

制造业投入数字化与国内生产网络关联

赵晓斐 刘 斌

摘要：打通制约国内经济循环的堵点，释放国内生产体系动能，对建设全国统一大市场、构建“双循环”新发展格局的重要性不言而喻。本文基于2016版WIOD投入产出表数据，从制造业投入数字化视角研究国内生产网络关联问题。研究发现：第一，制造业投入数字化通过降低交易成本、延长生产长度和释放消费潜力三条途径显著提高了国内生产网络关联水平。第二，异质性分析表明，制造业投入数字化对国内生产网络关联的促进作用不仅仅局限在制造业内部，还对制造业外部生产网络关联产生了更强的促进作用，而且数字领域立法强化了制造业投入数字化对国内生产网络关联的促进作用。第三，进一步分析发现，人均国民收入在制造业投入数字化影响国内生产网络关联的过程中存在门槛效应。根据研究结论得到的政策启示，我国应加快推进制造业数字化进程，提高居民收入，完善制度性供给，打通上下游生产分工堵点，扩大制造业生产辐射网络，加速形成全国各产业协同发展和联动发展的新局面。

关键词：制造业投入数字化；国内生产网络关联；生产长度；产业协同

[中图分类号] F733 [文献标识码] A [文章编号] 1002-4670 (2023) 8-0038-16

DOI:10.13510/j.cnki.jit.2023.08.001

一、引言与文献综述

自2008年金融危机以来，贸易保护主义、英国“脱欧”、中美贸易摩擦等逆全球化现象不断涌现，再加上新冠疫情的影响，经济全球化正面临着重重困境。2020年，全球贸易下跌9.6%，成为自二战以来最严重的衰退。单纯依靠国际市场维持经济高速增长势头恐难持续，基于此，各国纷纷将经济重心转向国内。2020年习近平总书记提出构建以国内大循环为主体、国内国际双循环相互促进的新发展格局。2022年《中共中央国务院关于加快建设全国统一大市场的意见》发布，提出

[收稿日期] 2022-12-22

[基金项目] 山东省自然科学基金青年项目“制造业数字化对国内生产网络关联的影响研究”(ZR2023QG051)；北京市社科基金重点项目“国际数字贸易规则新动向下北京市数字服务贸易制度创新研究”(22JJA005)；山东省高等学校“青创人才引育计划”资助项目“数字经济与国际分工重构研究创新团队”；山东省社科理论重点研究基地对外开放与自贸区建设研究基地(山东财经大学)成果

[作者信息] 赵晓斐(通讯作者)：山东财经大学国际经贸学院讲师，山东省习近平新时代中国特色社会主义思想研究中心山东财经大学基地特邀研究员，电子邮箱 zhaoxiaofei8100@163.com；刘斌：对外经济贸易大学国家对外开放研究院，中国世界贸易组织研究院研究员

打通制约经济循环的关键堵点，明确了加快建设全国统一大市场的重点任务。立足国内市场，充分挖掘各产业比较优势深度参与国内生产分工，提高国内生产网络水平，释放国内生产体系动能，不仅是面对错综复杂的国内外大环境的选择，更是关乎经济高质量发展的重要命题。

生产网络关联起源于产业关联这一概念。产业关联由 Hirschman (1958)^[1]首次提出，其指正在进行的生产活动“诱导”新生产活动产生的过程。关联这一概念可以分为前向关联和后向关联，前向关联与产出利用相关，如将给定生产活动的产出用作某些新生产活动的投入；后向关联与衍生需求相关，如为给定的生产活动提供投入（刘起运，2002^[2]；杨灿，2005^[3]）。如何提高国内生产网络关联水平？经文献梳理发现，国内外学者的研究多集中在要素禀赋（Isaksson et al., 2016^[4]；黎峰，2016^[5]，苏丹妮等，2019^[6]）、交易成本（Yi, 2010^[7]；Venables and Baldwin, 2010^[8]）等传统理论视角。要素禀赋越充裕，比较优势越明显，越能推动行业间的生产分工进程，资本、技术、知识等要素在行业间的流动和融合越能有效地将生产网络紧密联系起来（Taglioni and Winkler, 2014）^[9]。交易成本同样是影响一国国内生产网络关联的重要因素，尤其是在经济环境不确定性较高的情况下，较高的交易成本成为抑制生产网络关联的重要原因（郑淑芳等，2020）^[10]。

在生产网络关联的核算方面，学界主要存在不加权和加权两种产业关联测度方法。在不加权测度法中，前向关联和后向关联分别采用高斯逆矩阵的行和李昂惕夫逆矩阵的列来测度。不加权测度法未考虑行业规模在产业关联中的作用，而 Oosterhaven 和 Stelder (2002)^[11]、刘起运 (2002)、杨灿 (2005) 以及杨灿和郑正喜 (2014)^[12]、韩君和高瀛璐 (2022)^[13] 等学者进行了加权测度。随着生产分工的进一步深化，行业间的生产联系日益增强，“单链条”式的产业关联演变为更为复杂的投入产出关系网络，传统的测度方法出现了一定的局限性。社会网络分析法、知识网络分析法、GLW 模型、主干网络分析法等也被引入到生产网络关联分析当中（Butts, 2008^[14]；邢李志和关峻，2012^[15]；Criscuolo and Timmis, 2018^[16]；董志勇等，2019^[17]）。

在制造业投入数字化的相关研究中，学界的研究热点多集中在增加值与价值链攀升角度（裘莹和郭周明，2019^[18]；刘亮等，2021^[19]），对生产网络关联的关注较少。学者们基本认同制造业投入数字化对价值链攀升的促进作用，但价值链攀升的核心是产业升级问题，而国内生产网络关联关注的则是产业协同和联动发展问题，两者有着本质区别。制造业投入数字化有利于降低交易成本，扩大上下游供求市场范围，赋能产业链延伸，释放消费潜力，催生新业态新模式，必然会对国内生产网络结构产生影响。基于此，本文在理论分析的基础上，利用 2016 版世界投入产出数据库（World Input Output Database, WIOD）实证研究了制造业投入数字化对国内生产网络关联的影响，为双循环新发展格局背景下如何发挥国内巨量要素禀赋优势和超大市场规模优势，打通生产分工体系的各个环节，促进产业协同发展和产业联动发展提供了理论支持和经验证据。

