

doi: 10.19920/j.cnki.jmsc.2025.11.002

# 全球价值链脆弱性的测度与模拟分析<sup>①</sup> ——基于地缘政治风险视角

肖 皓<sup>1,2</sup>, 贾 真<sup>1\*</sup>, 毕慧敏<sup>3</sup>, 赖明勇<sup>1</sup>

(1. 湖南大学经济与贸易学院, 长沙 410006; 2. 湖南大学非洲研究院, 长沙 410082;  
3. 湖南财政经济学院财政金融学院, 长沙 410205)

**摘要:** 近些年频发的地缘政治冲突及潜在的价值观同盟体系建设正在破坏高效运行、紧密依存的全球价值链分工网络。本研究定义了全球价值链脆弱性概念, 构建了经济体(部门)层面的全球价值链脆弱性指标, 探究了地缘政治风险对各经济体(部门)的全球价值链脆弱性的放大作用。实证研究发现, 考虑地缘政治风险后, 经济体参与全球价值链的脆弱性表现出不同程度的放大, 其中作用于美国与部分对美依赖较高的经济体的“放大效应”更为明显。在关键部门层面, 对于计算机、电子和光学设备制造业, 美国、德国、英国等价值链上重要的供应枢纽国家的脆弱性相对更低; 对于基础药物产品与药物制剂制造业, 中国的脆弱性全球最低, 但对地缘政治风险表现更为敏感。针对美日印澳“四国联盟机制”的情景模拟分析表明, 该联盟内部地缘政治风险的消除, 在提升成员国参与全球价值链的安全性上作用十分有限; 若四国进一步升级为一致的对华紧张关系, 反而会加剧美国、日本与澳大利亚的价值链脆弱性。

**关键词:** 地缘政治风险; 全球价值链脆弱性; 暴露度; 敏感度

中图分类号: F742 文献标识码: A 文章编号: 1007-9807(2025)11-0015-13

## 0 引言

20世纪80年代以来, 伴随着全球价值链的不断扩张与深化, 世界经济福利得到了整体提升。但随着世界百年未有之大变局的加速演进, 中美贸易摩擦、重大公共卫生安全事件与俄乌冲突等冲击的接连“来袭”放大了价值链相互依存体系中的脆弱性。过去以跨国公司利益最大化为导向的全球产业链供应链结构开始受到地缘政治风险、国际关系、意识形态壁垒与政策不确定性的深刻影响, 政治因素成为推动全球价值链收缩、重构甚至全球化停滞、逆转的“加速器”, 严重威胁了全球价值链的安全与稳定<sup>[1,2]</sup>。特别是在大国博

弈激烈化、全球治理体系深刻重塑的背景下, 全球价值链中经济依存结构与政治干预的结合成为一些国家围堵遏制我国产业升级与价值链地位攀升的关键手段和武器<sup>[3]</sup>。党的二十大报告指出, 要着力提升产业链供应链韧性和安全水平。面对外部政治经济环境的高度不确定性, 亟需对全球以及我国价值链的脆弱性与安全特征展开系统研究<sup>[2]</sup>。

大国博弈背景下, 国际局势呈现出“实力政治”的特征<sup>[4]</sup>。国家干预政策下的全球价值链重构的背后是世界各国在政治、经济等领域的新一轮博弈, 如美国对华实施出口管制与科技制裁等、日本引导产业链回迁转移、美日印澳举行四方安

① 收稿日期: 2023-07-14; 修订日期: 2024-07-06。

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(72004057); 教育部哲学社会科学研究重大课题攻关项目(22JZD042); 湖南省自然科学基金面上项目(2023JJ30172); 湖南省研究生科研创新项目(QL20230081)。

通讯作者: 贾 真(1996—), 女, 山西晋城人, 博士。Email: qwe0jiaz@163.com

② 本研究出现的“国家”或“国”均应为“国家(地区)”, 与“经济体”一词通用。

全对话欲成立“四国联盟机制”等。无论是利用在全球价值链中存在的结构性权力优势挑起地缘政治冲突,还是通过政策、制度、外交或价值导向型干预推动链条的重组,国家间地缘政治博弈所引致的不确定性均会破坏原本高度连接和全面贯通的价值链结构,增大全球价值链系统的脆弱性<sup>[5]</sup>。

随着近些年国际环境不确定性的增强,学界开始讨论全球价值链效率与安全之间的权衡关系,并尝试从风险敞口或脆弱性等视角对全球价值链、产业链与供应链安全进行测度与评价。以微观企业组织为主体的研究发现,集中度、互联性、嵌入深度和相互依赖性较高以及替代性和透明度较低的供应链更为脆弱<sup>[6]</sup>。一些研究进一步将视野拓展至产品、产业与国家宏观层面,利用贸易网络分析或基于全球投入产出表的指标构建方法等,从经济主体对国外产品的依赖度与产品供需的集中度、暴露在外的生产长度以及跨境次数等不同视角来评估全球产业链的脆弱性或风险敞口<sup>[7-10]</sup>。

当前以贸易为导向的全球产供销联系与国际政治的关系不断加深,政治因素成为经济类、冲击类因素以外影响全球价值链安全稳定的又一关键因素<sup>[11]</sup>。良好的双边政治关系可以促进两国间的投资与贸易,而政治关系的紧张会阻碍商品与要素的正常跨国流动<sup>[12]</sup>。特别是在全球价值链碎片化生产背景下,中间品贸易的多次跨境、多参与主体等特征放大了政治等风险因素在传统贸易中的影响作用<sup>[13,14]</sup>。地缘政治风险所带来的隐藏成本会被全球价值链网络依赖关系不断积累与放大,从而加剧全球价值链所面临的风险<sup>[15,16]</sup>。考虑到近年来一些国家利用政策、制度、外交等政治手段加强干预全球价值链分工布局的事实,一些研究开始关注地缘政治风险的影响<sup>[17]</sup>,将政治因素与经济因素同时引入全球产业链供应链安全分析中<sup>[18,19]</sup>,开始强调国际政治关系建设在全球价值链安全治理中的重要作用。

本研究具有重要的理论价值与现实意义。已有文献对全球价值链、产业链或供应链脆弱性问题的定量研究十分有限,更是缺少从地缘政治风险视角对价值链脆弱性进行量化评估的模型方法。本研究为衡量全球政治经济复杂演变背景下

经济体与部门层面的价值链脆弱性提供了一套客观、有效的模型方法,较好地揭示了当前国际关系格局下国家政治干预与全球价值链依存关系共同影响经济主体参与价值链的脆弱性的特征。从现实意义来看,保障我国价值链、产业链与供应链的安全稳定是构建双循环新发展格局的微观基础,是应对百年未有之大变局及全球价值链重构的现实选择,更是我国统筹发展和安全的必然要求<sup>[20]</sup>。本研究不仅有利于识别出国际政治与经济风险交织下我国参与全球价值链的真正薄弱环节所在,有针对性地提升价值链风险防范能力,而且有助于为我国加快实现高水平的自立自强与国内大循环,建设新型国际关系以及参与并引领全球价值链治理体系改革等提供有价值的参考依据,推动我国价值链从“被动安全”到“主动安全”的转变。

相比既有文献,本研究的贡献主要体现于:1)在研究视角上,创新性从地缘政治风险视角,揭示当前国际关系格局下国家政治干预与全球价值链依存关系共同影响经济主体参与全球价值链的脆弱性的特征;2)在指标构建上,基于定义的全球价值链脆弱性内涵,围绕暴露度与敏感度两大脆弱性表征,从供给与需求综合视角构建了全球价值链脆弱性的衡量指标;3)在实证分析中,首先剖析双边政治关系与历史地缘政治冲突事件之间的关联性,对未来国家间地缘政治风险发生概率展开了预测;其次,考虑全球投入产出关联关系以及不同来源产品中隐含的异质地缘政治风险,在全球价值链脆弱性的测度基础上,进一步量化了地缘政治风险对各经济体(部门)的脆弱性的放大作用;最后,围绕美日印澳四国联盟机制展开了情景模拟讨论。

