

制造业数字化能否提升企业全球价值链韧性

——基于“稳链强链延链”视角*

盛 斌 郝夏珍

内容提要:数字技术与实体经济的深度融合推动全球价值链(GVC)持续渗透和演化,重塑国际产业分工格局,加速GVC的分工演进,成为锻造GVC韧性的强劲动能。本文从“稳链强链延链”视角将GVC韧性定义为GVC的稳定性、安全性和持续时间,并以数实融合为切入点,实证检验了制造业数字化对企业GVC韧性的影响效果和作用机制。研究表明,制造业数字化会显著提升企业GVC稳定性、安全性和持续时间;制造业数字化通过创新驱动效应、成本节约效应、贸易环境改善效应与出口多元化效应增强企业GVC韧性,并且数字化还通过产业链关联对上下游行业产生“涟漪效应”,进而实现全产业链赋能提升GVC韧性;制造业数字化对企业GVC韧性的提升效果在不同技术复杂度、贸易方式与企业生命周期之间存在非对称效应。本文对于加快新一代数字技术与实体经济融合发展、实现GVC安全稳定具有重要意义。

关键词:制造业数字化 全球价值链韧性 产业链关联 生存分析

作者简介:盛 斌,南开大学经济学院教授,300071;

郝夏珍(通讯作者),南开大学经济学院博士研究生,300071。

中图分类号:F740 **文献标识码:**A **文章编号:**1002-8102(2025)06-0092-17

一、引 言

近年来,复杂多变的国际形势加速了全球价值链(Global Value Chain, GVC)重构,并且GVC的收缩重构和孤岛效应凸显出当下价值链分工体系的脆弱性和不稳定性,从而引发“卡链”“掉链”“断链”等风险(吕越等,2024)。中国作为全球生产网络的中心节点国家,拥有全球最完备且规模最大的出口供应链体系,同样面临着GVC收缩重构甚至脱钩断链的潜在风险。在此背景下,2019年中央财经委员会第五次会议指出要提升产业基础能力和产业链水平,2022年党的二十大报告

* 基金项目:国家自然科学基金应急管理项目“风险叠加背景下国际贸易新特征与理论框架”(BEY010132)。作者感谢匿名评审专家的宝贵意见,文责自负。郝夏珍电子邮箱:haoxiazhen_1129@163.com。

明确指出,要“着力提升产业链供应链韧性和安全水平”。可见,在新发展格局下提升产业链供应链韧性已经上升至国家战略层面。而GVC作为各种组织形态运行的基本要素,是构建产业链的重要基础,提升GVC韧性是保证产业链供应链安全稳定的关键所在。确保GVC循环畅通,关键在于提升应对外部冲击能力、聚焦薄弱短板环节、延长价值链持续时间,从而实现GVC的“稳链强链延链”。因此,打通供需梗阻、实现稳链强链延链进而提升GVC韧性,是当下和未来较长时间内推动供给侧结构性改革、建设贸易强国的重要任务。

与此同时,在新一轮科技革命和产业变革背景下,各国都将数字化作为国家间竞争的“新赛道”,全球制造业数字化、智能化、高效化浪潮加速升级,引发了世界范围内的生产力变革和GVC重构(Acemoglu和Restrepo,2022)。世界贸易组织数据显示,当前国际贸易中依托数字技术实现的服务和货物贸易比重分别为57.8%和12%,且世界贸易组织预测2021—2030年十年间,数字技术的广泛应用将推动全球贸易年增长率达到2%,可见“高创新、广渗透、强发展”的数字技术将深刻影响全球贸易格局。现有文献主要围绕数字经济或数字技术与GVC分工演进及风险应对等视角展开。一方面,数字技术的广泛应用不仅改变了产业链的创新分工协作体系,也通过产业链间的功能互补、成本节约与网络关联提升生产效率,加速GVC分工演进(文武等,2024);另一方面,数字技术应用促进技术吸收和科技成果转化,推动企业实现赶超式升级和跨越式发展,通过补齐短板、锻造长板实现GVC“稳链强链延链”,有效应对脱钩断链风险,提升GVC韧性(Chu等,2019)。然而当下有关数字化的相关研究多集中于企业内部,呈现出“孤岛化”“碎片化”现象,较少关注数字化的外部影响,尤其是数字化通过上下游产业链溢出效应对企业参与GVC行为的影响。在此背景下,一系列值得深入探讨的问题包括:制造业数字化作为企业实现高质量发展的新模式,是否会影响GVC韧性?其中的作用机制是什么?除了对企业内部的生产发展产生直接的推动作用外,能否通过数字化转型带来的外部溢出效应,对GVC韧性产生影响?制造业数字化赋能企业GVC韧性提升的作用效果是否会因企业异质性存在差异?这是本文尝试回答的问题。

本文运用OECD提供的国家间投入产出表(OECD Inter-Country Input-Output Tables, OECD-ICIOT)、中国海关进出口数据库和工业企业数据库的合并数据,在测算企业制造业数字化和GVC韧性指标基础上,深入探讨制造业数字化对企业GVC韧性的影响效果和作用机制,为数字经济发展背景下推动GVC实现“稳链强链延链”提供经验证据。本文有以下边际贡献。首先,指标测度上,实现了对制造业数字化和GVC韧性的精准测度。本文运用OECD-ICIOT和中国微观数据库,将贸易方式和行业异质性纳入增加值贸易核算框架,充分考虑数字要素投入的国家属性,分解国内和国外数字投入比重,全面测度制造业数字化指标;基于“稳链强链延链”视角,将GVC韧性定义为GVC稳定性、安全性和持续时间,并结合中国微观数据测度了GVC韧性指标,丰富了有关GVC韧性定义和测度方法的研究。其次,理论机制上,系统构建了制造业数字化影响GVC韧性的理论框架,将创新驱动、成本节约、贸易环境改善和出口多元化效应结合起来,深入探讨制造业数字化通过以上渠道影响企业GVC韧性的作用机制;并进一步引入产业链赋能视角,深入分析数字化如何通过提升产业链上下游系统效率增强企业应对外部冲击的能力。最后,研究视角上,整合与丰富了有关GVC韧性驱动因素的相关研究。以往文献主要从宏观层面考察GVC韧性提升的驱动因素,本文从微观企业出发,采用静态和动态双重视角,深入剖析了制造业数字化提升企业GVC韧性的作用路径,并构建完整的理论分析框架,实现了对GVC韧性分析框架的整合。

二、文献综述

与本文研究相关的文献主要分为三类,分别是制造业数字化的测度和经济效应、GVC韧性的概念和测度以及制造业数字化与GVC韧性的关系。

第一支文献是关于制造业数字化的测度和经济效应的研究。(1)在指标测度上,现有文献大多基于投入产出模型,运用直接或完全消耗系数测度制造业数字化(许宪春、张美慧,2020),但此类方法大多集中于宏观层面,袁凯华等(2023)将增加值贸易核算方法与微观计量结合,较为精准地测度了企业制造业数字化指标。(2)在经济效应上,现有研究主要集中于制造业数字化对技术进步(陶锋等,2023)、经济增长与绿色发展(Meijers,2014)、价值链分工与升级(文武等,2024)等的影响上。其中制造业数字化对GVC的影响主要集中于两方面,一方面是对双边贸易的影响,制造业数字化通过技术进步、规模扩张等渠道增加双边贸易往来,具体表现在提升出口规模(Brynjolfsson等,2019)、优化贸易结构(陈凤兰等,2022)、提升贸易竞争力(梁昊光、秦清华,2023)等;另一方面是对GVC分工演进的影响,表现为攀升GVC中高端环节(赵文涛、王岚,2024)、加速GVC竞争(何宇等,2021)、实现GVC“延链补链”(吕越等,2024),而现有研究较少涉及GVC韧性。

