

DOI:10.19361/j.er.2020.06.07

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

张 晴 于津平*

摘要: 数字技术与制造业的深度融合,成为企业挖掘全新价值增长点、攀升全球价值链高端的新引擎。本文使用 WIOD 数据库、中国工业企业数据库及中国海关数据库,筛选数字经济形成要素,优化投入数字化测算指标,验证投入数字化对企业出口国内附加值的影响及作用机制。结果显示:投入数字化显著提升了企业全球价值链分工地位,并通过提高企业生产率、出口产品质量与创新能力三个渠道发挥作用。对比各细化数字要素,数字基础设施投入对企业全球价值链分工地位的提升作用最大,其次为数字交易与数字媒体投入。扩展性分析可知,企业的高技能劳动要素、地区的知识产权保护及技术吸收转化能力对投入数字化的全球价值链攀升效应具有正向调节作用。研究结论为推进投入数字化,实现制造业向全球价值链高端跃进提供了微观证据与决策依据。

关键词: 投入数字化;全球价值链;出口国内附加值率

一、引言

2020年4月7日,国家发展改革委和中央网信办印发《关于推进“上云用数赋智”行动培育新经济发展实施方案》(简称为《“上云用数赋智”》);同年4月9日,中共中央、国务院发布《关于构建更加完善的要素市场化配置体制机制的意见》,第一次把“数据”作为关键要素,此时正值全球疫情冲击、经济增长低迷及逆全球化思潮涌动的多重困境。传统制造业成为数字经济的主战场,全球价值链重构与数字化浪潮下企业跳出低端分工陷阱、实现“中国制造”“中国智造”的战鼓已然敲响(吴伟华,2019)。伴随着人口红利与劳动力成本优势逐渐减弱,制造业难以走出“低端重复建设、高端空心失位”困局,亟需打造新动能。大数据、人工智能、云计算等数字化技术向制造业渗透,为企业挖掘全新价值增长点提供重要驱动力(裴长洪等,2018;荆文君、孙宝文,2019)。如何实现投入数字化“赋能”制造业企业转型升

*张晴,南京大学经济学院,邮政编码:210093,滁州学院经济与管理学院,邮政编码:239000,电子信箱:252519067@qq.com;于津平,南京大学经济学院,邮政编码:210093,电子信箱:yujp@nju.edu.cn。

本文得到国家社会科学基金重大研究专项“推动‘一带一路’贸易和投资自由化便利化研究:量化评价与推进战略”(项目编号:18VDL014)、安徽高校人文社科重点项目“‘一带一路’战略下安徽高端化外向型产业集群发展路径研究”(项目编号:SK2019A0450)、安徽省社会科学创新发展攻关研究项目“安徽外向型产业集群与内陆开放新高地互动发展研究”(项目编号:2019CX093)的资助。感谢审稿专家的宝贵建议,当然,文责自负。

级与全球价值链地位攀升成为亟待解决的重要议题。

近年来,学者将出口国内附加值(Domestic Value Added Rate in Exports, EDVAR)^①作为反映真实贸易利得与全球价值链分工地位的关键标准,实现了对EDVAR的企业层面测算(Upward et al., 2013; Kee and Tang, 2016)。现有文献如许和连等(2017)研究发现投入服务化对企业EDVAR的影响呈现U型特征。毛其淋和许家云(2019)提出贸易自由化基于加成率与研发创新两个作用渠道,提升了企业EDVAR。此外,学者探讨了空间集聚(闫志俊、于津平, 2019)、服务业开放(余骁、郭志芳, 2020)等因素对企业全球价值链地位的影响。

数字经济新时代的到来,学界开始关注投入数字化及“数字化红利”,主要包括三个维度。一是投入数字化的界定研究。Negroponte(1996)的经典著作提出数字化生存是由数字化、网络化、信息化革新人类生存、企业生产方式的巨变过程。《中国数字经济发展白皮书》(2017)较早提出了投入数字化概念,将其界定为数字化转型的重要内容,意为推动生产技术、生产设备、人才等要素的数字化。借用已有概念,结合研究目标,本文将投入数字化界定为:企业运用数字化基础设施、媒体与交易等投入要素,全方位变革研发设计、制造流程、商业运营、组织结构的过程。二是理论层面的投入数字化效应剖析。较多学者采用定性方法阐述数字化效应,代表性文献如裘莹和郭周明(2019)提出数字经济深入融入中小企业生产经营过程,有助于网络连接、价值创造、价值链治理、成本节约效应的发挥,助推中小企业向价值链高端攀升。陈剑等(2020)基于价值创造、产品生产、商务主体、商务环境视角,理论归纳了数字化对企业运营效率的影响,并认为数字化具有精准需求预测、高效产品设计、动态优化定价决策、实时供应链管理等功效。三是实证层面的投入数字化效应检验。部分研究基于宏观层面展开,如Meijers(2014)、Hellmazik and Schmitz(2015)等利用国别贸易数据研究发现,互联网普及有助于产品出口量的增长。刘亮等(2020)运用省份数据,考察了智能技术对各省份全球价值链地位的正向影响。何文彬(2020)采用行业数据,验证了数字化投入对各部门全球价值链参与度的显著正向影响。为数不多的微观层面研究主要围绕互联网、机器人使用等具体数字化投入验证其微观影响。如沈国兵和袁征宇(2020)基于微博使用情况测度2010—2013年企业互联网程度,在此基础上检验得到了互联网化对EDVAR具有正向影响的结论。吕越等(2020)采用2000—2013年机器人密度,验证了人工智能对中国企业全球价值链参与度的正向效应。卢福财和金环(2020)以中国工业企业数据库所统计的企业是否拥有“邮箱”“网页”等信息作为互联网化的代替变量,依此检验了其对企业出口技术复杂度的正向影响。综合来看,实证研究主要基于个别视角的投入数字化展开,难以呈现投入数字化全貌及各个类型数字化要素对制造业的全面融入。

已有文献为理解投入数字化内涵及效应提供了丰富的见解,但存在以下不足:一是尚未有文献专门从全球价值链视角探讨投入数字化效应及其作用机理,深刻把握数字经济时代企业全球价值链地位的攀升路径亟需更为丰富的研究。二是囿于数字经济卫星账户尚存理论与编制困难,投入数字化及其对EDVAR效应测度尚属探索阶段,量化研究与实证检验亟待填补。三是针对投入数字化的效应研究多基于宏观层面,极少数的微观效应研究亦局限于互联网化、人工智能的个别视角,企业层面的经验证据非常匮乏。基于此,本文可能的边

^①出于行文简便考虑,文中涉及的“出口国内附加值”“出口国内附加值率”表述内涵相同,简称为EDVAR。

际贡献为:第一,研究视角上,基于全球价值链视角探讨投入数字化效应,有益于厘清投入数字化对企业 EDVAR 的作用机制,为“畅享数字化红利、抢占全球价值链高位”提供有益的决策支持。第二,研究方法上,筛选数字经济形成要素,优化投入数字化测度指标,刻画制造业投入数字化动态演变;基于企业数据检验投入数字化对 EDVAR 的微观效应,相比已有的定性研究与宏观层面研究,有利于解决宏观加总谬误,提升结论可靠性。第三,研究内容上,从各细化数字要素、企业层面劳动要素技能、地区层面知识产权保护、技术吸收转化能力等角度剖析投入数字化的异质性效应,为针对性推进投入数字化,促成企业全球价值链高端攀升提供经验证据,拓宽了理论研究的政策内涵。

二、理论机制与研究假说

本文借鉴 Kee 和 Tang(2016)分析框架,将投入数字化因素引入企业生产过程,推导投入数字化对企业 EDVAR 的微观影响。

假设垄断竞争市场中的代表性企业采用规模报酬不变的柯布-道格拉斯(C-D)生产函数组织生产:

$$Y = TK^{\alpha_K} L^{\alpha_L} M^{\alpha_M} \quad (1)$$

(1)式中: Y 、 T 、 K 、 L 、 M 分别表示企业的总产出、生产率、资本、劳动与中间品投入。 α_K 、 α_L 、 α_M 分别为各要素的产出弹性,且 $\alpha_K + \alpha_L + \alpha_M = 1$ 。数字经济形态下,数字化信息成为先进生产力的代表,数字化投入成为决定生产率高低的关键(Goldfarb and Tucker, 2012),主要表现为:第一,数字化技术渗入传统制造业,有利于提升要素产出能力。基于“比特流”的标准化媒介,实现企业决策流、物流等信息的高效传递;借由数字化技术的智能优化自决策、精准控制自执行、信息深度自感知功能,优化企业经营决策;通过生产系统的数控化、自动化、智能化改造,设备使用精度与生产效率得以提高(何文彬, 2020)。第二,降低企业固定成本与交易成本,提升交易效率。数字技术提升信息传递效率,加快价值链融入速度;提升贸易便利化水平,降低企业参与国际分工的门槛与固定成本(裘莹、郭周明, 2019; UNCTAD, 2019)^①;移动互联网、网络通信技术帮助企业节约“组织成本”,包括信息搜集、谈判成本等(荆文君、孙宝文, 2019);智能算法、物联网等数字技术,帮助企业节约“执行成本”,包括物流、库存、渠道品牌建立成本(黄群慧等, 2019)。第三,优化要素配置,实现生产范式结构性调整。大数据技术推动生产流程的“柔性化”“精细管理”变革,改变组织结构形态,以数字化思维解构与重构产业链条,提升运营效率(李唐等, 2020);借用数字化平台的知识发现技术与数据集成工具,减少资源错配,便于企业轻装上阵,专注打造核心竞争力(施炳展、李建桐, 2020)。故我们在模型中设定生产率 T 是投入数字化 Dig 的函数,且满足 $\partial T / \partial Dig > 0$ 。

