情时代,国际产业链的重构不可避免,产业链安全成为许多国家优先关注的问题。面对可能出现的产业链收缩和转移趋势,《中共中央关于制定国民经济和社会发

展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标的建议》提出要加快构建以国内大循环为主体、国内国际双循环相互促进的新发展格局,并将提升产业链供应链的现代化水平列为“十四五”时期的重点任务。而在过去30年间,中国作为发展中国家参与全球价值链分工获得技术溢出是推动中国经济快速增长的重要动力,尤其通过与美国构建价值链分工网络促进了中国要素比较优势的发挥,并在这一过程中积累了重要的知识、技术和经验,为中国产业的转型升级提供了有利外部条件。但在百年未有之大变局的外部环境以及构建新格局的内在要求下,中国产业发展和技术进步的逻辑与动力正面临着重大转换。在当前形势下,如何认识和评估价值链分工所产生的技术溢出效应以及价值链脱钩可能带来的冲击,对于有效预判和应对中美经贸脱钩及产业链重构等一系列重大挑战至关重要。

技术进步是经济持续增长的根本动力,而全球

价值链分工发展所带来的技术溢出是发展中国家吸收先进技术和实现经济赶超的重要源泉。但在新古典的经济增长框架中对个体间技术进步的相互依赖关系考虑甚少,新增长理论中虽然引入了知识溢出的概念,但认为知识溢出主要是通过社会总资本存量来传导到所有厂商,而对于中间品的投入产出所产生的技术溢出讨论较少。Coe & Helpman(1995)认为国际中间品和机器设备的使用是知识溢出的机制之一,并引发了关于贸易如何作为技术溢出的传导载体进而推动经济增长的广泛探讨;Lee(2020)将中间品的进出口视为跨境技术溢出的重要载体;江小敏等(2020)认为进口产品质量提升有助于推动本产业及其上下游关联产业升级。上述研究虽然都将技术溢出效应视为经济增长的重要因素,但主要是基于国家间的宏观层面。然而中美之间的价值链分工更主要是建立在产业层面的专业化分工基础之上,通过上下游的产业联系形成知识的交换与扩散。因此,将中美价值链分工的分析对象细化到产业关联层面是十分必要的。

在模型的设定上,随着空间计量估计方法的演进,包含技术溢出的经济增长理论模型与基于空间计量的参数识别方法能够较好地相互对应和匹配而被越来越多的学者所采用。Ertur & Koch(2007)在索洛模型的基础上构建了包含技术溢出的经济增长模型并采用空间计量方法进行了实证;Tientao et al.(2016)提出了TFP关联增长的理论模型,并采用空间杜宾模型(SDM)对107个国家的全要素生产率(以下简称TFP)增长和技术溢出进行了估计。也有学者通过两步法先对TFP进行估计进而采用空间计量模型进行溢出效应的检验,如余泳泽、刘大勇(2013)采用空间面板模型考察了创新价值链各阶段的创新效率在各参与主体间的技术扩散。两步法的隐含假设是将个体自身的技术进步与个体之间的技术溢出人为划分为两个相互独立的估计过程,实际上忽略了两阶段之间的相互影响,而由于价值链的参与主体之间大多存在“你中有我,我中有你”的相互关联,两步法的实证思路会存在一定的偏误。而基于空间计量模型的一步法虽然同时考虑了技术进步和技术溢出,但在模型设定上大多采用了个体间技术进步的

同质性假设。然而,产业间的技术经济特征千差万别,吕越等(2017)认为嵌入全球价值链会通过中间投入品效应等机制促进企业技术进步,但该作用存在异质性。现有文献中将异质性随机前沿与空间计量模型相结合的研究较少,Glass et al.(2016)虽然提出了“空间+随机前沿”的估计方法,但并未纳入异质性的设定。本文创新性地将时变随机前沿面板模型与空间计量方法相结合,提出了包含技术进步异质性的空间计量模型及其估计方法,从而能够有效地克服以往文献在上述假定上存在的缺陷。

在逆全球化趋势不断加剧和新冠肺炎疫情全球大流行的背景下,我国产业链运行面临的外部不稳定因素日益增多,面对中美之间可能出现的脱钩冲击,周玲玲等(2020)借鉴GTAP模型模拟了中美贸易摩擦对我国汽车产业的影响;刘维林等(2020)运用跨国投入产出模型模拟了中美贸易摩擦不同关税水平下各产业GDP和就业可能受到的冲击;Wu et al.(2021)基于WIOD数据库采用跨国投入产出模型分析了中美脱钩的三种情景并测算了脱钩对GDP和就业的影响;李侨敏、王晓岭(2021)采用CGE模型模拟了中美贸易摩擦和我国的应对政策对FDI的影响。上述研究大多采取了情景模拟的方法,但主要是从中间品供给和投入产出联系角度进行冲击的估计,而中美脱钩风险最主要的方面在于技术领域,以往研究对技术溢出的考虑较少,而这正是本文关注的核心问题。

鉴于上述背景,本文从价值链技术溢出的视角研究中美价值链分工对两国产业发展的促进作用以及脱钩可能带来的冲击,主要的边际贡献在于三个方面:第一,本文构建了包含技术溢出效应的价值链关联生产模型,并纳入了产业技术进步的异质性,有助于从理论层面认识价值链分工对经济增长的内在影响机制;第二,结合间接效应估计和情景模拟方法考察了价值链下各产业的技术进步分布,以及通过国内循环和国际循环所吸收的技术溢出,进而在四种价值链脱钩的假设情景下对产出冲击进行了估算;第三,在实证方法上,本文创新性地将时变随机前沿模型与空间面板模型相结合,实现了对要素弹性、中性技术进步和技术溢出的估计。

二、模型与数据

(一)引入价值链技术溢出效应的生产函数设定

1. 包含产业异质性技术进步的生产函数

首先建立以下具有三种投入要素的柯布一道格拉斯生产函数:

$$Y_{it} = A_{it} \cdot K_{it}^{\beta_1} \cdot M_{it}^{\beta_2} \cdot L_{it}^{\beta_3} \quad i=1,2,3 \dots N, t=1,2,3 \dots T \quad (1)$$