相对于已有文献，本文可能的边际贡献主要包括：第一，丰富了国内生产网络

关联的研究视角，从制造业投入数字化角度，研究其对国内生产网络关联的影响；第二，基于社会网络分析法，扩展了国内生产网络关联的测度方法，并通过矩阵分块法，测度了不包含数字行业的国内生产网络关联、制造业内部关联与外部关联等指标并进行了进一步分析；第三，同时考虑了供给制造端和需求端，从交易成本、生产长度和消费潜力三条渠道全面分析了制造业投入数字化影响国内生产网络关联的传导机制。

二、理论分析

制造业投入数字化通过供给制造端和需求端传导促进国内生产网络关联。

在供给制造端，制造业投入数字化通过降低交易成本促进了国内生产网络关联。基于新生产要素理论和交易成本理论，数字要素作为一种新生产要素，通过在制造业生产、组织、流通、管理、服务等环节中的应用，以其独特的信息优势为产业链协同节省了大量的交易成本，促进了国内生产网络关联。首先，数字要素投入能提升制造业的信息融通技术和通信水平，通过互联网平台和大数据发挥作用，生产部门能够更加高效精准地获得上游原材料的价格、质量等信息，也能更容易地了解下游厂商的需求和偏好，大大降低了信息搜寻成本（荆文君和孙宝文，2019）^[20]。其次，制造业投入数字化也极大地促进了分工双方沟通的常态化和便捷化，瓦解了物理世界的时空阻滞，削弱了地理距离对跨地区企业协作的制约，直接降低了分工中的谈判成本、签约成本、维护成本和后期监督执行成本等（黄群慧等，2019）^[21]。交易成本的降低不仅能强化原生产链条中相关主体的联系和合作，还能够扩大市场资源配置范围，将不同行业不同地区的市场整合在一起，促进更多新分工的产生，从而让国内生产网络关联得以加强。

另一方面，制造业投入数字化还能通过延伸产品分工的生产长度促进国内生产网络关联。基于新生产要素理论、投入产出理论和熊彼特创新理论，数字要素作为一种技术要素，由于其较强的渗透性，可以广泛地渗透到制造业生产体系，对生产工艺、流程优化等产生颠覆式影响，成为实现“熊彼特创新”的重要一环。制造业投入数字化对生产链条的延伸具有显著的“胶水效应”，数字技术的应用使得制造业生产部门更容易进行自主设计和研发创新，驱动原来大规模流水线生产逐渐向定制化生产和柔性化生产转型，使得生产流程更加复杂化，从而生产链条得以延伸（Humphrey and Schmitz, 2002^[22]；De Marchi et al., 2014^[23]）。而且，在这个过程中，制造业部门与其他产业之间的跨界融合水平也在不断提升，产业之间的界限逐渐模糊，催生出新业态和新模式。例如，从3D设计样稿到链接智能云工厂打样样衣的服装生产、三星推出的融入物联网的智能家电定制等，这些产品的生产长度和产业间关联度均远远超过标准化生产，由此提高了生产网络关联水平。

在需求端，制造业投入数字化通过释放消费潜力促进国内生产网络关联。马克思关于生产与消费的基本理论指出，技术是影响消费的重要外生动力。数字要素和数字技术的应用使制造业生产链条“需求导向”的特征日益明显（Verhoef et al.,

2021^[24]；赵宸宇等，2021^[25])。生产部门通过利用云计算、人工智能等数字技术，能有效缓解供给市场与需求市场的信息不对称(王茜，2016^[26]；樊轶侠和徐昊，2020^[27])，使消费环境和生产环节实现直接联通。生产部门可通过数据要素分析精准获取消费者偏好和个性化需求信息(徐兰和吴超林，2022)^[28]，从而在生产中，充分利用需求预测数据和数字技术，进行“按需生产”，供给更加精准的产品和服务，充分释放居民消费潜力，加快消费市场从“潜在需求”向“现实需求”转变。消费潜力释放一方面体现为“量变”，即依据市场需求预判进行产品供给，生产更多需求较高的产品，拓展消费边界，优化供需匹配；另一方面体现为“质变”，即依据消费者多元化和高层次需求，进行市场细分，充分应用数字技术，提高产品质量，推出个性化产品和服务，提高产品多样化水平，推动消费结构转型升级(林晨等，2020^[29]；姜奇平，2021^[30]；缪言等，2023^[31])。消费市场的“量变”和“质变”能形成有力的需求牵引，驱动生产网络升级和重构，通过强化原有的生产分工联系和拓展新生产分工合作以提高国内生产网络关联水平，推动国内生产分工动态演进。

三、计量模型

(一) 基准模型

本文基于2016版WIOD投入产出表数据，构建如下计量模型，该模型研究制造业投入数字化对国内生产网络关联的影响效应：

$$C_{ckt} = \beta_0 + \beta_1 \text{Digitization}_{ckt} + \beta \text{Controls} + v_{ck} + v_t + \varepsilon_{ckt} \quad (1)$$

其中 c 、 k 和 t 分别表示国家、行业和年份。被解释变量 C 表示国内生产网络关联，解释变量 Digitization 表示制造业投入数字化， Controls 表示控制变量，回归中的变量均做了对数处理。为控制国家—行业层面其他变量以及时间因素对模型的影响，本文分别加入了国家—行业固定效应 v_{ck} 和时间固定效应 v_t 。