第二支文献是关于GVC韧性的概念和测度的相关研究。(1)在概念界定上,“韧性”一词最早来源于工程材料学,表示物理系统恢复至干扰发生之前的能力,Reggiani等(2002)首次将“韧性”引入经济学领域,用此概念表示经济系统面对内外冲击的不稳定性。大多文献将GVC韧性定义为GVC对可能出现的外部冲击迅速做出反应的动态能力,表现为通过调整适应恢复至冲击以前发展路径的修复能力,或者转向更优发展路径的创新性破坏力(Mostafiz等,2022)。(2)在指标测度上,相关文献主要从多维综合指标(Ambulkar等,2015)、GVC长度等方面(吕越等,2024)衡量GVC韧性。本文在已有研究的基础上,从“稳链强链延链”三个视角将企业GVC韧性定义为GVC稳定性、安全性和持续时间。

第三支文献是关于制造业数字化对GVC韧性的影响研究。现有文献主要从外部冲击(甄珍、王凤彬,2022)、数字经济(杨仁发、郑媛媛,2023)、智能设备进口(吕越等,2024)等方面考察GVC韧性的影响因素,有关制造业数字化与GVC韧性之间的研究较少。与本文较为相关的文献是数字技术或数字经济对GVC韧性、产业链供应链韧性的影响研究。在国家层面,杨仁发和郑媛媛(2023)运用GVC稳定性和安全性表征各国GVC韧性,指出数字经济能通过数字要素投入和数字平台建设降低GVC波动率并推动GVC多元化发展;在行业层面,陈晓东和杨晓霞(2022)指出数字化转型通过人力资本和创新机制提升产业链自主可控能力;在微观层面,吕越等(2024)运用中国工业企业和海关数据库,实证检验了人工智能设备进口对企业生产链长度的影响,指出人工智能设备进口通过“机器换人”“赋能于人”推动产业链“延链补链”。

已有文献主要存在以下不足之处:首先,现有文献主要从理论层面研究GVC韧性,较少的实证研究也是从国家和行业层面展开,缺少企业层面的证据;其次,尽管部分研究从数字化视角考察了提升产业链供应链韧性或GVC韧性的驱动因素,但缺乏对具体作用机制的系统论述,因此难以为中国企业应对价值链系统性风险,构建自主可控的产业链供应链体系提供有益的经验证据;最后,有关数字化经济效应的研究主要集中于技术创新、产业结构、高质量发展、贸易规模等方面,较少文献从数字经济与实体经济深度融合视角考察制造业数字化对企业GVC韧性的影响效果。

三、理论分析与研究假说

(一)制造业数字化、创新驱动与企业 GVC 韧性

创新活动是企业提升竞争力和应对市场风险的关键。然而创新周期长、投入高、风险大等特点是企业开展创新活动的重要障碍,制造业数字化可以帮助企业克服以上障碍,提高企业的创新水平。一方面,数字技术在制造业领域广泛应用拓展了行业内生产可能性边界,同时也延伸了创新可能性边界,有助于缩短企业研发周期,推动企业内部研发效率和创新能力提升;另一方面,制造业数字化提升了企业整合外部创新资源和链接外部环境的能力,推动产业链创新协调,助力企业突破研发瓶颈(Meijers, 2014)。

与此同时,技术创新能力是企业应对外来风险冲击,提升 GVC 韧性的重要驱动力。首先,企业创新水平提升推动其在生产中引入大数据、物联网和人工智能等灵活的生产系统,高效获取市场、客户和供应商的信息,精准预判外部需求波动并调整生产计划,降低外部环境变化对生产经营的不利影响,平抑价值链波动程度提升 GVC 稳定性(Goldfarb 和 Tucker, 2019)。其次,创新水平提升助力企业突破关键技术瓶颈,掌控技术含量和附加值更高的生产环节,降低对低端环节或外部供应商的依赖,提高企业在全局市场的竞争力和议价能力,增强 GVC 安全性(陶锋等, 2023)。最后,企业创新水平提升推动实现持续的技术进步和产品迭代,增强企业长期竞争力。随着技术和产品的不断更新,企业能够跟上市场需求的变化,降低企业因技术落后或产品过时导致的市场退出风险(吕越等, 2017)。基于此,本文提出研究假说 1。

假说 1:制造业数字化通过创新驱动效应提升企业 GVC 韧性。

(二)制造业数字化、成本节约与企业 GVC 韧性

制造业数字化提升了企业的生产效率和运营效率,有利于降低边际成本。一方面,制造业数字化将数据作为一种特殊的“资本”投入企业生产中,并通过优化生产流程和提高生产效率,降低企业的生产成本;另一方面,企业凭借数字技术挖掘市场潜在信息,实现生产流程的柔性化和精细化,降低供需双方的沟通成本和交易成本(Goldfarb 和 Tucker, 2019)。

此外,企业综合成本的降低能显著增强其应对外部风险的能力,进而提升 GVC 韧性。首先,企业成本节约促使其在价格竞争中占据更大优势。一方面,当市场需求发生波动时,企业仍能以较低的成本维持生产,确保产品定价具有竞争力,从而维持市场份额;另一方面,在外部环境波动时,低成本助力企业优化资源配置,提升生产效率,在面对可能出现的“断链”风险时稳定出口市场,提升 GVC 稳定性(杨仁发、郑媛媛, 2023)。其次,信息搜寻成本等相关成本的降低助力企业打破信息孤岛,推动供求信息精准匹配产生规模经济效应,同时企业综合成本降低,促使其将剩余的资源投入产品研发和核心能力的提升中,减少对外部供应商的依赖,增强 GVC 安全性(Lendle 等, 2016)。最后,成本节约使企业能够更有效地控制生产周期和生产量,减少不必要的库存积压和资源浪费,保障其长期参与全球市场,同时低成本降低企业因财务困难或成本过高而退出市场的风险,进而延长其在 GVC 中的参与时间(王开阳等, 2024)。基于此,本文提出研究假说 2。

假说 2:制造业数字化通过成本节约效应提升企业 GVC 韧性。

(三)制造业数字化、贸易环境改善与企业 GVC 韧性

制造业数字化能够降低企业面临的贸易不确定性,改善贸易环境。一方面,数字化赋能企业

以低成本、高效率的方式搜集贸易对象国的信息,使企业更精准识别和进入低不确定性市场;另一方面,数字化技术提升供应链透明度和管理能力,帮助企业实时监测物流和生产动态,更灵活地应对贸易政策波动与供应链中断风险,从而进一步推动企业在全球范围内建立更加稳定和可持续的贸易合作(张鹏杨等,2023)。

全球贸易环境的改善为企业提升GVC韧性提供了强有力的保障。首先,贸易环境改善,企业在制定市场进入、供应链管理等长期战略时,可以基于更加稳定的贸易环境进行规划,减少因政策波动而导致的潜在风险,从而提升企业GVC稳定性(唐晓华、李茹,2024)。其次,一方面,贸易环境改善助力企业高效识别和进入多个市场,从而避免过度依赖单一市场,扩大其参与GVC的范围和层级,提升GVC安全性;另一方面,稳定的贸易关系有助于企业获取国外先进技术的支持,助力企业突破关键技术限制,缩小与其他国家的差距,提升GVC安全性(张鹏杨等,2023)。最后,稳定的贸易环境助力企业不同国家和地区建立长期稳定的供应链和销售网络,优化跨国供应链布局,并通过长期稳定的合作关系来保障资源获取和技术支持,从而延长其参与GVC的时间(孙楚仁等,2023)。基于此,本文提出研究假说3。

