

数字技术网络嵌入、知识边界与企业全球价值链韧性

陈 旭 纪展鹏 邱 斌

摘要：在外部环境不确定性加剧与全国统一大市场建设并行的背景下，利用数字技术网络赋能全球价值链韧性对于我国维护产业安全尤为重要。本文基于跨城数字专利合作数据构建城市数字技术网络地位指标，继而探索了数字技术网络嵌入如何影响企业全球价值链韧性。研究发现，城市数字技术网络嵌入能够显著增强企业全球价值链韧性。基于知识边界这一视角的机制检验发现，数字技术网络嵌入拓宽了企业技术范围和出口产品范围等显性知识边界，以及企业贸易网络和信息网络等隐性知识边界，从而提高全球价值链韧性；同时，知识守门人能够增强数字技术网络嵌入的全球价值链韧性提升效应。此外，本文提出“数字地位邻近优势”这一观点，即城市间数字网络地位邻近所产生的正向溢出效应高于传统的地理邻近。本文从城市网络视角揭示了数字技术对全球价值链韧性的赋能逻辑，为增强产业链供应链韧性提供了空间经济启示。

关键词：数字技术网络；全球价值链韧性；知识边界；数字地位邻近

〔中图分类号〕F740.2 〔文献标识码〕A 〔文章编号〕1002-4670 (2025) 12-0029-20

一、引言与文献综述

近年来，地缘政治冲突加剧、技术封锁频发等事件对我国产业链供应链安全构成了严峻挑战，也凸显出我国企业在全球价值链竞争中所面临的脆弱性风险。在此背景下，党的二十届三中全会强调健全提升产业链供应链韧性和安全水平。探索提升全球价值链韧性的有效路径，既是应对复杂外部环境的迫切需求，也是统筹我国发展与安全、推进现代化产业体系建设的關鍵支撑。早期全球价值链理论以垂直专业化分工为核心，强调贸易附加值对全球价值链升级的驱动（Koopman et al.，

〔收稿日期〕2025-05-19

〔基金项目〕国家社会科学基金一般项目“城市网络嵌入赋能我国制造业全球价值链韧性提升的机理与政策研究”（25BJL083）；国家社会科学基金重大专项“在新的国际环境下推进高水平对外开放的方式与途径研究”（24ZDA056）；安徽省自然科学基金优秀项目“城市功能分工促进安徽制造业全球生产链地位提升的机理及对策研究”（2308085Y41）

〔作者信息〕陈旭（通讯作者）：安徽财经大学国际经济贸易学院、全球价值链研究中心教授、博士生导师，电子邮箱 chenxu19881219@163.com；纪展鹏：安徽财经大学国际经济贸易学院博士研究生；邱斌：东南大学经济管理学院教授、博士生导师

2012^[1]；吕越等，2015^[2]）。在此过程中，多重不确定性冲击推动着全球价值链的研究重心加速从效率优先转向风险防御和韧性构建（倪红福等，2024^[3]）。转型中，数字技术展现出双重赋能效应：一方面，区块链、人工智能驱动的智能合约与分布式生产网络正在重塑全球价值链的权力结构，使得企业从被动适应风险转向主动提高韧性（Sharma et al.，2021^[4]；杨仁发和郑媛媛，2023^[5]）；另一方面，5G、工业互联网等技术通过增强供应链可视化和敏捷响应能力，直接提高企业在全球价值链竞争中的适应性与抗风险能力（Ivanov et al.，2019^[6]；吕越等，2024^[7]；李凯杰等，2024^[8]）。

值得注意的是，当前全球价值链风险呈现跨域传导、链式扩散的新特征，单一城市数字能力的提升尚不足以构建系统性风险防御体系。既有文献大多在本地场所空间内探讨经济主体数智化转型对全球价值链韧性的影响，忽视了数字技术跨区域联系对全球价值链韧性所产生的网络外部性。在国内统一大市场不断推进和数字经济加速渗透的双重背景下，数字活动在超越城市个体的更大范围内经历着空间重构，由数字技术构成的城市网络在更大空间尺度上推动了异质性和互补性资源流动，这使得提升企业全球价值链韧性的数字动能不再局限于城市或企业内部，而是更多地取决于城市之间的数字链接能力。在这一背景下，本文突破本地空间视角，从显性与隐性知识边界双重维度揭示城市数字技术网络嵌入影响企业全球价值链韧性的传导路径，并提出“数字地位邻近优势”这一观点。

目前关于城市数字技术网络的研究聚焦于特征事实描述。邓慧慧等（2022）^[9]利用不同城市中数字专利合作数据测算了我国各城市的数字技术网络地位并分析相关驱动因素；Xu等（2024）^[10]测算了我国城市数字经济网络的空间结构。然而，数字技术城市网络的经济效应尚未有相关研究。与本文研究内容关联密切的一类文献是城市网络的经济效应研究。一方面，基于规模借用视角，城市间网络关联的强化使得中小城市得以共享邻近大城市的市场体量与专业服务资源，从而弥补其自身体量有限的局限；与此同时，大城市亦能通过接入网络获取原先难以触及的优质要素。这一双向互动机制共同推动了区域整体经济效率的提升与创新主体的加速成长（Capello and Camagni，2000^[11]；Meijers et al.，2016^[12]）。另一方面，从市场整合维度看，城市网络促进了资本、技术等要素的顺畅流动与信息的充分交换，进而实现资源的高效重组与生产力的优化（王媛和唐为，2023）^[13]。然而，城市间网络的深化亦加剧了中小城市所面临的竞争压力。在核心大城市附近的中小城市，其增长动能可能因要素向心聚集的虹吸作用而受到抑制。因此有研究认为，城市网络产生的正向溢出在更广阔的地理范围内表现得更为明显（张晶和陈海山，2022）^[14]。

与本文关联较为密切的另一类文献是数字技术对全球价值链贸易的影响研究。部分学者发现，数字技术的应用不仅通过降低贸易成本和改善资源配置效率来提高出口部门在全球价值链中的地位（Foster et al.，2018^[15]；文武等，2024^[16]），还能够通过提高供应链协同效率提升企业的全球价值链地位（Buckley and Strange，2015）^[17]。此外，马述忠等（2024）^[18]发现，数字技术应用提高了企业开展远程技

术服务的能力,进而提升了技术要素的全球化水平和企业全球价值链地位。需要注意的是,对于依靠劳动力红利融入全球价值链分工体系的国家,数字技术会对劳动密集型部门产生巨大的挤出效应,进而损害后者的全球价值链地位 (Artuc et al., 2023)^[19]。

本文通过梳理相关研究发现,目前数字技术对全球价值链升级的影响已得到广泛探讨,然而,对基于数字技术形成的城市网络所产生的贸易效应研究非常匮乏。本文边际贡献体现在以下三方面。第一,在研究视角方面,现有关于企业全球价值链韧性影响因素的研究主要从数智化转型、贸易协定视角出发,忽视了国内统一大市场的潜在影响。本文运用我国企业跨地区数字技术合作形成的“流数据”构建城市数字技术网络地位指标,考察数字技术网络嵌入对本地企业全球价值链韧性的影响,以期从数字视角丰富构建全国统一大市场推进高水平对外开放的理论内涵。第二,在研究对象方面,目前城市网络的外部效应研究聚焦于宏观层面的经济效率,忽略了前者对微观企业外贸活动可能存在的深刻影响。本文将城市网络外部性的分析视野从宏观效率层面延伸至企业出口安全这一微观维度,并凸显了知识守门人在其中所扮演的关键角色。第三,在机制设计方面,现有某一因素对全球价值链韧性的影响机制研究主要从提效率、降成本这两大方面展开,本文基于数字技术网络外部性的底层逻辑,创新性地运用企业专利数据、供应链数据以及出口产品数据等,多角度地从显性知识边界和隐性知识边界这两大方面论证了数字技术网络嵌入影响企业全球价值链韧性的传导渠道,以期为理解全国统一大市场建设与高水平对外开放之间的理论逻辑提供新的阐释。