假设中间品投入 M 是关于国内中间品 M_D 、进口中间品 M_I 的常替代弹性函数(CES), $-M_D$ 与 M_I 的替代弹性为 σ ($\sigma > 1$), 则:

$$M = (M_D^{(\sigma-1)/\sigma} + M_I^{(\sigma-1)/\sigma})^{\sigma/(\sigma-1)} \quad (2)$$

假设国内、进口中间品种类数分别为 V_D 、 V_I , 则国内中间品、进口中间品平均价格如下:

^①此外,本文构建贸易便利化指标作为贸易成本的替代变量,采用行业层面数据,实证验证了投入数字化的贸易成本降低效应的存在,囿于篇幅限制,具体实施过程与实证结果未予报告。

$$P_D = \left[\sum_{\omega=1}^{V_D} (p_{\omega}^D = 1)^{1-\lambda} \right]^{1/(\lambda-1)} \quad (3)$$

$$P_I = \left[\sum_{\omega=1}^{V_I} (p_{\omega}^I = 1)^{1-\lambda} \right]^{1/(\lambda-1)} \quad (4)$$

(3)(4)式中: p_{ω}^D 、 p_{ω}^I 分别为特定种类 ω 的国内中间品与进口中间品价格,不同品种中间品的替代弹性为 $\lambda(\lambda>1)$ 。结合式(1)(2)可得中间品价格指数 P^M 为关于 P_D 、 P_I 的CES函数:

$$P^M = (P_D^{1-\sigma} + P_I^{1-\sigma})^{1/(1-\sigma)} \quad (5)$$

企业面临的生产要素价格包括 r 、 w 、 P_I 、 P_D 。利率 r 、工资 w 为外生给定变量。进口中间品价格 P_I 与贸易成本相关,一方面,加工贸易方式下的中间品进口予以关税减免,故企业加工贸易占比越大,其所面临的 P_I 越小;与外资企业相比,本土企业掌握较少的国际市场信息与较高的交易成本,故本土企业使用进口中间品的成本较高。因此,将 P_I 设置为加工贸易占比($share$)与本土企业(loc)的函数 $P_I(share, loc)$,且 $\partial P_I / \partial share < 0$, $P_I(share, loc | loc=1) > P_I(share, loc | loc=0)$ 。由(3)式可知,国内中间品价格 P_D 与国内中间品品种数 V_D 负相关,即满足 $\partial P_D / \partial V_D < 0$ 。而国内中间品种类与本土企业创新能力(INO)具有较强相关性,通常情况下,企业创新带来的垄断收益增加,有助于扩大本国企业生产的规模经济与范围经济,增加国内中间品数量与种类,即 $\partial V_D / \partial INO > 0$,进一步降低国内中间品价格,此时存在 $\partial P_D / \partial INO = (\partial P_D / \partial V_D) \times (\partial V_D / \partial INO) < 0$ (郑江淮、郑玉,2020)。数字化投入作为全新要素引入生产系统,成为数字经济背景下企业提升 INO 的重要动因(张三峰、魏下海,2019),主要表现为:一方面,数字技术的突飞猛进赋予企业更大的创新空间,有利于缩小创新周期,提升创新效率,激励企业内部创新。另一方面,投入数字化优化创新环境,聚合产业链创新资源,压缩技术交易成本(韩先锋等,2014)。由此可知,投入数字化直接作用于国内企业的创新能力而对国内中间品平均价格产生间接影响。此时 P_D 是关于投入数字化的减函数,即 $\partial P_D / \partial Dig = (\partial P_D / \partial INO) \times (\partial INO / \partial Dig) < 0$ 。

企业按照成本最小化原则组织生产,即满足 $\min rK+wL+P^M M, s.t. Y=TK^{\alpha_K}L^{\alpha_L}M^{\alpha_M}$,可得:

$$C=Y/T (r/\alpha_K)^{\alpha_K} (w/\alpha_L)^{\alpha_L} (P^M/\alpha_M)^{\alpha_M} \quad (6)$$

$$P^M M/C = \alpha_M \quad (7)$$

(6)(7)式中: C 为企业生产成本。由(6)式可得企业边际成本,见(8)式:

$$c = \partial C / \partial Y = 1/T (r/\alpha_K)^{\alpha_K} (w/\alpha_L)^{\alpha_L} (P^M/\alpha_M)^{\alpha_M} \quad (8)$$

同时,企业根据成本最小化原则确定国内中间品与进口中间品的投入比例,可得进口中间品投入占中间品总投入的比重如下:

$$P_I M_I / (P^M M) = 1/[1+(P_I/P_D)^{\sigma-1}] \quad (9)$$

此时, $EDVAR = 1 - (P_I M_I) / (PY)$,整理并将(5)(7)(8)(9)式代入其中可得:

$$\begin{aligned} EDVAR &= 1 - \frac{P_I M_I}{PY} = 1 - \frac{P_I M_I}{P^M M} \times \frac{P^M M}{C} \times \frac{C}{PY} = 1 - \frac{1}{1+(P_I/P_D)^{\sigma-1}} \alpha_M \frac{c}{P} \\ &= 1 - \psi P_I^{\alpha_M} \frac{1}{PT} \left[1 + \left(\frac{P_D}{P_I} \right)^{1-\sigma} \right]^{\frac{\alpha_M}{1-\sigma}-1} \end{aligned} \quad (10)$$

(10)式中: $\psi = \alpha_M^{1-\alpha_M} (r/\alpha_K)^{\alpha_K} (w/\alpha_L)^{\alpha_L}$, P 表示最终品价格, $EDVAR$ 表示出口国内附加值。垄断竞争市场中企业最终品质量越高,与同类既有商品的差异越大,越有利于制定较高价格(刘斌等,2016)。而投入数字化便于企业生产出优质产品,主要表现为:首先,数字化技术帮

助企业多维统计国际客户消费特征,充分挖掘需求偏好并渗入到产品研发、制造、营销环节,生产出贴合消费者需求的产品(裴长洪等,2018)。其次,准确捕获并及时响应需求变化,充分满足消费者的多样化需求以获取长尾效应(吕越等,2020)。如应用云计算技术,实现终端用户个性化定制,最大程度发挥需求端对生产端的倒逼作用。再次,虚拟仿真(VR)、增强现实(AR)等数字化技术可精准模拟各种参数、环境下的性能差距,设计出优质性能产品(陈剑等,2020)。故投入数字化有利于企业通过提高产品质量(Qua),降低产品需求弹性,增强市场垄断力以设定更高的产品价格。此时,垄断竞争市场企业产品价格与数字化投入存在 $\partial P/\partial Dig = (\partial P/\partial Qua) \times (\partial Qua/\partial Dig) > 0$ 。(10)式对生产率 T 、最终品价格 P 、国内中间品价格 P_d 求偏导,可得:

$$\partial EDVAR/\partial T = \psi P_l^{\alpha_M} (1/PT^2) [1 + (P_d/P_l)^{1-\sigma}]^{\frac{\alpha_M}{1-\sigma}-1} > 0 \quad (11)$$

$$\partial EDVAR/\partial P = \psi P_l^{\alpha_M} (1/TP^2) [1 + (P_d/P_l)^{1-\sigma}]^{\frac{\alpha_M}{1-\sigma}-1} > 0 \quad (12)$$

$$\partial EDVAR/\partial P_d = -\psi P_l^{\alpha_M-1} (\alpha_M - 1 + \sigma) (1/TP) [1 + (P_d/P_l)^{1-\sigma}]^{\frac{\alpha_M}{1-\sigma}-2} (P_d/P_l)^{-\sigma} < 0 \quad (13)$$

