

DOI 编码: 10.3969/j.issn.1672-884x.2022.06.013

# 数字技术应用对企业产品成本优势的影响

周 洲<sup>1,2</sup> 吴馨童<sup>1</sup>

(1. 重庆大学公共管理学院; 2. 重庆大学公共经济与公共政策研究中心)

**摘要:** 基于手工整理的上市公司财务报告数据,构造 2009~2018 年中国 A 股制造业上市企业的数字技术应用程度变量,以实证检验企业数字技术应用对于产品成本优势的影响。研究表明:企业数字技术应用对产品成本优势有显著的正向作用,且创新强度、治理水平和人力资本在二者间发挥着部分中介效应;同时企业数字技术应用与产品成本优势的关系还受到企业产权性质、企业规模和地区市场化水平的影响。拓展性分析还发现,过度的企业数字技术应用将增加企业在生产经营过程中发生的各种耗费,可能导致企业丧失产品成本优势。

**关键词:** 数字经济; 企业数字技术应用; 产品成本优势

**中图分类号:** C93 **文献标志码:** A **文章编号:** 1672-884X(2022)06-0910-09

## The Influence of Digital Technology Application on Enterprise Product Cost Advantage

ZHOU Zhou WU Xintong

(Chongqing University, Chongqing, China)

**Abstract:** Based on the manually sorted financial report data of listed companies, this study constructs the variable of digital technology application degree of China's A-share manufacturing listed enterprises from 2009 to 2018 to empirically test the impact of enterprise digital technology application on product cost advantage. The research shows that the application of enterprise digital technology has a significant positive effect on product cost advantage, and innovation intensity, governance level and human capital play a partial intermediary effect between them. At the same time, the relationship between enterprise digital technology application and product cost advantage is also affected by the nature of enterprise property rights, enterprise scale and regional marketization level. The extensive analysis also finds that the excessive application of enterprise digital technology will increase various costs in the process of production and operation, and may lead to the loss of product cost advantage.

**Key words:** digital economy; application of enterprise digital technology; product cost advantage

## 1 研究背景

成本优势是企业获取竞争优势的充分条件之一,而企业利用数字技术的高渗透性特点,可以重构分工协作体系,改变企业生产要素结构,促使“边际效应”递增的梅特卡夫法则成立,进而持续降低产品生产成本。然而,早期关于 IT 投资是否具有商业价值的争论(简称 IT 生产率悖论),也有学者持不同观点,认为企业数字技术应用需要投入大量人力资本和物质资本,维护和运营成本极高,可能导致企业融资环境受到冲击<sup>[1]</sup>。因此,企业数字技术应用能否降低

产品成本? 内在机理是什么? 不同的内外部环境对企业数字技术应用的影响有何差异? 从经验层面回答上述问题,有助于正确评价企业数字化发展的经济效应,从而更深刻地理解数字化转型对企业高质量发展的作用。

如何清晰界定“数字技术”的内涵,是数字技术应用实证研究的基本前提和重大挑战。目前与数字技术相近的概念很多,混合使用会造成概念混淆。本研究认为,从内涵的广泛程度区分,应该是“数字经济>数字化转型>数字技术>互联网或大数据等具体 IT 技术”,数字技术应用是企业数字化转型以及发展数字经济的

收稿日期: 2021-09-05

基金项目: 国家社会科学基金资助项目(19BJL021);中央高校基本科研业务费科研专项资助项目(2019CDJSK01XK09)

基础。NAMBISAN<sup>[2]</sup>将数字技术视为信息、计算机、交互和连接技术的组合,并划分为数字组件、数字基础设施和数字平台 3 个元素。而 YOO<sup>[3]</sup>从可编辑性、可寻址性、可感知性、可沟通性、可记忆性、可追溯性、可联想性 7 个特征的视角,更加直观地揭示了数字技术的内涵。蔡莉等<sup>[4]</sup>在此基础上进一步添加了可扩展与可关联的特征。谢卫红等<sup>[5]</sup>将上述特征按照功能分为计算、通信、连接与应用 4 类。这些功能特征分类为考察数字技术应用与企业产品成本优势的关系提供了理论依据。

本研究基于测算的 2009~2018 年企业数字技术应用程度,探讨企业数字技术应用对产品成本优势的实际影响及其机理,发现数字技术应用是一种“建立竞争优势”导向的企业战略行为,可以帮助企业获得产品成本竞争优势。本研究的边际创新在于:①从更全面的视角考察了数字技术对企业产品成本的影响及其作用机理,丰富了关于数字经济领域“IT 生产率悖论”的讨论;②如何度量企业数字技术应用程度是实证检验的关键,本研究借鉴郭海等<sup>[6]</sup>的研究成果,根据数字技术的内涵和特征,利用手工整理的数据构建了更完善的企业数字技术应用衡量指标,为后续实证研究提供了有益的数据借鉴。

## 2 文献综述与研究假设

产品成本优势是企业重要的市场竞争力来源,大量既有研究探讨了影响产品成本的内外因素。例如,企业可以通过提高基层员工的工作积极性,强化物料循环利用,进行成本导向型节俭式创新<sup>[7]</sup>,融入全球价值链,降低固定成本或利用规模效应等<sup>[8]</sup>内部途径降低产品的综合成本;也可以将非核心环节外包给其他企业,间接降低制造成本<sup>[9]</sup>,但诸如制造业服务化等内部因素的变化也会增加产品成本<sup>[10]</sup>。而在外部环境方面,中间产品进口关税下降有利于降低产品成本<sup>[11]</sup>,而最低工资政策的推行、反倾销调查的实施<sup>[12]</sup>则减少了企业的产品成本优势。由此可见,虽然关于产品成本优势的研究十分丰富,但遗憾的是,在数字经济快速发展的背景下,现有的实证研究并没有为数字技术应用与企业产品成本及其潜在中间机制之间的关系提供足够的经验证据。

少数学者以“互联网+”为切入点,对数字经济的微观经济效果进行了有限的探索。AFUAH<sup>[13]</sup>指出,互联网等数字技术的信息效率效应和信息协同效应有利于减少企业的交易

