

数字技术对企业无形资产投入强度的影响

杏稼龙, 吴福象, 徐霞

(南京大学 经济学院, 江苏 南京 210093)

[摘要] 释放数字技术对企业无形资产的创新效应, 成为塑造国家创新优势的关键环节。基于2010—2021年的中国制造业上市企业面板数据, 采用质量阶梯模型分析数字技术对企业无形资产投入强度的作用机制。研究发现: 数字技术显著提升企业无形资产投入强度; 在数字化转型程度较高的企业、所在行业与ICT行业关联度较高的企业和地处高数字化水平区域的企业中, 数字技术对企业无形资产投入强度的促进作用较强; 数字技术通过市场规模效应和效率增进效应, 影响企业无形资产投入强度。

[关键词] 数字技术; 无形资产; 企业创新; 无形资产投入强度; 数字化转型

[中图分类号] F124.3

[文献标志码] A

[文章编号] 1007-9556(2024)05-0043-14

Impact of Digital Technology on the Intensity of Corporate Investment in Intangible Capital

XING Jia-long, WU Fu-xiang, XU Xia

(School of Economics, Nanjing University, Nanjing 210093, China)

Abstract: The innovation effect of digital technology on corporate intangible capital is of great significance in shaping national innovation advantage. Based on the panel data of China's listed manufacturing corporations from 2010 to 2021, the paper used the quality ladder model to analyze the action mechanism of digital technology affecting the intensity of corporate investment in intangible capital. The study found that: digital technology significantly improved the investment intensity. Moreover, the promotion effect of digital technology was particularly pronounced in corporations with higher levels of digital transformation, those having strong associations to the ICT sector, and those located in regions characterized by high levels of digitization. The action channels in this relation included the market scale effect and the efficiency enhancement effect.

Key Words: digital technology; intangible capital; enterprise innovation; investment intensity in intangible capital; digital transformation

一、引言

近年来, 中国政府通过深入实施创新驱动发展战略, 努力突破“卡脖子”技术难题。相较于有形资本, 软件、数据、专利和品牌等为核心的无形资产, 逐渐成为经济高质量发展的驱动因素(郑世林、杨梦

俊, 2020; 段巍等, 2023; 李宝瑜等, 2023)^[1-3]。新古典经济学理论认为, 资本、土地和劳动力等有形资本是企业生产函数的主要要素, 但该理论忽视了无形资产的重要性(Corrado et al., 2022)^[4]。

在数字经济时代, 以互联网为代表的数字技术

[基金项目] 国家社会科学基金重大项目(20&ZD123); 国家自然科学基金面上项目(72073061)。

[作者简介] 杏稼龙(1995—), 男, 甘肃庆阳人, 南京大学经济学院博士研究生, 主要研究方向是产业经济与创新经济; 吴福象(1966—), 男, 安徽安庆人, 南京大学经济学院教授, 经济学博士, 主要研究方向是关键核心技术突破与全球创新链治理; 徐霞(1993—), 女, 湖北恩施人, 南京大学经济学院博士研究生, 主要研究方向是复杂网络与关键技术创新。

对无形资本配置有着不容忽视的重要性(胡亚茹、张日权,2023)^[5]。无形资本的非竞争性特征有助于数字技术扩大无形资本市场规模(Jones and Tonetti, 2020; Corrado et al., 2022)^[4,6]。数字技术的近似零成本特征,不仅有助于降低企业使用无形资本的成本(赵静梅等,2023)^[7],促进无形资本充分流动(Forman and Van Zeebroeck, 2019)^[8],也有助于提高无形资本配置效率,激发企业创新活力。因此,探究无形资本投入强度的影响因素和作用机理,既是对传统生产函数的有益补充,也为理解企业创新行为提供了新视角(Corrado et al., 2022)^[4]。

学者们主要探讨了无形资本的概念与类型(Corrado et al., 2022)^[4],测算了中国省级层面的无形资本存量(郑世林、杨梦俊,2020;段巍等,2023)^[1-2],考察了不同类型的无形资本对企业生产率(Bloom et al., 2012)^[9]、企业创新(徐翔、赵墨非,2020;徐翔等,2023)^[10,11]、宏观经济增长(Corrado et al., 2022; 段巍等,2023)^[2,4]的影响。然而,鲜有研究关注数字技术对企业无形资本投入强度的影响,从而不利于深入理解企业创新实践。

本文的边际贡献在于:(1)基于企业研发创新视角,阐明数字技术影响企业无形资本投入强度的作用机制,不仅有助于丰富企业创新研究视角,也有助于深刻认识无形资本投入驱动创新发展的作用路径;(2)实证研究数字技术对企业无形资本投入强度的影响效应与程度,并从市场规模效应与效率增进效应视角,检验数字技术影响企业无形资本投入强度的作用机制,有利于加深认识数字技术对企业无形资本投入强度的影响,为政府部门实施科技创新政策提供学理依据与政策参考。

二、文献综述

(一)无形资本的相关研究

郑世林和杨梦俊(2020)^[1]基于 CHS 框架,估计了中国省级层面的无形资本存量。段巍等(2023)^[2]从宏观层面估计了中国城镇部门的无形资本存量。Bloom et al.(2012)^[9]通过研究美国 IT 产业,考察了企业人力资本和组织资本对企业生产率的促进效应。徐翔等(2023)^[11]通过构建数理模型,分析了数据资本对经济增长与企业创新的影响。徐翔和赵墨非(2020)^[10]通过引入包含数据资本的内生增长模型,考察了数据资本对经济增长的直接影响和溢出效应。段巍等(2023)^[2]通过构建包含无形资本的动态一般均衡模型,分析了无形资本深化对经济增长的长期影响。

(二)数字技术影响企业创新的相关研究

数字技术与企业创新之间的关系,已成为学界关注的焦点问题之一(Zhou et al., 2023)^[12]。部分文献考察了企业研发合作网络对创新活动的促进作用。Ding et al.(2010)^[13]认为,信息技术对研发人员的合作和生产效率均产生积极影响。黄群慧等(2019)^[14]运用超边际与一般均衡分析法,揭示了互联网发展对制造业效率的提升作用。Wernsdorf et al.(2022)^[15]认为,ICT 技术可以有效促进创新合作。也有文献指出,数字技术通过提高企业信息处理能力或技术吸收能力,促进企业创新产出。Kroh et al.(2018)^[16]认为,信息技术能够通过提升企业信息处理能力,提高企业创新绩效。Bouncken et al.(2023)^[17]认为,数字技术不仅可以改善企业在跨境研发联盟中的协调与沟通能力,也可以提高企业技术吸收能力。Zhou et al.(2023)^[12]指出,数字技术既可以拓展企业知识广度与深度,也可以显著提高企业创新绩效。沈坤荣等(2023)^[18]探讨了网络基础设施对企业新技术开发的促进作用。Yu and Meng(2023)^[19]指出,区域数字化通过促进知识溢出推动企业创新。Chen and Kim(2023)^[20]认为,数字化转型通过知识流、技术人员、研发投入和创新意识,促进企业创新。

综上所述,现有研究已充分认识到无形资本的重要性,并探讨了数字技术对企业创新活动的影响,为进一步考察数字技术对无形资本投入强度的影响奠定了基础。但是,数字技术对企业创新活动的影响仍停留在劳动力、实验设备等有形资本层面,尚未有文献深入考察无形资本在企业创新活动中的积极作用。

三、数字技术影响企业无形资本投入强度的内在机理

借鉴 Grossman and Helpman(1993)^[21]的质量阶梯模型(Rising Product Quality),在区分有形资本和无形资本的基础上,考察数字技术对无形资本投入强度的影响。与以往研究相比,模型的不同之处在于:一是企业通过使用无形资本提升中间产品质量,并使用无形资本和有形资本共同生产最终产品,从而深化了产品质量创新升级环节的研究层次;二是分析数字技术对企业无形资本非竞争性共享规模和使用效率的影响,从而更好地刻画数字技术对无形资本投入强度的影响。