## 1 全球价值链脆弱性概念界定与测度思想

为了对全球价值链脆弱性进行明晰的界定,本研究首先对全球供应链、产业链与价值链的概念进行辨析。全球供应链、产业链或价值链都体现了全球化生产过程中,由研发设计、原材料采购、制造加工、市场营销等前后有序承接的产品生产

阶段所构成的链条或网状结构。三者具有本质上的共同点,但在观察主体与视角上具有一定的区别。供应链考察的是产品与服务的供需与流通,是从微观企业视角进行管理与运行。产业链更多强调了产业联系、企业布局和分工协作关系,既是多种供应链的综合体,也是价值链的物质基础与载体。价值链传递的是蕴含于产品或服务中的价值,反映了产业链各环节所实现的价值创造与分配过程,是产业链发展的最终目标。增加值在链条上的创造、流动和分配不仅关系着全球化的利害得失,而且塑造了复杂的增加值网络相互依存关系。考虑到全球价值链中的“结构性增益依附”较之表层的产业链供应链依赖,构成更深层次的脆弱性根源。因此,本研究主要基于价值增值的视角,对全球价值链脆弱性展开深入分析。

管理学领域中关于供应链脆弱性的研究已较为成熟,可以将其定义为,供应链运作过程中存在的易受外部风险严重干扰的一种内在不稳定性<sup>[21]</sup>。供应链脆弱性反映了供应链系统自身内在结构的固有属性,主要表现为对外界威胁的暴露与敏感<sup>[22]</sup>。其中,暴露即供应链系统对外部风险冲击的接触程度,也可以叫做风险敞口,暴露度越高,脆弱性越大;敏感即供应链系统对外部风险冲击的反应灵敏度,可以解释为外界扰动一旦触发系统内部的反应程度,敏感度越高,脆弱性越大。

本研究参考全球供应链脆弱性定义,从增加值关系视角,将全球价值链脆弱性扩展定义为,产品生产链条上的增加值创造、传递与分配过程中存在易受外部风险干扰的内在不稳定性。在测度时,重点关注各参与主体(经济体/部门)嵌入全球价值链所表现出的脆弱性。

在测度思想上,本研究围绕对外部风险的暴露度与敏感度两个脆弱性表征设计全球价值链脆弱性测度指标:1)暴露度,表现为经济主体嵌入全球价值链的对外风险敞口,本研究选取参与全球价值链贸易所表现出的增加值对外依赖度指标进行衡量。正如 Baldwin 等<sup>[8]</sup>提到的,全球供应链对外风险敞口测度要根据实际研究情况选取最合适的衡量指标。本研究探究全球价值链与地缘政治风险相关的暴露问题,采用贸易增值流量而非贸易总值,是因为总值流量更适用于刻画可观察到的贸易流量的对外敞口情况,然而增加值流量

还能够刻画出通过第三国进行的间接和迂回贸易,这对于刻画国家在全球价值链中的间接风险暴露非常重要。例如,当两国发生制裁类地缘政治冲突时,不仅可能影响两国之间的直接贸易流量,制裁发起国还可能禁止从第三国进口含有被制裁国中间投入品的货物(例如国际贸易实践中的原产地规则)。为充分刻画这种情况,本研究基于增加值流量关系构建了经济体的完全对外依赖指标(包括直接依赖与间接依赖),该指标测度了经济体在全球价值链中对外部的完全暴露(包括直接暴露与间接暴露);2)敏感度,利用经济主体在全球价值链中对外依赖的集中度指标衡量。敏感度反映了当外部风险冲击发生时,经济体对该扰动的反应程度,对外依赖的集中度指标反映了依赖关系中的可替代程度,可用于捕捉经济体面对外部扰动的敏感度特征。具体来看,全球产业链某个环节一旦切断,对外依赖集中于少数特定国家的经济体由于短时间内难以寻找其他可替代伙伴,反应程度更加剧烈,敏感度相对更高,而依赖对象的多元化是减轻上述风险反应的重要途径<sup>[23]</sup>。最后,本研究对暴露度与敏感度指标进行综合,以构建全球价值链脆弱性测度指标。

除了全球价值链系统内在结构,其脆弱性表现也会受到外部风险因素的驱动,尤其当系统内在结构与外部风险显著相关时,外部风险会成为脆弱性的放大器,甚至给系统造成实质损害。基于此,本研究进一步立足于当前外部政治经济环境高度不确定性的背景,分析全球价值链系统内部结构的不稳定性与外部地缘政治风险存在相关时对价值链脆弱性所造成的放大效应。在下文研究中,分别计算了全球价值链脆弱性以及考虑地缘政治风险后的全球价值链脆弱性,并将两种结果进行对比,以突出当前地缘政治风险纳入对全球价值链脆弱性的影响结果。

## 2 全球价值链脆弱性衡量指标构建

### 2.1 基于 ICIO 模型的增加值与最终产品分解框架

本研究利用 Wang 等<sup>[24,25]</sup>提出的基于国家间投入产出模型(ICIO)的增加值与最终产品分

解框架对上述暴露度与敏感度衡量指标进行构建。具体地,以  $s$  国为例,根据增加值的来源以及去向,可以将  $s$  国的增加值与最终产品生产分别分解为四个部分,如式(1)与式(2)所示。

$$\begin{aligned} (\mathbf{Va}^s)^{\top} &= \widehat{\mathbf{V}}^s \cdot \mathbf{L}^{ss} \cdot \mathbf{Y}^{ss} + \widehat{\mathbf{V}}^s \cdot \mathbf{L}^{ss} \cdot \sum_{r \neq s}^G \mathbf{Y}^{sr} + \\ &\quad \widehat{\mathbf{V}}^s \cdot \mathbf{L}^{ss} \cdot \sum_{t \neq s}^G \mathbf{A}^{st} \cdot \mathbf{B}^{ts} \cdot \mathbf{Y}^s + \widehat{\mathbf{V}}^s \cdot \\ &\quad \mathbf{L}^{ss} \cdot \sum_{t \neq s}^G \mathbf{A}^{st} \cdot \sum_{r \neq s}^G \mathbf{B}^{tr} \cdot \mathbf{Y}^r \quad (1) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} (\mathbf{Y}^s)^{\top} &= \mathbf{V}^s \cdot \mathbf{L}^{ss} \cdot \widehat{\mathbf{Y}}^{ss} + \mathbf{V}^s \cdot \mathbf{L}^{ss} \cdot \sum_{r \neq s}^G \widehat{\mathbf{Y}}^{sr} + \\ &\quad \mathbf{V}^s \cdot \mathbf{L}^{ss} \cdot \sum_{r \neq s}^G \mathbf{A}^{sr} \cdot \mathbf{B}^{rs} \cdot \widehat{\mathbf{Y}}^s + \sum_{r \neq s}^G \mathbf{V}^r \cdot \\ &\quad \mathbf{L}^{rr} \cdot \sum_{t \neq r}^G \mathbf{A}^{rt} \cdot \mathbf{B}^{ts} \cdot \widehat{\mathbf{Y}}^s \quad (2) \end{aligned}$$

其中  $\mathbf{Va}^s$  代表  $s$  国的增加值行向量,  $\widehat{\mathbf{V}}^s$  代表由  $s$  国的增加值系数向量  $\mathbf{V}^s$  对角化形成的对角矩阵, 其中  $\mathbf{V}^s = \mathbf{Va}^s (\widehat{\mathbf{X}}^s)^{-1}$ ,  $\widehat{\mathbf{X}}^s$  表示由  $s$  国总产出向量  $\mathbf{X}^s$  所构成的对角矩阵,  $\mathbf{A}$  代表直接消耗系数矩阵, 表