二、理论分析与研究假说

根据网络外部性理论,城市在数字技术网络中的连通性越强,其作为信息与资源枢纽的功能就越突出。这有助于本地企业在更广袤的区域空间中实现对生产要素的获取与配置,从而转化为在全球价值链分工中应对不确定性的能力。首先,从协同效应角度出发,数字技术网络的发展促进了核心城市与边缘城市之间的技术资源互动,使得各类创新要素得以在更大范围内实现精准对接,这使得企业能够通过网络关键节点获取多维度数据资源与异质性数字技术,这不仅增强了企业对国际市场需求波动的实时感知能力,还可通过数据驱动的敏捷决策优化全球供应链布局,降低外部冲击导致的断链风险 (张志等, 2024)^[20]。例如,企业通过嵌入数字平台获取全球市场动态数据,能够快速响应区域市场变化,从而在供应链中断时迅速找到替代方案。其次,从知识基础观角度出发,数字技术网络嵌入通过深度协作促进知识共享与技术扩散,有助于企业构建更加稳固的全球合作伙伴生态,这不仅能减少企业对单一贸易伙伴的依赖并分散风险,还能快速吸收前沿技术并将其应用于产品开发与生产流程中,增强企业在全价值链中的技术主导权 (陈晓红等, 2022)^[21]。并且,城市数字技术网络嵌入赋能本地企业将海量数据转化为可观察性知识,精准识别价值链中的脆弱环节并实施动态调整。例如,依托大数据技术,企业能够增强对全球供应链核心环节进行动态追踪与前瞻性布局的核心能力 (Dubey

et al., 2024)^[22]。这种数据驱动的风险管理能力不仅提升了企业全球价值链的稳定性,还为其在全球竞争中提供了差异化优势。最后,在深度嵌入数字技术网络的城市中,企业更容易通过资源模块化重构与灵活配置在复杂环境下快速适应新常态(余传鹏等,2024)^[23],从而提升其在参与全球价值链竞争中的风险应对能力。综上所述,数字技术网络通过资源编排—动态能力—韧性强化的逻辑路径,提升企业在全价值链中的战略灵活性与风险抵御能力。由此,本文提出如下假说。

假说 1: 城市数字技术网络嵌入能够提高企业的全球价值链韧性。

城市数字技术网络嵌入影响企业全球价值链韧性的具体路径可以从显性知识边界与隐性知识边界两大方面展开。

从显性知识边界出发,显性知识是指通过专利、技术标准等形式可以系统化传播的知识,是企业参与全球价值链竞争的核心基础。数字技术网络的跨域连接拓宽了企业获取异地资源的渠道。这一过程极大地延伸了企业接触与吸收外部知识的范围,使其能够从更广阔的地理空间内整合多种来源的显性知识资产与技术信息。由此,数字技术网络的形成为企业提供了多维度的信息交流和技术合作平台,极大地拓展了企业的显性知识边界(刘维刚等,2025)^[24]。根据城市网络理论,节点间的知识流动依赖于连接的密度和强度,而数字技术网络通过促进节点之间的高频交互实现了显性知识的流动与共享,打破了传统地理距离对异质性知识流动的限制(姚常成和吴康,2022)^[25]。这使得企业能够在更为广阔的空间范围内获取高价值知识,从而拓展了企业显性知识边界。并且,数字技术网络中的显性知识流动还体现出对企业创新路径依赖性的突破。技术路径依赖理论认为,企业技术发展的轨迹往往受制于本地既定的知识结构,导致企业在研发过程中形成本地知识路径依赖,从而限制企业创新边界的拓展。而通过深度嵌入数字技术网络,企业能够接触和吸收来自不同地区、不同行业领域的创新成果,从而推动创新活动的多维度拓展(王永贵等,2023)^[26]。

通过拓展显性知识边界,企业获得更为丰富的技术替代方案并提高适应性调整能力,从而增强应对价值链中断的能力。随着企业在数字技术网络中获取技术的路径愈加丰富,其能够以更高的灵活性调整生产工艺、优化产品设计,减少技术滞后或供应链瓶颈造成的运营风险(Mariani and Wamba, 2020)^[27],从而表现为其在全价值链中适应性和稳定性的提高。此外,在全价值链中,企业的稳定性和安全性不仅依赖于技术和创新能力,还依赖于其产品组合的多样性和供应链的灵活性。显性知识边界的拓展意味着企业更容易通过拓宽产品种类范围进入新市场,产品多元化布局能够减少某一产品需求下降、技术变革等因素给企业带来的冲击,从而增强企业在全价值链中的稳定性与安全性(余传鹏等,2024)。基于上述分析,本文提出以下假说。

假说 2a: 城市数字技术网络嵌入通过拓展企业的显性知识边界提升全球价值链韧性。

在隐性知识边界方面,隐性知识是指难以编码化、通过经验和实践获得的知识,企业对隐性知识的掌握程度在很大程度上依赖于其所在城市的信息环境。数字

技术网络嵌入程度的深化能够为本地企业提供丰富的交流和互动机会,这些活动促进了隐性知识的传播和共享。根据贸易网络理论,数字技术网络的深度嵌入提升了跨区域贸易便利性,为企业创造了与分布在不同城市的潜在供应商及客户建立商业联系的广泛通道和机会,表现为企业所能获得的隐性知识边界的拓展,从而有助于企业更加准确地把握国际市场趋势并开发出更多符合市场需求的产品(Feng et al., 2016)^[28]。根据城市社会网络理论,随着城市在数字网络中占据更具影响力的结构性位置,其内部企业的市场能见度随之提升,从而更容易赢得潜在贸易伙伴的信任、建立合作关系并获取关键的隐性知识,这些非正式支持是企业参与全球价值链竞争的重要保障(Ambos et al., 2021)^[29]。此外,跨域数字互动有效缩短了不同城市企业间的认知与制度距离,为难以编码的隐性知识创造了顺畅的溢出渠道(刘烨等, 2023)^[30]。

通过嵌入数字网络获取的跨域隐性经验,企业能够提升对市场波动的预判能力及资源重组效率(Mikalef et al., 2019)^[31],从而增强自身在全球价值链竞争中的安全性和稳定性。并且,这些隐性经验不仅强化了企业在技术发展路径上的先导地位,更增强了企业在全球价值链竞争中设计应对策略以及从冲击中迅速恢复的抗风险能力(Schilke and Helfat, 2025)^[32]。此外,隐性知识的拓展使得企业能够识别并快速利用潜在的合作机会,与不同地区的企业在资源配置、生产调度等方面实现更高效的协作(Vuchkovski et al., 2023)^[33],从而提升企业全球价值链韧性。基于以上分析,本文提出如下假说。

假说 2b: 城市数字技术网络嵌入通过拓展企业的隐性知识边界提升全球价值链韧性。

数字技术网络正外部性的发挥高度依赖知识的有效转化与扩散。单纯依靠网络中的异质性知识流动并不足以保证企业的全球价值链韧性的大幅提升,企业还需要依赖知识守门人来筛选和整合技术信息,指导企业如何在实际操作中有效利用这些技术和信息以应对全球价值链分工中的不确定性。知识守门人是指那些在组织或网络中具备较强知识吸收、编码和传播能力的个体或组织。他们不仅能够识别和获取外部知识,还能将其转化为本地网络可理解的共享语言,从而降低知识跨界传播过程中面临的摩擦。首先,在知识编码与共享语言的构建方面,知识守门人通过其知识吸收与编码能力将复杂的外部知识转化为本地企业可理解的共享语言。比如,链主型企业作为知识守门人,通过与上下游企业的协同研发,将国际标准转化为符合本地生产条件的工艺流程(Miguelez and Moreno, 2018)^[34]。这种转化有助于更多中小企业更加安全地融入全球价值链分工体系。其次,在技术接口功能方面,数字技术网络中的技术对接功能在知识守门人的作用下进一步凸显,由此提升了异质性知识传递的效率(李语杨等, 2021)^[35]。例如,协同设计平台可以帮助企业在全局范围内共享数据,供应链管理系统则能够实时监控和优化全球供应链的运作。知识守门人通过这些技术接口帮助企业更高效地利用外部知识优化生产流程或调整战略布局,进而强化其在全球价值链中的稳定性。最后,在知识守门人的桥接角色方面,知识守门人不仅连接多个外部知识源,还通过其桥接角色提高企业间的信任关

