

## 产业数字化与全球产业链上游地理风险敞口\*

干春晖<sup>1</sup> 满 犇<sup>2</sup>

(1. 上海社会科学院, 上海 200020;  
2. 上海财经大学商学院, 上海 200433)



**内容提要:**在安全成为产业链重构重要目标的背景下,产业数字化对产业链风险的影响值得探讨。本文基于2000—2020年经济合作与发展组织(OECD)的投入产出数据,从中间品贸易视角出发测度产业链上游地理风险敞口,实证分析产业数字化对其的影响。研究发现:产业数字化显著降低了产业链上游地理风险敞口,并通过增强产业链国内关联程度和提升产业全球价值链地位两种作用机制,间接降低产业链上游地理风险敞口;在发达经济体、非技术密集型制造业及低进口依赖产业中,产业数字化的抑制作用更强;全球分工的深化虽然增大了全球产业链上游地理风险敞口与集中度,但中国的风险敞口与集中度却呈缩减态势,中国的风险敞口曲线为“M”形,转折点分别是2008年、2009年和2012年。本文不仅丰富了产业链风险的理论研究,还为在产业数字化情境下防范产业链上游地理风险敞口提供了政策启示。

**关键词:**产业数字化 地理风险敞口 投入产出 中间品贸易

**中图分类号:**F223 **文献标志码:**A **文章编号:**1002—5766(2025)03—0047—17

## 一、引言

在百年未有之大变局下,产业链安全稳定成为各国保障经济安全和国家安全的重要内容。与此同时,数字经济作为全球经济发展的重要驱动力,正逐步成为重组全球要素资源、重塑全球经济结构、改变全球竞争格局的关键力量。响应党的二十届三中全会提出“健全提升产业链供应链韧性和安全水平制度”的要求,面对纷繁复杂的国际国内形势与新一轮科技革命,深入探讨产业数字化对产业链风险的影响,对于统筹产业链发展和安全,推动经济高质量发展具有重要的现实意义。

产业数字化是指传统产业利用数字技术对业务进行升级并融合创新产生新业态,进而提升生产的数量以及效率的过程(肖旭和戚聿东,2019)<sup>[1]</sup>。截至2023年,中国数字经济占GDP的比重为42.8%,其中,产业数字化占数字经济的比重高达81.3%<sup>①</sup>。学者们逐渐关注产业数字化对经济的影响,研究成果涉及城市创业活跃度(赵涛等,2020)<sup>[2]</sup>、产业结构升级(田秀娟和李睿,2022)<sup>[3]</sup>、制造业企业资源配置(韦庄禹,2022)<sup>[4]</sup>等领域。陈晓东和杨晓霞(2022)<sup>[5]</sup>以中间品投入的国内比例衡量产业链自主可控能力,并分析数字化转型影响产业链自主可控能力的作用机制;史本叶和齐瑞卿(2023)<sup>[6]</sup>、杨仁发和郑媛媛(2023)<sup>[7]</sup>借鉴John等(2008)<sup>[8]</sup>的做法,以价值链长度的波动率衡量稳定性,实证检验产业数字化的“稳链”作用;吕越和张杰(2024)<sup>[9]</sup>以中间品投入的多样化程度衡量

收稿日期:2023-08-29

\* 基金项目:国家社会科学基金重大项目“以全球城市为核心的巨型城市群引领双循环发展研究”(22&ZD067)。

作者简介:干春晖,男,教授,博士生导师,经济学博士,研究领域为产业结构与政策,电子邮箱:gch@sass.org.cn;满犇,男,博士研究生,研究领域为产业结构与政策,电子邮箱:manben2017@163.com。通讯作者:满犇。

① 数据来源:中国数字经济发展研究报告(2024年)[R].中国信息通信研究院,2024-08-29。

产业链韧性,证明了人工智能助力产业链韧性提升。与上述研究类似,针对产业链风险敞口的测度研究亦聚焦于生产链长度(倪红福等,2024)<sup>[10]</sup>、中间品的对外依赖度(祝嘉良和方颖,2024)<sup>[11]</sup>、贸易核算(丁晓强和葛海燕,2024)<sup>[12]</sup>等维度。

现有关于产业数字化的研究虽然已注意到其对产业链风险的影响,并涌现出一些理论探讨或者实证研究类文章,但这些研究还存在一些不足之处。在理论探讨方面,相关研究对产业链风险的概念、内涵、范围界定不清晰,存在泛泛而谈地讨论产业链风险的问题(李伟和贺俊,2022)<sup>[13]</sup>,这要求选择一个合适的切入点进行分析。在实证研究方面,产业链风险的测度或采用增加值率、对外依赖度等指标,忽视了产业间的关联性;或者虽考虑到产业关联,但仍然使用传统的增加值贸易核算指标,这些指标在设计之初是为了消除总贸易统计中的重复计算等问题,而与国外风险无关(Baldwin等,2022)<sup>[14]</sup>。因此,国家及产业间的复杂联系要求根据风险的不同性质选择相异的分析角度,比如基于总值还是增加值,考虑直接贸易还是间接贸易。

全球价值链与传统国际贸易的重要区别是中间品贸易快速增长(Wang等,2013)<sup>[15]</sup>。中间品供给的可持续性与流通速度决定了产业链下游各环节能否生产和及时生产,这使得产业链供应链的安全性面临各种冲击的考验(Katsaliaki等,2022)<sup>[16]</sup>。碎片化和专业化的全球价值链分工格局放大了冲击对各国的影响,上游任何一个节点或环节的中断都可能造成完整生产链条的“断链”风险(祝嘉良和方颖,2024)<sup>[11]</sup>。如2011年的日本大地震和海啸使得关键中间投入品的供应链突然中断,对一些行业(特别是汽车)的产业链下游造成严重冲击(盛斌和陈帅,2015)<sup>[17]</sup>。此外,最终品生产链条上的中间品贸易往返多次跨境势必会降低生产环节的运转效率、提升交易成本,进一步导致产业链的低安全水平(段玉婉等,2018)<sup>[18]</sup>。因此,立足现实从中间品贸易角度出发分析产业链的风险性显得尤为重要。Inomata和Hanaka(2024)<sup>[19]</sup>根据产业链上游在各地区的迂回程度提出了测度产业链风险的网络集中度指标,弥补了现有关于产业链风险的研究对上游中间品投入关注不足的劣势,为分析产业链风险提供了新的视角。

综上,本文基于2000—2020年经济合作与发展组织的投入产出数据测度国内来源的产业数字化水平和产业链上游地理风险敞口两个指标,并实证检验二者的关系。与已有研究相比,本文的边际贡献可能体现在以下三个方面:一是从中间品贸易视角分析产业链上游的地理风险敞口,弥补了现有产业链风险研究对上游中间品投入和地理区域关注较少的不足;二是分析了产业数字化影响地理风险敞口的内在机制,以产业链的国内关联强度和产业的全球价值链地位两条作用机制验证产业数字化对地理风险敞口的影响,是对已有文献的有益补充;三是研究样本时间跨度长,并覆盖76个经济体和45个产业,既有对地理风险敞口进行横纵向比对,也为后续研究提供了丰富的数据库。

## 二、理论分析与研究假说

产业数字化作为数字经济的重要组成部分,对其进行准确测度的前提是确定数字经济核心产业。参考张天顶和魏丽霞(2023)<sup>[20]</sup>并结合国家统计局发布的《数字经济及其核心产业统计分类(2021)》,将计算机、电子和光学设备,电信,IT和其他信息服务共计三个产业作为数字经济核心产业。同时,随着分工的不断深化,产业间的投入产出联系错综复杂,产业数字化的测度不仅要考虑产业间的直接关联,也要考虑产业的间接关联。本文结合史本叶和齐瑞卿(2023)<sup>[6]</sup>以及张洪胜等(2024)<sup>[21]</sup>的研究,认为产业数字化水平是为满足最终需求所需要的总产出中,属于数字经济核心产业的产出比重,该比重越高说明产业的数字化水平越高。

产业链安全包括同时实现“主体”和“结构”的安全,其中,主体是指产业链网络系统中的节点,结构是指各主体间的关系(李天健和赵学军,2022)<sup>[22]</sup>。全球价值链深度和广度的扩大导致中间环节的节点越来越多,各节点面对的冲击会通过价值链的震荡效应而不断放大(邵军和黄南,2023)<sup>[23]</sup>。如果一个国家处于产业链的下游环节,一旦运输上游中间品的环节出现问题,势必会对该国的经济活动产