(一)家庭部门

假设经济中存在 j 个行业,每个行业第 m 代产品的质量 $q_m(j)$,每一代产品质量是上一代产品

的 λ 倍,即 $q_m(j)=\lambda q_{m-1}(j)$,家庭会消费各个行业中的最终品。家庭总效用和瞬时效用函数分别满足式(1)和式(2):

$$U_t = \int_0^{\infty} e^{-\rho(\tau-t)} \log D(\tau) d\tau \quad (1)$$

$$\log D(\tau) = \int_0^1 \log [\sum_m q_m(j) x_{mt}(j)] di \quad (2)$$

其中, ρ 是主观贴现率, $x_{mt}(j)$ 表示 j 行业 t 时期质量为 m 的家庭中间品消费量。

假设不同行业的中间产品完全替代,消费者在各个行业之间平均分配支出。需求满足 $x_{mt}(j)=E(t)/p_{mt}(j)$, $E(t)$ 是家庭总支出。

家庭的跨时域优化问题满足式(3):

$$\frac{\dot{E}}{E} = r - \rho \quad (3)$$

其中, r 是利率,选择总支出 $E=1$ 。

式(3)变形为:

$$r = \rho, \forall t \quad (4)$$

(二)企业部门

数字技术水平为 ψ 的制造业企业通过使用无形资本,开展研发创新活动,提高中间产品质量。单位无形资本投入强度下企业需要的无形资本量为 I ,企业使用有形资本和无形资本共同生产最终产品。此外,数字技术不仅扩大无形资本市场规模,也会影响无形资本使用效率。

从数字技术对无形资本市场规模的影响来看,5G、大数据和云计算等新兴数字技术有助于降低企业的各类成本,有助于企业充分获取外部无形资本(赵静梅,2023;Chen and Kim,2023)^[17,20],从而扩大了无形资本市场规模(Jones and Tonetti,2020)^[6]。基于此,数字技术影响无形资本市场规模的函数满足式(5):

$$G = G_0 \ln(\psi^\alpha), \psi > e, \alpha > 1 \quad (5)$$

其中, G_0 是大于0的常数,表示初始时刻的无形资本市场规模; ψ 是企业数字技术水平,数值越大,表明企业掌握的数字技术水平越高; α 是膨胀因子,衡量数字技术引致的无形资本市场规模膨胀速率; $\partial G/\partial \psi > 0$ 且 $\partial^2 G/\partial \psi^2 < 0$,说明数字技术会扩大无形资本市场规模,且边际促进作用递减。

从数字技术对无形资本使用效率的影响来看,数字技术应用不仅会扩大无形资本市场规模,也会提高企业创新租金(Young,1998)^[22],使得企业有更强烈的意愿提高无形资本利用效率。同时,数字技术不仅加快了无形资本的流动配置,有助于提高无形

资本配置效率(刘志彪、孔令池,2021)^[23],也可以提升管理者获取信息、评估项目的能力,驱动管理者采取积极的创新战略(Ding et al.,2010)^[13],从而有助于提高企业无形资本利用效率。无形资本投入量的函数设定为:

$$I = I_0 \psi^{-\beta}, \psi > e, \beta > 0 \quad (6)$$

其中, I_0 是大于0的常数,表示初始时刻的无形资本投入量; ψ 表示企业数字技术水平; β 是效率因子,衡量数字技术水平对无形资本使用效率的影响; $\partial I/\partial \psi < 0$ 且 $\partial^2 I/\partial \psi^2 > 0$,说明企业数字技术水平越高,无形资本投入量越少,且边际递减。

假设一单位最终产品恰好需要一单位无形资本和 n 单位有形资本,则每种最终产品的边际成本可表示为:

$$MC = p_I + n p_T = \eta p_I, \eta > 1 \quad (7)$$

其中, p_T 是无形资本的价格, p_I 是有形资本的价格, $1/\eta$ 衡量了每种无形资本在最终产品成本中的比重。

假设行业 j 内的若干企业是寡头竞争,技术领先企业为了挤出技术追随企业,会在伯川德—纳什均衡中采取“限制定价”策略,且技术追随企业的产品定价等于产品的边际成本 MC 。无论技术领先企业的产品质量领先追随者多少代差,技术领先企业的最优定价策略总是略低于 $\lambda \eta p_I$,导致技术领先企业不再开展研发活动,使得创新行为只发生在技术追随企业之中。当技术追随企业成功实现创新时,追随者与领先者交换市场位置,导致市场中的所有产品价格相同($p = \lambda \eta p_I$)。技术领先企业的总销量为:

$$x = E/p = 1/\lambda \eta p_I \quad (8)$$

技术领先企业的利润流为:

$$\pi = E - \delta = 1 - \frac{1}{\lambda} \quad (9)$$

假设企业 dt 时间段内的无形资本投入强度为 ζ ,无形资本投入数量为 ζI ,研发成功概率为 ζdt ,企业的资本市场价值为 v 。当企业研发成功时,企业价值变化 $v \zeta dt$ 。当企业研发失败时,企业价值变化 $p_I \zeta I dt$ 。企业开展研发活动的最优决策满足式(10):

$$\max_{\zeta} \{v \zeta dt - p_I \zeta I dt\} \quad (10)$$

将式(6)带入式(10),当 $v < p_I I_0 \psi^{-\beta}$ 时, $\zeta = 0$;当 $v > p_I I_0 \psi^{-\beta}$ 时,企业无形资本投入强度 ζ 趋于无穷,在经济现实中不成立;当 $v = p_I I_0 \psi^{-\beta}$ 时, $\zeta \geq 0$ 。

因此,企业研发的自由进入条件满足式(11):

$$v \leq p_I I_0 \psi^{-\beta} \quad (11)$$

企业的资本市场价值满足式(12):

$$\pi + \dot{v} - v\zeta = rv \quad (12)$$

将式(4)和式(9)代入式(12)后,可得式(13):

$$\frac{\dot{v}}{v} = \zeta + \rho - \frac{1-\delta}{v} \quad (13)$$

令 $V=1/v$, 则式(13)变形为:

$$\frac{\dot{V}}{V} = (1-\delta)V - \zeta - \rho \quad (14)$$

(三)均衡路径

假设一单位最终产品恰好需要一单位无形资本和 n 单位有形资本, 企业生产部门对无形资本的需求等于企业最终产品的总销量 ($x=1/\lambda\eta p_1=\delta/\eta p_1$), 企业研发对无形资本的需求为 $\zeta I_0 \psi^{-\beta}$, 无形资本总规模由式(5)刻画。无形资本的供需均衡满足式(15):

$$\zeta I_0 \psi^{-\beta} + \frac{\delta}{\eta p_1} = G_0 \ln(\psi^\alpha) \quad (15)$$

无形资本 $\zeta I_0 \psi^{-\beta}$ 不可能小于 0, 得到:

$$p_1 \geq \frac{\delta}{\eta G_0 \ln(\psi^\alpha)} \quad (16)$$

结合企业研发自由进入条件及式(15)和式(16), 可解出企业无形资本投入强度 ζ 的表达式:

$$\zeta = \begin{cases} \frac{G_0 \ln(\psi^\alpha)}{I_0 \psi^{-\beta}} - \frac{\delta}{\eta v}, & v > \frac{\delta I_0 \psi^{-\beta}}{\eta G_0 \ln(\psi^\alpha)} \\ 0, & v \leq \frac{\delta I_0 \psi^{-\beta}}{\eta G_0 \ln(\psi^\alpha)} \end{cases} \quad (17)$$

代入 $V=1/v$, 式(17)变形为:

$$\zeta = \begin{cases} \frac{G_0 \ln(\psi^\alpha)}{I_0 \psi^{-\beta}} - \frac{\delta}{\eta} V, & V < \frac{\eta G_0 \ln(\psi^\alpha)}{\delta I_0 \psi^{-\beta}} \\ 0, & V \geq \frac{\eta G_0 \ln(\psi^\alpha)}{\delta I_0 \psi^{-\beta}} \end{cases} \quad (18)$$

式(14)与式(18)共同决定了均衡状态下的企业资本市场价值与无形资本投入强度。联立式(14)与式(18), 可解得稳态均衡条件:

$$\zeta = (1-\mu) \frac{G}{I} - \mu \rho = (1-\mu) \frac{G_0}{I_0} \alpha \ln \psi - \mu \rho \quad (19)$$

其中, $\mu=1/(\eta/\delta-\eta+1)$, 介于 0 到 1 之间; 企业无形资本投入强度 ζ , 是数字技术水平 ψ 、无形资本与最终产品成本比值的倒数 η 、产品质量提升带来的成本下降量 δ 和主观贴现率 ρ 的函数。

根据链式求导法则, 可将数字技术对企业无形资本投入强度的影响, 分解为市场规模效应和效率增进效应, 满足式(20):

$$\frac{\partial \zeta}{\partial \psi} = \frac{\partial \zeta}{\partial G} \times \frac{\partial G}{\partial \psi} + \frac{\partial \zeta}{\partial I} \times \frac{\partial I}{\partial \psi} \quad (20)$$