系与协作效率。这种信任关系的建立降低了供应链中的信息搜寻成本和交易成本,使得企业在面对全球价值链风险时能够更快速地调整和适应 (Giuliani and Bell, 2005)^[36]。综上,本文提出以下假说。

假说 3: 知识守门人能够增强城市数字技术网络对全球价值链韧性的正向效应。

三、模型设计与指标构建

(一) 计量模型构建

根据理论分析,本文构建如下计量模型来检验城市数字技术网络嵌入对企业全球价值链韧性的影响:

$$GVCR_{ict} = \delta_0 + \delta_1 DIN_{ict} + \delta CV_{ict} + \mu_t + \gamma_c + \nu_i + \varepsilon_{ict} \quad (1)$$

其中,下标 i 、 c 、 t 分别指代企业个体、所在城市及观测年份; $GVCR$ 用以衡量企业在全价值链中的韧性; DIN 表征企业所属城市在数字技术网络中的地位,其数值直接反映了城市融入数字技术网络的深度; CV 表示控制变量集合,城市层面的控制变量包括外商直接投资 fdi (人均实际利用外资额的对数)、经济发展水平 $gdpp$ (城市人均 GDP 的对数)、产业多样化集聚程度 HHI ^① 以及是否设有国家级重点实验室 lab , 企业层面的控制变量包括企业全要素生产率 TFP (运用 LP 法测算)、企业年龄 age 、融资约束 SA ^②、工资水平 $wage$ (人均工资的对数); 以及资本深化 kl (企业人均固定资产的对数); 模型纳入了年份、城市与企业三个层级的固定效应 (μ_t 、 γ_c 、 ν_i); ε_{ict} 表示随机扰动项。考虑到关键自变量在数值尺度上存在较大差异,本文对模型中所有连续变量实施了标准化处理,这一方面能够有效控制由量纲不同引发的异方差现象,另一方面也使得不同变量的回归系数具有可比性。

(二) 核心指标构建与描述^③

1. 企业全球价值链韧性

全球价值链韧性的核心内涵是企业维持其价值链活动稳定的能力。为捕捉这一概念并契合中国企业在全球分工中更多利用国外上游投入的特征,本文主要参考杨仁发和郑媛媛 (2023) 的方法,以企业全球价值链后向长度的波动性作为韧性的代理变量。具体测算分为以下两个步骤。

第一步,计算企业层面的全球价值链后向长度。本文首先利用世界投入产出表测算出各个行业 k 在年份 t 的全球价值链后向长度,继而,利用企业 i 在各行业出口额的构成作为权重,加总得到企业层面的全球价值链后向长度,计算公式如下:

①产业多样化集聚程度 HHI 的测算公式为: $HHI_{ct} = 1 - \sum_i (L_{cit}/L_{ct})^2$ 。其中, L_{cit} 表示城市 c 当年各行业从业人员数, L_{ct} 表示城市 c 当年从业人员数总和。 HHI 的数值越大,说明城市行业多样化集聚程度越高。

②企业融资约束 SA 测算公式来源于 Hadlock 和 Pierce (2010)^[37] 的研究。

③限于篇幅,数据来源和变量描述性统计可登录对外经济贸易大学学术刊物部网站“刊文补充数据查询”栏目查阅、下载。

$$plv_gvc_{it} = \sum_k plv_gvc_{kt} (X_{ik}/X_{it}) \quad (2)$$

其中, X_{ik} 为企业 i 在 t 年从行业 k 的进口额, X_{it} 为其进口总额。权重 X_{ik}/X_{it} 反映了企业进口活动的行业分布, 体现了企业层面指标的微观异质性。

第二步, 计算企业全球价值链后向长度的滚动标准差以衡量韧性。为捕捉企业应对冲击的稳定能力, 本文计算其全球价值链后向长度在一个滚动时间窗口内的标准差, 公式如下:

$$GVCR_{ipt} = sd_plv_gvc_{it} = \left[\frac{1}{T-1} \sum_{t=1}^T (plv_gvc_{it} - \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T plv_gvc_{it}) \right]^{1/2} \quad (3)$$

其中, 样本期 T 设定为 3 年。GVCR 为负向指标, 其值越小, 代表企业全球价值链韧性越强。

2. 城市数字技术网络地位

在城市网络研究领域, 中心度是城市在网络中地位和重要性的最直观体现。为此, 本文主要采用节点中心度和中介中心度来衡量城市数字技术网络地位。在网络中, 一个城市的节点中心度越高, 这个城市与其他城市所建立的数字技术联系越多, 在网络中的地位也就越高。中介中心度是指经过某个节点的最短路径数目, 强调城市在数字技术网络中发挥的桥接功能。一个城市的中介中心度越大, 其他城市对其依赖性也就越强。

该指标的测算过程包含三个阶段。第一阶段为数据整理, 依据与数字技术相关的国际专利分类 (IPC) 4 位分类号筛选出与数字技术有关的企业专利申请记录, 并根据专利申请人与合作申请人信息整理数字技术合作信息^①。第二阶段为构建城市数字技术合作网络, 基于“企查查”检索专利申请人与合作申请人所在地址并提取其所在城市, 以获取城市间数字技术合作信息。第三阶段为网络指标计算, 本文以城市间是否具有数字技术合作记录为基础构建城市数字技术网络邻接矩阵, 测算城市在数字技术网络中的节点中心度与中介中心度。具体公式如下:

$$Degree_c = \sum_{d=1}^n a(c, d) \quad (4)$$

$$Betweenness_c = \sum_{m, n \neq c} \frac{n_{mn}(c)}{N_{mn}} \quad (5)$$

式 (4) 中, $Degree_c$ 表示城市 c 在数字技术网络中的节点中心度, $a(c, d)$ 表示由城市 c 发出并由城市 d 接收或是由城市 d 发出并由城市 c 接收的数字技术合作记录, n 为网络中的城市数量。城市 c 在城市数字技术网络中的节点中心度越高, 说明城市在数字技术网络中的嵌入程度越深。式 (5) 中, $Betweenness_c$ 表示城市 c 在数字技术网络中的中介中心度, 其值代表了城市在数字技术网络中作为城市间数字技术网络最短联接路径联接节点的重要性, $Betweenness_c$ 值越大, 说明城市在数字技术网络中作为联接技术传递的角色越重要。 $n_{mn}(c)$ 表示从城市 m 经由城市 c 联接城

①数字技术的识别依据来源于国家统计局公布的《数字经济及其核心产业统计分类 (2021)》以及国家知识产权局公布的《国际专利分类 (2018)》《国际专利分类与国民经济行业分类参照关系表 (2018)》。