(二) 指标度量

1. 制造业投入数字化

本文参考制造业服务化指标的构建方法(Park, 1994^[32]；Lay et al., 2010^[33]；刘斌和赵晓斐，2020^[34])，使用完全消耗系数法测度制造业投入数字化。参照经合组织(OECD)对数字经济的定义，以及刘斌等(2021)^[35]对WIOD数字行业的界定，本文将WIOD投入产出表中“电影、视频和电视节目制作，录音和音乐出版活动以及节目编制和广播活动”(c38)、“电信业”(c39)及“计算机编程、咨询等相关活动与信息服务活动”(c40)三个具有数字要素典型特征的行业界定为数字行业。完全消耗系数计算公式如下：

$$\text{Digitization}_{ij}^{\text{complete}} = d_{ij} + \sum_{k=1}^n d_{ik} d_{kj} + \sum_{s=1}^n \sum_{k=1}^n d_{is} d_{sk} d_{kj} + \dots \quad (2)$$

其中， d_{ij} 表示制造业 j 对数字行业 i 的直接消耗， $d_{ik} d_{kj}$ 为制造业 j 对行业 k 中数字化消耗的再消耗，即制造业 j 对数字行业 i 的第一次间接消耗，直接消耗与多轮间接消耗累加构成完全消耗。

2. 国内生产网络关联

本文参考 Criscuolo 和 Timmis (2018) 的研究, 使用社会网络分析法测度一国内的生产网络关联水平, 指标构建如下:

$$c_i^{fwd} = \eta + \sum_j \omega_{ij} \cdot \lambda \cdot c_j^{fwd} \quad (3)$$

$$c_i^{back} = \eta + \sum_j \omega_{ji} \cdot \lambda \cdot c_j^{back} \quad (4)$$

$$c_i^{total} = 0.5 \cdot (c_i^{fwd} + c_i^{back}) \quad (5)$$

其中, c 表示国内生产网络关联, 上标 fwd 、 $back$ 和 $total$ 分别表示前向、后向和总水平, ω_{ij} 和 ω_{ji} 分别是行业 i 对行业 j 的下游投入关联和行业 j 对行业 i 的上游投入关联。如公式 (3) 所示, 生产网络前向关联为基线中心度 (η) 和下游 (前向) 中心度的加权平均值的和; 类似地, 生产网络后向关联为基线中心度 (η) 和上游 (后向) 中心度的加权平均值的和。总关联水平为前向关联和后向关联的平均值。

$$c_i^{back} = \eta + \sum_j \omega_{ji} \cdot (\lambda \cdot \eta + \sum_k \omega_{kj} \cdot \lambda^2 \cdot c_k^{back}) \quad (6)$$

从公式 (3)、(4) 中可以看出, 参数 λ 是确定高阶关联的关键, 直接决定了高阶网络关联的衰减速率。具体来看, 在公式 (6) 中, i 的直接供应商 j 的中心度权重为 λ , 但 j 的直接供应商 k , 同时也是 i 的间接供应商的中心度权重则为 λ^2 。由此可知, 一阶关联的权重是 λ , 二阶关联的权重是 λ^2 , …… n 阶关联的权重为 λ^n 。 λ 的值越大, 关联水平越多地取决于间接关联; 反之, λ 的值越小, 则越少地取决于间接关联。Acemoglu 等 (2012)^[36] 和 Carvalho (2014)^[37] 的理论模型证明, 生产关联中的权重 λ 反映的是中间投入在生产中所占的平均份额, 本文使用 WIOD 投入产出表数据进行验证, 得到中间投入在生产中的占比基本保持在 0.5 左右。参数 η 是规模因子, $\eta = (1 - \lambda) / n$, n 为生产网络中的节点数 (Acemoglu et al., 2012; Carvalho, 2014)。

将公式 (3) 和公式 (4) 进行矩阵运算后, 得到:

$$C^{fwd} = \eta (I - \lambda W)^{-1} \cdot 1 \quad (7)$$

$$C^{back} = \eta (I - \lambda W^T)^{-1} \cdot 1 \quad (8)$$

$$C^{total} = 0.5 \cdot (C^{fwd} + C^{back}) \quad (9)$$

其中, C^{fwd} 和 C^{back} 分别是国内生产网络前向关联和后向关联, W 是 $n \times n$ 矩阵, 表示不同行业间的投入关联 w_{ij} , 1 是 $n \times 1$ 列向量, 元素均为 1。

3. 控制变量

(1) 资本产出率: 以固定资本形成总额与 GDP 的比值表示; (2) 劳动力参与率: 以劳动力数量占劳动力年龄 (15—64 岁) 人口的比值表示; (3) GNI: 即国民总收入水平; (4) 城镇化水平: 以城镇人口占总人口的比重衡量; (5) 制度环境: 采用 PRS 风险评价体系中的政府稳定性指数、投资环境指数、法律秩序指数、官员质量指数和贪污腐败控制指数的均值衡量。

(三) 内生性问题及处理

遗漏变量和反向因果易引起内生性问题, 本文将构建工具变量解决内生性问

题。受 Arnold 等 (2012)^[38]研究的启发, 本文以数字产业发展水平作为匹配变量 (即以 WIOD 国家投入产出表中数字行业产出占总产出的比重测度一国数字产业发展水平), 对数字产业发展水平相近的国家进行配对, 以“配对国”制造业投入数字化水平作为本国制造业投入数字化水平的工具变量。在相关性方面, Arnold 等 (2012) 研究发现一国的产业政策会受其竞争对手的影响, 如印度的服务业开放政策紧随中国和印度尼西亚之后, 且其采取的产业发展策略也与两国有诸多相似之处。对数字产业发展水平相近的本国与“配对国”来说, 其竞争关系使双方更可能相互学习借鉴, 采取相似的产业数字化发展策略, 因此, “配对国”制造业投入数字化水平会对本国的制造业投入数字化水平产生影响。在外生性方面, “配对国”制造业投入数字化水平与本国国内生产网络无关, 因此并不能直接影响本国的国内生产网络关联水平, 因此满足外生性要求。