生产严重影响。因此,本文结合 Inomata 和 Hanaka(2024)<sup>[19]</sup>的研究,提出了产业链上游地理风险敞口指标,指代产业链上游经过国外各地区的加权频数,从中间品贸易视角衡量产业链上游由于经过各地区的多寡而对下游需求方带来的风险大小,数值越大说明产业链末端需求的上游断链风险越高。

### 1. 产业数字化与产业链上游地理风险敞口

随着全球分工的深化,中间品贸易在国际贸易中的比重越来越高,催生了全球产业链。全球产业链构成的复杂生产网络为冲击的跨境传播与叠加提供了表面区域(丁晓强和葛海燕,2024)<sup>[12]</sup>,若要有效减小产业链上游在各区域的地理风险敞口,既需克服中间品投入的“卡脖子”技术环节,也要求需求方在出现“断链”风险时能够迅速响应。

产业数字化与传统经济形态的最大不同在于,数据作为新的生产要素融入到全球产业链中,数字技术对全球产业链广泛赋能(李天宇和王晓娟,2021)<sup>[24]</sup>。首先,相较于劳动力、资本、土地等传统生产要素,数据要素具有边际成本低、流动性高、溢出效应可叠加等特征(蔡跃洲和马文君,2021)<sup>[25]</sup>,能提高企业的生产效率并表现为产业增加值的创造效应,实现对其他要素的优化配置。其次,数字技术的赋能作用催生各产业对数字平台的需求(莫怡青和李力行,2022)<sup>[26]</sup>。数字平台对传统信息中介有一定的替代,助推信息共享并巩固供需双方间的匹配,有利于企业的柔性生产与产业链上下游的协同研发(Goldfarb 和 Tucker,2019)<sup>[27]</sup>,实现各主体的协作与各要素的整合。企业原本独立的研发创新活动借助数字平台与其他企业进行协同创新,如中国大学慕课平台降低了获取知识的壁垒,创新主体由企业或者科研院所拓展至个人开发者以实现多元化。最后,在使用数字平台的过程中会产生丰富的数据资源,机器学习等技术能有效挖掘数据中隐含的信息并反哺数字平台的优化迭代,更新后的平台将更加精准有效地把控分析全生产过程,进而打造更加优质高效的循环流通体系。因此,数据要素和数字技术的赋能作用将助力创新,依托数字平台建设的高效循环流通体系有利于及时响应“断链”风险。据此,本文提出如下假设:

H<sub>1</sub>:产业数字化能够减小产业链上游地理风险敞口。

### 2. 产业数字化、国内关联程度与产业链上游地理风险敞口

在全球产业链中,各地区凭借比较优势占据研发、设计、加工、销售等产品生产的不同环节。在经济繁荣时期,碎片化的分工让各地区基于要素禀赋取得了收益;但当风险事件增多时,各地区生产环节暴露于全球价值链的程度决定了产业链面临的冲击大小(Borin 等,2021)<sup>[28]</sup>。产业链的国内关联程度越大,满足单位产品的最终需求越需要国内产业部门的支撑,否则更易遭受自然灾害、地缘冲突的影响,风险敞口水平越高(倪红福等,2024)<sup>[10]</sup>。

产业数字化可从以下两个方面提升产业链的国内关联程度:一方面,产业数字化中区块链、物联网等技术的落地改善了信息获取的便利性。产业链中的生产与需求相互转换、环环相扣,信息不对称导致供需匹配失衡,市场运行效率低下。产业数字化中的核心技术提升了生产流程及产品信息的可编码及标准化水平(方慧和霍启欣,2023)<sup>[29]</sup>,使生产过程更易分割。精确的生产信息借助数字平台在供需双方间高效传递,帮助企业跨越地区与产业整合市场资源、延拓企业边界(陶锋等,2023)<sup>[30]</sup>。另一方面,产业数字化倾向于推动生产本地化。产业数字化推进的一大方向是大规模使用工业机器人以提高产业自动化水平,其中,对低技能劳动力的替换减小了劳动力成本份额。相较于劳动力成本份额的下降,生产外包带来的协调、沟通和贸易成本变化较小,这时企业会倾向退出全球供应链贸易,推动生产本地化(Baldwin 和 Freeman,2021)<sup>[31]</sup>。因此,本文提出如下假设:

H<sub>2</sub>:产业数字化通过增强产业链的国内关联程度减小产业链上游地理风险敞口。

### 3. 产业数字化、全球价值链地位与产业链上游地理风险敞口

若产业更多地向其他国家提供中间品用以生产出口品,其作为中间品出口方高于其作为中间品进口方的重要性,则产业更加接近国际分工中的上游环节,拥有更高的全球价值链地位(郑江淮

和戴玮, 2023)<sup>[32]</sup>。产业的全球价值链地位越高, 意味着产业更大的规模、更高的利润率与生产率 (Ju 和 Yu, 2015)<sup>[33]</sup>, 在全球生产分工中占据着主导权, 可有效抵御产业链上游的地理风险。

产业数字化可从三个方面提升产业在全球价值链中的地位<sup>①</sup>: 首先, 产业数字化提升了贸易中的信息搜集与传输效率, 企业通过直接接触出口商提升进口中间品和资本品的可能, 这些高质量产品蕴含着前沿的技术水平 (李晓静等, 2023)<sup>[34]</sup>。其次, 产业数字化的一些技术有利于减小企业在生产经营活动中的成本。比如, 企业通过互联网平台跨越消费者偏好与产品差异化的隔阂进行品牌建设与服务宣传, 这有利于控制成本 (Dewan 等, 2003)<sup>[35]</sup>; 企业使用物联网等技术获取生产流程各环节的数据, 通过大数据技术挖掘数据内涵的丰富信息, 打造柔性化、精细化的生产链条。产业数字化降低了产业的生产成本并提高生产率 (黄群慧等, 2019)<sup>[36]</sup>, 推动产业实现价值跃升以提升分工地位 (孙黎和许唯聪, 2021)<sup>[37]</sup>。最后, 产业数字化拓宽劳动者间的知识共享渠道、提升劳动力的业务水平、扩展高素质劳动力的量与质 (Amadu 和 Danquah, 2019)<sup>[38]</sup>, 这有助于发展中经济体突破在享受价值链上知识溢出时的桎梏, 摆脱低端锁定的困境, 助推价值链地位的攀升 (郭金花和朱承亮, 2024)<sup>[39]</sup>。因此, 本文提出如下假设:

H<sub>3</sub>: 产业数字化通过提升产业的全球价值链地位减小产业链上游地理风险敞口。

### 三、实证设计

#### 1. 模型设定

为考察产业数字化对全球产业链上游地理风险敞口的影响, 本文设定计量模型:

$$\ln gre_{ijt} = \alpha_0 + \alpha_1 dig_{ijt} + \alpha_2 X + \varphi_{ij} + \varphi_t + \varepsilon_{ijt} \quad (1)$$

其中,  $i, j$  和  $t$  分别代表国家、产业和年份;  $\ln gre_{ijt}$  表示在  $t$  年  $i$  国  $j$  产业的产业链上游地理风险敞口的对数值;  $dig_{ijt}$  表示在  $t$  年  $i$  国  $j$  产业的数字化水平;  $X$  为控制变量集,  $\varphi_{ij}$  表示国家—产业固定效应,  $\varphi_t$  表示时间固定效应,  $\varepsilon_{ijt}$  表示随机扰动项。

#### 2. 变量选取及测度

(1) 被解释变量 ( $\ln gre_{ijt}$ )。参考 Inomata 和 Hanaka (2024)<sup>[19]</sup>, 测度方法如下所示:

表 1 世界投入产出表

投入		中间需求			最终需求			总产出
		国家 1	...	国家 $n$	国家 1	...	国家 $n$	
中间投入	国家 1	$z^{1,1}$		$z^{1,n}$	$y^{1,1}$		$y^{1,n}$	$x^1$
	...							
	国家 $n$	$z^{n,1}$		$z^{n,n}$	$y^{n,1}$		$y^{n,n}$	
增加值			$va^1$		$va^n$			

根据表 1 所示的世界投入产出表, 投入产出模型中横向的平衡关系“总产出=中间需求+最终需求”如式 (2) 所示:

$$X = AX + Y \Leftrightarrow X = BY \quad (2)$$

其中,  $X$  为总产出列向量,  $A$  为直接消耗系数矩阵,  $Y$  为最终需求列向量,  $B$  为 Leontief 逆矩阵。

产业链末端国家  $k$  的最终需求经由  $k - 1$  个生产阶段通过后向联系引致始端国家 1 的产出如式 (3) 所示:

