

doi:10.19920/j.cnki.jmsc.2024.08.001

反倾销嵌入全球生产网络的级联效应仿真研究^①

乔小勇¹, 吴晓雪¹, 薛蕊^{1*}, Claude Baron², 沈煌南³, 赵乔⁴

(1. 北京工业大学经济与管理学院, 北京 100124; 2. 法国国家科学研究中心系统分析与架构实验室, 图卢兹 31031; 3. 复旦大学管理学院, 上海 200437; 4. 首都经济贸易大学经济学院, 北京 100071)

摘要: 本研究将复杂网络理论应用于投入产出模型并将其引入宏观经济学生产函数理论模型, 对反倾销嵌入全球生产网络的内在机理与其产生的级联效应展开探讨与仿真模拟分析. 研究发现: 基于网络视角与投入产出关系, 反倾销冲击对中间产品的贸易抑制作用要明显大于最终产品, 多次跨境的中间品将会累积增加反倾销带来的贸易成本; 反倾销带来的行业引致需求量降低与出口贸易受到抑制以及行业与国家总产出水平的波动等影响, 会沿着以中间品贸易为基础的全球生产网络中的投入产出关系进行传播, 从而产生显著的级联效应, 并且该效应会随着不同国家-部门节点之间的联系紧密程度(贸易量)的降低而衰减; 反倾销产生的级联效应不仅涉及全球生产网络中直接关联节点即涉案国(调查国与被调查国)的国内上下游行业, 而且波及间接关联节点即非涉案国的第三方国家和地区, 进而影响全球多边贸易发展, 同时, 级联效应也阻碍了网络节点参与全球价值链生产分工, 导致了节点隶属国(地区)的国内价值链被拉长; 反倾销嵌入全球生产网络后, 会通过整个生产网络产生总量波动效应, 从而改变全球生产网络的拓扑结构, 即全球生产网络变的相对稀疏、节点间网络距离拉长等.

关键词: 反倾销; 贸易摩擦; 政策冲击; 全球生产网络; 级联效应

中图分类号: F713.36 **文献标识码:** A **文章编号:** 1007-9807(2024)08-0001-22

0 引言

随着全球经济一体化的发展, 以产品内贸易为主要表现形式的全球价值链分工模式成为国际分工的新常态^[1], 其加深了世界经济的相互依赖性, 构成了高效运转的全球生产网络(global production network, GPN)^[2]. 在生产网络中每个节点均依靠其上游的供应商提供的中间投入品来进行生产并得到产出, 而这些产出又转向下游网络节点, 国家-部门间的经济联系正是通过这种投入产出关系链接在一起^[3]. 但是, 当一国的某个行业遭受重大政策或外部冲击时, 通过投入产出关系链接的全球生产网络将遭受重大影响, 此过程

类似于复杂网络中的“级联效应”(cascading effect)^[4,5], 即当网络中某个或少数几个节点/边线出现故障时, 发生故障的节点/边线便会依赖节点/边线之间的链接, 引发网络内节点/边线的级联反应, 使得故障在网络中大面积传播, 严重时可导致整个网络的瘫痪^[5]. 由此, 外部冲击对具有投入产出关系的全球生产网络中直接与间接关联节点带来的影响效应及其程度的探索分析, 已成为当前贸易政策实践领域亟需解决的技术难点与重大现实问题.

21世纪以来, 复杂网络相关理论与研究取得巨大进步, 网络的传播动力学尤其是级联效应逐渐成为热点研究领域, 复杂网络中级联效应相关

① 收稿日期: 2020-12-23; 修订日期: 2023-07-19.

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(71774008; 72304025; 71971006; 72273009).

通信作者: 薛蕊(1986—), 女, 辽宁沈阳人, 副教授, 硕士生导师. Email: xuerui@bjut.edu.cn

《中国学术期刊(光盘版)》电子杂志社编者注: 本文中涉及台湾的“国家”均应为“国家(地区)”, “国”均应为“国(地区)”, “国外”均应为“境外”, “country”均应为“country(region)”, “countries”均应为“countries(regions)”。

的理论成果,也逐步从BA网络^[6,7]扩展到各种现实网络,如电网、供应链网络以及全球生产网络等。当前,贸易保护主义盛行、单边主义兴起、多边贸易谈判受阻、地缘政治风险上升等交叉叠加传统关税与非关税保护政策的滥用与错用,加速了以中间品贸易、碎片化生产等为特征的全球价值链分工体系重构趋势,由此必然对基于全球价值链分工为基础形成的全球生产网络整体造成较大的负面冲击,进而给网络中各个节点(国家-部门)带来直接或间接的负面影响效应^[8-10]。因此,近年来频现的贸易摩擦对全球生产网络中的某个节点产生外部冲击时,与其直接或间接相连的节点也会由于生产联系而受到波及,导致全球生产网络产生“级联效应”^[11,12]。并且,各个节点所遭受的特定冲击还会通过全球生产网络中的跨部门投入产出联系产生总量波动效应即总产出波动效应^[13,14],导致整个网络的拓扑结构发生动态改变。目前,通过研究梳理,相较于电力网络与供应链网络,运用复杂网络理论与方法,针对某种典型外部冲击(如贸易摩擦)对全球生产网络中的级联效应展开探索分析,具有较强的时代创新性与实践性,其研究成果也亟需丰富完善。

国际贸易的蓬勃发展有赖于全球生产网络的韧性与稳定性^[15],当前国际社会出现的贸易保护主义高潮,已经给全球生产网络带来极大的不确定性与复杂性。众所周知,随着关税壁垒作用的降低,以反倾销为代表的非关税壁垒措施日益受到WTO成员的青睐与实施,但反倾销是一把“双刃剑”,其一旦被滥用、错用或误用,将会变为贸易保护措施造成贸易摩擦,冲击公平贸易原则下的全球生产贸易秩序。根据世界银行全球反倾销数据库(Global Anti-dumping Database, GAD)和WTO的数据统计,目前有超过60个国家(地区)使用反倾销措施,并且据中国商务部官方统计,我国不仅是国外反倾销调查的主要对象国,而且是全球反倾销最大的受冲击国之一,反倾销已成为中国与国外贸易摩擦的主要表现形式。反倾销产生的贸易摩擦冲击对国家间贸易产生了诸多负面影响,比如,反倾销显著抑制了被调查国的产品出口即贸易抑制效应,其导致的规模经济减少是企业生产率下降的可能原因等^[16]。由基于全球价值链形成的全球生产网络特性可知,反倾销产生的

贸易摩擦冲击不仅会对涉案国(调查国与被调查国)产生直接影响,而且对网络中其他节点即非涉案国也可能产生间接影响,这就使得本研究的研究关注点不仅要聚焦分析被调查国产业受到的冲击影响效应,更要关注调查国与其他节点即非涉案国的产业部门受到的波及影响效应,而复杂网络的级联效应分析恰好为本研究提供了科学合理的理论与量化分析借鉴。因此,基于目前已有研究成果,通过文献梳理发现,鲜有学者基于全球生产网络分析反倾销冲击带来的级联效应,这也是开展本研究的重要原因。

综上,本研究以问题为导向,在Acemoglu等^[17]和Bilbiie等^[18]关于生产网络相关研究基础上,基于全球国家-部门层面的投入产出关系构建全球生产网络,并以中美化工行业的反倾销为例,建立反倾销嵌入全球生产网络的级联效应模型,并进行仿真模拟与分析,以期政策制定者提供参考依据。本研究的主要贡献如下:1)基于全球价值链分工时代背景,将复杂网络理论应用于投入产出模型并将其引入宏观经济学生产函数理论模型,研究反倾销冲击对全球生产网络带来的级联效应,延伸与丰富了短期经济波动模型的理论研究视角以及特定外部冲击对宏观经济影响的理论研究体系;2)尝试将基于复杂网络理论的级联效应模型与投入产出理论引入反倾销冲击带来的影响研究之中,从新的网络分析视角阐释了反倾销对全球生产网络影响的内在机理,拓展了反倾销影响的经济效应内容体系;3)跳出了反倾销影响研究重点关注被调查国与涉案双边贸易的传统分析框架,从全球生产网络中反倾销的涉案国(被调查国与调查国)以及第三方(非涉案国)等多维视角展开研究,丰富了反倾销冲击的影响范围、目标与规模等,为反倾销等贸易救济政策影响效果评估提供了理论依据与借鉴;4)基于国家-部门间客观实际数据,探索将高级计量经济学实证研究方法引入复杂网络级联效应模型的仿真建模过程,完善了分析反倾销等贸易救济政策影响的量化研究方法。

1 文献综述

全球生产网络的研究目前已经形成了较为完

整的研究体系,如 Gereffi 等^[19]提出全球商品链(global commodity chain, GCC)的概念和网络理论,经济地理学者和国际政治经济学者提出了 GPN1.0 的概念^[20]. Yeung 和 Coe^[21]在 GPN1.0 的基础上提出了 GPN2.0 的概念,明晰了全球生产网络的产生和演变机制. Baqaee 等^[22]和 Chor 等^[23]的研究认为企业的进入和退出造成的影响可以在生产网络中传播且存在放大机制. 贸易行为本身也是一种网络行为^[24],贸易问题的网络研究是把每个国家或行业部门当作节点,通过构建有向/无向和二值/加权的国际贸易网络来研究其结构和拓扑性质,如 Amador 等^[25]研究认为二值的国际贸易网络呈现无标度分布,处于中心的节点往往与更多的节点相连,同时网络还呈现出了相对较高的集群水平和不协调性.

关于贸易中反倾销措施的研究成果虽然丰富,但多是基于传统总值贸易而非网络视角,针对倾销产品进口国的反倾销行为与倾销产品出口国的产业或企业贸易决策行为进行分析与研究,其成果总体可以分为两类. 一类是引起反倾销的动因文献研究. 首先,俱乐部效应和报复效应是反倾销的主要动因,如 Prusa 等^[26]认为进口国是否发起反倾销与报复因素、进口变化率和总进口有关, Vandenbussche 和 Zanardi^[27]认为当政府在一定程度上关注与他们存在出口竞争的行业时,更有可能参照其他国家的政策对产品实施反倾销. 另一类是反倾销的影响效应研究. 比如, Bown 和 Crowley^[28]总结出了反倾销措施的三种主要效应,即贸易破坏效应、贸易转移效应、贸易抑制效应; Melitz 等^[29]认为反倾销迫使生产率较低的加工贸易类企业因为失去主要销售市场而被逐出行业; Staiger 等^[30]认为反倾销还具有调查效应. 值得注意的是,在全球价值链分工时代,由于反倾销所产生的影响并不仅仅局限于被反倾销调查的特定产业及其产品,还会通过产业前向与后向关联关系对国内外上下游产业产生影响^[31]. 所以,本研究全球生产网络的构建正是基于能够反映国家-部门之间关联关系的投入产出联系进行展开的,这为研究反倾销嵌入全球生产网络的级联效应提供了理论、方法与数据依据.

级联效应(cascading effect)是在复杂网络领域中一个重点研究方向. 在网络中,一个节点失效

通常会对其他节点造成影响,并可能会导致它们失效,这些新节点的失效同样又会使更多其他节点失效,从而造成大规模的影响,即产生“级联效应”. 学者们提出了一系列模型进行分析该效应,其中使用最广泛的就是“负载-容量”模型,最早由 Motter 和 Lai^[32]提出. 其后,部分学者对负载-容量模型进行了拓展,如在节点容量方面, Wang 和 Chen^[33]认为节点容量除与初始负载相关外,还与节点本身的度相关;在节点负载重分配方面, Kim 和 Motter^[34]假设失效节点的负载被等分到剩余的全部完好节点; Lehmann 和 Bernasconi^[35]提出了一种随机分配策略,在该策略中失效节点的负载起了决定性作用.

