

# 数字化转型、人力资本结构调整 与制造业企业价值链升级\*

郭金花<sup>1</sup> 朱承亮<sup>2</sup>



(1. 山西财经大学工商管理学院, 山西 太原 030006;  
2. 中国社会科学院数量经济与技术经济研究所, 北京 100732)

**内容提要:** 加快推动制造业企业数字化转型和智能化升级, 是促进制造业企业向价值链高附加值环节攀升的重要路径。本文以2010—2020年制造业上市公司为研究样本, 探究数字化转型对制造业企业价值链升级的影响, 以及人力资本结构调整在其中的作用机制。研究发现: 数字化转型有利于促进制造业企业价值链上游研发创新和下游服务运营, 推动了制造业企业向“微笑曲线”两端高附加值环节攀升。机制检验表明, 企业高技能人力资本相对需求结构与绝对需求结构优化是数字化转型促进制造业企业价值链升级的重要机制; 细分岗位结构显示, 数字化转型促使企业增加了技术研发和市场销售类员工需求, 减少了生产操作和行政管理类员工需求; 细分学历结构显示, 数字化转型提高了硕博学历和本专科学历员工需求, 而降低了高中及以下学历员工需求。进一步地, 数字化转型对国有企业价值链升级的促进效果明显优于非国有企业, 中小型企业凭借“船小好调头”的优势在数字化转型中的价值链升级效应更明显, 企业技术水平越高、行业竞争力越强则越有动力向高附加值环节攀升; 且数字化转型对制造业企业价值链升级的推动作用能切实改善企业经营绩效。研究结论对数字化情境下加快推动制造业企业数字化转型、破解制造业企业价值链低端锁定困境具有重要理论与政策启示。

**关键词:** 制造企业 数字化转型 价值链升级 人力资本结构调整 微笑曲线

**中图分类号:** F273.1 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002—5766(2024)01—0047—21

## 一、引言

制造业是实体产业中最为基础的部分, 是经济强盛的基石(黄贇琳等, 2022)<sup>[1]</sup>。数字技术革命中, 世界产业分工格局深度调整, 各国围绕抢夺制造业制高点的竞争愈演愈烈。作为世界第一制造业大国, 制造业对中国经济增长的贡献率持续上升。然而, 随着劳动力“无限供给”比较优势消失, 中国制造业长期位于“微笑曲线”的中低端, 自主创新能力弱、资源利用率低、服务水平欠佳导致低端产能过剩和高端产品供给不足等问题日益暴露(刘磊等, 2018)<sup>[2]</sup>。优化制造业企业在价值链分工体系的地位是中国从“制造大国”迈向“制造强国”的重要目标。当前, 以大数据、云计算、人

收稿日期: 2022-10-28

\* 基金项目: 国家自然科学基金青年项目“企业数字化转型、人力资本结构优化影响全要素生产率的效应、机制及治理对策”(72102133); 教育部人文社会科学基金青年项目“数字基础设施影响企业全要素生产率提升的双重效应、多维机制与情境差异研究”(21YJC790040); 中国社会科学院经济大数据与政策评估实验室项目(2024SYZH004)。

作者简介: 郭金花, 女, 副教授, 硕士生导师, 研究领域为数字化转型与企业技术创新, 电子邮箱: guojinhua1991@163.com; 朱承亮, 男, 副研究员, 硕士生导师, 研究方向为科技创新与数字经济, 电子邮箱: zeliang100@126.com。通讯作者: 朱承亮。

工智能、物联网等为代表的数字经济发展,正成为重塑全球经济竞争格局的重要推动力量(Nambisan等,2019)<sup>[3]</sup>,在实现经济集约增长和推动制造业转型升级方面优势不断凸显(黄贇琳等,2022)<sup>[1]</sup>。智能制造作为中国建设制造强国的主攻方向,是促进制造业向价值链高附加值环节攀升的重要路径。2020年中央全面深化改革委员会第十四次会议强调“以智能制造为主攻方向,加快工业互联网创新发展,加快制造业生产方式和企业形态根本性变革”。因此,如何充分发挥数字化发展的优势,切实推进制造业领域的数字化转型和智能化升级,对促进制造业从中低端向中高端转变具有重要意义。

作为承载制造业参与价值链分工的微观主体,数字技术革命中,越来越多的企业走上了数字化转型之路,利用大数据、人工智能等技术对组织结构、业务模式进行智能化改造升级(袁淳等,2021)<sup>[4]</sup>。如,数字技术在制造业领域的应用改变了传统服务形态,促进了安装售后维修等嵌入式服务和金融经纪、餐饮旅游等混入式服务,为制造企业服务化提供了重要契机(张远和李焕杰,2022)<sup>[5]</sup>;“机器联物换人”融合模式显著增加了制造企业的研发投入(温湖炜和王圣云,2022)<sup>[6]</sup>,为制造企业价值链上游研发创新提供了动力。因此,在加快推进制造业高质量发展背景下,数字化转型会对制造企业价值链升级产生怎样的影响,能否促进制造企业向“微笑曲线”两端高附加值环节攀升等问题亟待研究。

目前,学术界高度关注数字化发展对制造业升级的赋能效应。相关研究聚焦于数字化转型对制造业企业全要素生产率提升(涂心语和严晓玲,2022)<sup>[7]</sup>、制造企业技术创新“提质增量”(张国胜和杜鹏飞,2022)<sup>[8]</sup>等影响,从侧面为数字化转型赋能制造业企业价值链升级提供了证据。但总体而言,数字化转型与制造业企业价值链升级的直接研究还很少见,鲜有研究充分厘清数字化转型中企业价值链升级的作用机制,仅有的研究或是理论层面指出数字化转型过程中企业价值链优化与重构的演化路径(余可发和杨慧,2023)<sup>[9]</sup>,或是对全球价值链地位(张艳萍等,2022)<sup>[10]</sup>、产业链自主可控力的研究(陈晓东和杨晓霞,2022)<sup>[11]</sup>。与此同时,数字化转型促使企业技术研发环节迭代创新加速、生产及销售等环节技术复杂度增加(余可发和杨慧,2023)<sup>[9]</sup>,导致企业对不同类型人力资本要素需求结构发生了重大调整。而现有研究虽注意到数字化发展对企业分工、劳动力技能需求带来的冲击(袁淳等,2021<sup>[4]</sup>;王泽宇,2020<sup>[12]</sup>),但对如何影响企业内部人力资本绝对需求和相对需求结构变化缺乏进一步深入探讨。据此,本文通过构建企业数字化转型的衡量指标,就数字化转型对制造业企业价值链升级的影响进行探讨,并考察数字化转型如何通过改善人力资本结构影响制造业企业价值链升级的作用机制。

本文研究贡献在于:第一,构建了企业数字化转型的度量指标体系,丰富和拓深了企业数字化转型的内涵理解与量化测度指标体系。现有关于企业数字化转型的测度大多是利用数字化特征关键词词频衡量(吴非等,2021<sup>[13]</sup>;张国胜和杜鹏飞,2022<sup>[8]</sup>),本文认为,企业数字化转型从设想、构建、发展到最终完善是一项复杂的系统工程,并从企业数字化投资、数字技术应用和业务模式数字化三个维度综合衡量制造企业数字化转型程度,为丰富其定量评价指标体系提供了有益补充。第二,将数字化转型对企业转型升级的影响扩展至企业价值链升级层面,丰富了微观企业数字化转型的经济后果研究。已有研究多聚焦于数字化转型对企业生产率提升(涂心语和严晓玲,2022<sup>[7]</sup>;王鹏飞等,2023<sup>[14]</sup>)、技术创新(张国胜和杜鹏飞,2022)<sup>[8]</sup>及专业化分工(袁淳等,2021)<sup>[4]</sup>等影响,本文则将微笑曲线理论引入数字化转型赋能制造企业价值链升级的研究体系,从价值链上游研发创新和下游服务运营两方面揭示数字化转型对制造企业价值链升级的影响,拓展了微笑曲线理论在数字化转型赋能制造业转型升级领域的应用边界。第三,基于企业人力资本绝对需求结构和相对需求结构调整视角,刻画了数字化转型影响制造企业价值链升级的作用机制,并进一步从员工岗位结构和学历结构,深入分析数字化转型对企业人力资本结构调整的影响,丰富了对制造业企业

价值链升级作用机制的认识。研究结论可为厘清制造业企业价值链升级的机制,切实推动制造业企业数字化转型提供来自中国企业层面的微观证据。

## 二、文献综述与研究假设

### 1. 文献综述

学者们从多角度认识到数字化发展对制造业升级的影响,为揭示数字化情境下制造业企业价值链升级问题奠定了丰富研究基础,但相关研究仍有一些疏漏需要补充。

一是现有研究关注了数字化发展对制造业升级、全球价值链地位提升等影响,但深入微观企业视角对制造业企业价值链升级的研究尚未给予充分关注。基于宏观视角,学者们关注了数字经济及人工智能技术对制造业生产率(黄群慧等,2019)<sup>[15]</sup>、制造业升级(黄贇琳等,2022)<sup>[1]</sup>、制造业韧性提升的积极影响(刘鑫鑫和韩先锋,2023)<sup>[16]</sup>;也有学者探究了“互联网+”对地区制造业价值链攀升的促进作用及空间外溢效应(石喜爱等,2018)<sup>[17]</sup>;数字经济对中国制造业全球价值链空间布局的推动作用(张艳萍等,2022)<sup>[10]</sup>。微观层面,大多研究基于数字化关键词词频指标衡量企业数字化转型程度(吴非等,2021)<sup>[13]</sup>;张国胜和杜鹏飞,2022<sup>[8]</sup>),并探究了数字化转型对制造业企业全要素生产率提升(涂心语和严晓玲,2022)<sup>[7]</sup>、制造业企业技术创新“提质增量”(张国胜和杜鹏飞,2022)<sup>[8]</sup>、突破服务化困境(张远和李焕杰,2022)<sup>[5]</sup>等的影响。仅少数研究指出,数字技术应用能降低产业链内各分工环节的交易成本,为全球产业链重构赋能(Nyagadza等,2022)<sup>[18]</sup>,企业数字化投入显著提升了产业链自主可控能力等(陈晓东和杨晓霞,2022)<sup>[11]</sup>。也有研究从理论上梳理数字化转型过程中企业价值链重构经历了“内部价值链优化—产业价值链整合—生态价值链构建”的演化路径(余可发和杨慧,2023)<sup>[9]</sup>。