<sup>①</sup> 产业在全球价值链中的地位越高意味着尾部风险沿着上游不断累积 (陈国进等, 2024)<sup>[40]</sup>。但本文只考虑产业链末端的需求方面面临的断供风险: 当下游的需求出现波动时, 上游可以凭借自身较高的创新能力和生产率解决需求问题, 最坏的结果是产品滞销; 但当上游关键环节或者产品的供给面临困难时, 下游产品的生产将被迫中断, 此时的不利影响更加巨大。

$$a^{1,2} a^{2,3} \dots a^{k-1,k} y^k \tag{3}$$

以第  $t$  个国家为产业链经过的目标国家,令  $u$  表示上游,  $d$  表示下游,则式(3)可改写为式(4):

$$a^{u_1, u_2} \dots a^{u_i, u_{i+1}} a^{u_i, d_1} \dots a^{d_{m-1}, d_m} y^{d_m} \tag{4}$$

则在目标国家  $t$  的下游,国家  $m$  的最终需求  $y^{d_m}$  引致国家  $t$  的产出如式(5)所示:

$$\sum_{d_1}^{d_{m-1}} a^{u_i, d_1} \dots a^{d_{m-1}, d_m} y^{d_m} \tag{5}$$

综合考虑产业链中国家  $t$  的上下游,国家  $m$  的最终需求  $y^{d_m}$  引致国家  $u_i$  的产出如式(6)所示:

$$\left( \sum_{u_2}^{u_i} a^{u_1, u_2} \dots a^{u_i, u_i} \right) \left( \sum_{d_1}^{d_{m-1}} a^{u_i, d_1} \dots a^{d_{m-1}, d_m} \right) y^{d_m} \tag{6}$$

由于在经过国家  $t$  的产业链中,国家  $t$  的出现次数并不确定,记  $c(t)$  为产业链中国家  $t$  的出现次数,则式(6)可表示为式(7)<sup>①</sup>:

$$\sum_{k=3}^{\infty} \sum_2^k c(t) a^{1,2} a^{2,3} \dots a^{k-1,k} y^k \tag{7}$$

下面对式(7)中两个求和符号的经济学意义进行说明:在固定产业链始末两端分别位于第 1、 $k$  处的国家后,连接两个国家的产业链中间长度并不确定,因此需要对  $k$  进行加总,故有第一个求和符号;在确定长度后,产业链上游经过的国家有多种排列组合,故有第二个求和符号。

假设  $l, m$  固定,则式(6)可用矩阵表示为式(8):

$$[A^l]_{u_i, u_i} \cdot [A^m]_{u_i, d_m} \cdot y^{d_m} \tag{8}$$

由于国家  $t$  的上下游国家数目并不确定,故对于式(8)将  $l, m$  的所有可能情况加总,有式(9):

$$\sum_{l=1}^{\infty} \sum_{m=1}^{\infty} [A^l J(t) A^m \hat{Y}] = \left( \sum_{l=1}^{\infty} A^l \right) J(t) \left( \sum_{m=1}^{\infty} A^m \right) \hat{Y} = (B - I) J(t) (B - I) \hat{Y} \tag{9}$$

其中,  $J(t)$  表示第  $(t, t)$  元素为 1、其余元素为 0 的方阵。以式(9)为基础,定义产业链  $i \rightarrow j$  经过目标国家  $t$  的频数,即地理风险敞口指标如式(10)所示:

$$gre(t)_{i,j} = \frac{(BJ(t)B - J)_{i,j}}{(B - I)_{i,j}} \tag{10}$$

其中,用  $B$  代替  $B - I$ ,这将允许目标国家出现在产业链的两端。将  $J$  和  $I$  分别从分子和分母中减去,是为了消除最终需求的初始效应,该效应与研究目的无关。

事实上,式(10)可根据式(7)改写为式(11)所示的形式:

$$\begin{aligned} gre(t)_{1,k} &= \frac{c(t) a^{1,k} + \sum_{k=3}^{\infty} \sum_2^k c(t) a^{1,2} a^{2,3} \dots a^{k-1,k}}{(B - I)_{1,k}} \\ &= c(t) \frac{a^{1,k}}{(B - I)_{1,k}} + \sum_{k=3}^{\infty} \sum_2^k \left[ c(t) \frac{a^{1,2} a^{2,3} \dots a^{k-1,k}}{(B - I)_{1,k}} \right] \end{aligned} \tag{11}$$

式(11)可更清晰地体现地理风险敞口指标的经济学含义:分母  $(B - I)_{1,k}$  是  $k$  国引致 1 国的总效应,乘数  $\frac{a^{1,k}}{(B - I)_{1,k}}$ 、 $\frac{a^{1,2} a^{2,3} \dots a^{k-1,k}}{(B - I)_{1,k}}$  分别给出了通过产业链  $1 \rightarrow k$ 、 $1 \rightarrow 2 \rightarrow 3 \rightarrow \dots \rightarrow k - 1 \rightarrow k$  引致的效应份额。因此,式(11)表明  $gre(t)_{1,k}$  是  $c(t)$  的加权值,该值是目标国家  $t$  出现在产业链中  $1 \rightarrow \dots \rightarrow k$  的加权频数<sup>②</sup>。

① 对式(7)经济学意义的直观解释正文略去,详见本刊网站登载扩展资料中的附录。

②  $gre$  看起来与社会网络研究中(刘军,2019)<sup>[42]</sup>“点的中间中心度”相似,但二者存在显著差异。“点的中间中心度”用来测量该点在多大程度上控制两点间的联系,定义如下:假设在点  $X$  和  $Z$  间存在多条捷径,其中,某些捷径可能经过点  $Y$ ,则点  $Y$  相对于点  $X$  和  $Z$  的中间度指经过点  $Y$  且连接这两点的捷径数与两点间的捷径总数之比。该指标的定义是捷径数目之比,但两点间的联系并不只经过捷径,且该指标忽视了节点间贸易强度的影响。

(2)解释变量( $dig_{jt}$ )。产业数字化<sup>①</sup>程度取决于数字经济核心产业的投入,数字经济核心产业投入越多,产业的数字化程度越高。基于张洪胜等(2024)<sup>[21]</sup>,本文使用完全依赖度、直接依赖度<sup>②</sup>两个相对指标测度国内来源的产业数字化程度,两种指标的计算方法分别如式(12)和(13)所示:

$$dig_j = \frac{\sum_d B_{d,j}}{\sum_k B_{k,j}} \quad (12)$$

$$dig2_j = \frac{\sum_d A_{d,j}}{\sum_k A_{k,j}} \quad (13)$$

其中, $d$ 表示本国的数字经济核心产业, $j$ 表示本国的某产业, $k$ 表示全球所有产业。

(3)控制变量。参考相关研究(史本叶和齐瑞卿,2023<sup>[6]</sup>;杨仁发和郑媛媛,2023<sup>[7]</sup>),本文选择以下控制变量:产业显性比较优势( $rca$ ),采用戴翔(2015)<sup>[41]</sup>的测算方法进行衡量<sup>③</sup>;产业出口规模( $lnex$ ),采用各产业出口值的对数值进行衡量;经济体量( $lngdp$ ),采用各国人均国内生产总值的对数值进行衡量;外商直接投资( $lnfdi$ ),采用外商直接投资的对数值进行衡量;国际贸易自由度( $freedom$ ),采用美国传统基金会和《华尔街日报》联合发布的年度国际贸易自由度指数进行衡量。

### 3. 数据的来源与说明

本文选取经济合作与发展组织提供的2000—2020年世界投入产出表中的76个经济体与45个产业为研究样本<sup>④</sup>。其中,地理风险敞口( $lngre$ )、数字化( $dig$ )、显性比较优势( $rca$ )、出口规模( $lnex$ )四个产业层面的指标根据世界投入产出表测算得到;经济体量( $lngdp$ )指标来自国际货币基金组织,外商直接投资( $lnfdi$ )指标来自联合国贸发会议(UNCTAD),国际贸易自由度( $freedom$ )指标来自美国传统基金会和《华尔街日报》联合发布的年度报告。本文剔除研究时期内有缺失值的样本,并且为避免极端值、异常值对研究结果的影响,对各变量的1%与99%进行缩尾处理。主要变量的描述性统计如表2所示。

表2 主要变量的描述性统计

变量符号	变量名称	观测值	均值	标准差	最小值	最大值
$lngre$	地理风险敞口	62610	5.20	0.08	5.05	5.46
$dig$	产业数字化	62610	0.05	0.14	0.00	0.68
$rca$	产业显性比较优势	62610	1.12	1.52	0.00	9.79
$lnex$	产业出口规模	62610	12.76	2.89	0.47	18.03
$lngdp$	经济体量	62610	4.64	1.32	1.60	6.88
$lnfdi$	外商直接投资	62610	8.62	1.66	4.37	12.20
$freedom$	国际贸易自由度	62610	7.73	1.20	3.41	9.64