假说3:制造业数字化通过贸易环境改善效应提升企业GVC韧性。

(四)制造业数字化、出口多元化与企业GVC韧性

制造业数字化有利于企业拓展出口市场范围,提升出口多元化水平。数字化赋能企业,以信息技术为底层支撑,在供给和需求端建立高效的信息沟通机制,使企业能够通过数字技术高效率、低成本收集全球市场供需动态和政策环境等信息,缓解交易市场中的信息不对称。这种信息优势有助于企业识别全球市场上更多的潜在机会,并高效地实现市场和产品的多元化布局,从而降低依赖单一市场或单一产品的风险。

企业出口多元化水平提升显著增强其出口能力,并促使企业在面临外部冲击时,通过多样化的市场和产品分布提升GVC韧性。首先,多元化的市场和产品布局显著降低企业对单一市场和产品的依赖,这不仅有助于减少单一市场或产品波动带来的风险,还可以在多个市场之间分散需求波动,提升GVC稳定性(刘文革等,2024)。其次,出口多元化助力企业从不同国家或者产品生产中获得创新资源,增强生产能力和技术优势,进而提高GVC安全性(赵文涛、王岚,2024)。最后,多元化的市场和产品布局显著延长了企业GVC持续时间。一方面,多元化的市场布局为企业提供了更多的需求来源,避免了由于单一市场需求减少导致的生存危机;另一方面,多样化的产品组合增强了企业全球市场中的适应能力,降低因产品生命周期结束而退出市场的可能性(李宏兵等,2021)。基于此,本文提出研究假说4。

假说4:制造业数字化通过出口多元化效应提升企业GVC韧性。

四、计量模型、变量与数据说明

(一)计量模型设定

基于以上理论机制和研究假说,首先,本文借鉴梁昊光和秦清华(2023)的研究,构建以下计量模型分析制造业数字化对企业GVC稳定性和安全性的影响:

$$gvc_res_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 digital_{it} + \delta control_{it} + \mu_i + \mu_j + \mu_t + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

其中, i 、 j 和 t 分别表示企业、行业 and 年份; gvc_res 为企业GVC的稳定性和安全性; $digital$ 为制造业

数字化指标; $control$ 为一系列控制变量; μ_i 、 μ_j 和 μ_t 分别表示个体、行业和时间固定效应; ε_{it} 表示随机扰动项。本文使用企业层面的聚类稳健标准误。

其次,本文基于 GVC 动态理论,将“延链”界定为企业通过长期参与 GVC 积累知识、技术和市场资源,逐步向高附加值环节延伸的动态升级过程。为捕捉这一动态能力,参照吕越等(2017)的方法,采用生存分析模型测度企业参与 GVC 的持续时间,表示“延链”视角下企业 GVC 韧性。本文构建的离散时间 Cloglog 生存模型表示为:

$$F(h_{it}) = \text{Cloglog}(1 - h_{it}) = \beta_0 + \beta_1 \text{digital}_{it} + \delta \text{control}_{it} + h_{0t} + \mu_j + \mu_t + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

其中, h_{it} 表示 t 时期 i 企业参与 GVC 面临的风险率水平; $F(h_{it})$ 为对应的离散时间风险函数; h_{0t} 为基准风险率; 其余各变量与上述模型定义相同。

(二)核心指标构建与变量定义

1.被解释变量:企业 GVC 韧性

本文借鉴苏丹妮等(2020)、杨仁发和郑媛媛(2023)、吕越等(2017)的方法,从“稳链”“强链”“延链”三个视角将 GVC 韧性定义为稳定性、安全性和持续时间。具体测度过程如下。第一步,参考苏丹妮等(2020)的研究,测算企业层面 GVC 上游度指标。^①第二步,首先,借鉴杨仁发和郑媛媛(2023)的方法,基于企业 GVC 上游度测算 GVC 稳定性和安全性,从“稳链强链”视角测度企业 GVC 韧性;其次,借鉴吕越等(2017)的方法,运用生存分析模型测算企业 GVC 持续时间,从“延链”视角衡量企业 GVC 韧性。具体衡量方法如下。

(1)GVC 稳定性。采用 GVC 上游度的波动率衡量 GVC 稳定性,计算公式为:

$$up_l_{it} = up_{it} - \overline{up_t} \quad (3)$$

$$vol_up_{it} = \sqrt{\frac{1}{T-1} \sum_{t=1}^T (up_l_{it} - \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T up_l_{it})^2} \quad (4)$$

其中, up_{it} 为 i 企业 t 年的 GVC 上游度指标; up_l_{it} 为剔除系统性风险后的 GVC 上游度; $\overline{up_t}$ 为所有企业 GVC 平均上游度; T 为观测窗口期,本文以 3 年为移动窗口期; vol_up_{it} 为 i 企业 t 年的 GVC 稳定性,该值越大表明 GVC 上游度的波动率越高,稳定性越差。

(2)GVC 安全性。侧重于考察企业参与 GVC 分工体系的机会平等和分工多样,用 GVC 上游度的差距衡量 GVC 安全性,测算公式为:

$$gap_up_{it} = \max(up_{jt}) - up_{it} \quad (5)$$

其中, $\max(up_{jt})$ 为 i 企业所在 j 行业 t 年 GVC 上游度的最大值; gap_up_{it} 为企业 GVC 上游度的差距,该值越小表明企业 GVC 上游度差距越小, GVC 安全性越好。

(3)GVC 持续时间。侧重于考察企业参与国际分工的动态生存能力,主要运用生存分析模型测算企业 GVC 持续时间。将企业参与 GVC 的持续时间定义为企业成为 GVC 企业(GVC 指标不为 0)到再次转变为非 GVC 企业(GVC 指标为 0)所经历的时间。

2.解释变量:制造业数字化

本文借鉴高翔和袁凯华(2020)、袁凯华等(2023)的研究,运用贸易增加值核算法测算中国制

① 因篇幅所限,详细测算见线上附录。

制造业数字化指标:

(1)数字行业的划分。本文基于OECD发布的2021年版OECD-ICIOIOT的行业分类和国家统计局公布的《数字经济及其核心产业统计分类(2021)》,从OECD-ICIOIOT中筛选出与数字经济相关的行业作为制造业数字化的来源行业,主要分为数字基础设施、数字技术应用和数字要素驱动三个产业大类。^①其中,D45T47和D58T60行业中仅有部分内容归属于数字经济行业,因此借鉴张晴和于津平(2020)的方法,引入行业数字经济调整系数将非数字部分予以剔除。