费用和生产成本。王可等<sup>[14]</sup>也指出,互联网促进了供应链上下游之间的信息分享和线上营销,减少了营销成本和交易成本。然而,杨德明等<sup>[15]</sup>却认为,在互联网环境下,企业获得成本领先的手段都极易被学习、模仿,“互联网+”并不能影响企业的产品成本优势。由此可见,数字技术应用与产品成本之间的关系还存在争议。另外,“互联网+”只能代表数字技术的部分功能特征,并不能准确且全面反映数字技术对产品成本的作用。本研究考察数字技术应用对产品成本的影响及其作用机理,有助于推进数字技术和实体经济的深度融合,助推传统企业更为有效地进行数字化转型。

为了回答“数字技术应用如何帮助企业赢得产品成本优势”这一核心问题,本研究结合数字技术的功能特征,从动态能力理论和知识基础观等两个维度来探索数字技术应用与产品成本优势的直接作用机制。

动态能力理论认为,动态能力是企业复杂万变的 market 环境中获得竞争优势的关键,而数字技术拥有强大的网络效应和边际成本几近于零的特性,可以显著提升企业的动态能力,从而降低产品成本。TEECE<sup>[16]</sup>将企业动态能力区分为获取能力、感知能力和重构能力 3 个维度。数字技术的通信功能不仅能够帮助企业捕获、分析、处理生产环节中的各种数据<sup>[17]</sup>,还有助于获得大量具有重要潜在价值的市场信息数据,降低企业的信息数据搜寻和收集成本。企业利用数字技术的连接和计算功能能够更加高效且低成本地管理和分析海量信息数据,产生“1+1>2”的效果,从而更快、更准确地发现商业机会。数字技术的应用功能有助于形成低成本高质量的柔性化生产和智能制造,实现个性化定制和标准化生产之间的无缝衔接,并构建精准销售、定向推送、点对点、端对端的数字营销模式,节约大量的库存成本。

知识基础观认为,企业如何解决内部知识存储和外部知识内化等问题是能否赢得产品成本优势的关键,而数字技术应用是增加内部知识存量、提高内部知识应用效率和增强外部知识搜寻强度的重要途径。一方面,依靠数字技术的可联想性与可感知性,企业能够构建基于大数据和人工智能的“数据-智慧”决策模型,有助于管理者识别、吸收和扩散企业内部的各种知识资源,提高内部知识的应用效率;另一方面,企业可以通过建立网络沟通平台,将生产导向的营销模式转为消费者需求导向,并借助数

字技术的可编辑性和可扩展性拓宽企业获取外部知识的深度和广度,使企业拥有更为多样化的信息资源,同时数字技术所具备的可追溯性与可记忆性,能够将消费者的个性化需求进行同质化解构,将之转变为企业内稀缺的、不可替代的知识资源,进而将其整合至组织内部的知识体系中。

除了上述数字技术的直接成本降低作用以外,既有研究发现,数字技术应用还可能改变生产经营过程的某些环节并在企业内部产生互补性创新,这种互补性创新本身可以被视为一种投入或组织资本,进而使得数字技术应用对于降低产品成本产生超额回报。大量的案例证据表明,这些互补性创新因素主要包括产品创新<sup>[18]</sup>、公司内部组织<sup>[19]</sup>和人力资本<sup>[20]</sup>。因此,本研究主要从创新效应、治理效应和人才效应3个维度分析数字技术应用对产品成本优势可能产生的间接影响。

(1) **创新效应** 企业能否开展高效的创新活动并实现对现有生产技术的改进,是建立产品成本优势的关键。创新不仅可以提高企业的资本产出比和劳动产出比,推动企业生产形成规模效应,还有助于强化企业从外部环境吸收和利用知识的能力<sup>[21]</sup>,使得企业能够更准确地预测技术发展趋势,提前研发未来技术以避免高昂的技术垄断租金。但是,产品技术创新所需的知识组合不可能源于单个想法的线性发展,而数字技术有助于将不同的知识技术组合在一起,使得产品技术创新呈现非线性的动态“分形”发展。首先,数字技术的连接功能能够为企业提供创新开发的跨地域和跨组织的协作载体,使得消费者可以参与到价值创造活动中,降低产品开发的成本和试错成本;其次,数字技术的可沟通性缓解了创新的物理性时空局限,可联想性和可感知性能够识别大量数据下的潜在创新机会,可扩展性使得企业能够以趋零的代价高速处理客户的个性化需求信息,从而缩短企业研发周期;最后,强大的计算、连接和通信功能使数字技术具有独特的信息收集和处理能力,能够提高企业盈利水平,而盈利水平的提高不仅可以形成正反馈机制,为创新活动提供更多资源,也有助于企业释放出更多闲置资源用于创新活动。因此,企业数字技术的应用能够产生创新效应,有利于企业增强创新力度,进而获取产品成本优势。

(2) **治理效应** 合理的企业治理安排能够改善企业的内部决策环境,强化对管理者机会

主义行为的监督,有助于企业提高资源配置效率,从而降低企业生产成本。企业利用数字技术的应用功能,首先,能够优化企业的组织结构、业务流程、组织行为<sup>[22]</sup>,推进企业精细化管理和流程再造,促成部门专业化分工和协同作业,而且数字技术的可扩展性有助于实现企业大规模、多领域问题的一体化管理,减少企业固定成本;其次,数字技术的信息筛选和风险甄别等可拓展性功能可以大幅减少风险评估成本和交易成本,缓解管理层认知有限和决策无限之间的矛盾;最后,数字技术的可追溯性、可记忆性等特征还有利于管理者获取并分析生产经营过程中海量的数据资源,减少管理者决策行为的非理性程度,增强企业治理水平。因此,企业在应用数字技术的过程中可能产生治理效应,提高企业的治理水平,从而赢得产品成本优势。