结合以上结论来判断投入数字化 Dig 与 $EDVAR$ 之间的关系,投入数字化可通过生产率、最终品价格与国内中间品价格对 $EDVAR$ 产生影响,对此求偏导得到:

$$\frac{\partial EDVAR}{\partial Dig} = \frac{\partial EDVAR}{\partial T} \times \frac{\partial T}{\partial Dig} + \frac{\partial EDVAR}{\partial P} \times \frac{\partial P}{\partial Dig} + \frac{\partial EDVAR}{\partial Qua} \times \frac{\partial Qua}{\partial Dig} + \frac{\partial EDVAR}{\partial P_d} \times \frac{\partial P_d}{\partial Dig} \times \frac{\partial INO}{\partial Dig} > 0 \quad (14)$$

由此提出本文的待验证假设:

假设 1:在其他条件不变的情况下,投入数字化对企业出口国内附加值具有正向促进作用。

假设 2:投入数字化可通过提高生产率、最终品质量与创新^①能力三种渠道提升企业出口国内附加值。

三、实证设计

(一) 模型设定

在结合前文理论分析及已有研究的基础上,本文设定基本计量模型如下:

$$EDVAR_{ijt} = \alpha_0 + \alpha_1 Dig_{jt} + \alpha_2 X + \varphi_i + \varphi_t + \varphi_j + \varepsilon_{ijt} \quad (15)$$

(15)式中: i, j, t 分别表示企业、行业和时间。 $EDVAR_{ijt}$ 为企业出口国内附加值率,用以度量企业的全球价值链地位。 Dig_{jt} 为制造业投入数字化水平。模型重点关注估计系数 α_1 , 预计符号为正。 X 为控制变量,具体包括:企业规模($scale$),采用企业从业人员数表示;企业年龄(age),采用样本当年年份与成立年份的差值表示;资本深化(klr),采用人均资本存量表示;加工贸易占比($share$),采用企业以加工贸易方式出口占总出口的份额衡量;本土企业虚拟变量(loc),当企业为本土企业时, loc 取值为 1,否则取值为 0;政府补贴($subsidy$),反映企业是否获取政府补贴,若获得政府补贴则取值为 1,否则取值为 0;市场集中度(HHI),反映市场竞

^①鉴于国内中间品价格指标难以获取,并出于与后文实证研究的一致性考虑,本文参照现有研究惯常做法(许和连等,2017;毛其淋、许家云,2019),以企业创新间接刻画国内中间品价格,表现为创新能力越强,创新研发活动越多,国内中间品品种越多,特定种类的国内中间品价格越低。故采用创新能力作为国内中间品价格的替代变量展开渠道与中介效应检验。

争程度,采用行业层面的赫芬达尔指数表示,测算公式为 $HHI_{jt} = \sum_{i \in \Omega_j} s_{it}^2$, 其中 Ω_j 表示 j 行业的企业集合, s_{it} 为 t 年 i 企业占 j 行业工业销售总产值的比例。 φ_i 、 φ_t 、 φ_j 为企业个体、时间与行业固定效应。 ε_{it} 为随机误差项。为避免变量之间的异方差问题,本文对各控制变量(虚拟变量除外)取自然对数处理。

(二) 核心指标构建

1. 投入数字化

数字经济范围的界定是测度投入数字化的基础。当前,数字经济卫星账户尚存理论与编制困难,核算范围与统计分类有待清晰界定,成为学界与统计机构亟待解决的难题。本文提炼 OECD、联合国贸易和发展会议(UNCTAD, 2019) 等国际组织、部分国家统计机构对数字经济的核算框架及划分标准,结合中国数字经济发展实际,尝试界定数字经济核心要素;以《国际标准行业分类》(ISIC Rev4.0) 为依据,逐一筛选数字经济要素的依托行业。表 1 列出了数字经济要素内容及生产该产品的依托行业。

表 1 数字经济依托行业划分

核心要素	内容	依托行业 (ISIC Rev4.0 分类)
数字基础设施	电信设备及服务	J-61 有线、无线、卫星及其他电信活动
	计算机软件	J-62 计算机软件研发、咨询及实施管理 J-63 数据信息的储存、处理等服务活动、未另分类的其他信息服务活动
	计算机硬件	C-26 电子元件的生产、计算机及周边产品、通信设备、电子消费品的制造、检验、导航和控制设备的制造
数字媒体	网络出版及发行	J-58 出版活动*
	网络广播	J-59 录像、电视和电影节目的制作、录音和音乐作品的出版
	数据流服务	J-60 广播和节目制作活动
数字交易	网络代理与批发	G-46 批发贸易*: 网络贸易代理与批发
	互联网零售	G-47 零售贸易*: 互联网零售

注:“*”表示该行业中仅有部分经济活动属于数字经济要素。

借鉴“服务化”的测算方法,制造业投入数字化衡量可采用绝对指标“直接、完全消耗系数”(许和连等, 2017), 或相对指标“直接依赖度”(杨玲, 2015) 实现。直接消耗系数按照 $\sum_d a_{dj}$ 测算, a_{dj} 为制造业 j 部门对数字经济依托部门 d 的直接消耗系数,数据来自 WIOD 数据库的 56 部门投入产出表。考虑到个别部门中仅有部分活动属于数字经济,包括出版活动部门(J-58)中的“网络出版及发行”、批发贸易部门(G-46)中的“网络代理与批发”、零售贸易部门(G-47)中的“互联网零售”,故不能直接得到制造业部门对各数字化部门的消耗系数。本文引入数字化拆分系数,从各制造业对 J-58、G-46、G-47 部门的直接消耗中分离出数字化部分,故将投入产出表拆分为包含 58 部门^①的直接消耗系数矩阵 D 。其中, G-46、G-47 部门拆分系数采用《中国经济普查年鉴》中互联网批发和网络贸易代理收入占批发主营业务收入比例、互联网零售收入占零售主营业务收入的比例衡量,且假设该比例短期内不变; J-58 部门拆分系数采用“国研网”重点行业数据库中各年份的“音像制品”“电子出版

^①研究涉及不同数据库的行业匹配问题,故另需将投入产出表中的汽车、挂车和半挂车的制造部门(C29)与其他运输设备的制造部门(C30)合并,最终形成 58 部门的直接消耗系数矩阵。

物”“非出版物商品”销售金额总和占出版业销售金额的比例衡量。直接消耗系数计算简便,但该指标忽视了各部门的间接技术经济联系。完全消耗系数可全面反映数字化产业通过产业关联效应对各个制造业的全面影响,公式如下:

$$complete_{dj} = a_{dj} + \sum_{m=1}^N a_{dm} a_{mj} + \sum_{l=1}^N \sum_{m=1}^N a_{dl} a_{lm} a_{mj} + \cdots \quad (16)$$

(16)式中:第一项表示制造业 j 部门对数字经济依托部门 d 的直接消耗,第二项表示 j 部门借由 m 部门对 d 部门的第一轮间接消耗,第三项表示 j 部门借由 m 、 l 部门对 d 部门的第二轮间接消耗,依次类推。测算过程中所需的完全消耗系数矩阵可由 $complete = D + D^2 + \cdots + D^m = (E - D)^{-1} - E$ 予以测算。

然而,绝对指标难以反映数字化投入在所有投入中的相对重要程度,故采用直接依赖度(Dig_r)予以克服,即测算制造业对数字经济的直接消耗占有直接消耗的比重,公式为 $\sum_d a_{dj} / \sum_k a_{kj}$,其中 a_{kj} 为制造业 j 部门对任一部门 k 的直接消耗系数。此外,本文结合许和连等(2017)、杨玲(2015)的方法,构建完全依赖度,以实现投入数字化程度的全面测算,测度公式如下:

$$Dig_{jt} = \sum_d \left(complete_{dj} / \sum_{k=1}^N complete_{kj} \right) \quad (17)$$

(17)式中: $complete_{kj}$ 为制造业 j 部门对任一部门 k 的完全消耗系数。本文将完全依赖度用于基准模型回归,将直接依赖度用于稳健性检验。

图1描述了中国制造业投入数字化程度变化情况。从整体趋势来看,中国制造业的算数平均数字化投入程度从2000年的5.13%增长到2014年的7.25%。分行业类型^①来看,技术密集型行业的数字化投入程度较高,而劳动密集型行业的数字化投入程度较低。