示为  $\begin{bmatrix} A^{11} & \cdots & A^{1g} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ A^{g1} & \cdots & A^{gg} \end{bmatrix}$ ,  $G$  代表国家总数, 其中元素

$A^{sr}$  表示  $r$  国对  $s$  国的中间产品需求占  $r$  国总投入的比重,  $\mathbf{B}$  代表全球列昂惕夫逆矩阵, 由  $\mathbf{B} = (\mathbf{I} - \mathbf{A})^{-1}$  计算可得,  $\mathbf{L}^{ss}$  表示  $s$  国的本地列昂惕夫逆矩阵, 由  $\mathbf{L}^{ss} = (\mathbf{I} - \mathbf{A}^{ss})^{-1}$  计算可得,  $\mathbf{Y}^s$  代表  $s$  国的最终产品向量,  $s$  国生产的最终产品可以根据使用去向进行划分, 其中  $\mathbf{Y}^{ss}$  代表  $s$  国满足本国自身需求所生产的最终产品,  $\mathbf{Y}^r$  代表  $s$  国出口至  $r$  国的最终产品。

## 2.2 全球价值链对外依赖指标构建(暴露度)

上述一国(行业)的增加值与最终产品分解公式的前两项中引致的增加值仅在一国国内生产且不经历中间产品的跨境过程, 没有体现出跨国分工的生产特征; 第三项虽体现了中间产品的跨境生产分工过程但诱发的增加值最终仍返回至国内被本国所吸收; 第四项体现了一国中间产品中的增加值沿着全球生产链条流转, 最终被其他国家生产所吸收, 最适用于判断一国因融入全球价值链分工而对其他国家所产生的依赖关系。因此本研究基于增加值创造与最终产品生产两个视

角, 分别利用式(1)与式(2)的最后一项构建了全球价值链下游对外依赖与上游对外依赖两个指标。

以双边为例进行说明,  $s$  国对  $r$  国的全球价值链上游依赖指标( $GVC\_D_{sr}^{up}$ ) 基于  $s$  国最终产品生产的依赖视角进行构造, 即  $s$  国作为下游需求国, 利用上游国家  $r$  国的增加值所生产的最终产品占  $s$  国最终产品生产总值的比重;  $s$  国对  $r$  国的全球价值链下游依赖指标( $GVC\_D_{sr}^{down}$ ) 基于  $s$  国增加值创造的依赖视角进行构造, 即  $s$  国作为上游供给国, 用于满足下游国家  $r$  国最终产品生产的增加值占  $s$  国总增加值的比重。计算公式分别如下

$$GVC\_D_{sr}^{up} = \frac{\mathbf{V}^r \cdot \mathbf{L}^{rr} \cdot \sum_{t \neq r}^G \mathbf{A}^{rt} \cdot \mathbf{B}^{ts} \cdot \widehat{\mathbf{Y}}^s}{(\mathbf{Y}^s)} \quad (3)$$

$$GVC\_D_{sr}^{down} = \frac{\widehat{\mathbf{V}}^s \cdot \mathbf{L}^{ss} \cdot \sum_{t \neq s}^G \mathbf{A}^{st} \cdot \mathbf{B}^{tr} \cdot \mathbf{Y}^r}{(\mathbf{Va}^s)} \quad (4)$$

## 2.3 全球价值链对外依赖的集中度指标构建(敏感度)

本研究通过构建经济主体在全球价值链贸易中供给或获取增加值的市场集中度指标, 用以反映价值链对外依赖的集中程度。以  $s$  国为例进行说明,  $C_s^{sup}$  表示  $s$  国作为价值链下游国家时, 其上游增加值供给对象分布的集中度;  $C_s^{dem}$  表示  $s$  国作为价值链上游的增加值供给国家时, 其下游需求对象分布的集中度。这两个指标参考赫芬达尔-赫希曼指数进行计算。 $C_s^{sup}$  采用“每个上游国家提供给  $s$  国的增加值占  $s$  国所有进口的增加值的份额的平方和”计算。 $C_s^{dem}$  采用“ $s$  国提供给每个下游国家的增加值占  $s$  国总供给的增加值的份额的平方和”计算。其中  $C_s^{sup}$  和  $C_s^{dem}$  越大, 表明  $s$  国增加值供需的国别(产业)集中度越高。这两个指标的值均介于  $1/G$  和  $1$  之间( $G$  代表国家数)。计算公式分别如下

$$C_s^{sup} = \sum_{r \neq s}^G \left( \frac{\mathbf{V}^r \cdot \mathbf{L}^{rr} \cdot \sum_{t \neq r}^G \mathbf{A}^{rt} \cdot \mathbf{B}^{ts} \cdot \widehat{\mathbf{Y}}^s}{\sum_{r \neq s}^G \mathbf{V}^r \cdot \mathbf{L}^{rr} \cdot \sum_{t \neq r}^G \mathbf{A}^{rt} \cdot \mathbf{B}^{ts} \cdot \widehat{\mathbf{Y}}^s} \right)^2 \quad (5)$$

$$C_s^{dem} = \sum_{r \neq s}^G \left( \frac{\widehat{\mathbf{V}}^s \cdot \mathbf{L}^{ss} \cdot \sum_{t \neq s}^G \mathbf{A}^{st} \cdot \mathbf{B}^{tr} \cdot \mathbf{Y}^r}{\sum_{r \neq s}^G \widehat{\mathbf{V}}^s \cdot \mathbf{L}^{ss} \cdot \sum_{t \neq s}^G \mathbf{A}^{st} \cdot \mathbf{B}^{tr} \cdot \mathbf{Y}^r} \right)^2 \quad (6)$$

## 2.4 全球价值链脆弱性指标构建

由上文可知,经济体在全球价值链中的暴露度、敏感度与其脆弱性均呈正向关系,因此本研究借鉴苏庆义<sup>[18]</sup>、王帅和庞珣<sup>[26]</sup>的做法,将价值链对外依赖指标与对外依赖的集中度指标相乘,通过综合暴露度与敏感度两个特征,分别构建全球价值链上游脆弱性与下游脆弱性衡量指标,进一步将上游和下游脆弱性等权相加得到全球价值链综合脆弱性( $GVC_V$ )。以双边为例, $GVC_{V_{sr}}$ 代表 $s$ 国在与 $r$ 国的双边价值链中所表现出的综合脆弱性,由式(7)计算得到。将 $GVC_{V_{sr}}$ 沿 $s$ 国的所有价值链贸易伙伴维度加总,便可得到 $s$ 国的全球价值链总脆弱性( $GVC_{V_s}$ ),如式(8)所示。

$$GVC_{V_{sr}} = C_s^{sup} \cdot GVC_{D_{sr}^{up}} + C_s^{dem} \cdot GVC_{D_{sr}^{down}} \quad (7)$$

$$GVC_{V_s} = \sum_{r \neq s}^G GVC_{V_{sr}} \quad (8)$$

## 2.5 考虑地缘政治风险的全球价值链脆弱性测度

### 2.5.1 地缘政治风险概率预测

随着世界大变局下国际力量对比的深刻变动,由全球性大国和区域性大国权力竞争导致政治关系紧张而诱发的地缘政治风险显著增加。本研究立足当前国际关系格局,结合国际关系理论与地缘政治冲突影响因素等相关文献,从地缘政治关系变量入手对地缘政治风险的发生概率进行预测。不同于基于地缘政治风险指数构建的事后评估方法<sup>[27]</sup>,挖掘政治关系与地缘政治冲突事件之间的深层次影响机制,意味着可以通过对国际政治关系的研究,提前感知风险。