二是关注了数字化转型、人工智能技术应用对企业分工、劳动力技能需求的冲击,但具体到数字化转型对企业人力资本结构调整的影响,以及这种结构调整会对企业价值链升级产生何种影响,相关微观证据较为缺乏。学者们指出,数字化转型能降低外部交易成本,实现企业专业化分工(袁淳等,2021)<sup>[4]</sup>,人工智能技术应用对企业劳动力需求总量和劳动生产效率提升效应明显(Acemoglu和Restrepo,2017)<sup>[19]</sup>;王泽宇,2020<sup>[12]</sup>)。部分学者则深入到企业内部人力资本结构差异视角指出,数字技术应用将增加对高技能劳动力的偏好和需求(邵文波等,2018)<sup>[20]</sup>;Davenport和Ronanki,2018<sup>[21]</sup>),企业人工智能技术强度提升引发了“机器换人”的担忧,对程序化工作岗位的劳动力冲击明显(王泽宇,2020)<sup>[12]</sup>,但劳动力需求结构调整会对企业价值链升级产生怎样的影响,现有研究缺乏进一步深入探讨。

综上所述,鲜有研究基于微笑曲线理论深入到微观层面验证数字化转型对制造业企业价值链升级的影响;不同类型人力资本结构调整在数字化转型影响企业价值链升级过程中发挥怎样的作用尚不清晰,且相关微观证据较为缺乏。同时,关于数字化转型的量化测度多停留在数字技术应用层面,测度指标有待于进一步丰富完善。

### 2. 研究假设

(1)数字化转型对制造业企业价值链升级的影响。一般而言,“微笑曲线”两端是企业价值链攀升的重要方向。从价值链分工来看,价值链攀升主要指制造业企业的经营活动从生产、加工等低附加值环节向价值链上游研发创新和下游服务运营环节攀升(Fang等,2008)<sup>[22]</sup>;郑琼洁和王高凤,2022<sup>[23]</sup>)。数字技术推动下,企业的运营模式和价值创造范式发生了颠覆性改变,产品或工艺流程智能升级、商业模式创新及数字增值服务等成为企业在复杂动态环境中获得竞争优势的关键(Frank等,2019)<sup>[24]</sup>;Kohtamki等,2020<sup>[25]</sup>)。企业数字化转型将大数据、人工智能等数字技术引入研发创新、生产管理及销售等多个环节(倪克金和刘修岩,2021)<sup>[26]</sup>,有助于实现产品功能升级、管理运营模式创新及培育自主品牌等,充分发挥价值创造功能(Martínez-Caro等,2020)<sup>[27]</sup>。具体表现如下:

一是数字化转型对企业价值链上游研发创新的影响。以组装加工为主、自主创新能力弱是中国制造业长期处于低附加值环节的主要原因(卞亚斌等,2019)<sup>[28]</sup>。数字技术具有高度灵活性、自生长性和融合性,能够通过功能嵌入、资源整合等方式促进产品与服务的迭代创新(Yoo等,2012)<sup>[29]</sup>。数字化转型促使数字技术正以前所未有的广度和深度嵌入到企业机器设备、产品组件及服务创新之中,加速了制造业领域新产品、新工艺或新商业模式更新换代的速度(温湖炜和王圣云,2022)<sup>[6]</sup>。如产品创新及商业模式创新能更好地满足消费者的多样化需求,工艺创新则提高了产品技术复杂度与产品附加值(黄贇琳等,2022)<sup>[1]</sup>,在提升制造企业创新附加值中发挥了积极作用。同时,数字技术由于其方便快捷地连接各创新主体的特质,为企业带来开放创新资源,有效促进了企业内部子公司技术知识的交流和扩散(Bygstad和Aanby,2010)<sup>[30]</sup>,以及企业与外部其他公司的技术合作(薛成等,2020)<sup>[31]</sup>,进而强化了制造业企业与上下游企业间的研发合作创新。

二是数字化转型对企业价值链下游服务运营的影响。关注用户体验是企业及服务运营环节获取竞争优势的关键。以用户为中心、为用户创造价值是制造业企业向“微笑曲线”下游服务运营等高附加值环节攀升的重要方向(卞亚斌等,2019)<sup>[28]</sup>。一直以来,我国制造业发展面临着价值链下游缺乏服务意识和高质量自主品牌等问题,与国外知名企业靠服务、靠品牌获取竞争优势的发展模式相比,还存在较大差距。数字化背景下,企业依托数字技术将实现制造系统与销售系统互联互通,能更好地把握客户个性化产品需求的制造规律,完善物流运输和售后服务等,促进客户需求与内部流程集成匹配(池仁勇等,2022)<sup>[32]</sup>,促使企业向价值链下游服务运营环节延伸。同时,企业通过搭建数字平台有利于构建以消费者为中心,集生产和业务运营于一体的个性化、模块化、柔性化生产销售模式,使产品生产和服务融为一体(张远和李焕杰,2022)<sup>[5]</sup>,增强了制造业企业的服务供给能力。因此,数字化转型带来的制造业服务化转型促进基于服务效率与互动参与的用户体验,更好地为客户提供长期价值,与技术创新共同成为制造业企业摆脱“低端锁定困境”殊途同归的路径选择。因此,本文提出以下研究假设:

H<sub>1</sub>:数字化转型有利于促进制造业企业价值链上游研发创新和价值链下游服务运营。

(2)人力资本结构调整在数字化转型影响制造业企业价值链升级中的作用机制。根据资源基础观和战略转型理论,企业拥有的资源和能力既能帮助企业快速自我调整并使组织战略重新与外部环境相适配,也可能对新技术与组织战略的有效融合构成羁绊(Carpenter,2000)<sup>[33]</sup>。人力资本作为企业最重要的战略资源之一,是企业从事研发创新、生产制造、服务营销等活动及各类竞争战略选择的行为主体。数字化转型带来的组织结构、业务模式智能化升级及变化,最终可直接或间接通过企业人力资本结构调整得以反映。推进制造业企业价值链升级离不开数字化转型,而企业人力资本结构优化关系到企业能否充分发挥数字化转型的赋能效应,从而影响制造业企业价值链升级。循此逻辑,本文认为企业数字化转型带来的各种效应可通过人力资本结构调整对制造业企业价值链升级发挥重要作用。

第一,数字化转型对制造业企业人力资本结构调整的影响。从优化劳动力要素视角来看,数字化转型导致企业的生产复杂度增加,对劳动者知识储备和专业素养表现出明显的技能偏向性(胡晟明等,2021)<sup>[34]</sup>。一方面,制造业企业存在许多高强度、标准化的操作性作业环节,随着数字化转型的推进和智能设备的引入,企业内的简单重复劳动将逐步被机器替代,操作性岗位大大减少,从而实现数字技术对低技能人力资本的替代(Graetz和Michaels,2018)<sup>[35]</sup>。如,Acemoglu等(2020)<sup>[36]</sup>、孔高文等(2020)<sup>[37]</sup>指出,工业机器人可替代劳动者从事焊接、码垛和装配等作业,削减了生产制造环节的劳动需求。另一方面,数字技术在制造业领域应用催生了信息制造业、信息服务业等新业态,带来了复杂劳动与智能决策作业的增加,相当一部分需要经过高技能劳动者综合分析处理后才能为企业创造价值(Banalieva和Dhanaraj,2019)<sup>[38]</sup>,这在一定程度上增强了高技能劳动者的竞争优势。如,王泽宇

(2020)<sup>[12]</sup>指出,由于人工智能新技术的特点,它会替代从事重复性程序化工作内容的低技能劳动力;反之,需要技术性和创新性较强的技术和研发岗位劳动力。尤其是工业机器人在生产环节大规模使用,直接减少了生产性员工的需求;而具有复杂创新知识、创造能力的科研人员和复杂沟通营销能力的服务人员更能胜任复杂的新工作(Binder和Bound,2019)<sup>[39]</sup>。因此,在“替代毁灭”和“创造互补”的双重作用下,数字化转型将逐步改变企业对低技能和高技能人力资本的需求结构。

第二,人力资本结构调整在数字化转型促进制造业企业价值链升级中的作用。数字化转型作为技能偏向性技术进步,客观上要求企业拥有大量具备专业知识和数字化技能的高素质人力资本作为要素支撑。高技能人力资本的边际生产力强,能充分发挥其外部性效应,助推制造业企业向研发创新和服务运营等高附加值环节攀升。数字化转型能够促进企业增加高技能人力资本的雇佣,并赋能生产、研发及营销等环节的“价值创造”功能。具体地,在生产制造环节,数字化转型促使企业自动化设备和工业机器人的广泛应用,使得以流水线生产模式为代表的机械化生产线和供应链被拆解和再造,将大规模替代装配线工人,优化调整现有劳动力要素结构,实现了基于数据整合的产品全生命周期的协同管理(Vial,2019)<sup>[40]</sup>;同时,高技能劳动力能有效匹配数字技术应用带来的生产方式与组织结构变革,强化ICT生产率效应(何小钢等,2019)<sup>[41]</sup>。在研发环节,数字化转型促进企业将技术研发过程中的各项产品参数数字化,构建产品“数字孪生”模型,实现基于虚拟软件平台和数字模拟的研发过程,极大降低了试错成本和研发成本,从而加速产品研发(Westerman等,2014)<sup>[42]</sup>。同时,数字技术作为扩展高技能人力资本创新思维的利器,借助数字智能化打造的开放式创新平台,真正实现集思广益,提高企业研发创新效率。在服务营销环节,具有复杂沟通和营销能力的高技能人员更容易适应电子商务、直播经济等多变的市场环境,通过商业模式创新等不断增强制造企业的客户黏性,扩大“微笑曲线”价值链下游服务运营环节的利润空间,进而推动制造业企业价值链升级。

因此,本文提出以下研究假设:

H<sub>2</sub>:数字化转型有利于优化高技能人力资本与低技能人力资本的需求结构,促进了企业人力资本结构调整。

H<sub>3</sub>:数字化转型带来的人力资本结构调整有利于促进制造业企业价值链升级。

本文的理论框架如图1所示。

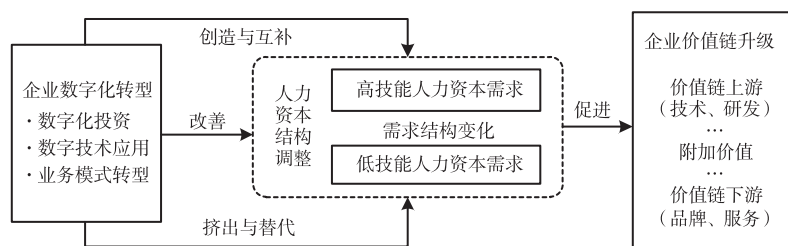


图1 理论框架

### 三、研究设计

#### 1. 实证模型构建

本文通过构建面板固定效应模型检验数字化转型对制造业企业价值链升级的影响,具体如下:

$$value\_rd_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 digital_{it} + \sum_{i=2}^n \alpha_i control_{it} + \mu_i + \gamma_t + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

$$value\_ser_{it} = \beta_0 + \beta_1 digital_{it} + \sum_{i=2}^n \beta_i control_{it} + \mu_i + \gamma_t + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

其中,  $value\_rd$  表示价值链上游研发创新,  $value\_ser$  表示价值链下游服务运营,  $digital$  表示企业数字化转型综合指数,  $\alpha_1$ 、 $\beta_2$  为其估计系数, 分别表示企业数字化转型对价值链上游研发创新和价值链下游服务运营的影响程度,  $i$ 、 $t$  分别表示企业和年份,  $\alpha_0$  和  $\beta_0$  表示常数项,  $control$  表示控制变量, 包括企业规模、年龄等企业层面的特征,  $\mu_i$  为企业个体固定效应,  $\gamma_t$  为年份固定效应,  $\varepsilon_{it}$  为随机扰动项。

## 2. 核心变量说明

(1) 被解释变量: 制造业企业价值链升级。本文基于微笑曲线理论, 从价值链上游研发端和价值链下游服务营销端的表现衡量制造企业价值链升级。其中, ①价值链上游研发创新 ( $value\_rd$ ), 采用企业年度专利申请总数量加 1 的自然对数衡量。②价值链下游服务运营 ( $value\_ser$ ), 参考孙晓华等 (2020)<sup>[43]</sup>, 采用制造业企业服务化相关收入占营业总收入的比值衡量, 具体基于 Wind 数据库中制造业上市公司的营业产品构成数据, 本文手工整理企业营业过程中是否涉及服务业务 (包括安装及售后维修、系统解决方案、技术支持、工程与物流咨询、设备租赁等与企业核心产品密切相关的嵌入式服务, 以及金融经纪、物业管理、房地产开发、餐饮旅游等与企业核心产品无关的混入式服务), 若涉及, 则按产品构成对年度服务业收入加总, 确定该制造企业的年度服务收入; 若未涉及, 则判定该企业未实施服务化。

(2) 解释变量: 企业数字化转型综合指数 ( $digital$ )。构建科学合理的企业数字化转型评价指标是实证研究的关键与困难所在。企业数字化转型从设想、构建、发展到最终成型与完善是一项复杂的系统工程, 不仅需要全面升级各环节的数字基础设施, 还包括数字技术应用以及带来的价值体系优化和重构而产生的商业模式创新。因此, 本文从企业数字化投资、数字技术应用及业务模式数字化三个维度构建企业数字化转型测度指标体系。①数字化投资, 借鉴刘飞 (2020)<sup>[44]</sup>的做法, 将数字化投资划分为硬件投资和软件投资, 硬件投资采用固定资产中办公设备及电子设备、计算机设备、信息技术设备、通信设备等方面的净值合计与总资产净值之比表示; 软件投资采用无形资产中办公软件、APP 及支持系统、信息管理及操作系统、各类信息化平台等软件资产净值合计与总资产净值之比。②数字技术应用, 借助 Python 文本挖掘方法, 从上市公司年报中筛选整理人工智能、区块链、云计算、大数据等 ABCD 技术应用相关的词频, 并采用 ABCD 技术词频数+1 取对数进行衡量。③业务模式数字化, 参考吴非等 (2021)<sup>[13]</sup>的研究, 借助 Python 文本挖掘方法, 从上市公司年报中提取电子商务、移动支付、第三方支付、智能能源、B2B、B2C、C2B、C2C、O2O、智能营销、数字营销、无人零售等词频, 并采用词频总数+1 取的对数衡量。最后, 在此基础上, 使用熵权法确定各维度指标权重测算得到制造企业数字化转型综合指数。同时, 考虑到数字化转型对企业转型升级的影响可能存在明显的滞后性, 为了强化本文研究设计中数字化转型对制造企业价值链升级的因果关系论证, 本文最终选取企业数字化转型综合指数的滞后一期 ( $L.digital$ ), 作为解释变量进行实证分析。

(3) 机制变量: 企业人力资本结构调整。本文从人力资本相对需求结构和绝对需求结构优化两方面衡量企业人力资本结构调整, 前者采用技能劳动力相对非技能劳动力雇佣比例衡量 ( $skill\_unskill$ ), 后者采用技能劳动力占企业员工总人数的比例衡量 ( $skill\_rate$ )。具体地, 参考刘啟仁和赵灿 (2020)<sup>[45]</sup>的研究, 根据劳动者技能水平将技术研发人员视为技能劳动力 ( $skill$ ), 其他人员则视为非技能劳动力 ( $unskill$ )。

进一步, 本文从企业员工岗位结构和学历结构两方面更加细致地考察人力资本结构。①岗位结构方面, 参考王泽宇 (2020)<sup>[12]</sup>、孙伟增和郭冬梅 (2021)<sup>[46]</sup>, 根据员工从事的岗位类型划分为生产操作类、技术研发类、市场销售类、财务审计类和行政管理类, 并采用各岗位类型员工人数占员工总人数之比表征企业人力资本结构, 即生产操作人员占比 ( $staffs$ )、技术研发人员占比 ( $staffr$ )、市场销售人员占比 ( $staffx$ )、财务审计人员占比 ( $staffc$ ) 和行政管理人员占比 ( $staffg$ )。②学历结构方面, 参考杨薇和孔东民 (2019)<sup>[47]</sup>, 学历层次和人的综合素质有较强的关联, 本文根据企业员工学历水

平划分为硕博学历类、本专科学历类和高中及以下学历类,并采用各学历类型员工人数占员工总人数之比衡量企业人力资本结构,即硕博学历员工占比(*high\_skill*),本专科学历员工占比(*medium\_skill*)和高中及以下学历员工占比(*low\_skill*)。

(4)控制变量。主要选取如下控制变量:企业规模(*lnasset*),用总资产的自然对数衡量;资产负债率(*lev*),采用企业负债总额与资产总额比值衡量;存货周转率(*lnchzz*),采用营业成本与存货期末余额比值的自然对数测度;经营现金流(*cashflow*),采用经营活动产生的现金流量净额占总资产的比值测度;独立董事比例(*independ*),采用独立董事人数与董事会总人数的比值测度;资本性支出(*money*),采用资本性支出占总资产的比值测度;企业年龄(*age*),采用企业成立年龄加1的对数测度;管理层持股比例(*manhold*),采用管理层持股数量占股本总数的比值测度;股权集中度(*qten*),采用前十大股东持股比例之和测度;净资产收益率(*roe*),采用税后利润占净资产的比值测度;产权性质(*soe*),当企业性质为国有企业时取值为1,否则取值为0。

### 3. 样本选择与数据来源

本文选取2010—2020年中国沪深A股制造业上市公司作为研究样本,相关指标的原始数据主要来源于国泰安(CSMAR)数据库和万得(Wind)数据库。其中,企业数字化转型程度相关的测度指标主要通过文本分析法收集和整理2010—2020年的上市公司年报资料获得;企业员工岗位和学历构成的数据,主要来源于2010—2020年上市公司年报财务附注数据,并通过手动搜集整理获得员工岗位和学历构成基础数据;企业服务运营数据来源于万得(Wind)数据库中制造业上市公司的营业产品构成和行业构成数据并通过手工整理获得。为避免极端值、异常值对研究结果的影响,本文对各变量的1%与99%进行缩尾处理,并对研究样本时期内有过ST、退市等状态的公司样本进行剔除。各变量描述性统计如表1所示。

结合表1描述性统计结果可知,数字化转型(*digital*)的均值和标准差分别为0.1220和0.1360,最小值和最大值分别为0.0000和0.8040,表明不同企业的数字化转型程度有所差异。价值链上游研发创新(*value\_rd*)的最小值为0.0000,最大值为9.5240,且75%分位数为0.0000,表明研究样本中绝大多数制造企业研发创新水平较低。价值链下游服务运营(*value\_ser*)的最小值和最大值分别为0.0002和1.0000,且75%分位数为0.1050,表明相比于研发创新,研究样本中制造企业的服务运营水平有所提升。

表 1 变量描述性统计

变量	均值	标准差	p25	p50	p75	最小值	最大值
<i>digital</i>	0.1220	0.1360	0.0000	0.0910	0.1920	0.0000	0.8040
<i>value_rd</i>	0.7210	1.5640	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	9.5240
<i>value_ser</i>	0.1100	0.1950	0.0121	0.0363	0.1050	0.0002	1.0000
<i>skill_unskill</i>	0.2630	0.3220	0.1080	0.1700	0.2860	0.0125	4.6071
<i>skill_rate</i>	0.1790	0.1240	0.0978	0.1450	0.2220	0.0131	0.8266
<i>lnasset</i>	21.990	1.2270	21.130	21.850	22.6600	13.0800	27.547
<i>lev</i>	0.4170	0.3900	0.2400	0.3950	0.5530	-0.1950	29.454
<i>lnchzz</i>	1.2120	0.8640	0.6990	1.2250	1.7320	-4.8620	10.856
<i>cashflow</i>	0.0434	0.1480	0.0075	0.0442	0.0855	-11.060	2.2216
<i>independ</i>	0.3740	0.0553	0.3330	0.3330	0.4290	0.1820	0.8000
<i>money</i>	0.0527	0.0487	0.0188	0.0389	0.0712	0.0000	0.6419
<i>age</i>	2.7330	0.4160	2.5650	2.7730	2.9960	0.0000	4.1271
<i>manhold</i>	0.1410	0.2020	0.0000	0.0076	0.2610	0.0000	0.8972
<i>qten</i>	57.940	14.530	47.260	58.4500	69.310	22.470	92.330
<i>roe</i>	0.0600	0.1110	0.0269	0.0645	0.1090	-0.9078	0.3607
<i>soe</i>	0.3230	0.4680	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	1.0000