(3) **人才效应** 一方面,企业引入高素质劳动力,为产品的生产提供了高质量知识资本和人力资本,提高了产品生产环节中先进技术的使用效率,避免企业技术生产要素的错配,使企业生产效率得到质的提高<sup>[23]</sup>,降低了边际生产成本。另一方面,数字技术应用对人力资本提出了更高的要求。企业快速构建数字化系统的能力应归因于企业内部IT人才和熟练掌握数字技术的高素质劳动力的可用性,企业能否充分发挥数字技术的功能,也要依靠其所拥有的管理和运用数字技术的人力资源。而且,企业的数字技术应用也会逐步形成先进机器设备对低端劳动力的替代,导致企业对劳动力要素的专业化要求日益增强,进而推动企业人力资本体系的优化革新<sup>[24]</sup>。因此,企业通过数字技术的应用可能产生人才效应,提升企业的人力资本水平,有利于为企业赢得产品成本优势。

由此,提出以下假设:

**假设1** 企业数字技术应用可以降低产品成本,有利于企业赢得产品成本优势。

**假设2** 企业数字技术应用还可以通过创新效应、治理效应和人才效应间接降低产品成本。

综上,企业数字技术应用影响产品成本的作用机制见图1。

### 3 研究设计

#### 3.1 数据来源与样本选择

考虑到数据的可得性,本研究选定2009~2018年作为研究区间,中国A股制造业上市企业作为研究对象。样本筛选遵循以下原则:①剔除所有ST和\*ST样本;②剔除解释变量与被

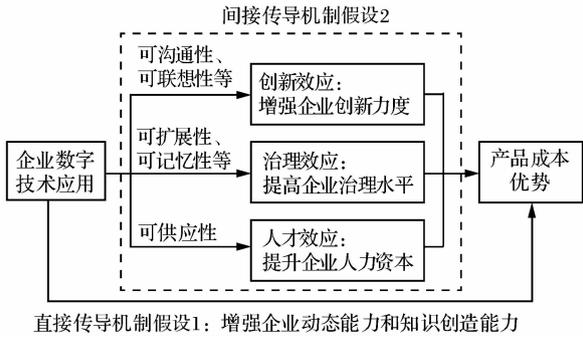


图 1 企业数字技术应用影响产品成本的作用机制

解释变量缺失的样本；③剔除信息技术类行业的公司样本。经前述处理后，得到 12 537 个年度-企业观测值。此外，为消除极端值的影响，本研究还对所有连续变量在 1% 和 99% 分位数上进行了 Winsorize 缩尾处理。制造业上市企业的一系列财务指标以及企业性质等信息均来自国泰安(CSMAR)数据库；企业研发投入数据来源于 Wind 数据库。

### 3.2 实证模型与变量说明

下面分析企业数字技术应用对产品成本优势的影响，构建多元线性回归模型：

$$C_{it+1} = \beta_0 + \beta_1 E_{it} + \sum Control_{it} + \gamma_t + Ind_{it} + \eta_i + \varepsilon_{it}, \quad (1)$$

式中， $i$  表示企业； $t$  表示年份；被解释变量  $C_{it+1}$  为企业  $i$  在  $t+1$  年的产品成本优势； $\beta_0$  表示截距项； $E_{it}$  为企业  $i$  在  $t$  年的数字技术应用程度； $\beta_1$  为估计系数； $Control_{it}$  为在企业层面其他可能影响到企业产品成本优势的控制变量； $\gamma_t$  表示时间固定效应，以控制其他随时间变动的不可观测因素； $Ind_{it}$  表示行业固定效应； $\eta_i$  表示地区固定效应； $\varepsilon_{it}$  表示随机误差项。此外，为消除潜在的残差组内相关以及异方差对估计系数显著性推断的影响，本研究还将回归标准误差聚类到企业层面。

(1)被解释变量 产品成本优势(C)。产品成本通常是指企业为生产一定产品，应当或可能发生的以货币表现的各种资源的价值牺牲或代价。本研究使用企业销售成本率作为产品成本优势的代理变量，企业销售成本率越低代表产品成本优势越大，具体衡量方法为企业营业成本占营业收入的比例。由于企业数字技术应用对产品成本优势的影响可能具有时滞性，本研究对被解释变量进行了提前一期的处理。

(2)解释变量 企业数字技术应用程度(E)。虽然数字技术包括硬件和软件两个部分，两者的有效结合才能发挥数字技术的功能，但中国企业在数字化转型中普遍存在“重硬轻

软”问题，而软件是企业数字化的大脑<sup>[25]</sup>。在 IT 硬件高度标准化的背景下，企业充分发挥数字技术的功能并获得竞争优势主要依靠软件来实现，因此，本研究从软件角度衡量企业数字技术应用程度。借鉴祁怀锦等<sup>[26]</sup>的做法，本研究以赵宸宇<sup>[27]</sup>构建的企业数字化发展关键词集为依据，以上市公司财务报告附注披露的年末无形资产明细项中与数字技术相关部分占企业资产总额的比例作为代理变量。具体地，当无形资产明细项中包括软件、网络、客户端、系统、平台、信息、电子商务等与数字技术相关的关键词时，标记该明细项为“企业数字经济技术无形资产”，再对同一公司同一年度多项数字经济技术无形资产加总，计算其占本年度企业资产总额的比例，即为企业数字技术应用程度的代理变量。

(3)工具变量 以企业所在城市与杭州的球面距离取自然对数作为工具变量(D)。由于以支付宝为代表的数字经济起源于杭州，因此杭州的数字经济处于领先地位，可以预期在地理位置上距离杭州越近，企业数字技术的获得途径越便利，应用程度越高。

(4)控制变量 考虑到研究需要，设置以下控制变量：企业规模(S)、企业年龄(A)、企业债务水平(L)、企业收入水平(R)、企业业绩(P)、单位劳动资本(K)、企业现金流量(G)、企业股权制衡度(X)、两职合一(T)、董事会规模(B)、行业竞争度(H)以及企业家过度自信(O)。各变量定义见表 1。