(2)制造业行业层面数字化指标测度。不同于大多数文献采用的WIOD投入产出数据,本文选用有效区分中国一般和加工贸易方式的OECD-ICIOIOT测度行业层面制造业数字化指标。首先,定义向量V为增加值(VA)占总产出(X)的份额,即:

$$V = VA/X \quad (6)$$

进一步将产出向量表示为:

$$X = AX + Y = (I - A)^{-1}Y = BY \quad (7)$$

其中,A为中间投入系数矩阵,B=(I-A)⁻¹为里昂惕夫逆矩阵,Y为最终需求列向量。

据此,可得出出口增加值矩阵为:

$$VBY = V \times B \times Y \quad (8)$$

其次,为了分析出口贸易中的增加值来源,参照高翔和袁凯华(2020)的研究,将式(8)中的最终需求矩阵Y替换为出口需求矩阵E。

最后,对出口增加值矩阵进行列向加总可以追踪各国各行业出口增加值中的价值来源。记 M_{cj} 为c国j行业的出口增加值, Ω_1 为VBE矩阵中纵向上包含所有国家所有数字行业的行数字集合, Ω_2 为VBE矩阵中纵向上包含c国的行数字集合, Ω 为VBE矩阵中所有国家所有行业的数字集合,即 M_{cj} 可以分解为:

$$\begin{aligned} M_{cj} &= \underbrace{\sum_{k \in \Omega_2} VBE_{k, [(c-1) \times 45 + j]}}_{\text{国内增加值}} + \underbrace{\sum_{k \in C_n^{\Omega_2}} VBE_{k, [(c-1) \times 45 + j]}}_{\text{国外增加值}} = \underbrace{\sum_{k \in \Omega_1} VBE_{k, [(c-1) \times 45 + j]}}_{\text{数字行业增加值}} + \underbrace{\sum_{k \in C_n^{\Omega_1}} VBE_{k, [(c-1) \times 45 + j]}}_{\text{非数字行业增加值}} \\ &= \underbrace{\sum_{k \in \Omega_1 \cap \Omega_2} VBE_{k, [(c-1) \times 45 + j]}}_{\text{国内数字行业增加值}} + \underbrace{\sum_{k \in \Omega_1 \cap C_n^{\Omega_2}} VBE_{k, [(c-1) \times 45 + j]}}_{\text{国外数字行业增加值}} + \underbrace{\sum_{k \in C_n^{\Omega_1} \cap \Omega_2} VBE_{k, [(c-1) \times 45 + j]}}_{\text{国内非数字行业增加值}} + \underbrace{\sum_{k \in C_n^{\Omega_1} \cap C_n^{\Omega_2}} VBE_{k, [(c-1) \times 45 + j]}}_{\text{国外非数字行业增加值}} \end{aligned} \quad (9)$$

进一步可得出c国j行业的国内数字化率(Dig_DVAR)、国外数字化率(Dig_FVAR)、国内增加值率($DVAR$)和国外增加值率($FVAR$),分别表示为:

$$Dig_DVAR_{cj} = \sum_{k \in \Omega_1 \cap \Omega_2} VBE_{k, [(c-1) \times 45 + j]} / M_{cj} \quad (10)$$

$$Dig_FVAR_{cj} = \sum_{k \in \Omega_1 \cap C_n^{\Omega_2}} VBE_{k, [(c-1) \times 45 + j]} / M_{cj} \quad (11)$$

^① 数字基础设施包括D26计算机、电子和光学设备行业,D45T47批发和零售行业;数字技术应用包括D61电信行业、D62T63信息技术和其他信息服务行业;数字要素驱动包括D58T60出版、视听和广播行业。

$$DVAR_{cj} = \sum_{k \in \Omega_2} VBE_{k, [(c-1) \times 45 + j]} / M_{cj} \quad (12)$$

$$FVAR_{cj} = \sum_{k \in \Omega_2} VBE_{k, [(c-1) \times 45 + j]} / M_{cj} \quad (13)$$

(3)企业层面制造业数字化指标测度。由于OECD-ICIOT缺少贸易方式和所有制类型的信息,进一步借鉴中国海关数据库进行拓展。本文将企业进出口产品匹配到ISIC Rev.4行业层面,按照企业进出口产品所在的行业贸易额占比,加权测算企业层面数字化指标:

$$digital_DV_{it} = E_{jt} \times \frac{Dig_DVAR^p}{DVAR^p} + (1 - E_{jt}) \times \frac{Dig_DVAR^o}{DVAR^o} \quad (14)$$

$$digital_FV_{it} = E_{jt} \times \frac{Dig_FVAR^p}{FVAR^p} + (1 - E_{jt}) \times \frac{Dig_FVAR^o}{FVAR^o} \quad (15)$$

$$digital_{it} = digital_DV_{it} + digital_FV_{it} \quad (16)$$

其中, $digital_DV_{it}$ 、 $digital_FV_{it}$ 和 $digital_{it}$ 分别表示*i*企业*t*年的国内数字化、国外数字化与数字化总体水平; E_{jt} 和 $1 - E_{jt}$ 分别表示企业所在行业的加工贸易和一般贸易份额。

3.控制变量

本文选取如下控制变量:①企业规模(*size*),采用企业员工总数的对数形式表示;②融资约束(*fincon*),采用利息支出除以固定资产度量;③企业销售产值(*sale*),采用工业销售额除以营业收入度量;④企业年龄(*age*),采用当期年份减去成立年份加1再取对数度量;⑤资产负债率(*asslia*),采用负债除以资产度量;⑥管理水平(*manage*),采用主营业务收入除以资产总计度量;⑦劳动生产率(*labor*),采用工业总产值除以从业人数度量;⑧行业集中度(*HHI*),采用赫芬达尔指数度量。

(三)数据来源

本文主要使用的数据库包括:一是2021年版的2000—2018年OECD-ICIOT,用于测算区分加工和一般贸易方式的行业层面数字化指标;二是2000—2016年中国海关数据库,用于测算企业层面GVC上游度和数字化指标;三是2000—2015年中国工业企业数据库,用于本文相关控制变量的测度;四是2000—2018年《中国统计年鉴》和《中国工业统计年鉴》,用于行业层面稳健性检验。本文主回归的样本数据时间区间为2002—2015年,^①在行业层面稳健性检验中将数据更新至2018年。

五、基准回归结果

(一)基准回归

表1汇报了制造业数字化对企业GVC韧性的影响效果。从第(1)、(4)列可知,制造业数字化的估计系数在1%的水平下显著为负,表明数字化水平提升有助于企业综合利用数字技术提升应对外部冲击的能力,增强GVC稳定性;从第(2)、(5)列可知,制造业数字化的估计系数显著为负,表明制造业数字化水平提升为企业提供了参与全球分工协作的机会,助力其获取多样化的中间品

① 由于本文以3年为一个观测时期滚动计算GVC的波动程度,故此处缺少2000年和2001年的数据。

来源和技术外溢,提升企业综合竞争力,攀升GVC中高端环节,降低与贸易强国的差距,提升GVC安全性;从第(3)、(6)列可知,制造业数字化显著降低企业退出GVC的风险概率,相对延长企业参与GVC的持续时间。

表1 基准回归结果

变量	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	稳定性	安全性	持续时间	稳定性	安全性	持续时间
<i>digital</i>	-0.0133*** (0.003)	-0.0495*** (0.007)	-0.2643*** (0.014)	-0.0124*** (0.003)	-0.0459*** (0.007)	-0.2438*** (0.013)
控制变量	否	否	否	是	是	是
个体固定效应	是	是	否	是	是	否
行业/时间固定效应	是	是	是	是	是	是
观测值	177046	177046	120778	177046	177046	120778
R ²	0.0073	0.0235		0.0087	0.0267	