地缘政治风险的表现形式多样,包括战争、资源争端、地缘政治威胁等。本研究选用国际制裁行为的发起表征国家间的地缘政治风险事件,主要基于两方面考量:一是国际制裁作为国家层面的主动战略工具,与“国家间地缘政治冲突”的主体(国家)和性质(战略竞争)高度契合,避免了非国家行为体(如极端组织)引发的风险干扰;二是从实际经验来看,多数实质性国家间地缘政治冲突

事件中,国际制裁均是核心配套手段,这为以制裁表征风险提供了现实依据。

国际制裁旨在通过一系列政策或手段迫使被制裁经济体屈服,从而维护制裁发起国的利益<sup>[28,29]</sup>。国际制裁的核心源于政治诉求,这一特征在历史实践与近年趋势中均表现明显。特别是近年来,部分西方国家越来越多地运用制裁工具对地缘竞争对手进行战略打压,如欧美西方国家对俄罗斯、中国等的经济制裁等。与 1998 年前只有少数国家发起制裁的情况不同,到 2019 年底,超过 100 个国家曾发起过国际制裁,历史制裁事件超过了 1 100 多例,制裁已成为当代国际政治经济互动中的常态化工具。

当两国政治关系突变紧张时,基于对地缘战略利益维护的考量,两国发起制裁行为的概率也会升高。换句话说,两国政治关系或政治倾向的演化可以在一定程度上解释国家间制裁行为的发生。考虑到两者之间可能存在的因果关系,本研究构建稀有事件 Logit 模型<sup>[34,35]</sup>,对地缘政治风险发生概率进行预测。模型中被解释变量是“两国间是否发动了制裁”的二值变量,核心解释变量主要关注双边政治关系,以探究双边政治关系的亲疏演变是否会显著影响两国间发生制裁的频率。进一步基于该模型框架对 $t+1$ 时刻国家间制裁行为发生的概率进行预测,该预测结果便代表了双边地缘政治风险概率。

基于 Logit 回归结果,可将国家 $i$ 对国家 $j$ 在 $t+1$ 时刻是否会发动制裁的概率用以下逻辑分布式刻画

$$P_{t+1}(gs_{ij,t+1} = 1) = \frac{\exp(\beta_0 + x_i \beta)}{1 + \exp(\beta_0 + x_i \beta)} \quad (9)$$

其中 $\beta_0$ 与 $\beta$ 代表基于上述 Logit 模型估计出的系数, $x_i$ 代表 $t$ 时刻的各解释变量。经过上式计算,可预测出 $t+1$ 时刻 $i$ 国对 $j$ 国发起制裁的概率<sup>③</sup>。

### 2.5.2 全球价值链上的地缘政治风险量化

上文预测得到的地缘政治风险概率主要基于双边视角进行预判,但在全球产业关联作用下,两

③ 文中 Logit 模型构建与预测结果见学报官方网站。

国间政治风险的不确定性也会传染至其他国家,表现为风险沿着价值链的扩散与传导。因此,本研究基于全球国家间投入产出模型框架,进一步将上文所预测的双边地缘政治风险概率,纳入到全球价值链中展开分析<sup>④</sup>。

具体地,考虑到各国家部门生产过程中使用的中间品来源于许多国家,不同供应国的商品中隐含了异质的地缘政治风险,本研究将国家部门间的直接消耗系数作为固定的权数,分别引入上文预测出的国家间地缘政治风险概率,运用固定加权平均法计算得到每个国家(部门)嵌入全球价值链所面临的直接地缘政治风险(等同于  $\tilde{A}$ )。进一步,考虑到一个国家(部门)不仅会受到上下游伙伴国的直接影响,还会在产业关联的作用下受到其他国家(部门)的间接影响,本研究基于国家部门间完全消耗结构的衡量思想,利用上述所得的价值链直接风险,量化全球价值链上的完全地缘政治风险(等同于  $\tilde{B}$ ,由  $\tilde{B} = (I - \tilde{A})^{-1}$  计算得到)。

### 2.5.3 考虑地缘政治风险的全球价值链脆弱性测度

上文中得到的  $\tilde{A}$  与  $\tilde{B}$ ,在不改变原有国家(部门)间投入产出关联的基础上,同时考虑了以商品(服务)为载体的内在地缘政治风险。基于此,本研究重新对全球价值链暴露度与敏感度指标进行测算,用于衡量考虑地缘政治风险后的全球价值链脆弱性指标( $P_{GVC\_V}$ )。进一步通过比较  $P_{GVC\_V}$  与之前测算所得的  $GVC\_V$ ,便可观察到地缘政治风险因素对全球价值链脆弱性的放大作用。

### 2.6 数据来源与说明

本研究在构建与测算全球价值链脆弱性指标时,主要选用经济合作与发展组织(OECD)2021年发布的国家间投入产出表数据(ICI0),其中包含了全球66个国家(或地区)以及一个世界其他地区(rest of the world,ROW),每个国家(或地区)由

45个部门组成。在具体测算时,选取了2018年的国家间投入产出表。

在预测地缘政治风险概率时,国际制裁行为数据来源于国际制裁数据库(GSDB)<sup>[30,31]</sup>。双边政治关系的基础数据来源于联合国大会投票数据,利用Bailey等<sup>[32]</sup>提出的国家政治立场的理想点数值之差来代表两国之间的政治关系,其中两国理想点距离越大,代表两国政治关系越疏远。

## 3 全球价值链脆弱性测度与分析

### 3.1 经济体层面的全球价值链脆弱性测度与比较分析

表1展示了考虑地缘政治风险前后67个经济体的全球价值链脆弱性,以及两者之间的对比情况<sup>⑤</sup>。从各个经济体参与全球价值链的脆弱性结果来看,美国、中国、日本、巴西与EU15<sup>⑥</sup>中主要经济体的脆弱性较低,加拿大、墨西哥与包括东盟十国在内的部分亚洲经济体的脆弱性较高。具体来看,美国的脆弱性最低(0.72%),中国的脆弱性仅高于美国,为1.14%。相比其他经济体,美国与中国在全球价值链参与过程中,对外依赖程度都较低,分别为11.58%与17.58%,且两国在价值链中增加值供需的平均集中度分别为6.17%与6.51%,表明两国的对外依赖关系更加多元化。相反地,加拿大与墨西哥是全球脆弱性最高的两个经济体,两国在全球价值链中的对外依赖度分别为29.95%与31.46%,且依赖的集中度指数分别高达30.42%与31.71%。较高的对外依赖与依赖的过度集中使得这两个国家的脆弱性高于其他经济体。EU15中,欧洲第一大经济体德国的脆弱性最低(1.44%),卢森堡的脆弱性最高(7.05%)。卢森堡的自然资源贫乏,市场狭小,其原料和消费品大多靠进口,约90%的工业产品又用于出口,这一“大进大出”的经济发展模式使其在价值链中的对外依赖程度非常高,因此成为欧

④ 该思路主要借鉴于 Yamamoto 等<sup>[36]</sup> 基于混合投入产出模型对供应链上商品的隐含地缘政治风险的度量。

⑤ 关于各经济体的价值链上游脆弱性与下游脆弱性的分别测算结果,可联系作者备索获取。

⑥ 文中 EU15 代表欧盟 15 国,指 2004 年欧盟首次东扩前的 15 个成员国,包含德国、法国、意大利、荷兰、比利时、卢森堡,以及英国(2020 年脱欧前)、丹麦、爱尔兰、希腊、西班牙、葡萄牙、奥地利、芬兰、瑞典,共 15 国。

盟15国中脆弱性最高的国家。东盟十国中,越南的价值链对外依赖程度(72.66%)远高于其他经济体,加上其依赖较为集中(10.84%),因此脆弱性高达7.83%。作为正在兴起的“世界工厂”,越南借助加工贸易深度融入全球价值链的同时,也暴露出其高度依赖来料进口与加工出口的脆弱性根源。