## 四、实证结果分析

### 1. 数字化转型对制造业企业价值链升级的影响:基准回归分析

根据微笑曲线理论,本文从制造企业价值链上游研发创新和下游服务运营两个方面检验数字化转型对制造企业价值链升级的影响,表2列示了基准回归结果。如表2所示,列(1)仅控制了企业个体和时间固定效应,结果显示,数字化转型(*l.digital*)对价值链上游研发创新(*value\_rd*)的回归系数为1.0893,在1%水平上显著为正;列(2)进一步控制了企业规模(*lnasset*)、企业总资产增长率(*assetzl*)等企业层面的特征,结果显示,数字化转型(*l.digital*)对价值链上游研发创新(*value\_rd*)的回归系数依然在1%水平上显著为正,这表明数字化转型显著促进了制造业企业向“微笑曲线”上游的研发创新环节攀升。同理,结合表2中列(3)和列(4)可知,无论是否加入控制变量,数字化转型(*l.digital*)对制造企业服务运营(*value\_ser*)的回归系数均在1%水平上显著为正,表明数字化转型显著促进了制造业企业向“微笑曲线”下游的服务运营环节攀升。

与已有研究相比,本文研究发现,数字化转型促进了制造业企业上游研发创新,该结果与张国胜和杜鹏飞(2022)<sup>[8]</sup>等观点类似,同时,本文进一步验证了数字化转型有利于促进制造业企业向价值链下游服务运营环节攀升,假设H<sub>1</sub>得到验证。综上表明,数字化转型对制造业企业向“微笑曲线”研发创新端和服务运营端等高附加值环节攀升的促进作用明显,推动制造业企业逐渐从微笑曲线的“价值洼地”向两端的“价值高地”跃升。究其原因,数字化转型增强了企业内与企业间的创新主体信息和资源的共享性,使得企业创新活动中的研发成本降低、研发周期缩短、研发效率提高,从而对推进企业价值链上游研发创新发挥了重要作用。同时,数字经济衍生出的电子商务、智能服务、数字消费等一系列新业态,促使企业向以用户为中心的范式转变,如商业模式数字化为消费者参与企业生产制造打通了渠道,使产品和服务更精准与高效地从企业流向消费者,促进企业价值增值部分不断向服务运营环节移动。

表2 基准回归结果

变量	<i>value_rd</i>		<i>value_ser</i>	
	(1)	(2)	(3)	(4)
<i>l.digital</i>	1.0893*** (5.050)	1.0420*** (4.804)	0.1190*** (3.811)	0.1175*** (3.813)
<i>lnasset</i>		0.1599*** (5.399)		0.0016 (0.451)
<i>lev</i>		-0.1150 (-0.868)		0.0383* (1.726)
<i>lnchzz</i>		-0.0107 (-0.472)		-0.0054 (-1.257)
<i>cashflow</i>		0.2030 (0.863)		-0.1914*** (-4.719)
<i>independ</i>		0.0887 (0.210)		0.0083 (0.159)
<i>money</i>		0.9221** (2.078)		-0.1977*** (-3.609)
<i>age</i>		-0.3334*** (-4.071)		0.0062 (0.644)
<i>manhold</i>		-0.0855 (-0.660)		-0.0192 (-1.078)



续表 2

变量	value_rd		value_ser	
	(1)	(2)	(3)	(4)
qten		-0.0029* (-1.783)		-0.0001 (-0.394)
roe		0.5384*** (3.769)		0.0092 (0.399)
soe		0.2435*** (3.799)		0.0102 (1.128)
常数项	0.5263*** (12.196)	-2.0950*** (-3.175)	0.1094*** (15.507)	0.0673 (0.872)
年份固定效应	是	是	是	是
企业固定效应	是	是	是	是
样本量	16543	15487	15086	14203
R <sup>2</sup>	0.0119	0.0381	0.0064	0.0214
F	10.7500	8.8330	3.5170	4.6620

注:\*\*\*、\*\*、\*分别表示 1%、5% 和 10% 的显著性水平;括号内为 t 值,下同

## 2. 数字化转型影响制造业企业价值链升级的作用机制检验

数字化转型之所以能促进制造业企业价值链升级,其中重要的一环就是对现有生产要素结构调整。从劳动力角度看,数字化转型必然会导致企业对从事简单重复作业的劳动力和专业性强的技能劳动力的需求结构进行大幅调整,进而影响制造业企业价值链优化升级。结合研究假设 H<sub>2</sub> 和假设 H<sub>3</sub>,为检验数字化转型带来的人力资本结构调整对制造业企业价值链升级的作用机制,本文借助中介效应模型进行检验,回归结果见表 3。

首先,基于人力资本相对需求结构优化视角,本文采用技术人员与非技术人员的相对比例 (*skill\_unskill*) 衡量企业人力资本结构优化进行验证,表 3 中列(1)显示,数字化转型对技能劳动力与非技能劳动力相对比例 (*skill\_unskill*) 估计系数为 0.6297,在 1% 水平上显著为正,表明数字化转型显著提高了企业高技能人力资本相对需求结构;表 3 中列(2)进一步显示,数字化转型 (*l.digital*) 与人力资本相对需求结构 (*skill\_unskill*) 对价值链上游研发创新 (*value\_rd*) 的回归系数均在 1% 水平上显著为正,表明人力资本相对需求结构优化在数字化转型促进价值链上游研发创新环节中发挥了部分中介效应。同理,列(3)中数字化转型 (*l.digital*) 与人力资本相对需求结构 (*skill\_unskill*) 对价值链下游服务运营 (*value\_ser*) 的回归系数均在 1% 水平上显著为正,表明人力资本相对需求结构优化在数字化转型促进价值链下游服务运营发挥了部分中介效应,即数字化转型带来的人力资本相对需求结构优化升级促进了企业向“微笑曲线”两端高附加值环节攀升。

其次,基于人力资本绝对需求结构优化视角,本文采用技术人员占企业员工总数的绝对比例 (*skill\_rate*) 衡量人力资本结构优化并进行检验。结合表 3 中列(4)可知,数字化转型对人力资本绝对需求结构 (*skill\_rate*) 的估计系数仍显著为正,表明数字化转型促进了企业高技能人力资本绝对需求结构优化。同理,表 3 中列(5)、列(6)回归结果与前文类似,表明数字化转型改变了企业高技能劳动力要素绝对雇佣比例,带来的人力资本绝对需求结构优化效应,促进了制造业企业向“微笑曲线”两端高附加值环节攀升。

综上所述,数字化转型改变了企业高技能人力资本相对需求结构和绝对需求结构调整带来的企业人力资本结构优化,促进了制造业企业价值链升级,假设 H<sub>2</sub> 和假设 H<sub>3</sub> 得到验证。与邵文波等

(2018)<sup>[20]</sup>、胡晟明等(2021)<sup>[34]</sup>研究结论相比,本文验证了这两位学者的观点,即信息化及智能技术应用有利于促进企业人力资本升级。不同之处体现在,本文从高技能人力资本相对需求结构和绝对需求结构优化拓展对该研究问题认识,并进一步揭示了数字化转型带来的人力资本结构优化升级对制造企业价值链升级的促进作用。

表3 作用机制检验

变量	人力资本相对需求结构优化			人力资本绝对需求结构优化		
	<i>skill_unskill</i>	<i>value_rd</i>	<i>value_ser</i>	<i>skill_rate</i>	<i>value_rd</i>	<i>value_ser</i>
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
<i>l.digital</i>	0.6297*** (9.851)	0.8407*** (3.992)	0.0536*** (3.983)	0.2612*** (12.303)	0.7670*** (3.680)	0.0491*** (3.631)
<i>skill_unskill</i>		0.2676*** (3.241)	0.1033*** (19.228)			
<i>skill_rate</i>					0.9438*** (4.442)	0.2653*** (19.147)
<i>lnasset</i>	-0.0026 (-0.441)	0.1581*** (5.255)	0.0029 (1.632)	-0.0003 (-0.123)	0.1577*** (5.254)	0.0027 (1.563)
<i>lev</i>	-0.1792*** (-4.501)	-0.0521 (-0.390)	0.0519*** (4.966)	-0.0732*** (-4.900)	-0.0322 (-0.242)	0.0523*** (4.998)
<i>lnchzz</i>	-0.0288*** (-4.472)	0.0019 (0.080)	-0.0018 (-0.920)	-0.0145*** (-5.361)	0.0076 (0.328)	-0.0009 (-0.456)
<i>cashflow</i>	-0.2329*** (-4.068)	0.2560 (1.055)	-0.1724*** (-6.651)	-0.0979*** (-4.331)	0.2840 (1.174)	-0.1695*** (-6.531)
<i>independ</i>	0.1500 (1.508)	0.1450 (0.343)	-0.0136 (-0.464)	0.0536 (1.402)	0.1300 (0.308)	-0.0146 (-0.495)
<i>money</i>	-0.2120** (-2.561)	0.9937** (2.171)	-0.1686*** (-4.663)	-0.0401 (-1.153)	0.9722** (2.140)	-0.1800*** (-4.978)
<i>age</i>	-0.0218 (-1.322)	-0.3343*** (-4.010)	0.0077 (1.545)	-0.0140** (-2.061)	-0.3271*** (-3.920)	0.0091* (1.839)
<i>manhold</i>	0.0994*** (3.194)	-0.0995 (-0.758)	-0.0296*** (-2.996)	0.0532** (4.056)	-0.1210 (-0.928)	-0.0332*** (-3.351)
<i>qten</i>	-0.0012*** (-3.007)	-0.0033** (-1.979)	0.0000 (0.171)	-0.0004*** (-2.689)	-0.0032* (-1.923)	0.0000 (0.165)
<i>roe</i>	0.0755** (2.361)	0.5481*** (3.801)	0.0007 (0.042)	0.0302** (2.341)	0.5373*** (3.722)	-0.0004 (-0.024)
<i>soe</i>	0.0590*** (3.867)	0.2250*** (3.512)	0.0045 (1.104)	0.0242*** (3.978)	0.2183*** (3.414)	0.0041 (1.021)
常数项	0.3981*** (3.226)	-2.1360*** (-3.198)	0.0106 (0.269)	0.2247*** (4.154)	-2.2404*** (-3.349)	-0.0084 (-0.214)
年份固定效应	是	是	是	是	是	是
企业固定效应	是	是	是	是	是	是
样本量	15024	15024	13797	15021	15021	13794
R <sup>2</sup>	0.1010	0.0399	0.0468	0.1250	0.0420	0.0466
F	8.5370	8.1890	29.4200	14.530	8.3240	29.2800