其中, 等式右侧第一项是市场规模效应, 第二项是效率增进效应。

市场规模效应, 是指数字技术通过扩大无形资本市场规模, 提高企业无形资本投入强度。效率增进效应, 是指数字技术通过改善无形资本使用效率, 提高企业无形资本投入强度。

从式(5)和式(19)可以看出: 市场规模效应大于 0, 说明企业数字技术水平越高, 无形资本市场规模越大, 企业无形资本投入强度越高; 若仅考察市场规模效应, 则式(19)退化为 $\zeta=(1-\mu)G_0 \ln \psi^\alpha / I-\mu \rho$; 对退化后的式(19)两边取对数再对 ψ 求导后, 存在 $\psi^* > e$, 当 $\psi > \psi^*$ 时, $g_\zeta = g_\psi / \ln \psi > 0$, 说明当企业数字技术水平足够高时, 企业无形资本投入强度增长率为正; 企业数字技术水平增长率越高或数字技术水平越低, 无形资本投入强度增长率越高; 随着数字技术水平不断提高, 企业无形资本投入强度增长率逐渐接近 0。基于上述分析, 得到命题 1。

命题 1: 在企业创新升级中间品质量过程中, 数字技术不仅扩大了无形资本市场规模, 也提高了无形资本投入强度; 企业数字技术水平增长越快, 无形资本投入强度增长越快; 数字技术水平对无形资本投入强度的影响边际递减, 最终趋近于 0。

从式(6)和式(19)可以看出: 效率增进效应大于 0, 说明数字技术水平越高, 企业无形资本使用效率越高, 无形资本投入强度越高; 若仅考察效率增进效应, 则式(19)退化为 $\zeta=(1-\mu)G/(I_0 \psi^{-\beta})-\mu \rho$; 对退化后的式(19)两边取对数再对 ψ 求导后, 存在 $\psi^{**} > e$, 当 $\psi > \psi^{**}$ 时, $g_\zeta = \beta g_\psi > 0$, 说明在企业数字技术水平足够高的情况下, 企业无形资本投入强度增长率既与数字技术水平增长率正相关, 也与数字技术效率正相关; 企业数字技术水平越高, 无形资本投入强度增长率越接近 0。基于上述分析, 得到命题 2。

命题 2: 在企业创新升级中间品质量过程中, 数字技术不仅可以提高无形资本使用效率, 也可以提升企业无形资本投入强度; 在企业数字技术水平足够高的情况下, 企业无形资本投入强度增长率取决于数字技术增长率与数字技术效率的乘积; 数字技术对无形资本投入强度的影响边际递减, 最终趋近于 0。

命题 1 和命题 2 说明, 在企业创新升级中间品质量过程中, 数字技术通过扩大无形资本市场规模, 提高无形资本使用效率, 提升企业无形资本投入强度。事实上, 无论是扩大无形资本的市场规模效应, 还是提高无形资本的效率增进效应, 均是非竞争性共享特征的结果。因此, 有必要将市场规模效应与效率增进效应置于统一框架下进行分析。

由式(20)解得 $\partial \xi / \partial \psi > 0$, 即数字技术提高了企业无形资本投入强度。对式(19)两边取对数再对 ψ 求导后, 存在 $\psi^{***} > e$, 当 $\psi > \psi^{***}$ 时, $g_{\xi} = (\beta + 1 / \ln \psi) g_{\psi} > 0$, 说明当企业数字技术水平足够高时, 企业无形资本投入强度增长率既与企业数字技术水平增长率正相关, 也与企业数字技术效率正相关, 但与企业数字技术水平负相关。基于上述分析, 得到命题 3。

命题 3: 在企业创新升级中间品质量过程中, 受无形资本非竞争性共享特征的影响, 数字技术通过市场规模效应和效率增进效应, 提高企业无形资本投入强度; 当企业数字技术水平足够高时, 随着企业数字技术水平的提高, 无形资本投入强度增长率会下降, 最终趋近于 0。

命题 1 至 3 表明, 在企业不断提高中间品质量过程中, 受无形资本非竞争性共享特征的影响, 企业可以通过市场规模效应和效率增进效应, 提高企业无形资本投入强度和使用效率。综上所述, 提出假说 1 和假说 2。

假说 1: 在企业研发创新中, 数字技术有助于提高企业无形资本投入强度。

假说 2: 在企业研发创新中, 数字技术通过市场规模效应和效率增进效应, 提高无形资本投入强度。

四、研究设计

(一) 基准回归模型

根据数字技术影响企业无形资本投入强度的内在机理, 设定的基准回归模型如式(21)所示:

$$IC_{it} = \alpha + \beta_0 DT_{it} + \sum_{j=1}^n \beta_j X_{jit} + \lambda_i + \mu_t + \varepsilon_{it} \quad (21)$$

其中, IC_{it} 是企业无形资本投入强度; DT_{it} 是企业数字技术水平; X_{jit} 是控制变量; ε_{it} 是扰动项; λ_i 和 μ_t 分别表示个体效应和时间效应; β_0 是估计系数, 表示企业数字技术对无形资本投入强度的影响方向与程度。

(二) 变量与数据

1. 企业无形资本投入强度($IC1$)。Corrado et al. (2022)^[4]将无形资本分为数字化信息资本、创新资本和经济竞争力资本。创新资本包括 R&D 资本, 矿藏勘探、动漫、电影以及其他娱乐资本, 新建筑和工程设计资本, 金融新产品设计资本(段巍等, 2023)^[2]。R&D 资本作为无形资本的一种重要类

型, 支出数据可以直接被用来计量无形资本投入量(郑世林、杨梦俊, 2020)^[1]。借鉴郑世林和杨梦俊(2020)^[1]的研究, 采用工业品出厂价格指数(权重为 0.2)、消费者物价指数(权重为 0.35)与固定资产投资价格指数(权重为 0.45), 合成 R&D 资本价格平减指数, 对企业 R&D 资本投入进行平减。使用平减后的企业 R&D 资本投入占企业总投入的比重, 衡量企业无形资本投入强度(张彬斌, 2022)^[24]。由于数据的可获得性, 未将数字化信息资本与经济竞争力资本纳入无形资本之中, 可能带来向上的估计偏误。因此, 后文采用企业无形资本总量数据进行稳健性检验。

2. 企业数字技术水平($DT1$)。采用数字技术专利获得数量, 衡量企业数字技术水平。根据蔡跃洲和牛新星(2021)^[25]对 ICT 制造业和 ICT 服务业的界定, 从国际专利 IPC 分类表中筛选出与数字技术相关的 IPC 分类号 4 位码, 并统计企业在数字技术领域内的发明专利数量。^①数字技术发明专利数量越多, 说明企业数字技术水平越高。

3. 控制变量。参考黄群慧等(2019)^[14]和沈坤荣等(2023)^[18]的做法, 选择企业层面和省份层面的控制变量。企业层面的控制变量包括: 总资产周转率($Totastto$), 采用营业总收入与期初和期末平均总资产的比值衡量; 高管持股比例($Extshrt$), 采用公司高管持股数量占公司总股数的比值衡量; 流动比率($Curttrt$), 采用流动资产合计与流动负债合计的比值衡量; 资产负债率($Aslbrt$), 采用负债合计与资产总计的比值衡量; 净资产收益率(Roe), 采用净利润与期初和期末平均股东权益的比值衡量; 企业年龄(Age), 2023 减去企业成立年份; 企业净利润($NetProf$), 采用企业税后利润衡量。省份层面的控制变量包括: 经济发展水平($Econ$), 采用人均 GDP 的对数值衡量; 对外开放程度($ImExShare$), 采用进出口总额与 GDP 的比值衡量; 产业结构($Struc$), 采用第二产业产值占 GDP 的比重衡量; 财政自由度(Fin), 采用一般公共预算收入与一般公共预算支出的比值衡量。变量说明、变量的描述性统计和相关系数矩阵分别见表 1、表 2 和表 3。

表 1 变量说明

类别	变量名	符号	说明
被解释变量	无形资本投入强度	$IC1$	研发类无形资本占企业总支出的比值
核心解释变量	数字技术水平	$DT1$	$\ln(1 + \text{数字技术专利})$

表 1(续)