在规模报酬不变的条件下,有 $\beta_1 + \beta_2 + \beta_3 = 1$,其中 i 表示产业, t 表示时期, Y_{it} 是指第 t 年产业 i 的总产出, K_{it} 、 M_{it} 、 L_{it} 分别为资本、中间产品和劳动投入。 A_{it} 为第 t 年产业 i 的希克斯中性技术进步水平,在不考虑技术进步相互作用的条件下,通过放宽个体同质性假设,将其定义为如下形式:

$$A_{it} = e^{\theta_i t + \alpha_i + u_{it}} \quad (2)$$

其中, α_i 和 θ_i 分别产业 i 各自的初始技术水平和技术进步的增长率, u_{it} 为一般的随机误差项,满足独立同分布,零均值同方差假定,将其带入式(1)可得到单位劳动的非空间生产函数,取对数后表示为:

$$y_{it} = \beta_1 k_{it} + \beta_2 m_{it} + \alpha_i + \theta_i t + \sigma_{it} + u_{it} \quad (3)$$

其中, $y_{it} = \ln(Y_{it}/L_{it})$, $k_{it} = \ln(K_{it}/L_{it})$, $m_{it} = \ln(M_{it}/L_{it})$, 产业的时变全要素生产率 θ_{it} 可以分解为全球共同时间趋势项 θ_{it} 和产业特定的时间趋势项 σ_{it} 。上式可根据Cornwell et al.(1990)提出的时变随机前沿面板模型估计方法得到包含时变全要素生产率的相关参数。

2. 加入技术溢出的价值链关联生产模型

为了刻画价值链的技术溢出效应,结合内生增长理论和Ertur & Koch(2007)的设定,对方程(3)进行扩展,即 A_{it} 除了自身的时变全要素生产率以外,还受到关联产业的中性技术进步、人均物质资本投入和人均中间品投入的影响。其中人均物质资本投入代表了关联产业资本深化效应的间接影响,人均中间品投入代表了关联产业中间品深化效应的间接影响。Lee(2020)认为中间品是技术溢出的重要载体,本文根据产业间的投入产出关系来构建产业 i 到产业 j 的联系强度 w_{ij} 。于是将式(2)中的 A_{it} 改写为如下形式:

$$A_{it} = e^{\alpha_i + \theta_i t + u_{it}} \prod_{j \neq i}^N A_{jt}^{\lambda w_{ij}} \prod_{j \neq i}^N (K_{jt}/L_{jt})^{\varphi_1 w_{ij}} \prod_{j \neq i}^N (M_{jt}/L_{jt})^{\varphi_2 w_{ij}} \quad (4)$$

式中 λ 、 φ_1 和 φ_2 为待估参数,代表中性技术进步、资本深化和中间品深化的外溢作用,将其两边取对数并对截面 i 堆叠后得到如下的向量表达式:

$$\ln A_t = (I_N - \lambda W_N)^{-1} (\alpha + \theta t + u_t + \varphi_1 W_N k_t + \varphi_2 W_N m_t) \quad (5)$$

将其代入到式(1)的生产函数中可得到如下空间杜宾模型形式的回归方程:

$$y_t = \lambda W_N y_t + \beta_1 k_t + \beta_2 m_t + (\varphi_1 - \lambda \beta_1) W_N k_t + (\varphi_2 - \lambda \beta_2) W_N m_t + \alpha + \theta t + u_t \quad (6)$$

进一步对 t 堆叠后可以简化表示为:

$$y = \lambda (W_N \otimes I_T) y + \beta_1 k + \beta_2 m + \Gamma + r \theta + q \sigma + U + (\varphi_1 - \lambda \beta_1) (W_N \otimes I_T) k + (\varphi_2 - \lambda \beta_2) (W_N \otimes I_T) m \quad (7)$$

其中 y , k , m , U 为 $NT \times 1$ 阶向量; $\Gamma = \alpha \otimes I_T$, I_T 为 $T \times 1$ 阶单位向量; $r = I_N \otimes R$, I_N 为 $N \times 1$ 阶单位向量, $R = 1, \dots, T$; $q = \text{diag}(I_N) \otimes R$, 为 $NT \times N$ 阶矩阵; σ 为 $N \times 1$ 阶向量。

与经典面板模型相比,上述时变空间杜宾模型形式的生产函数反映了生产个体之间的相互关联,并且能够通过空间计量方法的直接效应和间接效应测算出个体之间因空间相关关系所产生的溢出效应。此外,空间杜宾模型相对于SAR模型、SEM模型和SLX模型往往在参数的统计性质上更优(Lesage & Pace, 2009)^①。

3. 基于产业关联的空间溢出效应测算方法

在传统的面板模型中,人均资本投入和人均中间品投入的回归系数 β_1 和 β_2 分别代表了两种生产要素的产出弹性。但在空间模型中,其产出弹性包括两个层面:一是本产业的生产要素投入变动对自身产出的直接效应;二是由于关联产业的资本深化或中间品深化的外部性而形成的间接效应,两种效应之和为总效应。以人均资本投入为例,求取产出向量 y 对各产业人均资本投入 k 的偏导数,得到矩阵如下:

$$E_k = (I_N - \lambda W_N)^{-1} \begin{bmatrix} \beta_1 & w_{12}(\varphi_1 - \lambda \beta_1) & \dots & w_{1N}(\varphi_1 - \lambda \beta_1) \\ w_{21}(\varphi_1 - \lambda \beta_1) & \beta_1 & \dots & w_{2N}(\varphi_1 - \lambda \beta_1) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ w_{N1}(\varphi_1 - \lambda \beta_1) & w_{N2}(\varphi_1 - \lambda \beta_1) & \dots & \beta_1 \end{bmatrix} \quad (8)$$