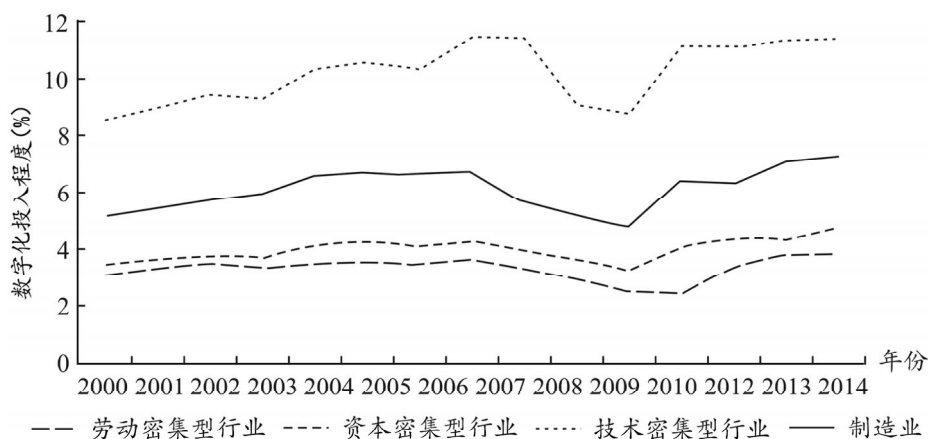


图1 中国制造业投入数字化程度

^①参考许和连等(2017)、何文彬(2020)等研究,各要素密集型行业设置如下:劳动密集型行业包括C10-C12(食品、饮料和烟草制品的制造)、C13-C15(纺织品、服装、皮革和相关产品的制造)、C16(木材、木材制品及软木制品的制造、草编制品及编织材料物品的制造)、C31-C32(家具和其他产品的制造);资本密集型行业包括C17(纸和纸制品的制造)、C18(记录媒介物的印制及复制)、C19(焦炭和精炼石油产品的制造)、C20(化学品、化学制品的制造)、C22(橡胶和塑料制品的制造)、C23(其他非金属矿物制品的制造)、C24(基本金属的制造);技术密集型行业包括C21(基本医药产品和医药制剂的制造)、C25(金属制品的制造)、C26(计算机、电子产品和光学产品的制造)、C27(电力设备的制造)、C28(未另分类的机械和设备的制造)、C29(汽车、挂车和半挂车的制造)、C30(其他运输设备的制造)。以上行业分类采用ISIC Rev.4进行。

图2显示了中美制造业投入数字化对比情况,可以看出,与美国相比,中国整体制造业数字化程度偏低,但中美在投入数字化方面的差距呈进一步缩小趋势,其中,技术密集型行业的投入数字化改善最为突出。

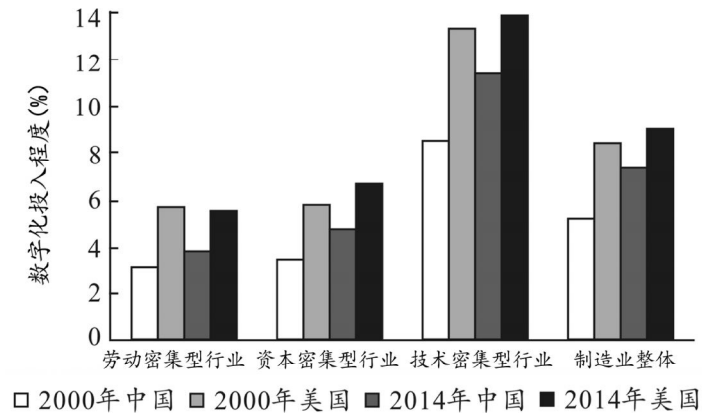


图2 中美制造业投入数字化程度

2. 出口国内附加值(EDVAR)

本文借鉴 Kee 和 Tang (2016) 的方法,测算企业层面的 EDVAR,且需要解决以下问题:第一,识别中间品进口额问题。加工贸易企业进口的产品均作为中间投入使用,故其中间品进口额即为产品进口额 im_{it}^p 。而一般贸易企业所进口产品既可用作中间投入,亦可用于国内销售。故采用广义经济分类标准(BEC)与 HS6 分位海关编码转换表^①,识别一般贸易企业进口中间品情况,记为 $im_{it}^o |_{BEC}$ 。第二,解决贸易代理问题。针对部分企业借由贸易代理商的间接进口现象,采用 Ahn 等(2011)方法识别出贸易代理商,计算各 HS6 分位制造业总进口中的贸易代理商进口份额 $share_{ji}$,依此推算企业实际进口额 $im_{it}^{act} = \sum_j [im_{it} / (1 - share_{ji})]$,其中 im_{it} 为海关数据库所记录的进口额,相应的一般贸易、加工贸易的中间品进口额记为 $im_{it}^{act-o} |_{BEC}$ 、 im_{it}^{act-p} 。第三,中间品间接进口问题。Koopman 等(2012)研究提出,加工贸易企业所使用的国内原材料中包含 5%~10% 的国外产品部分。故假设国内原材料中所包含的国外份额为 5%,此时,其所包含的国外附加值为 $im_{it}^F = 5\% \times (Input - im_{it}^{act})$,其中, $Input$ 为企业中间品总投入。EDVAR 最终测算公式如下:

$$EDVAR = \begin{cases} 1 - \frac{im_{it}^{act-o} |_{BEC} + im_{it}^F}{Y_{it}}, & W = O \\ 1 - \frac{im_{it}^{act-p} + im_{it}^F}{Y_{it}}, & W = P \\ \varphi_o \left(1 - \frac{im_{it}^{act-o} |_{BEC} + im_{it}^F}{Y_{it}} \right) + \varphi_p \left(1 - \frac{im_{it}^{act-p} + im_{it}^F}{Y_{it}} \right), & W = M \end{cases} \quad (18)$$

(18)式中; O 、 P 、 M 分别表示一般贸易、加工贸易与混合贸易企业, φ_o 、 φ_p 分别为混合贸易企业以一般贸易、加工贸易方式的出口份额, Y_{it} 表示企业总产出。中国企业算数平均 EDVAR

^①各年度海关数据使用不同版本的转换表,其中 2000—2001 年、2002—2006 年、2007—2011 年、2012—2013 年分别采用 BEC-HS1996、BEC-HS2002、BEC-HS2007、BEC-HS2012 转换表。

的变化趋势见图 3,从整体来看,出口国内附加值率从 2000 年的 60.6% 上升到 2013 年的 76.3%^①,表明样本期间尤其是加入 WTO 之后,我国企业全球价值链分工地位有所提升。

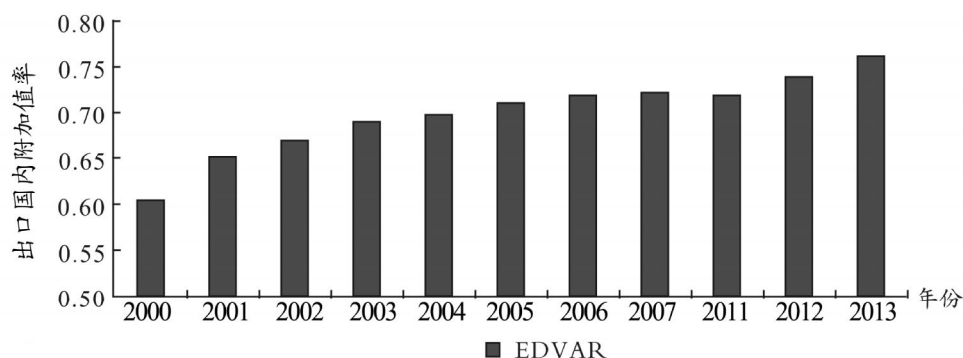


图 3 中国企业出口国内附加值率趋势图

(三) 数据处理

本文使用的数据主要有三组。第一组为 WIOD 数据库最新公布的世界投入产出表 (2000–2014 年),选取制造业测算其投入数字化程度。第二、三组为中国工业企业数据库与中国海关数据库。测算 *EDVAR* 所需的中间投入、工业总产值等企业信息来自中国工业企业数据库。该数据库包含所有国有企业与规模以上的非国有企业,提供了目前最大规模的微观数据。本文对其进行如下处理:剔除核心指标缺失、违反会计准则、从业人员数小于 8 等异常样本;将企业所在行业分类码 (CIC) 统一为《国民经济行业分类》(GB/T 4754–2002) 标准;构建以 2000 年为基期的价格指数以平减名义指标值。测算 *EDVAR* 所需的贸易指标来自中国海关数据库,该数据库记录了企业各月度各 HS8 位码的产品通关信息。本文删除了其中的贸易代理商、非出口企业样本,并将中国海关进出口税则下的产品 HS8 位码转换为国际协调制度 HS6 位码。第二、三组数据库因采用不同的企业编码系统而无法直接合并,本文按照 Yu (2015) 的方法,逐步采用企业名称及邮编、电话号码两种方法匹配,得到合并数据库并根据 Kee 和 Tang (2016) 方法,处理企业过度进口、过度出口问题^②。测算所得的 *EDVAR* 与 *Dig* 指标分别按照《国际标准行业分类》(ISIC Rev.4)、《国民经济行业分类》(GB/T 4754–2002) 进行,本文通过行业对照代码,整合出 2000—2013 年的企业及其所在的 18 类制造业^③ 样本信息。

