

# 生产网络视角下宏观波动的微观来源研究进展<sup>\*</sup>

叶初升 任兆柯

**摘要:**经济学越来越重视宏观波动的微观来源,而生产网络则是连接微观冲击与宏观波动的桥梁。所以,本文评述基于生产网络视角探究宏观波动之微观来源的研究进展。本文首先讨论微观冲击在生产网络间的传导路径及其宏观影响;其次,分别从引入CES技术结构、市场扭曲、生产网络内生等方面阐释基于生产网络视角的宏观波动模型的扩展思路;再次,综述从行业和企业层面实证研究和定量验证生产网络对宏观波动影响的文献;最后,本文讨论该领域有待解决的问题,并展望未来研究方向。

**关键词:**宏观波动 微观冲击 生产网络 投入—产出关联

经典宏观经济理论主要从总体层面研究宏观经济波动的成因及来源,如凯恩斯学派认为宏观波动是有效总需求不足造成的;货币学派认为货币供给不稳定导致了总需求冲击,引起宏观波动;理性预期学派认为,信息不完全造成的厂商对总需求的预期偏差导致了宏观波动;实际经济周期理论则认为宏观波动是理性预期主体对技术冲击做出的最佳反应(Ledenyov & Ledenyov, 2018)。然而,2007年末,发生在美国房地产部门的次贷冲击迅速传导到其整个经济系统,最终形成波及全球的危机。这使得经济学界开始反思和探索宏观波动的微观来源及其跨部门传导的机制。

学界也涌现出大量从贸易、资本流动、金融与货币制度等方面探讨经济波动传导、协动及相互影响的研究(Alessandria et al, 2015; Baskaya et al, 2017; Born & Enders, 2018; Hale & Obstfeld, 2016; Giovanni et al, 2017)。但这些研究多是基于单一因素层面的宏观分析,未能从结构层面揭示宏观波动的微观来源,也未能量化研究生产部门间经济波动传导的强度。生产网络是连接微观冲击与宏观波动的桥梁,基于生产网络的经济波动理论将宏观波动视为微观冲击沿生产网络传导扩散的内生结果,提出了从生产网络入手研究宏观波动的微观来源新思路(Acemoglu et al, 2012; Carvalho, 2014; Acemoglu et al, 2016a; Baqaee & Farhi, 2018a, 2018c)。

生产网络结构可以作为打开宏观波动的微观来源这一“黑匣子”的钥匙,从而具有明显优势。从生产网络视角研究宏观波动可以让学界更好地从微观结构层面理解宏观波动的内生来源,让决策者更有针对性地制定应对生产网络冲击的政策。基于此,本文将梳理近年来从生产网络视角研究宏观波动的微观来源的研究进展。

## 一、生产网络的结构特征

了解生产网络的结构特征是从生产网络视角研究宏观波动的微观来源问题的起点。现代经济是由专业化生产单元构成的复杂网络系统,每个生产单元从上游生产单元获得自己生产所需的投

<sup>\*</sup> 叶初升,武汉大学经济发展研究中心,武汉大学经济与管理学院,邮政编码:430072,电子邮箱:yechsh@whu.edu.cn;任兆柯,武汉大学经济与管理学院,电子邮箱:renzhk@whu.edu.cn。基金项目:国家社会科学基金重大项目“供给侧结构性改革与发展新动力研究”(16ZDA006);教育部人文社会科学重点研究基地重大项目“当代发展经济学前沿理论跟踪研究”(13JJD790020)。感谢匿名审稿人的修改建议,文责自负。

入,而其产出又供应给下游生产单元。上下游投入—产出关系交织而形成生产网络。基于生产网络视角的宏观波动研究强调,生产网络结构是决定微观冲击是否以及如何在整个经济系统中传导并形成宏观波动的关键。本文在总结相关研究的基础上归纳出关于行业和企业层面生产网络的几个结构特征如下。

1. 生产网络具有连接密度低但连通性强的“小世界”网络特征。Carvalho(2010, 2014)、Acemoglu et al(2012)和 Foerster & Choi(2017)通过研究由 400 多个行业节点构成的美国生产网络发现,相比完全网络应该出现的  $417^2$  条边,美国生产网络中只有 5217 条边,网络密度为 0.03。但是,生产网络的连通性很强,美国生产网络的直径和节点间平均距离只有 10 和 4 个环节。“小世界”(small world)的网络性质对于微观冲击传导非常重要,因为微观冲击在生产网络中引发的部门联动与部门平均距离正相关,“小世界”结构可能会扩大部门联动的范围。Carvalho et al(2016)研究发现,日本生产网络的“小世界”性质扩大了地震、海啸等局部自然灾害的冲击范围,产生了严重的宏观影响。

2. 生产网络的连接方式具有“轴心—外围”特征。该特征首先体现在作为投入供应商的各个部门之间存在广泛的异质性,生产网络由少数几个为大多数行业提供投入的通用行业主导。按照网络理论的概念,一个节点与其他节点的连接数目被称为该节点的度(degree)。在生产网络中,将一个部门作为投入提供者发出的生产连接数目称为出度(outdegree),将该部门作为投入使用者接收的生产连接数目称为该部门的入度(indegree)。生产部门作为投入供应商角色的异质性意味着,生产网络中行业节点的出度分布是一个高度偏态的近似帕累托分布。其次,刻画行业节点系统重要性的中心性(centrality)指标的分布也是高度偏态的,很接近于二阶矩发散的帕累托分布,这意味着,节点中心性的异质性非常广泛。

生产网络的“轴心—外围”非对称连接特征对于微观冲击传导为宏观波动非常重要。Acemoglu et al(2012)证明了对于生产部门均等依赖于其他生产部门的生产网络而言,大数定律成立,部门冲击扰动总产出的收敛速度是经济系统中部门数目的平方根。此时,即使部门波动之间存在相关性传导,总产出的标准差也会趋于一个非常小的值。但当生产网络连接方式具有“轴心—外围”非对称特征时,大数定律不再成立,总量波动以慢于部门数目平方根的速度衰减。直观地说,当生产网络连接方式具有“轴心—外围”特征时,少数部门支配经济中大多数投入品的供应,这些部门受到的冲击会在整个经济系统内传导,因此发生在这种生产网络结构中的微观冲击将会传导放大为经济系统的宏观波动。

3. 企业层面的生产网络比行业层面的生产网络结构更具异质性。这主要体现在企业层面的生产网络不仅在企业作为供应商的角色时,其出度分布(outdegree distribution)接近帕累托分布,而且在企业作为客户的角色时,其入度分布(indegree distribution)也是偏态的。更具异质性的网络结构意味着微观冲击的传导将更加丰富且广泛。Barrot & Sauvagnat(2016)发现不像构建在行业层面的生产网络模型预测的微观供给冲击主要向下游传导,由于企业层面的生产网络结构在出度和入度上都更具异质性,所以微观冲击会同时向上游和下游传导。

由此可见,生产网络是连接微观冲击与宏观波动的桥梁。微观冲击之所以能够传导扩散为宏观波动,网络结构的作用至关重要:网络结构的“轴心—外围”非对称特征增强了微观冲击的传导力度,连通性结构放大了微观冲击的传播广度。

## 二、生产网络如何将微观冲击传导扩散为宏观波动

在对生产网络结构的特征事实有了一定直观认识的基础上,本节转向介绍基于生产网络视角的宏观波动理论发展脉络以及 Acemoglu et al(2012, 2016a, 2017)等提出的基准模型的建模特征和主要研究观点。

### (一)基于生产网络视角的宏观波动理论发展脉络

基于生产网络视角的宏观波动理论发端于 20 世纪 80 年代(Long & Plosser, 1983, 1987; Jo-

vanovic, 1987), 90年代获得进一步发展(Durlauf, 1993; Horvath, 1998, 2000), 但在21世纪最初十年因分析工具有限而陷入停滞。直到近10年, 因为借鉴复杂网络理论的分析工具, 基于生产网络视角的宏观波动理论逐渐发展成熟(Carvalho, 2010, 2016; Acemoglu et al, 2012, 2016a, 2017; Baqaee & Farhi, 2018a, 2018b, 2018c)。