式(8)矩阵的主对角元素均值为人均资本对产出的直接效应,所有产业的平均直接效应表示为 ξ^d ,人均资本的间接效应为 ξ^i ,由式(8)矩阵的非对角元素

按行或按列之和的均值计算得出,总效应则可以表示为 $\xi_k^T = \xi_k^i + \xi_k^p$ 。同理,人均中间品的直接、间接和总效应可以分别表示为 ξ_m^D 、 ξ_m^I 和 ξ_m^T 。其中直接效应反映了本产业一种投入变化1%所导致的自身的产出增长的百分比;间接效应反映了由于产业间相互关联所形成的要素投入外部弹性;当对第*i*行求和时,表示当由所有相邻产业资本或中间品深化程度增加1%时引起的*i*产业产出的变动。

同理,希克斯中性技术进步也在产业间产生空间溢出效应,在技术进步的异质性假设下,一个产业所吸收的溢出效应取决于该产业与关联产业之间的联系强度以及所关联产业的技术进步幅度。根据式(7)的生产函数设定,技术进步的溢出效应可以通过对数人均产出对时间*t*的偏导数求得:

$$\Lambda_t \equiv \left[\frac{\partial y}{\partial t} \right] = (\mathbf{I}_N - \lambda \mathbf{W}_N)^{-1} \begin{bmatrix} \theta_1 & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & \theta_2 & \cdots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \cdots & \theta_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \tilde{w}_{11}\theta_1 & \tilde{w}_{12}\theta_2 & \cdots & \tilde{w}_{1n}\theta_n \\ \tilde{w}_{21}\theta_1 & \tilde{w}_{22}\theta_2 & \cdots & \tilde{w}_{2n}\theta_n \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{w}_{n1}\theta_1 & \tilde{w}_{n2}\theta_2 & \cdots & \tilde{w}_{nn}\theta_n \end{bmatrix} \quad (9)$$

其中, \tilde{w}_{ij} 是 $(\mathbf{I}_N - \lambda \mathbf{W}_N)^{-1}$ 中的元素,技术进步的直接效应用产业*i*的时间趋势 g_i^D 表示,即式(9)中矩阵的第*i*个对角元素,表示产业*i*自身的全要素生产率变动。技术进步的间接影响由式(9)中的非对角线元素表示,第*i*行非对角线元素之和可定义为产业*i*从其他产业所吸收的溢出效应总和,用 g_i^I 表示。同理二者之和为总效应 g_i^T ,表示*i*产业在中美价值链中的技术进步总效应。

(二)数据来源和指标选取

1. 数据来源与处理

本文的数据主要包括三方面来源,首先美国产业层面的要素投入和产出数据来源于美国的ILPA (Industry-Level Production Account) 账户数据库,包括按行业划分的资本、劳动和中间品投入及总产出数据。其次,中国的要素投入和产出数据来源于中国CIP (China Industrial Productivity) 数据库,最新版本覆盖范围为1981~2010年,包括实际与名义的资本、劳动力和中间品投入数据以及总产量数据。行业

的划分基于国际标准行业分类(ISIC 3.0),其优势在于该数据库与ILPA数据同属基于KLEMS增长核算框架的数据集,在资本要素估算中考虑了“资本服务”“生产能力衰减”“资本存量退役年限”等因素,在劳动要素估算中纳入教育水平、健康状况等质量因素,在进行跨国研究时测算指标的口径具有较好的一致性和可比性,已被OECD等国际组织所广泛采用^②。本文在研究中将基年统一设定为2005年,并剔除了与价值链分工关系不大的非市场经济部门。再者,两国产业间的投入产出联系数据源于WIOD世界投入产出表,经过匹配归并后得到每个国家各22个产业部门(如表1)。本文选取中间年份1995年的中间流量数据来构造空间权重矩阵^③。此外,用国家虚拟变量来控制中美两国不同的初始技术水平。

2. 空间权重矩阵

本文采用价值链上游度叠加中间品流量的方法来刻画产业间的空间联系。Badinger & Egger(2016)和Foster-McGregor et al.(2017)均采用中间品流量构建空间权重矩阵来刻画技术溢出。但这种方式的一个缺陷在于,两个产业间的中间品流量既可能是由于产业间的协作关系所致,也可能仅仅来自于二者所处的上下游位置关系,而与技术溢出关联不大,因此需要将这种上下游关系的影响剔除。Dietzenbacher et al.(2005)首次提出了平均传递步长概念来衡量生产网络体系中产业部门之间的距离;倪红福(2016)进一步提出点对点平均传递步长的测算方法;Bigio & La'O(2020)则通过理论模型证明部门要素配置冲击在生产网络中的传导与里昂惕夫逆矩阵的叠加乘子相关。本文借鉴上述方法来构建中美价值链中各产业之间的点对点传递步长矩阵,以此来反映各产业间的空间距离,其计算公式如下:

$$U = \frac{[\hat{V}(I + 2 \cdot A + 3 \cdot A^2 + 4 \cdot A^3 + \cdots)]}{[\hat{V}B]} = \frac{[\hat{V}B^2]}{[\hat{V}B]} \quad (10)$$

其中, \hat{V} 由投入产出表的增加值系数为对角线元素所构成的对角矩阵, A 为直接消耗系数矩阵, $B = (I - A)^{-1}$ 为里昂惕夫逆矩阵。 $\hat{V}B$ 代表增加值贸易核算系数矩阵,矩阵 U 中第*ij*个元素表示从*i*产业传递1单位初始投入到*j*产业的最终需求所需要经历的平

表1 行业分类与代码

序号	行业名称	ISIC Rev.3
S1	农林牧渔	AtB
S2	采矿	C
S3	食品饮料和烟草	15t16
S4	纺织服装皮革	17t19
S5	木材及制品等	20
S6	纸和复制打印	21t22
S7	石油煤炭和燃料	23
S8	化工和化学制品	24
S9	橡胶和塑料制品	25
S10	非金属矿制品	26
S11	金属制造	27t28
S12	通用设备制造	29
S13	电气电子和计算机	30t33
S14	运输设备	34t35
S15	其他制造和回收	36t37
S16	电力燃气供水	E
S17	建筑	F
S18	批发零售	50t52
S19	住宿餐饮	H
S20	交通仓储邮政	60t64
S21	金融	J
S22	租赁和商务服务	71t74