主要变量的描述性统计如表 2 所示。

^① 因中国工业企业数据库中 2008 年、2009 年、2010 年的“中间投入”等关键指标缺失,导致相关年度 *EDVAR* 无法测算。

^② 中间品进口大于中间品总投入现象被视为过度进口问题。若加工贸易企业的 *EDVAR* 超过一定界限 (一般贸易企业的上四分位数 *EDVAR*),表现异常偏高则被视为存在过度出口问题。

^③ C10–C12 (食品、饮料和烟草制品的制造)、C13–C15 (纺织品、服装、皮革和相关产品的制造)、C16 (木材、木材制品及软木制品的制造、草编制品及编织材料物品的制造)、C17 (纸和纸制品的制造)、C18 (记录媒介物的印制及复制)、C19 (焦炭和精炼石油产品的制造)、C20 (化学品、化学制品的制造)、C21 (基本医药产品和医药制剂的制造)、C22 (橡胶和塑料制品的制造)、C23 (其他非金属矿物制品的制造)、C24 (基本金属的制造)、C25 (金属制品的制造)、C26 (计算机、电子产品和光学产品的制造)、C27 (电力设备的制造)、C28 (未另分类的机械和设备的制造)、C29 (汽车、挂车和半挂车的制造)、C30 (其他运输设备的制造)、C31–C32 (家具和其他产品的制造)。

表2 主要变量描述性统计

变量名称	均值	标准差	最小值	最大值	观测值
出口国内附加值 <i>EDVAR</i>	0.6839	0.2467	0.1160	0.9686	213 118
投入数字化 <i>Dig</i>	0.0676	0.1486	0.0035	0.6171	213 118
企业规模 <i>scale</i>	5.3967	1.0081	2.0794	11.6190	213 118
企业年龄 <i>age</i>	2.2171	0.6889	0.6931	5.0875	213 118
资本深化 <i>kir</i>	3.7119	1.2865	-6.2256	13.6087	213 118
加工贸易占比 <i>share</i>	0.1537	0.2108	0	0.6931	213 118
政府补贴 <i>subsidy</i>	0.3685	0.4824	0	1	213 118
本土企业 <i>loc</i>	0.6299	0.4828	0	1	212742
市场集中度 <i>HHI</i>	0.0120	0.0226	0.0010	0.9631	213 118

四、估计结果与分析

(一) 基准回归结果

表3报告了基准回归结果。考虑到同一企业不同时期之间的扰动项自相关问题,本文采用企业层面的聚类稳健标准误差展开估计。第(1)列仅加入核心解释变量,结果发现 *Dig* 的回归系数显著为正,初步验证了假设1。第(2)(3)列为逐步增加控制变量、第(4)(5)列为控制了行业固定效应且逐步增加控制变量的回归结果,可知 *Dig* 估计系数的显著性及符号未发生根本变化,计量结果稳定性较好。从第(5)列完整结果来看, *Dig* 估计系数在1%的显著性水平下为正,表明投入数字化有利于提升企业全球价值链地位,证实了假设1。

表3 基准回归结果

变量	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
<i>Dig</i>	0.0079 *** (4.65)	0.0091 *** (5.40)	0.0096 *** (5.63)	0.0241 *** (7.32)	0.0239 *** (7.22)
<i>scale</i>		0.0072 *** (7.28)	0.0076 *** (7.65)	0.0073 *** (7.36)	0.0077 *** (7.68)
<i>age</i>		0.0044 *** (3.73)	0.0032 *** (2.52)	0.0063 *** (5.05)	0.0051 *** (3.88)
<i>klr</i>		0.0019 *** (2.82)	0.0015 *** (2.22)	0.0019 *** (2.80)	0.0015 ** (2.22)
<i>share</i>			-0.0097 *** (-1.97)		-0.0086 ** (-1.77)
<i>subsidy</i>			0.0024 *** (2.60)		0.0026 *** (2.83)
<i>loc</i>			0.0048 *** (7.95)		0.0048 *** (7.86)
<i>HHI</i>			-0.0018 *** (-4.11)		-0.0016 *** (-3.48)
常数项	0.7282 *** (139.40)	0.6768 *** (85.80)	0.6761 *** (82.02)	0.7285 *** (34.32)	0.7267 *** (33.75)
企业固定效应	是	是	是	是	是
时间固定效应	是	是	是	是	是
行业固定效应	否	否	否	是	是
观测值	213 118	213 118	212 742	213 118	212 742
R^2	0.0003	0.0018	0.0027	0.0025	0.0033

注:***、**、*表示1%、5%、10%水平上显著,括号中数值为*t*统计值,下同。

控制变量方面规模和年龄显著增加了 *EDVAR*, 可能的原因是年龄 (*age*) 决定了“干中学”所积累的经营管理经验; 规模 (*scale*) 决定了融资、风险承担、人力资本等优势, 有助于企业占据全球价值链高端位置 (毛其淋、许家云, 2019)。资本深化 (*klr*) 及政府补贴 (*subsidy*) 显著改善了企业全球价值链地位, 原因可能为资本深化提升企业人均产出能力; 政府补贴帮助企业缓解“预算软约束”, 便于企业增加贸易收益。加工贸易占比 (*share*) 的影响系数显著为负, 即企业加工贸易程度越高, 加工装配环节更多的中间品来自国际市场, 不利于 *EDVAR* 的提升 (闫志俊、于津平, 2019)。本土企业 (*loc*) 的估计系数显著为正, 究其原因可能是相较于外资企业, 本土企业与国际市场联系性较弱, 更多地采用国内中间品而获取了更多的 *EDVAR*, 该结论与许和连等 (2017) 相吻合。市场集中度 (*HHI*) 的估计系数显著为负, 表明较高竞争程度的市场结构对企业 *EDVAR* 具有显著积极作用。可能的原因是, 市场竞争性通过成本节约效应促成国内对进口中间品的替代, 有助于企业全球价值链地位高端化 (余骁、郭志芳, 2020)。

(二) 稳健性检验

1. 替换变量检验

采用替换变量回归以验证结果的稳健性。第一, 重新设定国内原材料中所含国外原材料比重为 10%, 重新测算企业出口国内附加值率 *EDVAR_n* 以替代被解释变量。第二, 采用前文已定义的直接依赖度 (*Dig_r*) 代替完全依赖度重新回归。表 4 第 (1) (2) 列分别为替换变量回归结果, 可见核心解释变量的显著性及符号稳健, 核心结论依然成立。

2. 内生性问题

本文核心解释变量为行业数据, 被解释变量为企业数据, 故由反向因果关系引起内生性问题的可能性较小。但充分考虑到控制变量可能与 *EDVAR* 的反向因果关系或遗漏变量的内生性问题, 设置企业滞后一期的完全依赖度作为工具变量, 采用两阶段最小二乘法估计 (2SLS) 予以解决。表 4 第 (3) 列显示, 在考虑潜在的内生性后基本结论依然稳健。同时, Kleibergen-Paap rk Wald F statistic、Kleibergen-Paap rk LM statistic 在较高水平分别拒绝了“工具变量为弱识别”“工具变量识别不足”的原假设, 确保了工具变量的合理性。

3. 样本选择偏差问题

自动忽略零出口额企业所做的非随机性删失处理, 易导致估计有偏。为解决选择性偏差, 本文采用 Heckman 两步法展开稳健性检验。首先, 建立企业出口决策的选择方程 $\Pr(\text{exdum}_{ijt} = 1) = \Phi(\alpha + \beta \text{Dig}_{jt} + \gamma X + \varphi_i + \varphi_j + \varepsilon_{ijt})$, 对此展开 Probit 估计得到逆米尔斯比率 (*IMR*)。其中, *exdum* 为出口哑变量, 当出口值大于 0 时, *exdum* = 1, 否则 *exdum* = 0; $\Phi(\cdot)$ 为标准正态累积分布函数, $\Pr(\text{exdum}_{ijt} = 1)$ 为企业选择出口的概率, 其他变量含义不变。基于有效识别考虑, 选择“上一年是否出口”的哑变量 (*exdum_L*) 作为识别变量。其次, 将 *IMR* 作为控制变量纳入企业 *EDVAR* 回归方程。表 4 第 (4) (5) 列报告了 Heckman 两步法估计结果, *IMR* 估计系数显著不为零, 表明存在选择性偏差, 且在纠正选择性偏差后, *Dig* 的估计系数依然显著为正, 进一步强化了结论的稳健性。此外, 结合两阶段最小二乘法 (2SLS) 与 Heckman 两步法展开估计, 运用 2SLS 法第一阶段估计结果得到投入数字化的预测值, 以替代真实的投入数字化水平, 在此基础上进行 Heckman 两步法回归。估计结果见表 4 第 (6) (7) 列, 在同时考虑了内生性与样本选择性偏差后, 检验结果仍表现稳健。