## 四、产业链上游地理风险敞口的测算分析

本文分别从世界整体、中美两国、中国产业链上游的主要经过地区共三个维度测算产业链上游地理风险敞口,以从不同角度分析地理风险敞口的演变趋势。

① 对产业数字化的国内外来源不做区分而宽泛地评估数字化的贸易影响会导致结论的误差性与狭隘性(张晴和于津平,2021<sup>[43]</sup>;杨仁发和郑媛媛,2023<sup>[7]</sup>),具体的定性、定量分析正文略去,详见本刊网站登载扩展资料中的附录。

② 直接依赖度指标用作稳健性检验。

③ 测算方法正文略去,详见本刊网站登载扩展资料中的附录。

④ 该数据库还提供了“世界其他地区”的数据,由于缺失部分变量本文剔除该数据。经测算,76个经济体占全球GDP比重的历年最小值为93.84%,研究样本具有代表性。

### 1. 世界整体的产业链上游地理风险敞口

图1和图2分别为2002年和2020年世界主要经济体的地理风险敞口与集中度散点图<sup>①</sup>,横轴为各经济体的地理风险敞口,纵轴为地理风险敞口的集中度。较2002年,2020年散点的分布整体向右上方移动,表明分工格局的深化增大了全球的地理风险敞口水平,同时风险的来源更加集中。中国在2002年位于散点的中部区域,在2020年向左下方移动,表明我国产业链上游地理风险敞口与集中度都在减小。图2的左下角主要是欧美等发达国家,表明这些国家具有较小的地理风险敞口及集中度,而右上角为菲律宾、越南、阿根廷等发展中国家。

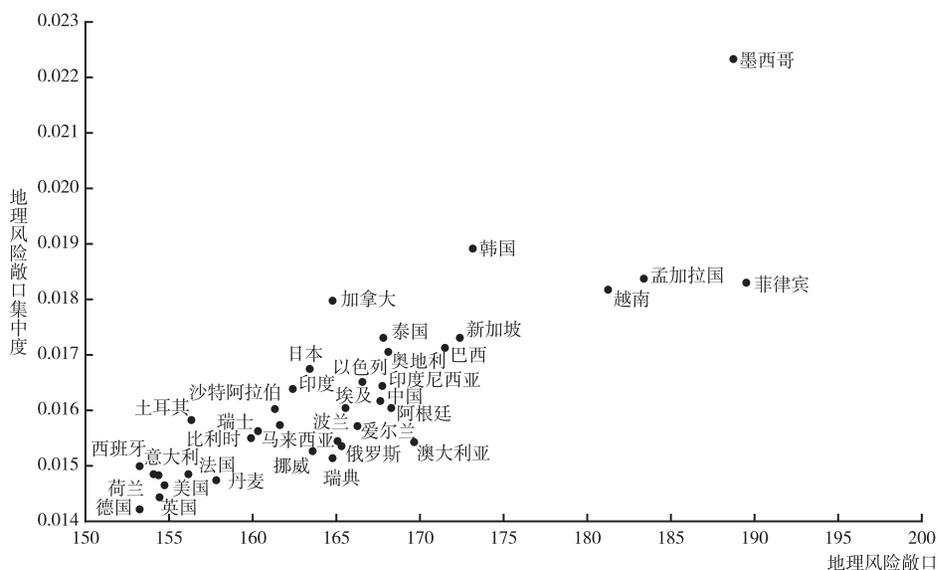


图1 2002年主要经济体的地理风险敞口与集中度散点图

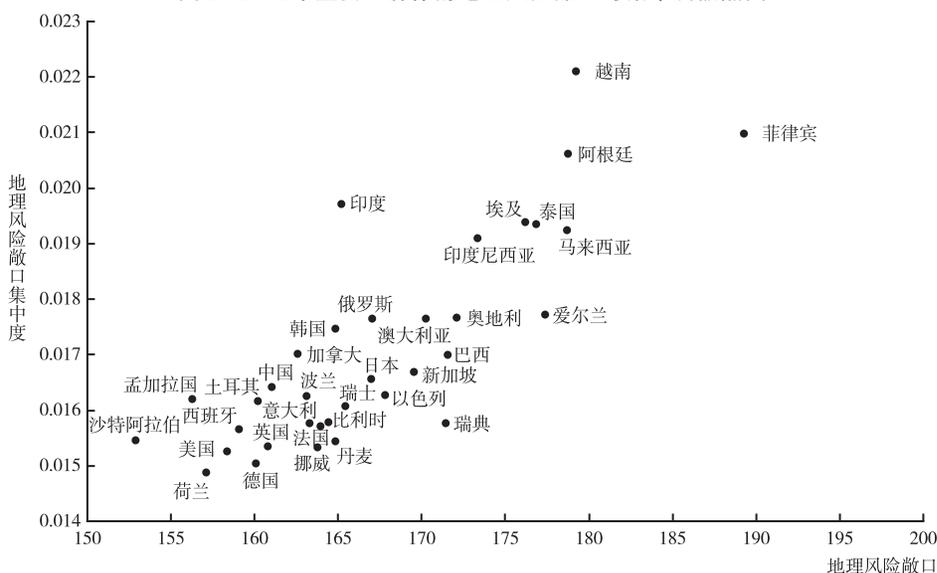


图2 2020年主要经济体的地理风险敞口与集中度散点图

### 2. 中美两国的产业链上游地理风险敞口

中国和美国现已成为世界上经济规模最大的两个国家,各自的经济发展及两国关系对于世界

<sup>①</sup> 产业链在各地区有着不同大小的地理风险敞口,由此可计算地理风险敞口的集中度。散点图选取2020年GDP排名位于前一半的地区,以兼具清晰性与代表性。图1选取2002年是因为中国在2001年加入WTO,对全球分工格局产生影响。

的繁荣稳定有着举足轻重的作用。图3是中美两国产业链上游地理风险敞口的时间序列图。总体上,中国的地理风险敞口一直高于美国。中国的地理风险敞口呈“M”形变化,三个拐点分别是2008年、2009年和2012年。美国的地理风险敞口呈先上升、后稳中有降的变化趋势。分时段可以发现:两国的地理风险敞口在2000—2008年皆呈上升趋势,该时期全球价值链分工格局快速发展;2008年金融危机导致了国际贸易的收缩,曲线在2009年前后表现为“V”形;在后金融危机时代,逆全球化叠加公共卫生事件冲击,两国的地理风险敞口不断下降。

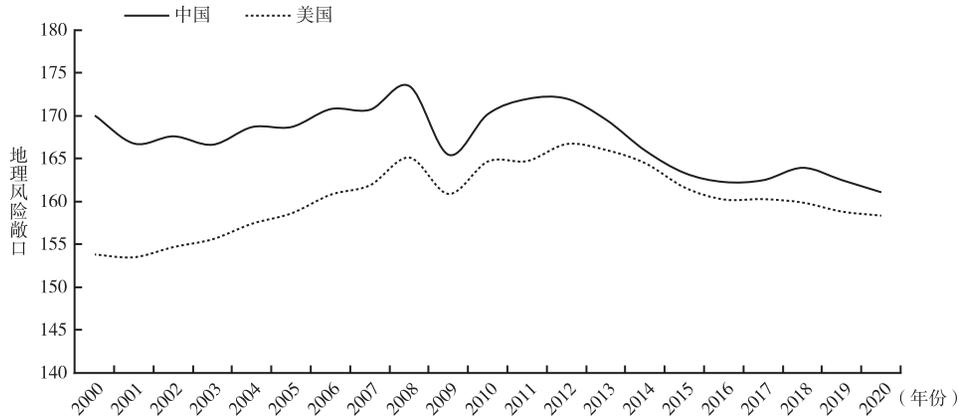


图3 中美两国2000—2020年的产业链上游地理风险敞口曲线图

表3为中美两国产业链上游地理风险敞口的地区结构。该表列出了2002年和2020年造成中美地理风险敞口排名前10的地区,各地右侧的数字是这些地区导致的风险敞口大小。2020年的数据对当下更具借鉴意义,同时与2002年的数据结合方便动态分析。相较2002年,2020年中国的产业链上游因往返各地而面临的地理风险敞口整体上更加分散化、区域化,特别是往返于越南的程度明显加深。与中国相反,美国产业链上游的地理风险敞口更加集中,这主要表现在产业链更加迂回于中国,同时越南、新加坡、印度在美国产业链中的重要性明显提升,这与其产业链向东南亚地区转移相一致。