探寻宏观波动的根源是经济学中历久弥新的议题。虽然多部门联动是宏观波动的一个基本经验特征, 但宏观经济学在传统上把这种联动现象解释为受到共同扰动因素的影响, 并由此认为探究总体扰动因素是理解商业周期的关键。从生产关联角度分析微观冲击对宏观波动影响的研究从20世纪80年代才开始起步, 发轫于 Long & Plosser(1983)构建的多部门实际经济周期模型, 随后 Long & Plosser(1987)证明了独立的生产率冲击也会导致部门联动。Durlauf(1993)探讨了部门间的技术互补性和协调失灵对宏观波动的作用, 并分析了多部门经济系统的演化过程。在其模型中, 部门间通过技术互补性联系在一起。当这种互补性足够强时, 部门间的协调失灵就会导致经济系统的宏观波动。

但传统论点否定特定行业冲击与商业周期总体现象存在相关性, 它们常常援引大数定律, 认为随着部门数量的增加, 某些部门的正面冲击越来越容易被其他部门的负面冲击抵消。如 Lucas(1977)提出, 当我们把经济部门分解为越来越细的生产单元时, 根据大数定律, 单个部门冲击会被众多部门平均掉, 从而对宏观产出的影响可以忽略不计。然而, Horvath(1998)对 Lucas(1977)的所谓“多样化论断”(diversification argument)提出了质疑, 并通过考察大数定律在多部门经济系统的使用范围后认为, 不同行业在投入—产出关系中的地位是不同的, 有少数核心行业向大多数行业供应中间投入, 这些行业在投入—产出矩阵中对应少数的满行(full rows), 而其他行业供应中间投入的范围有限, 对应投入—产出矩阵的稀疏行。当投入—产出矩阵由少数满行部门和多数稀疏行部门组成时, 经济系统的投入—产出关系由少数核心部门主导, 从而发生在主导部门的特定冲击就很难被其他部门的反向冲击抵消。并且, 大数定律预示的部门冲击衰减速度是由投入—产出矩阵中主导部门数量(满行数)的增长率决定, 而不是由部门总数的增长率决定。随后, Horvath(2000)进一步研究发现, 在美国实际的投入—产出矩阵中, 主导部门数量的增加远低于部门总数的增加, 因此部门冲击影响总体波动的衰减速度还不到大数定律所预示的一半。

另一方面, Dupor(1999)研究了多部门模型中几种不同投入—产出关系形成总产出波动的能力差异, 结果发现, 当投入—产出矩阵的方差变异比较小, 即各行业在投入—产出关系中的角色比较均衡、部门关联比较平均时, 部门冲击的传导能力较差。Dupor(1999)与 Horvath(1998, 2000)的研究结论差异源于投入—产出结构的不同。Dupor(1999)的结论适用于部门关联比较平均、不存在核心部门主导投入—产出关系的对称投入—产出结构, 而 Horvath(1998, 2000)的研究表明, 美国的投入—产出关系是非对称的“轴心—外围”结构——投入—产出关系由少数为大多数行业提供中间品的核心部门主导。以上研究表明, 非对称的投入—产出结构提供了部门冲击在经济系统中传导为宏观波动的渠道。

多部门一般均衡分析框架虽然从产业部门层面研究了宏观波动的来源与传导路径, 但未能从结构层面揭示微观冲击传导扩散的机制与动力。而且上述研究已经证明生产关联结构在解释微观冲击传导形成宏观波动的重要性。由于传统宏观经济学缺乏刻画投入—产出结构的非对称性、异质性特征的良好工具, 从生产关联视角分析微观冲击对宏观波动影响的研究在21世纪最初的十年一度陷入停滞, 直到近来借鉴复杂网络理论的分析工具, 基于生产网络的宏观波动研究才获得新发展。

网络分析领域开发了一套广泛的概念框架和工具, 用以有效地编码和测量组成网络的节点单元之间的相互连接方式和结构特征(Bramoullé et al, 2016)。当与一般均衡理论结合在一起时, 它们迅速成为评估冲击如何在经济系统中传导, 不同行业如何在宏观波动中联动以及微观冲击如何传导形成宏观波动的有力工具。

以 Acemoglu 为代表的一批宏观经济学者在已有研究基础上, 跳出基于总生产率、货币供给等总

量冲击的传统宏观波动分析框架,将网络理论与宏观经济学结合起来,更精确地刻画微观冲击在生产网络中影响宏观波动的渠道和机制,构建了新的基于生产网络视角的宏观波动研究范式。这些研究认为,宏观波动是微观冲击沿生产网络传导的内生结果,并分析了生产网络结构如何影响部门冲击在经济系统中传导形成宏观波动,从生产关联结构层面揭示了宏观波动的微观来源(Carvalho, 2010; Acemoglu et al, 2012, 2016a, 2017; Ghironi, 2018; Huneus, 2018)。

Carvalho(2010)根据部门间中间投入交易信息考察了美国行业层面的生产网络特征,发现行业作为供应商角色具有突出的异质性,其中批发贸易、房地产和电力行业是整个经济系统的核心供应行业,为绝大多数行业供应中间投入。Carvalho(2010)还构建了一个出度关联异质特征的生产网络模型,给出了总产出波动和生产网络结构的分析表达式,证明经济系统的宏观波动可以来源于行业冲击的传导。Acemoglu et al(2012)借鉴投入—产出矩阵构建了生产网络模型,描述了生产网络中的级联结构,结果发现经济系统中存在轴心部门。轴心部门的存在导致生产网络中部门地位的“轴心—外围”非对称性,非对称的经济网络结构延缓了总产出波动的衰减速率,增大了部门冲击转化为宏观波动的比率,提供了部门冲击在生产网络间传导扩散形成宏观波动的潜在机制。生产网络结构的非对称性特征越突出,微观冲击传导形成宏观波动的可能性越大。

Acemoglu et al(2012)则提出了一般化的数学分析框架,使得基于生产网络视角的宏观波动理论渐成体系,随后该领域迅速成为研究的热土。一大批学者开始从不同的角度对 Acemoglu et al(2012)提出的基准分析框架进行发展完善,如扩展到更一般的 CES 技术环境(Carvalho et al, 2016; Baqaee & Farhi, 2018a),引入市场扭曲(Caliendo et al, 2018; Baqaee & Farhi, 2018b, 2018c),考虑生产网络内生的模型(Acemoglu & Azar, 2017; Oberfield, 2018)。本文将在下一节更详细评述这些扩展研究,接下来将先概述基于生产网络视角的宏观波动理论的基准模型特征和研究观点。

## (二)生产网络视角下微观冲击的传导与宏观影响

从生产网络的视角看,宏观波动是微观冲击沿生产网络传导扩散的内生结果。本部分将结合 Acemoglu et al(2012, 2016a, 2017)、Carvalho(2014)以及 Baqaee(2018)等文献,讨论微观冲击是如何经生产网络传导扩散成宏观波动的。重点关注三个问题:第一,微观冲击的传导强度是怎样决定的?第二,在基准模型中,供给侧微观冲击与需求侧微观冲击的传导方向有何差异?第三,如何在生产网络中刻画微观冲击对宏观产出的影响?