表 1 主要变量的定义

变量类型	变量	变量定义
被解释变量	产品成本优势(C)	企业营业成本/营业收入×100%
解释变量	企业数字技术应用程度(E)	上市公司财务报告附注披露的年末无形资产中与数字经济相关部分占企业资产总额的比例
工具变量	企业所在城市与杭州球面距离的自然对数(D)	ln(企业所在城市与杭州的球面距离)
控制变量	企业规模(S)	ln(总资产)
	企业年龄(A)	ln(公司成立年数+1)
	企业债务水平(L)	总负债/总资产×100%
	企业收入水平(Q)	企业净利润/总资产×100%
	企业业绩(P)	(利润总额+财务费用)/总资产×100%
	单位劳动成本(K)	企业固定资产净值/从业人员总数
	企业现金流量(G)	经营活动产生的现金流量/总资产×100%
	企业股权制衡度(X)	公司第一大股东与第二大股东持股比例之比
	董事会规模(B)	ln(年末董事会总人数)
	两职合一(T)	董事长和总经理兼任，则取值为 1，否则为 0
行业竞争度(H)	行业赫芬达尔指数，依据证监会二级行业内企业的销售收入计算	
	企业家过度自信(O)	前 3 名高管薪酬之和/所有高管薪酬×100%

### 3.3 描述性统计

主要变量的描述性统计结果见表 2<sup>①</sup>。由表 2 可知,样本企业销售成本率的最大及最小值分别为 99.8%、17.6%,平均值为 71.4%,说明不同样本企业的产品成本优势存在较大差异。企业数字技术应用的平均值为 0.002,最小值为 0,最大值为 0.126,表明各企业间的数字技术应用程度有所差别,一些企业之间甚至相差较大。

表 2 描述性统计

变量	N	均值	标准差	最小值	中位数	最大值
C	12 537	0.714	0.173	0.176	0.748	0.998
E	12 537	0.002	0.004	0.000	0.001	0.126
S	12 537	21.886	1.190	18.162	21.730	27.386
A	11 297	9.481	6.887	0.000	8.000	27.000
L	12 537	0.398	0.210	0.007	0.383	2.391
Q	12 537	0.046	0.074	-1.648	0.043	2.164
P	12 537	0.063	0.077	-1.439	0.058	2.259
K	12 007	42.998	52.946	0.000	28.776	689.746
G	12 537	0.070	0.361	-19.064	0.077	2.309
X	12 537	9.184	14.956	1.001	3.554	94.938
B	12 518	2.138	0.188	1.386	2.197	2.890
T	12 426	0.288	0.453	0.000	0.000	1.000
H	12 536	0.166	0.112	0.003	0.142	0.810
O	12 519	0.451	0.125	0.088	0.438	1.000

## 4 实证分析

### 4.1 基本回归结果

为识别控制变量之间的相关性是否会对关键解释变量的估计结果造成影响,本研究采取逐步回归法,具体回归结果见表 3。由表 3 的列(1)~列(3)可知,关键解释变量的估计系数和显著性水平没有发生实质性改变,企业数字技术应用程度的系数在 1%的水平上显著为正,说明在当前阶段,企业数字技术的应用有助于企业赢得产品成本优势。

### 4.2 内生性检验

虽然前文初步验证了企业数字技术应用与产品成本优势之间的正向关系,但这一关系可能会受到潜在的反向因果等内生性问题的影响。为了缓解内生性问题可能带来的估计偏误,本研究选用企业所在城市与杭州球面距离的自然对数作为企业数字技术应用程度的工具变量。

工具变量估计结果见表 4。由表 4 的列(1)和列(2)可知,一阶段回归结果中,F 统计量为 27.960,远大于 10,说明不存在弱工具变量问题;二阶段回归结果显示,企业数字技术应用程度的估计系数在 1%的水平上显著为正,说明在考虑内生性问题后,企业数字技术应用程度的提高仍然可以显著降低销售成本率。

表 3 企业数字技术应用与产品成本优势

类别	C		
	(1)	(2)	(3)
E	-3.247*** (0.741)	-2.703*** (0.687)	-2.269*** (0.613)
S		0.004 (0.004)	0.001 (0.003)
A		-0.006 (0.006)	0.021*** (0.004)
L		0.270*** (0.023)	0.171*** (0.017)
Q		1.169*** (0.338)	0.912*** (0.242)
P		-1.692*** (0.300)	-1.305*** (0.210)
K		0.000*** (0.000)	0.000 (0.000)
G		-0.065*** (0.022)	-0.046*** (0.017)
X		0.001*** (0.000)	0.000* (0.000)
B		0.009 (0.016)	0.013 (0.012)
T		-0.026*** (0.007)	-0.177*** (0.005)
H		0.007 (0.034)	0.029 (0.025)
O		0.022 (0.023)	-0.034* (0.019)
时间固定效应	否	否	是
行业固定效应	否	否	是
地区固定效应	否	否	是
N	12 537	10 638	10 638
常数项	0.721*** (0.005)	0.546*** (0.073)	0.744*** (0.060)
R <sup>2</sup>	0.007	0.571	0.571

注:括号内为稳健性标准误;\*、\*\*、\*\*\* 分别表示在 10%、1%的水平上显著。下同。

表 4 工具变量估计结果(N=10 345)

Panel A	工具变量回归结果	
类别	(1) 一阶段	(2) 二阶段
E		-93.728*** (18.517)
工具变量:D	0.000*** (0.000)	
F 检验	27.960(p=0.000)	
控制变量	是	是
时间固定效应	是	是
行业固定效应	是	是
地区固定效应	是	是
常数项	-0.351*** (0.036)	-19.201*** (7.157)
Panel B 豪斯曼检验结果(原假设:回归系数无系统性差异)		
$\chi^2=172.619$	$p=0.000$	

### 4.3 稳健性检验

本研究进行了以下稳健性检验<sup>②</sup>:①替换

① 由于部分控制变量存在少量缺失值,因此描述性统计中的样本数会多于后续回归分析中的样本数。

② 囿于篇幅,稳健性检验结果未呈现,留存备案。

核心变量。一方面,采用企业无形资产项中与数字经济相关部分占企业无形资产总额或营业收入的比例等变量替换原解释变量;另一方面,将被解释变量替换为企业销售成本率与当年同行业企业销售成本率均值的差,以反映相较于同行业其他企业的产品成本优势。②增加宏观发展环境层面可能的遗漏变量。③控制地级市所在地区的时间趋势效应。④更换工具变量。将原工具变量分别更换为同行业同年度其他企业销售成本率的均值和城市互联网发展水平。以上检验结果与本研究的主要结论基本一致。