类别	变量名	符号	说明
控制变量	总资产周转率	<i>Totastto</i>	营业总收入/期初和期末平均总资产
	高管持股比例	<i>Extshrt</i>	高管持股数量占公司总股数的比值
	流动比率	<i>Curtrt</i>	流动资产合计/流动负债合计
	资产负债率	<i>Aslbrt</i>	负债合计/资产总计
	净资产收益率	<i>Roe</i>	净利润/期初和期末平均股东权益
	企业年龄	<i>Age</i>	2023-企业成立年份
	企业净利润	<i>NetProf</i>	净利润的自然对数
	经济发展水平	<i>Econ</i>	ln(人均 GDP)
	对外开放程度	<i>ImExShare</i>	进出口总额/GDP
	产业结构	<i>Struc</i>	第二产业产值占 GDP 的比值
	财政自由度	<i>Fin</i>	一般公共预算收入/一般公共预算支出

(三)数据说明

考虑数据的可获得性,选择 2010—2021 年的中国 992 家制造业上市企业面板数据作为研究样本。

本。省份层面的数据来自国家统计局网站,上市制造业企业的数据来自中国研究数据服务平台(CNRDS)。

表 2 变量的描述性统计

符号	观测值	均值	标准差	最小值	最大值
<i>IC1</i>	11904	4.7178	30.4182	-143.3828	2731.4070
<i>DT1</i>	11904	0.6892	1.2270	0.0000	8.5766
<i>Totastto</i>	11855	0.7144	0.5318	0.0000	22.2359
<i>Extshrt</i>	11735	4.3167	10.7659	0.0000	89.2500
<i>Curtrt</i>	11856	2.5061	4.4713	0.0110	204.7421
<i>Aslbrt</i>	11856	0.4423	0.3788	0.0071	29.4540
<i>Roe</i>	11856	-0.0417	6.8258	-687.8636	73.3672
<i>Age</i>	11904	26.2929	4.7605	12.0000	65.0000
<i>NetProf</i>	11904	45.4563	213.6377	-4666.2330	5572.0530
<i>Econ</i>	11904	11.0144	0.4777	9.4636	12.1417
<i>ImExShare</i>	11901	0.2064	0.2131	0.0000	0.9443
<i>Struc</i>	11904	42.2646	8.5109	15.8000	62.0000
<i>Fin</i>	11904	0.6292	0.1949	0.0665	0.9314

表 3 变量的相关系数矩阵

变量	<i>IC1</i>	<i>DT1</i>	<i>Totastto</i>	<i>Extshrt</i>	<i>Curtrt</i>	<i>Aslbrt</i>	<i>Roe</i>	<i>Age</i>	<i>NetProf</i>	<i>Econ</i>	<i>ImExShare</i>	<i>Struc</i>	<i>Fin</i>
<i>IC1</i>	1.0000												
<i>DT1</i>	0.0275	1.0000											
<i>Totastto</i>	-0.0464	-0.0057	1.0000										
<i>Extshrt</i>	0.0160	-0.0280	-0.1019	1.0000									
<i>Curtrt</i>	0.0235	-0.0347	-0.0619	0.1668	1.0000								
<i>Aslbrt</i>	0.0736	0.0415	0.0384	-0.1377	-0.2429	1.0000							
<i>Roe</i>	-0.0196	0.0079	0.0126	0.0067	0.0036	-0.0210	1.0000						
<i>Age</i>	0.0067	-0.0129	0.0657	-0.1358	-0.0437	0.0852	0.0098	1.0000					
<i>NetProf</i>	-0.0022	0.1512	0.0955	-0.0423	-0.0170	-0.0225	0.0024	0.0506	1.0000				
<i>Econ</i>	0.0118	0.1318	-0.0409	0.0179	-0.0281	-0.0495	-0.0148	0.0490	0.0828	1.0000			
<i>ImExShare</i>	0.0255	0.0808	0.0442	0.1806	0.1014	-0.0603	-0.0230	0.1426	0.0313	0.3916	1.0000		
<i>Struc</i>	-0.0105	-0.1199	0.0388	0.0820	0.0202	0.0032	0.0108	0.0039	-0.0895	-0.4922	-0.0329	1.0000	
<i>Fin</i>	0.0175	0.1290	0.0328	0.1662	0.0616	-0.0785	-0.0133	0.0651	0.0224	0.6552	0.7443	-0.0979	1.0000

五、实证结果与分析

(一)基准回归结果

从表 4 列(1)至(4)可以看出,企业数字技术水平 *DT1* 的估计系数显著为正,说明数字技术显著提高了企业无形资本投入强度,验证了假说 1。在现有研究中,Zhou et al.(2023)^[12]认为,互联网技术可以促进知识跨越地理距离与技术距离进行流动。沈坤荣等(2023)^[18]发现,互联网基础设施会扩展企业创新边界,带来较多的新产品。研究结论与现有研究结论具有一致性,并进一步从无形资本投入强度视角,揭示了数字技术对企业创新行为的促进作用。

表 4 基准回归结果

变量	(1)	(2)	(3)	(4)
	OLS	FE	FE	FE
	<i>IC1</i>	<i>IC1</i>	<i>IC1</i>	<i>IC1</i>
<i>DT1</i>	0.6854*** (0.1509)	0.3579** (0.1424)	0.3292** (0.1449)	0.2719* (0.1589)
<i>Totastto</i>			-2.2651* (1.3293)	-1.9173* (1.0404)
<i>Extshrt</i>			-0.0091 (0.0218)	-0.0515 (0.0639)
<i>Curttrt</i>			-0.1017 (0.1732)	-0.1547 (0.1948)
<i>Aslbrt</i>			1.1558* (0.6385)	0.2820 (1.0257)
<i>Roe</i>			-0.0899 (0.1199)	-0.0784 (0.1042)
<i>Age</i>			0.0720 (0.0615)	0.0476 (0.0838)
<i>NetProf</i>			0.0010 (0.0006)	0.0010 (0.0009)
<i>Econ</i>				0.8538 (5.2301)
<i>ImExShare</i>				16.6331 (17.8080)
<i>Struc</i>				0.1534 (0.2686)
<i>Fin</i>				86.8640 (88.4101)
<i>cons</i>	4.2454*** (0.4694)	3.8225*** (0.4141)	3.7405** (1.6102)	-72.2270 (73.7396)
年份固定效应	否	是	是	是
个体固定效应	否	是	是	是
观测值	11904	11904	11734	11731
调整 R ²	0.0008	0.0007	0.0022	0.0186

注:括号内是企业层面聚类稳健标准误;*,**、*** 分别表示在 10%、5%、1%的显著性水平下显著;下同。

(二)内生性处理

企业数字技术对无形资本投入强度影响的估计结果,可能会受到内生性问题的干扰。尽管在基准回归模型中采用了企业层面聚类的面板双重固定效应模型,已尽可能缓解企业异质性特征带来的内生性问题,但企业数字技术与无形资本投入强度依旧可能受到其他因素的影响,从而带来估计偏误。企业数字技术与无形资本投入强度之间可能存在反向因果关系,原因在于,无形资本投入强度越大的企业,技术吸收能力也相对更高,可能会进一步提高企业数字技术水平。基于此,本文分别从增加潜在遗漏变量、采用工具变量法和排除样本自选择偏差三方面,缓解模型的内生性问题。

1.增加遗漏变量。参考安同良和杨晨(2020)^[18]、沈坤荣等(2023)^[26]的做法,进一步选取的控制变量包括:(1)政府研发补助(*GovSub*),采用企业受政府补助的对数值衡量;(2)主营业务比率(*Maibusrt*),采用营业利润占利润总额的比值衡量;(3)企业负债水平(*Debt*),采用企业负债的对数值衡量;(4)企业收入水平(*Revenue*),采用企业收入的对数值衡量;(5)独立董事比例(*Indpdtrt*),采用独立董事占全部董事人数的比值衡量;(6)地区教育水平(*HighEdu*),采用高等学校的数量衡量。区域层面的数据来自中经网,企业层面的数据来自中国研究数据服务平台(CNRDS)。从表 5 列(1)可以看出,企业数字技术水平 *DT1* 的估计系数显著为正,说明基准回归的研究结论依旧成立。

2.工具变量法。借鉴白俊红和卞元超(2016)^[27]、黄群慧等(2019)^[14]的做法,采用 IV-2SLS 法重新对基准回归模型进行回归。参考白俊红和卞元超(2016)^[27]的做法,以企业数字技术水平的一阶滞后项作为工具变量(*IV1*),原因在于:一是滞后的数字技术水平属于“前定”变量,满足外生性;二是当期数字技术水平与其滞后项之间具有相关性。此外,参考黄群慧等(2019)^[14]的思路,采用地级市平均海拔高度的倒数与互联网上网人数的乘积构造工具变量(*IV2*),原因在于:海拔越高的地区,信息基础设施建设难度越高,企业数字化技术水平可能较低,但海拔高度与企业研发投入之间没有直接关系;企业数字技术水平的提升离不开互联网的支持,但互联网上网人数不会直接影响企业的无形资本投入强度,满足相关性和外生性的要求。