在贸易领域对于级联效应的研究主要开始于对金融危机的研究,如 Allen 和 Babus^[36]、Leitner^[37]、Acemoglu 等^[38]均对金融网络进行了研究,相关学者均把金融机构当作一个节点,其运营状况均取决于与之相关的其他金融机构,因此,对于一个给定机构的冲击会传播到经济中的其他机构,从而导致系统性危机. 对于贸易网络中的不同主体之间的相关作用和级联效应的研究主要包括如下方面. Acemoglu 等^[39]和 Jones^[40]认为,在部门间投入产出联系存在的情况下,微观经济层面受到的特殊冲击会在投入产出链上传播进而产生级联效应,导致其对宏观经济产生潜在的重大影响以及对反映投入产出联系的跨部门之间的生产网络带来放大的总量波动效应. 虽然这些研究与传统的计量方法不同,但具有重要的经济学意义,其为一个特定的冲击传播蔓延到经济的其他方面开辟了道路. 此外,这类方法几乎都依赖于网络模型来捕捉不同主体之间的相互作用及程度.

随着全球生产网络概念的提出,以及复杂网络相关研究方法的成熟,从复杂网络视角探究外部冲击对于全球生产网络的影响已开始兴起. 因此,本研究基于复杂网络级联效应模型,将反倾销带来的贸易摩擦冲击嵌入全球生产网络之中,致力于解答反倾销所导致的级联效应内在机理及客观经济规律.

2 理论分析与研究假设

本部分基于 Acemoglu 等^[13]关于 GPN 中级联

效应的研究,建立了一个包括部门异质性、反倾销和投入产出联系的科布-道格拉斯(Cob-Douglas)生产函数,并在此基础上构建生产网络,试图分析反倾销政策冲击下GPN的级联效应,同时提出研究假设。

2.1 全球生产网络的级联效应界定

全球生产网络(GPN)相关理论是在全球商品链、全球价值链的基础上形成的,其内涵更为宽泛,不仅侧重于垂直专业化下的纵向联系,而且关注经济主体间的横向关联。以生产活动碎片化、要素流动分布范围更广、组织治理方式较为灵活等为主要特征的GPN作为一种新型的生产组织方式,在提高经济贸易、生产分工的效率同时,也放大了摩擦与冲突风险,外部冲击会通过生产网络中节点间的耦合关系向其他节点扩散,从而对整个生产网络产生影响。

现实世界的高效运行依赖于各种复杂网络的正常运转,如交通网、电网等,这些网络的安全性直接关系到国计民生的稳定与发展,但这些网络同样面临着“级联故障”的风险^[41, 42]。所谓“级联效应”或称“级联故障”是指在这些网络中输运着大量的“流”,当网络中某个或少数几个节点或边受到蓄意攻击或因不可抗力突然发生故障后,会导致网络中所运输的“流”重新分配,而被分配到这些“流”节点/边线可能会超过(低于)其本身所能承受的能力,即过载(欠载)而发生故障,这些故障又会引起“流”进一步的重新分配,最终导致网络相当一部分甚至整个网络的崩溃^[5]。本研究将GPN的级联效应定义为,当GPN中的某国家-部门(节点)遭受冲击之后,与其通过投入产出关系直接相连的节点,会由于投入减少、产出滞销而受到影响,这些受影响的国家-部门(节点)又间接导致其他国家-部门(节点)受到影响,最终在整个GPN中产生级联效应,导致GPN中大部分国家-行业(节点)出现不程度的失效甚至退出全球市场。

2.2 反倾销的贸易效应内涵

根据各国反倾销政策实践可知,进口国之所以实施反倾销,根本目的是为了保护国内产业,但往往被忽略的问题是,反倾销除了能限制涉案倾销产品的出口量外,还会对发起国本身以及第三方国家同类产品的进出口产生影响。Bown和

Crowley^[28]总结出了反倾销措施的三种主要效应,即贸易破坏效应、贸易转移效应、贸易抑制效应。

贸易破坏的影响分别体现在反倾销调查和终裁阶段:调查阶段体现为指控国有征税预期,因此会对涉案产品的出口造成一定的负面影响,称之为反倾销的“调查效应”^[30];终裁阶段的体现为,高额的反倾销税大幅提高出口产品的价格,倾销产品出口国的该类产品数量会减少甚至可能会在指控国的国内市场上消失^[43]。贸易转移效应包括两个层面:一是指进口国反倾销导致减少的进口量并没有由本国厂商消化,而被其他国家的同类产品所替代即贸易转向效应^[44];二是遭受反倾销的国家寻求新的替代市场以弥补损害即贸易偏转效应。由于本研究构建的级联效应模型需要设定节点负载、节点容量以及负载重分配三个要素,而负载的重分配的过程正是基于反倾销所造成的贸易转移效应发生的过程,从而造成了反倾销冲击在GPN中的传递。贸易抑制效应,则涉及到与涉案行业相关的上下游产业。由于被调查国涉案产品的出口受到抑制,因此可能会导致该行业由于成本上升缩减产量,从而减少对原材料等中间投入品的进口,同时,被调查国也可能是由于“报复效应”而减少指控国的中间投入品的进口^[26]。由于遭遇反倾销,出口企业不仅因为失去主要销售市场而被逐出行业,产生“逐出效应”^[29],而且,基于GPN的贸易抑制效应可能会在全局范围内引起比“报复效应”更大范围的“冻结效应”^[27]。GPN中的每个节点均存在一个“反倾销容忍系数”,即其在遭受反倾销之后,并不会立刻成为失效节点,而是可以承受部分反倾销的冲击,但若反倾销冲击超过其容忍能力,则节点便会失效。此外,本研究中出口规模的大小反映了每个节点的生产能力,使用“反倾销容忍系数”与出口规模的交互项来反映其临界水平。

2.3 反倾销嵌入GPN的级联效应机理分析

首先考虑每个行业中间产品的生产遵循基本的Cob-Douglas生产函数

$$X_i = A_i l_i^{1-\alpha} k_i^\alpha, \alpha \in (0, 1) \quad (1)$$

其中 X_i 是 i 行业的总产出, A 是综合技术水平, l 是投入的劳动力的数量, k 是投入的资本, α 是产出弹性,假定规模报酬不变,即只有提高技术水平,才会提高行业的经济效益。根据Cob-Doug-

las 生产函数,得到本研究使用的包含反倾销政策冲击的以及各部门之间生产联系的生产函数。

首先,将反倾销政策作为“生产率冲击”引入行业生产函数。一方面,奚俊芳^[45]认为反倾销调查可以倒逼企业积极进行转型,进而提高生产率;另一方面,由于反倾销调查存在征税预期,贸易调查效应与抑制效应等的存在改变了其关联上下游产业的需求,行业生产率必然会受到负面影响^[43]。因此,本研究把反倾销作为行业生产率变化的政策冲击,表示为 $A(D_{ij}^{AD})$

$$D_{ij}^{AD} = \sum_{j=1}^n (n_{ij}^{AD} M_{ij}) \quad (2)$$

其中 n_{ij}^{AD} 表示 t 时刻 j 部门向 i 部门发起的反倾销次数, M_{ij} 表示在 t 时刻反倾销网络中指向 i 部门的边线。

其次,本研究假定行业的生产要素只有劳动,表示为 l_i ,且市场是完全竞争的。

最后,为了考察各个部门之间的生产联系,基于 Acemoglu 等^[17]和 Carvalho^[3]的研究,本研究引入 GPN 的概念,即认为经济是由 n 个不同的节点组成,每个节点代表经济中某一特定部门生产某种特定的商品,这些商品在经济中同时扮演两种角色:一方面,这些商品被作为最终产品所消费,另一方面,这些商品作为中间投入品被用于其他部门的生产活动。本研究重点考虑后一种情况,且部门之间的联系通过投入产出矩阵来表示,矩阵中每个元素用 x_{ij} 表示, x_{ij} 表示生产 i 的过程中所使用的中间投入品 j 的数量, x_{ij} 的数值越大,说明中间投入品 j 在 i 的生产中越重要。本研究基于节点之间的投入产出关系构建生产网络,在生产网络中,每个节点对应一个部门,边线代表部门间的投入产出关系,且网络是有向加权网络,权重为 x_{ij} ,反映节点之间的关系强度。综上,本研究将式(2)代入式(1)中得到本研究构建的部门 i 的 Cob-Douglas 生产函数

$$X_i = A_i \left(\sum_{j=1}^n (n_{ij}^{AD} M_{ij}) \right) l_i^{1-\alpha} \left(\prod_{j=1}^n x_{ij} \right)^\alpha \quad (3)$$

$\alpha \in (0,1)$

可以使用反倾销冲击下的生产网络来描述经济体中国家-部门之间的相互作用,网络中每一个节点对应一个国家-部门,使用 x_{ij} 反映节点之间的相互作用强度。而式(3)描述了生产网络中每

国家-部门节点的生产函数,式中第一部分 $A_i \left(\sum_{j=1}^n (n_{ij}^{AD} M_{ij}) \right)$ 反映了反倾销对于部门的生产率冲击,第二部分 $l_i^{1-\alpha}$ 代表劳动力市场,第三部分 $\left(\prod_{j=1}^n x_{ij} \right)^\alpha$ 则反映了部门之间的投入产出联系。在 GPN 中部门的产出主要取决于由反倾销所导致的部门生产率的波动以及中间品的投入,如式(3)所示。

综上,本研究提出研究假设 1。

假设 1 基于中间品投入产出联系构建的全球生产网络中,反倾销不仅对中间品贸易产生明显的抑制作用,而且对其直接关关节点(涉案的被调查的国家-部门与发起调查的国家-部门)与间接关关节点(非涉案的第三方国家-部门)的引致需求量、出口贸易规模、行业产出水平等产生冲击,进而引起显著的全球生产网络级联效应。

根据前文的分析可知,全球生产网络的拓扑结构是反倾销冲击如何传递的关键,生产网络的拓扑结构决定了网络中冲击的传播路径(即级联失效过程)以及最终冲击的影响规模。基于上文分析可知,行业 i 的利润可表示为

$$\pi_i = p_i X_i - \sum_{j=1}^n p_j x_{ij} - \omega l_i \quad (4)$$

其中 π_i 代表行业 i 的利润, p_i 表示行业 i 所生产的产品的价格, p_j 表示行业 i 生产中投入的中间品 j 的价格, ω 表示要素市场工资。

将式(3)代入式(4)可得到行业 i 利润最大化的一阶条件为

$$x_{ij} = \frac{\alpha X_i p_i}{p_j} \quad (5)$$

$$l_i = \frac{(1-\alpha) X_i p_i}{\omega} \quad (6)$$

因此,将式(5)和式(6)代入式(3)中,可得到部门 i 利润最大化的产出为

$$X_i = A_i \left(\sum_{j=1}^n (n_{ij}^{AD} M_{ij}) \right) \left[\frac{(1-\alpha) p_i X_i}{\omega} \right]^{1-\alpha} \times \left(\prod_{j=1}^n \frac{\alpha X_i p_i}{p_j} \right)^\alpha \quad (7)$$

将式(7)两边取对数可得到

$$\ln X_i = \ln \left(A_i \left(\sum_{j=1}^n (n_{ij}^{AD} M_{ij}) \right) \right) +$$

$$\alpha \text{Ln} \left(\prod_{j=1}^n \frac{\alpha X_j P_j}{p_j} \right) + (1 - \alpha) \times \text{Ln} \left(\frac{(1 - \alpha) p_i X_i}{\omega} \right) \quad (8)$$

由上可知,中间品投入产出网络中节点之间的关系可以表述为

$$X_i = f \left(\alpha \sum_{j=1}^n \text{Ln} x_{ij} + (1 - \alpha) \text{Ln} \frac{(1 - \alpha) p_j x_{ij}}{\alpha \omega} + \varepsilon_{iAD} \right) = f \left(\theta(x_{ij}) + \varepsilon_{iAD} \right) \quad (9)$$

其中 f 是一个连续增长函数,即经济部门的相互作用函数,代表经济中各部门之间的交互性质; θ 是 x_{ij} 的函数; θ_{iAD} 为网络中作用于部门 i 层面的反倾销冲击,函数 f 同样可以被表示成一个包含 n 个节点的加权、有向的网络,即经济中部门间的相互作用网络,若 $x_{ij} > 0$,则表明 j 节点和 i 节点之间存在一条由 j 指向 i 且权重为 x_{ij} 的边线.最后可定义经济体的宏观经济状态为

$$y_{mAD} = \varphi(s(x_1) + \dots + s(x_n)) \quad (10)$$

其中 φ 为经济的总量波动效应函数, s 为部门节点的状态, y_{mAD} 为经济体中某行业遭受反倾销冲击后经济体的总产出.