注:***、**和*分别表示在1%、5%和10%的水平下显著;括号内的值为标准误。下同。

(二)内生性检验^①

(1)考虑到不可观测的遗漏变量与可能存在的逆向因果关系,本文构建工具变量并进行两阶段最小二乘回归。首先,借鉴梁昊光和秦清华(2023)的研究,选择日本制造业数字化指标作为中国制造业数字化的工具变量。从相关性来看,中日两国地理位置邻近,且均为世界经济发展大国,故两国之间的数字化发展趋势以及为推动数字化转型采取的政策措施可能会彼此影响,故满足相关性条件;从外生性来看,日本制造业数字化水平对中国企业GVC韧性的影响微乎其微,工具变量与基准回归模型的误差项不相关,故满足外生性条件。其次,借鉴杨汝岱等(2023)的研究,采用份额移动法构建工具变量,该方法主要基于分析变量的初始份额和总体增长率构建满足相关性和外生性的工具变量,该工具变量与解释变量相关的同时,与其他残差项不相关,故满足相关性和外生性条件。结果显示制造业数字化的估计系数均显著为负,表明在运用工具变量解决部分内生性问题后,前文结论仍然成立。(2)企业GVC会受到是否参与出口的影响,因此进一步采用Heckman两步法处理基准回归模型中可能存在的样本选择偏误问题。结果显示,制造业数字化的回归结果仍然显著为负,表明在考虑了潜在的样本选择偏误问题后,本文的核心结论仍然成立。

(三)异质性分析

1.分技术水平和贸易方式

考虑到由于技术复杂度与贸易方式带来的企业异质性可能导致制造业数字化对企业GVC韧性的影响产生差异,本文构建以下模型检验制造业数字化的非对称影响:

$$gvc_res_{it} = \kappa_0 + \kappa_1 digital_{it} + \kappa_2 Z_{it} \times digital_{it} + \kappa_3 Z_{it} + \delta control_{it} + \mu_i + \gamma_j + \lambda_t + \varepsilon_{it} \quad (17)$$

其中, Z_{it} 表示区分企业技术复杂度与贸易方式异质性特征的虚拟变量,本部分主要关注系数 κ_2 ,该系数反映了制造业数字化在不同异质性企业视角下的差异。

本文在剔除初级产品和资源型产品后,将出口产品中高技术水平的企业定义为 $Z=1$,其余产品

^① 因篇幅所限,内生性检验结果见线上附录。

定义为 $Z=0$ 。由表2第(1)~(3)列可知,高技术水平企业 GVC 韧性在数字化驱动下显著提升,而低技术水平企业的改善效果较为有限。对此可能的解释是:出口高技术复杂度产品的企业能在数字化技术的驱动下优化供应链管理,有效减少信息不对称,降低 GVC 波动率,且这些企业能够突破关键技术壁垒,强化技术竞争力和市场适应能力,提升 GVC 安全性。此外,数字化投入带来知识溢出效应,相对延长高技术水平企业参与 GVC 的持续时间。

本文将一般贸易企业定义为 $Z=1$,加工贸易企业定义为 $Z=0$ 。由表2第(4)~(6)列可知,与加工贸易相比,一般贸易企业能够通过数字化提升 GVC 韧性。对此可能的解释是:一般贸易企业生产产品种类丰富且技术含量较高,数字化能帮助此类企业突破时空限制,优化供应链管理,并减少由外部冲击带来的波动率。同时通过数字化技术,此类企业提升技术创新水平,逐步进入高附加值的生产环节,增强其在 GVC 中的安全性。此外,数字化促进企业产品多元化和生产方式优化,从而延长了企业在 GVC 中的参与时间和生存能力。

表 2 异质性检验						
变量	区分技术复杂度			区分贸易方式		
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	稳定性	安全性	持续时间	稳定性	安全性	持续时间
<i>digital</i>	0.0018 (0.003)	-0.0222*** (0.008)	-0.1770*** (0.018)	-0.0064** (0.003)	-0.0379*** (0.007)	-0.1870*** (0.013)
$Z \times digital$	-0.2744*** (0.045)	-0.4553*** (0.112)	-1.0522*** (0.233)	-0.0463*** (0.007)	-0.0687*** (0.017)	-0.1896*** (0.026)
Z	-0.0177* (0.010)	-0.0748*** (0.023)	-0.0866*** (0.028)	0.0204*** (0.007)	0.0147 (0.018)	0.1571*** (0.025)
控制变量	是	是	是	是	是	是
个体固定效应	是	是	否	是	是	否
行业/时间固定效应	是	是	是	是	是	是
观测值	177046	177046	120778	177046	177046	120778
R^2	0.0091	0.0271		0.0091	0.0269	

2.分企业生命周期

企业的发展是多维因素共同驱动实现的,因此企业发展阶段下不同推动其 GVC 韧性提升的因素可能存在差异,而制造业数字化作为众多影响因素之一,其对 GVC 韧性的作用效果可能呈现非对称性。本文按照企业年龄将企业生命周期划分为初创期、成长期、成熟期和衰退期四个阶段,并利用分组回归和面板分位数回归分别考察制造业数字化影响 GVC 韧性的平均效应和边际效应。

基于分组回归的平均效应回归结果如表3所示。从中可知,制造业数字化对成长期和成熟期企业 GVC 稳定性和安全性的提升效果较大且显著为负,而在初创期和衰退期企业进行数字化转型对 GVC 韧性的影响相对较小。其中可能的原因是:相较于初创期和衰退期的企业,处于成长期和成熟期的企业拥有更高的风险承担能力、更大的规模扩张动力和研发创新基础,因此此类企业能高效利用数字化转型带来的新知识和新技术,并有效规避参与 GVC 进程中可能产生的风险,提升 GVC 韧性。

表3 分企业生命周期

Panel A: 稳定性和安全性

变量	稳定性				安全性			
	初创期	成长期	成熟期	衰退期	初创期	成长期	成熟期	衰退期
<i>digital</i>	-0.0098** (0.004)	-0.0215*** (0.006)	-0.0142*** (0.005)	-0.0103 (0.007)	-0.0393*** (0.010)	-0.0476*** (0.015)	-0.0508*** (0.012)	-0.0407** (0.017)
控制变量	是	是	是	是	是	是	是	是
个体/行业/ 时间固定效应	是	是	是	是	是	是	是	是
观测值	69589	40233	41925	25299	69589	40233	41925	25299
R ²	0.0077	0.0095	0.0106	0.0186	0.0270	0.0265	0.0275	0.0385

Panel B: 持续时间

变量	持续时间			
	初创期	成长期	成熟期	衰退期
<i>digital</i>	-0.2177*** (0.019)	-0.2368*** (0.025)	-0.2793*** (0.026)	-0.2760*** (0.034)
控制变量	是	是	是	是
行业/时间固定 效应	是	是	是	是
观测值	54938	26661	25254	13925

基于面板分位数回归的结果显示在企业不同发展阶段,制造业数字化对企业GVC韧性的边际效应不同。^①首先,制造业数字化对GVC稳定性的边际效应始终为负,且呈现“V形”演化特征,表明在企业不同发展阶段,制造业数字化对GVC稳定性的边际影响经历了先上升后下降的趋势。可能的原因是:在企业不断发展的初期和中期阶段,数字化转型提升信息搜寻能力,助推企业寻找到低不确定性贸易对象国,逐步提升企业应对外部风险的能力,GVC稳定性的边际效应呈递增趋势,而在企业发展的后期,数字化转型难以解决企业贸易往来中复杂的贸易壁垒,尤其是地缘政治风险带来的外部冲击,其对GVC稳定性的提升作用有所下降。其次,制造业数字化对GVC安全性的边际效应也始终为负,且同样呈现“V形”演化特征,表明制造业数字化对企业GVC安全性的边际效应经历了递增一再递减的过程。在企业发展的初期和中期阶段,数字化投入使搜寻成本降低、技术水平提升以及产业链关联效应逐渐凸显,制造业数字化提升GVC安全性的边际效应递增,而在企业发展到后期阶段,会进入技术创新和生产要素投入的瓶颈期,且数字化生产方式的运用引致的复杂问题不断凸显,企业整体的发展后劲不足,其对GVC安全性的边际效应有所下降。