基于生产网络视角的宏观波动模型与传统模型的显著区别是,传统模型假设中间产品仅由初级要素生产,然后由所谓的“聚合部门”组合成最终产品,而生产网络模型注重刻画部门之间使用中间投入的关联和互动。Acemoglu et al(2012)、Carvalho(2014)考虑了一个在柯布—道格拉斯技术完全竞争环境下的静态多部门经济系统:生产侧的技术由部门生产函数  $y_i = z_i \zeta_i l_i^{\alpha} \prod_{j=1}^n x_{ij}^{\alpha_{ij}}$  给定,其中,  $x_{ij}$  是生产  $i$  行业产品需使用的  $j$  行业产品的数量,关键参数  $\alpha_{ij}$  刻画了部门间的生产关联强度。部门间的生产关联关系也可以用网络的形式来等效地表示。生产网络由三个要素构成:(1)节点集合,每个节点对应于经济中的一个部门;(2)有向边集合,有向边代表了任意部门间的投入—产出关系,边的方向代表了生产投入的流向;(3)权重集合,每一个权重都与一个特定的有向边对应,有向边权重  $\alpha_{ij} > 0$  (从节点  $j$  到节点  $i$ ) 意味着行业  $j$  是行业  $i$  的中间投入供应部门。需求侧家户的效用一般设定为对数线性函数  $u(c_1, \dots, c_n) = \sum_{i=1}^n \beta_i \log(c_i / \beta_i)$ 。

Acemoglu et al(2012, 2016a, 2017)、Carvalho(2014)以及 Baqaee(2018)等在这些基本设定下,分析讨论了来自供给侧和需求侧的微观冲击在生产网络中的传导强度和方向路径,以及微观冲击对宏观产出的影响规模。主要观点有:

1. 关于微观冲击的传导强度。基于生产网络视角的宏观波动理论认为,微观冲击的传导强度由生产网络中的里昂惕夫逆矩阵决定。里昂惕夫逆矩阵定义了任意两个生产部门之间的所有直接连接路径和间接连接路径(Acemoglu et al, 2012; Atalay et al, 2018)。所以,里昂惕夫逆矩阵决

定了一个部门在生产网络中的系统重要性,也即部门节点在生产网络上的中心性(Bougheas, 2017)。发生在中心性越高的部门的冲击,其传导的强度也越大(Hempfling et al, 2018; Huneus, 2018)。

在微观冲击传导形成宏观波动的过程中,生产网络结构发挥着决定性的作用。如果生产网络中不存在主导投入供给的核心部门,即所有部门对生产的贡献是相对均衡的,则微观冲击将大致对称地影响总产出,它们就会在总产出层面上被抵消掉,对宏观波动的影响就无关紧要。如果生产网络中存在核心部门,网络结构表现为明显的“轴心—外围”非对称特征,则发生在核心部门的冲击就很难被其他部门抵消掉,而且发生在其他部门的冲击也会以与核心部门的连接为枢纽,进一步传播(Carvalho, 2014)。因此网络结构的非对称特征会显著增强微观冲击的传导力度,大大提高微观冲击转化为宏观波动的可能性。

2. 关于微观冲击的传导方向。基于生产网络视角的宏观波动理论认为,供给侧和需求侧的微观冲击在生产网络间的传导路径存在差异。Acemoglu et al(2016a)、Carvalho(2014)在柯布—道格拉斯基准技术环境下分析了微观冲击的传导方向,发现生产率冲击是向下游传导,从源部门传导到它的客户,以及客户的客户等等。而发生在需求侧的冲击则是向上游传导,从源部门传导到它的供应商,以及供应商的供应商等等。

Huneus(2018)阐释了供给侧冲击向下游传导的逻辑:假设行业  $j$  遭受负面生产率冲击,产量减少,产品  $j$  的价格上涨。这种价格上涨对所有使用产品  $j$  作为中间投入的行业产生不利影响,因此对  $j$  的下游行业创造一个直接的影响。而且,这种初始影响又会导致冲击在生产网络间进一步传导:在第一轮传导中受到影响的行业所生产的产品价格将会上升,对其下游行业产生间接的负面影响,以此类推。里昂惕夫逆矩阵中的相应元素概括了这些初始供给侧冲击向下游传导的直接和间接的总体效应。而需求侧冲击向上游传导的逻辑是:对行业  $j$  的正向需求冲击会增加行业  $j$  对投入的需求,这实际上是对行业  $j$  供应商的正向需求冲击。因此,初始需求冲击将进一步向上游传导(Joya & Rougie, 2019)。

3. 关于微观冲击的宏观影响规模。基于生产网络视角的宏观波动理论认为,宏观产出是行业层面微观冲击的线性组合,组合系数由行业的多玛权重给出。因此,行业  $i$  的多玛权重是该行业的冲击如何影响总产出的充分统计量(Gabaix, 2011; Stella, 2015)。其中,多玛权重刻画了一个行业在投入—产出关系中的规模,一般定义为行业增加值占GDP的比重。在柯布—道格拉斯技术环境下,行业多玛权重由消费偏好份额和里昂惕夫逆矩阵决定。显然,多玛权重内生于生产网络。这意味着,在其他条件相同的情况下,行业  $i$  在生产网络的里昂惕夫逆矩阵中对应的元素增大,其多玛权重也将增加,从而加重  $i$  行业冲击对总产出的影响(Carvalho & Grassi, 2019; Magerman, 2017)。

微观冲击的宏观影响规模取决于生产部门的多玛权重分布的异质性。Acemoglu et al(2012, 2016a, 2017)将宏观经济的总波动率与行业部门的多玛权重分布联系起来,证明了总产出波动率是行业多玛权重分布的二阶矩的函数。这意味着,在其他条件相同的情况下,行业多玛权重越分散,多玛权重的分布越具有足够大的尾部时,部门特质性冲击产生的宏观波动性越高(Gabaix, 2011, 2016)。然而,Carvalho(2014)和 Atalay(2017)认为,行业多玛权重的异质性降低了部门特质性冲击在宏观水平上相互抵消的程度。如果行业多玛权重分布是正态的,微观部门冲击将大致对称地影响总产出,它们就会在宏观产出层面上被抵消掉。但是,当行业多玛权重具有显著的异质性特征时,生产部门作为投入供应商的角色呈现高度的不对称,对系统重要性供应部门的冲击会传播得更广,在宏观聚合时不易被其他冲击所抵消,因此很有可能扩散形成宏观波动。

### 三、理论模型的扩展

前文关于微观冲击在生产网络中的传导强度和方向路径以及微观冲击对宏观产出的影响规模

等观点都是基于生产网络基准模型得出的。基准模型限定在柯布一道格拉斯技术环境中,也没有考虑市场摩擦和生产网络内生调整等更现实的情况。本节则将在上文分析的基础上,从引入 CES 技术结构、考虑市场扭曲以及生产网络内生生化三个方面对基于生产网络视角的宏观波动扩展模型的发展进行评述。

### (一)引入 CES 技术结构

上文 Acemoglu(2012,2016a)基准模型的柯布一道格拉斯技术设定意味着:第一,微观冲击不会改变每个行业的中间投入的支出份额和构成;第二,在柯布一道格拉斯生产函数中,劳动和中间投入之间的替代弹性以及中间投入组合内部的替代弹性都限定为单位弹性。正是在这样的严格假定下,他们才得出了供给侧生产率冲击只向下游传导的结论。Carvalho et al(2016)、Atalay(2017)以及 Baqaee & Farhi(2018c)通过构建 CES 技术结构的生产网络模型,放松了以上两点假定后发现,在更一般的技术环境下,微观冲击将在生产网络中产生更丰富的传导模式。

Carvalho et al(2016)研究了针对特定企业的生产率冲击在具有嵌套 CES 技术结构的投入—产出关系中的传导模式。他们把生产率冲击的传导机制区分为三部分:首先是与 Acemoglu(2012)基准模型一致的生产率冲击向产业链下游传导的“产出效应”机制。其次是“劳动替代效应”,指的是劳动要素与中间投入之间的替代弹性对生产率冲击传导的影响机制。例如,假设行业  $i$  生产的中间投入与劳动要素的替代弹性大于 1,当行业  $i$  受到负面生产率冲击导致生产成本上升时,行业  $i$  的下游部门将倾向于更多地使用劳动要素替代行业  $i$  生产的投入品,对行业  $i$  产品需求的减少反过来又会影响行业  $i$  对上游部门投入的需求。因此,我们看到受“劳动替代效应”影响,生产率冲击也会向上游传导,而影响的性质则取决于劳动与中间投入之间的替代弹性。当它们的替代弹性大于 1 时,负向生产率冲击对上游部门的影响也是负向的。最后是“中间投入替代效应”,指的是中间投入组合内部的替代弹性对生产率冲击传导的影响机制。当不同中间投入之间可以相互替代时,若某一部门受到负面生产率冲击,则将促使该部门的客户转向更多地使用其他部门生产的中间投入。因此,“中间投入替代效应”会使生产率冲击“横向”传导。