综上,本研究提出研究假设 2.

假设 2 基于反倾销引起的全球生产网络级联效应,其不仅对网络中各个节点(国家-部门)的产出水平造成冲击,而且对各节点隶属国的总产出水平产生总量波动效应,进而降低了全球生

产网络的网络密度、加大了节点间的网络直径与平均路径长度以及对处于全球生产网络核心节点与边缘节点的网络中心性产生负面影响.

3 仿真模型构建及其步骤

全球生产网络是根据各节点之间的投入产出关系构建的,为了研究反倾销政策冲击所引起的级联效应,需要先将反倾销对于节点间投入产出关系的影响作用进行量化,进而将计算出的量化结果作为仿真模拟的参数(贸易冲击系数)嵌入全球生产网络的仿真模拟过程中,最终从单边、逆向、多边、网络等视角分析反倾销所引起的全球生产网络的变化过程与结果.

传统容量-负载模型研究的是节点之间的级联效应,但是由于在客观世界的全球生产网络中,代表国家-部门的节点不会存在无任何联系这一状态,因此,为了真实反映反倾销所引起的级联效应,本研究将级联效应的研究落脚点由节点(国家-部门)转移为边线(即节点间贸易关系),建立以边线为基础的容量-负载模型.本研究假定网络中边线一旦遭受反倾销调查,由于调查效应的存在,该边线便会受到冲击,表现为出口规模的减少,即边线初始负载与本研究提出的“贸易冲击系数”的乘积;其后,反倾销政策冲击便会随着投入产出关系在全球生产网络中进行传递,每条边线所受到冲击的概率与其本身权重(或加权重)正相关;最后,本研究假定网络中每条边线对

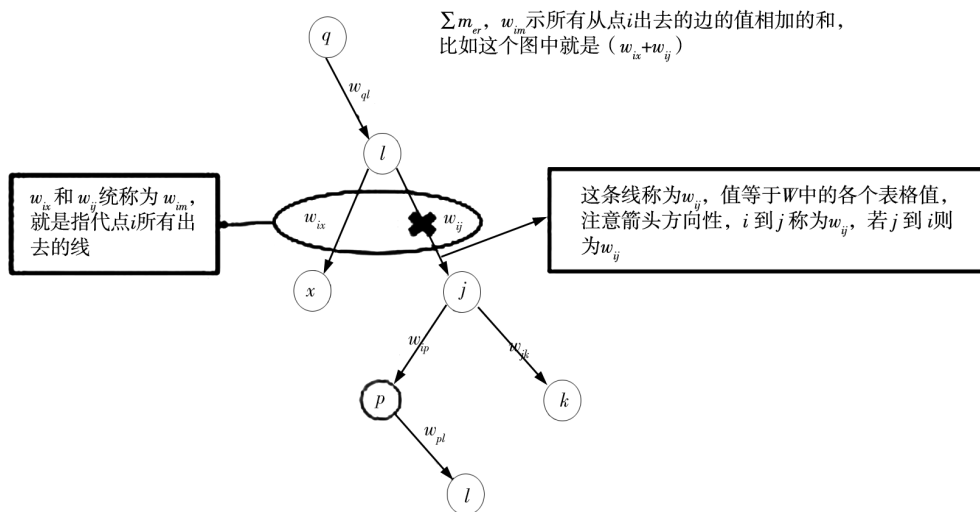


图 1 级联效应示意图

Fig. 1 Schematic diagram of cascade effect

于反倾销具有一定的容忍能力,其容忍能力由“反倾销容忍系数”决定,当反倾销冲击超过其容忍能力时,边线会将多余的负载进行分配出去,若未能全部分配便会进一步失效,级联效应由此发生。

第一步,建立全球生产网络。全球生产网络是基于由国家-部门层面的中间产品投入产出数据建立。

第二步,基于反事实方法计算“贸易冲击系数”。本研究借鉴王孝松等^[46]研究方法建立本研究的计量模型并计算所需的“贸易冲击系数”,相比该研究,本研究为了精确估计反倾销对中国特定行业的“贸易冲击系数”,将出口数据聚焦于中国化工行业的国外同行业出口额,同时,将全球生产网络中国家-行业节点间的网络距离引入计量模型,研究国际贸易中的网络关系对于出口的影响作用。本研究构建的计量方程如下

$$\begin{aligned} \text{Export}_{it}^{\text{int}} = & \beta_0 + \beta_1 \text{VAD}_{Ct} + \beta_2 \text{VAD}_{Pt} + \\ & \beta_3 \text{Antidumping}_{it} + \beta_4 \text{Oildistance}_{it} + \\ & \beta_5 \text{Netdistance}_{it} + \beta_6 \text{Tariff}_{it} + \\ & \beta_7 \text{Open}_{it} + \beta_8 \text{Exchange}_{it} + \\ & \beta_9 \text{FDI}_{it} + \varepsilon_{it} \end{aligned} \quad (11)$$

其中,核心被解释变量 $\text{Export}_{it}^{\text{int}}$ 表示 t 时期遭受贸易伙伴 i 反倾销的行业对于贸易伙伴 i 同行业的中间产品出口额,本研究的核心解释变量 Antidumping_{it} 刻画的是 t 时期贸易伙伴 i 对涉案行业实施反倾销的数量。本研究纳入了以下控制变量: 1) VAD_{Ct} 表示 t 时期遭受反倾销行业的增加值; 2) VAD_{Pt} 表示 t 时期贸易伙伴 i 同行业的增加值; 3) 石油价格指数加权的地理距离 (Oil-distance), 本研究使用石油价格指数乘以实际地理距离测算贸易成本中的运输成本; 4) 关税 (Tariff), 贸易伙伴的关税水平是影响出口的重要变量, 关税越高则贸易成本越高; 5) 节点之间的网络距离 (Net-Distance), 即遭受反倾销的行业在全球生产网络中同贸易伙伴 i 同行业的网络距离, 反映了节点间发生贸易联系的可能性大小; 6) 金融开放度 (Open), 用国际收支平衡表中“资本和金融项

目”借贷方之和与 GDP 之比表示, 金融开放程度越高, 意味着外资在国内市场越活越, 对于出口将起到促进作用; 7) 汇率 (Exchange), 人民币兑美元升值会抑制中国产品向该贸易伙伴出口; 8) 外商直接投资 (FDI), 外商直接投资有利于中国企业吸收先进的管理知识和技术要素、深度参与国际分工及提升出口产品竞争力。

其次, 基于反事实模拟测算“贸易冲击系数”。在回归方程中“剔除”反倾销变量, 计算出口额的拟合值(潜在贸易额), 并与存在反倾销变量时的中间产品出口拟合值(真实贸易额)进行比较, 计算所谓的“贸易缺口”, 进而得出“贸易冲击系数 φ_{ij} ”。

$$\text{贸易冲击系数} \varphi_{ij} = \frac{\text{潜在贸易额} - \text{真实贸易额}}{\text{真实贸易额}} \quad (12)$$

第三步, 边线初始负载设定。考虑到本研究的现实意义, 本研究直接使用贸易量来反映网络中边线的负载。因此, 本研究将两种定义方法相结合, 定义边线的初始负载如下

$$L_{ij} = w_{ij} \quad (13)$$

其中 w_{ij} 是生产网络中链接节点 i 和节点 j 之间的边线 $i-j$ 的初始权重, 这反映了两个国家-部门节点之间的正常贸易关系量。

第四步, 边线容量设定。在全球生产网络中, 当部门受到反倾销冲击时, 其产品出口会受到影响, 其意味着链接发生反倾销的两部门的边线负载会降低, 当两部门间因贸易额过低而无法抵消贸易成本时, 链接发生反倾销的两部门间的边线在生产网络中便意味着失效。考虑到本研究研究的现实意义, 因此假定边线的容量正比于边线的初始负载, 边线的容量上下限定义如下

$$C_{ij_{\max}} = (1 + \alpha) L_{ij} \quad (14)$$

$$C_{ij_{\min}} = (1 - \alpha) L_{ij} \quad (15)$$

其中 $C_{ij_{\min}}$ 和 $C_{ij_{\max}}$ 分别代表链接节点 i 与节点 j 的边线容量的上下限, $\alpha (\alpha \geq 0)$ 是网络的反倾销容忍系数, 其体现了边线抵御级联效应的能力。

第五步, 嵌入反倾销冲击。寻找受反倾销冲击的边线及其两端的节点 i, j , 并记为 w_{ij} , 将前文中

所计算得出的“贸易冲击系数 φ_{ij} ”与边线初始负载相乘,并计算出反倾销的贸易冲击强度 T_{ij} 从而完成反倾销对全球生产网络的嵌入.

$$T_{ij} = \varphi_{ij} \times w_{ij} \quad (16)$$

第六步,负载重分配过程.负载重分配是指当边线的负载超过其容量时,因为失效而需要将其负载分配给其他与其相连边线的过程.而在全球生产网络中,当其中一国的某产业遭受反倾销之后,受调查产业所生产的产品将不具备出口竞争力,其在生产网络中造成的影响分为两个方面:首先,使用受调查产业所生产的产品或服务作为中间投入品的下游行业会由于供给不足而寻找新的供应商,该失效边线在生产网络中所承担的生产作用将会被重新分配给其他国家的同类产业;其次,为遭受反倾销调查的节点提供中间投入品的上游节点则会由于产品订单下降而受到影响,若链接两节点的边线容量低于其容量下限,该边线则被判定为失效.该步骤中,首先,计算边线 $i-j$ 的上游边线总负载 f ,和下游边线总负载 b .

$$f = \sum_{m \in \Gamma_i} w_{i,m}(t) \quad (17)$$

$$b = \sum_{m \in \Gamma_j} w_{j,m}(t) \quad (18)$$

其中 Γ_i 表示与节点 i 相连的所有边线的集合, Γ_j 表示与节点 j 相连的所有边线的集合.将冲击强度 T 按照边线权重分配策略分配至与其直接相连的上游边线 $i-q$ 以及下游边线 $j-p$.上游边线 $i-q$ 由于接受节点 i 的出口转移而边线为负载增加,下游边线 $j-p$ 则由于节点 j 的进口量下降导致减少出口而表现为负载降低.因此,相连边线 $i-q$ 和边线 $j-p$ 的变化量分别为

$$\Delta w_{iq} = T_{ij} \frac{w_{i,q}(t)}{f - w_{ij}(t)} \quad (19)$$

$$\Delta w_{jp} = -T_{ij} \frac{w_{j,p}(t)}{b} \quad (20)$$

$w_{i,q}$ 表示边线 $i-q$ 的权重, $w_{j,p}$ 表示边线 $j-p$ 的权重.

第七步,边线负载更新.边线 $i-q$ 和边线 $j-p$ 更新后的负载为

$$w_{iq}(t+1) = w_{iq}(t) + \Delta w_{iq} \quad (21)$$

$$w_{jp}(t+1) = w_{jp}(t) + \Delta w_{jp} \quad (22)$$

第八步,过载及失效状态判断.对于下游边线 $j-p$ 来说,流量低于 $C_{jp\min}$ 便被判断为失效,即贸易流量过低则被认为两个国家-行业节点间不存在贸易关系,并删除失效边线,并将失效边线 $j-p$ 计入集合 S 中.

$$\begin{cases} w_{jp}(t+1) \leq C_{jp\min}, \text{正常} \\ w_{jp}(t+1) > C_{jp\min}, \text{失效} \end{cases}$$

对于上游边线 $i-q$ 来说,流量高于 $C_{iq\max}$ 便被判断为过载,即认为当节点 i 遭受来自节点 j 的反倾销调查后,节点 i 向节点 j 的出口降低,导致节点 i 的产出向节点 q 转移,若节点 q 可以完全消耗掉节点 i 转移的产出则边线 $i-q$ 正常,若节点 q 无法完全消耗转移的产出,则边线 $i-q$ 过载,需要进一步将过载的产出向其他与节点 i 相联的节点进行转移.

$$\begin{cases} w_{iq}(t+1) \leq C_{iq\max}, \text{过载} \\ w_{iq}(t+1) > C_{iq\max}, \text{正常} \end{cases}$$

第九步,过载边线再次重分配.首先,计算 i 行 $(t+1)$ 时刻元素(边线)总负载, q 行 $(t+1)$ 时刻元素(边线)总负载.

$$f = \sum_{m \in \Gamma_i} w_{i,m}(t+1) \quad (23)$$

$$b = \sum_{m \in \Gamma_q} w_{q,m}(t+1) \quad (24)$$

其中 Γ_i 表示与节点 i 相连的所有边线集合, Γ_q 表示与节点 q 相连的所有边线的集合.