(四) 数据来源说明

本文的核心解释变量与被解释变量的指标构建数据来源均是 2016 版 WIOD 投入产出表。其中数据维度为“国家(地区)—行业—年份”三维, 国家(地区)数目为 42 个, 行业选取 c5—c22, 共 18 个制造业部门, 年份为 2000—2014 年, 观测值总量为 11 340。主要变量的描述性统计见表 1。

表 1 描述性统计

变量	观测值	均值	标准差	最小值	最大值
国内生产网络关联	11 340	0.01	0.00	0.01	0.02
制造业投入数字化	11 340	0.03	0.02	0	0.19
资本产出率	11 340	23.46	4.94	10.83	44.52
劳动力参与率	11 340	70.13	6.50	48.49	82.92
GNI	11 340	1.16e+12	2.40e+12	3.92e+09	1.80e+13
城镇化水平	11 340	71.45	14.00	27.67	97.83
制度质量	11 340	5.94	0.90	3.66	7.66

注: 描述性统计中的数值均为原值, 国内生产网络关联与制造业投入数字化是比值, 资本产出率、劳动力参与率、城镇化水平的单位为“%”, GNI 的单位为“美元”, 制度质量为制度得分水平。

四、实证结果及分析

(一) 基准回归结果

表 2 报告了基准回归的结果。第 (1) 列为核心解释变量 (制造业投入数字化) 对被解释变量 (国内生产网络关联) 的回归结果, 第 (2) — (4) 列为逐步引入控制变量 (资本产出率、劳动力参与率、GNI、城镇化水平和制度环境) 后的回归结果。结果均显示, 制造业投入数字化的系数显著为正, 说明制造业投入数字化促进了国内生产网络关联, 有助于国内各产业协同发展。

表2 基准回归结果

变量	(1)	(2)	(3)	(4)
制造业投入数字化	0.5111*** (8.4480)	0.6202*** (10.0036)	0.6385*** (10.4249)	0.6279*** (10.4255)
资本产出率		0.0121*** (5.0301)	0.0136*** (4.9793)	0.0060** (2.0562)
劳动力参与率		-0.0990*** (-7.6791)	-0.0616*** (-4.8624)	-0.0550*** (-4.3472)
GNI			-0.0077*** (-4.0590)	-0.0083*** (-4.3756)
城镇化水平			0.1395*** (10.3839)	0.1498*** (11.1201)
制度环境				0.0408*** (7.7874)
常数项	-4.5264*** (-2151.7303)	-4.1485*** (-75.0999)	-4.7028*** (-49.9847)	-4.8076*** (-50.5812)
国家—行业固定效应	是	是	是	是
时间固定效应	是	是	是	是
观测值	11340	11340	11340	11340
R ²	0.9402	0.9408	0.9420	0.9425

注：*、**和***分别代表10%、5%和1%的显著性水平，（）内是t值，下表同。

（二）稳健性检验

为验证回归结果的稳健性，首先进行数据替换的稳健性检验。为避免因行业分类较少影响结果准确性，本文使用清华大学关大博研究团队构建和发布的全球全区域投入产出数据进行样本替换。该数据共包含135个行业分类，其中制造业细分行业77个。重新按照前文中核心指标度量方法计算制造业投入数字化指标和国内生产网络关联指标，回归结果如表3第（1）列所示，制造业投入数字化的回归系数显著为正，与基准回归保持一致。

其次，进行指标度量的稳健性检验。（1）为分离制造业投入数字化本身所形成的制造业与数字行业的生产关联，本文在被解释变量国内生产网络关联的测算中，将与数字行业所产生的关联剔除，测算了不包括数字行业的国内生产网络关联水平，计量结果如表3第（2）列所示。（2）为消除异常值的影响，本文对制造业投入数字化指标进行了左、右各1%的截尾处理，计量结果见表3第（3）列所示。指标度量的稳健性检验结果均显示，制造业投入数字化系数显著为正。

最后，进行计量方法的稳健性检验。本文引入工具变量进行回归，如表3第（4）列所示，各统计量均证明该工具变量有效，且制造业投入数字化系数显著为正，这进一步证实了本文的估计结果稳健可靠。

表3 稳健性检验结果

变量	(1)	(2)	(3)	(4)
	数据替换	非数字行业	去异常值	工具变量
制造业投入数字化	8.7677*** (23.0050)	0.5362*** (8.9656)	0.7068*** (11.4163)	4.5836*** (3.2139)
常数项	-5.9027*** (-11.5691)	-4.8337*** (-51.3561)	-4.7458*** (-49.0688)	
<i>Kleibergen-Paaprk LM</i>				16.000 [0.0001]
<i>Cragg-Donald Wald F</i>				47.392
<i>Kleibergen-Paaprk Wald F</i>				17.044 {16.38}
控制变量	是	是	是	是
国家—行业固定效应	是	是	是	是
时间固定效应	是	是	是	是
观测值	16 170	11 340	11 112	11 340
R ²	0.9700	0.9426	0.9430	-0.4534

(三) 异质性分析

1. 基于内部关联与外部关联视角

为比较制造业投入数字化对制造业内部生产关联的作用和制造业与非制造业之间生产关联的作用,本文使用2016版WIOD投入产出表和关大博研究团队发布的全球全区域投入产出表两套数据,运用矩阵分块方法,根据行业分类进行矩阵分解。从逆矩阵 $(I - \lambda W)^{-1}$ 中分解出 $(I - \lambda W)_{man}^{-1}$ 和 $(I - \lambda W)_{man_other}^{-1}$,其中 $(I - \lambda W)_{man}^{-1}$ 表示矩阵中制造业内部元素非0,其他元素均为0; $(I - \lambda W)_{man_other}^{-1}$ 表示制造业和其他行业交集部分元素非0,其他元素均为0。类似地,本文将后向关联也作此分解。制造业内部生产网络关联 C_{man}^{total} 和制造业外部生产网络关联 $C_{man_other}^{total}$ 矩阵运算公式如下:

$$C_{man}^{total} = 0.5 \cdot [\eta(I - \lambda W)_{man}^{-1} \cdot 1 + \eta(I - \lambda W^T)_{man}^{-1} \cdot 1] \quad (10)$$

$$C_{man_other}^{total} = 0.5 [\eta(I - \lambda W)_{man_other}^{-1} \cdot 1 + \eta(I - \lambda W^T)_{man_other}^{-1} \cdot 1] \quad (11)$$