市 n 的最短路径数量, N_{mn} 表示从城市 m 经由城市 c 联接城市 n 的最短路径总数。

表 1 报告了以节点中心度为基础, 我国城市数字技术网络地位分类, 可以看出, 我国各城市的网络地位呈现“金字塔”型分布特征, 各层级间存在明显断层。

表 1 城市数字技术网络地位划分

类别	数量	节点中心度	中介中心度	代表城市
核心圈层 ≥ 100	1	114. 765	0. 180	北京
$25 \leq$ 次核心圈层 <100	9	34. 922	0. 016	上海、深圳、南京、杭州、武汉等
$5 \leq$ 中间圈层 <25	46	11. 162	0. 002	郑州、沈阳、长沙、苏州、合肥等
$0 \leq$ 边缘圈层 <5	278	1. 420	0. 001	泰州、湖州、泉州、宜昌、吉林等

注：表中的节点中心度、中介中心度为各圈层的平均值。

四、基准检验与分析

（一）基准回归结果分析

数字技术网络嵌入影响企业全球价值链韧性的基准回归结果报告于表 2。根据列（1）、列（2），在未考虑控制变量的情况下，节点中心度和中介中心度的估计系数均在 1%统计水平上显著为负，结合本文衡量全球价值链韧性的代理变量是负向指标，这表明城市数字技术网络嵌入能够显著提高企业的全球价值链韧性。在分别加入城市控制变量和企业控制变量之后，如列（3）—（6）所示，节点中心度与中介中心度的系数依然为负且显著。本文对此理解为，城市数字技术网络嵌入通过增强企业在全局价值链中的信息获取能力、资源调配效率和风险缓冲机制，有效提升了企业应对全球价值链冲击的适应能力。具体而言，节点中心度的提升使企业能够更高效地接入数字网络核心资源，而中介中心度的强化则增强了企业在价值链关键环节的协调控制能力，二者均能够降低企业在参与全球价值链竞争中面对外部冲击时的脆弱性。至此，假说 1 得到了初步验证。

表 2 基准回归结果

变量	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
<i>Degree</i>	-0. 053 ** (0. 022)		-0. 073 *** (0. 025)		-0. 068 *** (0. 025)	
<i>Betweenness</i>		-0. 097 *** (0. 037)		-0. 126 *** (0. 041)		-0. 123 *** (0. 041)
控制变量	否	否	是	是	是	是
年份固定效应	是	是	是	是	是	是
城市固定效应	是	是	是	是	是	是
企业固定效应	是	是	是	是	是	是
调整的 R ²	0. 397	0. 397	0. 412	0. 411	0. 412	0. 412
观测值	9 658	9 658	8 536	8 536	8 504	8 504

注：*、**、*** 分别代表 10%、5%、1%的显著性水平，括号内为城市层面聚类稳健标准误，下表同。后文估计均控制了年份、城市与企业固定效应。

(二) 稳健性检验

1. 工具变量估计

为缓解潜在的内生性偏误，本文采用工具变量法进行再估计。关于工具变量的选取，首先，本文利用城市地理邻近矩阵及其距离矩阵构建城市地理中心度。地理中心度反映了城市在地理空间中的区位优势，处于地理枢纽的城市能够依托高连接性优先吸引数字基建布局，从而影响城市在数字技术网络中的地位；同时，城市地理中心度由地形、历史等因素决定，不会对企业全球价值链韧性产生直接影响，符合外生性和排他性的要求。其次，本文利用城市中心到“八纵八横”光缆网络骨干城市的最短距离来构建工具变量^①。城市在数字技术网络中所占据的地位在较大程度上依赖于数字基础设施的建设，而在历史上能成为光缆骨干节点的城市通常具有较好的通信条件，因而城市到“八纵八横”光缆网络骨干城市距离越短，越有利于城市在网络中占据重要节点地位；同时，该指标作为历史和地理数据，符合工具变量的排他性要求。

考虑到城市地理中心度和到“八纵八横”光缆网络骨干城市的最短距离是截面数据，为避免不随时间变化的工具变量在固定效应模型中被剔除，本文将以上两个变量分别与互联网宽带接入用户的交互项作为工具变量，结果报告于表 3。从节点中心度和中介中心度的系数可以看出，城市数字技术网络地位提升对企业全球价值链韧性的影响具有强烈的稳健性。同时，工具变量的第一阶段系数值均在统计水平上显著，表明两个工具变量与数字技术网络之间存在高度相关性，且 LM 统计量与 Wald F 统计量均通过显著性检验，排除了弱工具变量和过度识别等可能导致估计偏差的潜在问题。

表 3 稳健性检验：考虑内生性

变量	工具变量：地理节点中心性		工具变量：光缆节点距离	
	<i>IR</i>	<i>Invest</i>	<i>Ofdi_dum</i>	<i>Invest</i>
	(1)	(2)	(3)	(4)
<i>Degree</i>	-0.712 * (0.424)		-0.751 * (0.446)	
<i>Betweenness</i>		-1.429 * (0.860)		-1.445 * (0.870)
第一阶段系数值	-0.820 * (0.436)	-0.704 *** (0.254)	-0.496 *** (0.080)	-0.210 *** (0.059)
第二阶段 F 统计量	4.325	4.107	4.280	4.087
识别不足检验	67.384 [0.000]	53.002 [0.000]	59.144 [0.000]	48.934 [0.000]
弱识别检验	46.181 {8.96}	37.572 {8.96}	43.302 {8.96}	36.567 {8.96}
固定效应	是	是	是	是
观测值	7 754	7 754	7 754	7 754

注：[] 中的数值是 p 值，{ } 中的数值是 Stock-Yogo 检验 10% 水平的临界值。

①根据工信部官网公布的“八纵八横”光缆网络骨干城市和国家基础地理信息中心发布的《全国行政区划中心点坐标》，计算城市中心到“八纵八横”光缆网络骨干城市的最短距离。

2. 替换被解释变量

基于行业全球价值链后向长度波动性的韧性测度相对弱化了企业在冲击中主动适应甚至实现升级这一韧性维度。为此,本文借鉴谢申祥和高新锐(2025)^[38]的测算方法,运用企业全球价值链分工地位有向波动作为补充性韧性代理变量进行稳健性检验,公式如下:

$$Gres_{ikt} = 1 - \frac{\sum_{j=2}^t \max(0, Gpos_{is, j-1} - Gpos_{isj})}{\sum_{j=2}^t |Gpos_{isj} - Gpos_{is, j-1}|} \quad (6)$$

其中, i 和 k 分别表示企业和行业, $Gpos$ 为基于苏丹妮等(2020)^[39]的方法测算的企业全球价值链位置。分母代表企业全球价值链位置向上和向下变化幅度总和,分子代表企业全球价值链位置从第一年开始与下一年相比下降幅度总和。可以看出,企业全球价值链位置在各年中向下波动越小或者向上波动越大,意味着企业全球价值链韧性越强。根据表4列(1)、列(2),显著为正的系数表明,城市嵌入数字技术网络能够有效提高企业全球价值链位置的韧性。

此外,本文使用出口产品范围作为企业全球价值链韧性的代理变量。原因在于,出口产品范围的广度能够直接反映企业在全球价值链竞争中的适应性与转型能力。当企业面临外部冲击时,拥有更广泛产品组合的企业能够快速调整资源,将生产要素从受影响的产品线转向需求相对稳定或增长的产品线,这能够体现全球价值链韧性内涵中的多元性和灵活性。

现有测算通常直接用产品种类数来衡量企业出口产品范围,但该方法无法识别企业年内产品更替所带来的实质性范围变化。为此,本文定义企业当年出口产品组合向量 $P_{int} = (p_1, p_2, \dots, p_n)$, 其中, n 表示企业 i 在样本期内存在出口行为的海关6位编码产品种类数量。若当年企业在产品 j 上存在出口行为,则 $p_j = 1$ 。企业的生产技术集可以认为是所有企业曾出口的产品集合,定义累积产品组合向量 $A_{int} = (a_1, a_2, \dots, a_n)$, 其中, a_j 表示截止到 t 年企业 i 在产品 j 上是否曾有过出口的虚拟变量。以企业当年出口产品向量与累计出口产品向量间夹角的余弦值表示产品范围的变化程度,公式如下:

$$ProductRange_{it} = \frac{P_{int} \cdot A_{int}}{\|P_{int}\| \times \|A_{int}\|} \quad (7)$$