#### 4.4 中介机制检验

企业数字技术应用对产品成本优势不仅有直接效应,还可能通过创新效应、治理效应和人才效应对产品成本产生间接影响。为考察不同影响途径之间是否存在差异,本研究将基于一元并行多重中介模型展开中介效应研究。

##### 4.4.1 研究方法

本研究参考柳士顺等<sup>[28]</sup>的做法,构建如下二元并行多重中介模型,以考察知识产权保护影响企业数字化转型的中介机制。

$$M_{ijk} = \alpha_0 + \alpha_1 E_{it} + \sum Control_{it} + \gamma_t + Ind_{it} + \eta_i + \epsilon_{it}; \quad (2)$$

$$C_{it+1} = \theta_0 + \theta_1 E_{it} + \theta_2 M_{it} + \theta_3 M_j + \theta_4 M_k + \sum Control_{it} + \gamma_t + Ind_{it} + \eta_i + \epsilon_{it}, \quad (3)$$

式中, $M_{ijk}$ 分别表示创新效应、治理效应和人才效应的中介变量; $Control_{it}$ 是分别对 $M_{ijk}$ 有影响的控制变量集。①创新效应:以企业研发投入占其营业收入的比例(创新强度 $Y$ )作为创新效应的代理变量。②治理效应:由于企业治理效率的最终体现是企业绩效的提升,因此使用托宾 $Q$ 值 $U$ (即公司的市场价值与公司资产的重置价值的比率)对治理效应进行衡量。③人才效应:采用人力资本 $V$ 作为中介变量,由企业本科及以上学历人员的占比衡量。 $\alpha_0$ 与 $\theta_0$ 为截距项; $\alpha_1$ 与 $\theta_1 \sim \theta_4$ 则分别表示在一元并行多重中介模型下数字技术应用对中介变量和企业产品成本优势的估计系数。

##### 4.4.2 中介效应分析与比较

中介机制检验结果见表5。首先,个别中介效应分析。①创新效应方面。由表5的列(2)可知,企业数字技术应用对创新强度的影响系数在1%的水平下显著为正;列(5)表明,企业数字技术应用对销售成本率的影响系数在1%的水平下显著为负,且企业数字技术的应用的影响系数比基本回归有所上升,这意味着创新强度存在较强的部分中介效应。根据列(2)和

列(5)的相关数据计算可得,创新强度的中介效应为 $-0.327$ 。②治理效应方面。表5列(3)中,企业数字技术应用与治理效率在10%的水平下显著正相关,说明企业治理效率在企业数字技术应用影响产品成本优势的过程中发挥着部分中介效应,且企业数字技术应用经由提高企业治理效率途径的中介效应为 $-0.128$ 。③人才效应方面。表5列(4)中,企业数字技术应用与人力资本在1%的水平下显著正相关,同时企业数字技术应用经由提升企业人力资本途径的中介效应为 $-0.445$ ,说明在企业数字技术应用对产品成本优势的影响中,人力资本存在部分中介作用。综上分析,应用数字技术可增强企业的创新强度,也可以提高企业的治理效率,还能够提升企业人力资本,进而为企业赢得产品成本优势,这进一步佐证了企业数字技术应用对产品成本优势的积极作用。

表5 中介机制检验

类别	直接效应	创新效应	治理效应	人才效应	一元并行多重中介
	C	Y	U	V	C
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
E	-2.269*** (0.614)	0.444*** (0.135)	10.651* (5.945)	3.394*** (0.696)	-1.374*** (0.477)
Y					-0.737*** (0.147)
U					-0.012*** (0.002)
V					-0.131*** (0.021)
控制变量	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
地区固定效应	是	是	是	是	是
N	10 638	8 802	10 171	10 638	8 400
常数项	0.744*** (0.060)	0.068*** (0.015)	13.547*** (0.816)	-0.199*** (0.060)	0.927*** (0.064)
R <sup>2</sup>	0.571	0.204	0.352	0.334	0.638

其次,总体中介效应分析。对上述中介效应进行加总可得,各个中介变量的总体中介效应为 $-0.900$ ,采用多元Delta法检验总体中介效应的显著性,计算结果为 $Z = -3.630$ ,在1%的显著性水平上显著。这说明企业数字技术应用通过创新效应、治理效应和人才效应这3种途径,对企业产品成本优势产生了显著的积极作用。进一步计算可得,企业数字技术应用影响产品成本优势的直接效应为 $-1.374$ ,多元Delta法检验结果为 $Z = -4.880$ ,在1%的显著性水平上显著,即在剔除经由创新效应、治理效应和人才效应这3种途径产生的中介效应之后,企业数字技术应用仍能显著降低销售成本率。这说明企业数字技术应用对产品成本优势

具有直接效应,而帮助企业增强研发强度、提高治理效率以及提升企业人力资本,是企业数字技术应用能够为企业赢得产品成本优势的主要中间机制。

最后,个别中介效应比较。前文的分析表明,企业数字技术应用经由创新效应、治理效应和人才效应这 3 种途径对销售成本率产生的中介效应分别为-0.327、-0.128 和 -0.445,在总体中介效应中分别占比 36.3%、14.2% 和 49.4%,两两之间的差异分别为 22.1%、-35.2% 和 13.1%。由此可见,通过提升人力资本产生的中介效应,不论是在绝对值上还是在总体中介效应的占比中,均远远高于其他两种途径,而通过提高企业治理效率获取产生的中介效应则相对最小。这说明与增强企业研发强度和提高企业治理效率相比,企业数字技术应用通过提升企业人力资本产生的中介效应最明显。