计量结果如表4所示:表4第(1) — (2)列为使用2016版WIOD投入产出表数据分解后的回归结果,第(3) — (4)列为关大博研究团队发布的全球全区域投入产出表数据分解后的回归结果。两组回归结果均显示,制造业投入数字化对制造业内部关联和外部关联的回归系数显著为正,但对外部关联的边际作用更强。该结果说明制造业投入数字化所引致的国内生产网络关联不仅仅局限在制造业内部,还对壁垒较高的外部生产网络关联产生了更强的边际促进作用。该结论对全国统一大市场建设具有重要启示:制造业投入数字化能有效地扩大资源配置范围,打通产业间壁垒,促进跨产业协同分工,因而是破除要素市场分割和促进国内生产循环的有效途径。

表4 内部关联与外部关联回归结果

变量	(1)	(2)	(3)	(4)
	制造业内部	制造业外部	制造业内部	制造业外部
制造业投入数字化	0.0727* (1.8409)	0.5444*** (16.9684)	3.4560*** (17.3127)	4.8602*** (29.2020)
常数项	-4.9010*** (-69.3022)	-4.6202*** (-96.7859)	-4.9696*** (-15.1382)	-6.6172*** (-25.2527)
控制变量	是	是	是	是
国家—行业固定效应	是	是	是	是
时间固定效应	是	是	是	是
观测值	11 340	11 340	16 170	16 170
R ²	0.9419	0.9462	0.9792	0.9706

2. 基于制度性供给视角

近年来,随着数字要素使用场景日趋深化,数字经济背后的国家利益、个人权益、商业利益错综复杂,数字经济的规则构建尚未达成共识。各国依据自身立场和利益不同,在数据的开发、利用以及流动方面采取了不同的制度方案。制造业投入数字化背后的制度性供给差异是否会对国内生产网络关联产生影响?

本文使用全球法规网、律商联讯数据库(Lexis Nexis)、西部法律数据库(Westlaw),以“个人信息保护”、“数据安全”、“数据保护”、“知识产权保护”等为关键词手动搜索并整理了各国在电信/电子商务领域的相关立法。构建是否立法虚拟变量,若该国有相关立法,则为1;若无相关立法,则为0。将虚拟变量与制造业投入数字化进行交互,对国内生产网络关联进行回归。回归结果如表5所示,交互项系数均显著为正,说明数字领域立法能够强化制造业投入数字化对国内生产网络关联的促进作用。全面和系统的制度性供给,是保障数字经济健康有序发展的关键,也是实现国内生产循环良性互动的重要条件。

表5 制度性供给回归结果

变量	(1)	(2)
制造业投入数字化	0.2579*** (2.6688)	0.4286*** (4.5995)
是否立法	-0.0292*** (-9.1687)	-0.0251*** (-8.1592)
制造业投入数字化×是否立法	0.4654*** (5.0806)	0.3740*** (4.2563)
常数项	-4.5115*** (-1484.9672)	-4.7957*** (-50.0961)
控制变量	否	是
国家—行业固定效应	是	是
时间固定效应	是	是
观测值	11 340	11 340
R ²	0.9412	0.9433

五、机制检验

根据前文的理论分析，制造业投入数字化通过降低交易成本、延长生产长度和释放消费潜力三条渠道促进国内生产网络关联。本部分使用两种方法进行渠道验证：一是通过制造业投入数字化对机制变量的回归来判断机制是否存在；二是通过在基准模型中引入制造业投入数字化与机制变量的交互项来判断机制是否成立。

(一) 交易成本渠道

宏观层面的交易成本难以直接度量，参考盛斌和毛其淋（2011）^[39]、夏杰长和刘诚（2017）^[40]、张虎等（2023）^[41]等的研究，良好的营商环境有利于提高市场交易的透明度和公平度，降低交易成本，提高交易效率。本文以世界银行发布的各国营商环境综合得分度量交易成本。表6第（1）—（2）列汇报了交易成本渠道的计量结果。表6第（1）列将制造业投入数字化进行平均，降维至国家—年份层面，将营商环境作为结果变量进行回归。回归结果显示，制造业投入数字化对营商环境的回归结果显著为正，说明制造业投入数字化有利于降低交易成本。表6第（2）列将制造业投入数字化与营商环境交互项引入基准模型。回归结果显示，制造业投入数字化与营商环境的交互项显著为负，其经济含义为：制造业投入数字化对国内生产网络关联的促进作用在营商环境较差的国家当中作用更为明显。两个计量结果表明制造业投入数字化能通过降低交易成本促进国内生产网络关联，证实交易成本机制成立。

表6 机制检验结果 I

变量	(1)	(2)	(3)	(4)
	营商环境	生产网络关联	生产长度	生产网络关联
制造业投入数字化	2.7443 ** (2.1355)	1.4410 *** (7.7405)	1.4349 *** (10.6639)	0.8174 *** (12.3556)
制造业投入数字化×营商环境		-0.2001 *** (-4.4018)		
制造业投入数字化×生产长度				-0.4368 *** (-11.2983)
常数项	6.5715 *** (4.6350)	-4.7754 *** (-50.0484)	0.6018 *** (-48.3777)	-4.8340 *** (4.4984)
控制变量	是	是	是	是
国家—行业固定效应	否	是	是	是
国家固定效应	是	否	否	否
时间固定效应	是	是	是	是
观测值	630	11 340	11 340	10 584
R ²	0.9002	0.9426	0.9425	0.9491