Atalay(2017)在扩展的 CES 结构多部门实际周期模型中探讨了部门替代弹性对评估行业冲击影响的作用,并利用美国产业投入价格和投入选择的数据测算部门替代弹性后发现,在短期内,生产部门替代其投入的能力有限,因此行业冲击的影响在基于单位替代弹性的多部门实际商业周期模型中被严重低估了,行业冲击至少占总体波动的一半以上。

Baqaee & Farhi(2018c)进一步把 CES 结构的宏观经济模型扩展到具有异质性主体和生产网络的多部门一般均衡模型中,认为传统的具有代表性主体和平衡增长偏好的模型设定了很强的部门冲击对称传播方式。具体而言,在这种模型中,行业  $j$  的生产率冲击对行业  $i$  的产出影响与行业  $i$  的生产率冲击对行业  $j$  产出的影响相同。为了突破这种与现实不符的模型局限,他们在传统 CES 结构模型中尝试引入异质性消费者、非位似偏好以及市场扭曲等打破对称性的因素。他们的模型提供了一个非常一般化的框架,可以应用于分析商业周期中的部门联动、要素偏向型技术进步、鲍莫尔成本病与结构变迁、财政乘数对政府支出构成的依赖等看似不相关的问题。

那么在 CES 技术结构下,微观冲击的宏观影响又是怎样的?一般而言,行业  $i$  的生产率冲击会通过两个渠道影响总产出。首先,它改变经济的生产可能性边界;其次,它可能导致资源在不同行业间重新配置。不过,当初始配置有效时,根据包络定理,任何由资源重新分配机制引起的总量效应都是二阶的,因此可以在一阶近似中忽略。Gabaix(2011)和 Stella(2015)在柯布一道格拉斯技术和偏好下证明了一个行业的多玛权重是该行业的微观冲击如何影响总产出的充分统计量。其实,不仅仅是在柯布一道格拉斯技术中,Magerman(2017)和 Hempfing(2018)等发现这种关系在 CES 技术环境下也是成立的。严格而言,在任何有效的经济系统中,无论偏好和技术如何设定,行业  $i$  的生产率冲击对 GDP 的影响都是行业  $i$  的多玛权重的函数。这种对应关系也被称为 Hulten 定理,是研究宏观波动的微观来源的有用工具(Baqaee & Farhi,2018a)。例如,Gabaix(2011)使用企业层面的多玛

权重经验分布衡量企业层面的冲击解释 GDP 波动的程度,而 Carvalho & Gabaix(2013)依靠 Hulten 定理研究了经济体的微观成份变化是否能解释“大缓和”现象。

虽然 Hulten 定理证明了多玛权重是微观冲击如何影响总产出的充分统计量,但其本身是由经济系统内生确定的。如前文所示,即使在柯布一道格拉斯偏好和技术的经济系统中,多玛权重也依赖于经济的生产网络 and 家户偏好。此外, Hulten 定理可能不适用于效率低下的经济体。Jones (2013)、Bigio & La'O(2017)和 Liu(2018)的生产网络模型都表明 Hulten 定理不适用于存在市场扭曲的环境。

需要注意的是, Hulten 定理的隐含意义是,对于微观经济冲击的总体影响而言,多玛权重仅在一阶环境下是充分统计量。这意味着,只有当冲击很小或经济系统没有表现出明显的非线性时,多玛权重才是一个合理的近似,但在高阶环境下,它可能是一个糟糕的近似。Acemoglu et al(2016b)以及 Baqaee & Farhi(2018a)通过将微观经济冲击对总产出的二阶效应纳入分析探索了非线性的作用。他们在嵌套的 CES 结构模型中证明这些二阶效应取决于经济系统的生产网络、CES 嵌套结构的各种替代弹性以及要素可以在各行业间重新配置的程度,因此, Hulten 定理是对微观冲击一阶效应的刻画,而生产网络可以通过高阶项捕捉到重要的非线性效应。

## (二)引入市场扭曲

前文 Acemoglu(2012,2016a)基准模型以及 Carvalho et al(2016)等 CES 技术结构扩展模型对微观冲击传导方向和强度的分析都假设市场环境是完全竞争,并不存在市场摩擦和扭曲。接下来,本文讨论存在市场摩擦和扭曲的情况如何影响微观冲击传导。

对完全竞争假设最简单的背离是,在企业的边际收入和边际成本之间引入外生的扭曲楔子(wedge),例如以价格加成的形式使其投入和产出选择偏离有效水平。Jones(2013)、Bigio & La'O(2017)及 Fadinger et al(2018)等采用这种方法研究了生产网络是如何与生产率和加成定价交互作用,共同决定总量结果。研究结果发现,扭曲楔子在整个经济体生产网络中的分布造成了要素错配,并由此导致了总体 TFP 和经济配置效率下降。不过,由于他们仍然是在柯布一道格拉斯技术环境下引入的扭曲楔子,扭曲和非扭曲经济中的冲击传播模式是一致的。

更多的研究关注了市场扭曲在 CES 结构模型中的作用。Caliendo et al(2017)将世界经济看作为一个相互关联的投入—产出表,以“国家—部门对”作为分析的基本单位,建立了一种包含扭曲因素的世界经济投入—产出模型,并利用 CES 生产和消费结构计算了世界投入—产出矩阵中每对投入—产出关系对扭曲的弹性。研究结果发现,扭曲弹性在不同国家和部门之间存在显著的异质性,内部扭曲弹性比外部扭曲弹性大一个数量级,内部扭曲严重影响国内的经济结构,并对其他国家的投入—产出矩阵产生相当大的交叉影响。Baqaee & Farhi(2018b)针对存在扭曲的一般均衡经济体提供了一个微观冲击对宏观影响的一阶近似表达式。该表达式把微观冲击的宏观经济影响分解为两部分:纯技术效应,以及资源重新配置所产生的配置效率影响。这两部分的大小由替代弹性、规模收益、要素流动性以及网络联系等结构性微观经济参数决定。Baqaee & Farhi(2018b)的研究还意味着,由于经济配置效率发生变化,扭曲的存在可以改变生产率冲击的传导模式。

同样是关于扭曲与配置效率的研究,Liu(2018)分析了市场扭曲如何导致生产资源在各个部门之间的不合理配置,认为这些资源错配为发展中国家通过产业政策等手段改善社会福利的干预措施创造了空间。事实上,在考虑投入—产出关联的情况下,以扭曲最严重的行业为政策靶点可能不是最理想的,因为市场失灵可能在生产网络中积累起来。King et al(2018)以同样的思路研究存在投入—产出关联的多部门经济中最优的碳税政策,表明最有效的碳税政策不仅以产业的个体排放水平为目标,而且以产业在生产网络中的系统重要性地位为目标。综上,考虑市场扭曲后,微观冲击不仅影响宏观经济“量”的波动,而且改变“质”的配置效率。同时,在设计矫正市场扭曲的政策靶点时,同样需要考虑生产网络的作用。

除了市场扭曲对微观冲击传导的影响,也有文献关注了市场势力与企业退出对微观冲击传导机制的作用。Grassi(2017)认为市场势力对理解微观冲击的宏观影响十分重要,并为此建立了一个具有寡头市场结构和投入—产出网络的多部门异质性企业一般均衡模型。该模型将企业的系统重要性内生,认为企业的结构重要性由部门层面的竞争强度,企业在生产网络中的部门位置以及企业规模共同决定。在该模型中,企业层面的生产率冲击通过影响价格加成,同时向下游和上游部门传导。Baqae(2018)研究了企业进入和退出对冲击传导的影响,并将企业进出决策内生,考虑了企业进入和退出导致的不完全竞争和外部规模经济影响,认为一个行业中企业的退出可以改变其他行业中企业的盈利能力,从而引发大量活跃企业的内生调整。这就以退出企业的上游和下游网络级联(cascade connection)的形式创建了微观冲击传导扩散渠道。