上述回归结果表明,数字化转型导致企业技能劳动力相对占比和技术人员占企业员工总数比例均明显提高。然而,正如刘啟仁和赵灿(2020)<sup>[45]</sup>在研究税收政策激励对企业人力资本升级的影

响中所分析的,导致这种变化可能是由于企业内部人力资本结构调整所导致:一是技能劳动力雇佣数量增加,而非技术劳动力数量减少;二是技术劳动力雇佣数量增加,而非技术劳动力数量保持不变;三是技术劳动力雇佣数量保持不变,而非技术劳动力数量减少等。尽管邵文波等(2018)<sup>[20]</sup>、胡晟明等(2021)<sup>[34]</sup>验证了智能技术应用带来的企业人力资本升级,但未基于岗位结构揭示对生产操作、技术研发及市场销售等不同技能人力资本需求偏向性进行深入分析。为了更深入地揭示数字化转型如何促进企业人力资本结构调整进而影响制造企业价值链升级,本文进一步细分企业员工的岗位结构和学历结构进行实证讨论。

(1)细分岗位结构。表4中列(1)为企业员工总数(*lnstaff*)的估计结果,列(2)~列(6)分别为生产操作类(*staffs*)、技术研发类(*staffj*)、市场销售类(*staffx*)、财务审计类(*staffc*)和行政管理类(*staffg*)员工雇佣占比的估计结果,综合列(1)~列(6)结果可知,数字化转型对企业员工总数的回归系数为0.5353,在1%水平上显著为正;对技术研发类和市场销售类的回归系数均在1%水平上显著为正;对生产操作类和行政管理类的回归系数依次在1%和5%水平上显著为负,表明数字化转型促使企业雇佣更多数量的员工,这种增加主要体现在技术研发、市场销售等从事复杂性工作的高技能员工雇佣,而对生产操作类和行政管理类等从事程序化工作员工的需求量明显减少。该结论在验证了胡晟明等(2021)<sup>[34]</sup>、赵宸宇(2023)<sup>[48]</sup>指出的智能化、数字化转型能增加企业高技能人员需求等观点基础上,进一步揭示了对生产操作、技术研发等不同类型员工的需求差异。主要原因在于,以工业机器人为代表的智能制造在制造领域应用,促使企业向智能化、模块化和系统化方向发展,替代了传统生产操作类工人大量工作的同时,加大了对技术复杂性较高的技术研发岗位劳动力的需要;同时,办公软件、APP及支持系统、信息管理及操作系统等各类信息化平台、数字硬软件设备简化了企业办公、决策制定及项目审批等工作流程,使得企业组织架构趋向扁平化,管理层级减少,导致企业对行政管理类员工需求数量明显减少。

表4 细分劳动力岗位结构检验结果

变量	员工总数	生产操作类	技术研发类	市场销售类	财务审计类	行政管理类
	<i>lnstaff</i>	<i>staffs</i>	<i>staffj</i>	<i>staffx</i>	<i>staffc</i>	<i>staffg</i>
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
<i>l.digital</i>	0.5353*** (6.067)	-0.4180*** (-7.394)	0.2570*** (11.419)	0.0855*** (4.754)	-0.0019 (-0.532)	-0.0257** (-1.986)
常数项	-9.1204*** (-28.535)	0.3165** (2.025)	0.2089*** (2.678)	0.1063* (1.777)	0.0807*** (8.584)	0.2334*** (3.713)
控制变量	控制	控制	控制	控制	控制	控制
年份固定效应	是	是	是	是	是	是
企业固定效应	是	是	是	是	是	是
样本量	15478	14955	15085	14921	14009	15112
R <sup>2</sup>	0.7040	0.0052	0.0066	0.0670	0.0032	0.0020
F	279.90	27.360	13.310	12.610	11.090	7.1460

(2)细分学历结构。企业员工学历水平与技能水平密切相关,结合前文学历结构划分,本文将硕博学历员工和本专科学历员工视为高学历员工,将高中及以下学历员工视为非高学历员工,并进一步采用高学历员工与非高学历员工相对比例(*edu\_unedu*)、高学历员工占企业员工总数比例(*edu\_rate*)衡量企业人力资本结构优化再次进行回归分析。结合表5中列(1)与列(2),高学历与非高学历员工相对比例(*edu\_unedu*)、高学历员工占企业员工总数比例(*edu\_rate*)的回归系数均在1%水平上显著为正。进一步地,本文依据学历水平划分进行回归分析,列(3)与列(4)显示,硕博学历员工与本专科学历员工的回归系数均在1%水平上显著为正,列(5)中高中及以下学历员工的回归

系数在1%水平上显著为负,回归结果与基于岗位结构的类似,表明相比于低技能劳动者,数字化转型主要提高了硕博学历和本专科学历员工的雇佣数量,而降低了高中及以下学历员工的雇佣数量,从而促进了企业人力资本结构优化。

表5 细分劳动学历结构检验结果

变量	高学历占非高之比	高学历占总数之比	博硕学历	本专科学历	高中及以下
	<i>edu_unedu</i>	<i>edu_rate</i>	<i>high_skill</i>	<i>medium_skill</i>	<i>low_skill</i>
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
<i>l.digital</i>	0.2283*** (3.633)	4.3836*** (4.210)	0.0754*** (6.270)	0.1627*** (3.300)	-0.2320*** (-4.255)
常数项	0.0494 (0.355)	6.4820 (1.071)	-0.0066 (-0.197)	-0.1520 (-0.554)	1.2534*** (4.570)
控制变量	控制	控制	控制	控制	控制
年份固定效应	是	是	是	是	是
企业固定效应	是	是	是	是	是
样本量	10911	10873	11002	14987	15438
R <sup>2</sup>	0.0034	0.0024	0.0739	0.0027	0.0036
F	14.010	4.6090	8.1350	16.080	25.020

### 3. 稳健性与内生性检验

(1) 更换数字化转型变量的测度口径。为确保结论稳健,本文进一步参考吴非等(2021)<sup>[13]</sup>,从底层技术运用和技术实践运用两个方面在上市公司年报爬取相关关键词,并采用“关键词词频+1”取自然对数衡量企业数字化程度,重新检验基准回归结果。表6中列(1)与列(2)显示,更换数字化转型变量测度口径后,数字化转型对制造企业价值链上游研发创新和价值链下游服务运营的回归系数均在1%水平上显著为正,即更换数字化转型指标测度口径后,研究结论依然稳健。

(2) 变换样本的地区范围。考虑到北京、天津、上海与重庆四个直辖市同一般省份相比,在经济规模及数字经济发展水平等方面存在较大差异,位于这类城市的制造业企业数字化水平可能明显高于其他地区的企业,本文将其从研究样本中予以剔除,再次进行检验。由表6列(3)和列(4)可知,剔除了归属地为直辖市的企业后,数字化转型对制造企业价值链升级的影响与基准回归结果基本一致,再次验证了结论的稳健性。

(3) 变换样本的时间范围。相比于传统基础设施,宽带网络等数字基础设施具备开放共享性、空间泛在性等优势,国务院于2013年8月发布《“宽带中国”战略及实施方案》,并分别于2014年、2015年和2016年分三批共遴选出120个城市(群)进行试点,旨在推进宽带网络提速,扩大网络覆盖范围,为助力企业数字化转型提供了广阔空间。考虑到“宽带中国”战略实施前后对地区企业数字化转型的影响差异,本文将2014年以前的研究样本予以剔除,再次进行稳健性判别。由表6中列(5)和列(6)可知,剔除了实施“宽带中国”战略之前时间段的企业样本后,数字化转型对制造企业价值链升级的影响依然在1%水平上显著为正,结果具有稳健性。

表6 稳健性检验

变量	替换解释变量测度指标		剔除部分直辖市地区样本		“宽带中国”战略实施后的样本	
	<i>value_rd</i>	<i>value_ser</i>	<i>value_rd</i>	<i>value_ser</i>	<i>value_rd</i>	<i>value_ser</i>
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
<i>l.digital</i>	0.1140*** (2.931)	0.0238*** (4.534)	1.0993*** (4.651)	0.1153*** (3.411)	0.9168*** (4.216)	0.1157*** (3.773)

续表 6

变量	替换解释变量测度指标		剔除部分直辖市地区样本		“宽带中国”战略实施后的样本	
	<i>value_rd</i>	<i>value_ser</i>	<i>value_rd</i>	<i>value_ser</i>	<i>value_rd</i>	<i>value_ser</i>
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
常数项	-1.6878* (-1.672)	0.1250 (1.143)	-1.2351* (-1.813)	0.1210 (1.507)	-1.6557** (-2.137)	0.0646 (0.699)
控制变量	控制	控制	控制	控制	控制	控制
年份固定效应	是	是	是	是	是	是
企业固定效应	是	是	是	是	是	是
样本量	6622	6059	13305	12244	10877	9925
R <sup>2</sup>	0.0483	0.0341	0.0303	0.0206	0.0391	0.0223
F	5.1420	4.1900	7.1660	3.8260	9.7960	5.0680

(4) 更换实证模型。首先,为了将研究设计的因果关系强化,本文通过构建准自然实验进行差分处理后再次进行重新回归验证。借鉴 Lucas 和 Mbiti (2012)<sup>[49]</sup>的做法,本文将企业数字化转型程度大于 75% 分位数的样本作为实验组,低于 75% 分位数的样本作为控制组,设置实验分组虚拟变量(*dig*);同时,根据国务院发布的《“宽带中国”战略及实施方案》,我国于 2014 年正式实施第一批“宽带中国”战略试点,因此,本文以这一事件冲击的时间节点,设置实验分期虚拟变量(*time*),将 2014 年及以后取值为 1,否则取值为 0。在此基础上,构建实验分组与实验分期的交乘项(*dig×time*)表示企业数字化转型的净效应,并采用双重差分模型再次进行检验。由表 7 中列(1)和列(2)知,数字化转型对制造业企业价值链升级的影响与基准回归结果基本一致,结果具有稳健性。

其次,考虑到研发创新变量 75% 的样本为 0,属于典型的截断数据,在回归时采用 Tobit 回归模型更为恰当,因此,本文将数字化转型对价值链上游研发创新的影响采用 Tobit 模型进行重新检验,由表 7 中列(3)可知,采用 Tobit 模型同样验证了数字化转型能显著提升制造业企业价值链上游研发创新水平,结果具有稳健性。