### 5 异质性分析

由于企业初始资源、决策倾向和地理区位不同,数字技术应用对不同类型企业产品成本优势的影响也可能有所差异。为进一步考察数字技术应用在帮助企业赢得产品成本优势方面所发挥的作用,本研究分别从企业产权性质、企业生命周期和所在地区市场化水平等 3 个方面对样本进行分组回归。①根据企业实际控制人属性将样本分为国有企业和非国有企业两种类型;②根据企业年龄是否超过样本企业平均年龄,将总样本划分为成长期和成熟期企业;③采用市场化指数测度市场化水平。市场化指数的计算方法来自樊纲等<sup>[29]</sup>的研究报告,由于自 2017 年开始部分数据未披露,当前仅能获得 2009~2016 年市场化指数,因此本研究采用均值插值法和均差外推法将数据外推至 2018 年。根据各年市场化程度的平均值,将市场化程度大于当年平均值的城市设为市场化水平较高的地区,否则为市场化水平较低的地区。分组回归结果见表 6。

表 6 列(1)和列(2)的分组回归结果表明,企业数字技术应用程度对非国有企业的销售成本率在 1% 的水平上显著为负,但对国有企业的销售成本率并不显著。可能的原因是:高阶梯队理论认为,管理者特质将显著影响企业经济决策。一方面,由于国有企业的管理层是具有政府背景的企业型政府官员,这导致其更热衷于追逐与自身政治绩效密切相关的企业短期

表 6 异质性检验

类别	企业控股属性		企业生命周期		地区市场化水平	
	非国有企业 (1)	国有企业 (2)	成长期企业 (3)	成熟期企业 (4)	较低 (5)	较高 (6)
E	-3.934*** (0.823)	-0.684 (0.723)	-4.026*** (0.846)	-1.109 (0.647)	-1.456 (1.129)	-2.493*** (0.823)
控制变量	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
地区固定效应	是	是	是	是	是	是
N	6 891	3 615	6 018	4 620	5 043	5 595
常数项	0.783*** (0.086)	0.774*** (0.081)	0.665*** (0.073)	0.855*** (0.087)	0.785*** (0.084)	0.694*** (0.077)
R <sup>2</sup>	0.564	0.598	0.577	0.595	0.617	0.542

收益;而数字技术应用需要与企业传统生产流程深度融合,对现有生产战略大规模革新,所以往往风险较大,一旦失败,企业型政府官员很可能会陷入难辞其咎的境地,即便成功也有可能只是“为他人做嫁衣”。因此,企业型政府官员对于进行数字技术应用这一风险型经营行为的动机并不强烈。另一方面,非国有企业拥有明确的经营目标和完善的管理层激励约束机制,面临的经营环境也更加市场化,其管理模式、组织人员结构等可以灵活调整,使之与数字技术应用能够有机融合,充分发挥数字技术应用在降低生产成本方面的效果;同时,非国有企业管理层为了追求资本效益最大化和企业长期竞争力,倾向于选择收益更大的经营策略。因此,非国有企业具有足够的动力推行数字技术的应用,进而赢得产品成本优势。

表 6 列(3)和列(4)的分组回归结果显示,对于成熟期企业,企业数字技术应用程度的系数不显著;而对于成长期企业,企业数字技术应用程度的系数在 1% 的水平上显著为负,意味着企业数字技术应用程度的提高主要降低了成长期企业的销售成本率。可能的解释是:数字技术应用的深远影响在于改变了传统的商业逻辑和管理思想,各种数字技术与企业运营的深度融合需要对企业传统价值链及运营管理流程进行规模性变革。根据生命周期理论,成熟期企业的运营模式容易引发信息沟通不灵、部门利益区隔以及官僚化日趋严重等“大企业病”。而数字技术转化为生产力需要将垂直的线型供应链转变为网状供应网,打破固有的职能部门之间的利益格局,但成熟期企业不仅面临较大的沉没成本,身处“船大难掉头”的发展困境,而且管理链条冗长、管理结构臃肿,组织更新和问

题反馈的传递途径不流畅,严重阻碍了数字技术“提效率、降成本”效果的发挥。而成长期企业为了在市场中生存并壮大,必须率先应用行业新技术、掌握核心竞争力,进而实现“弯道超车”。因此,成长期企业更有魄力率先应用新型数字技术,增强企业快速响应市场需求的能力,降低市场中实物资源配置的试错成本,以赢得产品成本优势。故成长期企业通过应用数字技术以获取产品成本优势的动机更加强烈。

表 6 列(5)和列(6)的分组回归结果表明,对于市场化水平较低地区的企业,企业数字技术应用程度的系数不显著;对于市场化水平较高地区的企业,企业数字技术应用程度的影响系数在 1%的水平上显著为负,说明地区市场化水平越高,企业数字技术应用对赢得产品成本优势的正向溢出效应越强。可能的解释是:在制度经济学的框架内,市场和政府都是资源配置的制度安排,两者互为替代,市场化水平较高意味着市场边界和政府边界处于均衡的张力范围以内,政府腐败减少,企业经营环境优化,有利于促使企业针对市场需求推进企业数字技术的应用。而在市场化水平较低的地区,政府权力过度集中,且缺乏有效的政府监管机制,这导致当地知识产权保护力度较弱,难以保障企业对数字技术成果的收益,不利于释放企业数字技术成果的溢出红利,进而抑制企业应用数字技术的意愿。此时政府对市场的替代效应愈发显著,政企关系更容易产生权力寻租的现象,致使企业更有可能从政府获取垄断资源,而不是通过应用数字技术来赢得产品成本优势。因此,地区市场化水平较高地区的企业通过数字技术的应用,会对产品成本优势产生更显著的边际作用。

## 6 拓展性分析

企业数字技术应用具有高固定成本与低边际成本的特征,需要巨大的先期投入,但企业资源是有限的,在数字技术方面的过度投资可能会产生“过犹不及”的反作用,增加企业在生产经营过程中发生的各种耗费,从而使得企业丧失产品成本优势。一方面,大量堆砌的数字技术可能导致企业管理方式混乱和日常维护成本上升;另一方面,由于目前中国的数字人才储备不足,而先进的数字技术基础设施需要相应的数字技能类人才进行操作,这提高了企业在数字技术应用过程中的人力成本,导致企业内部数字技术基础设施的应用效率低下。因此,不

同程度的企业数字技术应用与销售成本率之间可能存在起伏变化的博弈关系。

为检验企业数字技术应用程度与销售成本率之间是否存在非线性关系,本研究在模型(1)的基础上加入企业数字技术应用程度的二次项:

$$C_{i+1} = \beta_0 + \beta_1 E_i + \beta_2 E_i^2 + \sum Control_i + \gamma_t + Ind_i + \eta + \varepsilon_i, \quad (4)$$