### (三)生产网络内生性

目前为止的讨论都假设,虽然投入—产出关联可以作为微观冲击传导机制,但生产网络本身的结构对冲击是不变的。然而,在现实中,企业可以通过改变供应链来应对经济环境的变化。例如,它们可能会寻找新的投入以更好地利用技术创新,或者可能会与新客户建立关系以应对客户的退出。生产网络中的这种内生变化反过来又可以显著地改变经济系统对冲击扰动的反应。

为了解生产网络对冲击的反应,关注于生产网络内生形成的文献越来越多。不过,构建内生生产网络模型面临着一个巨大挑战:直接和间接网络效应固有的复杂性意味着企业层面决策的相关状态空间可能变得非常大,甚至在由少数企业组成的小型经济系统中,也会因为维度过高而处理起来非常复杂。

其中部分文献通过网络形成的统计模型来克服挑战。Atalay et al(2011,2018)通过构建模型说明,企业之间的生产网络是通过偏好优先连接(preferential attachment,意味着新的连接更可能由已有较多连接的企业形成)和随机连接混合的规则来形成。这种网络形成规则比标度自由(scale free)模型能够更好地匹配实际中生产网络的特征。类似地,Carvalho & Voigtlander(2015)基于Jackson & Rogers(2007)的友谊模型,考虑这样的一种生产网络形成过程:为寻找新的供应商,企业会首先筛选现有供应商的网络邻居,以确定潜在的供应商集合,然后在投入来源多样性带来的收益和搜寻新供应商的成本之间进行权衡,进而最终确定新的供应链网络。研究结果发现,在这一网络形成框架下,生产者更有可能采用现有供应商已经直接或间接使用的投入。具体而言,部门间网络距离每降低一个标准差,形成供应链连接的概率将至少增加三分之一。

虽然统计模型能够匹配真实生产网络的一些关键属性,但从本质上来说,它们缺乏明确界定的生产网络形成动机。Oberfield(2018)描述了个体选择如何导致内生的明星供应商(star suppliers)的出现以及对总体结果的影响。在其模型中,企业在生产中使用劳动要素和一种其他企业供给的中间品。生产的关键决策是选择哪家企业提供中间投入,每种中间品具有不同的特定生产率,每家企业都会从自己的潜在供应商和客户集合中选择建立最具成本收益原则的供应链,所有企业的选择共同决定了经济体的均衡生产网络结构。研究结果发现,当产出对中间投入的弹性较大时,明星供应商就会内生地出现,这些供应商将自己的产品供应给大量其他企业作为中间产品。而且,通过将供应链更集中地建立在生产率水平更高的企业中,明星供应商会提高总体的生产率。Lim(2018)采用了类似的方法,考虑一个由企业连续统组成的经济体,但不同于Oberfield(2018)只考虑单一中间投入的生产函数,该文允许企业使用多种投入,企业间生产网络的边际调整取决于企业受到的特定关系成本冲击和维持供应商—客户关系的收益之间的权衡。

Acemoglu & Azar(2017)构建了另一种模型,经济体由 $n$ 个行业构成,每个行业面临的生产决策是,从其他 $n-1$ 个行业(产品)中选择中间品供应商以及从每个供应商那里购买投入的数量。每一种不同的投入组合都代表不同的生产函数,因此需要在使用不同的投入组合所带来的生产率收益与这些投入的价格之间进行权衡。为了使模型易于处理,他们假设市场是“可竞争的”,这意味着不同的企业可以使用相同的投入和技术。该假设确保了在均衡状态下每个行业都选择成本最小的投



入数量,同时也选择成本最小的技术。他们不仅证明了模型竞争均衡的存在性和唯一性,还发现生产网络的比较静态性质可能是“不连续的”——单个行业的微小变化可能引发连锁反应,导致许多行业的生产结构发生重大变化。例如,对一个行业的正向生产率冲击除了产生降低所有下游价格的标准效应外,还进一步激励下游企业采用额外投入,从而导致生产网络更加密集,而扭曲则倾向于降低总生产率和生产网络密度。

而在Taschereau—Dumouchel(2018)构建的企业层面的生产网络内生形成模型中,生产网络连接则由企业经营退出决策内生决定,如果企业不能满足生产的固定成本,则选择退出。由于受益于供应商多样化,相邻企业的经营决策具有互补性。因此,生产网络中的企业呈现集群化,当一家企业受到严重冲击退出经营后,一连串的倒闭可能会从一家企业蔓延到另一家企业,带来生产网络的重构。该模型还发现网络结构会响应商业周期做出调整。例如,在经济活动低迷时期,企业间的集聚性会较差,冲击传导对总体波动的影响将减弱。这些结果表明,生产网络结构的内生变化对微观经济冲击聚合为宏观经济波动具有重大影响。

#### 四、实证与定量研究

上文概述了基于生产网络视角的宏观波动理论的模型特征、研究要点及其扩展演进的方向,讨论了微观冲击在生产网络间传导的强度、方向路径及其宏观影响。下文则进一步总结实证检验和量化验证这些理论模型的研究文献。

##### (一)来自行业层面的经验证据

从行业层面实证研究宏观波动的微观来源,主要关注验证理论模型预测的微观冲击传导方向,量化微观冲击的宏观影响大小,以及拓展生产网络的应用领域等方面。

1. 检验微观冲击的传导方向。Acemoglu et al(2016a)首次在行业层面检验了上文中生产网络基准模型预测的冲击传导机制和方向。其研究思路是把行业*i*的产出增长分解为一个“自身效应”(行业*i*的生产率变化对自身产出的结果)和来自其他行业生产率冲击的“网络效应”。研究结果发现,生产率冲击的下游网络效应在经济和统计上都是显著的:行业TFP一个标准差的增加带来下游产出约6%的增长效应。相比之下,生产率冲击的上游效应在经济上要小得多,其统计显著性对产出替代指标也不够稳健。这些发现与Acemoglu et al(2012)理论模型的预测大体一致,该实证框架也可以检验需求冲击的传导模式。Acemoglu et al(2016a)利用联邦政府支出的变化构建需求侧冲击,实证结果表明,需求冲击的上游网络效应显著,而下游网络效应不显著。需要注意的是,虽然其实证研究表明传导模式与理论模型预测基本一致,但在将这些估计解释为因果关系时,仍要保持谨慎,因为使用TFP增长滞后变量并不能很好地处理内生性问题。

2. 量化微观冲击的宏观影响。Horvath(2000)和Carvalho(2010)通过直接校准大规模多部门模型来量化微观冲击对宏观经济的重要性。这两项研究都发现,总波动中约三分之二可归因于微观冲击与投入—产出关联的相互作用。Foerster et al(2011)采用了一种结构性因子分解方法,将美国工业生产指数波动分解为总体冲击和行业特定冲击两部分。研究结果发现,1984—2007年间行业生产率冲击可以解释工业生产总波动的50%。di Giovanni et al(2014)研究发现,法国宏观波动的80%可以归源于部门冲击的影响。而且方差分解结果显示,在微观冲击的影响中,网络效应是直接效应的三倍。Atalay(2017)使用BEA构建的年度投入—产出表估计了行业生产函数中的替代弹性,发现中间投入之间的替代弹性不超过0.2。中间投入之间的强互补性意味着,微观冲击所产生的实际传播力度更强,宏观影响更大,并且总产出波动中有83%可归因于特定行业层面的冲击。Hempfling et al(2018)则对比了是否考虑生产网络对微观冲击影响宏观波动结果的差异:不考虑生产网络时,即便是大型行业的冲击,对宏观波动的影响也不超过20%,但是加入生产网络传导路径后,微观冲击对宏观波动的解释力上升到80%。综上所述,这些研究表明经济系统的生产网络是微观冲击转化为宏观波动的主要驱动因素。