（二）生产长度渠道

在生产长度的指标度量方面，本文参考对外经贸大学全球价值链指标体系的构建方法（Wang et al.，2017）^[42]，测度国内分工部分的生产长度。Wang等（2017）将生产长度分解为纯国内消费生产长度、传统贸易生产长度和价值链生产长度三部分。鉴于本文的分析对象为国内生产网络关联，因此选取纯国内消费生产长度、传统贸易生产长度及价值链生产长度中的国内长度三个指标的均值来衡量国内生产长度。表6第（3）—（4）列汇报了生产长度渠道的计量结果。与前文思路一致，表6第（3）列为制造业投入数字化对生产长度的回归，结果表明制造业投入数字化显著延长了生产长度。表6第（4）列为引入制造业投入数字化与生产长度交互项的回归。在该回归中，对生产长度指标使用二值变量，即按照行业平均生产长度进行划分，生产长度大于行业平均水平则赋值为1，反之则赋值为0；同时为降低内生性影响，对生产长度指标进行了滞后一期处理。计量结果显示，交互项系数显著为负，说明在生产长度较短的组别中，制造业投入数字化对国内生产网络关联的促进作用更大。两个计量结果表明制造业投入数字化能通过延长生产长度促进国内生产网络关联，证实生产长度机制成立。

（三）消费潜力渠道

根据前文的理论分析，制造业投入数字化释放消费潜力主要体现为消费总量增加和消费结构升级。在消费数量的度量方面，本文使用2016版WIOD投入产出表中各行业产出中的最终消费数量进行度量。在消费结构的度量方面，本文参考黄隽和李冀恺（2018）^[43]的研究，使用OECD数据库中的境内最终消费分类数据，将消费类型分为生存型、发展型和享受型，将健康、交通通信和教育文化娱乐消费归为发展型消费，将其他商品和服务消费归为享受型消费，以发展型和享受型消费占总消费的比重衡量消费结构升级。

表7汇报了消费潜力渠道的计量结果。第（1）—（2）列是对消费总量机制的检验，第（1）列回归结果显示制造业投入数字化促进了最终消费增加；第（2）列引入了制造业投入数字化与最终消费的交互项。为降低内生性影响，将最终消费指标滞后一期，回归结果显示交互项系数显著为负，说明消费总量越低的行业，制造业投入数字化对其国内生产网络关联的促进作用越大。第（3）—（4）列是对消费结构机制的检验，因OECD的消费分类数据从2008年开始，因此，本部分只使用了2008—2014年的样本进行检验。第（3）列回归结果显示，制造业投入数字化促进了消费结构升级；第（4）列引入了制造业投入数字化与消费结构的交互项，其中消费结构滞后一期，回归结果显示交互项系数显著为负，说明制造业投入数字化对国内生产网络关联的促进作用在消费结构较低级的国家中更为明显。表7的计量结果表明，制造业投入数字化能够通过增加最终消费和促进消费结构升级释放消费潜力，促进国内生产网络关联，表明理论分析中的消费潜力机制存在。

表7 机制检验结果 II

变量	(1)	(2)	(3)	(4)
	最终消费	生产网络关联	消费结构	生产网络关联
制造业投入数字化	1.6937 ^{***} (2.9509)	1.0624 ^{***} (5.5463)	2.8084 ^{**} (2.1190)	0.4885 (1.3810)
制造业投入数字化×最终消费		-0.0539 ^{**} (-2.3873)		
制造业投入数字化×消费结构				-0.2912 ^{**} (-2.1332)
常数项	23.4484 ^{***} (22.2967)	-4.8134 ^{***} (-47.3483)	-4.0806 [*] (-1.8629)	-4.8054 ^{***} (-22.2749)
控制变量	是	是	是	是
国家—行业固定效应	是	是	否	是
国家固定效应	否	否	是	否
时间固定效应	是	是	是	是
观测值	11 340	10 584	294	4 536
R ²	0.9881	0.9479	0.9639	0.9804

六、进一步分析：门槛效应

制造业投入数字化能够通过释放消费潜力促进国内生产网络关联，收入对有支付能力的消费实现具有决定性影响。本文进一步将人均国民收入纳入制造业投入数字化与国内生产网络关联的研究框架，考察人均国民收入在制造业投入数字化影响国内生产网络关联的过程中是否存在门槛效应。首先进行门槛模型自抽样检验，如表8所示，人均国民收入的单一门槛值和双重门槛值均通过了10%的显著性检验；三重门槛检验不显著，说明制造业投入数字化对国内生产网络关联的影响存在以人均国民收入为门槛变量的双门槛效应。单一门槛和双重门槛估计值分别为8.9942和10.4977。

表8 门槛模型自抽样检验结果

门槛变量	门槛数	RSS	MSE	F值	P值	门槛值	95%置信区间
lnGN _{pc}	单一门槛	6.0590	0.0005	127.46	0.0000	8.9942	[8.4775, 8.9945]
	双重门槛	6.0232	0.0005	67.42	0.0600	10.4977	[10.4873, 10.5045]
	三重门槛	6.0105	0.0005	23.93	0.5833		

门槛模型估计结果如表9所示，制造业投入数字化对国内生产网络关联的回归系数在不同区间内存在差异。当人均国民收入低于单一门槛值8.9942时，制造业投入数字化对国内生产网络关联的影响系数为负。随着人均国民收入水平不断提升并跨越单一门槛值和双重门槛值，制造业投入数字化对国内生产网络关联的影响由负转正，且系数逐渐增大，说明人均国民收入只有达到一定的水平，制造业投入数字化才能促进国内生产网络关联，人均国民收入水平越高，制造业投入数字化对国内生产网络关联的促进作用越大。因而，完善收入分配，提高居民收入，增强消费能力，对释放制造业投入数字化对国内生产网络关联的促进作用具有重要意义。