考虑地缘政治风险后,所有经济体的脆弱性都有所上升,其中美国与部分对美依赖较高经济体的脆弱性“放大效应”更为明显。美国作为发起国际制裁频率最高的国家,在借助制裁等违背市场规则的极端政治手段维护自身利益或打击他国的同时,反而体现出对地缘政治风险相对更高的敏感性。以美中墨三国结果为例进行说明,在全球价值链中,美国与中国、墨西哥之间的贸易联系非常紧密。在2018年,美国是中国与墨西哥的第一大价值链贸易伙伴,两国对美国的价值链依赖度分别为2.47%与16.56%。同样地,中国与墨西哥也分别是美国的第一大与第三大价值链贸易伙伴,美国对两国的价值链依赖度分别为1.67%与0.98%。由于中美之间的贸易摩擦不断升级以及美墨之间的移民与边境等固有矛盾问题,中美与美墨之间的双边政治关系均较为紧张<sup>⑦</sup>,由此测

算的美国对中国、墨西哥主动发起地缘政治冲突的概率分别高达8.55%、17.10%。这种来源于主要贸易伙伴的较高地缘政治风险,不仅直接导致中国与墨西哥参与全球价值链的脆弱性分别上升了2.89%与11.90%,同时也使得美国自身脆弱性上升了4.88%。相比之下,虽然美国与俄罗斯的政治关系同样较为紧张(预测得到的美国对俄罗斯主动发起政治冲突的概率为9.45%),但由于俄罗斯的第一大与第二大价值链依赖伙伴分别为中国与德国,这两国与俄罗斯的政治关系相对稳固,所以俄罗斯的脆弱性受到地缘政治风险的影响小于中国。

东盟十国中,对美国依赖程度越大的经济体,对地缘政治风险表现得越敏感,脆弱性上升幅度越高,如缅甸、柬埔寨与越南;同样地,美洲大陆经济体中,哥伦比亚与哥斯达黎加的最大价值链依赖对象均为美国,考虑地缘政治风险后,两国的脆弱性上升幅度也高于同区域其他国家,分别为5.33%与4.06%。欧盟经济体的价值链脆弱性上升幅度普遍较小,这是因为欧盟内部国家间的价值链依赖关系更为紧密,且政治关系较稳固,因此其参与全球价值链的安全性不易受到地缘政治风险的扰动<sup>⑧</sup>。

表1 考虑地缘政治风险前后67个经济体的全球价值链脆弱性及其相对变动 /%

Table 1 GVC vulnerability and relative changes for 67 economies before and after considering geopolitical risks /%

经济体	全球价值链脆弱性	考虑地缘政治风险后脆弱性	相对变动	经济体	全球价值链脆弱性	考虑地缘政治风险后脆弱性	相对变动
主要发达与发展中国家				其他欧洲经济体			
美国	0.72	0.75	4.88	斯洛伐克	3.75	3.80	1.13
中国	1.14	1.17	2.89	匈牙利	3.80	3.85	1.33
日本	1.71	1.74	1.85	保加利亚	3.91	3.95	1.18
巴西	1.79	1.84	2.77	捷克	3.99	4.03	0.91
印度	2.16	2.18	1.05	马耳他	4.26	4.31	1.35
俄罗斯	2.34	2.39	1.81	东盟十国			
韩国	4.73	4.82	1.94	印度尼西亚	2.22	2.25	1.28
加拿大	9.16	9.19	0.29	菲律宾	2.89	2.95	1.84
墨西哥	9.69	10.85	11.90	泰国	3.85	3.91	1.51

⑦ 根据2019年的联合国大会投票数据,计算的中国与美国、美国与墨西哥之间的理想点距离分别为3.03、2.70,均高于美国与其他大多数国家的理想点距离,表明中美、美墨的双边政治关系相对紧张。

⑧ 为了保证上文中地缘政治风险概率预测对全球价值链脆弱性影响结果的稳健性,本研究进行了稳健性检验,具体内容见学报官方网站。

续表 1

Table 1 Continues

经济体	全球价值链脆弱性	考虑地缘政治风险后脆弱性	相对变动	经济体	全球价值链脆弱性	考虑地缘政治风险后脆弱性	相对变动
EU15				缅甸	3.84	3.92	2.13
德国	1.44	1.47	2.48	马来西亚	4.38	4.44	1.45
法国	1.45	1.47	1.68	新加坡	5.21	5.28	1.49
意大利	1.46	1.49	1.83	文莱	5.27	5.33	1.02
英国	1.50	1.51	1.14	柬埔寨	6.10	6.26	2.63
西班牙	1.54	1.56	1.26	越南	7.83	8.08	3.12
希腊	1.63	1.67	2.71	老挝	8.16	8.26	1.24
瑞典	1.69	1.70	1.13	其他亚洲经济体			
芬兰	1.89	1.91	1.02	土耳其	1.86	1.92	3.20
丹麦	1.93	1.96	1.56	以色列	2.02	2.05	1.47
荷兰	2.60	2.63	0.94	哈萨克斯坦	4.15	4.17	0.33
葡萄牙	2.69	2.70	0.59	中国香港	4.32	4.32	0.00
比利时	3.15	3.17	0.66	沙特阿拉伯	4.55	4.62	1.55
奥地利	3.34	3.37	0.83	中国台湾	6.65	6.71	0.91
爱尔兰	6.31	6.38	1.22	美洲大陆经济体			
卢森堡	7.05	7.08	0.45	阿根廷	1.25	1.28	2.63
其他欧洲经济体				哥伦比亚	2.49	2.62	5.33
罗马尼亚	1.99	2.01	1.19	秘鲁	3.20	3.29	2.73
克罗地亚	2.00	2.03	1.73	哥斯达黎加	3.71	3.86	4.06
冰岛	2.11	2.13	0.91	智利	4.19	4.24	1.35
拉托维亚	2.16	2.18	1.19	大洋洲经济体			
塞浦路斯	2.51	2.54	1.27	新西兰	2.36	2.39	1.29
瑞士	2.53	2.56	1.35	澳大利亚	3.38	3.45	2.32
爱沙尼亚	2.63	2.66	0.96	非洲经济体			
波兰	2.78	2.80	0.99	摩洛哥	2.40	2.49	3.72
挪威	2.81	2.82	0.34	南非	3.04	3.07	0.94
斯洛文尼亚	2.98	3.01	1.16	突尼斯	3.63	3.73	2.55
立陶宛	3.19	3.24	1.42	世界其他经济体	2.01	2.07	2.93

注: 这里的中国数据不含港澳台地区,下同。

### 3.2 关键部门层面的全球价值链脆弱性的国别比较分析

本研究选取了计算机、电子和光学设备制造业和基础药物产品与药物制剂制造业两个代表性的高技术制造业部门作为关键部门,对其参与全球价值链的脆弱性进行了国别比较分析。图 1 展示了主要发达经济体与发展中经济体的测算结果。对于计算机、电子和光学设备制造业,美国、德国、英国等发达经济体的脆弱性均保持较低水平。这些国家在该部门的全球价值链贸易网络中均是重要的供应枢纽国家<sup>[33]</sup>,主要给下游国家提供复

杂的中间产品,其在技术与工艺上的绝对优势降低了其参与全球价值链的脆弱性。具体来看,英国的脆弱性全球最低(2.25%),其次是美国(2.27%)。虽然英国该部门的价值链对外依赖程度(35.64%)高于美国(22.68%),但其上游供给者(5.82%)与下游需求者(6.85%)分布更为多元,并且前四大主要依赖对象分别为美国、中国、德国与法国,与这些贸易伙伴之间良好稳定的政治关系降低了地缘政治风险对其脆弱性的放大幅度;相比之下,美国该部门的下游需求者的集中程度较高(12.29%),并且与其价值链联系最紧