其中, $P_{int} \cdot A_{int}$ 表示企业 i 当年产品组合向量与以往产品组合向量之间的向量内积, $\|P_{int}\| \times \|A_{int}\|$ 表示两向量模长的乘积。 $ProductRange_{it}$ 的数值均介于0到1之间,且为负向指标,趋近0表示产品组合大幅偏离历史路径,体现出战略转型力度;趋近1表示产品演化路径依赖较强。

基于企业出口产品范围的回归结果如表4列(3)、列(4)所示,城市数字技术网络地位的提升对企业出口产品多样性产生了显著的积极影响。至此,在改变企业全球价值链韧性测算方法之后,假说1依然成立^①。

①限于篇幅,其他形式的稳健性检验结果查阅同前。

表 4 稳健性检验：替换被解释变量

变量	全球价值链位置波动		出口产品范围	
	(1)	(2)	(3)	(4)
<i>Degree</i>	0.056 ** (0.023)		-0.017 *** (0.004)	
<i>Betweenness</i>		0.076 ** (0.036)		-0.030 *** (0.007)
固定效应	是	是	是	是
调整的 R ²	0.459	0.459	0.785	0.785
观测值	7 975	7 975	8 668	8 668

五、基于知识边界视角的机制分析

根据理论分析，本文接下来基于知识边界视角检验城市数字技术网络嵌入增强企业全球价值链韧性的传导机制。

（一）显性知识边界

为全面衡量显性知识边界，本文从知识创造（输入端）与知识扩散（输出端）两个维度设计代理变量：技术专利申请范围与技术专利被引范围。

在技术专利申请范围方面，本文采用 IPC 体系界定技术领域，通过汇总各企业截至上年末的全部 IPC 分类号，构建其专属的“技术轨迹图谱”。若企业当年申请的专利出现未被“技术轨迹图谱”覆盖的新 IPC 类别，则认为其实现了显性知识边界的拓展。基于此，以企业在新技术领域提交的专利申请量作为其显性知识边界拓展的指标。此外，本文构建了新旧专利之间的技术相似性指标，用以反映知识结构演化的幅度，公式如下：

$$techproximity_u = \frac{T_u T'_{i, t-1}}{(T_u T'_u)^{1/2} (T_{i, t-1} T'_{i, t-1})^{1/2}} \tag{8}$$

其中，向量 T 刻画了企业在各技术领域的专利分布情况， T' 则由专利类别数量占比构成。该指标设计为逆向度量，其数值降低意味着企业在技术知识维度上实现了更大范围的拓展。表 5 的 Panel A 报告了数字技术网络地位对企业技术专利申请范围影响的结果，列（1）、列（2）中显著为正的系数表明，数字技术网络嵌入能够增加城市内企业的技术专利种类，从而拓宽显性知识边界；列（3）、列（4）中的估计系数显著为负，表明数字技术网络嵌入有助于降低城市内企业自身的技术相似度，从而体现为显性知识边界的扩展。

在技术专利被引范围方面，本文使用企业专利被引用次数、被异地企业引用次数对其进行衡量。表 5 的 Panel B 报告了数字技术网络地位对企业专利被引用的影响结果，可以看出，数字技术网络指标的估计系数均在统计水平上显著为正，这表明企业专利的影响范围随着城市数字技术网络嵌入程度的加深而扩张。此外，本文

验证了显性知识边界对企业全球价值链韧性的提升作用^①。至此，假说 2a 得到了验证。

表 5 机制检验：显性知识边界

Panel A	专利种类范围		专利相似度	
	(1)	(2)	(3)	(4)
<i>Degree</i>	0.024 *** (0.006)		-0.023 *** (0.008)	
<i>Betweenness</i>		0.041 *** (0.010)		-0.042 *** (0.013)
固定效应	是	是	是	是
调整的 R ²	0.335	0.335	0.425	0.425
观测值	8 426	8 426	8 628	8 628

Panel B	专利被引次数		专利被异地企业引用次数	
	(1)	(2)	(3)	(4)
<i>Degree</i>	0.011 *** (0.002)		0.020 ** (0.008)	
<i>Betweenness</i>		0.015 *** (0.003)		0.026 ** (0.012)
固定效应	是	是	是	是
调整的 R ²	0.702	0.701	0.714	0.714
观测值	5 843	5 843	4 846	4 846

(二) 隐性知识边界

与显性知识相比，隐性知识通常难以通过文字准确传达给他人，共同参与活动对于获取和理解隐性知识非常重要。首先，本文引入贸易网络结构作为分析载体，使用供应商/客户集中度双维度作为隐性知识边界的代理变量。一方面，供应商集中度的降低增加了企业获取知识和信息的来源。另一方面，客户集中度的降低意味着企业产品嵌入更加多样的应用场景，从而获取更多的隐性市场认知。

本文使用前五大供应商采购额占总采购额比例来衡量企业面临的供应商份额集中度，使用前五大客户销售额占销售总额比例来衡量企业面临的客户份额集中度。表 6 的 Panel A 报告了数字技术网络地位对企业供应商和客户集中度的影响结果，列（1）—（4）中显著为负的系数表明，城市数字技术网络嵌入能够显著降低供应商/客户集中度，提高企业贸易网络多元化，进而表现为对企业隐性知识边界的拓展作用。

其次，本文使用企业与上下游企业之间的关联度来衡量隐性知识边界。这样设计的原因在于，隐性知识具有情境依附性，其传播依赖于组织间的互动与信任。企业与上下游的关联度越高，意味着频繁的交流互动为资源交换创造了场景，从而促进隐性知识的流动。借鉴 Donaldson（2018）^[40] 的网络路径分析方法，本文运用

^①限于篇幅，显性知识边界影响企业全球价值链韧性的估计结果查阅同前。

Dijkstra 算法测算企业与各贸易伙伴之间的拓扑距离，距离越短，其与上下游交易主体的联系越密切，公式如下：

$$linkage_{it} = \sum_{m \in H_{it}} \left(\frac{degree_{mt}}{\sum_{m \in H_{it}} degree_{mt}} \right)^2 \times \frac{\sum_{j \in H_{it}} shortest_len(i, j)}{Q(H_{it})}$$

(9)

其中， H_{it} 代表与企业 i 存在直接或间接交易关系的企业集合； $degree_{mt}$ 为集合中的企业在贸易网络中的中心度； $\sum_{m \in H_{it}} degree_{mt}$ 为集合中所有企业贸易网络中心度的总和； $Q(H_{it})$ 为该集合中企业的总数； $shortest_len(i, j)$ 为两企业之间在贸易网络中的最短路径长度。 $linkage_{it}$ 表示企业与上游供应商或下游客户之间联系的紧密度，数值越小，说明企业与上下游交易主体的联系越密切。据此可分别得到企业与上下游方向上交易伙伴的关联水平。表 6 的 Panel B 报告了数字技术网络地位对企业上下游关联度的影响结果，显著为负的系数表明，城市数字技术网络嵌入程度的深化能够提高企业与上下游贸易伙伴的关联度。

企业面临的贸易网络多元化程度以及上下游关联度越高，意味着企业与多个上下游伙伴建立了深度协作关系并形成网络化资源池。当某一节点受到冲击时，企业可通过快速切换供应来源或销售渠道分散风险。同时，高关联度促使企业更敏锐地捕捉市场变化或技术趋势，进而提升抗风险能力和全球价值链韧性。此外，本文验证了隐性知识边界对企业全球价值链韧性的提升作用^①。至此，假说 2b 得到了验证。