表3 中美产业链上游地理风险敞口的地区结构

中国				美国			
2002		2020		2002		2020	
德国	5.50	德国	4.61	德国	4.11	中国	7.03
韩国	4.59	韩国	4.27	中国	3.76	德国	4.03
马来西亚	4.19	越南	3.95	加拿大	3.73	越南	3.73
俄罗斯	3.57	新加坡	3.46	泰国	3.39	加拿大	3.28
新加坡	3.52	俄罗斯	3.12	英国	3.09	泰国	3.00
美国	3.42	哈萨克斯坦	3.10	意大利	3.08	英国	2.92
日本	3.37	澳大利亚	2.83	法国	2.86	韩国	2.92
泰国	3.32	日本	2.77	马来西亚	2.70	哈萨克斯坦	2.90
意大利	3.21	马来西亚	2.72	韩国	2.64	新加坡	2.81
法国	2.85	法国	2.67	印度	2.60	印度	2.74

资料来源:作者整理

### 3. 中国产业链上游主要经过地区的地理风险敞口

根据表3,德国、韩国、越南等是中国产业链上游的重要节点。由此产生一个对偶问题:中国在这些国家的产业链上游处于何种角色,彼此是平等关系还是一方占优?为此,表4给出了2020年德国、韩国、越南三个代表性国家的产业链上游地理风险敞口的地区构成。

表4 2020年三国产业链上游地理风险敞口的地区结构

德国		韩国		越南	
中国	6.27	中国	8.88	中国	15.07
荷兰	3.97	越南	4.51	韩国	10.12
波兰	3.66	德国	4.45	新加坡	5.35
新加坡	3.14	俄罗斯	3.45	泰国	4.50
法国	3.05	新加坡	3.41	德国	3.89
哈萨克斯坦	2.98	美国	3.24	日本	3.17
爱尔兰	2.98	哈萨克斯坦	3.01	马来西亚	3.08
意大利	2.83	日本	2.87	美国	3.06
美国	2.82	澳大利亚	2.75	哈萨克斯坦	2.88
越南	2.77	马来西亚	2.68	俄罗斯	2.86

资料来源:作者整理

由表4可发现,德国、韩国、越南的产业链上游经过的地区具有如下共同点:一是多依赖周边区域,二是产业链迂回于中国的程度明显高于余下地区,也高于中国对这些地区的依赖。这一方面表明了中国在全球分工网络中的核心地位,另一方面体现出中国在区域经济中的主导地位。因此,2020年区域全面经济伙伴关系协定(RCEP)的顺利签署,既体现了日本、韩国、澳大利亚等发达国家的需求,也兼顾到东南亚等经济欠发达地区的需求,在全球价值链的重构过程中能够兼顾稳定性与安全性(宋跃刚和王紫琪,2024)<sup>[44]</sup>。

## 五、实证分析

### 1. 基准回归

表5列示了产业数字化影响产业链上游地理风险敞口的基准回归结果。其中,第(1)列为未添加控制变量,但控制国家—产业、时间固定效应的回归结果,初步证明提升产业数字化可以显著减少产业链上游地理风险敞口。在此基础上,第(2)~(5)列依次控制显性比较优势与出口规模、经济体量、外商直接投资、贸易自由度,结果进一步证实产业数字化对产业链上游地理风险敞口的显著负向效应。随着控制变量的增加,产业数字化对产业链上游地理风险敞口的负向效应不断减少,这显示出所选控制变量的合理性。因此,假设H<sub>1</sub>得到验证,即产业数字化能够减小产业链上游地理风险敞口。

表5 产业数字化影响地理风险敞口的基准回归

变量	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
<i>dig</i>	-0.157*** (0.039)	-0.157*** (0.039)	-0.147*** (0.039)	-0.145*** (0.039)	-0.135*** (0.037)
<i>rca</i>		-0.001 (0.001)	-0.002** (0.001)	-0.002** (0.001)	-0.001 (0.001)

续表 5

变量	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
<i>lnex</i>		0.002*** (0.001)	0.003*** (0.001)	0.003*** (0.001)	0.002*** (0.001)
<i>lngdp</i>			-0.009*** (0.002)	-0.011*** (0.002)	-0.017*** (0.002)
<i>lnfdi</i>				0.003** (0.000)	0.002*** (0.000)
<i>freedom</i>					0.017*** (0.001)
常数项	5.206*** (0.002)	5.183*** (0.009)	5.215*** (0.014)	5.203*** (0.015)	5.118*** (0.018)
国家—产业固定效应	是	是	是	是	是
时间固定效应	是	是	是	是	是
观测值	62610	62610	62610	62610	62610
调整 R <sup>2</sup>	0.795	0.795	0.795	0.796	0.803

注：\*\*\*、\*\*、\*分别表示在1%、5%和10%水平上显著；括号内为聚类到国家—产业层面的标准误，下同

控制变量方面，第(5)列的结果显示产业出口规模、外商直接投资、贸易自由度对地理风险敞口的影响效应显著为正，而经济体量显著为负。较大的产业出口规模与较高的外商直接投资、贸易自由度，表明国家有着活跃紧密的对外贸易联系，这使得产业链上游频繁迂回于外部地区，带来更大的地理风险敞口。大规模的经济体量表明国家内部的高度融合性、稳定性(干春晖和刘亮，2021)<sup>[45]</sup>，这有利于增强对外部风险的抵御能力。

## 2. 稳健性检验

(1) 替换核心解释变量。使用式(13)所示的直接依赖度测算产业数字化。回归结果如表6第(1)列所示，核心解释变量对地理风险敞口的影响依然显著为负，与表5所示的基准回归结果一致。

表6 产业数字化影响地理风险敞口的稳健性检验

变量	(1)	(2)	(3)
<i>dig</i>		-0.137*** (0.037)	-0.480*** (0.079)
<i>dig2</i>	-0.042** (0.018)		
控制变量	控制	控制	控制
固定效应	是	是	是
观测值	62539	53960	58272
调整 R <sup>2</sup>	0.802	0.802	0.803

(2) 排除金融危机区间。各经济体的产业链上游地理风险敞口受2008年金融危机的冲击在当年及后续几年出现较大的波动。为避免规模性冲击的影响，本文排除了2008—2010年的样本。估计结果如表6第(2)列所示，产业数字化显著减小了地理风险敞口，表明了回归结果的稳健性。

(3)剔除数字经济核心产业。数字经济核心产业由于自身特点,数字化程度处于高位。为避免样本极端值对回归结果的影响,本文对剔除数字经济核心产业的样本进行回归。实证结果如表6第(3)列所示,产业数字化对地理风险敞口的负向影响通过了1%水平的显著性检验,这进一步强化了本文的研究结论。

### 3. 内生性检验

国内来源的产业数字化减少了产业链上游地理风险敞口,而为了减少产业链上游地理风险敞口可能倒逼增加国内来源的数字技术投入。此外,遗漏变量、测算误差等问题也会造成内生性。

黄群慧等(2019)<sup>[36]</sup>采用各城市1984年每百人固定电话数量作为互联网发展指数的工具变量。其理论逻辑是:数字化发展依靠的现代信息网络是历史通信习惯与电信基础设施的延伸,即意味着历史上平均固定电话数量较高的地区在数字化发展方面也较好,满足工具变量的相关性要求;过去固定电话的使用局限于语音通信功能,与当下产业链分工深化所依赖的科学技术关系不大,即过去固定电话的使用对当下的产业链几乎没有影响,满足工具变量的排他性要求。由于本文的实证分析采用面板数据,为匹配截面工具变量(Nunn和Qian, 2014)<sup>[46]</sup>,参考史本叶和齐瑞卿(2023)<sup>[6]</sup>构建各经济体1984年每百人固定电话数量与滞后一期产业数字化的交互项进行2SLS回归。工具变量的回归结果如表7所示,结果支持产业数字化对产业链上游地理风险敞口具有显著的负向影响。

表7 产业数字化影响地理风险敞口的内生性检验

第一阶段回归	0.285*** (0.011)
第二阶段回归	-0.110** (0.047)
K-P rk LM	70.829 [0.00]
K-P rk Wald F	672.468 {16.38}
观测值	60452

注:小括号内数据为聚类到国家—产业层面的标准误,中括号内数据为P值,大括号内数据为Stock-Yogo弱识别检验10%水平的临界值。Kleibergen-Paap rk LM统计量、Kleibergen-Paap rk Wald F统计量的结果均在较高水平下拒绝“工具变量不可识别”和“弱工具变量”的原假设