再次,计算过载边线大于最大值的部分负载,并将这一部分负载进行分配.这里需要说明的是,之前的参与过负载重分配的边线不再参与分配,即全球生产网络中所有边线只参与一次分配过程,否则程序将不收敛.

$$\Delta w_{ix} = \{w_{iq}(t+1) - C_{iq\max}\} \frac{w_{i,q}(t)}{f - w_{ij}(t) - w_{iq}(t+1)} \quad (25)$$

$$\Delta w_{qy} = -\{w_{iq}(t+1) - C_{iq\max}\} \frac{w_{iq}(t)}{b} \quad (26)$$

最后,计算 $(t+2)$ 时刻 w_{ix} 和 w_{qy} 的值,并判断 i 行和 x 行在 $(t+2)$ 时刻是否存在过载和失效.

$$w_{ix}(t+2) = w_{ix}(t+1) + \Delta w_{ix} \quad (27)$$

$$w_{qy}(t+2) = w_{qy}(t+1) + \Delta w_{qy} \quad (28)$$

这是一个递归收敛过程,直至所有元素计算完成前都有效.

第十步,失效边线负载重分配.需要注意的是,删除失效边线导致的贸易冲击系数为 1,即失效边线删除后,需要重新分配过程如下.

首先,计算 j 行和 p 行 $(t+1)$ 时刻的边线总负载

$$f = \sum_{m \in \Gamma_j} w_{j,m}(t+1) \quad (29)$$

$$b = \sum_{m \in \Gamma_p} w_{p,m}(t+1) \quad (30)$$

然后,计算 j 行各边线和 p 行各边线的变化值

$$\Delta w_{jk} = w_{jp} \frac{w_{j,k}(t)}{f - w_{j,k}} \quad (31)$$

$$\Delta w_{pl} = -w_{jp} \frac{w_{pl}(t)}{b} \quad (32)$$

最后,得到计算 j 行和 p 行 $(t+1)$ 时刻的各边线的负载值,并判断失效或过载与否

$$w_{jk}(t+1) = w_{jk}(t) + \Delta w_{jk} \quad (33)$$

$$w_{pl}(t+1) = w_{pl}(t) + \Delta w_{pl} \quad (34)$$

第十一步,直至 W 中没有过载或失效边线出现,则级联效应过程结束.生成矩阵 W ,矩阵 W 为反倾销引起的级联效应结束后的全球生产网络.

4 实证与仿真模拟结果分析

本研究所建立的全球生产网络共包含 16 个国家 56 个行业,即共有 896 个节点,802 816 条边线,若将全部的反倾销冲击嵌入生产网络中,则会对数据运算带来巨大麻烦,因此,本研究在对级联效应进行仿真时,仅选取典型国家特定行业对华反倾销的案例进行分析.美国是全球生产网络核心枢纽之一,也是对华反倾销的主要国家,且化工行业是国外对华反倾销的聚焦行业,以及化工行业所生产的中间产品主要在制造业之间流动,因此选择美国对中国化工行业发起反倾销嵌入全球制造业生产网络所造成的级联效应进行仿真模拟分析.

4.1 数据来源与处理

国外对华反倾销主要集中在制造业,尤其是化工行业以及基本金属制造业,正如表 1 所示.需要说明的是,为了将反倾销数据与全球生产网络的相关数据相匹配,本研究根据世界银行反倾销数据库中提供的各国发起的反倾销案件中产品种类数据,通过将 HS6 位码归类于 ISIC Rev. 4 的 56 个行业中,从而得出我国遭受反倾销的行业分布情况.表 1 数据可知,在中国遭受的 644 起反倾销案件中,c11 行业(化学品及化学制品的制造)遭受的反倾销调查最多,共 186 起,是我国遭受反倾销调查总数的 28.88%.

本研究的计量模型中使用 2000 年—2014 年中国化工行业对 15 个贸易伙伴化工行业中间产品出口数据作为被解释变量.选取考察对象的依据是:这些经济体在考察期内至少一次对华实施反倾销措施,同时存在于 WIOD 2016 与 GAD 数据库中;由于 GAD 数据库中将欧盟作为一个整体考察其反倾销行为,因此本研究的出口目的地也将欧盟作为一个整体进行统计.

表 1 2000 年—2014 年我国遭受反倾销行业分布情况

Table 1 Distribution of industries subject to anti-dumping in China from 2000 to 2014

ISIC 行业种类	遭受反倾销次数	ISIC 行业种类	遭受反倾销次数
c11	186	c20	10
c15	111	c07	7
c16	72	c12	7
c14	46	c21	6
c13	33	c06	4
c22	30	c07	3
c06	26	c08	3
c18	26	c10	3
c19	23	c05	2
c17	17	c04	1
c05	14	c01	1
c08	12	c09	1

数据来源:世界反倾销数据库.

被解释变量来源于 WIOD 数据库,核心解释变量中国遭受国外反倾销数据来源于 GAD 数据库.同时,为解决内生性问题:一方面,本研究认为反倾销措施具有时间动态性以及当期的贸易出口对上一期是否实施反倾销措施不产生影响,因此本研究直接使用反倾销变量的滞后一期值作为工具变量进行估计,这样将内生性与时滞性问题均进行了考虑;另一方面,本研究通过引入反倾销变量的平方与反倾销变量的滞后一期两个方程外的工具变量,运用 2SLS 方法进行估计分析(回归结果详见表 2).贸易伙伴各行业增加值数据来源于 WIOD 数据库.根据研究需要,本研究须将产品 HS 编码与产业 ISIC Rev. 4 进行对接匹配,匹配过程由于篇幅限制这里不再赘述.地理距离数据来源于 CEPII 的 Gravity Dataset 数据库,关税数据来源于 WTO 关税数据库,每个行业内取平均值得到化工行业的平均关税水平.金融开放度数据来源于国家外汇管理局网站中的中国国际收支平衡表.汇率数据和 FDI 数据来自中国统计年鉴.

本研究的仿真模型数据主要来自于两个方面:首先,本研究将 WIOD 数据库中 2014 年的世界投入产出数据作为全球生产网络的基础,其中包括 43 个国家(地区)56 个行业的中间产品的投入产出数据,为了与反倾销数据相对应,本研究将 28 个欧盟国家进行了合并,此外化工行业所生产的中间产品主要在制造业之间流动,因此选择制造业数据建立全球制造业生产网络进行仿真;其次,使用计量模型中所计算出的美国对中国化工行业发起反倾销对中国化工行业中间产品出口的平均“贸易冲击系数”作为量化反倾销冲击的指标.

4.2 仿真模拟步骤

本研究使用 Python 对级联效应进行仿真建模,本部分仿真模拟分析步骤如下.

步骤 1 输入全球中间品投入产出矩阵 W .

步骤 2 两个节点之间边线表示为边线 L ,表示设定网络 W 中边线的初始负载,即 $t = 0$ 时刻的负载为

$$L_{ij} = w_{ij}(0) \quad (35)$$

$w_{ij}(t)$ 是生产网络中边线的初始权重,并计算 $w_{ij}(t)$ 不为 0 的边线的数量记为 N_E .

步骤 3 设置边线的容量.

$$C_{ij(\max)} = (1 + \alpha) L_{ij} \quad (36)$$

$$C_{ij(\min)} = (1 - \alpha) L_{ij} \quad (37)$$

$\alpha (1 \geq \alpha \geq 0)$ 是全球生产网络中边线的反倾销容忍系数,本研究对于反倾销容忍系数的取值主要考虑到以下因素:研究样本期内即 2000 年—2014 年间,我国对外贸易依存度总体维持在 30% 到 70% 之间,且 2020 年中国对外贸易依存度总体为 30% 左右,对外贸易依存度能在一定程度上反映一国及其产业发展对外经济的依赖程度,因此,本研究在后续进行的仿真研究中,选取反倾销容忍系数为 0.3 来进行模拟分析.

步骤 4 嵌入反倾销冲击.本研究重点关注的解释变量是 $Antidumping_{it}^{chemical}$,使用国外对中国化工行业反倾销的案件数来刻画反倾销状况.

表 2 显示的是基于中间产品出口的计量模型估计结果.由于中间品贸易是全球价值链的重要特征,所以本研究基于全球投入产出表的跨国-部门间中间品贸易流量联系构建了全球生产网络.实际上,按照出口产品的用途可以将其分为中间产品和最终产品,因此,本研究为了更好地验证模型的稳健性,选取最终品以及总产品又进一步的展开实证检验,从而也能够更好地识别出反倾销对行业出口影响的结构化差异;并且为便于将估计结果进行对比分析,选取了更为稳健的使用“面板校正标准误”的估计结果进行对比分析.^②