表 7 稳健性检验

变量	构建差分模型		Tobit 模型
	<i>value_rd</i>	<i>value_ser</i>	<i>value_rd</i>
	(1)	(2)	(3)
<i>l.digital</i>			0.2493*** (3.463)
<i>dig×time</i>	0.2490*** (4.481)	0.0313*** (4.256)	
常数项	-2.0257*** (-3.138)	0.0693 (0.908)	0.5889** (2.302)
控制变量	控制	控制	控制
年份固定效应	是	是	是
企业固定效应	是	是	是
样本量	16135	14798	16135

续表 7

变量	构建差分模型		Tobit 模型
	<i>value_rd</i>	<i>value_ser</i>	<i>value_rd</i>
	(1)	(2)	(3)
R <sup>2</sup>	0.0341	0.0206	
F	8.6350	5.1070	
<i>sigma_u</i>			0.4982*** (45.082)
<i>sigma_e</i>			0.7564*** (145.623)

(5)内生性检验。数字化水平的提升会更好地帮助企业融入市场竞争,参与价值链分工推动制造企业转型升级,同时,处于“微笑曲线”两端高附加值环节的企业有更强烈的需求去推动高水平数字化转型。为了尽可能缓解这一反向因果关系对研究结论潜在的内生影响,本文采用工具变量法进行检验。

首先,参照袁淳等(2021)<sup>[4]</sup>采用1999—2009年期间各省份邮电业务总量占地区生产总值的比值衡量本地信息化水平并作为工具变量(IV1);参考孙伟增和郭冬梅(2021)<sup>[46]</sup>使用各城市1984年每百人固定电话数作为工具变量,考虑到各城市1984年固定电话为截面数据,本文引入一个随时间变化的变量来构造面板数据工具变量,即采用各城市1984年每百人固定电话数与上一年全国信息技术服务收入的交互项作为当期企业数字化程度的工具变量(IV2)。结合表8中列(1)~列(4)回归结果知,第一阶段工具变量IV1与IV2均与数字化转型变量在1%水平上显著正相关,第二阶段数字化转型工具变量与价值链上游研发创新和下游服务运营的估计系数均至少在5%水平上显著正相关。且进一步对工具变量的恰当性进行不可识别检验、弱IV检验显示,Kleibergen-Paap rk LM和Kleibergen-Paap Wald rk F统计量的检验结果均显著,表明工具变量选择具有合理性,即表明数字化转型对制造业企业价值链升级的影响与基准模型基本一致。

表 8 内生性检验

变量	IV1		IV2	
	<i>value_rd</i>	<i>value_ser</i>	<i>value_rd</i>	<i>value_ser</i>
	(1)	(2)	(3)	(4)
第一阶段	1.4422*** (25.310)	1.4772*** (24.710)	0.0099*** (22.190)	0.0100*** (21.340)
第二阶段	1.1175** (2.360)	0.3348*** (5.390)	1.499*** (3.010)	0.4242*** (6.140)
控制变量	控制	控制	控制	控制
样本量	15487	14203	14168	13414
Kleibergen-Paap rk LM	67.789 [0.0000]	67.706 [0.0000]	67.891 [0.0000]	57.089 [0.0000]
Kleibergen-Paap rk Wald F	70.436 [16.38]	70.148 [16.38]	68.011 [16.38]	57.560 [16.38]

其次,参考张国胜和杜鹏飞(2022)<sup>[8]</sup>的做法,进一步分别选取同地区、同行业的数字化转型程度平均值作为工具变量(IV3、IV4),并采用两阶段最小二乘法回归进行估计。结合表 9 列(1)~(4)可知,第一阶段同地区、同行业的数字化转型程度平均值工具变量与数字化转型指标高度相关,均在 1% 水平上显著为正;第二阶段数字化转型工具变量与价值链上游研发创新和下游服务运营的估计结果均在 1% 水平上显著为正,且工具变量的不可识别检验和弱识别检验结果均通过了合理性检验,表明数字化转型对制造业企业价值链上游研发创新与下游服务运营的估计结果与基准结果保持一致。

表 9 内生性检验

变量	IV3		IV4	
	<i>value_rd</i>	<i>value_ser</i>	<i>value_rd</i>	<i>value_ser</i>
	(1)	(2)	(3)	(4)
第一阶段	0.8285*** (53.280)	0.8213*** (49.650)	0.5410*** (31.140)	0.5399*** (29.590)
第二阶段	3.3403*** (13.410)	0.1998*** (6.520)	1.9778*** (5.280)	0.3610*** (7.730)
控制变量	控制	控制	控制	控制
样本量	15482	14198	15079	13843
Kleibergen-Paap rk LM	99.535 [0.0000]	89.426 [0.0000]	35.316 [0.0000]	32.541 [0.0000]
Kleibergen-Paap rk Wald F	105.371 [16.38]	94.763 [16.38]	35.643 [16.38]	38.884 [16.38]

## 五、进一步讨论

### 1. 异质性分析

考虑到不同企业在产权性质、资产规模、技术水平及行业竞争程度方面的差异,本文基于以上特征揭示数字化转型对制造业企业向“微笑曲线”高附加值环节攀升的影响差异。

(1) 国有企业与非国有企业对比分析。依据企业产权性质,将国有企业设定为 1,外资和民营等其他性质企业设定为 0,表 10 中列(1)~列(4)为产权性质异质性的检验结果。当因变量为 *value\_rd* 时,在国有企业与非国有企业组中 *l.digital* 的回归系数均在 1% 水平上显著;当因变量为 *value\_ser* 时,在国有企业与非国有企业组中 *l.digital* 的回归系数依次在 1% 和 5% 水平上显著。此时,组间系数差异分别为 15.95 和 9.85,均通过了 1% 水平上的显著性检验。这表明,数字化转型对企业研发创新(服务运营)的正向促进作用在不同产权性质的企业中具有显著差异,且数字化转型对企业研发创新(服务运营)的促进效应在国有企业要显著优于非国有企业,与黄贇琳等(2022)<sup>[1]</sup>、倪克金和刘修岩(2021)<sup>[26]</sup>的结论相一致,在数字化转型探索期,国有企业本身资金和技术实力相对雄厚,同时,由于国有企业所具备的政治关联特征,会带来政府资源倾斜和政策偏袒优势,能够进一步强化数字化转型的赋能效应。

(2) 大型企业与中小型企业对比分析。数字化情境下,不同规模企业实施的数字化转型策略和程度有所不同,导致其对生产研发、营销服务等环节的影响存在差异。本文采用制造业企业总资产的自然对数衡量企业规模,并依据取值的 75% 分位数将样本分为中小型企业组和大型企业组。结合表 10 中列(5)~列(8),当因变量分别为 *value\_rd* 和 *value\_ser* 时,中小型企业组中 *l.digital*

的回归系数均在1%水平上显著为正,而大型企业组均不显著,且组间系数差异均通过了5%的显著性水平检验。这表明,数字化转型对中小型制造业企业价值链上游研发创新和下游服务运营促进作用明显,即促进了中小型企业价值链升级,而对大型企业价值链升级的影响不明显。究其原因,对于大型制造企业而言,受其固有经营模式与生产流程影响,企业实施数字化转型策略的调整周期相对较长;相反,中小规模制造业企业经营更为灵活,面对数字化浪潮中的新机遇可以迅速调整其生产研发、产品营销等经营模式,推进商业模式数字化变革,在企业价值链优化升级方面呈现出“船小好调头”的优势(孙晓华等,2020)<sup>[43]</sup>。

表10 异质性检验:企业产权性质与企业规模

变量	企业产权性质				企业规模			
	<i>value_rd</i>		<i>value_ser</i>		<i>value_rd</i>		<i>value_ser</i>	
	国有	非国有	国有	非国有	中小型	大型	中小型	大型
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
<i>l.digital</i>	1.9290*** (3.927)	0.7697*** (3.605)	0.1986*** (3.182)	0.0851** (2.448)	1.2007*** (5.331)	0.456 (0.961)	0.1339*** (4.066)	0.0681 (1.067)
常数项	-1.4200 (-1.192)	-1.3827* (-1.802)	0.0453 (0.371)	0.1590 (1.574)	-1.8772** (-2.571)	-3.5240 (-1.425)	0.0666 (0.568)	0.0262 (0.108)
控制变量	控制	控制	控制	控制	控制	控制	控制	控制
年份固定效应	是	是	是	是	是	是	是	是
企业固定效应	是	是	是	是	是	是	是	是
样本量	5017	10470	4695	9508	12313	3174	11264	2939
R <sup>2</sup>	0.0590	0.0277	0.0298	0.0264	0.0357	0.0274	0.0243	0.0319
F	0.0551	0.0258	0.0254	4.2440	7.6615	1.6974	4.2747	2.1335
组间系数差异	15.95 (0.000)		9.85 (0.002)		5.31 (0.021)		2.74 (0.098)	

(3)高研发强度企业与低研发强度企业对比分析。较高的研发投入是高新技术企业的重要特征,本文采用企业研发投入金额占总资产占比衡量企业对技术研发的重视程度,并结合取值的75%分位数将样本划分为低研发强度企业组和高研发强度企业组进行回归分析。结合表11中列(1)~列(4)可知,当因变量为*value\_rd*时,在低研发强度企业组和高研发强度企业组中*l.digital*的回归系数分别为0.6632和1.2548,在1%水平上显著;当因变量为*value\_ser*时,在低研发强度企业组和高研发强度企业组中*l.digital*的回归系数依次在5%与1%水平上显著为正,同时,二者的组间系数差异均通过了统计上的显著性检验。这说明数字化转型对企业研发创新(服务运营)的正向促进作用在高研发强度企业的效果要显著优于低研发强度企业。究其原因,相比于低研发强度企业,高研发强度企业多为知识和技术密集型行业,拥有较丰富的数字硬件基础设施储备和较强的创新能力,其更容易抢抓数字革命新机遇,通过技术研发和商业模式创新等途径实现其向价值链高附加值环节攀升。

(4)高行业竞争水平与低行业竞争水平对比分析。制造企业在“微笑曲线”价值链分工中的地位与所处行业竞争程度密切相关。本文采用赫芬达尔指数衡量企业所在行业的竞争水平,即行业内的每家公司的主营业务收入与行业主营业务收入合计的比值的平方累加,并结合行业竞争水平的75%分位数将样本设定为低行业竞争水平组和高行业竞争水平组进行回归分析。结合表11中列(5)~列(8)可知,当因变量为*value\_rd*和*value\_ser*时,在高行业竞争水平组*l.digital*的回归系数均在1%水平上显著为正,而在低行业竞争水平组中均未通过显著性检验,说明数字化转型对高行业竞争水平制造业企业研发创新和服务运营的促进效应更为明显。