表 5 列(2)和(3)汇报了工具变量法的两阶段估计结果,列(4)和(5)汇报了增加潜在遗漏变量后的

两阶段估计结果。由表 5 可知:Kleibergen-Paap rk LM 检验统计量在 1%的显著性水平下高于临界值,拒绝工具变量不可识别的原假设;Cragg-Donald Wald F 统计量在 10%的显著性水平下高于临界值,拒绝弱工具变量原假设,接受相关性的原假设;Sargan 检验在 5%的显著性水平下不显著,接受工具变量外生性的原

假设。因此,本文选取的工具变量较为合理。

从表 5 列(2)和(4)可以看出,工具变量的估计系数均显著为正,与预期结果相符。从表 5 列(3)和(5)可以看出,企业数字技术水平 *DT1* 的估计系数显著为正,说明数字技术可以提高企业无形资本投入强度,与基准回归模型的结论保持一致。

表 5 内生性处理

变量	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
	增加遗漏变量	第一阶段	第二阶段	第一阶段	第二阶段
	<i>IC1</i>	<i>DT1</i>	<i>IC1</i>	<i>DT1</i>	<i>IC1</i>
<i>DT1</i>	0.6416** (0.2863)		3.0679** (1.3762)		1.5868** (0.7067)
<i>IV1</i>		0.4013*** (0.0098)		0.3550*** (0.0106)	
<i>IV2</i>		0.0004** (0.0001)		0.0002* (0.0002)	
<i>Totastto</i>	3.3136 (3.3680)	-0.0050 (0.0167)	-1.5341 (0.9477)	-0.0328 (0.0220)	3.3771*** (0.5242)
<i>Extshrt</i>	0.0161 (0.0161)	0.0014 (0.0009)	-0.0585 (0.0521)	0.0018* (0.0010)	0.0196 (0.0232)
<i>Curttrt</i>	0.0518 (0.0442)	-0.0004 (0.0016)	-0.2200** (0.0889)	0.0039** (0.0017)	-0.0125 (0.0408)
<i>Aslbrt</i>	-9.2408 (6.0011)	0.0110 (0.0298)	6.8446*** (1.6845)	-0.2808*** (0.0694)	-8.3483*** (1.6631)
<i>Roe</i>	0.0013 (0.0053)	0.0016** (0.0008)	-0.0825* (0.0434)	0.0011 (0.0008)	-0.0021 (0.0179)
<i>Age</i>	-0.0176 (0.0765)	0.0046 (0.0140)	0.0489 (0.7915)	-0.0235 (0.0207)	0.0233 (0.4904)
<i>NetProf</i>	0.0025 (0.0020)	0.0001*** (0.0000)	0.0015 (0.0024)	0.0001 (0.0000)	0.0027** (0.0011)
<i>Econ</i>	0.7113 (1.4353)	-0.0157 (0.1089)	5.1700 (6.0698)	0.0085 (0.1146)	0.5984 (2.6973)
<i>ImExShare</i>	-1.6182 (1.5923)	0.1563 (0.0995)	29.1603*** (5.5938)	0.1611 (0.1063)	-0.2713 (2.5090)
<i>Struc</i>	-0.0749 (0.0776)	-0.0004 (0.0030)	0.1991 (0.1674)	-0.0016 (0.0032)	-0.1525** (0.0753)
<i>Fin</i>	-2.6489 (4.2338)	0.0364 (0.1898)	96.4381*** (10.7414)	0.1464 (0.2029)	-3.9186 (4.8134)
<i>GovSub</i>	-0.0774 (0.1572)			0.0072* (0.0037)	-0.1485* (0.0887)
<i>Maibusrt</i>	-0.0001* (0.0000)			0.0001 (0.0000)	-0.0001 (0.0002)
<i>Debt</i>	5.4039 (4.6029)			0.1199*** (0.0222)	6.0755*** (0.5407)
<i>Revenue</i>	-8.6345 (6.1008)			0.0695*** (0.0223)	-8.9030*** (0.5341)
<i>Indpdrtrt</i>	-0.0051 (0.0085)			-0.0001 (0.0007)	-0.0132 (0.0165)
<i>HighEdu</i>	0.0056 (0.0128)			0.0021** (0.0010)	0.0070 (0.0244)
Anderson Canon. Corr. LM Statistic		1439.88***		999.06***	
Cragg-Donald Wald F Statistic		845.56*		564.15*	

表 5(续)

变量	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
	增加遗漏变量	第一阶段	第二阶段	第一阶段	第二阶段
	IC1	DT1	IC1	DT1	IC1
Sargan Statistic (P Value)		3.22 (0.07)		0.02 (0.89)	
年份固定效应	是	是	是	是	是
个体固定效应	是	是	是	是	是
观测值	10602	10526	10526	9463	9463
调整 R ²	0.0381	0.7203	0.0230	0.6704	0.0371

3.控制自选择偏差。采用倾向得分匹配法(PSM),判断企业数字技术水平的提升是否可以提高企业无形资产投入强度,估计结果见表 6。依据企业数字技术水平的平均值构建数字技术水平虚拟变量,以较高数字技术水平的企业样本为处理组,以较低数字技术水平的企业样本为对照组。从表 6 可以看出,在各种匹配方法下,平均处理效应均显著为正,表明数字技术显著提高了企业无形资产投入强度,与基准回归模型的结论保持一致。

表 6 PSM 估计结果

匹配方法	平均处理效应	标准误	T 值
1:1 近邻匹配	1.7479	0.1520	11.50
1:2 近邻匹配	1.7625	0.1583	11.13
卡尺匹配	1.7548	0.1502	11.68
1:2 卡尺近邻匹配	1.7439	0.1563	11.16
核匹配	1.8121	0.2750	6.59
马氏匹配	1.4762	0.1178	12.53
平均值	1.7162		

(三)稳健性检验

1.替换核心解释变量。进一步采用企业数字化转型水平与发明专利数量,重新构造数字技术水平指标(DT2),即 $DT2=\ln(1+企业数字化转型程度\times发明专利数量)$ 。采用上市企业数字化转型关键词集的词频数,衡量企业数字化转型程度,数据来自中国研究数据服务平台(CNRDS)。从表 7 列(1)可以看出,数字技术水平 DT2 的估计系数显著为正,说明研究结论具有稳健性。

2.替换被解释变量。R&D 资本是企业创新活动主要依赖的无形资产,但数字化信息类无形资产可能影响企业研发活动(Corrado et al.,2022)^[4]。因此,采用企业无形资产占营业总收入的比值,重新衡量企业无形资产投入强度(IC2)。从表 7 列(2)可以看

出,数字技术可以显著提高企业无形资产投入强度,结论依旧稳健。

3.同时替换被解释变量和核心解释变量。采用企业无形资产投入强度(IC2),对新构造的数字技术水平(DT2)重新进行回归。从表 7 列(3)可以看出,核心解释变量的估计系数显著为正,说明研究结论依然成立。

4.考虑本地数字技术的放大效应。企业数字技术水平会受到所在城市其他企业数字技术水平的影响,意味着城市数字技术水平对企业数字技术水平存在放大效应。本文使用企业数字技术水平(SDT)与区域数字技术水平(RDT)的几何平均值,刻画企业真实的数字技术水平(DT3),并采用数字技术专利数量和区域互联网上网人数,分别衡量企业数字技术水平(SDT)和区域数字技术水平(RDT)。区域数字技术水平越高,区域内的企业越能够吸收本地数字技术外溢,从而放大自身数字技术水平。因此,采用 DT3 衡量企业数字技术水平能够捕捉数字技术的互动特征,更符合经济现实。从表 7 列(4)可以看出,数字技术水平 DT3 的估计系数显著为正,说明研究结论依旧稳健。

5.控制省份与行业固定效应。在时间和个体双重固定效应模型的基础上,进一步控制省份固定效应和行业固定效应。从表 7 列(5)可以看出,数字技术水平 DT1 的估计系数显著为正,说明研究结论具有稳健性。