密的国家为中国,中美双边政治关系的不确定性加大了美国该部门的脆弱性。

发展中经济体中,印度的脆弱性最低(3.09%),墨西哥的脆弱性则是全球最高(28.23%)。对于中国而言,虽然目前其计算机、电子和光学设备制造业的内生发展动力显著增强,涌现了一批具有国际竞争力的电子信息制造企业,但在某些关键领域(如芯片等)存在的被其他“非友好”国家“卡脖子”的问题,是该部门的脆弱性(4.70%)明显高于美国、德国、英国、法国等发达经济体的主要原因。

进一步分析基础药物产品与药物制剂制造业,通过比较各经济体该部门参与全球价值链的脆弱性,发现中国、美国、巴西的脆弱性分别为

0.98%、1.19%、1.27%,为全球脆弱性最低的三个国家。而发达经济体加拿大与发展中经济体墨西哥呈现出明显的高脆弱性,分别为11.41%与11.14%。但不同的是,加拿大该部门的脆弱性几乎不受到地缘政治风险的影响,相比之下,考虑地缘政治风险却使得墨西哥的脆弱性上升了22.79%。除墨西哥外,中国也表现出对地缘政治风险的更高敏感度,纳入地缘政治因素考量后,其脆弱性上升了4.60%。可见,近些年虽然已经凭借全产业链优势和巨大产能成为全球最大的化学药物制剂生产国,但技术创新支撑不足导致的少数高端医药中间体高度依赖进口,以及与进口主要来源国之间的地缘政治不确定性依然成为加大该部门脆弱性的核心因素。

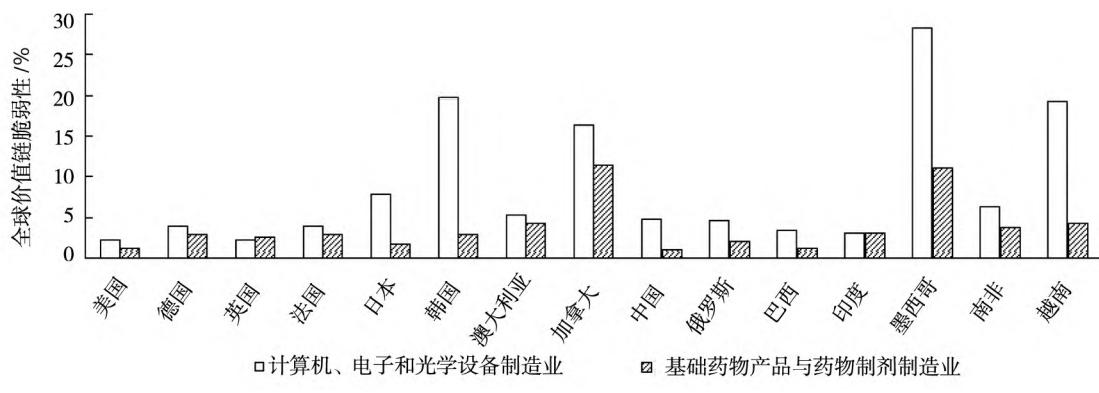


图1 主要发达与发展中经济体关键部门层面的全球价值链脆弱性 /%

Fig. 1 GVC vulnerability in key sectors of major developed and developing economies /%

#### 4 情景模拟分析

大国博弈时代,美国多次以“价值观外交”理念强化同盟建设,以确保自身关键供应链安全。例如,重大公共卫生安全事件爆发后,美国、日本、印度与澳大利亚四国显著加强了在“供应链安全”领域的磋商与合作,并试图构建替代性“供应链安全网络”,在提升供应链安全的前提下降低对中国的依赖。在此背景下,值得思考的是,国家联盟建设是否真的会提升各成员国参与全球价值链的安全性?对此,本研究利用所构建的全球价值链脆弱性指标展开了情景模拟分析。

针对美日印澳“四国联盟机制”设想,本研究设定了两种情景:

**情景1** 假设美日印澳四国达成关系稳固的

联盟,即四个国家之间的地缘政治风险发生概率为0,其他国家间仍保持上文所预测的地缘政治风险概率值。

**情景2** 假设美日印澳四国达成联盟且表现出一致的对外态度(如一致对华表现出强硬的姿态)。

在该情景中,同样设定四个国家间的地缘政治风险发生概率为0,同时设定日本、印度与澳大利亚三个国家与中国的双边政治关系与中美间政治关系保持一致,相当于四国对中国发起地缘政治风险事件的概率为统一值,除此之外的其他国家间仍保持上文所预测的地缘政治风险概率值。表2报告了不同模拟情景下五个国家全行业及关键部门的全球价值链脆弱性结果。

美日印澳四国联盟建设使各成员受益的程度存在不对称性,仅小幅提升了日本与印度参与全球价值链的安全性,但对于美国与澳大利亚的作

用十分微小. 情景 1 的测算结果显示, 从全行业来看, 美国的脆弱性仅轻微下降了 0.06%, 日本与

印度的脆弱性分别下降了 0.33% 与 0.58%, 澳大利亚的脆弱性几乎没有变化.

表 2 不同情景下五个国家全行业及其关键部门的全球价值链脆弱性比较 /%

Table 2 Comparative analysis of GVC vulnerability across five economies under different scenarios /%

国家	全行业			计算机、电子和光学设备			基础药物产品与药物制剂		
	基准情景	情景 1 变化	情景 2 变化	基准情景	情景 1 变化	情景 2 变化	基准情景	情景 1 变化	情景 2 变化
美国	0.75	-0.06	0.01	2.27	0.08	0.15	1.19	-0.08	-0.06
日本	1.74	-0.33	3.40	7.78	0.00	4.86	1.67	-0.53	1.89
印度	2.18	-0.58	-0.20	3.09	-0.77	-0.03	3.01	-0.92	-0.62
澳大利亚	3.45	0.00	5.30	5.34	-0.10	2.24	4.27	-0.08	4.45
中国	1.17	-0.02	0.64	4.70	-0.02	0.39	0.98	-0.02	0.30

注: 基准情景根据上文所预测的国家间地缘政治风险概率进行测算. 情景 1 变化与情景 2 变化分别代表情景 1 与情景 2 的测算结果相较于基准情景结果的变化大小.

联盟建设所处的不同阶段对全球价值链脆弱性的影响程度不同. 当美日印澳四国联盟建设处于较初步的阶段, 即只有四国内部关系达到了深化, 会给成员国带来微小的益处. 但当美日印澳四国联盟达成且对外保持一致态度时, 反而会因为外部力量的制衡导致各成员国承受一定的损失. 正如情景 2 的测算结果显示, 如果美日印澳四国联盟达成后, 其他三国与美国保持一致的对华态度, 除了会使印度的脆弱性微弱下降 0.20%, 其他成员国美国、日本与澳大利亚的脆弱性分别上升 0.01%、3.40% 与 5.30%. 与此同时, 中国的脆弱性微弱上升了 0.64%. 由此可见, 如果四国联盟达成且与美国保持一致的对华态度, 对日本与澳大利亚的弊远大于利, 对中国的负面影响十分有限<sup>⑨</sup>.

关键部门层面的模拟结果显示, 四国联盟达成后, 印度的计算机、电子和光学设备制造业受益最大, 脆弱性下降 0.77%. 若四国联盟进一步保持一致对华态度, 除印度外, 其他三国该部门的脆弱性不降反升, 尤其是日本与澳大利亚分别上升了 4.86% 与 2.24%, 相比中国增幅更加明显(中国仅上升 0.39%). 同样地, 各国基础药物产品与药物制剂制造业在不同测算情景下的变化情况也大体与计算机、电子和光学设备制造业相似. 四国联盟达成后, 四国在该部门的脆弱性都表现出了不同程度的下降, 下降最明显的国家为印度, 下降了 0.92%. 与此同时, 中国的脆弱性下降了

0.02%, 凸显出一定的韧性. 若四国联盟升级为持有一致的对华态度, 会使得原本脆弱性较高的澳大利亚“雪上加霜”, 其脆弱性会升高 4.45%. 同样地, 日本的脆弱性上升 1.89%. 相比之下, 中国受到的影响非常有限, 其脆弱性仅增加了 0.30%.