表 4 稳健性检验结果

	(1)	(2)	(3)	Heckman 两步法		2SLS+Heckman 两步法	
	<i>EDVAR_n</i>	<i>Dig_r</i>	<i>IV(2SLS)</i>	(4)	(5)	(6)	(7)
				<i>exdum</i>	<i>EDVAR</i>	<i>exdum</i>	<i>EDVAR</i>
<i>Dig</i>	0.0439 *** (8.31)	0.0113 *** (5.74)	0.0161 *** (5.60)	0.0030 *** (2.16)	0.0179 *** (4.32)	1.3204 *** (12.71)	1.3488 *** (5.08)
<i>exdum_L</i>				0.6902 *** (546.45)		0.6899 *** (546.13)	
<i>X</i>	是	是	是	是	是	是	是
常数项	0.7526 *** (22.88)	0.6963 *** (33.80)			0.7004 *** (27.05)		-0.3001 *** (-1.59)
<i>IMR</i>					0.0050 *** (8.20)		0.0052 *** (8.49)
企业固定效应	是	是	是	否	是	否	是
时间固定效应	是	是	是	是	是	是	是
行业固定效应	是	是	是	是	是	是	是
Kleibergen-Paap rk LM statistic			28 000 [0.0000]				
Kleibergen-Paap rk Wald F statistic			18 000 {16.38}				
观测值	212 742	212 742	212 742	1 405 878	154 405	1 405 878	154 405
<i>R</i> ²	0.0036	0.0031	0.0026	0.4213	0.0037	0.4215	0.0038

注:第(1)(2)(5)(7)列小括号内为 *t* 统计值;第(3)(4)(6)列小括号内为 *z* 统计值;大括号内为 Kleibergen-Paap rk Wald F statistic 在 10% 显著水平下的临界值;中括号内是指标 *P* 值。

(三) 扩展性分析

1. 基于各细化数字要素的异质性检验

分解测算制造业对各类数字经济活动的投入,分别记为数字基础设施依赖度 *Dig_i*、数字媒体依赖度 *Dig_m*、数字交易依赖度 *Dig_t*,以探究其对企业 *EDVAR* 的不同影响。回归结果见表 5 第(1)—(3)列,*Dig_i*、*Dig_m*、*Dig_t* 的估计系数均显著为正,且对比各细化要素的投入数字化效应可知,数字基础设施依赖对获取企业 *EDVAR* 的影响最大,其次为数字交易和数字媒体依赖。由此可见,数字基础设施作为数据生成、采集、存储、流动的关键通道,在企业生产活动中的推广、下沉与应用,打造数字化价值创造方案,释放要素增强效应、结构性增长效应(Acemoglu and Restrepo, 2019),对推动企业高端化价值创造发挥着重要的支撑作用。同时,数字交易平台降低价值链的进入门槛,帮助企业完善供应链体系,压缩运输与品牌建立费用;数字媒体降低信息搜寻成本,打破信息流通障碍,帮助企业打造优质利基产品,获取价值链升级利益(裘莹、郭周明, 2019)。

2. 基于行业层面的异质性检验

以企业所在行业的要素密集特征作为分组依据,区分劳动密集型、资本密集型与技术密集型企业子样本并展开分组检验,估计结果见表 5 第(4)—(6)列。由表 5 可知,投入数字化对三种类型企业的 *EDVAR* 显示出差异化影响,其中对劳动密集型企业的正向作用最大,其次为技术密集型和资本密集型企业。可能的原因是:劳动密集型企业直接面向消费者,其竞争优势多依赖于产品差异化(刘斌等, 2016; 刘亮等, 2020);技术密集型企业的竞争优势取决于技术含量。物联网、人工智能、大数据、云计算等数字内容的应用,一方面便于挖掘、响应消费者个性化、异质性需求,提高劳动密集型企业的水平差异增值空间;另一方面便于破

解企业创新瓶颈,提升技术密集型企业的核心研发能力与垂直技术增值空间,更好地迈向全球价值链高端。而资本密集型行业拥有更高的价值链分割程度(宋建、王静,2020),行业内企业主要依靠资本投入实现价值增值,故投入数字化对其 *EDVAR* 的提升作用较小。

表 5 基于细化数字要素投入与行业层面异质性估计结果

变量	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	基础设施 依赖度	数字媒体 依赖度	数字交易 依赖度	资本密集 型企业	劳动密集 型企业	技术密集 型企业
<i>Dig</i>	0.0221 *** (7.11)	0.0031 *** (2.50)	0.0081 *** (4.01)	0.0147* (1.28)	0.0290 *** (5.15)	0.0233 ** (1.95)
<i>X</i>	是	是	是	是	是	是
常数项	0.7207 *** (33.94)	0.6750 *** (30.01)	0.6798 *** (19.80)	0.6484 *** (13.75)	0.7814 *** (20.87)	0.6127 *** (14.47)
企业固定效应	是	是	是	是	是	是
时间固定效应	是	是	是	是	是	是
行业固定效应	是	是	是	是	是	是
观测值	212 742	212 742	212 742	48 041	81 808	71 449
R^2	0.0033	0.0028	0.0029	0.0023	0.0025	0.0080

3. 基于地区层面的异质性检验

Gangopadhyay 和 Mondal(2012)指出,知识产权保护抬高了侵权成本,成为企业研发的制度保障。而地区技术吸收与转化能力影响当地企业的数据资源运用与知识挖掘能力,决定创新赋能效应的大小(Guimón et al.,2018)。本文关注地区知识产权保护、技术吸收与转化能力对 *Dig* 的全球价值链攀升效应的调节作用。首先,借鉴沈国兵和黄钰珺(2019)的方法,测算省级知识产权保护程度 $IPP = SIP \times PIP$ 。其中,*SIP* 表示国家知识产权保护强度,其为法制化程度、知识产权司法保护的均值,法制化程度为全国律师人数除以总人口再除以万分之五,数据来自《中国律师年鉴》;知识产权司法保护采用知识产权案件的审结率表示,数据来自《中国知识产权年鉴》。*PIP* 表示省级知识产权执法程度,采用 1 减去各省份专利纠纷在累计专利授权数的比重衡量,数据来自《国家知识产权局年报》。其次,借鉴王小鲁等(2017)方法,采用 R&D 经费投入强度(*TAC*)衡量各地区技术吸收能力;采用技术成果市场化(*MTA*)衡量各地区技术转化能力。其中,*TAC* 为研究与试验发展经费与国内生产总值的比值,*MTA* 为技术市场成交额与本地研究与实验发展人员全时当量的比值,数据来自均《中国科技统计年鉴》。分别生成 *IPP*、*TAC*、*MTA* 与 *Dig* 的交互项并进入模型,估计结果见表 6 第(1)—(3)列。研究表明,知识产权保护、技术吸收与转化能力越强的地区,投入数字化对企业 *EDVAR* 的正向效应越强,该结论为《“上云用数赋智”》中要求各地政府积极推动“创新赋能”“服务赋能”等目标任务,强化新技术应用能力与数字化效应提供了经验依据。

4. 基于企业劳动要素技能的异质性检验

按照互补机制的理论要求,技术优化与人力资本的互相匹配方可表现出互补效应,而劳动力技能是与数字要素相互赋能的关键性互补要素,协同作用于企业绩效。本文采用劳动力价格作为劳动要素技能的代理变量(*LB*),加入其与 *Dig* 的交互项展开估计,回归结果见表 6 第(4)列,交互项估计系数显著为正,由此可知,*Dig* 更加显著地提升了较高劳动要素技能

企业 *EDVAR*。究其原因,一方面数字化转型可代替部分程序化工作,而高技能劳动力更易发挥比较优势更好地完成非程序化工作(何小钢等,2019)。另一方面具有更优数据分析能力、问题解决能力的高技术劳动力更易适应数字化带来的生产流程、组织模式变革,强化协同创新效应以提升企业 *EDVAR*。因此,人力资本建设是企业借由投入数字化迈向全球价值链高端位置的重要条件。

表 6 基于地区层面、企业层面、贸易方式的异质性估计结果

变量	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
	知识产权保护	R&D 经费投入强度	技术成果市场化	劳动要素技能	贸易方式
<i>Dig</i>	0.0208*** (6.17)	0.0206*** (6.04)	0.0214*** (6.36)	0.0207*** (6.07)	0.0544*** (15.19)
<i>IPP</i> × <i>Dig</i>	0.0224*** (4.45)				
<i>TAC</i> × <i>Dig</i>		0.0882*** (3.77)			
<i>MTA</i> × <i>Dig</i>			0.0014*** (4.19)		
<i>LB</i> × <i>Dig</i>				0.0283*** (3.95)	
<i>GT</i> × <i>Dig</i>					0.0104*** (29.08)
<i>X</i>	是	是	是	是	是
常数项	0.7208*** (33.44)	0.7218*** (33.46)	0.7272*** (33.82)	0.7134*** (32.54)	0.8980*** (40.16)
企业固定效应	是	是	是	是	是
时间固定效应	是	是	是	是	是
行业固定效应	是	是	是	是	是
观测值	212 742	212 742	212 737	212 742	212 742
R^2	0.0036	0.0035	0.0035	0.0035	0.0174