### 4. 异质性分析

(1)经济体发达程度。不同发达程度的经济体在产业数字化减小地理风险敞口的效果上可能存在差异,为此根据国际货币基金组织的分类将样本根据地区发达程度的不同进行分组回归,结果如表8第(1)~(2)列所示。实证结果表明,产业数字化对发达经济体的地理风险敞口的减小作用大于其他经济体。这可能是因为发达经济体凭借充足的资金与人力资本能更扎实地掌握运用数字技术,促进产业数字化对地理风险敞口的抵御作用。

表8 产业数字化影响地理风险敞口的异质性检验

变量	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	发达经济体	其他经济体	技术密集	非技术密集	高进口依赖	低进口依赖
<i>dig</i>	-0.167*** (0.058)	-0.109** (0.046)	-0.089 (0.080)	-1.517*** (0.275)	-0.061** (0.030)	-0.195*** (0.067)
控制变量	控制	控制	控制	控制	控制	控制

续表 8

变量	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	发达经济体	其他经济体	技术密集	非技术密集	高进口依赖	低进口依赖
固定效应	是	是	是	是	是	是
观测值	29795	32815	10093	12955	31258	31237
调整 R <sup>2</sup>	0.877	0.740	0.722	0.820	0.908	0.704
经验 P 值	0.000		0.000		0.000	

注:本文借鉴连玉君等(2010)<sup>[47]</sup>比较组间系数差异,结果均通过了组间系数差异检验。经验P值为检验分组样本的核心解释变量是否存在显著性差异的P值,使用Bootstrap法重复1000次计算得到

(2)制造业要素密集度。制造业是国之命脉,在经济发展与国际竞争中有着极其重要的地位。借鉴高翔和袁凯华(2020)<sup>[48]</sup>,将制造业分为技术密集型和非技术密集型两个组别进行估计,以明晰数字化对不同要素密集度制造业的地理风险敞口的差异化影响。第(3)~(4)列的结果显示,非技术密集型制造业的产业数字化回归系数显著为负,技术密集型制造业未通过显著性检验。这可能是由于核心技术竞争的加剧使得技术壁垒存在于价值链分工的重要环节,因此数字化的发展不能有效减少高技术密集型制造业的地理风险敞口。

(3)进口依赖度。本文计算了经济体各产业的中间品进口占全球该产业进口的比重,以所有样本比重值的中位数为基准,高于该值的产业定义为高进口依赖产业,反之为低进口依赖产业。分组回归的结果如第(5)~(6)列所示,产业数字化对地理风险敞口的抑制作用在低进口依赖的产业中更加明显。这可能是由于低进口依赖产业有着较强的自主可控能力,在发挥产业数字化减小地理风险敞口的作用上更具优势。

## 六、机制检验

结合理论分析与研究假设,本文借鉴江艇(2022)<sup>[49]</sup>的研究对潜在的作用机制进行检验。

### 1. 增强国内关联程度

产业的国内生产阶段数体现了产业链的国内关联程度,国内生产阶段越多表明在国内涉及研发、生产及销售等阶段的环节越多。由于全球分工格局的深化,产业的国内外生产阶段数普遍呈增长趋势。因此,本文借鉴倪红福等(2016)<sup>[50]</sup>的测度方法,基于世界投入产出数据计算产业的国内生产阶段数占总生产阶段数的比重以反映产业链的国内关联程度。生产阶段数的测算过程如下:

$$N_j^k = 1 + \sum_{s,i} a_{i,j}^{s,k} N_i^s \quad (14)$$

其中, $N_j^k$ 表示k国j产业的总生产阶段数。 $a_{i,j}^{s,k}$ 表示k国j产业的总投入中来自s国i产业的比重。若k国j产业在生产中无中间品投入,总生产阶段数为1;否则,总生产阶段数取决于中间投入品对应的直接消耗系数 $a_{i,j}^{s,k}$ 与生产阶段数 $N_i^s$ 。式(14)可表示为式(15)所示的矩阵形式:

$$N^T = U^T B \quad (15)$$

其中, $U$ 为元素是1的列向量, $T$ 表示转置, $B$ 如上文所述为Leontief逆矩阵。以式(15)为基础,可进一步拆解k国所有产业的总生产阶段数,如式(16)所示:

$$N^{kT} = U^T \begin{bmatrix} B_{1,k} \\ \vdots \\ B_{n,k} \end{bmatrix} = u^T L^{k,k} + u^T \left( \sum_{s \neq k} L^{k,k} A^{k,s} B^{s,k} \right) + u^T \sum_{s \neq k} B^{s,k} \quad (16)$$

其中, $L^{k,k}$ 为k国的局部Leontief逆矩阵。式(16)右边第一项 $u^T L^{k,k}$ 为“国内生产阶段数”,表示

产业生产过程不需要国外的中间品投入;第二项  $u^T(\sum_{s \neq k} L^{k,k} A^{k,s} B^{s,k})$  和第三项  $u^T \sum_{s \neq k} B^{s,k}$  分别表示  $k$  国的中间品出口与国外的中间品投入,衡量“国外生产阶段数”。

机制检验的结果如表9第(1)列所示,产业数字化显著增强了产业生产的国内关联强度。国内关联程度的提升有助于消弭产业链上游遭受自然灾害、地缘冲突的影响,对应更小的地理风险敞口水平。这验证了假设  $H_2$ ,即产业数字化通过增强产业链的国内关联程度减小产业链上游地理风险敞口。

表9 产业数字化影响地理风险敞口的机制检验

变量	(1)	(2)
	国内关联强度	价值链位置
<i>dig</i>	0.456*** (0.050)	0.491*** (0.051)
控制变量	控制	控制
固定效应	是	是
观测值	62610	62063
调整 $R^2$	0.931	0.915

## 2. 提升全球价值链地位

全球价值链分工的不断深化使得链上的各主体互联互通,产业链上的节点在生产中面临的断供风险随着地位的降低及链条的延伸具有叠加效应。若产业的产品被伙伴国经由中间环节后再次出口,则说明产业在全球价值链中提供了中间品用于间接出口(干春晖和满森,2023)<sup>[51]</sup>,有着更高的地位。

Koopman等(2010)<sup>[52]</sup>整合了文献中关于垂直专业化和增加值贸易的测度方法,提出按照增加值来源分解一国总出口的框架,并建立了全球价值链地位与参与程度两个指标。Wang等(2013)<sup>[15]</sup>进一步对多个层面的总贸易流量根据贸易品的价值来源、最终吸收地和吸收渠道的不同分解为16个部分,建立了从官方贸易总值统计到贸易增加值统计的一套核算法则。本文根据Wang等(2013)<sup>[15]</sup>的分解框架与Koopman等(2010)<sup>[52]</sup>的指标构建思路,测算全球价值链地位的方法如式(17)所示<sup>①</sup>:

$$position_{kj} = \ln\left(1 + \frac{DVA\_INT\_REX_{kj}}{E_{kj}}\right) - \ln\left(1 + \frac{FVA\_FIN_{kj} + FVA\_INT_{kj}}{E_{kj}}\right) \quad (17)$$

其中,  $DVA\_INT\_REX_{kj}$  表示被进口国出口至第三国,并被第三国生产国内最终需求吸收的中间出口的国内增加值,即  $k$  国  $j$  产业出口的中间品增加值;  $FVA\_FIN_{kj} + FVA\_INT_{kj}$  为出口的国外增加值;  $E_{kj}$  为  $k$  国  $j$  产业的总增加值出口额。

表9第(2)列的结果表明产业数字化显著提升了产业在全球价值链中的地位。产业在全球价值链地位的提升表明产业在生产分工中主导权的增加,有利于降低“断链”的可能性。这验证了假设  $H_3$ ,即产业数字化通过提升产业的全球价值链地位减小产业链上游地理风险敞口。

## 七、结论与政策建议

### 1. 研究结论

全球价值链分工的深化,导致生产最终产品的上游各环节及参与主体呈现复杂链式相连的特征,中间产品的多次跨境流转将放大各节点的不稳定性。本文以2000—2020年OECD提供的投入