式中,  $\beta_2$  为企业数字技术应用程度及其二次项的估计系数。

回归结果见表 7。由表 7 可知,企业数字技术应用程度的一、二次项都在 1%的水平上显著,计算可得转折点约为 0.039。而根据前文的描述性统计可知,企业数字技术应用程度的均值为 0.002,中位数为 0.001。因此对于样本中的大部分企业而言,随着企业数字技术应用程度的不断上升,企业销售成本率逐渐下降。当临近 0.039 的数字技术应用程度后,企业销售成本率达到最低点,企业可以获取最大的产品成本优势;但超过 0.039 之后,销售成本率将开始逐年上升,即企业数字技术应用程度与产品成本优势之间存在倒 U 形关系。这说明企业数字技术应用在一定程度上有助于企业赢得产品成本优势,表现为积极效应;一旦超过临界值,企业数字技术应用将抑制产品成本优势的扩大,即消极效应开始凸显。因此,数字技术应用与产品成本的关系是非线性的,在数字技术应用领域同样存在“IT 生产率悖论”现象。企业应用数字技术是一把“双刃剑”,在发展数字经济的热潮中,如果企业应用数字技术只是赶时髦式的“追风”,则可能让企业背负极大的负担;如果不注重企业数字化管理能力的提升,无法发挥数字技术的效能,反而会使企业丧失成本优势。

表 7 拓展性分析 (N=10 638)

类别	C
E	-4.404*** (0.879)
E <sup>2</sup>	56.890*** (15.645)
控制变量	是
时间固定效应	是
行业固定效应	是
地区固定效应	是
常数项	0.742*** (0.060)
R <sup>2</sup>	0.572

## 7 结语

本研究从企业微观视角出发,考察了企业

数字技术应用与产品成本优势的关系,为理解企业数字技术应用影响产品成本优势的微观传导路径提供了经验证据。研究表明:①现阶段的企业数字技术应用有利于企业赢得产品成本优势;②数字技术应用可进一步通过创新效应、治理效应和人才效应降低产品成本;③非国有企业、成长期企业和市场化水平较高地区企业的数字技术应用更有助于降低产品成本;④过度的数字技术应用反而会导致企业丧失产品成本优势。

本研究的启示作用在于:①企业应尽早树立正确的数字化转型意识,主动运用数字技术,提升企业服务能力、技术创新能力和治理水平,进而释放数字技术潜能,实现基于数字技术的转型升级,占据市场未来竞争的制高点。②企业应该奉行“应用、消化并吸收”的方针,根据自身的技能水平、业务发展,动态调整企业的数字要素配置,避免对数字技术应用的盲目跟风;同时重视数字化管理、文化等软环境对数字技术应用的重要保障作用,全方位培育企业的柔性能力。③对于政府而言,首先,完善企业高管的激励机制,着力营造借势数字技术、发展数字经济的浓厚氛围和优质空间;其次,维持市场边界与政府边界的均衡,压缩权力寻租空间,为企业数字技术应用提供良好的制度环境;最后,完善数字经济投资信息披露与指导机制,预防数字经济发展的“假象繁荣”,避免企业形成盲目的数字经济投资扎堆现象。

本研究的局限性及未来研究方向在于,如果基于资源的观点,企业对数字技术的单纯使用并不能为企业提供持续的竞争优势。而利用数字技术来创造独特的数字资源和技能能够使企业具备真正的核心竞争力,这是破解“IT生产率悖论”的关键。另外,数字技术应用对企业的作用可能因行业而异,且存在一定的时滞性,因此,需要从数字技术利用效率、数字技术的价值创造等维度深入考察数字技术应用与不同企业绩效的动态关系。

#### 参 考 文 献

[1] 唐松,赖晓冰,黄锐. 金融科技创新如何影响全要素生产率:促进还是抑制?——理论分析框架与区域实践[J]. 中国软科学, 2019(7): 134-144.

[2] NAMBISAN S. Digital entrepreneurship: toward a digital technology perspective of entrepreneurship[J]. Entrepreneurship Theory and Practice, 2017, 41(6): 1029-1055.

[3] YOO Y. Computing in everyday life: a call for re-

search on experiential computing[J]. MIS Quarterly, 2010, 34(2): 213-231.

- [4] 蔡莉,杨亚倩,卢珊,等. 数字技术对创业活动影响研究回顾与展望[J]. 科学学研究, 2019, 37(10): 1816-1824.
- [5] 谢卫红,林培望,李忠顺,等. 数字化创新:内涵特征、价值创造与展望[J]. 外国经济与管理, 2020, 42(9): 19-31.
- [6] 郭海,杨主恩. 从数字技术到数字创业:内涵、特征与内在联系[J]. 外国经济与管理, 2021, 43(9): 3-23.
- [7] 赵蓓,兰福音. 节俭式创新内涵——基于中国制造企业的扎根研究[J]. 经济与管理评论, 2020, 36(1): 26-36.
- [8] 甄珍,王凤彬. 新冠肺炎疫情对中国制造企业 GVC 嵌入的负面影响机制与风险研究[J]. 经济理论与经济管理, 2020(7): 4-16.
- [9] GROSSMAN G M, ROSSI-HANSBERG E. Trading tasks: a simple theory of offshoring[J]. American Economic Review, 2008, 98(5): 1978-1997.
- [10] 肖挺,孙苏伟. 制造业服务化对国际贸易影响的实证分析——基于 OECD 经济体的研究[J]. 宏观质量研究, 2020, 8(3): 61-70.
- [11] 刘睿雯,徐舒,张川川. 贸易开放、就业结构变迁与生产率增长[J]. 中国工业经济, 2020(6): 24-42.
- [12] 陈丽丽,郭少宇. 反倾销调查对中国出口企业产品成本加成率的影响[J]. 国际经贸探索, 2020, 36(9): 4-21.
- [13] AFUAH A. Dynamic boundaries of the firm: are firms better off being vertically integrated in the face of a technological change? [J]. Academy of Management Journal, 2001, 44(6): 1211-1228.
- [14] 王可,李连燕. “互联网+”对中国制造业发展影响的实证研究[J]. 数量经济技术经济研究, 2018, 35(6): 3-20.
- [15] 杨德明,刘泳文. “互联网+”为什么加出了业绩[J]. 中国工业经济, 2018(5): 80-98.
- [16] TEECE D J. Explicating dynamic capabilities: the nature and microfoundations of (sustainable) enterprise performance[J]. Strategic Management Journal, 2007, 28(13): 1319-1350.
- [17] ANDREW K. Smart manufacturing must embrace big data[J]. Nature, 2017, 544(7648): 23-25.
- [18] YOO Y, HENFRIDSSON O, LYYTINEN K. Research commentary—the new organizing logic of digital innovation: an agenda for information systems research[J]. Information Systems Research, 2010, 21(4): 724-735.
- [19] BRESNAHAN T F, BRYNJOLFSSON E, HITT L M. Information technology, workplace organization, and the demand for skilled labor: firm-level evidence[J]. Quarterly Journal of Economics, 2002, 117(1): 339-376.