表 6 机制检验：隐性知识边界

Panel A	供应商集中度		客户集中度	
	(1)	(2)	(3)	(4)
<i>Degree</i>	-0.061** (0.024)		-0.116*** (0.034)	
<i>Betweenness</i>		-0.122*** (0.039)		-0.167*** (0.050)
固定效应	是	是	是	是
调整的 R ²	0.852	0.852	0.482	0.481
观测值	5 569	5 569	7 509	7 509
Panel B	上游关联度		下游关联度	
	(1)	(2)	(3)	(4)
<i>Degree</i>	-0.059*** (0.020)		-0.473*** (0.158)	
<i>Betweenness</i>		-0.850** (0.404)		-0.985** (0.392)
固定效应	是	是	是	是
调整的 R ²	0.382	0.385	0.341	0.342
观测值	5 929	5 929	5 929	5 929

①限于篇幅，隐性知识边界影响企业全球价值链韧性的估计结果查阅同前。

（三）异质性分析：对影响机制的再检验

接下来，本文采用分组回归策略，从异质性维度对前文所提出的影响机制展开进一步验证与探讨。在显性知识边界方面，本文将企业根据其主营业务划分为经营范围较广和经营范围较窄这两大类。经营范围越广，意味着企业需要掌握更多不同领域的技术，从而表现为企业具有较为广泛的显性知识边界。借鉴陈旭等（2024）^[41] 的做法，本文运用网络爬虫与文本解析方法，搜集并识别上市公司及其所有分支机构业务信息，根据价值链分工逻辑将主营业务归为七种功能类型，继而以功能种类中位数为界对样本进行分组检验^①。表 7 列（1）、列（2）的结果显示，数字技术网络对全球价值链韧性的积极效应仅在业务范围更为多元的企业中显著存在。本文对此现象理解为，业务范围较广的企业凭借其跨领域知识积累，能够更有效地利用数字技术网络实现知识重组与再造，从而增强供应链风险应对能力；而业务范围狭窄的企业则受限于专业化的“数字适配困境”，难以充分吸收跨领域技术外溢。

随后，本文基于企业与其他企业共同申请专利这一情况，将样本根据中位数划分为创新合作伙伴较多和较少两类。相比于创新合作伙伴较少的企业，有较多创新合作伙伴的企业所具备的知识边界更为宽广。相应的分组结果展示于表 7 的列（3）、列（4）。可以看出，数字技术网络嵌入对全球价值链韧性的促进效应主要体现在创新合作伙伴较多的企业中。本文对此现象理解为，拥有多元创新伙伴的企业更易实现外部技术溢出与内部知识储备的组合式创新，构建多元技术库以应对供应链冲击。对于创新合作伙伴较少的企业，其知识获取路径单一化易导致“技术锁定”，难以将城市数字技术网络嵌入转化为自身突破性创新能力。以上结果也佐证了数字技术网络嵌入通过显性知识边界这一渠道影响企业全球价值链韧性这一作用机制。

表 7 分组检验：显性知识边界

变量	经营范围较广	经营范围较窄	创新合作伙伴较多	创新合作伙伴较少
	(1)	(2)	(3)	(4)
<i>Degree</i>	-0.046 ** (0.022)	0.018 (0.082)	-0.094 *** (0.031)	0.014 (0.051)
固定效应	是	是	是	是
调整的 R ²	0.438	0.425	0.396	0.478
观测值	4 583	3 623	5 581	2 654

在隐性知识边界方面，本文将企业划分为分支机构较多和较少两类。随着分支机构数量的增加，企业能够从不同地区、不同行业 and 不同文化背景的员工那里获得更多视角和经验，这些多元化的视角有助于企业加快隐性知识的积累。从表 8

①具体包括总部管理、商务服务、研发创新、先进制造、常规制造、物流仓储及批发零售这七种类型。

列（1）、列（2）中的系数可以看出，数字技术网络嵌入所产生的全球价值链韧性赋能效应主要体现在分支机构较多的企业中。原因在于，分支机构较多的企业与其他城市和市场之间的连接更密集，数字技术网络的形成有助于这类企业将原本孤立的隐性知识转化为可编码、可传播的模块化信息，进而增强了企业对市场波动和供应链中断的适应能力。而分支机构较少的企业受限于隐性知识存量的单一性和知识交互场景的局限性，数字技术网络发挥的信息传递功能对这类企业的知识重组与创新迭代的影响较为有限，由此表现为对企业全球价值链韧性的促进作用不够明显。

此外，本文根据上下游关联度的中位数对企业隐性知识边界进行分组，这样设计的原因在于，从信息流动角度出发，紧密的上下游合作有助于企业获取更多的行业趋势、竞争动态等隐性知识，从而拓宽了其隐性知识边界。本文借鉴周沂等（2022）^[42] 的方法，基于我国各地区投入产出表，以行业生产过程中对其他行业的中间品依赖程度来衡量不同城市中行业间上下游关联度：

$$vcl_n = (\frac{coefficient_n}{\sum_{m \neq n} coefficient_{nm}} + 1)^{-1} \tag{10}$$

其中， $coefficient_n$ 为 n 行业对自身的消耗系数。 $\sum_{m \neq n} coefficient_{nm}$ 是 n 行业对除自身以外其他行业的总消耗系数。 vcl_n 越大，表明 n 行业在中间品投入方面越依赖于其他行业。相应的分组检验结果报告于表 8 的列（3）、列（4）。可以看出，城市数字技术网络嵌入对全球价值链韧性的提升效应主要体现在上下游关联度较高的地区；而在上下游关联度较低的地区中，该效应并不明显。原因在于，上下游高关联度的地区往往存在着长期稳定的供应网络，城市数字技术网络嵌入在这种情况下扮演了强化合作关系的角色，加深了企业间隐性知识的共享，进而提升了企业全球价值链韧性。以上结果也佐证了数字技术网络嵌入通过隐性知识边界这一渠道影响企业全球价值链韧性这一作用机制。

表 8 分组检验：隐性知识边界

变量	分支机构较多	分支机构较少	上下游关联度高	上下游关联度低
	(1)	(2)	(3)	(4)
<i>Degree</i>	-0.122 *** (0.042)	-0.054 (0.040)	-0.075 *** (0.027)	0.105 (0.102)
固定效应	是	是	是	是
调整的 R ²	0.462	0.428	0.392	0.476
观测值	4 071	4 182	5 980	2 478

六、知识守门人的调节作用

根据上文理论分析提出的假说 3，为考察知识守门人所发挥的调节作用，本文在基准回归模型中同时引入知识守门人变量及其与数字技术网络地位的交互项。知

识守门人的度量参照 Breschi 和 Lenzi (2016)^[43] 提出的网络邻近逻辑,使用城市内企业与外地合作方之间的平均网络距离来刻画其知识守门人水平。衡量公式如下:

$$gatekeeper_{ct} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \frac{1}{distance_{ij}}$$

(11)

其中, $gatekeeper_{ct}$ 用于反映城市知识守门人水平。 n 代表该城市当年申请专利的企业总数, m 表示与这些企业存在跨城市合作研发的外部企业数量, $distance_{ij}$ 为专利合作网络中企业间的路径长度。此外,鉴于简单非加权距离可能无法反映真实最短路径,本文引入 Dijkstra 算法进行二次测算以增强结果的可靠性。该指标数值越大,表明城市中知识守门人在信息解码与跨域传递方面所展现的能力愈突出。

根据表 9 的列 (1)、列 (2), $Degree \times gatekeeper$ 的系数均在统计水平上显著为负,结合数字技术网络地位的系数,可以认为,城市中知识守门人水平的提高能够明显增强数字技术网络嵌入所带来的全球价值链韧性提升效应。