① Wang等(2013)<sup>[15]</sup>的分解框架正文略去,详见本刊网站登载扩展资料中的附录。

产出表包含的经济体及产业为研究样本,测度分析各经济体的产业链上游地理风险敞口,并实证检验产业数字化对地理风险敞口的影响。研究发现:产业数字化可以显著减小产业链上游地理风险敞口,其作用机制为增强产业链的国内关联程度与提升产业在全球价值链的地位;产业数字化对产业链上游地理风险敞口的抑制作用在发达经济体、非技术密集型制造业以及低进口依赖产业中表现得更为显著;全球分工格局的深化导致世界整体的产业链上游地理风险敞口与风险集中度呈上升趋势,但中国的产业链上游地理风险敞口与集中度却呈缩减态势,其风险敞口变化轨迹为“M”形,关键转折点分别是2008年、2009年、2012年;中国的产业链上游环节主要迂回于德国、韩国、越南等国家,同时这些地区的产业链上游频繁经过中国,并且迂回程度相较于中国对这些国家的依赖更为显著。

## 2. 政策建议

第一,构建产业链上游地理风险敞口的动态监测体系,实现精准化风险管理。针对当前产业链风险管理中事前识别不足的问题,国家及相关部门亟需采取行动,整合全球价值链的动态数据,开发覆盖全产业链的地理风险敞口图谱平台。该平台需集成地理信息系统技术,实时精确标注产业链上游关键节点的全球布局及贸易流动路径,为决策者提供清晰的全球产业链布局图景,帮助其直观理解产业链的脆弱环节。进一步,该平台可利用先进的人工智能算法,综合考量地缘政治冲突、自然灾害、贸易政策调整等外部冲击,动态评估“断链”风险,并向相关企业推送分级预警信号,使企业得以提前布局应对策略。此外,该平台还应具备模拟极端情境下的替代路径规划能力,提供备选供应商清单与产能调配策略,并将这些措施纳入“链长制”管理体系,实现对产业链风险的统一管理与协调,保障产业链的稳定运行。国家应加大对这一平台的投资与维护,保障其数据的准确性和时效性,使之成为国家产业链风险管理的重要基础设施。

第二,实施数字要素供给“强基工程”,把握数字经济发展自主权。一是设立专项基金,聚焦于操作系统、工业软件等基础领域的核心技术突破,通过“揭榜挂帅”机制激励企业创新,并对成功实现中间品国产化替代的企业给予税收减免、资金补助等优惠政策,降低其研发成本和市场风险。二是政府应主导建立数字化转型服务平台,为技术密集型制造业和高进口依赖产业提供财政补贴、培训指导等专项支持,解决企业在数字化转型过程中面临的“三不”难题,即不想转、不会转、不敢转的问题,降低下游企业的数字要素试用门槛和风险。三是加快数字人才的培养和引进。高等教育机构特别是“双一流”高校应增设数字经济与重点产业的交叉学科,扩大本科招生规模,采用“学术导师+业界导师”的双轨制培养模式,培养既有理论知识又有实践经验的复合型人才;同时,京津冀、长三角、粤港澳大湾区等经济发达地区应出台更具吸引力的优惠政策,吸引并留住全球顶尖数字人才,为我国的数字经济发展提供坚实的人才支撑。

第三,加快建设中间品全国统一大市场。一是推出全国性的标准体系以消除市场壁垒。基于已运行成熟的地方标准,加速制定全国统一的中间品技术标准与质量认证体系,同时利用产业组织理论框架评估现行政策,清理具有地方保护主义色彩的扭曲性补贴和税收优惠,营造公平竞争的市场环境。二是构建专业化的数字交易平台以降低交易成本。根据中间品的属性差异,分产业建立具备质量认证和信用评估功能的垂直型交易平台,政府通过数据接口开放和数字基建投资引导平台发展,缓解信息不对称引发的“关系型交易”问题,提升市场交易效率。三是优化中间品生产的地理布局。遵循运输成本最小化原则,通过财政补贴和产能置换政策,引导企业向终端市场邻近区域集聚,鼓励优势企业通过跨区域并购重组实现规模经济、降低生产成本,增强对国际市场波动的抵御能力,为构建更加稳健的国内产业链提供支撑。

第四,加强同国际市场的联系和合作,构建稳定可靠的外部经济循环体系。一是中国应与产业链上游高度依赖的国家如德国、韩国、越南等,建立产业链风险对冲基金等互信机制,通过资金

互助、信息共享等方式形成更加紧密的合作关系,保障关键零部件和原材料的稳定供应,共同应对产业链风险。二是实施中间品技术标准升级工程,与高度依赖中国的国家共同制定和推广高标准的技术规范,强化区域间的产业链合作,以外需拉动我国中间品的高质量发展,形成互利共赢的国际产业合作格局。三是针对产业链区域化的发展趋势,积极推进加入《全面与进步跨太平洋伙伴关系协定》(CPTPP)和《数字经济伙伴关系协定》(DEPA)的谈判进程,深度参与国际规则和标准制定,提升我国在国际经济治理中的话语权,巩固在区域价值链中的核心地位,为我国经济发展创造良好的外部环境。

### 3. 研究展望

本研究将来可在以下方面进行拓展:一是深入分析中国的产业链风险问题。构造包含中国区域的双重嵌入世界投入产出表,测算各区域的地理风险敞口差异。二是在微观企业层面进行相关研究,提出更具针对性的政策建议。本研究聚焦于产业层级,将来可通过调研企业与进口中间品相关的信息,提升非竞争型投入产出表的数据可靠性,或者构建国内和跨国企业交易数据库,以提升研究的精细度。三是借助相关技术提升产业链研究的时效性。囿于数据的限制,本研究不能充分反映近几年的产业链风险变化,只能待投入产出数据库更新后做进一步测算分析。将来可通过相关技术综合国民经济核算体系、工业企业数据库以及海关进出口数据等编制投入产出表需用到的基础数据,建立全(半)自动的投入产出表生成系统。

### 参考文献

- [1]肖旭,戚聿东.产业数字化转型的价值维度与理论逻辑[J].重庆:改革,2019,(8):61-70.
- [2]赵涛,张智,梁上坤.数字经济、创业活跃度与高质量发展——来自中国城市的经验证据[J].北京:管理世界,2020,(10):65-76.
- [3]田秀娟,李睿.数字技术赋能实体经济转型发展——基于熊彼特内生增长理论的分析框架[J].北京:管理世界,2022,(5):56-73.
- [4]韦庄禹.数字经济发展对制造业企业资源配置效率的影响研究[J].北京:数量经济技术经济研究,2022,(3):66-85.
- [5]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?[J].北京:经济管理,2022,(8):23-39.
- [6]史本叶,齐瑞卿.制造业数字化能否发挥“稳链”作用——基于价值链波动视角[J].北京:国际贸易问题,2023,(12):1-17.
- [7]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].北京:数量经济技术经济研究,2023,(8):69-89.
- [8]John, K., L.Litov, and B.Yeung. Corporate Governance and Risk-Taking[J]. Journal of Finance, 2008, 63, (4): 1679-1728.
- [9]吕越,张杰.人工智能与产业链韧性提升[J].西安交通大学学报(社会科学版),2024,(2):29-38.
- [10]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].北京:管理世界,2024,(4):1-26,46,27-45.
- [11]祝嘉良,方颖.全球贸易格局动态下多边贸易合作与中国制造业“稳链”——基于对中国制造业供应链生产风险来源的测算[J].北京:数量经济技术经济研究,2024,(11):89-111.
- [12]丁晓强,葛海燕.中国产业链对外风险敞口的动态变迁、国际比较与反事实模拟[J].北京:数量经济技术经济研究,2024,(10):26-45.
- [13]李伟,贺俊.基于能力视角的产业链安全内涵、关键维度和治理战略[J].昆明:云南社会科学,2022,(4):102-110.
- [14]Baldwin, R., R.Freeman, and A.Theodorakopoulos. Horses for Courses: Measuring Foreign Supply Chain Exposure[R]. NBER Working Paper, 2022, No.30525.
- [15]Wang, Z., S.J.Wei, and K.F.Zhu. Quantifying International Production Sharing at The Bilateral and Sector Level[R]. NBER Working Paper, 2013, No.19677.
- [16]Katsaliaki, K., P.Galetsi, and S.Kumar. Supply Chain Disruptions and Resilience: A Major Review and Future Research Agenda[J]. Annals of Operations Research, 2022, 319, (1): 965-1002.
- [17]盛斌,陈帅.全球价值链如何改变了贸易政策:对产业升级的影响和启示[J].北京:国际经济评论,2015,(1):85-97,6.
- [18]段玉婉,刘丹阳,倪红福.全球价值链视角下的关税有效保护率——兼评美国加征关税的影响[J].北京:中国工业经济,

2018, (7): 62-79.