3. 探索生产网络的其他宏观影响。一种探索方向是关注微观冲击在贸易信贷网络中的传导和宏观影响。Luo(2016)通过研究相互关联的生产和信贷联系如何导致财务冲击在产业链上下游传播发现,在市场摩擦与信贷网络的相互作用下,财务冲击可以向多部门投入—产出经济体的上游传播,而且上游传播强于下游传播。Altinoglu(2018)建立了一个中间产品贸易由供应商信贷融资的多部门模型,实证研究发现,部门间的信贷网络扩散了流动性冲击,并对总产出产生乘数效应。结构因子分解结果表明,绝大部分的总体波动是由特质生产率冲击和信贷网络传导的总体流动性冲击驱动的。另一个方向是探索生产网络的非线性性质的宏观影响。Baqae & Farhi(2018a)量化了 CES 技术环境下生产网络呈现的非线性性质对宏观经济的影响,其研究结果表明:(1)生产网络的非线性放大了负面部门冲击的影响,同时减轻了正面冲击。(2)由于非线性的存在,即使底层生产结构冲击是对称的、细尾的,总体产出动态也会产生显著的负偏态和过度峰度。(3)考虑非线性生产网络的作用后,宏观波动的福利成本比传统文献中的估计高出了一个数量级。

## (二)来自企业层面的经验证据

越来越多的文献使用企业层面的数据来研究生产网络的冲击传导模式和宏观影响。这些研究的意义在于:一方面,最终的实际冲击传导都发生在企业层面,因此企业层面的研究可以为潜在传导机制的性质提供更直接的证据;另一方面,企业层面发生的局部自然灾害等外生冲击可以更好地克服实证研究中的内生性问题。

1. 检验微观冲击的传导方向。首先是检验微观冲击在企业生产网络间局部传导的研究。Barrot & Sauvagnat(2016)结合美国主要自然灾害(暴风雪、地震、洪水和飓风)发生的时间和地点数据以及 Compustat 数据库提供的上市企业的总部位置和供应商—客户关系的信息,研究了特定自然灾害冲击在企业生产网络间的局部传导模式。研究结果发现,受灾企业直接客户的销售额增长率下降了 2~3 个百分点。而且,当生产网络中受灾中断的供应商是生产难以替代的投入时,冲击将进一步传导到客户企业其他未受影响的供应商。这说明,当生产网络中投入替代弹性较小时,冲击传导的范围会扩大。

虽然 Barrot & Sauvagnat(2016)的研究为冲击从企业传导到其直接供应商和客户提供了可信的证据,但冲击对总体经济的影响还取决于它最终传导到更遥远的间接关联企业的程度。因此,更多的研究关注了微观冲击在企业生产网络全局的传导。Carvalho et al(2016)利用 TSR 数据追踪 2011 年地震和海啸对日本生产网络造成的破坏,研究了供应中断冲击的全局传导程度和影响。研究结果发现:(1)地震导致灾区企业下游客户和上游供应商的增长率下降;(2)冲击从位于灾区企业的直接贸易伙伴扩大到与受灾企业间接联系的企业;(3)供应链距离越远,企业受到的冲击强度越弱;(4)下游传导效应在量级上大于上游传导效应。在冲击的宏观影响方面,局部冲击通过在生产网络中的全局传播可能导致日本在地震后一年的 GDP 下降 1.2 个百分点。Boehm et al(2019)通过利用美国人口局的微观数据研究 2011 年日本大地震造成的供应链中断在公司层面上的跨国传导时也发现了类似的传导模式。他们结合简约模型的证据和对生产弹性的结构模型估计发现,由于进口下降,日本跨国公司在美国的分支机构的产出出现了几乎同比例的下降。这一发现表明,进口和国内投入之间的短期替代弹性接近于零。

2. 量化微观冲击的宏观影响。有不少研究关注了企业层面的生产网络在放大微观冲击的宏观影响方面的作用。Grassi(2017)认为生产网络视角有助于理解企业层面的生产率冲击对部门和宏观经济层面结果的影响,发现企业层面的生产率冲击通过影响价格加成同时传导到下游和上游部门。Carvalho & Grassi(2019)研究发现,通过企业层面生产网络的传导扩散,特质冲击对宏观波动的贡献达到 34%。Magerman et al(2017)和 Kikkawa et al(2018)都利用比利时 VAT 数据库中大量的企业间交易数据,校准了具有不完全竞争市场结构的企业生产网络和包含异质性企业的生产网络模型。其研究结果表明,企业层面的特质性冲击解释了 57% 的宏观波动(Magerman et al, 2017)。而且,企业间的生产网络导致了大量的双重边缘化,相对于没有网络的更简单的环形经济,减少企业加

成带来的福利收益增加了约50%(Kikkawa et al, 2018)。此外,还有实证研究把生产网络的宏观影响应用到开放宏观领域。di Giovanni et al(2018)发现法国企业的国际贸易网络解释了三分之一的法国和世界其他国家之间的宏观经济联动效应。Tintelnot et al(2018)考虑了一个国内生产网络与国际贸易共存的定量模型,并且发现,在模型中考虑到网络的内生形成,可以降低大规模负向贸易冲击的成本,同时放大正向贸易冲击的贸易收益。Auer et al(2017)研究发现,跨国家一部门间的生产关系统性地推动了各国的通货膨胀联动。

3. 探索其他微观冲击在企业生产网络间的传导和宏观影响。关注各类冲击如何在生产网络间传导是目前正在迅速发展的研究主题,这类文献将生产网络数据与不同的冲击结合起来,超越了早期对生产率冲击的关注。Demir et al(2018)研究了流动性受限的企业对金融冲击的传导和扩散。通过结合来自土耳其的企业间交易数据以及对土耳其进口商的贸易信贷融资征税的意外政策变化,他们研究发现,流动性受限的进口商受到冲击,并将这种冲击传递给下游客户。Carvalho & Draca(2018)利用美国政府的军事采购数据和 Compustat 上市公司供应链数据证明,需求的增加不仅扩大了最终需求厂商的创新努力,而且通过市场规模的递归效应扩大了上游供应商的创新努力。Ozdagli & Weber(2017)、Todorova(2018)关注扩张性货币政策冲击(作为一种最终需求冲击)如何通过生产网络向上下游传导,研究了生产网络作为货币政策可能的传导机制的作用。

## 五、结论与展望

经济学越来越重视研究宏观波动的微观来源,而生产网络是连接微观冲击与宏观波动的桥梁。从生产网络的视角看,宏观波动是微观冲击沿生产网络传导扩散的内生结果。本文从生产网络视角概述了研究宏观波动的微观来源的理论和实证文献,首先讨论了微观冲击在生产网络间的传导强度、方向路径及其宏观影响,然后分别从引入 CES 技术结构、市场扭曲、生产网络内生等方面阐释了基于生产网络视角的宏观波动模型的扩展思路,并且还回顾了在行业和企业层面实证和定量验证生产网络对宏观波动影响的文献,最后讨论了该领域有待解决的问题。

首先,学界要重视构建企业层面的生产网络模型。虽然本文评述的大多数文献关注的是在行业层面上构建的生产网络模型,但投入—产出决策实际上发生在企业层面。构建重视企业层面力量的生产网络模型,有助于获取更丰富的理论和经验证据。从企业层面构建生产网络模型需要额外处理几个复杂的问题:(1)必须考虑市场结构的复杂性,而不是像行业层面建模时简单地假设企业是同质的、完全竞争的。(2)企业层面意味着更专业化的分工水平,因此企业生产网络模型必须考虑不同投入的替代弹性差异对企业投入要素转换成本的影响。(3)企业的投入—产出数据来源也更稀缺。尽管面临以上诸般困难,从企业层面探讨生产网络性质和影响的研究也在不断涌现,参见 Carvalho et al(2016)、Oberfield(2018)、Bernard et al(2019b)等。

其次,探讨不完全市场和名义刚性环境中投入—产出网络对宏观政策的传导和影响。Christiano(2016)和 Pasten et al(2018a, 2018b)的研究已经表明,考虑生产网络结构后,通货膨胀的福利成本可能会增加,进而影响菲利普斯曲线的斜率,并改变货币政策的实际效果。这可能对最优货币政策的设计产生影响(Kikkawaa et al, 2018; Todorova, 2018)。探索生产网络对货币政策传导影响的理论和定量研究对于政策制定者而言尤为重要。