说明:表中行业名称是依据国际标准产业分类(ISIC Rev.3)与我国的国民经济行业分类(GB/T 4754-2017)匹配归并后的结果。

均阶段数,相对于传统上游度点到面的平均距离而言,按照点对点的计算方法能够更为准确地反映任意两个产业间的经济距离。同时考虑到中间投入是技术溢出的重要载体,仅采用距离权重矩阵来度量产业间联系也不够全面,本文采用中间品流量矩阵与

经济距离矩阵倒数的哈达玛积来构建空间权重矩阵。图1显示了两个国家共44个产业之间空间权重矩阵的热力图。从图中可以看出,两国产业间的联系强度总体上均以国内联系为主导,即国内联系所代表的两个分块矩阵相较于国际联系的部分颜色更

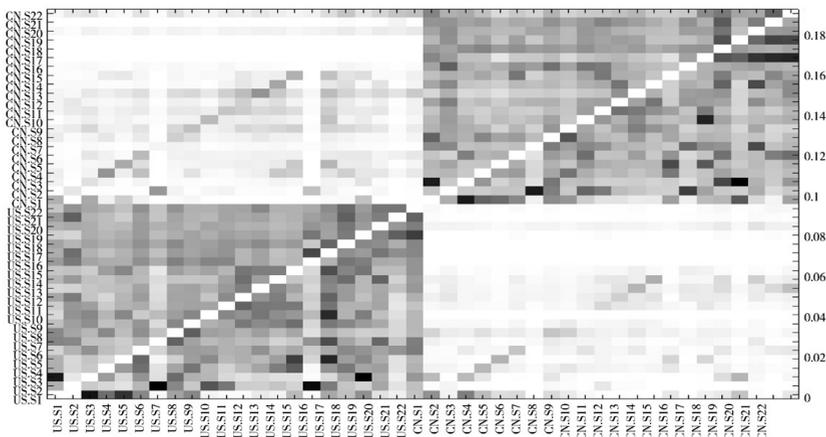


图1 中美产业间权重矩阵热力图

深。而在国际联系方面,颜色相对比较深的区域主要集中在中美两国的农业(S1)、采掘业(S2)和制造业中的化工和化学制品(S8)、金属制造(S11)、通用设备制造(S12)、电气电子和计算机(S13)、运输设备(S14)所在的行,代表在这些领域中美之间的国际联系比较紧密。尤其是中国电气电子和计算机制造业(S13)的国际联系涉及美国多个产业部门,侧面表明该产业参与国际分工的广度和深度都更为突出,而中美之间在建筑业(S17)和服务业中的批发零售(S18)、住宿餐饮(S19)领域的交流则相对较少。

三、估计结果与溢出效应分析

(一)生产函数的估计结果

本文基于式(7)的时变SDM模型设定进行估计,时变固定效应(TV-FE)和时变随机效应(TV-RE)的结果如表2第1~2列所示。同时还提供了仅包含被解释变量空间滞后项的时变SAR模型形式和基于(3)式的时变非空间前沿面板模型形式的参数估计结果作为参照,结果分别如表2的第3~4列和第5~6列。从时变SDM模型的估计结果来看,资本和中间产品投入的系数都通过了显著性检验,Hausman-Wu检验表明随机效应更有效。在时变SDM的随机效应模型的估计结果中,时间趋势的系数为0.008,表示1981~2010年期间两国产业平均的TFP呈现年均0.8%的增长,低于非空间模型下1.4%的估计结果,表明忽略技术溢出效应可能会高估技术进步。资本

投入、中间品投入和劳动投入的系数为0.121、0.537和0.342^④,系数的相对大小与同样采用三投入要素模型的Baptist & Hepburn(2013)以及步晓宁等(2019)分别对美国和中国的估计结果总体一致^⑤,均得出中间品投入对总产出的贡献最大,远远大于资本和劳动力的结论。其原因可能在于随着产业分工的不断深化、产业链的不断延长和产品复杂度的不断增加,使得中间品投入对产出的贡献更为突出。空间自相关系数 λ 显著为正,其值为0.489,表明价值链关联使得各产业的生产活动间存在较强的关联溢出效应。此外,时变SDM的模型设定与SAR模型在主要系数的方向和大小上均比较相近,似然比检验结果表明SDM模型优于SAR模型。

(二)人均投入要素的间接效应

在空间计量模型中要素投入的产出弹性除了包括产业本身要素投入的直接影响以外,关联产业资本深化或中间品深化的变动也会构成间接影响。本文采用蒙特卡洛模拟方法,抽取1000次参数估计来构建显著性水平。结果显示资本和中间品对产出都有显著的正向直接影响,弹性大小分别为0.1130和0.5439,与计量模型的参数估计结果一致。从间接效应来看,中间品深化的间接效应为0.4207且在1%水平上显著,根据垂直专业化(Vertical Specialization)理论,随着中间品贸易的不断增长,跨国的垂直贸易链不断延长,每个国家只专注于产品生产的某个或某几

表2 基于时变SDM模型的估计结果及与相关模型的比较

变量	时变SDM		时变SAR		时变前沿面板模型	
	TV-FE(1)	TV-RE(2)	TV-FE(3)	TV-RE(4)	TV-FE(5)	TV-RE(6)
k	0.120***(0.020)	0.121***(0.020)	0.092***(0.020)	0.096***(0.019)	0.093**(0.021)	0.098***(0.020)
m	0.525***(0.016)	0.537***(0.015)	0.521***(0.017)	0.532***(0.016)	0.529***(0.017)	0.541***(0.016)
W·k	-0.264***(0.061)	-0.274**(0.057)				
W·m	-0.080(0.086)	-0.038(0.079)				
intercept		-0.095(0.095)		0.058(0.087)		-0.178*(0.089)
t		0.008*(0.004)		-0.003(0.004)		0.014***(0.004)
W·y	0.537***(0.050)	0.489***(0.051)	0.460***(0.044)	0.428***(0.028)		
σ^2	0.014	0.014	0.014	0.014		
R ²	0.762	0.764	0.763	0.769	0.719	0.753
Adjusted-R ²	0.744	0.746	0.745	0.751	0.698	0.733
对数似然值	956.856	917.538	939.652	900.094		