表 11 异质性检验:企业技术特性与行业竞争水平

变量	企业技术特性				行业竞争水平			
	value_rd		value_ser		value_rd		value_ser	
	低研发强度企业	高研发强度企业	低研发强度企业	高研发强度企业	低行业竞争水平	高行业竞争水平	低行业竞争水平	高行业竞争水平
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
<i>l.digital</i>	0.6632*** (2.861)	1.2548*** (3.671)	0.0821** (2.507)	0.1568*** (3.068)	0.5010 (1.450)	1.1280*** (4.580)	0.0913 (1.424)	0.1246*** (3.679)
常数项	-2.4787*** (-3.197)	-1.6900 (-1.614)	0.0541 (0.582)	0.0526 (0.435)	-0.4800 (-0.452)	-2.6031*** (-3.448)	-0.1500 (-0.856)	0.1270 (1.543)
控制变量	控制	控制	控制	控制	控制	控制	控制	控制
年份固定效应	是	是	是	是	是	是	是	是
企业固定效应	是	是	是	是	是	是	是	是
样本量	10514	4973	9653	4550	3444	12508	3194	11692
R <sup>2</sup>	0.0324	0.0621	0.0171	0.0357	0.0329	0.0428	0.0362	0.0246
F	5.8080	5.0800	2.9630	2.9340	2.9680	7.9500	1.8890	4.7340
组间系数差异	6.02 (0.014)		5.84 (0.016)		5.38 (0.020)		0.65 (0.422)	

2. 经济后果分析:数字化转型对企业经营绩效的影响

数字化转型关乎企业成长。制造企业数字化转型优化了生产、研发等环节的价值创造方式,可增强企业持续竞争优势,并最终实现企业规模和效益提升(倪克金和刘修岩,2021)<sup>[26]</sup>。因此,为检验数字化转型对制造企业价值链升级的推动作用是否能够切实推进企业经营绩效提升,本文运用逐步回归法考察数字化转型给制造企业带来的经济效果。托宾 Q 值作为重要的市场效益指标,代表了企业资本综合利用效率与收益能力(卢福财和陈慧,2023)<sup>[50]</sup>,能够从盈利能力与市场价值层面展现企业市场经营绩效(孙晓华等,2020)<sup>[43]</sup>,因此,本文采用托宾 Q 值作为企业经营绩效的代理变量。

表 12 数字化转型的经济后果检验结果

变量	(1)	(2)	(3)
<i>l.digital</i>	0.6639*** (3.907)	0.4709*** (2.878)	0.6139*** (3.353)
<i>value_rd</i>		0.0311*** (2.632)	
<i>value_ser</i>			0.5021** (2.240)
常数项	15.6931*** (12.498)	14.7623*** (12.439)	14.7853*** (12.604)
控制变量	控制	控制	控制
年份固定效应	是	是	是
企业固定效应	是	是	是
样本量	15113	15113	13889
R <sup>2</sup>	0.2070	0.1370	0.2150
F	85.9700	59.2000	79.7100

结合表 12 可知,首先,以托宾 Q 为被解释变量与数字化转型变量回归,结果显示,数字化转型对企业经营绩效存在显著的正向促进效果;其次,在上述回归模型中依次加入企业研发创新(*value\_rd*)、服务运营(*value\_ser*)变量后,结合表 12 中列(2)与列(3)可知,*value\_rd*和*value\_ser*的回归系数均保持 1%或 5%水平上显著为正。上述表明,数字化转型促使制造业企业集中优势资源发展具有核心竞争力的上游研发创新和下游服务运营等高附加值环节的业务,在“研发创新”和“服务创造”效应的共同作用下,企业盈利能力和经营效率得到显著改善,最终实现了制造业企业经营绩效提升。

## 六、研究结论与启示

制造企业数字化转型对推进我国数字经济与实体经济深度融合、实现制造业高质量发展至关重要。本文以 2010—2020 年制造业上市公司为研究样本,考察数字化转型、人力资本结构调整对制造企业价值链升级的影响。研究发现:(1)数字化转型显著促进了制造业企业价值链上游研发创新和价值链下游服务运营,有利于制造企业向“微笑曲线”两端高附加值环节攀升。(2)数字化转型带来的人力资本相对需求结构与绝对需求结构优化,促进了制造业企业价值链升级,且这种人力资本结构调整技能偏向特征明显。细分岗位结构显示,数字化转型促使企业增加了技术研发和市场销售类员工需求,减少了生产操作和行政管理类员工需求;细分学历结构显示,提高了硕博学历和本专科学历员工需求,而降低了高中及以下学历员工需求。(3)数字化情境下,不同类型制造业企业价值链升级的差异性明显,数字化转型在国有企业中的促进效果明显优于非国有企业,中小型企业凭借“船小好调头”的优势对数字化转型反应较为迅速,制造企业技术性越强、行业竞争力越强,则越有动力向“微笑曲线”两端高附加值环节攀升。(4)经济后果检验表明,数字化转型对制造业企业价值链升级的推动作用能切实改善企业经营绩效。

本文得到如下政策启示:第一,制造业企业要重视数字化技术的应用,充分发挥数字技术的赋能效应和正向溢出效应,促进制造业企业向“微笑曲线”附加值较高的研发创新和服务运营等环节攀升,助推“中国制造”向“中国智造”转型升级。一是制造企业数字化过程中应注重将硬软件投资与数字技术应用相结合,通过智能化改造充分赋能企业产品、设备、用户、服务等各环节,提升整个价值链的附加值。二是制造企业在技术研发和经营模式中应用人工智能技术,努力加强自主创新、培育自主品牌,突破高端产业核心技术研发的瓶颈,实现生产制造向研发设计等高附加值环节移动。三是借助物联网、大数据、云服务平台,通过从“大规模批量化生产”向“用户为中心”的范式转变,进行商业模式变革和服务升级,推进企业由生产制造向品牌营销及服务等高附加值环节移动。

第二,企业应注重专业技能人才与复合型数字人才的培养和引进,为加快实现数字化转型和向高附加值环节攀升提供技能型劳动力要素保障。一是企业要全面优化人力资源管理制度,通过企业内部培养以及与高校、科研机构合作等,建立数字化人才培养和职业技能提升培训机制,全面提升企业现有人力资本的数字素养与创造力;尤其是企业要关注现有技术研发、市场销售等关键岗位员工的数字化能力培训与学习,以提升企业人力资本质量。二是为更好地推进数字化转型,促进制造业企业转型升级,企业应通过外部招聘获取拥有高知识储备、能够操作和驾驭数字技术的数字化人才,以适应企业数字化的生产流程与管理模式。

第三,不同类型制造企业要结合自身发展特征实施差异化数字转型战略。就不同产权性质的制造企业而言,国有企业要充分发挥在推进数字化转型过程中的带头作用,利用自身优势,加大数字化和创新投资中的产学研合作,加强数字技术与创新人才队伍建设,加快实现国有制造企业的智能化、数字化升级,努力使其成为制造业企业数字化转型的排头兵。同时,以民营企业为主的

非国有企业作为推进中国式现代化的生力军,应抓住数字化转型发展机遇,通过电商运营数字化、组织变革数字化等提升自身运营管控能力,推动技术研发、服务运营等环节转型升级。就不同规模的制造业企业而言,中小型制造企业占我国企业总数的绝大多数,推动中小型企业数字化转型离不开财税、金融、人才等政策力量的保驾护航,如通过充实数字化人才储备、强化数字化公共服务、提高政策精准度等深化数字技术在中小型企业生产、运营、管理和营销等诸多环节的应用。

在理论启示方面,本文将微笑曲线理论引入数字化转型赋能制造业企业价值链升级的研究体系中,并从企业人力资本绝对需求结构和相对需求结构调整视角,拓展了数字化转型赋能制造业企业价值链升级的作用机制研究。当然,关于本文提出的企业数字化转型的量化测度方面仍存在进一步优化和改进空间,如后期基于数据可获得性,可以更精细到企业数字化经营管理各环节的嵌入特征构建量化指标体系等。同时,关于制造业企业数字化转型的经济效应研究还有很大讨论空间,本文仅从制造业企业价值链升级视角探究了数字化转型的价值创造效应,很大程度上忽略了企业数字化转型对产业链、供应链的外部溢出效应,如制造业企业数字化转型对产业链供应链韧性、纵向一体化专业化分工以及供应链效率优化等影响及微观实现机制,都非常值得深入探讨,这也是我们后续努力探索的方向。