6.加入时间趋势项。进一步在基准回归模型中加入时间趋势项 t 。从表 7 列(6)可以看出,在引入时间趋势后,数字技术依旧显著提高无形资产投入强度。

7.更换估计方法。进一步采用面板 Tobit 模型,重新对基准回归模型进行估计。从表 7 列(7)可以看出,数字技术水平的估计系数显著为正,说明研究结论具有稳健性。

表 7 稳健性检验结果

变量	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
	IC1	IC2	IC2	IC1	IC1	IC1	IC1
DT1		0.7689* (0.4479)			0.6651** (0.3000)	0.6651** (0.3000)	0.9359*** (0.2262)
DT2	0.1361* (0.0806)		0.2772* (0.1583)				
DT3				0.0025* (0.0015)			
t						0.0149 (0.5221)	
Totastto	3.4316 (3.4803)	10.1078* (5.8358)	9.6175 (5.9858)	3.2811 (3.3515)	3.3190 (3.3854)	3.3190 (3.3854)	2.7156 (3.5485)
Extshrt	0.0148 (0.0171)	-0.0703 (0.0668)	-0.0863 (0.0706)	0.0161 (0.0161)	0.0183 (0.0159)	0.0183 (0.0159)	0.0266** (0.0124)
Curtrt	0.0484 (0.0769)	0.5659** (0.2202)	0.6260** (0.2919)	0.0537 (0.0444)	0.0515 (0.0442)	0.0515 (0.0442)	0.1934 (0.1501)
Aslbrt	-9.6584 (6.6551)	-37.0954*** (12.3428)	-35.1663*** (13.1227)	-9.3434 (6.0167)	-9.1235 (5.9312)	-9.1235 (5.9312)	-10.0140 (6.3159)
Roe	0.0024 (0.0056)	-0.0089 (0.0114)	-0.0062 (0.0116)	0.0023 (0.0053)	-0.0013 (0.0038)	-0.0013 (0.0038)	0.0035 (0.0277)
Age	-0.0297 (0.0849)	-0.1348 (0.1793)	-0.2007 (0.1944)	-0.0118 (0.0735)	-0.0117 (0.0835)	-0.0117 (0.0835)	-0.0413** (0.0200)
NetProf	0.0026 (0.0021)	0.0017 (0.0033)	0.0018 (0.0034)	0.0026 (0.0020)	0.0026 (0.0020)	0.0026 (0.0020)	0.0016 (0.0015)
Econ	0.7053 (1.4049)	2.3192 (4.4876)	3.2772 (4.6947)	0.7823 (1.4128)	2.9864 (4.4801)	2.9864 (4.4801)	1.4333*** (0.4691)
ImExShare	-1.6670 (1.7674)	-3.6286 (3.3423)	-5.2789 (3.4570)	-1.6402 (1.6005)	-2.1784 (1.5335)	-2.1784 (1.5335)	-0.8493 (1.0607)
Struc	-0.0947 (0.0876)	0.3870** (0.1419)	0.4572*** (0.1404)	-0.0761 (0.0776)	-0.1387 (0.1731)	-0.1387 (0.1731)	-0.0424* (0.0231)
Fin	-3.9597 (4.7481)	4.3925 (9.1757)	7.8662 (9.5878)	-2.5069 (4.2177)	-2.0400 (4.6277)	-2.0400 (4.6277)	-1.7431 (1.3622)
GovSub	-0.0663 (0.1565)	-0.0296 (0.1842)	-0.0231 (0.1807)	-0.0707 (0.1560)	-0.0682 (0.1549)	-0.0682 (0.1549)	0.0630 (0.0775)
Maibusrt	-0.0001 (0.0000)	0.0001 (0.0001)	0.0002 (0.0002)	-0.0001* (0.0000)	-0.0001* (0.0000)	-0.0001* (0.0000)	-0.0001 (0.0000)
Debt	5.7891 (4.9170)	23.3868*** (6.9387)	23.0584*** (7.6129)	5.4671 (4.6098)	5.4226 (4.6575)	5.4226 (4.6575)	4.5069 (3.7088)
Revenue	-9.1652 (6.5662)	-31.4774*** (9.4970)	-30.8543*** (10.3109)	-8.6287 (6.1060)	-8.7626 (6.2199)	-8.7626 (6.2199)	-5.6756 (4.0949)
Indpdrtrt	-0.0075 (0.0091)	-0.0384* (0.0207)	-0.0424* (0.0221)	-0.0053 (0.0085)	-0.0055 (0.0091)	-0.0055 (0.0091)	0.0075 (0.0071)
HighEdu	0.0162 (0.0164)	-0.0245 (0.0455)	-0.0377 (0.0422)	0.0056 (0.0128)	0.0046 (0.0249)	0.0046 (0.0249)	0.0007 (0.0070)
cons	80.1458 (49.6889)	162.1715** (63.7176)	143.6785** (67.6638)	73.1753* (44.4064)	48.6471 (46.8561)	48.6321 (46.5182)	19.7010 (15.7393)
年份固定效应	是	是	是	是	是	是	是
个体固定效应	是	是	是	是	是	是	是
观测值	10213	10601	10213	10602	10602	10602	10602
调整 R ²	0.0394	0.1844	0.1757	0.0378	0.0388	0.0388	

(四)异质性分析

1.区分高数字化转型程度与低数字化转型程度。依据企业数字化转型程度的平均值,将数字化转型程度(DigTraform)高于平均值的企业赋值为

1,其他企业赋值为0。从表8列(1)可以看出,DigTraform×DT1的估计系数显著为正,说明企业数字化转型程度越高,数字技术对无形资本投入强度的促进作用越明显。

2.区分高 ICT 相关性行业与低 ICT 相关性行业。依据企业所属行业与 ICT 行业的相关性,将行业二位码等于 ICT 制造业的企业(*ICTRelev*)赋值为 1,其他企业赋值为 0。从表 8 列(2)可以看出,*ICTRelev*×*DT1* 的估计系数为正,但未通过显著性水平检验,说明企业数字技术对无形资本投入强度的促进效应没有显著的行业相关性,意味着不同行业的企业数字技术均能显著提高企业无形资本投入强度。

3.区分高数字化水平区域与低数字化水平区域。依据区域互联网上网人数的平均值,将区域内互联网上网人数(*ICTLevel*)大于平均值的区域赋值为 1,其他区域赋值为 0。从表 8 列(3)可以看出,*ICTLevel*×*DT1* 的估计系数显著为正,说明区域数字化水平越高,数字技术越有助于提高企业无形资本投入强度。

表 8 异质性分析结果

变量	(1)	(2)	(3)
	<i>IC1</i>	<i>IC1</i>	<i>IC1</i>
<i>DT1</i>	0.5914** (0.2459)	0.5702*** (0.2069)	0.6456** (0.3128)
<i>DigTraform</i> × <i>DT1</i>	0.7008** (0.3427)		
<i>ICTRelev</i> × <i>DT1</i>		0.7664 (0.4997)	
<i>ICTLevel</i> × <i>DT1</i>			0.6366** (0.2762)
<i>Totasttto</i>	3.3158 (3.3704)	3.3163 (3.3721)	3.3138 (3.3695)
<i>Extshrt</i>	0.0162 (0.0161)	0.0161 (0.0161)	0.0161 (0.0162)
<i>Curtrt</i>	0.0520 (0.0442)	0.0521 (0.0442)	0.0518 (0.0442)
<i>Aslbrt</i>	-9.2414 (6.0020)	-9.2521 (6.0172)	-9.2411 (6.0032)
<i>Roe</i>	0.0014 (0.0053)	0.0011 (0.0054)	0.0013 (0.0054)
<i>Age</i>	-0.0177 (0.0768)	-0.0177 (0.0759)	-0.0176 (0.0765)
<i>NetProf</i>	0.0025 (0.0020)	0.0025 (0.0020)	0.0025 (0.0019)
<i>Econ</i>	0.6983 (1.4354)	0.7190 (1.4350)	0.7125 (1.4386)
<i>ImExShare</i>	-1.5927 (1.5856)	-1.6315 (1.5949)	-1.6177 (1.5929)
<i>Struc</i>	-0.0754 (0.0777)	-0.0755 (0.0780)	-0.0749 (0.0778)
<i>Fin</i>	-2.6298 (4.2277)	-2.6144 (4.2131)	-2.6497 (4.2375)
<i>GovSub</i>	-0.0774 (0.1572)	-0.0784 (0.1583)	-0.0775 (0.1578)
<i>Maibusrt</i>	-0.0001* (0.0000)	-0.0001* (0.0000)	-0.0001* (0.0000)