- [19] Inomata, S., and T. Hanaka. Measuring Exposure to Network Concentration Risk in Global Supply Chains: Volume Versus Frequency[J]. *Structural Change and Economic Dynamics*, 2024, 68: 177-193.
- [20] 张天顶, 魏丽霞. 金融服务发展与制造业全球价值链升级[J]. 北京: 金融研究, 2023, (3): 20-37.
- [21] 张洪胜, 杜雨彤, 张小龙. 产业数字化与国内大循环[J]. 北京: 经济研究, 2024, (5): 97-115.
- [22] 李天健, 赵学军. 新中国保障产业链供应链安全的探索[J]. 北京: 管理世界, 2022, (9): 31-41.
- [23] 邵军, 黄南. 数字经济提升产业链韧性与安全水平的思考[J]. 深圳: 开放导报, 2023, (2): 53-59.
- [24] 李天宇, 王晓娟. 数字经济赋能中国“双循环”战略: 内在逻辑与实现路径[J]. 成都: 经济学家, 2021, (5): 102-109.
- [25] 蔡跃洲, 马文君. 数据要素对高质量发展影响与数据流动制约[J]. 北京: 数量经济技术经济研究, 2021, (3): 64-83.
- [26] 莫怡青, 李力行. 零工经济对创业的影响——以外卖平台的兴起为例[J]. 北京: 管理世界, 2022, (2): 31-45, 3.
- [27] Goldfarb, A., and C. Tucker. Digital Economics[J]. *Journal of Economic Literature*, 2019, 57, (1): 3-43.
- [28] Borin, A., M. Mancini, and D. Taglioni. Measuring Exposure to Risk in Global Value Chains[R]. World Bank Policy Research Working Paper, 2021, No. 9785.
- [29] 方慧, 霍启欣. 数字服务贸易开放的企业创新效应[J]. 北京: 经济学动态, 2023, (1): 54-72.
- [30] 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[J]. 北京: 中国工业经济, 2023, (5): 118-136.
- [31] Baldwin, R., and R. Freeman. Risks and Global Supply Chains: What We Know and What We Need to Know[R]. NBER Working Paper, 2021, No. 29444.
- [32] 郑江淮, 戴玮. 发明人才跨国流动对全球价值链地位的影响——行业异质性效应及其战略含义[J]. 经济管理, 2023, (3): 5-27.
- [33] Ju, J.D., and X.D. Yu. Productivity, Profitability, Production and Export Structures Along the Value Chain in China[J]. *Journal of Comparative Economics*, 2015, 43, (1): 33-54.
- [34] 李晓静, 蒋灵多, 罗长远. 数字技术与全球价值链嵌入位置——基于制造业企业的实证研究[J]. 广州: 学术研究, 2023, (5): 108-116.
- [35] Dewan, R., B. Jing, and A. Seidmann. Product Customization and Price Competition on the Internet[J]. *Management Science*, 2003, 49, (8): 1055-1070.
- [36] 黄群慧, 余泳泽, 张松林. 互联网发展与制造业生产率提升: 内在机制与中国经验[J]. 北京: 中国工业经济, 2019, (8): 5-23.
- [37] 孙黎, 许唯聪. 数字经济对地区全球价值链嵌入的影响——基于空间溢出效应视角的分析[J]. 北京: 经济管理, 2021, (11): 16-34.
- [38] Amadu, A. W., and M. Danquah. R&D, Human Capital and Export Behavior of Manufacturing and Service Firms in Ghana[J]. *Journal of African Business*, 2019, 20, (3): 283-304.
- [39] 郭金花, 朱承亮. 数字化转型、人力资本结构调整与制造业企业价值链升级[J]. 北京: 经济管理, 2024, (1): 47-67.
- [40] 陈国进, 刘元月, 丁赛杰, 赵向琴. 宏观尾部风险、生产网络与行业产出[J]. 北京: 管理世界, 2024, (2): 28-52.
- [41] 戴翔. 中国制造业国际竞争力——基于贸易附加值的测算[J]. 北京: 中国工业经济, 2015, (1): 78-88.
- [42] 刘军. 整体网分析[M]. 上海人民出版社, 2019.
- [43] 张晴, 于津平. 制造业投入数字化与全球价值链中高端跃升——基于投入来源差异的再检验[J]. 上海: 财经研究, 2021, (9): 93-107.
- [44] 宋跃刚, 王紫琪. 基于区域服务贸易协定深度的制造业全球价值链重构效应研究[J]. 北京: 经济管理, 2024, (5): 5-27.
- [45] 干春晖, 刘亮. 超大规模经济体优势研究[J]. 上海: 社会科学, 2021, (9): 3-12.
- [46] Nunn, N., and N. Qian. US Food Aid and Civil Conflict[J]. *American Economic Review*, 2014, 104, (6): 1630-1666.
- [47] 连玉君, 彭方平, 苏治. 融资约束与流动性管理行为[J]. 北京: 金融研究, 2010, (10): 158-171.
- [48] 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[J]. 北京: 数量经济技术经济研究, 2020, (11): 3-22.
- [49] 江艇. 因果推断经验研究中的中介效应与调节效应[J]. 北京: 中国工业经济, 2022, (5): 100-120.
- [50] 倪红福, 龚六堂, 夏杰长. 生产分割的演进路径及其影响因素——基于生产阶段数的考察[J]. 北京: 管理世界, 2016, (4): 10-23, 187.
- [51] 干春晖, 满 犇. 双循环测度与国内大循环内生动力研究[J]. 北京: 系统工程理论与实践, 2023, (11): 3090-3110.
- [52] Koopman, R.B., Z. Wang, and S.J. Wei. Give Credit Where Credit is Due: Tracing Value-Added in Global Production Chains[R]. NBER Working Paper, 2010, No. 16426.

# Industrial Digitalization and Geographical Risk Exposure in The Global Industrial Chain Upstream

GAN Chun-hui<sup>1</sup>, MAN Ben<sup>2</sup>

(1.Shanghai Academy of Social Sciences, Shanghai, 200020, China;

2.College of Business, Shanghai University of Finance and Economics, Shanghai, 200433, China)

**Abstract:** The deepening of the division of labor in the value chain has led to a complex chain connection of upstream links and participating entities in the production of final products. Multiple cross-border flows of intermediate products will amplify the instability of each node. At the same time, the development of industrial digitization has created enormous growth opportunities for the global value chain, and its impact on the risk of the industrial chain is also worth exploring. This article takes the economies and industries in OECD-ICIO's world input-output data from 2000 to 2020 as research samples, measures the geographical risk exposure upstream of the industrial chain, and empirically analyzes the impact of industrial digitization on industrial chain risk.

Compared with existing studies, the marginal contributions of this paper may be reflected in the following three aspects: Firstly, analyzing the geographical risk exposure of the upstream of the industrial chain from the perspective of intermediate goods trade, which makes up for the deficiency of existing studies that pay less attention to the upstream intermediate goods input and geographical structure of the industrial chain risk. Secondly, enriching the relevant research on the impact of industrial digitalization on industrial chain risk. This paper not only opens the black box of the impact of industrial digitalization on geographical risk exposure, but also verifies the impact of industrial digitalization on geographical risk exposure through two mechanisms of domestic production stage number and global value chain position, and further empirically tests the impact effect, which is a beneficial supplement to the existing literature. Thirdly, the research sample has a long time span and wide coverage, which is convenient for both horizontal and vertical comparisons of geographical risk exposure and provides a rich database for subsequent research.

The main conclusions are as follows: Firstly, industrial digitalization can significantly reduce the upstream geographic risk exposure of the industrial chain, and its mechanism is to enhance the domestic correlation degree of the industrial chain and enhance the position of the industry in the global value chain. Secondly, the inhibition effect of industrial digitalization on the upstream geographic risk exposure of the industrial chain is more significant in developed economies, non-technology-intensive manufacturing industries and industries with low import dependence. As a result of the deepening of the global division of labor, the geographical risk exposure and risk concentration of the upstream of the industrial chain in the world as a whole are on the rise, but the geographical risk exposure and risk concentration of the upstream of the industrial chain in China are on the decline. The change trajectory of the risk exposure is "M" shape, and the key turning points are 2008, 2009 and 2012. The upstream links of China's industrial chain mainly detour through Germany, Republic of Korea, Vietnam and other regions, while the upstream industrial chain of these regions frequently passes through China, and the degree of detour is more significant than China's dependence on these regions.

**Key Words:** industrial digitalization; geographical risk exposure; input-output; intermediate products trade

**JEL Classification:** C67, F63

**DOI:** 10.19616/j.cnki.bmj.2025.03.003

(责任编辑:李先军)