## 5 结束语

本研究基于地缘政治风险视角, 对全球价值链脆弱性进行了概念界定、衡量指标构建、测度与情景模拟分析. 本研究的主要结论有: 1) 美国、中国、日本、巴西与 EU15 中主要经济体的全球价值链脆弱性较低, 加拿大、墨西哥与包括东盟十国在内的部分亚洲经济体的脆弱性较高; 2) 当前国际关系格局下潜在的地缘政治风险会不同程度地放大各经济体参与全球价值链的脆弱性, 其中作用于美国与部分对美依赖较高的经济体的“放大效应”更为明显; 3) 情景模拟分析表明, “美日印澳”四国联盟机制的建设对于提升成员国参与全球价值链的安全性的作用十分有限; 若四国联盟进一步升级为一致的对华态度, 反而会加剧美国、日本与澳大利亚的脆弱性.

本研究得到如下启示: 1) 保障中国在全球价值链中的安全, 必须适应国际政治经济环境不确定性与不稳定性增加的要求, 在价值链开放与安全之间取得平衡. 短期内, 要认识到当前生产分工

<sup>⑨</sup> 值得强调的是文中情景模拟是基于现有的投入产出结构进行分析的, 并没有考虑到国际产业转移与国际投资结构改变等未来可能出现的现象, 以上现象一旦发生, 对中国的负面影响可能会更大.

结构下国际政治关系的不确定性可能引致的潜在局部断链风险,做好风险准备工作;长期内,一方面,要逐步减少对政治关系紧张的国家的过度依赖,提升生产本地化与供需多元化程度,消除因过度依赖某些国家和缺乏外部选择带来的脆弱点,防范因特定双边政治关系紧张引致的恶性断供事件;另一方面,在保障外贸外资安全稳定的同时,要始终坚持经济发展的自力更生,加快实现高水平的国内大循环,从而减轻外部供需波动对我国的传导与冲击;2)对于一些小型经济体(如越南等),对美国的过高依赖,并不是经济发展的“救命稻草”,反而可能成为制约经济安全的一颗“炸弹”。因此,在通过贸易开放融入全球价值链的过

程中,要避免不合经济发展规律的、出于政治因素的一味跟随与盲目依附,要提高贸易的自主可控、拓展贸易的多元化、优化区域产业链布局等;3)依靠国家联盟的价值链治理模式实现对特定国家的脱钩与围堵是一种违背经济规律与违反全球化规则的手段,大多数是损人不利己的。实际上,伴随着近些年贸易保护主义、大国博弈与地缘政治冲突等风险挑战的频发,国家在全球价值链治理中的作用逐渐凸显。国家如何通过政策、制度、国际关系建设与价值引导为全球价值链治理创造有效机制,进而提升全球价值链中企业治理的有效性,成为值得思考与研究的重要话题。

## 参 考 文 献:

- [1] 陈晓红,唐立新,余玉刚,等. 全球变局下的风险管理研究[J]. 管理科学学报,2021,24(8): 115–124.  
Chen Xiaohong, Tang Lixin, Yu Yugang, et al. Research on risk management in the context of global change [J]. Journal of Management Sciences in China, 2021, 24(8): 115–124. (in Chinese)
- [2] 李鑫茹,蒋雪梅,杨翠红. 中国制造业对美国中间品供应链依赖效应研究[J]. 管理科学学报,2024,27(5): 13–36.  
Li Xinru, Jiang Xuemei, Yang Cuihong. A study on the dependence of China's manufacturing industry on the U. S. supply chain [J]. Journal of Management Sciences in China, 2024, 27(5): 13–36. (in Chinese)
- [3] 庞 珑,何晴倩. 全球价值链中的结构性权力与国际格局演变[J]. 中国社会科学,2021,309(9): 26–46 + 204–205.  
Pang Xun, He Qingqian. Structural power and the evolution of the international system in global value chains [J]. Social Sciences in China, 2021, 309(9): 26–46 + 204–205. (in Chinese)
- [4] 金君达,邹治波. 大国博弈时代的全球政治与安全[R]. 北京: 国际形势黄皮书: 全球政治与安全报告,2022.  
Jin Junda, Zou Zhibo. Global Politics and Security in the Era of Great Power Games [R]. Beijing: Yellow Book of International Politics: Annual Report on International Politics and Security, 2022. (in Chinese)
- [5] Henry F, Abraham L N. Weaponized interdependence: How global economic networks shape state coercion[J]. International Security, 2019, 44(1): 42–79.
- [6] Aliche K, Barriall E, Lund S, et al. Is Your Supply Chain Risk Blind-or Risk Resilient[R]. New York: McKinsey Company, 2020. <https://www.mckinsey.com/capabilities/operations/our-insights/is-your-supply-chain-risk-blind-or-risk-resilient>
- [7] 崔晓敏,熊婉婷,杨盼盼,等. 全球供应链脆弱性测度——基于贸易网络方法的分析[J]. 统计研究,2022,39(8): 38–52.  
Cui Xiaomin, Xiong Wanting, Yang Panpan, et al. Measuring global supply chain fragility: Evidence from trade network analysis [J]. Statistical Research, 2022, 39(8): 38–52. (in Chinese)
- [8] Baldwin R, Freeman R, Theodorakopoulos A. Horses For Courses: Measuring Foreign Supply Chain Exposure[R]. NBER Working Paper, 2022. [https://www.nber.org/system/files/working\\_papers/w30525/w30525.pdf](https://www.nber.org/system/files/working_papers/w30525/w30525.pdf).
- [9] Ni H F, Zhong D C, Peng S Y. A new method for measuring industrial chain risk exposure: A regional perspective in China [J]. Journal of Economic Surveys, 2024, 38(5): 1760–1794.
- [10] 李之旭,彭水军. 全球价值链风险暴露与需求冲击传递——一个统一的分析框架[J]. 经济研究,2025,60(1): 39–55.  
Li Zhixu, Peng Shuijun. Global value chain risk exposure and transmission of demand shocks: A unified analytical framework [J]. Economic Research Journal, 2025, 60(1): 39–55. (in Chinese)