^② 限于篇幅,如需本部分研究数据与结果,请通过邮件与作者联系

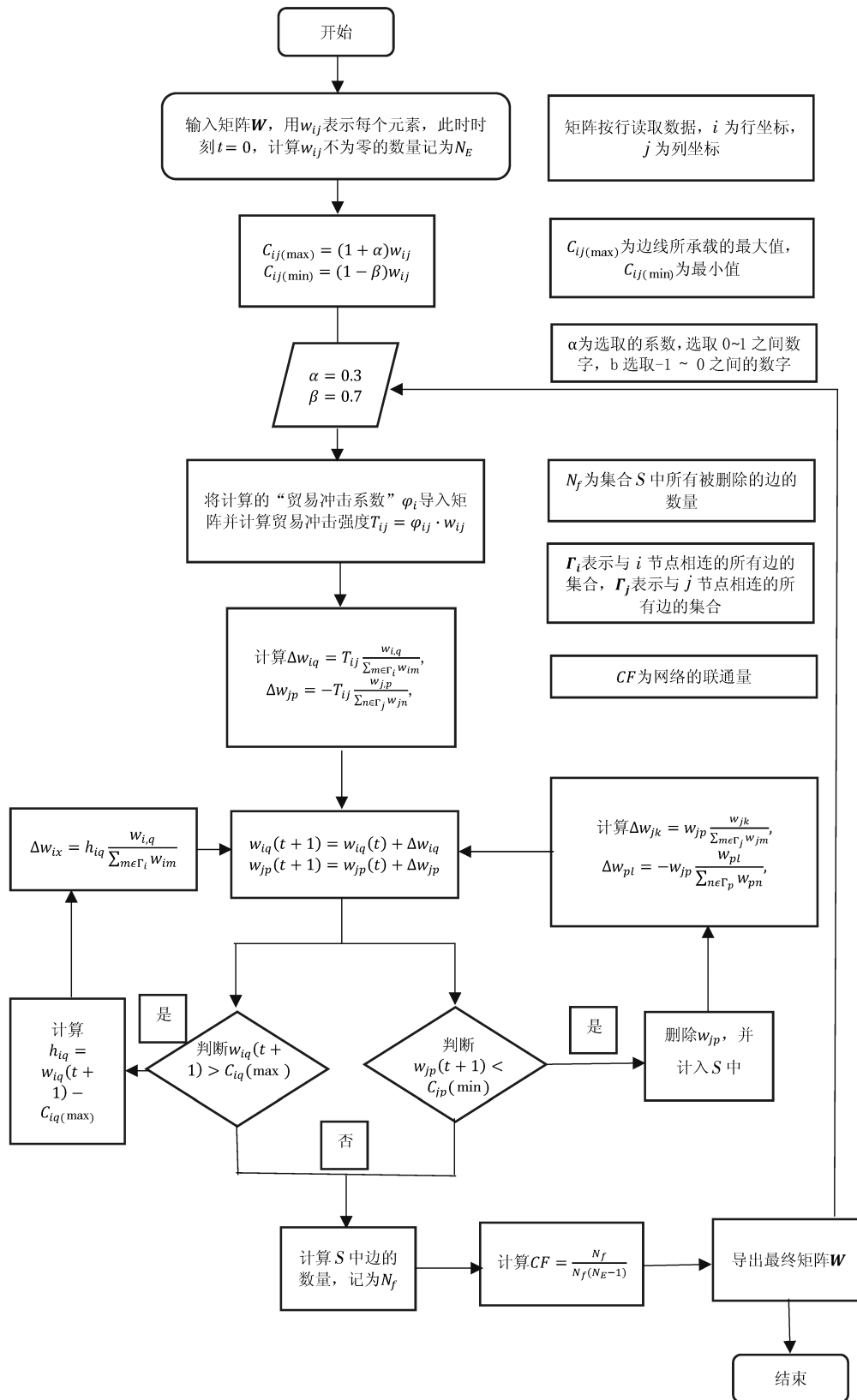


图 2 级联效应仿真模拟步骤

Fig. 2 Simulation steps for cascade effect

表2 计量模型估计结果:中间产品出口

Table 2 Results of econometric model estimation: Exports of intermediate goods

模型类别	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
	OLS	LSDV	PCSE	2SLS	OLS	LSDV	PCSE	2SLS
	普通最小二乘法	最小二乘虚拟变量模型	面板校正标准误	两阶段最小二乘法	普通最小二乘法	最小二乘虚拟变量模型	面板校正标准误	两阶段最小二乘法
变量选择	地理距离	地理距离	地理距离	地理距离	网络距离	网络距离	网络距离	网络距离
Antidumping	20.70	-99.20***	-99.20***	-215.71***	21.85	-100.90**	-100.90***	-215.32***
	(45.02)	(32.05)	(30.19)	(11.95)	(44.99)	(36.13)	(29.72)	(11.96)
VAD _C	0.00	0.01***	0.01***	0.00	0.00	0.00***	0.00***	0.00
	(0.00)	(0.00)	(0.00)	(1.06)	(0.00)	(0.00)	(0.00)	(0.77)
VAD _P	0.01***	0.02***	0.02***	0.00***	0.01***	0.02***	0.02***	0.00***
	(0.00)	(0.00)	(0.00)	(13.21)	(0.00)	(0.01)	(0.00)	(15.10)
Oildistance	-0.00	0.00	0.00	-0.00				
	(0.00)	(0.00)	(0.00)	(0.02)				
Netdistance					-0.69	-0.28	-0.28	0.05
					(0.657)	(0.394)	(0.215)	(1.45)
Tariff	24.54***	-5.82	-5.82	-0.20	24.81***	-4.869	-4.869	-0.3226
	(9.34)	(17.10)	(4.64)	(0.21)	(9.34)	(16.70)	(4.44)	(0.35)
Exchange	-3.12	-1.70	-1.70	-0.35***	-1.52	-1.24	-1.24	-0.35***
	(2.42)	(2.59)	(1.43)	(5.64)	(2.77)	(1.31)	(1.19)	(6.05)
FDI	0.00***	0.00	0.00	-0.00	0.00***	0.00	0.00	-0.00
	(0.00)	(0.00)	(0.00)	(0.83)	(0.00)	(0.00)	(0.00)	(1.04)
Open	948.20***	1 165.70**	1 165.70***	43.16***	821.90**	1 163.70**	1 163.70***	45.32***
	(316.20)	(756.20)	(309.70)	(1.73)	(334.90)	(531.60)	(224.20)	(1.86)
时间固定	否	是	是	是	否	是	是	是
国家固定	否	是	是	是	否	是	是	是
常数	1 841.70	197 024.10**	197 024.10***	235.44***	508.50	200 695.50**	200 695.50***	229.97***
	(2 103.00)	(73 706.30)	(61 301.90)	(4.51)	(2 383.50)	(68 623.40)	(51 655.10)	(4.63)
N	225	225	225	225	225	225	225	225
R ²	0.72	0.84	0.84	0.18	0.72	0.84	0.84	0.18

注: * $p < 0.1$, ** $p < 0.05$, *** $p < 0.01$.

表3列出了2000年—2014年间,各国化工行业对中国同类产业实施反倾销后,中国化工行业中间产品出口遭受的平均“贸易冲击系数”,其值越大,表示该国所受冲击越大。本研究之所以只分析发生反倾销的年份原因在于,如果某一年贸易伙伴未发起反倾销诉讼,则去掉反倾销变量之后,拟合出的“潜在出口额”可能会小于或等于存在反倾销变量时拟合出的“真实出口额”,因此,本研究仅考虑涉案同类产业之间的贸易缺口。此外,考虑到出口贸易额不会为负值,因而设定贸易冲击系数最大值为1,最小值为0,大于1的贸易冲击系数仍取1,小于0的贸易冲击系数取0。由

表3计算结果可以发现,一方面,表3中各国家(地区)对中国化工行业发起反倾销所造成的平均“贸易冲击系数”总体在5%以上,最高接近48%,反映了反倾销对出口的抑制作用远比想象中要大,可能会对相关出口企业造成致命的打击;另一方面,虽然美国、欧盟、韩国、印度等对中国化工行业发起反倾销所造成的平均“贸易冲击系数”相对较低,分别为5.72%、3.41%、5.61%、9.75%,但是值得注意的是,美国、欧盟、韩国、印度等国家(地区)不仅与中国互为主要贸易伙伴且存在较大的双边贸易规模基础,而且以上国家(地区)是对中国频繁发起反倾销调查的主要代表。

表 3 2000 年—2014 年中国化工行业对反倾销发起国同类产业出口遭受的平均“贸易冲击系数”

Table 3 The average “trade shock coefficient” suffered by China’s chemical industry on the export of similar industries in the anti-dumping sponsoring country from 2000 to 2014

国家(地区)	中间产品出口/%
澳大利亚(AUS)	44.37
巴西(BRA)	11.05
欧盟(EUN)	3.41
印度尼西亚(IDN)	19.91
印度(IND)	9.75
韩国(KOR)	5.61
墨西哥(MEX)	44.49
土耳其(TUR)	47.76
中国台湾地区(TWN)	6.40
美国(USA)	5.72

注：平均“贸易冲击系数”是根据各年度的反倾销前后的出口贸易差额计算而得。

数据来源：自行收集整理计算。

在反倾销嵌入全球生产网络仿真模拟中，寻找 CHNc11 - USAc11 节点，记为 w_{ij} ，并计算反倾销的贸易冲击强度 T ，从而完成反倾销对全球生产网络的嵌入步骤

$$T_{ij} = \varphi_{ij} \times w_{ij} \quad (38)$$

步骤 5 冲击后负载重分配过程。在实际生产网络中边线 $i-j$ 的权重为 w_{ij} ，假设边线 $i-j$ 在 t 时刻发生故障 ($L_{ij}(t) = (1 - \varphi) w_{ij}$)，其上游邻居节点 i 和下游邻居节点 j 都将遭受损失，从而导致与节点 i 相联的边线 w_{ix} ，以及与节点 j 相联的边线 w_{jp} 、 w_{jk} ($p, k \in (1, \dots, m)$) 权重发生变化。如图 1 所示。以下游边线 w_{jp} 为例，其减少的负载（投入品）为

$$\Delta L_{jp}^- = \varphi w_{ij} \frac{w_{jp}}{\sum_{m \in \Gamma_j} w_{j,m}} \quad (39)$$

其中 Γ_j 表示与节点 j 相连的所有边线的集合。

4.3 仿真模拟结果分析

基于全球价值链分工形成的全球生产网络，任何一个网络节点尤其是位势较高的节点受到外部冲击影响，不仅会对节点本身产生影响，而且会对直接关联节点与间接关联节点均可能产生较大的冲击。目前，中国已经是全球生产网络的三个核心枢纽之一，选择中国及其典型行业作为样本具有研究的代

表性与典型性。综上，根据本文研究主题，一是，分析了反倾销对全球生产网络中直接被调查方中国的国内贸易及其国际贸易影响的级联效应情况；二是，突破以往只是重点关注反倾销被调查方受到影响的分析框架，逆向研究了反倾销对全球生产网络中调查方（即反倾销实施方）的国内贸易及其国际贸易影响的级联效应情况；三是，拓展分析了反倾销对全球生产网络中第三方（即非涉案国）的国内外市场影响的级联效应情况，该方面的研究也是当前学术界关注的重点与难点问题；四是，从网络角度分析了级联效应对于全球生产网络拓扑结构及其核心国家-部门网络地位的影响效应。

表 4 指标说明

Table 4 Description of indicators

指标名称	指标描述
w_{ij}	生产网络中边线的权重，即两个国家-部门节点之间的贸易量
L_{ij}	生产网络中边线的初始权重，即两个国家-部门节点之间的贸易量
φ_{ij}	平均“贸易冲击系数”
T_{ij}	反倾销的贸易冲击强度
$C_{ij}(\max)$	边线容量的上限，即国家-部门节点所能消耗的贸易量上限
$C_{ij}(\min)$	边线容量的下限，即国家-部门节点所能承受的贸易量下限
α	全球生产网络的反倾销容忍系数

4.3.1 反倾销的单边影响效应分析——以中国为例

1) 对中国国内贸易影响的级联效应分析

根据表 5 来看，2014 年中国化工行业中间投入品的前五大来源分别是代码为 c10、c05、c13、c15 以及 c19 的行业，其中焦炭和精炼石油产品制造占来源的 20.39%，与前文的分析一致，即 c10 焦炭和精炼石油产品制造业作为化工行业生产的上游产业（化工行业生产的主要中间投入品来源行业，下文相同）。根据表 6 来看，2014 年中国化工行业产品前五大去向分别是代码为 c13、c06、c14、c18 以及 c17 的行业，其中代码为 c13 行业占比 15.67%，c06 行业占比 6.83%，合计占比 22.50%，因此本研究主要分析代码为 c13 的橡胶和塑料制品制造业以及 c06 纺织品、服装、皮革和相关产品的制造业。

表 5 2014 年中国化工行业投入品主要来源分析表

Table 5 Analysis table of main sources of inputs in China's chemical industry in 2014

行业代码	行业名称	投入品来源占比/%
c10	焦炭和精炼石油产品的制造	20.39
c05	食品、饮料、烟草制品的制造	6.59
c13	橡胶和塑料制品的制造	5.15
c15	基本金属的制造	1.93
c19	未另分类的机械和设备的制造	1.92

数据来源: WIOD 数据库及作者整理计算.

表 6 2014 年中国化工行业产品主要去向分析表

Table 6 Analysis of the main destinations of products in China's chemical industry in 2014

行业代码	行业名称	产出品去向占比/%
c13	橡胶和塑料制品的制造	15.67
c06	纺织品、服装、皮革和相关产品的制造	6.83
c14	其他非金属矿物制品的制造	5.05
c18	电力设备的制造	4.64
c17	计算机、电子产品和光学产品的制造	3.39

数据来源: WIOD 数据库及作者整理计算.

从表 7 可以看出,除化工行业对其本身的需求明显增加外,其他下游行业对于化工行业中间品需求都出现了下降.原因在于,当国内化工行业遭受美国的反倾销后,导致其在美国市场失去价格优势,迫使国内化工行业提高产品价格,即反倾销产生的贸易破坏或抑制效应引起的进口产品或国内同类产品价格提升事实^[47, 48]增加了其国内下游关联行业的原材料成本,使得下游行业对化工行业产品的引致需求产生降低.此外,从表 7 的第五列数据可以发现,中国化工行业遭受反倾销后导致其对国内下游行业的投入品需求量均减少 3%左右,这说明反倾销的负面影响会沿着生产网络中的投入产出关系进行传播,从而在产业链条上引发级联效应,表现为下游行业对化工行业产品的引致需求降低,从而对整个国家层面的总产出产生负面影响.但在冲击传递过程中,可以发现级联效应是会随着节点之间联系紧密程度(贸易量)的降低而衰减的,而级联效应的衰减速度可能由网络的结构所决定^[13].