最后,目前文献主要关注生产网络对宏观波动的影响,较少有文献探究生产网络对经济增长和发展的影响。一些探索性研究,如 Ciccone(2002)、Jones(2011)和 Acemoglu & Azar(2017)都认为生产网络对于工业化和长期增长十分重要。近年来,一批学者试图把网络分析方法引入发展经济学领域,深化对国家间经济发展路径、贫富差距的理解。Hidalgo et al(2007)和 Hartmann et al(2017)以产品为节点、产品相似度为联接强度构建起产品空间网络模型,以测度经济体比较优势演化和产品结构升级路径,并用产品密度和经济复杂度解释国家间的发展路径差异和贫富差距。还有一些学

者注意到发展中国家普遍存在着要素错配的发展难题,试图从新的视角解释生产网络如何放大了要素错配对经济发展的影响(Bartelme & Gorodnichenko,2015;Munshi & Rosenzweig,2016)。

#### 参考文献:

- Acemoglu, D. et al(2012), “The network origins of aggregate fluctuations”, *Econometrica* 80(5):1977—2016.
- Acemoglu, D. et al(2016a), “Networks and the macroeconomy: An empirical exploration”, *NBER Macroeconomics Annual* 30(1):273—335.
- Acemoglu, D. et al(2016b), “Networks, shocks, and systemic risk”, in: Y. Bramoulle et al(eds), *The Oxford Handbook on the Economics of Networks*, Oxford University Press.
- Acemoglu, D. et al(2017), “Microeconomic origins of macroeconomic tail risks”, *American Economic Review* 107(1):54—108.
- Acemoglu, D. & P. D. Azar(2017), “Endogenous production networks”, NBER Working Paper, No. w24116.
- Alessandria, G. et al(2015), “Microeconomic uncertainty, international trade, and aggregate fluctuations”, *Journal of Monetary Economics* 69:20—38.
- Altinoglu, L. (2018), “The origins of aggregate fluctuations in a credit network economy”, FEDS Working Paper, No. 2018—031.
- Antràs, P. & D. Chor(2013), “Organizing the global value chain”, *Econometrica* 81(6):2127—2204.
- Arata, Y. (2018), “Bankruptcy propagation on a customer-supplier network: An empirical analysis in Japan”, RIETI Discussion Paper, No. 18—E—040.
- Atalay, E. (2017), “How important are sectoral shocks?”, *American Economic Journal: Macroeconomics* 9(4):254—280.
- Atalay, E. et al(2011), “Network structure of production”, *Proceedings of the National Academy of Sciences* 108(13):5199—5202.
- Atalay, E. et al(2018), “Accounting for the sources of macroeconomic tail risks”, *Economics Letters* 165: 65—69.
- Auer, R. et al(2017), “International inflation spillovers through input linkages”, *Review of Economics and Statistics*, forthcoming.
- Baqae, D. R. (2018), “Cascading failures in production networks”, *Econometrica* 86(5):1819—1838.
- Baqae, D. R. & E. Farhi(2018a), “The macroeconomic impact of microeconomic shocks: Beyond Hulten’s theorem”, NBER Working Paper, No. w23145.
- Baqae, D. R. & E. Farhi(2018b), “Productivity and misallocation in general equilibrium”, NBER Working Paper, No. w24007.
- Baqae, D. R. & E. Farhi(2018c), “Macroeconomics with heterogeneous agents and input-output networks”, NBER Working Paper, No. w24684.
- Barrot, J. & J. Sauvagnat(2016), “Input specificity and the propagation of idiosyncratic shocks in production networks”, *Quarterly Journal of Economics* 131(3):1543—1592.
- Bartelme, D. & Y. Gorodnichenko(2015), “Linkages and economic development”, NBER Working Paper, No. w21251.
- Baskaya, Y. S. (2017), “Capital flows and the international credit channel”, *Journal of International Economics* 108: S15—S22.
- Bauer, G. H. (2017), “International house price cycles, monetary policy and credit”, *Journal of International Money and Finance* 74:88—114.
- Bernard, A. B. et al(2019a), “The origins of firm heterogeneity: A production network approach”, NBER Working Paper, No. 25441.
- Bernard, A. B. et al(2019b), “Production networks, geography, and firm performance”, *Journal of Political Economy* 127(2):639—688.
- Bigio, S. & J. La’O(2017), “Distortions in production networks”, NBER Working Paper, No. 22212.
- Blochl, F. et al(2011), “Vertex centralities in input-output networks reveal the structure of modern economies”, *Physical Review E* 83:046127—1—8.
- Boehm, C. E. et al(2019), “Input linkages and the transmission of shocks: Firm-level evidence from the 2011 Tohoku Earthquake”, *Review of Economics and Statistics* 101(1):60—75.
- Born, A. & Z. Enders(2018), “Global banking, trade, and the international transmission of the Great Recession”,

- CESifo Working Paper, No. 6912.
- Bougheas, S. (2017), "Contagion in stable networks", CESifo Working Paper, No. 6682.
- Bramoullé, Y. et al (2016), *The Oxford Handbook of the Economics of Networks*, Oxford University Press.
- Caliendo, L. et al(2017), "The impact of regional and sectoral productivity changes on the US economy", *Review of Economic Studies* 85(4):2042–2096.
- Caliendo, L. et al(2018), "Distortions and the structure of the world economy", NBER Working Paper, No. 23332.
- Carvalho, V. M. (2010), "Aggregate fluctuations and the network structure of intersectoral trade", Universitat Pompeu Fabra Economics Working Paper, No. 1206.
- Carvalho, V. M. (2014), "From micro to macro via production networks", *Journal of Economic Perspectives* 28(4): 23–48.
- Carvalho, V. M. & M. Draca(2018), "Cascading innovation", Meeting Papers, No. 1322, Society for Economic Dynamics.
- Carvalho, V. M. & B. Grassi(2019), "Large firm dynamics and the business cycle", *American Economic Review* 109 (4): 1375–1425.
- Carvalho, V. M. & X. Gabaix(2013), "The great diversification and its undoing", *American Economic Review* 103 (5):1697–1727.
- Carvalho, V. M. et al(2016), "Supply chain disruptions: Evidence from the Great East Japan Earthquake", Becker-Friedman Institute, Working Paper 2017–01.
- Carvalho, V. M. & N. Voigtlander(2015), "Input diffusion and the evolution of production networks", NBER Working Paper, No. 20025.
- Chaney, T. (2014), "The network structure of international trade", *American Economic Review* 104(11):3600–3634.
- Christiano, L. J. (2016), "Comment on 'Networks and the macroeconomy: An empirical exploration'", *NBER Macroeconomics Annual* 30(1):346–373.
- Ciccone, A. (2002), "Input chains and industrialization", *Review of Economic Studies* 63(3):565–587.
- Cravino, J. & A. A. Levchenko(2017), "Multinational firms and international business cycle transmission", *Quarterly Journal of Economics* 132(2):921–962.
- Decker, R. A. et al(2016), "Market exposure and endogenous firm volatility over the business cycle", *American Economic Journal: Macroeconomics* 8(1):148–198.
- Demir, B. et al(2018), "Financial constraints and propagation of shocks in production networks", CEPR Working Paper, No. 201809.
- Devereux, M. B. et al(2017), "Production networks and international fiscal spillovers", ASSA Meeting Paper.
- Dupor, B. (1999), "Aggregation and irrelevance in multi-sector models", *Journal of Monetary Economics* 43(2):391–409.
- Durlauf, S. N. (1993), "Nonergodic economic growth", *Review of Economic Studies* 60(2):349–366.
- Fadinger, H. et al(2018), "Income differences, productivity and input-output networks", Vienna Economics Papers, No. 1510.
- Foerster, A. et al(2011), "Sectoral versus aggregate shocks: A structural factor analysis of industrial production", *Journal of Political Economy* 119(1):1–38.
- Foerster, A. & J. Choi(2017), "The changing input-output network structure of the US economy", *Review-Federal Reserve Bank of Kansas City* 102(2):23–49.
- Frohm, E. & V. Gunnella(2017), "Sectoral interlinkages in global value chains: Spillovers and network effects", ECB Working Paper, No. 2064.
- Gabaix, X. (2011), "The granular origins of aggregate fluctuations", *Econometrica* 79(3):733–772.
- Gabaix, X. (2016), "Comment on 'Networks and the macroeconomy: An empirical exploration'", *NBER Macroeconomics Annual* 30(1):336–345.
- Ghironi, F. (2018), "Macro needs micro", *Oxford Review of Economic Policy* 34(1–2):195–218.
- di Giovanni, J. & A. A. Levchenko(2010), "Putting the parts together: Trade, vertical linkages, and business cycle comovement", *American Economic Journal: Macroeconomics* 2(2):95–124.
- di Giovanni, J. et al(2014), "Firms, destinations, and aggregate fluctuations", *Econometrica* 82(4):1303–1340.