跨城市专利合作中的知识流动效率不仅取决于本地企业与外地机构之间的联结强度,还受到城市内部知识中介规模的重要影响。为更全面识别此类中介角色,本文进一步引入结构洞理论,重新评估各城市在合作网络中的知识守门人规模。具体而言,本文首先测算网络中每个节点的结构洞约束强度,将每年处于约束系数最低前 5% 的企业界定为网络中的关键守门者,进而加总至城市层面形成新的规模指标。表 9 列 (3)、列 (4) 展示了基于此视角的调节效应检验结果,可以看出,随着知识守门人数量的上升,数字技术网络嵌入对企业全球价值链韧性的促进效果趋于增强。至此,假说 3 得到了进一步验证。

表 9 知识守门人的调节效应

变量	非加权距离	Dijkstra 算法	加权结构洞	非加权结构洞
	(1)	(2)	(3)	(4)
<i>Degree</i>	-0.116 *** (0.033)	-0.009 (0.071)	-0.029 ** (0.011)	-0.001 ** (0.000)
<i>gatekeeper</i>	-0.018 ** (0.008)	-0.035 *** (0.010)	-0.050 ** (0.024)	-0.001 ** (0.000)
<i>Degree × gatekeeper</i>	-0.209 *** (0.076)	-0.354 *** (0.092)	-0.258 ** (0.128)	-0.066 ** (0.034)
固定效应	是	是	是	是
调整的 R ²	0.434	0.447	0.569	0.567
观测值	6 777	5 229	6 777	5 229

七、拓展性分析：数字地位邻近与地理邻近

现有文献指出,单纯的空间邻近性未必能在不同规模城市间形成积极的扩散效应,反而可能因区域间显著的发展落差诱发要素的单向集聚。这一现象促使我们思考:在增强企业应对全球价值链风险能力方面,城市间的地理邻近性与数字技术网

络地位邻近性，何者更具影响力？为回答这一问题，本文将核心城市与周边城市进行匹配，并根据二者之间的地理距离与数字技术网络地位差距进行分组，考察随着地位差距的增大，中心城市数字技术网络地位（*cendigtech*）对外围城市中企业全球价值链韧性的影响变化。

由表 10 可知，城市间数字技术网络地位的邻近性对知识溢出的空间衰减效应具有显著调节作用。具体而言，列（1）、列（2）基于网络地位趋同样本的回归结果表明，当外围城市与中心城市的数字技术网络地位差距较小时，尽管存在地理距离的阻隔，中心城市数字技术网络地位的提升对远距离外围城市中企业全球价值链韧性依然具有显著的促进作用。这反映了网络地位邻近性对地理距离约束的替代效应，即当城市间数字技术网络地位接近时，地理距离对知识溢出的衰减作用被数字技术的互联互通所抵消。列（3）、列（4）的结果显示，当城市间数字技术网络地位差距较大时，中心城市数字技术网络地位对周边城市全球价值链韧性的估计系数均未通过显著性检验。这印证了技术势差理论的核心观点：过大的网络地位落差会导致城市间形成“数字技术鸿沟”，即便在较近的地理半径内，低网络地位城市也因缺乏必要的技术吸收能力（如数字基建滞后、人力资本断层和制度适配差距等），难以将中心城市的数字溢出转化为自身的全球价值链韧性升级动能。

表 10 数字地位邻近与地理邻近的估计结果

变量	数字技术网络地位差距小		数字技术网络地位差距大	
	距离较近	距离较远	距离较近	距离较远
	(1)	(2)	(3)	(4)
<i>cendigtech</i>	-0.020** (0.010)	-1.185** (0.589)	-0.175 (1.394)	-0.215 (0.242)
固定效应	是	是	是	是
调整的 R ²	0.411	0.458	0.476	0.421
观测值	3 214	1 115	415	3 610

八、研究结论与政策建议

本文基于来自不同城市企业之间的数字技术合作专利测算各城市的数字技术网络地位，探讨城市数字技术网络嵌入对企业全球价值链韧性的影响，以及知识边界在其中发挥的机制作用，得出如下结论。（1）总体而言，城市数字技术网络嵌入能够显著促进本地企业的全球价值链韧性。（2）基于知识边界的机制研究发现，数字技术网络嵌入拓宽了企业技术范围和出口产品范围等显性知识边界，以及企业的贸易网络和信息网络等隐性知识边界，进而提高全球价值链韧性。（3）知识守门人扮演着区域内外的“接口”角色，城市中知识守门人的增加有助于增强数字技术网络嵌入所带来的全球价值链韧性提升效应。（4）本文从全球价值链韧性视角提出“数字地位邻近优势”这一观点，即中小城市与大城市之间数字技术网络地位邻近所产

生的正向溢出效应高于地理邻近。

本文提出以下四方面的政策建议。第一，推动城市数字网络协同建设。鼓励跨城市数字基础设施互联互通，支持企业参与区域数字技术合作平台，促进技术资源在更广范围内高效配置，打破本地数字化转型的局限。第二，拓展企业知识边界双向能力。支持企业通过数字网络获取多元化技术，丰富产品组合与出口结构；同时推动贸易网络数字化，降低供应商与客户集中度，提升供应链的灵活性与信息透明度。第三，培育知识守门人并发挥其枢纽作用。加强具备技术解码与扩散能力的复合型人才培养，完善知识产权共享与技术经纪人机制，推动外部知识向本地创新能力转化。第四，优化数字网络空间布局，强化数字地位邻近效应。引导中小城市主动对接数字地位相近的中心城市，共建联合研发平台与标准互认体系，放大数字技术溢出的空间协同效应。

[参考文献]

- [1] KOOPMAN R, WANG Z, WEI S J. Estimating Domestic Content in Exports When Processing Trade is Pervasive [J]. *Journal of Development Economics*, 2012, 99 (1): 178-189.
- [2] 吕越, 罗伟, 刘斌. 异质性企业与全球价值链嵌入: 基于效率和融资的视角 [J]. *世界经济*, 2015, 38 (8): 29-55.
- [3] 倪红福, 钟道诚, 范子杰. 中国产业链风险敞口的测度、结构及国际比较——基于生产链长度视角 [J]. *管理世界*, 2024, 40 (4): 1-26.
- [4] SHARMA M, LUTHRA S, JOSHI S, et al. Accelerating Retail Supply Chain Performance Against Pandemic Disruption: Adopting Resilient Strategies to Mitigate the Long-term Effects [J]. *Journal of Enterprise Information Management*, 2021, 34 (6): 1844-1873.
- [5] 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 [J]. *数量经济技术经济研究*, 2023, 40 (8): 69-89.
- [6] IVANOV D, DOLGUI A, SOKOLOV B. The Impact of Digital Technology and Industry 4.0 on the Ripple Effect and Supply Chain Risk Analytics [J]. *International Journal of Production Research*, 2019, 57 (3): 829-846.
- [7] 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 [J]. *中国工业经济*, 2024 (1): 56-74.
- [8] 李凯杰, 司宇, 董丹丹. 数字经济发展提升了出口贸易韧性吗? ——基于跨国面板数据的经验研究 [J]. *云南财经大学学报*, 2024, 40 (2): 15-31.
- [9] 邓慧慧, 刘宇佳, 王强. 中国数字技术城市网络的空间结构研究——兼论网络型城市群建设 [J]. *中国工业经济*, 2022 (9): 121-139.
- [10] XU Q, DONG Y, ZHONG M. Analysis of Spatial Correlation Network of Urban Digital Economy in China [J]. *Information Technology for Development*, 2024 (9): 1-23.
- [11] CAPELLO R, CAMAGNI R. Beyond Optimal City Size: An Evaluation of Alternative Urban Growth Patterns [J]. *Urban Studies*, 2000, 37 (9): 1479-1496.
- [12] MEIJERS E J, BURGER M J, HOOGERBRUGGE M M. Borrowing Size in Networks of Cities: City Size, Network Connectivity and Metropolitan Functions in Europe [J]. *Papers in Regional Science*, 2016, 95 (1): 181-199.
- [13] 王媛, 唐为. 交通网络、行政边界与要素市场一体化——来自上市公司异地投资的证据 [J]. *经济学(季刊)*, 2023, 23 (4): 1461-1476.