表 7 中国化工行业及其国内主要下游行业对其需求量仿真结果对比(单位:百万美元)

Table 7 Comparison of demand simulation results of China's chemical industry and its major domestic downstream industries (unit: million U. S. dollars)

国家-行业	反倾销前	反倾销后	差值	变化/%
CHNe11	424 248.40	437 622.77	13 374.37	3.15
CHNe13	148 295.55	142 693.62	-5 601.93	-3.78
CHNe06	64 682.49	62 437.93	-2 244.56	-3.47
CHNe14	47 778.36	46 295.21	-1 483.15	-3.10
CHNe18	43 923.97	42 542.96	-1 381.01	-3.14
CHNe17	32 127.64	31 158.24	-969.40	-3.02

数据来源: WIOD 数据库及作者整理计算.

2) 对中国国际贸易影响的级联效应分析

从表 8 可以看出,美国化工行业对中国同类产业实施反倾销后,中国化工行业对国外同类产业的出口普遍受到抑制,变化率集中在 2% - 3% 之间,其将影响中国化工行业总产出水平.从出口的绝对量以及反倾销政策产生的贸易破坏效应与贸易转移效应来看^[44],中国化工行业对美国、欧盟、日本、韩国、印度以及中国台湾地区等主要贸易伙伴国(地区)的出口大幅下降,如中国化工行业对欧盟同类产业的出口减少近 1.19 亿美元,对

表 8 中国化工行业对国外同类产业出口量的仿真结果对比(单位:百万美元)

Table 8 Comparison of simulation results of China's chemical industry's exports to similar foreign industries (unit: million US dollars)

国家(地区)-行业	反倾销前	反倾销后	差值	变化率/%
EUNe11	4 315.86	4 196.35	-119.51	-2.77
AUSc11	206.04	200.34	-5.7	-2.77
BRAc11	1 119.98	1 089.15	-30.83	-2.75
CANc11	87.65	85.58	-2.07	-2.36
CHEc11	59.94	58.35	-1.59	-2.65
CHNe11	424 248.4	437 622.77	13 374	3.15
IDNe11	557.48	541.66	-15.82	-2.84
INDc11	2 585.94	2 514.1	-71.84	-2.78
JPNc11	3 198.45	3 108.83	-89.62	-2.80
KORc11	2 873.1	2 792.99	-80.11	-2.79
MEXc11	411.66	400.66	-11	-2.67
NORc11	6.46	5.84	-0.62	-9.60
RUSc11	517.88	503.73	-14.15	-2.73
TURc11	579.82	564.02	-15.8	-2.72
TWNe11	3 286.96	3 195.25	-91.71	-2.79
USAc11	4 135.26	4 019.09	-116.17	-2.81

数据来源: WIOD 数据库及作者计算.

韩国和日本的出口量也分别减少 0.80 亿美元和 0.90 亿美元。这说明,从全球生产网络来看,反倾销所引发的级联效应会因国家-部门节点间的贸易紧密度而表现出差异性。但值得注意的是,中国国内化工行业对于其自身产品的需求量显著增加,变化率为 3.15%,需求绝对量增加为 133.74 亿美元。这说明反倾销这种贸易保护主义政策的实施使得中国对全球价值链的参与受到一定的抑制,但国内价值链的长度却得到延伸。

4.3.2 反倾销的逆向影响效应分析——以美国为例

1) 对美国国内贸易影响的级联效应分析

根据表 9 的数据来看,c12 基本医药产品和医药制剂的制造业是美国化工行业投入品的主要来源,占比 24.14%,而 c10 焦炭和精炼石油产品制造业则排名第二占比 10.46%。美国化工行业投入品的前五大来源与中国相比存在较大的差异性。数据表明,2014 年美国化工行业产品的前五大去向分别是 c13、c12、c8、c10 以及 c20,与中国比较来看,两国化工产品的第一大去向都是橡胶和塑料制品的制造业,分别占比 16.12% 和 15.67%。但美国的化工行业产品的另一大去向是基本医药产品和医药制剂的制造业,占比 13.90%;而中国则是纺织品、服装、皮革和相关产品的制造业,占比 6.83%,这也说明了中美两国在产业结构上的差异性。

表 9 2014 年美国化工行业投入品主要来源与产出品主要去向分析表

Table 9 Analysis of main sources of inputs and main destinations of outputs of the US chemical industry in 2014

行业代码	行业名称	投入品来源占比/%
c12	基本医药产品和医药制剂的制造	24.14
c10	焦炭和精炼石油产品的制造	10.46
c5	食品、饮料、烟草制品的制造	4.90
c13	橡胶和塑料制品的制造	3.13
c16	金属制品的制造,但机械设备除外	3.00
行业代码	行业名称	产出品去向占比/%
c13	橡胶和塑料制品的制造	16.12
c12	基本医药产品和医药制剂的制造	13.90
c8	纸和纸制品的制造	3.44
c10	焦炭和精炼石油产品的制造	3.12
c20	汽车、挂车和半挂车的制造	3.06

数据来源:基于 2014 年 WIOD 数据库的投入产出数据计算。

表 10 数据表明,除美国化工行业外,其下游行业对于化工业产出品的需求量均降低,进而影响美国化工行业的产品产出水平。原因在于美国国内化工行业获得反倾销保护后,贸易破坏与抑制效应的存在使其产品的总体价格水平上升^[47, 48],增加了下游行业投入品的价格,提升了成本,损害了下游企业的竞争力,从而对化工行业产品的引致需求产生负面影响,如表 10 第 4 列 ~ 表 10 第 5 列所示,需求变化率均减少 2% 左右,相比中国的 3% 变化率影响较小,这也证明了 Hoekman 和 Leidy 所提出的因贸易保护政策所引起的继发性保护的存在^[49]。同样的,根据表 10 第 4 列 ~ 表 10 第 5 列的数据可以发现,因反倾销而发生的级联效应也是会随着节点之间联系紧密程度(贸易量)的降低而衰减的,衰减速度的差别正是由于其国内生产网络的结构与中国生产网络的结构存在差异性。

表 10 美国化工行业及其国内主要下游行业对其需求量仿真结果对比(单位:百万美元)

Table 10 Comparison of the demand simulation results of the US chemical industry and its major domestic downstream industries (unit: million US dollars)

国家-行业	反倾销前	反倾销后	差值	变化率/%
USAc11	68 703.63	72 175.18	3 471.55	5.05
USAc13	28 480.36	27 811.90	-668.46	-2.35
USAc12	24 554.97	24 084.31	-470.66	-1.92
USAc8	6 076.11	5 986.05	-90.06	-1.48
USAc10	5 510.01	5 447.08	-62.93	-1.14
USAc20	5 408.53	5 339.05	-69.48	-1.28

数据来源:WIOD 数据库及作者计算。

2) 对美国国际贸易影响的级联效应

表 11 列出了美国化工行业对国外同类产业出口量变化的仿真结果,数据表明美国发起反倾销对自身化工行业出口也产生负面影响,变化率集中在 1% 左右,其将影响美国化工行业总产出水平。从出口的绝对量以及反倾销政策产生的贸易破坏效应与贸易转移效应来看^[44],美国化工行业对欧盟、中国、巴西、加拿大、日本、韩国与墨西哥等主要贸易伙伴国(地区)的出口大幅下降。但是,与中国相似,美国国内化工行业对于其自身产品的需求量显著增加,变化率为 5.05%,这也与美国近年来实施制造业回归战略相关。

表 11 美国化工行业对国外同类产业出口量的仿真结果对比(单位:百万美元)

Table 11 Comparison of the simulation results of the export volume of the US chemical industry to similar foreign industries (unit: million U.S. dollars)

国家(地区)-行业	反倾销前	反倾销后	差值	变化率/%
EUNc11	7 690.93	7 602.89	-88.04	-1.14
AUSc11	187.30	185.20	-2.10	-1.12
BRAc11	2 278.42	2 254.87	-23.55	-1.03
CANc11	2 693.94	2 666.32	-27.62	-1.03
CHEc11	78.47	77.25	-1.22	-1.55
CHNc11	3 031.04	2 999.48	-31.56	-1.04
IDNc11	120.36	118.85	-1.51	-1.25
INDc11	670.99	664.45	-6.54	-0.97
JPNc11	2 762.67	2 734.39	-28.28	-1.02
KORc11	1 973.61	1 953.98	-19.63	-0.99
MEXc11	6 112.97	6 043.15	-69.82	-1.14
NORc11	10.79	10.89	0.10	0.93
RUSc11	109.30	107.95	-1.35	-1.24
TURc11	216.45	213.92	-2.53	-1.17
TWNe11	1 874.92	1 855.92	-19.00	-1.01
USAc11	68 703.63	72 175.18	3 471.5	5.05

数据来源:WIOD 数据库及作者计算.

表 12 全球主要国家(地区)化工行业中间产品国内及国外需求量仿真结果变化

Table 12 Changes in simulation results of domestic and foreign demand for intermediate products in the chemical industry in major countries (regions) around the world

国家(地区)-行业	中间产品总产出	国(地区)内需求量	国(地区)外出口量
EUNc11	822.76	2 056.19	-1 233.43
AUSc11	-248.06	-136.11	-111.95
BRAc11	-549.62	-373.43	-176.19
CANc11	681.61	435.56	246.05
CHEc11	2 296.32	474.78	1 821.54
CHNc11	-5 091.16	-3 710.93	-1 380.23
IDNc11	859.92	637.14	222.78
INDc11	-72.87	229.45	-302.32
JPNc11	-1 133.03	170.94	-1 303.97
KORc11	-542.37	517.39	-1 059.76
MEXc11	-106.32	39.08	-145.4
NORc11	516.00	55.51	460.49
RUSc11	420.62	412.07	8.55
TURc11	160.82	132.94	27.88
TWNe11	-1 013.69	-14.11	-999.58
USAc11	983.70	1 651.59	-667.89

数据来源:WIOD 数据库及作者计算.

4.3.3 反倾销的多边影响级联效应分析——以第三国视角为例

基于反倾销政策产生的贸易破坏效应与贸易转移效应,从表 12 可以看出,欧盟、加拿大、瑞士、印度尼西亚、挪威、俄罗斯、土耳其和美国的化工行业中间产品的总产出变化量为正,其他国家(地区)总产出变化量为负,这意味着中美化工行业反倾销发生后,以上国家(地区)的化工行业挤占了产出变化量为负的国家(尤其是中国)的市场份额.在国内需求量方面,除受到反倾销政策直接冲击的中国化工行业以及澳大利亚、巴西、和中国台湾地区的化工行业外,大部分国家的国内需求量均增加;在对国外出口量方面,除加拿大、瑞士、印度尼西亚、挪威、俄罗斯、土耳其外,多数国家的出口量受反倾销的级联效应影响导致出口下降.以上发现意味着反倾销这种贸易保护主义政策阻碍了全球生产网络以及多边贸易的发展,并且随着出口贸易量的下降,多数国家的国内价值链的生产长度被进一步拉长,进而直接影响其产品产出能力与产出水平.