(四)稳健性检验^②

为验证核心结论的稳健性,本文进行了如下检验。(1)运用GVC分工地位重新测度GVC韧性;(2)运用WIOD投入产出表重新测度制造业数字化指标;(3)运用2000—2018年行业层面数据对基准模型进行再检验,行业层面GVC指标来自对外经济贸易大学全球价值链研究院(UIBE GVC Index),行业层面控制变量来自《中国统计年鉴》和《中国工业统计年鉴》;(4)考虑中国工业企业数据库对规模企业的筛选标准的变化,仅保留主营业务收入超过2000万元的样本企业进行再回归;

① 因篇幅所限,面板分位数结果见线上附录。

② 因篇幅所限,稳健性检验结果见线上附录。

(5)进一步引入省份和年份固定效应的交互项、行业和年份固定效应的交互项,旨在控制地区和行业层面不可观测的因素,例如地方政策、行业发展趋势以及市场变化等。以上稳健性检验结果均表明,本文的核心结论仍然成立。

六、进一步分析

(一)制造业数字化对企业GVC韧性的作用机制

本文借鉴江艇(2022)的方法构建如下机制检验模型考察制造业数字化对GVC韧性的影响路径,其中*mechanism*为本文的机制变量:

$$mechanism_{it} = \beta_0 + \beta_1 digital_{it} + \delta control_{it} + \mu_i + \gamma_j + \lambda_t + \varepsilon_{it} \tag{18}$$

1.创新驱动效应

为了验证研究假说1,一方面,本文以企业发明专利授权数量的对数形式衡量企业技术创新水平,数据来源于中国企业专利数据库;另一方面,本文借鉴毛其淋和谢汇丰(2023)的方法测算企业全要素生产率衡量企业创新水平,回归结果见表4第(1)、(2)列,可知制造业数字化的回归系数显著为正,表明数字化投入显著提升了企业的技术创新水平,并进一步增强GVC韧性。首先,制造业数字化水平提升助力企业突破技术壁垒,有效应对外部冲击提升GVC稳定性;其次,通过竞争效应倒逼企业开展技术创新提升企业综合实力,攀升GVC中高端环节,提升GVC安全性;最后,创新水平提升优化了企业创新资源的分配方式,形成持续的技术优势,进一步提升GVC可持续性。验证了前文提出的研究假说1。

表4 机制检验

变量	创新驱动		成本节约		贸易环境		出口多元化	
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
	专利	生产率	成本费用	中间品进口	经济不确定性	贸易不确定性	市场多元化	产品多元化
<i>digital</i>	0.0105** (0.005)	0.0038* (0.002)	-0.0014*** (0.000)	-0.0512*** (0.003)	-0.0084*** (0.002)	-0.0057** (0.003)	0.0137*** (0.001)	0.0039*** (0.001)
控制变量	是	是	是	是	是	是	是	是
个体/行业/ 时间固定效应	是	是	是	是	是	是	是	是
观测值	32943	40545	177046	177046	161053	161053	177046	177046
R ²	0.1414	0.0359	0.3238	0.1220	0.1102	0.2471	0.0914	0.0123

2.成本节约效应

为了验证研究假说2,一方面,本文选用销售费用、管理费用与财务费用总和并利用企业总产值消除规模效应的指标作为企业综合成本的代理变量;另一方面,采用中间品进口总额与总产值之比作为衡量企业成本节约的指标。回归结果见表4第(3)、(4)列,可知制造业数字化的估计系数显著为负,表明数字化投入显著降低了企业面临的成本限制。制造业数字化通过数据要素投入优化生产流程降低生产经营过程中的各类成本限制,并预判价值链参与过程中的各类风险,增强企业应对外来冲击的能力,提升GVC稳定性,并且成本降低通过规模经济和范围经济的乘数效应,

提升企业在 GVC 中的核心竞争力,增强 GVC 安全性。此外,数字化降低了企业固定和可变成本,使企业能够长期维持较高的生产效率和竞争力,相对延长其在 GVC 中的参与时间,并形成持久的供应链合作关系。验证了前文提出的研究假说 2。

3. 贸易环境改善效应

为了验证研究假说 3,本文采用世界不确定性指数(World Uncertainty Index, WUI)数据库统计的世界不确定性指数和世界贸易不确定性指数作为代理变量,对企业贸易对象国面临的两类不确定性指数分别加权加总,得到企业层面不确定性指数作为贸易环境的代理变量。回归结果见表 4 第(5)、(6)列,可知制造业数字化的回归系数显著为负,表明数字化显著降低了企业面临的不确定性和贸易不确定性。制造业数字化水平提升会助力企业寻求更低不确定性贸易对象国,降低企业参与 GVC 过程中可能面临的不确定性风险,进而提升企业应对外部冲击的能力;与低不确定性贸易国建立往来联系,为国内企业生产创新提供安全稳定的环境,且稳定的贸易联系有助于企业获取国外先进的技术支持,助力企业突破关键技术限制,提升 GVC 安全性;稳定的贸易环境使企业能够在更低风险的国际市场中持续开展业务活动,延长企业在 GVC 中的参与时间。验证了前文提出的研究假说 3。

4. 出口多元化效应

为了验证研究假说 4,本文采用赫芬达尔指数构建企业出口市场和产品层面的多元化指标,数值越大表明企业出口多元化水平越高。回归结果见表 4 第(7)、(8)列,可知制造业数字化的系数显著为正,表明数字化显著提升了企业出口多元化水平。同时制造业数字化能改善企业贸易结构,与多个贸易伙伴建立长期往来联系,分散 GVC 风险,提升 GVC 稳定性,其出口多元化水平提升有利于企业获取多类型高质量的创新资源,倒逼企业提升产品质量,增强 GVC 安全性。此外,出口多元化提供给企业更多长期合作机会,降低退出 GVC 的可能性,从而延长企业参与 GVC 的持续时间。验证了前文提出的研究假说 4。

(二) 基于产业链关联的补充性检验

在前文的研究中,本文已从多个方面探讨了制造业数字化对企业 GVC 韧性的作用机制,然而在企业数字化转型过程中,产业链上下游各环节联系逐步加强,产业链中任意环节的数字化均能通过产业链关联对上下游行业产生“涟漪效应”,进而实现全产业链赋能提升 GVC 韧性(Goldfarb 和 Tucker, 2019),因此本文进一步从产业链关联视角进行补充性检验。

首先,本文借鉴杨仁发和郑媛媛(2023)的研究,运用感应力系数和影响力系数测算不同行业的前向关联和后向关联指数,再将其与行业数字化水平匹配,得到行业层面的数字化水平的前向关联和后向关联指数:

$$Plw_{jt} = \sum_{p, p \neq j} \left[\sum_{p=1}^n b_{pj} / \frac{1}{n} \sum_{p=1}^n \sum_{j=1}^n b_{pj} \right] \times Dig_{jt} = \sum_{p, p \neq j} SEN_{pj} \times Dig_{jt} \quad (n = 1, 2, 3, \dots, 3195) \quad (19)$$

$$Ply_{jt} = \sum_{p, p \neq j} \left[\sum_{j=1}^n b_{pj} / \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \sum_{p=1}^n b_{pj} \right] \times Dig_{jt} = \sum_{p, p \neq j} INF_{jp} \times Dig_{jt} \quad (n = 1, 2, 3, \dots, 3195) \quad (20)$$