注:*,**、***分别表示在10%、5%、1%水平上显著。

个生产环节开展专业化的生产与贸易,有利于促进企业提升劳动生产率和促进技术进步。资本深化的间接效应为-0.4112且在1%水平上显著,说明其他产业人均资本投入的增加会抑制某个产业人均产出的增长,从而与中间品深化的间接效应形成此消彼长的关系。综合二者结果可以看出,在价值链分工条件下,传统内生增长理论中的“干中学”效应在价值链中可能更主要是通过中间品的使用所传递的。

(三)各产业的技术进步及其溢出效应

图2和图3分别为基于式(7)所得到的中美两国主要产业技术进步的估计结果,在价值链中各个产业的技术进步包括来自产业自身的直接效应和来自其他产业技术溢出的间接效应两部分。从产业自身技术进步的增幅来看,位居首位的为美国的电气电子和计算机产业,TFP年均增长率达到7.1%,远高于美国所有产业平均1.2%的年增长率。美国在通讯电子和电气设备领域长期位居全球相关产业链的主导地位,尽管我国是世界电子通讯产品的第一大出口国,但从研发能力、技术装备和价值链高端环节的掌控能力来说,与美国仍然存在较大差距。而传统行业中的建筑、造纸、木材加工等分别处于TFP降幅的前三位,这类行业的增长较多依赖于要素投入,而技术进步则处于停滞甚至倒退的状态。在中国各产

业的TFP变动中,其他制造和回收产业的TFP相对增幅较大,年均增长率为7.5%。主要原因在于这一时期中国的环保标准相对宽松,在实施“洋垃圾”进口禁令之前,中国的回收企业承担了全世界近一半废弃物的回收处理任务,垃圾处理数量的与日俱增也促使了这一产业在生产技术和运营效率上的大幅提升。此外,中国在运输设备、电子和计算机、通用设备制造等领域的技术水平也呈现较大幅度的提升,年均增长4.6%~5.8%,体现了高技术制造领域中国企业的加速追赶。在农业、采掘等传统产业和服务业的技术进步为负,主要与该类产业技术含量相对较低或出现一定的技术衰退有关。

除了产业自身的直接效应外,各产业还通过参与价值链分工获得一部分技术溢出的间接效应,总体来看,中国产业因其他关联产业带动而平均获得约1.41%的TFP增长,而美国各产业平均获得约1.16%的TFP增长,说明中美两国产业通过深化全球价值链分工促进了双方产业的技术更新迭代,而中国作为发展中国家更易于利用“干中学”的模仿和学习效应来加速技术进步的步代。

四、中美价值链脱钩的情景模拟

(一)中美价值链脱钩的情景设定

多年来中美两国互为对方的主要贸易伙伴,两

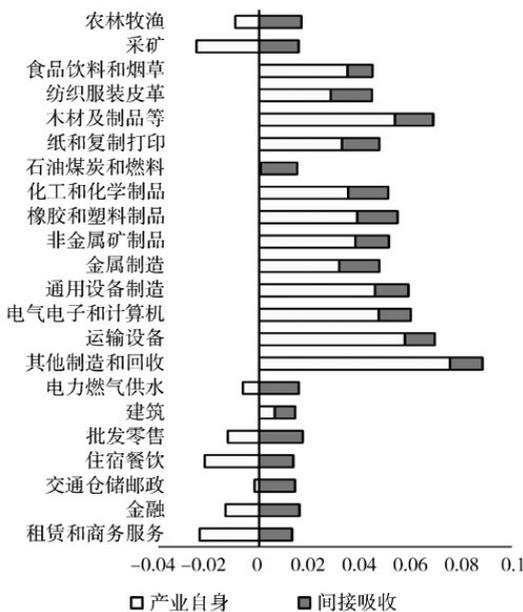


图2 中国分产业技术进步及其溢出效应

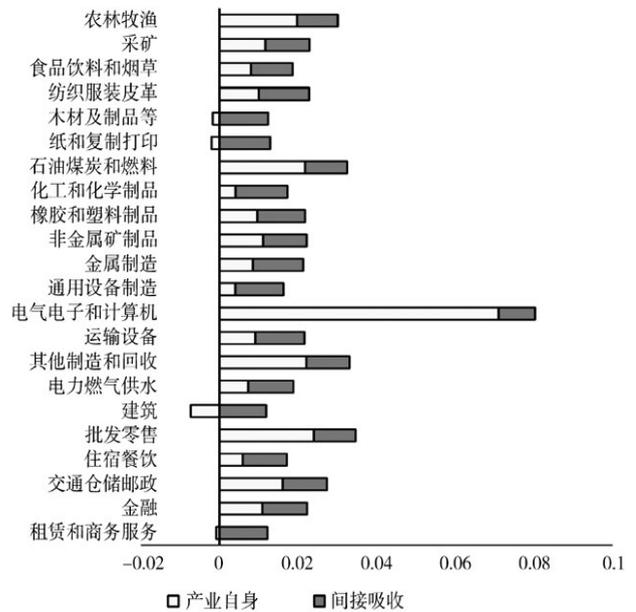


图3 美国分产业技术进步及其溢出效应

国产业间建立了密切的价值链分工关系。美国研发设计和核心材料及零部件的制造与中国的加工组装及产业体系的配套相互结合,为两国产业的分工与发展提供了重要动力。但随着中美两国贸易摩擦的不断升级,尤其是自2018年以来,美国针对中国出口产品出台的加征关税等一系列政策,给两国贸易和价值链分工体系带来巨大冲击。结合上述背景,本文按照中美双边中间品贸易下降10%、20%、50%和100%四种脱钩程度来进行情景设定,进而结合本文提出的价值链关联生产模型模拟四种情景可能带来的冲击。

根据式(7)所示的空间杜宾模型形式的生产函数可得到总产出的表达式为:

$$\ln Y_t = (I_N - \lambda W_N)^{-1} [\alpha + \theta t + u_t + \beta_1 k_t + \beta_2 m_t + (\varphi_1 - \lambda \beta_1) W_N k_t + (\varphi_2 - \lambda \beta_2) W_N m_t + (I_N - \lambda W_N) \ln L_t] \quad (11)$$