4.3.4 全球制造业生产网络拓扑结构变化—基于反倾销产生的级联效应

网络分析方法已经成为研究国际贸易问题的主流方法之一。基于社会网络分析的理论内涵,在全球生产网络中,网络中心性(centrality)可以同时识别出在贸易量和贸易伙伴数量这两个维度上同时具备较大影响力的经济体节点。网络拓扑结构指标如网络密度、网络直径、平均路径长度等指标则可以在宏观上更直观的描述全球生产网络的整体变化情况,而不仅限于两两国家之间贸易量的变化。值得注意的是,由于反倾销所产生的影响并不仅仅局限于被反倾销的特定商品或行业,还会通过产业关联对上下游产业产生更大的影响。

1) 网络整体结构变化

根据表 13 的数据可以发现,反倾销所导致的级联效应使得全球制造业生产网络中网络密度降低,说明网络中贸易关系减少;而反映网络中任意两点之间的距离的网络直径、平均路径长度均变大,这意味着全球制造业生产网络中信息传播的速度变慢且成本增加。以上网络指标的变化均表明单边贸易保护主义政策严重危害了全球的经贸合作,给全球自由贸易造成了巨大的负面影响。实际上,本研究通过分析也得出了全球生产网络具有“小世界”特性,Watts 等^[50]认为依赖于网络结构才使得网络中的局部行为导致了全局性的结果,因此具备“小世界效应”这种拓扑结构的全球生产网络,可能更易因局部效应而引发全局性的总量波动效应,进而导致生产网络级联效应的发生。

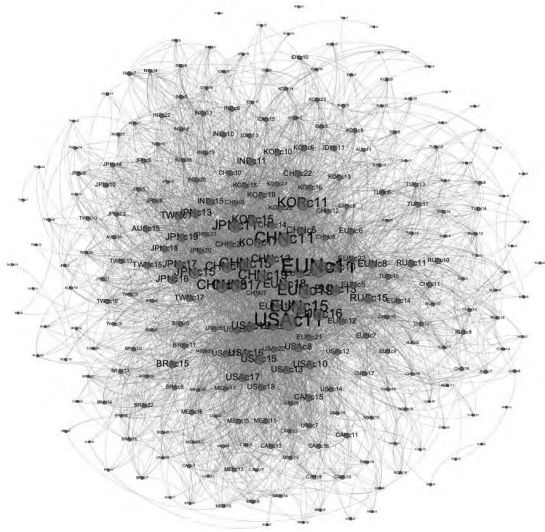
表 13 反倾销前后全球制造业生产网络指标对比

Table 13 Comparison of indicators of global manufacturing production network before and after anti-dumping

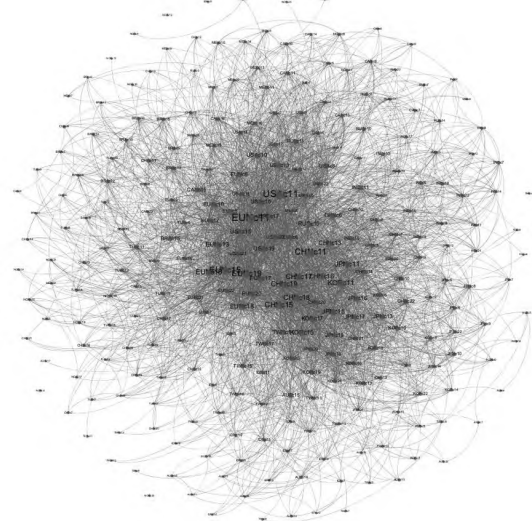
网络指标	反倾销前	反倾销后
网络密度	0.86	0.48
网络直径	2.00	3.00
平均路径长度	1.14	1.52

为了网络可视化效果更加直观与简明,图 3(a)图和图 3(b)图分别展示了未发生级联效应前和发生级联效应后的全球制造业生产网络中 1 亿美元及以上的节点间贸易关系。2014 年全球制造业生产网络中包括 282 个节点(未包括贸易关系为 0 的行业节点),68 471 条边线,网络密度

为 0.86;而将反倾销嵌入全球制造业生产网络中后,仿真得到的全球制造业生产网络同样包括 282 个节点,但边线数则减少至 38 015 条,减少近 44.48%,网络密度则变为 0.48。这说明因反倾销嵌入全球制造业生产网络所引发的级联效应导致全球贸易关系大幅减少,贸易关系的减少将影响双边与多边网络中节点的贸易流量,进而使得节点产出水平受到冲击。此外,需要说明的是,在保留全球制造业生产网络中 1 亿美元及以上的节点间贸易关系条件下,图 3(a)中有 5 519 条边线可视,



(a) 反倾销前



(b) 反倾销后

图 3 2014 年全球制造业生产网络

Fig. 3 Global manufacturing production network in 2014

注：图中仅包含 1 亿美元以上的贸易关系。

图 3(b)中有 5 420 条边线可视,由于图 3(a)与图 3(b)中保留的边线数相近,由此可能造成图 3(a)与图 3(b)视角上较小的差异.但是,根据反倾销嵌入全球制造业生产网络所引发的级联效应导致全球贸易关系大幅减少的客观事实(68 471 条边线减少至 38 015 条边线),也恰好说明了反倾销发生后,双边贸易量本身较低的贸易关系受到的反倾销的级联效应影响更大(1 亿美元以上的贸易关系虽然也有减少,但边线下降幅度较低;1 亿美元以下的贸易关系发生大幅下降).

2) 主要国家度数中心性

本研究借鉴万方等^[51]和周灏等^[52]的网络分析方法,对全球制造业生产网络的中心性进行分析,以研究其拓扑结构变化.表 14 列出了反倾销前后,加权重度中心性(可同时考虑贸易量与贸

易伙伴数量)排名前十位的国家-部门.可以发现,反倾销嵌入前后,全球制造业生产网络中加权重度中心性排名前十位国家-行业,中国占据多数,这与中国近年来积极参与全球价值链分工和已是全球制造业大国的事实一致;同时,也说明了积极的对外经济合作政策,有利于对冲贸易摩擦的部分负面影响,且短时间内中国制造业在全球生产网络中的核心枢纽位置难以被边缘化.

此外,本研究通过分析发现排名后十位的国家-行业发生了较大的变化,且主要集中在挪威、澳大利亚、印度尼西亚、土耳其等制造业增加值相对较低的国家,有的甚至为 0.这也说明反倾销引发的级联效应不仅给贸易大国而且给处于全球制造业生产网络中边缘地位的国家-行业也带了较大的负面影响.

表 14 全球制造业生产网络中加权重度中心性前十位的国家(地区)-行业

Table 14 The top ten countries (regions) with weighted degree centrality in the global manufacturing production network-industry

反倾销嵌入前全球制造业生产网络中加权重度中心性前十位的国家(地区)-行业						
排序	国家(地区)	Indegree(万)	国家(地区)	Outdegree(万)	国家(地区)	Degree(万)
1	CHNe17	97.14	CHNe15	131.93	CHNe15	217.96
2	CHNe15	86.03	CHNe11	99.63	CHNe17	184.26
3	CHNe20	81.72	CHNe17	87.12	CHNe11	177.22
4	CHNe11	77.60	CHNe6	70.37	CHNe6	142.10
5	CHNe6	71.73	CHNe5	59.83	CHNe20	140.36
6	CHNe19	70.37	CHNe20	58.64	CHNe19	122.62
7	CHNe18	70.27	CHNe19	52.25	CHNe18	113.25
8	CHNe5	52.39	CHNe18	42.99	CHNe5	112.21
9	EUNc20	47.89	CHNe10	42.52	EUNc20	77.37
10	EUNc05	38.54	CHNe13	39.93	CHNe13	72.83
反倾销嵌入后全球制造业生产网络中加权重度中心性前十位的国家(地区)-行业						
排序	国家(地区)	Indegree(万)	国家(地区)	Outdegree(万)	国家(地区)	Degree(万)
1	CHNe17	94.95	CHNe15	131.76	CHNe15	131.76
2	CHNe15	87.23	CHNe11	98.52	CHNe17	84.93
3	CHNe20	79.01	CHNe17	84.93	CHNe11	98.52
4	CHNe11	78.40	CHNe6	69.18	CHNe6	69.18
5	CHNe6	70.98	CHNe5	59.33	CHNe20	56.60
6	CHNe19	67.80	CHNe20	56.60	CHNe19	49.99
7	CHNe18	67.75	CHNe19	49.99	CHNe5	59.33
8	CHNe5	52.39	CHNe10	44.31	CHNe18	40.39
9	EUNc20	45.81	CHNe18	40.39	EUNc20	27.62
10	EUNc5	37.53	CHNe13	39.72	CHNe13	39.72

数据来源:作者自行整理计算.

5 结束语

本研究的工作不仅是复杂网络分析方法应用于国家-部门层面面临的特定冲击对宏观经济生产网络影响研究的一个有益尝试,而且也作为科学测算特定冲击对其直接与间接关联方的影响程度这个亟需解决的政策实践问题提供了新的视角与途径.韦倩等^[53]也讨论了Acemoglu等将网络分析方法引入宏观经济学理论体系的重要意义.

本研究是以中美化工行业这个典型的特定部门为样本对象展开分析,通过研究总体上可知,反倾销冲击带来的贸易摩擦将会对全球生产网络带来显著的级联效应,并对网络中的其他节点的贸易及其关联产出水平造成影响;反倾销冲击对网络中各个节点的产出水平造成的影响,可以通过总量波动效应对全球生产网络整体拓扑结构及其各节点的网络中心性产生影响.研究发现中国依然是遭受全球反倾销冲击的首要目标国,我国实施反倾销的力度远不及所遭受的国外反倾销调查程度,以及我国遭受的反倾销调查主要集中在制造业且以化工行业为主;基于网络视角与投入产出联系,反倾销冲击对中间产品的贸易抑制作用要明显大于最终产品,多次跨境的中间品将会累积增加反倾销带来的贸易成本;反倾销带来的行业引致需求量降低与出口贸易受到抑制以及行业与国家总产出水平的波动等影响,会沿着以中间品贸易为基础的全球生产网络中的投入产出关系

进行传播,从而产生显著的级联效应,并且该效应会随着不同国家-部门节点之间的联系紧密程度(贸易量)的降低而衰减;反倾销产生的级联效应不仅涉及全球生产网络中直接关联节点即涉案国(调查国与被调查国)的国内上下游行业,而且波及间接关联节点即非涉案国的第三方国家和地区,进而影响全球多边贸易发展,同时,级联效应也阻碍了网络节点参与全球价值链生产分工,导致了节点隶属国(地区)的国内价值链被拉长;反倾销嵌入全球制造业生产网络后,会通过整个生产网络产生总量波动效应,从而改变全球生产网络的拓扑结构,即全球生产网络变的相对稀疏、节点间网络距离拉长、全球生产网络中信息传播速度降低等.

本研究的主要启示:我国要优化与健全贸易摩擦引起国内产业损害的预警监测机制,提高应对国外对华实施贸易保护政策的对抗能力和容忍禀赋;在全球价值链重构背景下,寻求突破贸易摩擦的务实途径如积极嵌入与重构区域价值链、开展多边或双边自由贸易协定谈判与签订工作,并通过参与区域价值链弱化贸易摩擦带来的负面影响与突破发达国家作为全球价值链链主的“围追堵截”局面;重视产业链供应链韧性与安全水平,关注全球生产网络格局的结构变化,加强与全球生产网络中主要经济伙伴的分工合作,延伸中国制造业主导的跨境产业链条,巩固与增强自身在全球制造业生产网络中的核心枢纽位置,进而构建具有中国特色的国内国际双循环相互促进的新发展格局.

参考文献:

- [1] Antràs P, Chor D. Organizing the global value chain[J]. *Econometrica*, 2013, 81(6): 2127 - 2204.
- [2] Baldwin W, Scott J. Market Structure and Technological Change[M]. England: Taylor & Francis, 2013.
- [3] Carvalho V M. From micro to macro via production networks[J]. *Journal of Economic Perspectives*, 2014, 28(4): 23 - 48.
- [4] 丁琳, 张嗣瀛. 复杂网络上相继故障研究综述[J]. *计算机科学*, 2012, 39(8): 8 - 13 + 25.
Ding Lin, Zhang Siying. A review of sequential fault research on complex networks[J]. *Computer Science*, 2012, 39(8): 8 - 13 + 25. (in Chinese)
- [5] 唐亮, 何杰, 靖可. 关联供应链网络级联失效机理及鲁棒性研究[J]. *管理科学学报*, 2016, 19(11): 33 - 44 + 62.
Tang Liang, He Jie, Jing Ke. Research on cascading failure mechanism and robustness of linked supply chain network[J]. *Journal of Management Sciences in China*, 2016, 19(11): 33 - 44 + 62. (in Chinese)
- [6] Barabási A L, Albert R. Emergence of scaling in random networks[J]. *Science*, 1999, 286(5439): 509 - 512.
- [7] Albert R, Barabási A L. Statistical mechanics of complex networks[J]. *Reviews of Modern Physics*, 2002, 74(1): 47.