- [14] 张晶, 陈海山. 新时期城市化推进过程中集聚阴影研究——基于高铁通车的视角 [J]. 经济学 (季刊), 2022, 22 (1): 281-302.
- [15] FOSTER C, GRAHAM M, MANN L, et al. Digital Control in Value Chains: Challenges of Connectivity for East African Firms [J]. *Economic Geography*, 2018, 94 (1): 68-86.
- [16] 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 [J]. 财贸经济, 2024, 45 (9): 143-160.
- [17] BUCKLEY P J, STRANGE R. The Governance of the Global Factory: Location and Control of World Economic Activity [J]. *Academy of Management Perspectives*, 2015, 29 (2): 237-249.
- [18] 马述忠, 陈逸凡, 张洪胜. 产业数字化与生产全球化——基于附加值地理分布的视角 [J]. 管理世界, 2024, 40 (11): 1-23.
- [19] ARTUC E, BASTOS P, RIJKERS B. Robots, Tasks, and Trade [J]. *Journal of International Economics*, 2023, 145: 103828.
- [20] 张志, 易恩文, 王军. 中国城市数字经济发展的资源配置效应 [J]. 中国软科学, 2024 (7): 110-121.
- [21] 陈晓红, 李杨扬, 宋丽洁, 等. 数字经济理论体系与研究展望 [J]. 管理世界, 2022, 38 (2): 208-224.
- [22] DUBEY R, BRYDE D J, GRAHAM G, et al. The Role of Alliance Management, Big Data Analytics and Information Visibility on New-product Development Capability [J]. *Annals of Operations Research*, 2024 (1): 1-25.
- [23] 余传鹏, 黎展锋, 林春培, 等. 数字创新网络嵌入对制造企业新产品开发绩效的影响研究 [J]. 管理世界, 2024, 40 (5): 154-176.
- [24] 刘维刚, 张鹏杨, 贾锐宁. 创新知识、网络传递与企业技术进步——生产-非生产性关联统一分析框架 [J]. 数量经济技术经济研究, 2025, 42 (2): 69-89.
- [25] 姚常成, 吴康. 集聚外部性、网络外部性与城市创新发展 [J]. 地理研究, 2022, 41 (9): 2330-2349.
- [26] 王永贵, 汪淋淋, 李霞. 从数字化搜寻到数字化生态的迭代转型研究——基于施耐德电气数字化转型的案例研究 [J]. 管理世界, 2023, 39 (8): 91-114.
- [27] MARIANI M M, WAMBA S F. Exploring How Consumer Goods Companies Innovate in the Digital Age: The Role of Big Data Analytics Companies [J]. *Journal of Business Research*, 2020, 121 (1): 338-352.
- [28] FENG L, LI Z, SWENSON D L. The Connection Between Imported Intermediate Inputs and Exports: Evidence from Chinese Firms [J]. *Journal of International Economics*, 2016, 101: 86-101.
- [29] AMBOS B, BRANDL K, PERRI A, et al. The Nature of Innovation in Global Value Chains [J]. *Journal of World Business*, 2021, 56 (4): 101221.
- [30] 刘烨, 王琦, 班元浩. 虚拟集聚、知识结构与中国城市创新 [J]. 财贸经济, 2023, 44 (4): 89-105.
- [31] MIKALEF P, BOURA M, LEKAKOS G, et al. Big Data Analytics Capabilities and Innovation: The Mediating Role of Dynamic Capabilities and Moderating Effect of the Environment [J]. *British Journal of Management*, 2019, 30 (2): 272-298.
- [32] SCHILKE O, HELFAT C E. Unlocking Dynamic Capabilities: Pathways for Empirical Research [J]. *Journal of Management Scientific Reports*, 2025, 3 (2): 71-87.
- [33] VUCHKOVSKI D, ZALAZNIK M, MITRĘGA M, et al. A Look at the Future of Work: The Digital Transformation of Teams from Conventional to Virtual [J]. *Journal of Business Research*, 2023, 163: 113912.
- [34] MIGUELEZ E, MORENO R. Relatedness, External Linkages and Regional Innovation in Europe [J]. *Regional Studies*, 2018, 52 (5): 688-701.
- [35] 李语杨, 谷人旭, 王腾飞, 等. 长三角地区知识守门人空间演变与作用机制研究 [J]. 地理科学进展, 2021, 40 (6): 925-936.
- [36] GIULIANI E, BELL M. The Micro-determinants of Meso-level Learning and Innovation: Evidence from a Chilean Wine Cluster [J]. *Research Policy*, 2005, 34 (1): 47-68.

- [37] HADLOCK C J, PIERCE J R. New Evidence on Measuring Financial Constraints: Moving Beyond the KZ Index [J]. *The Review of Financial Studies*, 2010, 23 (5): 1909–1940.
- [38] 谢申祥, 高新锐. 企业数字技术与全球价值链韧性 [J]. *国际经贸探索*, 2025, 41 (5): 21–36.
- [39] 苏丹妮, 盛斌, 邵朝对, 等. 全球价值链、本地化产业集聚与企业生产率的互动效应 [J]. *经济研究*, 2020, 55 (3): 100–115.
- [40] DONALDSON D. Railroads of the Raj: Estimating the Impact of Transportation Infrastructure [J]. *American Economic Review*, 2018, 108 (4–5): 899–934.
- [41] 陈旭, 纪展鹏, 邢孝兵. 城市价值链功能分工与企业创新: 来自企业专利的证据 [J]. *世界经济*, 2024, 47 (3): 94–123.
- [42] 周沂, 贺灿飞, 杨汝岱. 区域潜在比较优势与出口升级 [J]. *经济研究*, 2022, 57 (2): 125–141.
- [43] BRESCHI S, LENZI C. Co-invention Networks and Inventive Productivity in US Cities [J]. *Journal of Urban Economics*, 2016, 92: 66–75.

Digital Technology Network Embedding, Knowledge Boundaries, and Firms' Global Value Chain Resilience

CHEN Xu JI Zhanpeng QIU Bin

Abstract: Against the backdrop of growing uncertainty in the external environment and the development of China's unified national market, it is particularly important to build resilient global value chains (GVCs) through digital networks. This effort is intended for strengthening industrial security. Building upon this insight, the paper constructs a measure of urban digital technology network status based on cross-city digital patent cooperation data and investigates how embedding in these digital technology networks affects GVC resilience of firms. The findings indicate that embedding in urban digital technology networks significantly boosts firms' GVC resilience. From a knowledge-boundary perspective, such digital network embedding broadens firms' explicit knowledge boundaries. For instance, it expands their technological and export product scope. In addition, it also broadens their implicit knowledge boundaries, such as trade and information networks. In general, these expansions in turn enhance firms' resilience within GVCs. Furthermore, the presence of knowledge gatekeepers amplifies the positive impact of digital network integration. Finally, this paper introduces the concept of “digital status proximity advantage”, suggesting that the positive spillover effects arising from proximity in digital network status outweigh those resulting from traditional geographical proximity. From the perspective of urban networks, this study elucidates the enabling mechanism through which digital technology enhances GVC resilience. Its findings are of reference value for enhancing the resilience of industrial and supply chains.

Keywords: Digital Technology Networks; Global Value Chain Resilience; Knowledge Boundaries; Digital Status Proximity

(责任编辑 张晨烨)