其中, b_{pj} 为里昂惕夫逆矩阵的第 p 行 j 列的元素; Dig_{jt} 为行业 j 的数字化水平; SEN 为前向关联效应,从需求侧衡量某行业增加一单位最终产品对其他行业总产出的拉动作用; INF 为后向关联效应,从供给侧衡量经济各行业增加一单位最终产品时,推动某行业的需求变化; Plw_{jt} 和 Ply_{jt} 分别表

示行业*j*数字化的前向关联和后向关联指数。

其次,将式(19)和式(20)得到的行业层面数字化的前向关联和后向关联指数与中国海关数据库中的进口和出口产品进行匹配,按照企业产品进口额权重和出口额权重加权得到企业层面的制造业数字化的前向关联和后向关联指数。

最后,本文在基准回归模型的基础上,加入企业数字化水平的前向关联(*plv*)和后向关联(*ply*)指数,对产业链关联的“涟漪效应”进行考察。从表5可知,制造业数字化的前向关联和后向关联指数的估计结果均显著为负,表明制造业数字化能提升产业间关联,带动行业均衡发展,实现良性互动。制造业数字化通过产业关联影响GVC韧性主要体现在:前向关联行业在数字要素驱动下,实现规模扩张和生产效率提升,增加对中间品投入的需求,通过数字平台与更多厂商建立联系,加速上游行业技术溢出效应,提升GVC安全性;后向关联行业数字化投入增多实现中间品分工的模块化,数字技术突破时空限制,进一步破除各类贸易壁垒降低贸易不确定性,有效应对各类外部冲击,实现企业嵌入GVC稳定性提升;此外,前后向关联行业的数字化协同作用,通过促进上下游资源整合、优化价值链结构,使企业在产业链中的嵌入更加紧密,相对延长了企业参与GVC的持续时间。总体来看,制造业数字化通过推动产业链上下游的协同效应,提升了GVC的抗风险能力与持续时间,这种全方位的赋能机制使得企业能够在复杂的国际竞争环境中构建有韧性的GVC体系,为实现长期稳定和高质量发展奠定了坚实基础。

表 5
 产业链关联

变量	稳定性		安全性		持续时间	
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
<i>digital</i>	-0.0024 (0.003)	0.0025 (0.003)	-0.0158** (0.007)	-0.0016 (0.007)	-0.1309*** (0.013)	-0.1144*** (0.013)
<i>plv</i>	-0.0052*** (0.000)		-0.0158*** (0.001)		-0.0744*** (0.003)	
<i>ply</i>		-0.0264*** (0.001)		-0.0784*** (0.003)		-0.2658*** (0.008)
控制变量	是	是	是	是	是	是
个体固定效应	是	是	是	是	否	否
行业/时间固定效应	是	是	是	是	是	是
观测值	177046	177046	177046	177046	120778	120778
R ²	0.0112	0.0128	0.0306	0.0329		

七、结论和建议

本文从数字经济与实体经济深度融合视角出发,以制造业数字化为切入点,从多重维度考察了制造业数字化对企业GVC韧性的影响效果和作用机理,主要结论如下:第一,本文从“稳链强链延链”视角定义企业GVC韧性,研究表明,制造业数字化可以显著提升GVC稳定性、安全性和持续时间;第二,创新驱动、成本节约、贸易环境改善与出口多元化效应是制造业数字化影响GVC韧性的作用机制,并且在制造业企业数字化转型过程中,产业链中任意环节的数字化能通过产业链关

联对上下游行业产生“涟漪效应”,进而实现全产业链赋能提升GVC韧性;第三,制造业数字化对高技术水平企业、一般贸易企业以及处于成长期和成熟期阶段企业GVC韧性的提升效果更为明显。

依据上述结论,本文得出如下政策启示。第一,加快制造业数字化进程,推动企业全链条转型。为此,政府应积极推动制造业企业全流程、全链条的数字化转型,提升生产经营过程中的信息化水平,尤其要加大对中低技术水平企业、加工贸易企业以及处于初创期和衰退期阶段企业的支持力度。通过财政补贴、税收优惠、技术培训等政策,助力企业提升生产效率,增强其在全球竞争中的生存能力。此外,政府应制定数字化转型激励政策,鼓励企业广泛应用大数据、人工智能等数字技术,降低成本、提高效率,增强企业在GVC中的稳定性和生存能力。第二,强化技术创新支持,促进产业链自主可控。对于企业而言,应重视研发创新能力的培养,始终把技术水平提升放在企业发展的首要位置,充分利用数字技术提升生产效率,推动创新链和价值链深度融合,加快实现高水平自立自强,突破核心技术“策源国”和“链主”国家的技术封锁,提升GVC韧性。从政府角度来看,应加强政策扶持力度,加大对研发创新的投资规模,推动技术创新和产业链深度融合,通过研发补贴、技术创新项目的资助等措施支持企业,尤其是面临技术封锁和贸易壁垒的企业,助力其突破高技术壁垒,提升GVC韧性。第三,构建支撑数字化转型的制度环境和市场基础设施。具体包括,提升数字技术在产品研发、品牌销售等领域的融合渗透,进一步增强产业前后向关联的深度和广度。政府应提供良好的制度环境,推动数字技术应用的透明化和普及,确保企业能通过数字化降低运营成本,提高效率,从而在GVC中具有更强的竞争力。第四,运用数字技术降低不确定性风险并实现出口多元化,优化国际贸易格局。政府应鼓励企业通过数字技术选择不确定性较低的贸易伙伴国,减少由贸易伙伴国不确定性带来的外部风险。具体包括,为企业提供全球市场信息支持,推动企业利用数字技术优化跨国供应商选择和出口市场的多元布局。政府应加大对数字化转型过程中涉及的国际市场数据平台建设的支持力度,帮助企业做出更具前瞻性和理性的市场选择。

参考文献:

1. 陈凤兰、武力超、戴翔:《制造业数字化转型与出口贸易优化》,《国际贸易问题》2022年第12期。
2. 陈晓东、杨晓霞:《数字化转型是否提升了产业链自主可控能力?》,《经济管理》2022年第8期。
3. 高翔、袁凯华:《中国企业制造业服务化水平的测度及演变分析》,《数量经济技术经济研究》2020年第11期。
4. 何宇、陈珍珍、张建华:《人工智能技术应用与全球价值链竞争》,《中国工业经济》2021年第10期。
5. 江艇:《因果推断经验研究中的中介效应与调节效应》,《中国工业经济》2022年第5期。
6. 梁昊光、秦清华:《制造业数字化、数字贸易壁垒与出口企业影响力》,《经济学动态》2023年第7期。
7. 李宏兵、谷均怡、赵春明:《进口中间品质量、成本加成与中国企业持续出口》,《经济与管理研究》2021年第6期。
8. 刘文革、耿景珠、杜明威:《信息化冲击、数字化政府与出口结构升级》,《经济理论与经济管理》2024年第1期。
9. 吕越、刘之洋、吕云龙:《中国企业参与全球价值链的持续时间及其决定因素》,《数量经济技术经济研究》2017年第6期。
10. 吕越、张昊天、高恺琳:《人工智能时代的中国产业链“延链补链”——基于制造业企业智能设备进口的微观证据》,《中国工业经济》2024年第1期。
11. 毛其淋、谢汇丰:《服务业开放对我国制造业企业产能利用率的影响研究》,《财贸经济》2023年第11期。
12. 苏丹妮、盛斌、邵朝对、陈帅:《全球价值链、本地化产业集聚与企业生产率的互动效应》,《经济研究》2020年第3期。
13. 孙楚仁、李媚媚、陈瑾:《数字化转型是否延长了企业出口产品持续时间》,《国际贸易问题》2023年第4期。
14. 唐晓华、李茹:《工业机器人应用与制造业出口稳定性:基于跨国数据的经验证据》,《世界经济研究》2024年第12期。
15. 陶锋、王欣然、徐扬、朱盼:《数字化转型、产业链供应链韧性与企业生产率》,《中国工业经济》2023年第5期。
16. 王开阳、孙倬、陈鹏程:《数字化转型对企业财务绩效的影响:企业动态能力的中介作用和调节作用》,《管理评论》2024年第12期。
17. 文武、吕建阳、张海洋:《数字技术嵌入环节与全球价值链分工地位》,《财贸经济》2024年第9期。