5. 基于贸易方式的异质性检验

区分一般贸易与加工贸易方式企业样本,生成一般贸易虚拟变量(*GT*),即 $GT=1$ 表示纯一般贸易企业,否则 $GT=0$ 。估计过程加入 *GT* 与 *Dig* 交互项,结果见表 6 第(5)列。由此可知,投入数字化有助于提升企业全球价值链地位,但对一般贸易企业的正向影响显著大于加工贸易企业与混合贸易企业。可能的原因是:相较于加工贸易企业和混合贸易企业,一般贸易企业承担从设计研发、生产到销售等所有价值增值环节,更多地依赖数字经济中间投入,故 *EDVAR* 受投入数字化的正向影响更大。

五、投入数字化影响企业全球价值链高端攀升的机制检验

为验证假设 2,本文采用生产率、出口产品质量、创新为中介变量构建中介效应模型,以验证投入数字化影响企业全球价值链高端攀升的可能作用渠道。其中,生产率(*TFP*)采用 LP 法计算的全要素生产率表示。出口产品质量(QUA_u)按照刘斌等(2016)的“事后反推法”测算,具体过程包括:首先,测算企业-目的国-HS6 位码产品层面的出口产品质量(QUA_{icht})。

设定企业 i 向 c 国出口产品 h 满足模型 $\ln Q_{icht} = \phi_{ct} - \delta \ln P_{icht} + \varepsilon_{icht}$, 其中, Q_{icht} 、 P_{icht} 分别表示出口产品数量和价格, ϕ_{ct} 表示国家-时间二维固定效应。对该式作产品层面回归, 残差项则包含了产品质量信息, 由此得到 $QUA_{icht} = \hat{\varepsilon}_{icht} / (\delta - 1)$ 。第二步, 对出口产品质量 QUA_{icht} 作标准化处理, 公式为 $QUA'_{icht} = (QUA_{icht} - QUA_h^{min}) / (QUA_h^{max} - QUA_h^{min})$, 其中, QUA_h^{max} 、 QUA_h^{min} 分别为各个 HS6 位码产品质量的最大值和最小值。第三步, 将 QUA'_{icht} 加总至企业层面的出口产品质量 QUA_{it} , 公式为 $QUA_{it} = \sum_{ch \in \pi_{it}} \left[(value_{icht} / \sum_{ch \in \pi_{it}} value_{icht}) \times QUA'_{icht} \right]$, 其中, π_{it} 为企业 i 在 t 年出口产品集合, $value$ 表示出口额。创新 (INO) 采用新产品产值与工业总产值的比值表示。中介效应模型由式 (15) (19) (20) 组成:

$$EDVAR_{ijt} = \alpha_0 + \alpha_1 Dig_{jt} + \alpha_2 X + \varphi_i + \varphi_t + \varphi_j + \varepsilon_{ijt} \quad (15)$$

$$M_{ijt} = \beta_0 + \beta_1 Dig_{jt} + \beta_2 X + \varphi_i + \varphi_t + \varphi_j + \varepsilon_{ijt} \quad (19)$$

$$EDVAR_{ijt} = \gamma_0 + \gamma_1 Dig_{jt} + \gamma_2 M_{ijt} + \gamma_3 X + \varphi_i + \varphi_t + \varphi_j + \varepsilon_{ijt} \quad (20)$$

(15) (19) (20) 式中: M_{ijt} 表示中介变量, 分别为生产率 (TFP)、出口产品质量 (QUA)、创新 (INO)。式 (15) 的估计结果见表 7 第 (1) 列, 式 (19) 的估计结果见表 7 第 (2) (4) (6) 列, 式 (20) 的估计结果见表 7 第 (3) (5) (7) 列。

表 7 作用机制检验结果

变量	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
	$EDVAR$	TFP	$EDVAR$	QUA	$EDVAR$	INO	$EDVAR$
Dig	0.0239 *** (7.22)	0.1170 *** (7.34)	0.0087 *** (5.05)	0.1482 *** (40.48)	0.0108 *** (6.31)	0.0142 *** (3.29)	0.0111 *** (3.35)
TFP			0.0017 *** (2.31)				
QUA					0.0347 *** (12.73)		
INO							0.0027 *** (3.48)
X	是	是	是	是	是	是	是
常数项	0.7267 *** (33.75)	-1.9367 *** (-21.65)	0.6789 *** (81.84)	1.3510 *** (66.93)	0.7101 *** (83.07)	-0.0623 *** (-2.45)	0.6307 *** (38.89)
企业固定效应	是	是	是	是	是	是	是
时间固定效应	是	是	是	是	是	是	是
行业固定效应	是	是	是	是	是	是	是
观测值	212 742	204 508	204 508	210 593	210 593	106 657	106 657
R^2	0.0033	0.0327	0.0034	0.1641	0.0040	0.0147	0.0034

表 7 第 (1) 列为基准模型估计结果, 第 (2) 列 Dig 的估计系数显著为正, 表明投入数字化有效降低交易成本, 优化运营效率, 带动企业生产效率提升, 实证结果与黄群慧等 (2019) 的研究结论相吻合。第 (3) 列同时加入投入数字化和生产率变量, 结果显示 TFP 显著提升了企业 $EDVAR$, 该结论与吕越等 (2020) 观点相一致。同时 Dig 估计系数显著为正, 且相比第 (1) 列的系数估计值明显下降, 表明投入数字化可通过提高生产率而提升企业全球价值链地位。第 (4) 列 Dig 估计系数显著为正, 表明投入数字化有助于提升出口产品质量。第 (5) 列

同时加入核心解释变量和出口产品质量的中介变量后,可知出口产品质量的提高显著增加企业 EDVAR,同时与第(1)列对比,Dig 估计系数显著下降,表明投入数字化可通过提高出口产品质量以获取更高企业 EDVAR。第(6)列 Dig 估计系数显著为正,表明投入数字化加快推动生产要素的优化重组,实现生产系统的“熊彼特式创新”,该结论被张三峰和魏下海(2019)所证实。第(7)列同时加入投入数字化及企业创新变量后显示,创新显著提升了企业 EDVAR,同时与第(1)列对比,Dig 估计系数显著下降,表明创新能力的提高是投入数字化助推企业向全球价值链高端迈进的作用渠道。

六、结论与启示

本文探讨了投入数字化对制造业企业全球价值链高端攀升的影响及作用机制,结论如下:(1)投入数字化对企业 EDVAR 具有显著的促进作用,该结论在采用替换变量检验、克服内生性问题与样本选择偏差问题后仍然稳健。(2)对比各细化要素的数字化效应发现,数字基础设施投入对企业获取 EDVAR 的正向促进作用最大,其次为数字交易、数字媒体投入。(3)引入行业、地区、企业层面的异质性研究表明:第一,投入数字化对劳动密集型、技术密集型企业 EDVAR 的提升作用明显大于资本密集型企业。第二,知识产权保护、技术吸收与转化能力越强的地区,投入数字化对企业 EDVAR 提升作用更强。第三,企业高技能劳动要素与数字化要素形成协同互补效应,强化了投入数字化的 EDVAR 提升效应。第四,投入数字化对一般贸易企业 EDVAR 的正向影响显著大于加工贸易企业与混合贸易企业。(4)提高企业生产率、出口产品质量与创新能力是投入数字化推动企业全球价值链高端攀升的可能渠道。

上述结论为数字经济与制造业部门的深入融合,实现制造业向全球价值链高端跃进提供了证据。相应的政策启示如下:

(1)加快推进投入数字化进程,挖掘制造业价值增长点。将人工智能、互联网、云计算、物联网平台等数字端技术渗入制造端,培育柔性化、精益化生产体系,完善运营系统;借助平台型商业模式,运用大数据分析技术,精准定位消费者需求,精耕利基产品;重塑高效供应链体系,减少资源错配;加快企业生产流程的自动化、智能化,冲破全球价值链的“低端锁定”陷阱,参与更高附加值的国际分工环节。