#### 参考文献

- [1]黄贇琳,秦淑悦,张雨朦.数字经济如何驱动制造业升级[J].北京:经济管理,2022,(4):80-97.
- [2]刘磊,步晓宁,张猛.全球价值链地位提升与制造业产能过剩治理[J].武汉:经济评论,2018,(4):45-58.
- [3]Nambisan, S., M. Wright, and M. Feldman. The Digital Transformation of Innovation and Entrepreneurship: Progress, Challenges and Key Themes[J]. Research Policy, 2019, 48, (8): 103773.
- [4]袁淳,肖土盛,耿春晓,盛誉.数字化转型与企业分工:专业化还是纵向一体化[J].北京:中国工业经济,2021,(9):137-155.
- [5]张远,李焕杰.数字化转型与制造企业服务化[J].北京:中国流通经济,2022,(2):90-106.
- [6]温湖炜,王圣云.数字技术应用对企业创新的影响研究[J].北京:科研管理,2022,(4):66-74.
- [7]涂心语,严晓玲.数字化转型、知识溢出与企业全要素生产率——来自制造业上市公司的经验证据[J].南京:产业经济研究,2022,(2):43-56.
- [8]张国胜,杜鹏飞.数字化转型对我国企业技术创新的影响:增量还是提质?[J].北京:经济管理,2022,(6):82-96.
- [9]余可发,杨慧.传统企业数字化转型的价值链重构路径与机理——数字化赋能视角的纵向单案例研究[J].南昌:当代财经,2023,(5):79-91.
- [10]张艳萍,凌丹,刘慧岭.数字经济是否促进中国制造业全球价值链升级?[J].北京:科学学研究,2022,(1):57-68.
- [11]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.
- [12]王泽宇.企业人工智能技术强度与内部劳动力结构转化研究[J].北京:经济学动态,2020,(11):67-83.
- [13]吴非,胡慧芷,林慧妍,任晓怡.企业数字化转型与资本市场表现——来自股票流动性的经验证据[J].北京:管理世界,2021,(7):130-144+10.
- [14]王鹏飞,刘海波,陈鹏.企业数字化、环境不确定性与全要素生产率[J].北京:经济管理,2023,(1):43-66.
- [15]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.
- [16]刘鑫鑫,韩先锋.人工智能与制造业韧性:内在机制与实证检验[J].北京:经济管理,2023,(11):49-68.
- [17]石喜爱,李廉水,程中华,刘军.“互联网+”对中国制造业价值链攀升的影响分析[J].北京:科学学研究,2018,(8):1384-1394.
- [18]Nyagadza, B., R. Pashapa, and A. Chare, et al. Digital Technologies, Fourth Industrial Revolution (4IR) & Global Value Chains (GVCs) Nexus with Emerging Economies' Future Industrial Innovation Dynamics [J]. Cogent Economics & Finance, 2022, 10, (1): 2014654.
- [19]Acemoglu, D., and P. Restrepo. Robots and Jobs: Evidence from US Labor Markets [R]. NBER Working Paper No. 23285, 2017.
- [20]邵文波,匡霞,林文轩.信息化与高技能劳动力相对需求——基于中国微观企业层面的经验研究[J].武汉:经济评论,2018,(2):15-29.
- [21]Davenport, T. H., and D. D. D'Ignazio. Artificial Intelligence for the Real World [J]. Harvard Business Review, 2018, 96, (1): 108-

116.

- [22] Fang, E.E., R.W.Palmatier, and J.B.Steenkamp.Effect of Service Transition Strategies on Firm Value[J].*Journal of Marketing*, 2008, (5): 1-14.
- [23] 郑琼洁,王高凤.人工智能对中国制造业价值链攀升的影响研究[J].南京:现代经济探讨,2022,(5):68-75.
- [24] Frank, A.G., G.Mendes, and N.F.Ayala, et al.Servitization and Industry 4.0 Convergence in the Digital Transformation of Product Firms: A Business Model Innovation Perspective[J].*Technological Forecasting and Social Change*, 2019, 141: 341-351.
- [25] Kohtamki, M., V.Parida, and P.C.Patel, et al.The Relationship between Digitalization and Servitization: The role of Servitization in Capturing the Financial Potential of Digitalization[J].*Technological Forecasting and Social Change*, 2020, 151: 119804.
- [26] 倪克金,刘修岩.数字化转型与企业成长:理论逻辑与中国实践[J].北京:经济管理,2021,(12):79-97.
- [27] Martínez-Caro, E., J.G.Cegarra-Navarro, and F.J.Alfonso-Ruiz.Digital Technologies and Firm Performance: The Role of Digital Organisational Culture[J].*Technological Forecasting and Social Change*, 2020, 154, (5): 1-10.
- [28] 卞亚斌,房茂涛,杨鹤松.“互联网+”背景下中国制造业转型升级的微观路径——基于微笑曲线的分析[J].济南:东岳论丛,2019,(8):62-73.
- [29] Yoo, Y., R.J.Boland, and K.Lyytinen, et al.Organizing for Innovation in the Digitized World [J].*Organization Science*, 2012, 23, (5): 1398-1408.
- [30] Bygstad, B., and H. P. Aanby. ICT Infrastructure for Innovation: A Case Study of the Enterprise Service Bus Approach [J].*Information Systems Frontiers*, 2010, 12, (3): 257-65.
- [31] 薛成,孟庆玺,何贤杰.网络基础设施建设与企业技术知识扩散——来自“宽带中国”战略的准自然实验[J].上海:财经研究,2020,(4):48-62.
- [32] 池仁勇,郑瑞钰,阮鸿鹏.企业制造过程与商业模式双重数字化转型研究[J].北京:科学学研究,2022,(1):172-181.
- [33] Carpenter, M.A.The Price of Change: The Role of CEO Compensation in Strategic Variation and Deviation from Industry Strategy Norms[J].*Journal of Management*, 2000, 26, (6): 1179-1198.
- [34] 胡晟明,王林辉,朱利莹.工业机器人应用存在人力资本提升效应吗?[J].上海:财经研究,2021,(6):61-75+91.
- [35] Graetz, G., and G.Michaels.Robots at Work[J].*Review of Economics and Statistics*, 2018, 100: 753-768.
- [36] Acemoglu, D., C.Lelarge, and P.Restrepo.Competing with Robots: Firm-level Evidence from France[R].NBER Working Paper No.26738, 2020.
- [37] 孔高文,刘莎莎,孔东民.机器人与就业-基于行业与地区异质性的探索性分析[J].北京:中国工业经济,2020,(8):80-98.
- [38] Banalieva, E.R., and C.Dhanaraj.Internalization Theory for the Digital Economy[J].*Journal of International Business Studies*, 2019, 50, (8): 1372-1387.
- [39] Binder, A.J., and J.Bound.The Declining Labor Market Prospects of Less-educated Men? [J].*Journal of Economic Perspectives*, 2019, 33, (2), 163-190.
- [40] Vial, G. Understanding Digital Transformation: A Review and a Research Agenda [J].*The Journal of Strategic Information Systems*, 2019, 28, (2): 118-144.
- [41] 何小钢,梁权熙,王善骞.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[J].北京:管理世界,2019,(9):65-80.
- [42] Westerman, G., D.Bonnet, and A.Mcafee.The Nine Elements of Digital Transformation[J].*MIT Sloan Management Review*, 2014, 55, (3): 1-6.
- [43] 孙晓华,张竣喃,郑辉.“营改增”促进了制造业与服务业融合发展吗[J].北京:中国工业经济,2020,(8):5-23.
- [44] 刘飞.数字化转型如何提升制造业生产率——基于数字化转型的三重影响机制[J].成都:财经科学,2020,(10):93-107.
- [45] 刘敏仁,赵灿.税收政策激励与企业人力资本升级[J].北京:经济研究,2020,(4):70-85.
- [46] 孙伟增,郭冬梅.信息基础设施建设对企业劳动力需求的影响:需求规模、结构变化及影响路径[J].北京:中国工业经济,2021,(11):78-96.
- [47] 杨薇,孔东民.企业内部薪酬差距与人力资本结构调整[J].北京:金融研究,2019,(6):150-168.
- [48] 赵宸宇.数字化转型对企业劳动力就业的影响研究[J].北京:科学学研究,2023,(2):241-252.
- [49] Lucas, A.M., and I.M.Mbiti.Access, Sorting, and Achievement: The Short-Run Effects of Free Primary Education in Kenya[J].*American Economic Journal: Applied Economics*, 2012, 4, (4): 226-253.
- [50] 卢福财,陈慧.工业互联网、企业成长性与价值创造[J].北京:经济管理,2023,(1):5-24.

## Digital Transformation, Human Capital Structure Adjustment and Value Chain Upgrading of Manufacturing Enterprises

GUO Jin-hua<sup>1</sup>, ZHU Cheng-liang<sup>2</sup>

(1.School of Business Administration, Shanxi University of Finance and Economics, Taiyuan, Shanxi, 030006, China;

2.Institute of Quantitative and Technological Economics, Chinese Academy of Social Sciences, Beijing, 100732, China)

**Abstract:** At present, optimizing the position of manufacturing enterprises in the value chain division system is an important goal for China to move from “manufacturing power” to “manufacturing power”. As the micro-main body that carries the manufacturing industry to participate in the division of labor in the value chain, more and more enterprises are joining the wave of digital transformation in the digital technology revolution, and these enterprises are using big data, artificial intelligence and other technologies to transform and upgrade the organizational structure and business model. Therefore, promoting the digital transformation in the manufacturing sector has important theoretical and practical significance for promoting manufacturing enterprises to climb to the high value-added links at both ends of the “smile curve”.

Based on a sample of listed manufacturing companies from 2010 to 2020, this paper examines how digital transformation affects the upgrading of manufacturing enterprises’ value chains by improving their human capital structure. The findings are as follows: Digital transformation has promoted R&D innovation in the upstream value chain of manufacturing enterprises and service operation in the downstream value chain, which is conducive to promoting manufacturing enterprises to climb the high value-added link at both ends of the “smile curve”. The mechanism test shows that the optimization of the relative and absolute demand structure of highly skilled human capital is an important mechanism for digital transformation to promote the upgrading of the value chain of manufacturing enterprises. The subdivision of the job structure shows that the digital transformation has increased the demand for technical research and development and marketing staff, and decreases the demand for production operations and administrative management staff. The subdivision education structure shows that the demand for employees with doctoral, master’s degree and college degree is increased, while the demand for employees with high school education and below is reduced. Further research found that, the promotion effect of digital transformation on the value chain upgrading of state-owned enterprises is obviously better than that of non-state-owned enterprises; small and medium-sized enterprises have a more obvious response to digital transformation with the advantage of “small ship is easy to turn around”; the higher the technical level and the stronger the industry competitiveness of the manufacturing enterprises, the more motivated they are to climb to high value-added links. Moreover, the promotion of digital transformation to the internal value chain of manufacturing enterprises can effectively improve the business performance of manufacturing enterprises. The research conclusions have important theoretical and policy implications for accelerating the digital transformation of manufacturing enterprises and solving the low-end lock-in dilemma of manufacturing enterprises’ value chain under the digital context.

Research contributions are reflected in the following aspects: Firstly, this paper constructs an evaluation index system from three dimensions of digital investment, digital technology application and business model transformation, enriching the quantitative evaluation indicators of enterprises’ digital transformation. Secondly, the smile curve theory is introduced into the research system of digital transformation enabling manufacturing enterprises to upgrade the value chain, and its impact is revealed from two aspects of upstream R&D innovation and downstream service transformation. Thirdly, from the perspective of absolute demand structure and relative demand structure adjustment, this paper reveals and enriches the mechanism of digital transformation affecting the upgrading of the value chain of manufacturing enterprises.

**Key Words:** manufacturing enterprises; digital transformation; value chain upgrading; human capital structure adjustment; smiling curve

**JEL Classification:** L86, L60, O14, O32

**DOI:** 10.19616/j.cnki.bmj.2024.01.003

(责任编辑: 闫梅)