表9 门槛模型回归结果

变量	国内生产网络关联
制造业投入数字化 ($\ln GNIPc \leq 8.9942$)	-0.7673 ** (-2.1871)
制造业投入数字化 ($8.9942 \leq \ln GNIPc \leq 10.4977$)	0.5413 *** (3.6598)
制造业投入数字化 ($\ln GNIPc \geq 10.4977$)	0.9381 *** (7.7976)
常数项	-4.5570 *** (-18.6794)
控制变量	是
国家—行业固定效应	是
时间固定效应	是
观测值	11 340
R ²	0.1560

七、结论与政策建议

(一) 研究结论

本文运用2000—2014年WIOD投入产出表数据，经研究发现：第一，总体而言，制造业投入数字化显著促进了国内生产网络关联，剔除生产网络关联中的数字行业后，该结论依然成立，其他稳健性检验也证明了该结论稳健可靠。第二，机制分析表明，制造业投入数字化主要通过降低交易成本、延长生产长度和释放消费潜力三条途径促进国内生产网络关联。第三，异质性分析显示，制造业投入数字化对国内生产网络关联的促进作用不仅仅局限在制造业内部，还对制造业外部生产网络关联产生了更强的促进作用；数字领域立法强化了制造业投入数字化对国内生产网络关联的促进作用。第四，进一步分析发现，制造业投入数字化对国内生产网络关联的影响存在以人均国民收入为门槛变量的双门槛效应，其人均国民收入水平越

高,制造业投入数字化对国内生产网络关联的促进作用越大。

(二) 政策建议

本文的研究充分肯定了制造业投入数字化在国内生产网络关联中的作用,对打通制约经济循环堵点,建设全国统一大市场具有重要的政策涵义。为提高国内生产网络关联水平,第一,要积极落实“数字化”、“互联网+”等国家战略,推进制造业数字化转型。要不断推动数字技术发展创新,提高数字要素和信息要素投入,扩大制造业生产辐射网络,加速形成全国各产业协同发展和联动发展的新格局;要充分利用制造业数字化中的信息优势,降低生产分工中的交易成本,打通上下游产业分工堵点;要利用数字技术创新优势,推动生产柔性化转型,延长产业链长度,拓展产业链边界,增强产业链韧性。

第二,要筑牢数字安全屏障体系,继续推进数字经济领域立法工作,保障数字经济的健康有序发展。一方面,要加强对公民个人数据的保护,明确个人信息处理的基本原则,协调个人隐私与数据流动的关系;另一方面,要强化行业数据安全治理能力,完善配套政策和标准体系,加快建立数据分类分级保护、重要数据识别和目录备案、数据安全检测评估等基本规则,实现高质量发展和高水平安全的动态平衡和良性互动。

第三,要完善收入分配制度,提高居民收入水平,增强消费能力。要多渠道增加城乡居民收入,提升劳动报酬和经营性收入,改善收入和财富分配格局,充分释放消费潜力,挖掘多层次多样化消费需求,建设更加成熟的消费细分市场,形成若干发展势头良好、带动力强的消费新增长点,促进国内生产循环良性运转。

[参考文献]

- [1] HIRSCHMAN A O. The Strategy of Economic Development [M]. Yale University Press, 1958.
- [2] 刘起运. 关于投入产出系数结构分析方法的研究 [J]. 统计研究, 2002 (2): 40-42.
- [3] 杨灿. 产业关联测度方法及其应用问题探析 [J]. 统计研究, 2005 (9): 72-75.
- [4] ISAKSSON O, SIMETH M, SEIFERT R W. Knowledge Spillovers in the Supply Chain, Evidence from the High Tech Sectors [J]. Research Policy, 2016, 45 (3): 699-706.
- [5] 黎峰. 增加值视角下的中国国家价值链分工——基于改进的区域投入产出模型 [J]. 中国工业经济, 2016 (3): 52-67.
- [6] 苏丹妮, 盛斌, 邵朝对. 国内价值链、市场化程度与经济溢出的效应 [J]. 世界经济, 2019 (10): 143-168.
- [7] YI K M. Can Multistage Production Explain the Home Bias in Trade? [J]. American Economic Review, 2010, 100 (1): 364-393.
- [8] VENABLES, BALDWIN R. Relocating the Value Chain: Off-shoring and Agglomeration in the Global Economy [R]. CEPR Discussion Papers, 2010, No. 8163.
- [9] TAGLIONI D, WINKLER D. Making Global Value Chains Work for Development [J]. World Bank Other Operational Studies, 2014 (143): 1-10.
- [10] 郑淑芳, 谢会强, 刘冬冬. 经济政策不确定性对中国制造业价值链嵌入的影响研究 [J]. 国际贸易问题, 2020 (4): 69-85.
- [11] OOSTERHAVEN J, STELDER D. Net Multipliers Avoid Exaggerating Impacts: With A Bi-regional Illustration