- [11] Antràs P. De-Globalisation? Global Value Chains in the Post-Covid-19 Age [R]. NBER Working Paper, 2020. [https://www.nber.org/system/files/working\\_papers/w28115/w28115.pdf](https://www.nber.org/system/files/working_papers/w28115/w28115.pdf).
- [12] Du Y, Ju J, Ramirez C D, et al. Bilateral trade and shocks in political relations: Evidence from China and some of its major trading partners [J]. Journal of International Economics, 2017, 108(9): 211–225.
- [13] 田开兰, 杨翠红, 祝坤福, 等. 两败俱伤: 美中贸易关税战对经济和就业的冲击 [J]. 管理科学学报, 2021, 24(2): 14–27.
- Tian Kailan, Yang Cuihong, Zhu Kunfu, et al. Lose-lose consequence: Shock of Sino-US trade war on bilateral economy and labor market [J]. Journal of Management Sciences in China, 2021, 24(2): 14–27. (in Chinese)
- [14] 乔小勇, 吴晓雪, 薛蕊, 等. 反倾销嵌入全球生产网络的级联效应仿真研究 [J]. 管理科学学报, 2024, 27(8): 1–22.
- Qiao Xiaoyong, Wu Xiaoxue, Xue Rui, et al. Simulation of the cascading effect of anti-dumping embedded in global production network [J]. Journal of Management Sciences in China, 2024, 27(8): 1–22. (in Chinese)
- [15] Gölgeci I, Yıldız H E, Andersson U. The rising tensions between efficiency and resilience in global value chains in the post-Covid-19 world [J]. Transnational Corporations, 2020, 27(2): 127–141.
- [16] 段玉婉, 陆毅, 蔡龙飞. 全球价值链与贸易的福利效应: 基于量化贸易模型的研究 [J]. 世界经济, 2022, 45(6): 3–31.
- Duan Yuwan, Lu Yi, Cai Longfei. Global value chains and the welfare effect of trade liberalisation: Analysis based on a quantitative trade model [J]. The Journal of World Economy, 2022, 45(6): 3–31. (in Chinese)
- [17] Asian Development Bank et al. Global Value Chain Development Report 2021: Beyond Production [R]. Beijing: University of International Business and Economics Press, 2021. <https://www.adb.org/sites/default/files/publication/747966/global-value-chain-development-report-2021.pdf>.
- [18] 苏庆义. 全球供应链安全与效率关系分析 [J]. 国际政治科学, 2021, 6(2): 1–32.
- Su Qingyi. Analysis of the relationship between global supply chain security and efficiency [J]. Quarterly Journal of International Politics, 2021, 6(2): 1–32. (in Chinese)
- [19] 倪红福, 钟道诚, 范子杰. 中国产业链风险敞口的测度、结构及国际比较——基于生产链长度视角 [J]. 管理世界, 2024, 40(4): 1–26+46+27–45.
- Ni Hongfu, Zhong Daocheng, Fan Zijie. Measurement, structure, and international comparison of risk exposures in China's industry chains: A perspective based on production chain length [J]. Journal of Management World, 2024, 40(4): 1–26+46+27–45. (in Chinese)
- [20] 盛朝迅. 新发展格局下推动产业链供应链安全稳定发展的思路与策略 [J]. 改革, 2021, 324(2): 1–13.
- Sheng Zhaoxun. Thoughts and strategies for promoting the safe and stable development of industrial chain and supply chain under the new development pattern [J]. Reform, 2021, 324(2): 1–13. (in Chinese)
- [21] Peck H. Reconciling supply chain vulnerability, risk and supply chain management [J]. International Journal of Logistics Research & Applications, 2006, 9(2): 127–142.
- [22] Smită B, Wandel J. Adaptation, adaptive capacity and vulnerability [J]. Global Environmental Change, 2006, 16(3): 282–292.
- [23] 刘景卿, 车维汉, 夏方杰. 全球价值链贸易网络分析与国际风险传导应对 [J]. 管理科学学报, 2021, 24(3): 1–17.
- Liu Jingqing, Che Weihan, Xia Fangjie. Network analysis of global value chain and coping with international risk transmission [J]. Journal of Management Sciences in China, 2021, 24(3): 1–17. (in Chinese)
- [24] Wang Z, Wei S J, Yu X D, et al. Measures of Participation in Global Value Chain and Global Business Cycles [R]. NBER Working Paper, 2017. [https://www.nber.org/system/files/working\\_papers/w23222/w23222.pdf](https://www.nber.org/system/files/working_papers/w23222/w23222.pdf).
- [25] Wang Z, Wei S J, Yu X, et al. Global value chains over business cycles [J]. Journal of International Money and Finance, 2022, 126: 102643.
- [26] 王帅, 庞珣. 全球价值链与对外投资的政治风险 [J]. 世界经济与政治, 2021, 492(8): 134–154+159–160.
- Wang Shuai, Pang Xun. Global value chains and political risk to foreign direct investment [J]. World Economics and Politics, 2021, 492(8): 134–154+159–160. (in Chinese)
- [27] Caldara D, Iacoviello M. Measuring geopolitical risk [J]. American Economic Review, 2022, 112(4): 1194–1225.
- [28] Rose A. From a punitive to a bargaining model of sanctions: Lessons from Iraq [J]. International Studies Quarterly, 2005,

- 49(3): 459–480.
- [29] 刘尔卓, 冯浩铭, 刘舫舸, 等. 经济制裁对目标国价值链的影响研究 [J]. 系统工程理论与实践, 2023, 43(3): 667–683.  
Liu Erzhuo, Feng Haoming, Liu Fangge, et al. Impact of economic sanctions on the global value chain of the target country [J]. Systems Engineering—Theory & Practice, 2023, 43(3): 667–683. (in Chinese)
- [30] Felbermayr G, Kirilakha A, Syropoulos C, et al. The global sanctions data base [J]. European Economic Review, 2020, 129: 103561.
- [31] Kirilakha A, Felbermayr G, Syropoulos C, et al. The Global Sanctions Data Base: An Update That Includes The Years of The Trump Presidency [R]. School of Economics Working Paper Series, LeBow College of Business, Drexel University, 2021. [https://ideas.repec.org/p/ris/drwlwp/2021\\_010.html](https://ideas.repec.org/p/ris/drwlwp/2021_010.html).
- [32] Bailey M A, Strezhnev A, Voeten E. Estimating dynamic state preferences from United Nations voting data [J]. Journal of Conflict Resolution, 2017, 61(2): 430–456.
- [33] Xiao H, Meng B, Ye J B, et al. Are global value chains truly global [J]. Economic Systems Research, 2020, 32(4): 540–564.
- [34] King G, Zeng L. Explaining rare events in international relations [J]. International Organization, 2001a, 55(3): 693–715.
- [35] King G, Zeng L. Logistic regression in rare events data [J]. Political Analysis, 2001b, 9(2): 137–163.
- [36] Yamamoto T, Merciai S, Mogollón J M, et al. The role of recycling in alleviating supply chain risk—insights from a stock-flow perspective using a hybrid input-output database [J]. Resources, Conservation and Recycling, 2022, 185(4): 106474.

## Global value chain vulnerability measurement and simulation: A geopolitical risk perspective

XIAO Hao<sup>1,2</sup>, JIA Zhen<sup>1\*</sup>, BI Hui-min<sup>3</sup>, LAI Ming-yong<sup>1</sup>

1. School of Economics and Trade, Hunan University, Changsha 410006, China;
2. Institute of African Studies, Hunan University, Changsha 410082, China;
3. School of Finance, Hunan University of Finance and Economics, Changsha 410205, China

**Abstract:** In recent years, frequent geopolitical conflicts and the potential formation of alliances based on shared values have undermined the efficiently functioning, tightly interdependent network of global value chains (GVCs). This study proposes a novel conceptual framework for assessing GVC vulnerability, develops composite metrics to quantify GVC vulnerability at the economy and sector levels, and systematically investigates how current geopolitical risks amplify GVC vulnerabilities across economies and sectors. The empirical results indicate that accounting for geopolitical risks leads to increases in the vulnerabilities of economies participating in GVCs, to varying degrees. The amplification effect is particularly pronounced for the United States and economies with high GVC dependency on the U. S. At the key sector level: in the computer, electronic, and optical equipment manufacturing sector, major supply-hub countries in the value chain such as the U. S., Germany, and the U. K. exhibit relatively low vulnerability; in the basic pharmaceutical products and drug formulations manufacturing sector, China has the lowest vulnerability globally, though it is more sensitive to geopolitical risks. A scenario simulation analysis of the U. S.–Japan–India–Australia Quadrilateral Security Dialogue (Quad) alliance indicates that eliminating geopolitical risks among member states has a very limited effect on enhancing the security of their participation in GVCs. If the Quad further escalates into consistent geopolitical tensions with China, it will instead exacerbate the GVC vulnerability of the U. S., Japan, and Australia.

**Key words:** geopolitical risks; global value chain vulnerability; exposure; sensitivity