假设产业自身的技术进步和要素的产出弹性不

受中美贸易脱钩的影响,中间品贸易下降主要通过影响全局溢出乘数 $(I_N - \lambda W_N)^{-1}$ 导致关联溢出效应减弱进而对总产出造成冲击。但由于全局溢出乘数既包括国内价值链中的中间品流动,也包括了国际价值链中的跨越国境的中间品流动,需要单独分离出国际溢出效应的影响从而模拟贸易摩擦的脱钩冲击。

(二)国内循环与国际循环下的技术进步溢出效应分解

将式(9)中全局溢出乘数 $(I_N - \lambda W_N)^{-1}$ 分解为国内循环与国际循环两部分乘数之和,从而使得技术进步溢出效应 Λ_t 分解为国内循环溢出效应 Λ_t^{dom} 和国际循环溢出效应 Λ_t^{int} 两部分,借助蒙特卡洛模拟可以对 Λ_t^{dom} 和 Λ_t^{int} 分别进行识别,估计出国内和国际循环形成的技术溢出,并为国际价值链脱钩冲击的测算提供算法支持^⑥。

表3提供了中美两国各产业国内和国际溢出效

表3 中美各产业所吸收技术进步溢出效应的国内国际分解

	美国		中国	
	国内溢出	国际溢出	国内溢出	国际溢出
农林牧渔	0.0052	0.0052	0.0140	0.0027
采矿	0.0094	0.0018	0.0128	0.0028
食品饮料和烟草	0.0078	0.0027	0.0077	0.0020
纺织服装皮革	0.0087	0.0041	0.0124	0.0039
木材及制品等	0.0085	0.0038	0.0122	0.0030
纸和复制打印	0.0093	0.0036	0.0120	0.0028
石油煤炭和燃料	0.0083	0.0025	0.0124	0.0020
化工和化学制品	0.0084	0.0048	0.0128	0.0030
橡胶和塑料制品	0.0095	0.0027	0.0118	0.0042
非金属矿制品	0.0097	0.0015	0.0104	0.0029
金属制造	0.0093	0.0035	0.0121	0.0039
通用设备制造	0.0085	0.0038	0.0103	0.0029
电气电子和计算机	0.0056	0.0037	0.0071	0.0056
运输设备	0.0084	0.0041	0.0091	0.0027
其他制造和回收	0.0087	0.0023	0.0100	0.0030
电力燃气供水	0.0101	0.0014	0.0138	0.0019
建筑	0.0106	0.0013	0.0069	0.0013
批发零售	0.0092	0.0014	0.0158	0.0014
住宿餐饮	0.0097	0.0015	0.0121	0.0014
交通仓储邮政	0.0085	0.0027	0.0115	0.0026
金融	0.0099	0.0016	0.0144	0.0015
租赁和商务服务	0.0105	0.0017	0.0093	0.0038

应的分解结果,中国各产业中吸收国际技术溢出最多的为电气电子和计算机产业,其吸收的技术溢出中有44%来自国际循环,推动其全要素生产率获得年均0.56%的增长,说明中国在电子通讯设备领域对美国产业链的依赖程度相对较高。对美国产业链依赖程度最低的为建筑业,吸收的国际溢出效应仅为0.13%。而美国各产业中对中国产业链依赖程度最高的为农业,吸收的国际溢出效应为0.52%,对中国产业链依赖程度最低的同为建筑业。总体来看中美相互吸收的国际溢出效应基本呈均衡状态,推动各自国家的产业平均获得0.28%的全要素生产率增幅,但中国国内循环所提供的技术进步溢出为1.14%,而美国国内循环的技术进步溢出仅为0.88%,意味着中国产业所吸收的技术进步更多来源于国内产业间的协作,说明中国完整的工业体系和巨大内需是推动中国产业技术升级的重要动力。

(三)中美价值链脱钩的冲击测算

根据式(11)的生产模型及国内国际分解框架,本文将四种脱钩情景下对应的空间权重矩阵代入到前面的估计结果中,计算出当技术溢出受阻时各产业总产出的变化情况,从而评估脱钩所带来的冲击。

图4和图5提供了中美两国各产业由于技术溢出受阻而导致的产出降幅,在10%脱钩、20%脱钩、半脱钩和完全脱钩的四种情景下,中国各产业的平均降幅分别为6.7%、12.8%、28.1%和46.4%,而美国各产业的平均降幅分别为4.4%、8.4%、18.6%和30.9%。总体来看,中美两国所受的冲击幅度基本相当,中国的产出降幅略大于美国。但在产业分布上两国差异较大,中国受冲击的主要是电气电子和计算机产业、橡胶和塑料制品、纺织服装皮革等贸易依存度较高的产业,在10%脱钩的情景下降幅分别为9.8%、8.7%和8.5%。美国产业中受冲击最大的是农林牧渔,降幅为6.9%,其次是电气电子和计算机产业、化工和化学制品、运输设备等中高技术产业,降幅分别为5.9%、5.8%和5.6%。中国受冲击较小的主要是住宿餐饮、金融服务、建筑等产业,降幅均在5%以内。美国受冲击较小的主要是电力和燃气供应、非金属矿制品、采矿和金融,降幅均低于3.1%。考虑到上述结果是建立在各产业中间品流量在贸易摩擦中呈同比例降幅的假设上,而美国的对华关税清单更主要集中在电子计算机等高技术产业,中国在这些产业上所受到的冲击将更大。同样中国所采取的关税反制政策更多集中在美国的农产品,美国农业可能受到的冲击也相对更大。此