- di Giovanni, J. et al(2018), “The micro origins of international business-cycle comovement”, *American Economic Review* 108(1):82–108.
- Grassi, B. (2017), “IO in I-O: Size, industrial organization, and the input-output network make a firm structurally important”, Bocconi University Working Paper, No. 619.
- Hale, G. & M. Obstfeld(2016), “The Euro and the geography of international debt flows”, *Journal of the European Economic Association* 14(1):115–144.
- Hartmann, D. et al(2017), “Linking economic complexity, institutions, and income inequality”, *World Development* 93:75–93.
- Hempfung, A. et al(2018), “Combining the granular and network origins of aggregate fluctuations”, Working Paper, Universität Bamberg.
- Herskovic, B. (2018), “Networks in production: Asset pricing implications”, *Journal of Finance* 73(4):1785–1818.
- Hidalgo, C. A. et al(2007), “The product space conditions the development of nations”, *Science* 317(5837):482–487.
- Horvath, M. (1998), “Cyclicality and sectoral linkages: Aggregate fluctuations from independent sectoral shocks”, *Review of Economic Dynamics* 1(4):781–808.
- Horvath, M. (2000), “Sectoral shocks and aggregate fluctuations”, *Journal of Monetary Economics* 45(1):69–106.
- Hulten, C. R. (1978), “Growth accounting with intermediate input”, *Review of Economic Studies* 45(3):511–518.
- Huneus, F. (2018), “Production network dynamics and the propagation of shocks”, Working Paper, Princeton University.
- Jackson, M. O. & B. W. Rogers(2007), “Meeting strangers and friends of friends: How random are social networks?”, *American Economic Review* 97(3):890–915.
- Johnson, R. C. (2014), “Trade in intermediate inputs and business cycle comovement”, *American Economic Journal: Macroeconomics* 6(4):39–83.
- Jones, C. I. (2011), “Intermediate goods and weak links: A theory of economic development”, *American Economic Journal: Macroeconomics* 3(2):1–28.
- Jones, C. I. (2013), “Misallocation, economic growth, and input-output economics”, in: D. Acemoglu et al(eds), *Proceedings of Econometric Society World Congress*, Cambridge University Press.
- Jovanovic, B. (1987), “Micro shocks and aggregate risk”, *Quarterly Journal of Economics* 102(2):395–409.
- Joya, O. & E. Rougier(2019), “Do (all) sectoral shocks lead to aggregate volatility? Empirics from a production network perspective”, *European Economic Review* 113:77–107.
- Kikkawaa, A. K. et al(2018), “Imperfect competition and the transmission of shocks: The network matters”, Working Paper, University of Chicago.
- King, M. et al(2018), “Targeted carbon tax reforms”, SSRN Working Paper, No. 3120330.
- Long, J. B. & C. I. Plosser(1983), “Real business cycles”, *Journal of Political Economy* 91(1):39–69.
- Long, J. B. & C. I. Plosser(1987), “Sectoral vs. aggregate shocks in the business cycle”, *American Economic Review* 77(2):333–336.
- Leontief, W. W. (1941), *The Structure of American Economy, 1919–1929*, Harvard University Press.
- Ledenyov, V. & D. Ledenyov(2018), “Business cycles in economics”, SSRN Working Paper, No. 3134655.
- Lim, K. (2018), “Endogenous production networks and the business cycle”, Working Paper, University of Toronto.
- Liu, E. (2018), “Industrial policies in production networks”, SSRN Working Paper, No. 2962695.
- Lucas, R. E. (1977), “Understanding business cycles”, *Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy* 5(1):7–29.
- Luo, S. (2016), “Propagation of financial shocks in an input-output economy with trade and financial linkages of firms”, Working Paper, Columbia University.
- Magerman, G. et al(2017), “Heterogeneous firms and the micro origins of aggregate fluctuations”, NBB Working Paper, No. 312
- McNerney, J. et al(2013), “Network structure of inter-industry flows”, *Physica A: Statistical Mechanics and Its Applications* 392(24):6427–6441.
- Mumtaz, H. & F. Zanetti(2016), “The effect of labor and financial frictions on aggregate fluctuations”, *Macroeco-*

- conomic Dynamics* 20(1):313—341.
- Munshi, K. & M. Rosenzweig(2016), “Networks and misallocation: Insurance, migration, and the rural-urban wage gap”, *American Economic Review* 106(1):46—98.
- Naanwaab, C. & J. Antwi(2019), “International integration, trade, and the Great Recession”, *International Economic Journal* 33(1):128—148.
- Oberfield, E. (2018), “A theory of input-output architecture”, *Econometrica* 86(2):559—589.
- Ozdagli, A. & M. Weber(2017), “Monetary policy through production networks: Evidence from the stock market”, NBER Working Paper, No. 23424.
- Pasten, E. et al(2018a), “The propagation of monetary policy shocks in a heterogeneous production economy”, NBER Working Paper, No. 25303.
- Pasten, E. et al(2018b), “Price rigidities and the granular origins of aggregate fluctuations”, Chicago Booth Research Paper, No. 17—25.
- Reischer, M. (2018), “Finance-thy-neighbor: Trade credit origins of aggregate fluctuations”, Working Paper, University of Cambridge.
- Shea, J. (2002), “Complementarities and comovements”, *Journal of Money, Credit, and Banking* 34(2):412—433.
- Stella, A. (2015), “Firm dynamics and the origins of aggregate fluctuations”, *Journal of Economic Dynamics and Control* 55:71—88.
- Taschereau-Dumouchel, M. (2018), “Cascades and fluctuations in an economy with an endogenous production network”, SSRN Working Paper, No. 2910068.
- Tintelnot, F. et al(2018), “Trade and domestic production networks”, NBER Working Paper, No. w25120.
- Todorova, Z. (2018), “Network effects of monetary policy: Evidence from global value chains”, SSRN Working Paper, No. 3198527.
- van Vlokhoven, H. (2018), “Diffusion of ideas and network linkages”, SSRN Working Paper, No. 3295713.

### Research Progress on Microeconomic Sources of Macroeconomic Fluctuations from the Perspective of Production Networks

YE Chusheng REN Zhaoke  
(Wuhan University, Wuhan, China)

**Abstract:** Economists have paid more and more attention to the study of microeconomic sources of macroeconomic fluctuations. As the production network is a bridge between microeconomic shocks and macroeconomic fluctuations, this paper reviews the research progress in exploring the microeconomic sources of macroeconomic fluctuations from the perspective of production networks. We first discuss the transmission path of microeconomic shocks in the production network and its macroeconomic impact, and then explain the extension of models on macroeconomic fluctuation from the production network perspective by introducing the CES technology structure, market distortions, endogenous production network and other aspects. We also review the literature that empirically and quantitatively examines the impact of production networks on macroeconomic fluctuations at the industry and firm level. Finally, we discuss the problems to be solved in this field and propose directions for future research.

**Keywords:** Macroeconomic Fluctuations; Microeconomic Shocks; Production Networks; Input-output Relationship

(责任编辑:刘洪愧)

(校对:刘新波)