- for the Dutch Transportation Sector [J]. *Journal of Regional Science*, 2002, 42 (3): 533-543.
- [12] 杨灿, 郑正喜. 产业关联效应测度理论辨析 [J]. *统计研究*, 2014 (12): 11-19.
- [13] 韩君, 高瀛璐. 中国省域数字经济发展的产业关联效应测算 [J]. *数量经济技术经济研究*, 2022 (4): 45-66.
- [14] BUTTS C T. *Social Network Analysis: A Methodological Introduction* [J]. *Asian Journal of Social Psychology*, 2008, 11 (1): 13-41.
- [15] 邢李志, 关峻. 区域产业集群发展关联网络的建模与实证分析——以汽车行业和石化行业为例 [J]. *工业技术经济*, 2012 (4): 3-14.
- [16] CRISCUOLO C, TIMMIS J. *GVCS and Centrality: Mapping Key Hubs, Spokes and the Periphery* [R]. *OECD Productivity Working Papers*, 2018.
- [17] 董志勇, 雷阳, 李成明. 生产网络与企业并购: 一个行业关联度的研究视角 [J]. *宏观质量研究*, 2019 (7): 1-17.
- [18] 裘莹, 郭周明. 数字经济推进我国中小企业价值链攀升的机制与政策研究 [J]. *国际贸易*, 2019 (11): 12-20.
- [19] 刘亮, 刘军, 李廉水, 等. 智能化发展能促进中国全球价值链攀升吗? [J]. *科学学研究*, 2021 (4): 604-613.
- [20] 荆文君, 孙宝文. 数字经济促进经济高质量发展: 一个理论分析框架 [J]. *经济学家*, 2019 (2): 66-73.
- [21] 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]. *中国工业经济*, 2019 (8): 1-11.
- [22] HUMPHREY J, SCHMITZ H. How Does Insertion in Global Value Chains Affect Upgrading in Industrial Clusters? [J]. *Regional Studies*, 2002, 36 (9): 1017-1027.
- [23] DE MARCHI V, DI MARIA E, PONTE S. *Multinational Firms and the Management of Global Networks: Insights from Global Value Chain Studies* [J]. *Orchestration of the Global Network Organization*, 2014, 27: 463-486.
- [24] VERHOEF P C, BROEKHUIZEN T, BART Y, et al. *Digital Transformation: A Multidisciplinary Reflection and Research Agenda* [J]. *Journal of Business Research*, 2021, 122: 889-901.
- [25] 赵宸宇, 王文春, 李雪松. 数字化转型如何影响企业全要素生产率 [J]. *财贸经济*, 2021, 42 (7): 114-129.
- [26] 王茜. “互联网+”促进我国消费升级的效应与机制 [J]. *财经论丛*, 2016 (12): 94-102.
- [27] 樊轶侠, 徐昊. 财政助力数字经济高质量发展: 核心机理与经验启示 [J]. *改革*, 2020 (8): 83-91.
- [28] 徐兰, 吴超林. 数字经济赋能制造业价值链攀升: 影响机理、现实因素与靶向路径 [J]. *经济学家*, 2022 (7): 76-86.
- [29] 林晨, 陈小亮, 陈伟泽, 等. 人工智能、经济增长与居民消费改善: 资本结构优化的视角 [J]. *中国工业经济*, 2020 (2): 61-83.
- [30] 姜奇平. 论数字经济的价值本体 [J]. *东北财经大学学报*, 2021 (2): 3-15.
- [31] 缪言, 曾晶, 白仲林. 数据要素驱动与居民消费倾向提升: 机理研究和路径分析 [J]. *中央财经大学学报*, 2023 (2): 74-85.
- [32] PARK S H. *Intersectoral Relationships between Manufacturing and Services: New Evidence from Selected Pacific Basin Countries* [J]. *ASEAN Economic Bulletin*, 1994, 10 (1): 245-263.
- [33] LAY G G, COPANI A, JAGER, et al. *The Relevance of Service in European Manufacturing* [J]. *Journal of Service Management*, 2010, 21 (5): 715-726.
- [34] 刘斌, 赵晓斐. 制造业投入服务化、服务贸易壁垒与全球价值链分工 [J]. *经济研究*, 2020 (7): 159-174.
- [35] 刘斌, 甄洋, 李小帆. 规制融合对数字贸易的影响: 基于 WIOD 数字内容行业的检验 [J]. *世界经济*, 2021 (7): 3-28.

- [36] ACEMOGLU D, CARVALHO V M, TAHBAZ-SALEHI O A. The Network Origins of Aggregate Fluctuations [J]. *Econometrica*, 2012, 80 (5): 1977-2016.
- [37] CARVALHO, VASCO M. From Micro to Macro Via Production Networks [J]. *Journal of Economic Perspectives*, 2014, 28 (4): 23-48.
- [38] ARNOLD J M, JAVORCIK B, LIPSCOMB M. Services Reform and Manufacturing Performance: Evidence from India [R]. *Policy Research Working Paper Series*, 2012.
- [39] 盛斌, 毛其淋. 贸易开放、国内市场一体化与中国省际经济增长: 1985~2008年 [J]. *世界经济*, 2011 (11): 44-66.
- [40] 夏杰长, 刘诚. 行政审批改革、交易费用与中国经济增长 [J]. *管理世界*, 2017 (4): 47-59.
- [41] 张虎, 高子桓, 韩爱华. 企业数字化转型赋能产业链关联: 理论与经验证据 [J]. *数量经济技术经济研究*, 2023, 40 (5): 46-67.
- [42] WANG Z, WEI S J, YU X D, et al. Characterizing Global Value Chains, Production Length and Upstreamness [R]. *NBER Working Paper*, 2017, 23261.
- [43] 黄隽, 李冀恺. 中国消费升级的特征、度量与发展 [J]. *中国流通经济*, 2018, 32 (4): 94-101.

The Association between Manufacturing Digitalization and Domestic Production Networks

ZHAO Xiaofei LIU Bin

Abstract: Removing the bottlenecks that hinder the domestic economic cycle and unleashing the potential of the domestic production system are undeniably important for building a unified national market and establishing a new “dual circulation” development pattern. This paper, based on the 2016 version of the WIOD input-output table data, investigates the relationship between manufacturing digitalization and domestic production networks. The study reveals the following findings. First, manufacturing digitalization significantly enhances the level of domestic production network connectivity through three pathways: reducing transaction costs, extending production length, and unleashing consumption potential. Second, heterogeneity analysis indicates that the promoting effect of manufacturing digitalization on domestic production network connectivity is not limited to within the manufacturing sectors, but also has a stronger impact on external production network connectivity. Moreover, legislative reinforcement in the digital domain strengthens the promoting effect of manufacturing digitalization on domestic production network connectivity. Third, further analysis uncovers a threshold effect of per capita national income in the process of how manufacturing digitalization influences domestic production network connectivity. Based on the policy implications derived from the researches, China should accelerate the process of manufacturing digitalization, raise household income, improve institutional supply, remove bottlenecks in upstream and downstream production division, expand the radiation network of manufacturing production, and expedite the formation of a new situation of collaborative and interconnected development among various industries nationwide.

Keywords: Manufacturing Digitalization; Domestic Production Network Connectivity; Production Length; Industry Collaboration

(责任编辑 白光)