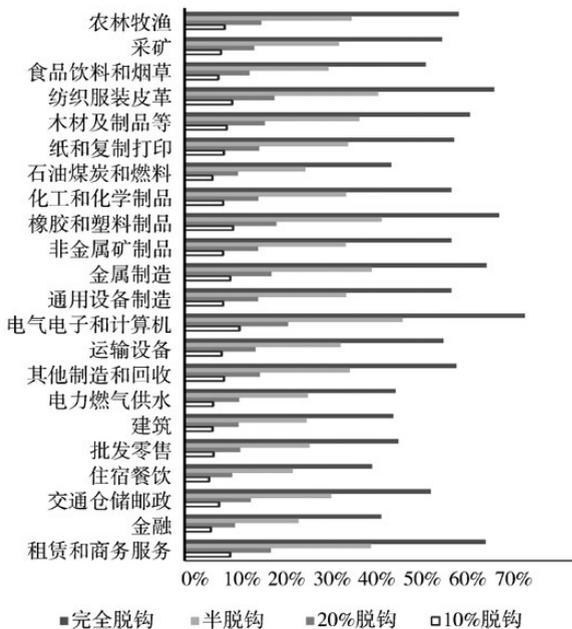


图4 中国各产业四种情景下的产出降幅

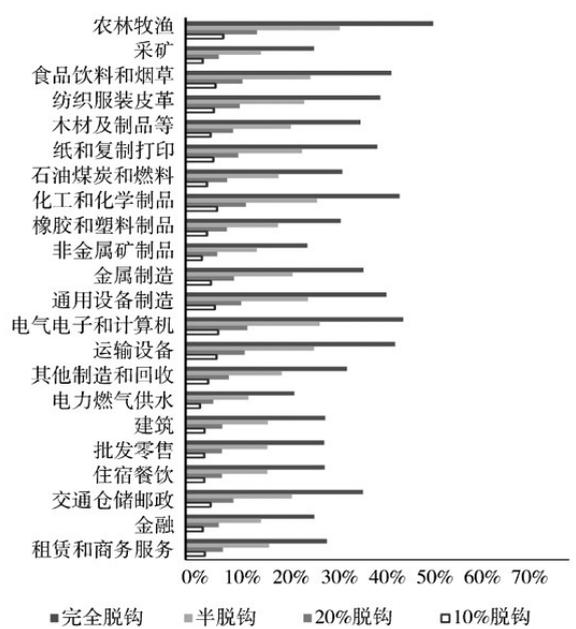


图5 美国各产业四种情景下的产出降幅

外,结果还显示由于中美两国在电气电子和计算机领域中的密切往来,对中国电子信息产业等领域的“卡脖子”措施同样也将损害美国自身在这一领域的技术创新,进而削弱美国在这一领域的国际竞争力。

五、稳健性检验

考虑到中间品流量本身也是传导技术溢出的重要载体,为了进一步验证不同的空间权重矩阵设定对价值链关联生产模型估计的影响,本文直接利用WIOD中两国产业间的中间品流量矩阵构建新的空间权重矩阵进行分析,以避免采用传递步长与流量乘积方式测度技术溢出可能带来的偏差。本文具体考虑了基于初始中间品流量矩阵、中间品流量转置矩阵以及二者之和这三种空间权重矩阵形式,它们分别代表通过为供应链下游产业提供中间品而产生的技术溢出、通过使用供应链上游产业的中间品而产生的技术溢出以及同时来自供应链上下游企业的技术溢出三种渠道。回归结果显示,不论是采用哪种中间品矩阵的设定,估计结果与基准回归都比较接近,中美产业间在投入要素系数、空间相关系数上的估计结果大小和方向均呈现较好的稳健性^⑦。

六、结论与政策启示

本文构建了包含产业异质性和技术溢出效应的价值链关联生产模型,以中美价值链分工关系为背景,利用时变空间随机前沿的计量模型提出衡量全球价值链中产业技术进步及其溢出效应的估算方法,采用同属于KLEMS增长核算框架的美国ILPA数据库与中国CIP数据库构建要素投入和总产出指标,结合WIOD的中间品流量矩阵和计算得到的点对点上游度构建空间权重矩阵,根据估计结果测算了1981~2010年中美产业的技术进步及其溢出效应,进而通过情景模拟评估了不同程度的中美脱钩可能造成的冲击。主要发现有:第一,基于时变SDM模型形式的价值链关联生产函数设定优于非空间时变前沿模型和时变SAR模型的设定,在忽略价值链关联溢出效应时容易导致对产业自身技术进步的高估。第二,人均中间品投入对产出具有显著的正向间接效应,符合垂直专业化有助于提升生产效率与技术

进步的观点。第三,不同产业的技术进步存在较大差异,美国的电气电子和计算机产业一枝独秀,位居美国所有产业之首,中国在高技术制造领域的技术水平有较大提升,同时在价值链分工中吸收了更多的技术溢出。第四,中国的电气电子和计算机产业所吸收的技术溢出对美国产业链的依赖最高,而美国的农业对中国产业链依赖程度最高,中国经济的内循环是各产业技术升级的主动动力。第五,四种脱钩情景下中美两国产业所受的冲击基本相当,中国受冲击首当其冲的是电气电子和计算机,其次是橡胶和塑料制品、纺织服装皮革等贸易依存度较高的产业。而美国农林牧渔受冲击最大,其后为电气电子和计算机产业、化工和化学制品、运输设备等高技术产业。

基于以上分析结果和后疫情时代全球价值链发展面临的新形势,提出以下四方面建议:第一,针对可能受中美脱钩冲击较大和后疫情时代可能出现国际供应链重构的重点产业链进行摸底梳理和安全性评估,对关键性的上游原材料、零部件与生产设备的研发和制造企业建立供应商信息储备库,绘制全球供应链地图,建立应急预案和产能协调机制,使受断供影响的企业能够快速反应重建供应链,提高供应链的弹性与韧性。第二,强化国内大循环的主体地位,积极推动各类要素市场、交易平台和新商业模式的建立,发现和释放各领域的科技需求,充分利用中国产业体系完备、产业链条完整和超大规模内需市场的优势,构建大规模研发和大场景应用的科技创新与产业化模式,推进科技链与供应链相互赋能,调动多方创新资源,实现科技的自立自强和关键供应链的自主可控。第三,进一步实施高水平对外开放战略,扩大和参与更高质量、更大范围的区域性经贸协定和分工网络,积极地与欧洲、亚洲和其他“一带一路”沿线国家深化合作,发挥数字信息、商贸商务、港航物流、知识产权和货币金融等服务的纽带作用,以中国为枢纽建立产品链和服务链相互交织的区域性供应链联盟,形成全球产业分工网络与全球科技创新网络叠加格局。第四,模拟结果表明,中美脱钩将对美国经济、就业和产业竞争力造