<i>Debt</i>	5.4053 (4.6041)	5.4083 (4.6090)	5.4041 (4.6047)
<i>Revenue</i>	-8.6420 (6.1075)	-8.6469 (6.1189)	-8.6346 (6.1018)
<i>Indpdtrrt</i>	-0.0051 (0.0085)	-0.0052 (0.0085)	-0.0051 (0.0086)
<i>HighEdu</i>	0.0057 (0.0129)	0.0057 (0.0129)	0.0057 (0.0131)
<i>cons</i>	75.6200* (45.3060)	75.4579* (45.2066)	75.3365* (44.9522)
年份固定效应	是	是	是
个体固定效应	是	是	是
观测值	10602	10602	10602
调整 R ²	0.0381	0.0381	0.0381

六、作用机制检验

借鉴罗勇根等(2019)^[28]的做法,进一步检验数字技术提高企业无形资本投入强度的作用机制,构建的模型如式(22)至(24)所示:

$$M_{it}=\alpha_0+\alpha_1DT_{it}+\sum_{j=1}^n\delta_jX_{ijt}+\lambda_i+\mu_t+\varepsilon_{it} \quad (22)$$

$$IC_{it}=\beta_0+\beta_1M_{it}+\sum_{j=1}^n\delta_jX_{ijt}+\lambda_i+\mu_t+\varepsilon_{it} \quad (23)$$

$$IC_{it}=\gamma_0+\gamma_1DT_{it}+\gamma_2M_{it}+\sum_{j=1}^n\delta_jX_{ijt}+\lambda_i+\mu_t+\varepsilon_{it} \quad (24)$$

其中,*M_{it}* 是中介变量,采用无形资本市场规模 *IF* 和无形资本使用效率 *Efficiency* 表征;*β₁* 反映了中介变量对无形资本投入强度的影响;*γ₁* 反映了在加入中介变量后,数字技术对无形资本投入强度的影响;若 *α₁* 和 *β₁* 至少有一个不显著,则需要采用 Sobel 法检验间接效应是否显著。

(一) 市场规模效应

采用无形资本的跨边界流动量,衡量无形资本市场规模,并使用引力模型进行测算(裴育、李秋梓,2023)^[29]。构建的引力模型如式(25)所示:

$$IF_{ij}=\left(\frac{FIN_i}{FIN_j}\right)^{\theta_1}\times\left(\frac{GGR_i}{GGR_j}\right)^{\theta_2}\times\left(\frac{DTM_i}{DTM_j}\right)^{\theta_3}\times\frac{I_i^{0.5}-I_j^{0.5}}{r_{ij}^2} \quad (25)$$

其中,*IF_{ij}* 衡量由 *i* 地区流向 *j* 地区的无形资本存量;*I_i* 表示 *i* 地区的无形资本存量;*FIN* 表示金融发展程度,采用金融机构存贷款总额占 GDP 的比重衡量;*GGR* 表示经济增长率,采用 GDP 增长率衡量;*DTM* 表示技术市场发展水平,采用技术市场成交额衡量;*r_{ij}* 表示 *j* 地区和 *i* 地区的距离,采用省会城市的直线距离衡量;权重系数 *θ₁*、*θ₂* 和 *θ₃* 分别设定为 0.05、0.08 和 0.87。

在式(25)的基础上,进一步测算某个地区无形资本的跨边界总流动量 *IF_i*,满足式(26):

$$IF_i=\sum_jIF_{ij} \quad (26)$$

IF_i 的数值越大,说明该地区的无形资本市场与其他地区的无性资本市场越统一,无形资本市场规模越大。

表 9 列(1)至(3)汇报了数字技术对企业无形资本市场规模影响的回归结果。从表 9 列(1)至(3)可以看出:数字技术对企业无形资本市场规模和投入强度均存在显著的正向影响,说明数字技术可以通过扩大无形资本市场规模,提高企业无形资本投入强度;无形资本市场规模的估计系数未能通过 10% 的显著性水平检验;Sobel 检验结果表明,无形资本市场规模具有显著的中介效应。

(二)效率增进效应

数字技术会影响企业无形资本使用效率。数字技术通过帮助企业构建协作网络,增强无形资

本与技能劳动力之间的互补性(段巍等,2023)^[2],从而提高无形资本使用效率。此外,数字技术不仅有助于提高企业信息处理能力(Kroh et al.,2018)^[16],减少信息不对称程度,也有助于促进知识溢出(Yu and Meng,2023)^[19],提高资本使用效率。

本文采用企业 R&D 资本存量与发明专利的比值,衡量无形资本使用效率(*Efficiency*)。从表 9 列(4)至(6)可以看出,数字技术对无形资本使用效率和投入强度均具有显著的正向影响,表明数字技术通过提升无形资本使用效率,提高企业无形资本投入强度。

综上所述,企业数字技术通过市场规模效应和效率增进效应,提高企业无形资本投入强度,验证了假说 2。

表 9 机制检验

变量	市场规模效应			效率增进效应		
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	<i>IF</i>	<i>IC1</i>	<i>IC1</i>	<i>Efficiency</i>	<i>IC1</i>	<i>IC1</i>
<i>DT1</i>	0.0222** (0.0097)		0.6255** (0.2804)	0.2987** (0.1217)		0.5900** (0.2769)
<i>IF</i>		0.7066 (0.5668)	0.6789 (0.5610)			
<i>Efficiency</i>					0.1847** (0.0866)	0.1727** (0.0821)
<i>Totastto</i>	-0.0232 (0.0208)	3.2813 (3.3545)	3.3308 (3.3826)	-0.1854 (0.2041)	3.3011 (3.3539)	3.3457 (3.3800)
<i>Extshrt</i>	-0.0007 (0.0012)	0.0174 (0.0166)	0.0162 (0.0164)	0.0058*** (0.0019)	0.0161 (0.0161)	0.0151 (0.0159)
<i>Curttrt</i>	-0.0003 (0.0015)	0.0562 (0.0446)	0.0516 (0.0442)	0.0096** (0.0045)	0.0543 (0.0449)	0.0502 (0.0446)
<i>Aslbrt</i>	0.0475 (0.1030)	-9.4351 (6.0763)	-9.2464 (6.0300)	-0.4988 (0.3713)	-9.3252 (6.0158)	-9.1547 (5.9732)
<i>Roe</i>	-0.0002 (0.0002)	0.0026 (0.0053)	0.0016 (0.0054)	-0.0013 (0.0011)	0.0026 (0.0054)	0.0016 (0.0055)
<i>Age</i>	-0.0263* (0.0159)	-0.0080 (0.0778)	-0.0079 (0.0820)	-0.0058 (0.0714)	-0.0194 (0.0710)	-0.0165 (0.0743)
<i>NetProf</i>	0.0001 (0.0001)	0.0025 (0.0020)	0.0025 (0.0019)	0.0019* (0.0011)	0.0022 (0.0018)	0.0022 (0.0018)
<i>Econ</i>	0.6263** (0.2592)	0.2520 (1.3578)	0.1747 (1.3954)	0.6153 (0.7834)	0.6930 (1.3831)	0.6050 (1.4142)
<i>ImExShare</i>	0.6629*** (0.1605)	-2.1651 (1.6611)	-2.1360 (1.6444)	-0.2130 (0.5402)	-1.5857 (1.5971)	-1.5814 (1.5883)
<i>Struc</i>	-0.0318*** (0.0077)	-0.0524 (0.0665)	-0.0521 (0.0667)	-0.0144 (0.0220)	-0.0734 (0.0768)	-0.0724 (0.0769)
<i>Fin</i>	1.6123*** (0.3721)	-3.2608 (4.8736)	-3.3122 (4.8858)	-0.6861 (1.3248)	-2.4539 (4.1826)	-2.5304 (4.1930)
<i>GovSub</i>	-0.0002 (0.0055)	-0.0739 (0.1561)	-0.0786 (0.1568)	0.0154 (0.0216)	-0.0759 (0.1571)	-0.0801 (0.1577)
<i>Maibusrt</i>	-0.0001 (0.0000)	-0.0001* (0.0000)	-0.0001* (0.0000)	-0.0001 (0.0000)	-0.0001* (0.0000)	-0.0001* (0.0000)

表 9(续)