(2)完善数字化转型的关键性保障与要素支撑。第一,“新基建”战略下加强涵盖数据采集、存储、计算、数据分析与挖掘相关的配套设施建设,借力“一带一路”的战略契机,加强沿线国家大数据、云计算、5G 等基建项目互联互通,破除数字化转型的基础设施瓶颈。第二,制定数字媒体运营规范,保护市场有序竞争;构建数字经济法律监管体系,避免信息鸿沟导致市场扭曲。第三,规范数据联通标准,打破数据流动壁垒;推动合理边界内的上下游生产、订单、需求信息共建共享,实现企业间、部门间及产业链条共赢,最大限度发挥数据要素的价值创造功能。

(3)扫清技术、人才、制度、资金、成果转化障碍,充分释放数字化的创新赋能功能。第一,探索政府-科研机构-企业的一体化技术攻关体系,打通产学研协同创新产业链;定期发布技术需求与应用场景清单,引导研发重点转向共性核心技术突破,清除“卡脖子”的关键技术障碍。第二,增强企业数字化创新属性,增强高技能人才的引进力度,采用在岗学习、轮岗培训等方式提升现有员工素质,为更好借力数字化打好人力资本基础。第三,完善知识产权

保护体系,激励主体创新动力;拓宽数字技术融资渠道,提供重难点项目支持基金。第四,建设以企业为主体的中试熟化基地,培育数字成果转化转移示范区,提升公共技术服务能力,促成数字成果应用与转化,强化创新对企业价值链高端定位的数字化支撑。

参考文献:

- 1.陈剑、黄朔、刘运辉,2020:《从赋能到使能——数字化环境下的企业运营管理》,《管理世界》第2期。
- 2.韩先锋、惠宁、宋文飞,2014:《信息化能提高中国工业部门技术创新效率吗》,《中国工业经济》第12期。
- 3.何文彬,2020:《全球价值链视域下数字经济对我国制造业升级重构效应分析》,《亚太经济》第3期。
- 4.何小钢、梁权熙、王善骞,2019:《信息技术、劳动力结构与企业生产率——破解“信息技术生产率悖论”之谜》,《管理世界》第9期。
- 5.黄群慧、余泳泽、张松林,2019:《互联网发展与制造业生产率提升:内在机制与中国经验》,《中国工业经济》第8期。
- 6.荆文君、孙宝文,2019:《数字经济促进经济高质量发展:一个理论分析框架》,《经济学家》第2期。
- 7.李唐、李青、陈楚霞,2020:《数据管理能力对企业生产率的影响效应》,《中国工业经济》第6期。
- 8.刘斌、魏倩、吕越、祝坤福,2016:《制造业服务化与价值链升级》,《经济研究》第3期。
- 9.刘飞,2020:《数字化转型如何提升制造业生产率》,《财经科学》第10期。
- 10.刘亮、刘军、李廉水、程中华,2020:《智能化发展能促进中国全球价值链攀升吗?》,《科学学研究》第9期。
- 11.卢福财、金环,2020:《互联网是否促进了制造业产品升级——基于技术复杂度的分析》,《财贸经济》第5期。
- 12.吕越、谷玮、包群,2020:《人工智能与中国企业参与全球价值链分工》,《中国工业经济》第5期。
- 13.毛其淋、许家云,2019:《贸易自由化与中国企业出口的国内附加值》,《世界经济》第1期。
- 14.裴长洪、倪江飞、李越,2018:《数字经济的政治经济学分析》,《财贸经济》第9期。
- 15.裘莹、郭周明,2019:《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》,《国际贸易》第11期。
- 16.沈国兵、黄钰珺,2019:《行业生产网络中知识产权保护与中国企业出口技术含量》,《世界经济》第9期。
- 17.沈国兵、袁征宇,2020:《互联网化对中国企业出口国内增加值提升的影响》,《财贸经济》第7期。
- 18.施炳展、李建桐,2020:《互联网是否促进了分工:来自中国制造业企业的证据》,《管理世界》第4期。
- 19.宋建、王静,2020:《生产补贴提升全球价值链分工了么——基于生产分割视角的考察》,《国际贸易问题》第6期。
- 20.王小鲁、樊纲、余静文,2017:《中国分省份市场化指数报告(2016)》,社会科学文献出版社。
- 21.吴伟华,2019:《我国参与制定全球数字贸易规则的形势与对策》,《国际贸易》第6期。
- 22.许和连、成丽红、孙天阳,2017:《制造业投入服务化对企业出口国内增加值的提升效应——基于中国制造业微观企业的经验研究》,《中国工业经济》第10期。
- 23.杨玲,2015:《生产性服务进口贸易促进制造业服务化效应研究》,《数量经济技术经济研究》第5期。
- 24.闫志俊、于津平,2019:《出口企业的空间集聚如何影响出口国内附加值》,《世界经济》第5期。
- 25.余骁、郭志芳,2020:《服务业开放如何提升企业全球生产链地位》,《国际贸易问题》第4期。
- 26.张三峰、魏下海,2019:《信息与通信技术是否降低了企业能源消耗》,《中国工业经济》第2期。
- 27.郑江淮、郑玉,2020:《新兴经济大国中间产品创新驱动全球价值链攀升》,《中国工业经济》第5期。
- 28.中国信息通信研究院,2017:《中国数字经济发展白皮书(2017年)》,中共中央网络安全和信息化委员会办公室 http://www.cac.gov.cn/2017-07/13/c_1121534346.htm。
- 29.Acemoglu, D., and P. Restrepo. 2019. “Automation and New Tasks: How Technology Displaces and Reinstates Labor.” *Journal of Economic Perspectives* 33(2):3–30.
- 30.Ahn, J. A., K. Khandelwal, and S. J. Wei. 2011. “The Role of Intermediaries in Facilitating Trade.” *Journal of International Economics* 84(1):73–85.
- 31.Gangopadhyay, K., and D. Mondal. 2012. “Does Stronger Protection of Intellectual Property Stimulate

- Innovation?" *Economics Letters* 116(1):80–82.
32. Goldfarb, A., and C. Tucker. 2012. "Digital Economics." *Journal of Economic Literature* 57(1):3–43.
33. Guimón, J., C. Chaminade, C. Maggi, and J. C. Salazar-elena. 2018. "Policies to Attract R&D-related FDI in Small Emerging Countries: Aligning Incentives with Local Linkages and Absorptive Capacities in Chile." *Journal of International Management* 24(2):165–178.
34. Hellmanzik, C., and M. Schmitz. 2015. "Virtual Proximity and Audiovisual Service Trade." *European Economic Review* 77(7):82–101.
35. Kee, H. L., and H. Tang. 2016. "Domestic Value Added in Exports: Theory and Firm Evidence from China." *The American Economic Review* 106(6):1402–1436.
36. Koopman, R., Z. Wang, and S. J. Wei. 2012. "Estimating Domestic Content in Exports when Processing Trade Is Pervasive." *Journal of Development Economics* 99(1):178–189.
37. Meijers, H. 2014. "Does the Internet Generate Economic Growth, International Trade, or Both?" *International Economics and Economic Policy* 11(1):137–163.
38. Negroponte, N. 1996. *Being Digital*. New York: Random House.
39. OECD. 2017. *Measuring Digital Trade: Towards a Conceptual Framework*. Paris: OECD Publishing.
40. UNCTAD. 2019. *Digital Economy Report 2019 Value Creation and Capture: Implication for Developing Countries*. New York: United Nations Publishing.
41. Upward, R., Z. Wang, and J. H. Zheng. 2013. "Weighing China's Export Basket: The Domestic Content and Technology Intensity of Chinese Exports." *Journal of Comparative Economics* 41(2):527–543.
42. Yu, M. 2015. "Processing Trade, Tariff Reductions and Firm Productivity: Evidence from Chinese Firms." *Economic Journal* 125(585):943–988.

Input Digitization and Climbing Global Value Chain: Micro Evidence from Chinese Manufacturing Enterprises

Zhang Qing^{1,2} and Yu Jinping¹

(1: School of Economics, Nanjing University; 2: School of Economics and Management, Chuzhou University)

Abstract: The deep integration of digital technology and manufacturing industry has become a new engine for enterprises to obtain new value and climb global value chain. This paper uses WIOD Database, China Industrial Enterprise Database and China Customs Database to select the digital economic factors, optimize the digital input indicators, and verify the impact and mechanism of input digitization on enterprises' domestic added value in export. The results show that: Input digitization significantly improves the positions of enterprises on global value chain, playing its role through productivity, quality of export products and innovation ability of enterprises. When digging out detailed digital elements, this paper finds that digital infrastructure plays the most significant role, followed by digital transaction and digital media. Further analysis shows that high-productivity labor, local protection of intellectual property and ability to internalize techniques play positive regulatory roles. The results provide micro evidence and decision basis for promoting input digitalization and helping manufacturing industry climb up the global value chain.

Keywords: Input Digitization, Global Value Chain, Domestic Added Value in Export

JEL Classification: D21, F12, L86

(责任编辑:陈永清)