成严重冲击,应积极推动两国以政府、智库和行业协会等为纽带加强交流,避免战略误判,寻求以沟通合作化解矛盾争端的最优解决途径,实现中美互利共赢。

注释:

①对于不同空间计量模型形式的比较需借助相关检验进行确定,实证部分将对此做进一步探讨。

②KLEMS 增长核算框架由哈佛大学 Jorgenson 教授所倡导而建立,旨在建立一个各国统一的产业投入、产出和生产率数据集,用以推动和促进跨国经济增长和生产率模式的研究。

③本文还采用各年份中间品流量的均值作为空间权重矩阵进行测算以减少内生性的影响,结果具有较好一致性。

④劳动投入的系数在规模报酬不变的假设下推导得出。

⑤由于不同研究选取的样本在国家范围、时间范围以及数据的层级均有所不同,加之生产函数的形式和假定上存在差异,结果不尽相同,但总体而言,中间投入的系数通常较大,劳动和资本的系数相对较小。

⑥限于篇幅,具体推导过程和国内国际溢出测算结果可联系作者索取。

⑦检验结果限于篇幅,未在正文中报告,感兴趣的读者可联系作者索取。

参考文献:

[1]步晓宁,张天华,张少华,2019.通向繁荣之路:中国高速公路建设的资源配置效率研究[J].管理世界(5):44-63.

[2]江小敏,梁双陆,李宏兵,2020.进口产品质量的提升促进了我国产业出口升级吗——基于产业关联视角的证据[J].国际经贸探索(7):16-32.

[3]李侨敏,王晓岭,2021.中美贸易摩擦背景下我国稳外资政策有效性评估:基于异质性 CGE 模型的分析[J].国际经贸探索(9):51-67.

[4]刘维林,程倩,王敏,2020.全球价值链视角下中美贸易摩擦的就业影响测算[J].中国人口科学(2):15-29+126.

[5]吕越,黄艳希,陈勇兵,2017.全球价值链嵌入的生产率

效应:影响与机制分析[J].世界经济(7):28-51.

[6]倪红福,2016.全球价值链中产业“微笑曲线”存在吗?——基于增加值平均传递步长方法[J].数量经济技术经济研究(11):111-126+161.

[7]余泳泽,刘大勇,2013.我国区域创新效率的空间外溢效应与价值链外溢效应——创新价值链视角下的多维空间面板模型研究[J].管理世界(7):6-20+70+187.

[8]周玲玲,张恪渝,冯晨昊,2020.中美贸易摩擦对我国汽车零部件产业的影响评估[J].国际经贸探索(5):4-15.

[9]Badinger H, Egger P. 2016. Productivity spillovers across countries and industries: new evidence from OECD countries[J]. Oxford Bulletin of Economics and Statistics, 78(4): 501-521.

[10]Baptist S, Hepburn C. 2013. Intermediate inputs and economic productivity[J]. Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences, 371: 20110565.

[11]Bigio S, La'O J. 2020. Distortions in production networks [J]. The Quarterly Journal of Economics, 135(4): 2187-2253.

[12]Coe D T, Helpman E. 1995. International R&D spillovers [J]. European Economic Review, 39(5): 859-887.

[13]Cornwell C, Schmidt P, Sickles R C. 1990. Production frontiers with cross-sectional and time-series variation in efficiency levels[J]. Journal of Econometrics, 46(1-2): 185-200.

[14]Dietzenbacher E, Romero L I, Bosma N S. 2005. Using average propagation lengths to identify production chains in the Andalusian economy[J]. Estudios de Economia Aplicada, 23: 405-422.

[15]Ertur C, Koch W. 2007. Growth, technological interdependence and spatial externalities: theory and evidence[J]. Journal of Applied Econometrics, 22(6): 1033-1062.

[16]Foster-McGregor N, Pöschl J, Stehrer R. 2017. The importance of absorptive capacities: productivity effects of international R&D spillovers through intermediate inputs[J]. Economics of Innovation and New Technology, 26(8): 719-733.

[17]Glass A J, Kenjegaliev K, Sickles R C. 2016. A Spatial Autoregressive Stochastic Frontier Model for panel data with

asymmetric efficiency spillovers[J]. *Journal of Econometrics*, 190 (2): 289–300.

[18]Lesage J P, Pace R K. 2009. *Introduction to spatial econometrics*[M]. Chapman & Hall/CRC.

[19]Lee D. 2020. The role of R&D and input trade in productivity growth: innovation and technology spillovers[J]. *The Journal of Technology Transfer*, 45(3): 908–928.

[20]Tientao A, Legros D, Pichery M C. 2016. Technology spillover and TFP growth: a spatial Durbin model[J]. *International Economics*, 145: 21–31.

[21]Wu J, Wood J, Huang X. 2021. How does GVC reconstruction affect economic growth and employment? Analysis of USA–China decoupling[J]. *Asian–Pacific Economic Literature*, 35 (1): 12319.

Technology Spillover Effect and Decoupling Shock of Sino–US Value Chain Division

Liu Weilin

Abstract: This paper constructs a production model of value chain linkages which incorporates industrial heterogeneity and technology spillover effect, and investigates the technological progress and spillover effect of the industries in China and the United States under Sino–US value chain division by using the spatial stochastic frontier estimation method. The research shows that the industries of China and the United States have significant value chain linkage characteristics in intermediate product deepening, capital deepening and technological progress. Intermediate product investment has become the major carrier to transmit the "learning by doing" effect. There are great differences in technological progress among the industries. The electrical and electronic industry and computer industry in the United States as well as the high–tech manufacturing related industries in China make rapid technological progress. China's industries absorb more technology spillovers on the whole, but most of them come from the contribution of domestic economic cycle, indicating that China's domestic economic cycle is the major driving force of technological upgrading. The scenario simulation reveals that the decoupling shocks to the two countries are basically the same. The industries with high trade dependence are mainly affected in China, while agriculture as well as the medium and high–tech industries are mainly affected in the United States.

Key words: value chain division; technology spillover; total factor productivity; spatial stochastic frontier; Sino–US trade friction