变量	市场规模效应			效率增进效应		
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	<i>IF</i>	<i>IC1</i>	<i>IC1</i>	<i>Efficiency</i>	<i>IC1</i>	<i>IC1</i>
<i>Debt</i>	0.0107 (0.0289)	5.5057 (4.6207)	5.3896 (4.5962)	0.1146 (0.0928)	5.4919 (4.6188)	5.3841 (4.5955)
<i>Revenue</i>	0.0088 (0.0265)	-8.5662 (6.0937)	-8.6351 (6.1121)	0.4398*** (0.1079)	-8.6508 (6.1045)	-8.7105 (6.1212)
<i>Indpdrtrt</i>	0.0003 (0.0007)	-0.0053 (0.0087)	-0.0054 (0.0087)	-0.0032 (0.0020)	-0.0045 (0.0084)	-0.0046 (0.0084)
<i>HighEdu</i>	0.0131*** (0.0030)	-0.0020 (0.0133)	-0.0031 (0.0134)	-0.0097 (0.0100)	0.0088 (0.0129)	0.0073 (0.0129)
<i>cons</i>	5.6385** (2.5170)	67.8138 (41.3813)	72.6344* (43.2744)	-15.4857** (7.2775)	73.8481* (43.9310)	78.0318* (45.6373)
年份固定效应	是	是	是	是	是	是
个体固定效应	是	是	是	是	是	是
观测值	10580	10580	10580	10602	10602	10602
调整 R ²	0.6783	0.0377	0.0384	0.0660	0.0383	0.0389

七、结论与启示

(一) 研究结论

基于 2010—2021 年的中国制造业上市企业面板数据,采用质量阶梯模型分析数字技术影响企业无形资产投入强度的作用机制。研究发现:数字技术可以显著提高企业无形资产投入强度,在考虑内生性问题及多种稳健性检验后依旧成立;企业数字化转型程度越高或企业所在区域数字化水平越高,数字技术对无形资产投入强度的促进作用越明显;企业所在行业与 ICT 行业关联度越高,数字技术对企业无形资产投入强度的促进效应越明显,但该效应不显著;数字技术通过市场规模效应和效率增进效应,提高企业无形资产投入强度。

(二) 对策建议

第一,国家应鼓励和引导企业使用互联网、人工智能、大数据、区块链等新兴数字技术,加快企业数字化转型,提高企业数字技术水平。同时,国家应通过布局大数据中心、人工智能、工业互联网等新型数字基础设施建设,服务企业数字化转型需求,提高企业数字技术水平。

第二,政府部门需要构建互联互通的无形资产

流动网络,推动无形资产在制造业产业集群、产学研创新系统和技术虚拟集群内部充分流动,释放中国超大无形资产市场规模的优势。同时,应着力破除无形资产流动的产权障碍,明确无形资产的所有权、使用权和收益权,协调无形资产共享和无形资产产权保护之间的潜在冲突。

第三,政府部门需要搭建无形资产共享平台或交易中心,引导产学研各类创新主体参与无形资产共享,提高无形资产使用效率。同时,政府部门可以加大信息基础设施建设力度,促进本地企业数字化转型,增加企业获取和积累无形资产的机会,从而提高企业获取和积累无形资产的能力。

(三) 不足与展望

本文系统考察了数字技术对企业无形资产投入强度的影响,为理解企业创新行为提供了新视角,但还存在有待改进的地方。由于数据的可获得性,主要采用创新类无形资产刻画无形资产投入情况,未来应系统测算企业无形资产总存量,从而得到一个更加完善的研究结论。此外,考虑到非上市企业也是重要的创新主体,未来可以将研究样本扩大至非上市企业,进一步分析数字技术对企业无形资产投入强度的影响。

注释:

① 企业数字技术领域,包括G03F(图纹面的照相制版工艺)、G03G(电记录术)、G03H(全息摄影的工艺过程或设备)、G06(计算)、G08(信号装置)、G11(信息存储)、H01(基本电气元件)、H02(发电变电或配电)、H03(基本电子电路)、H04(电信技术)等。

[参考文献]

- [1] 郑世林,杨梦俊.中国省际无形资本存量估算:2000—2016年[J].管理世界,2020(09):67-81.
- [2] 段巍,舒欣,吴福象,等.无形资本、资本—技能互补与技能溢价[J].经济研究,2023(03):116-134.
- [3] 李宝瑜,王硕,刘洋,等.国家数据资产核算分类体系研究[J].统计学报,2023(03):1-10.
- [4] Corrado C, Haskel J, Jona-Lasinio C, et al. Intangible Capital and Modern Economies[J]. Journal of Economic Perspectives, 2022, 36(03): 3-28.
- [5] 胡亚茹,张日权.数据资产测度研究进展与展望[J].统计学报,2023,4(01):36-42.
- [6] Jones C, Tonetti C. Nonrivalry and the Economics of Data[J]. American Economic Review, 2020, 110(09): 2819-2858.
- [7] 赵静梅,李钰琪,钟浩.数字经济、省际贸易成本与全国统一大市场[J].经济学家,2023(05):89-99.
- [8] Forman C, Van Zeebroeck N. Digital Technology Adoption and Knowledge Flows within Firms: Can the Internet Overcome Geographic and Technological Distance?[J]. Research Policy, 2019, 48(08): 103697.
- [9] Bloom N, Sadun R, Van Reenen, et al. Do It Better: Us Multinationals and the Productivity Miracle[J]. American Economic Review, 2012, 102(01): 167-201.
- [10] 徐翔,赵墨非.数据资本与经济增长路径[J].经济研究,2020,55(10):38-54.
- [11] 徐翔,赵墨非,李涛,等.数据要素与企业创新:基于研发竞争的视角[J].经济研究,2023,58(02):39-56.
- [12] Zhou Y, Yang C, Liu Z, et al. Digital Technology Adoption and Innovation Performance: A Moderated Mediation Model[J]. Technology Analysis and Strategic Management, 2023, 1-16.
- [13] Ding W, Levin S, Stephan P, et al. The Impact of Information Technology on Academic Scientists Productivity and Collaboration Patterns[J]. Management Science, 2010, 56(09): 1439-1461.
- [14] 黄群慧,余泳泽,张松林.互联网发展与制造业生产率提升:内在机制与中国经验[J].中国工业经济,2019(08):5-23.
- [15] Wernsdorf K, Nagler M, Watzinger M. ICT, Collaboration, and Innovation: Evidence from Bitnet[J]. Journal of Public Economics, 2022(211): 104678.
- [16] Kroh J, Luetjen H, Globocnik D, et al. Use and Efficacy of Information Technology in Innovation Processes: The Specific Role of Servitization[J]. Journal of Product Innovation Management, 2018, 35(05): 720-741.
- [17] Bouncken R, Fredrich V, Sinkovics N, et al. Digitalization of Cross-Border R&D Alliances: Configurational Insights and Cognitive Digitalization Biases[J]. Global Strategy Journal, 2023, 13(02): 281-314.
- [18] 沈坤荣,林剑威,傅元海.网络基础设施建设、信息可得性与企业创新边界[J].中国工业经济,2023(01):57-75.
- [19] Yu J, Meng S. How Does Digital Development Affect Firm Innovation and Who Can Benefit More? [J]. Technology Analysis & Strategic Management, 2023, 1-21.
- [20] Chen P, Kim S. The Impact of Digital Transformation on Innovation Performance—the Mediating Role of Innovation Factors[J]. Heliyon, 2023, 9(03): e13916.
- [21] Grossman G, Helpman E. Innovation and Growth in the Global Economy[M]. Cambridge and London: The MIT Press, 1993.
- [22] Young A. Growth without Scale Effects[J]. Journal of Political Economy, 1998, 106(01): 41-63.
- [23] 刘志彪,孔令池.从分割走向整合:推进国内统一大市场建设的阻力与对策[J].中国工业经济,2021(08):20-36.
- [24] 张彬斌.研发投入强度增长与中年就业退出[J].财贸经济,2022(05):111-128.
- [25] 蔡跃洲,牛新星.中国数字经济增加值规模测算及结构分析[J].中国社会科学,2021(11):4-30.
- [26] 安同良,杨晨.互联网重塑中国经济地理格局:微观机制与宏观效应[J].经济研究,2020(02):4-19.
- [27] 白俊红,卞元超.要素市场扭曲与中国创新生产的效率损失[J].中国工业经济,2016(11):39-55.
- [28] 罗勇根,杨金玉,陈世强.空气污染、人力资本流动与创新活力——基于个体专利发明的经验证据[J].中国工业经济,2019(10):99-117.
- [29] 裴育,李秋梓.研发人员和研发资本流动对区域创新绩效的影响机制研究——以长三角为例[J].审计与经济研究,2023(02):1-13.

[责任编辑:孟宏伟]