18. 许宪春、张美慧:《中国数字经济规模测算研究——基于国际比较的视角》,《中国工业经济》2020年第5期。
19. 杨仁发、郑媛媛:《数字经济发展对全球价值链分工演进及韧性影响研究》,《数量经济技术经济研究》2023年第8期。
20. 杨汝岱、李艳、孟珊珊:《企业数字化发展、全要素生产率与产业链溢出效应》,《经济研究》2023年第11期。
21. 袁凯华、张海鹏、南士敬:《中国制造业企业数字化的“大而不强”特征与微观机制——来自出口企业的经验证据》,《国际贸易问题》2023年第5期。
22. 张鹏杨、刘蕙嘉、张硕、张瀚元:《企业数字化转型与出口供应链不确定性》,《数量经济技术经济研究》2023年第9期。
23. 张晴、于津平:《投入数字化与全球价值链高端攀升——来自中国制造业企业的微观证据》,《经济评论》2020年第6期。
24. 赵文涛、王岚:《企业人工智能出口对全球价值链上游攀升和韧性的影响》,《南方经济》2024年第7期。
25. 甄珍、王凤彬:《逆境事件冲击下全球价值链系统韧性的动态演化——基于嵌入性多案例的纵向研究》,《中国工业经济》2022年第10期。
26. Acemoglu, D., & Restrepo, P., Demographics and Automation. *Review of Economic Studies*, Vol.89, No.1, 2022, pp.1-44.
27. Ambulkar, S., Blackhurst, J., & Grawe, S., Firm's Resilience to Supply Chain Disruptions: Scale Development and Empirical Examination. *Journal of Operations Management*, Vol.33, No.1, 2015, pp.111-122.
28. Brynjolfsson, E., Hui, X., & Liu, M., Does Machine Translation Affect International Trade? Evidence from a Large Digital Platform. *Management Science*, Vol.65, No.12, 2019, pp.5449-5460.
29. Chu, Y. Q., Tian, X., & Wang, W. Y., Corporate Innovation Along the Supply Chain. *Management Science*, Vol.65, No.6, 2019, pp.2445-2466.
30. Goldfarb, A., & Tucker, C., Digital Economics. *Journal of Economic Literature*, Vol.57, No.1, 2019, pp.3-43.
31. Lendle, A., Olarreaga, M., Schropp, S., & Vézina, P. L., There Goes Gravity: eBay and the Death of Distance. *The Economic Journal*, Vol.126, No.591, 2016, pp.406-441.
32. Meijers, H., Does the Internet Generate Economic Growth, International Trade, or Both? . *International Economics & Economic Policy*, Vol.11, No.1, 2014, pp.137-163.
33. Mostafiz, M. I., Musteen, M., Saiyed, A., & Ahsan, M., COVID-19 and the Global Value Chain: Immediate Dynamics and Long-term Restructuring in the Garment Industry. *Journal of Business Research*, Vol.139, 2022, pp.1588-1603.
34. Reggiani, A., Graaff, T. D., & Nijkamp, P., Resilience: An Evolutionary Approach to Spatial Economic Systems. *Networks & Spatial Economics*, Vol.2, No.2, 2002, pp.211-229.

Manufacturing Digitalization and Global Value Chain Resilience: From the Perspective of “Stabilizing, Strengthening, and Extending the Chain”

SHENG Bin, HAO Xiazhen (Nankai University, 300071)

Summary: The deep integration of digital technologies with the real economy has significantly propelled the continuous penetration and evolution of Global Value Chains (GVCs), reshaping the international industrial division of labor. This integration has emerged as a critical driver of GVC resilience, defined herein as the stability, security, and sustainability of a firm's participation in global value chain. From the perspective of stabilizing, strengthening, and extending industrial chain, this study empirically examines the impact of manufacturing digitalization on firms' GVC resilience and elucidates the underlying mechanisms, with a focus on the convergence of digital and physical sectors.

This study makes three key contributions to the literature on GVC resilience. First, regarding indicator measurement, this study provides accurate measures for both manufacturing digitalization and GVC resilience. Incorporating trade modes and industry heterogeneity into the value-added trade accounting framework, it provides a comprehensive assessment of manufacturing digitalization indicators. From the perspective of “stabilizing, strengthening, and extending industrial chain”, it further constructs GVC

resilience metrics based on Chinese firm-level data, thereby enriching the existing research on the definition and measurement of GVC resilience. Second, in terms of theoretical mechanisms, this paper systematically constructs a theoretical framework detailing how manufacturing digitalization influences GVC resilience. It provides an in-depth analysis of how digital technologies enhance firms' ability to respond to external shocks by improving system efficiency across upstream and downstream segments of industrial chain. Finally, from the research perspective, this study, adopting both static and dynamic viewpoints, thoroughly examines how manufacturing digitalization enhances GVC resilience at the firm level, and constructs a comprehensive theoretical framework, achieving a more integrated analysis of GVC resilience.

This study finds that manufacturing digitalization significantly enhances firms' resilience within GVC, as evidenced by improvements in stability, security, and sustainability. These enhancements are driven by several mechanisms: innovation-driven effects, cost-saving effects, improved trade environment, and export diversification. Additionally, digitalization exerts a "ripple effect" across the industrial chain, bolstering the efficiency of upstream and downstream sectors and collectively strengthening the entire value chain's resilience. However, the impact of digitalization on GVC resilience is not uniform; it varies by technological complexity, trade modality, and the stage of a firm's lifecycle, underscoring the need for tailored digital strategies to effectively fortify firms against global supply chain disruptions.

This paper puts forward the following policy suggestions. First, accelerate manufacturing digitalization. Governments should proactively support manufacturing firms in their full-scale digital transformation, enhancing digital and informational technologies throughout the production and operational processes. Second, strengthen technological innovation to build an independent and controllable industrial chain. Enterprises must prioritize research and innovation capabilities, placing technological advancement at the core of their development strategies. Governments should intensify policy support through measures such as R&D subsidies and financial assistance for technological innovation projects. Third, build institutional environments and market infrastructure that support digital transformation. Governments should focus on building an institutional framework and market infrastructure conducive to the widespread adoption of digital technologies. Fourth, leverage digital technologies to reduce uncertainties, diversify exports, and optimize international trade structures. Governments should encourage enterprises to use digital technologies for identifying trade partners with lower uncertainty, thus improving the export market composition and reducing external risks associated with trade-partner instability.

Keywords: Manufacturing Digitalization, Global Value Chain Resilience, Industrial Chain Correlation, Survival Analysis

JEL: F14, O47

责任编辑:原 宏