- [8] Fontagné L, Guimbard H, Orefice G. Tariff-based product-level trade elasticities[J]. *Journal of International Economics*, 2022, 137: 103593.
- [9] 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)
- [10] 王孝松, 林发勤, 李 玢. 企业生产率与贸易壁垒——来自中国企业遭遇反倾销的微观证据[J]. *管理世界*, 2020, 36(9): 54–67.
Wang Xiaosong, Lin Faqin, Li Le. Productivity and trade barrier: Evidence from Chinese firms encountering antidumping petitions[J]. *Journal of Management World*, 2020, 36(9): 54–67. (in Chinese)
- [11] 刘维刚. 生产投入结构变动与企业创新: 基于生产网络内生化的分析[J]. *经济研究*, 2022, 57(4): 50–67.
Liu Weigang. Changes of production input structure and enterprise innovation: An analysis based on the endogenous production network[J]. *Economic Research Journal*, 2022, 57(4): 50–67. (in Chinese)
- [12] Kreuter H, Riccaboni M. The impact of import tariffs on GDP and consumer welfare: A production network approach[J]. *Economic Modelling*, 2023: 106374.
- [13] Acemoglu D, Carvalho V M, Ozdaglar A, et al. The network origins of aggregate fluctuations[J]. *Econometrica*, 2012, 80(5): 1977–2016.
- [14] 相雪梅, 赵炳新, 殷瑞瑞. 产业网络结构对总产出波动的影响研究—基于中国投入产出数据[J]. *山东大学学报(哲学社会科学版)*, 2016, (2): 19–25.
Xiang Xuemei, Zhao Bingxin, Yin Ruirui. Research on the impact of industrial network structure on total output fluctuation: Based on China's input-output data[J]. *Journal of Shandong University (Philosophy and Social Sciences)*, 2016, (2): 19–25. (in Chinese)
- [15] 张鹏杨, 刘维刚, 唐宜红. 贸易摩擦下企业出口韧性提升: 数字化转型的作用[J]. *中国工业经济*, 2023, (5): 155–173.
Zhang Pengyang, Liu Weigang, Tang Yihong. Enterprises' export resilience under trade frictions: The role of digital transformation[J]. *China Industrial Economics*, 2023, (5): 155–173. (in Chinese)
- [16] Wanjari P P, Gibb B C, Ashbaugh H S. Simulation optimization of spherical non-polar guest recognition by deep-cavity cavitands[J]. *The Journal of Chemical Physics*, 2013, 139(23): 234502.
- [17] Acemoglu D, Ozdaglar A, Tahbaz-Salehi A. *Networks, Shocks, and Systemic Risk*[R]. Cambridge: National Bureau of Economic Research, 2015.
- [18] Bilbiie F O, Ghironi F, Melitz M J. Endogenous entry, product variety, and business cycles[J]. *Journal of Political Economy*, 2012, 120(2): 304–345.
- [19] Gereffi G, Miguel K. *Commodity Chains and Global Capitalism*[M]. California: ABC-CLIO, 1994.
- [20] Dicken P, Henderson J. *Making the Connections: Global Production Networks in Britain, East Asia and Eastern Europe*[M]. Swindon: Economic and Social Research Council, 2003.
- [21] Yeung H W, Coe N. Toward a dynamic theory of global production networks[J]. *Economic Geography*, 2015, 91(1): 29–58.
- [22] Baqaee D R. Cascading failures in production networks[J]. *Econometrica*, 2018, 86(5): 1819–1838.
- [23] Chor D, Manova K, Yu Z. Growing like China: Firm performance and global production line position[J]. *Journal of International Economics*, 2021, 130: 103445.
- [24] Chaney T. The network structure of international trade[J]. *American Economic Review*, 2014, 104(11): 3600–3634.
- [25] Amador J, Cabral S. Networks of value-added trade[J]. *The World Economy*, 2017, 40(7): 1291–1313.
- [26] Prusa T J. On the spread and impact of anti-dumping[J]. *Canadian Journal of Economics/Revue Canadienne d'économique*, 2001, 34(3): 591–611.
- [27] Vandenbussche H, Zanardi M. The chilling trade effects of antidumping proliferation[J]. *European Economic Review*, 2010, 54(6): 760–777.
- [28] Bown C P, Crowley M A. Trade deflection and trade depression[J]. *Journal of International Economics*, 2007, 72(1): 176–201.

- [29] Melitz M J. The impact of trade on intra-industry reallocations and aggregate industry productivity[J]. *Econometrica*, 2003, 71(6): 1695 – 1725.
- [30] Staiger R W, Wolak F A. *Measuring Industry Specific Protection: Antidumping in the United States*[R]. Cambridge: National Bureau of Economic Research, 1994.
- [31] 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 Weihang, 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)
- [32] Motter A E, Lai Y C. Cascade-based attacks on complex networks[J]. *Physical Review E*, 2002, 66(6): 065102.
- [33] Wang W X, Chen G. Universal robustness characteristic of weighted networks against cascading failure[J]. *Physical Review E*, 2008, 77(2): 026101.
- [34] Kim D H, Motter A E. Resource allocation pattern in infrastructure networks[J]. *Journal of Physics A: Mathematical and Theoretical*, 2008, 41(22): 224019.
- [35] Lehmann J, Bernasconi J. Stochastic load-redistribution model for cascading failure propagation[J]. *Physical Review E*, 2010, 81(3): 031129.
- [36] Allen F, Babus A. *The Network Challenge: Strategy, Profit, and Risk in an Interlinked World*[M]. Hoboken: Pearson Prentice Hall, 2009.
- [37] Leitner Y. Financial networks: Contagion, commitment, and private sector bailouts[J]. *The Journal of Finance*, 2005, 60(6): 2925 – 2953.
- [38] Acemoglu D, Ozdaglar A E, Tahbaz-Salehi A. Systemic risk in endogenous financial networks[J]. *Columbia Business School Research Paper*, 2015, No. 15 – 17.
- [39] Acemoglu D, Bimpikis K, Ozdaglar A. Dynamics of information exchange in endogenous social networks[J]. *Theoretical Economics*, 2014, 9(1): 41 – 97.
- [40] Jones C I. Intermediate goods and weak links in the theory of economic development[J]. *American Economic Journal: Macroeconomics*, 2011, 3(2): 1 – 28.
- [41] Wu J J, Gao Z Y, Sun H J. Effects of the cascading failures on scale-free traffic networks[J]. *Physica A: Statistical Mechanics and Its Applications*, 2007, 378(2): 505 – 511.
- [42] Sun K, Han Z X, Cao Y J. Review on models of cascading failure in complex power grid[J]. *Power System Technology*, 2005, 13: 1 – 9.
- [43] Krupp C M, Pollard P S. Market responses to antidumping laws: Some evidence from the US chemical industry[J]. *Canadian Journal of Economics*, 1996, 29(1): 199 – 227.
- [44] Prusa T J. *The Trade Effects of US Antidumping Actions*[M]. *The Effects of US Trade Protection and Promotion Policies*. University of Chicago Press, 1997: 191 – 214.
- [45] 奚俊芳, 陈波. 国外对华反倾销对中国出口企业生产率的影响: 以美国对华反倾销为例[J]. *世界经济研究*, 2014, (3): 59 – 65 + 89.
Xi Junfang, Chen Bo. The impact of foreign anti-dumping against China on the productivity of Chinese export enterprises: A case study of US anti-dumping against China[J]. *World Economy Studies*, 2014, (3): 59 – 65 + 89. (in Chinese)
- [46] 王孝松, 翟光宇, 林发勤. 反倾销对中国出口的抑制效应探究[J]. *世界经济*, 2015, 38(5): 36 – 58.
Wang Xiaosong, Zhai Guangyu, Lin Faqin. Research on the inhibitory effect of anti-dumping on China's exports[J]. *The Journal of World Economy*, 2015, 38(5): 36 – 58. (in Chinese)
- [47] 鲍晓华. 反倾销措施的贸易救济效果评估[J]. *经济研究*, 2007, 2: 71 – 84.
Bao Xiaohua. Evaluation of trade remedy effect of anti-dumping measures[J]. *Economic Research Journal*, 2007, 2: 71 – 84. (in Chinese)
- [48] Blonigen B A, Prusa T J. Dumping and antidumping duties[J]. *NBER Working Papers 21573*, 2015, <https://www.nber.org/papers/w21573>.
- [49] Hoekman B M, Leidy M P. Cascading contingent protection[J]. *European Economic Review*, 1992, 36(4): 883 – 892.
- [50] Watts R J, Abdul-Adil J K. Promoting critical consciousness in young, African-American men[J]. *Journal of Prevention & Intervention in the Community*, 1998, 16(1 – 2): 63 – 86.

- [51] 万 方, 杨友孝. 反倾销指向网络的结构及成因: 来自社会网络分析的解释[J]. 财经研究, 2013, 39(11): 102 - 111.
Wan Fang, Yang Youxiao. The structure and causes of anti-dumping targeting network: An explanation from social network analysis[J]. Journal of Finance and Economics, 2013, 39(11): 102 - 111. (in Chinese)
- [52] 周 灏. 中国在世界反倾销中角色地位变化的社会网络分析[J]. 国际贸易问题, 2015, (1): 112 - 122.
Zhou Hao. Social network analysis of China's role and status change in world anti-dumping[J]. Journal of International Trade, 2015, (1): 112 - 122. (in Chinese)
- [53] 韦 倩, 程桂平, 郝 涛. 论艾西莫格鲁的经济波动理论及其价值[J]. 经济学家, 2013, (1): 22 - 29.
Wei Qian, Cheng Guiping, Hao Tao. On Asimoglu's economic fluctuation theory and its value[J]. Economist, 2013, (1): 22 - 29. (in Chinese)

Simulation of the cascading effect of anti-dumping embedded in global production network

QIAO Xiao-yong¹, WU Xiao-xue¹, XUE Rui^{1*}, Claude Baron², SHEN Huang-nan³, ZHAO Qiao⁴

1. College of Economics and Management, Beijing University of Technology, Beijing 100124, China;
2. LAAS-CNRS, Toulouse 31031, France;
3. School of Management, Fudan University, Shanghai 200437, China;
4. School of Economics, Capital University of Economics and Business, Beijing 100071, China

Abstract: By applying the complex network theory to the input-output model and introducing it into the macro-economic production function theoretical model, this paper investigates and simulates the internal mechanism of anti-dumping embedded in the global production network and its cascading effect. The analysis results reveal that from the network perspective, the effect of anti-dumping shocks on intermediate products is significantly greater than that on final products, and the intermediate products that cross borders multiple times will cumulatively increase the trade cost caused by anti-dumping. The effects caused by anti-dumping, including lower induced demand, suppressed export trade, and fluctuations in aggregate output levels across industries and countries, will spread along the input-output relationships in the global production networks. This results in a significant cascading effect that decay with the connection (trade volume) between different country-sector nodes. The cascading effect of anti-dumping not only involves the direct connection nodes, such as the domestic upstream and downstream industries of the countries involved in the anti-dumping case of the global production network, but also affects the indirect connection nodes, such as the third-party countries and regions through the production network, thereby affecting the development of global multilateral trade. The cascading effect also prevents network nodes from participating in the division of production in the global value chain, resulting in the extension of the domestic value chain of the country (region) to which the node belongs. After the anti-dumping measures are embedded in the global production network, they generate a total fluctuation effect through the entire production network, thereby changing the topological structure of the global production network. In other words, the global production network becomes relatively sparse, and the network distance between nodes becomes longer.

Key words: anti-dumping; trade friction; policy shock; global production network; cascading effect