(下转第 937 页)

- [16] 孙慧芳,王阳.“双积分”政策下新能源汽车供应链横向竞合研发博弈[J]. 数学的实践与认识,2020,50(22):67-77.
- [17] CHENG Y W, FAN T J. Production cooperation strategies for an FV automaker and a competitive NEV automaker under the dual-credit policy[J]. Omega, 2021, 103: 102391.
- [18] MAK H Y, RONG Y, SHEN J M. Infrastructure planning for electric vehicles with battery swapping [J]. Management Science,2013,59(7):1557-1575.
- [19] AVCI B, GIROTRA K, NETESSINE S. Electric vehicles with a battery switching station: adoption and environment impact [J]. Management Science, 2015, 61(4):772-794.
- [20] 马亮,仲伟俊,梅姝娥. 基于续航能力需求的新能源汽车产业链补贴策略研究[J]. 系统工程理论与实践,2018,38(7):1759-1767.
- [21] 于晓辉,许玖亮,叶兆兴,等.“双积分”政策下纯电动乘用车核心供应商质量提升的博弈分析[J]. 模糊系统与数学,2020,34(5):150-162.
- [22] MA J. BMW gets right for potential stake in Chinese battery giant [EB/OL]. (2018-07-17) [2021-06-01]. <https://www.bnnbloomberg.ca/bmw-gets-right-for-potential-stake-in-chinese-battery-giant-1.1108998>.
- [23] 唐华,艾兴政,钟丽. 基于产品与延保服务竞争的供应链协调机制研究[J]. 管理学报,2021,18(6):929-937.
- [24] YENIPAZARLI A. To collaborate or not to collaborate: prompting upstream eco-efficient innovation in a supply chain [J]. European Journal of Operational Research, 2017, 260(2): 571-587.
- [25] 徐春秋. 基于减排成本共担期权契约的供应链协调[J]. 运筹与管理,2018,27(7):20-27.
- [26] 王兴棠. 绿色研发补贴、成本分担契约与收益共享契约研究[J/OL]. 中国管理科学,2020:1-12 [2021-06-01]. <https://doi.org/10.16381/j.cnki.issn1003-207x.2019.1869>.
- [27] 代建生,于诗妍. 风险厌恶和广告促销下基于收益共享的补货协调政策[J]. 管理学报,2020,17(7):1096-1106.
- [28] GURNANI H, ERKOC M. Supply contracts in manufacturer-retailer interactions with manufacturer-quality and retailer effort-induced demand [J]. Naval Research Logistics (NRL), 2008, 55(3): 200-217.
- [29] WANG J B, HUANG L F. A game-theoretic analytical approach for fostering energy-saving innovation in the electric vehicle supply chain[J]. SAGE Open, 2021, 11(2): 21582440211021581.

(编辑 桂林)

通讯作者: 刘丛(1989~),女,河南滑县人。河南大学(河南省开封市 475001)商学院讲师,博士。研究方向为契约设计、绿色供应链。E-mail:liu\_c@henu.edu.cn

(上接第 918 页)

- [20] BERGER A N. The economic effects of technological progress: evidence from the banking industry [J]. Journal of Money Credit & Banking, 2003, 35(2):141-176.
- [21] 李东红,乌日汗,陈东. “竞合”如何影响创新绩效:中国制造业企业选择本土竞合与境外竞合的追踪研究[J]. 管理世界,2020,36(2):161-181.
- [22] 胡斌,刘作仪. 物联网环境下企业组织管理特征、问题与方法[J]. 中国管理科学,2018,26(8):127-137.
- [23] 台航,崔小勇. 人力资本结构与技术进步——异质性影响分析及其跨国经验证据[J]. 南开经济研究,2019(4):143-166.
- [24] 孙早,侯玉琳. 工业智能化如何重塑劳动力就业结构[J]. 中国工业经济,2019(5):61-79.
- [25] 中国信息通信研究院. 中国数字经济发展白皮书(2020年)[EB/OL]. (2020-07-12) [2021-08-27]. <https://thinktank.sciencereading.cn/booklib/v/newsdetail/122/0/552185.html>.
- [26] 祁怀锦,曹修琴,刘艳霞. 数字经济对公司治理的影响——基于信息不对称和管理者非理性行为视角[J]. 改革,2020(4):50-64.
- [27] 赵宸宇. 数字化发展与服务化转型——来自制造业上市公司的经验证据[J]. 南开管理评论,2021,24(2):149-163.
- [28] 柳士顺,凌文铨. 多重中介模型及其应用[J]. 心理科学,2009,32(2):433-435,407.
- [29] 樊纲,王小鲁,张立文,等. 中国各地区市场化相对进程报告[J]. 经济研究,2003(3):9-18.

(编辑 桂林)

通讯作者: 周洲(1975~),男,重庆人。重庆大学(重庆市 400044)公共管理学院副教授暨公共经济与公共政策研究中心研究员。研究方向为制度经济学、数字经济。E-mail: zzyy\_75@cqu.edu.cn