

数字化的翅膀能否助力企业高质量发展*

——来自企业创新的经验证据

肖土盛^{1,2} 吴雨珊¹ 亓文韬³



(1. 中央财经大学会计学院, 北京 100081;

2. 中央财经大学中国管理会计研究与发展中心, 北京 100081;

3. 上海财经大学会计学院, 上海 200433)

内容提要:在数字技术迅猛发展的背景下,以数字技术赋能实体经济创新发展,是实现经济高质量发展的重要着力点。基于2010—2018年中国上市公司数据,本文创新性地利用机器学习的文本分析法构建了更为全面反映微观企业数字化程度的指标,并梳理出中国企业数字化转型进程的六个特征事实。在此基础上,本文系统考察数字化对企业创新的影响及其机理。研究发现,企业数字化程度的提升显著促进了企业创新投入、创新产出和创新效率。异质性分析发现,数字化对企业创新的促进作用在传统产业、中西部地区、主板上市企业、国有企业以及规模较大的企业样本中更加明显,这与我国企业数字化转型的典型特征事实相吻合。机制检验表明,数字化转型主要通过推动企业人力资本升级、改善公司治理来促进企业创新。本文研究有助于揭示中国企业数字化转型的总体进程,并为数字技术如何赋能实体经济、促进经济高质量发展提供重要启示。

关键词:数字化转型 企业创新 人力资本升级 高质量发展

中图分类号:F272 **文献标志码:**A **文章编号:**1002—5766(2022)05—0041—22

一、引言

随着以大数据、人工智能等为代表的新一代数字技术的发展,数字技术与传统产业的深度融合释放出巨大能量。腾讯研究院发布的《数字中国指数报告(2020)》显示,数字中国指数在2015—2019年的复合增长率高达83.4%,产业数字化是增长的主要动能。党的十九大报告将“建设数字中国”列为加快建设创新型国家的重点任务之一,数字经济的发展已成为落实国家重大战略的关键力量,对实施供给侧结构性改革、创新驱动发展战略具有重要意义。另一方面,在新冠肺炎疫情冲击之下,远程办公、在线医疗等新兴数字化业态迅速爆发,不仅对经济恢复起到重要作用,还使得数字化从过去的辅助手段转变为主要手段。在此背景下,基于微观企业视角探讨数字化转型的影响机制与经济后果,有利于探索数字经济与实体经济融合发展这一重大现实问题。

收稿日期:2021-10-30

* 基金项目:北京市社会科学基金一般项目“京津冀一体化与企业高质量发展”(20JJB015);中央高校基本科研业务费专项资金及中央财经大学科研创新团队支持计划“资本市场参与者个体特质与行为研究:基于多学科融合视角”。

作者简介:肖土盛,男,教授,管理学博士,研究方向是公司治理与公司财务,电子邮箱:tsh.xiao@aliyun.com;吴雨珊,女,博士研究生,研究方向是会计与资本市场,电子邮箱:2021110063@email.cufe.edu.cn;亓文韬,男,博士研究生,研究方向是会计与资本市场,电子邮箱:wentaos56@126.com。通讯作者:肖土盛。

现有研究对数字化转型相关话题进行了广泛的理论和案例探讨。例如,赵振(2015)^[1]从“互联网+”跨界经营的创造性破坏视角揭示了“互联网+”的价值创造规律;戚聿东等(2021)^[2]基于三家央企数字化变革实践,探索了国家使命嵌入国有企业数字化变革的机制、路径与模式选择。还有研究对数字技术推动实体经济高质量发展的途径进行了探索。何小钢等(2019)^[3]发现在高技能劳动力的有效匹配下,企业对ICT应用导致的生产柔性及分工深化的适应能力增强,强化了ICT生产率效应。赵涛等(2020)^[4]发现数字经济主要通过激发大众创业来促进城市高质量发展。姜松和孙玉鑫(2020)^[5]发现数字经济促进了微观实体的动力转换和业务流程变革,带来产出增加和效率提升。由此可见,数字化进步为企业创新创造了良好的内外部条件。

然而,现有文献对于数字化转型如何影响企业创新活动的研究仍存在许多空白。尽管已有部分文献探讨了金融科技对企业创新的影响(李春涛等,2020^[6];唐松等,2020^[7]),但是数字技术的应用对非科技企业的影响尚未明晰。近年来,相关实证研究逐渐兴起,例如沈运红和黄桁(2020)^[8]考察了数字经济对制造业产业结构优化升级的影响;沈国兵和袁征宇(2020)^[9]发现互联网通过提升企业交流与学习效率带来信息搜寻与匹配成本的下降,从而促进企业创新。也有一些文献认为信息化和数字化将导致不受控制的知识溢出效应,使得企业失去对关键内部知识的控制,从而增加组织的复杂性和管控成本(Trott和Hartmann,2009^[10];Rafols等,2014^[11])。上述探索无疑具有积极意义,然而如何准确刻画微观企业的数字化转型极具挑战性,这制约了数字化相关研究的深入推进。已有为数不多的实证文献主要采用信息资产(李坤望等,2015^[12];祁怀锦等,2020^[13])、信息化员工(Tambe和Hitt,2012^[14];何小钢等,2019^[3])、信息系统建设(王立彦和张继东,2007^[15])、某一特定信息技术应用(杨德明和刘泳文,2018^[16];沈国兵和袁征宇,2020^[9])等衡量微观企业数字化,但这些方法均存在不同程度的缺陷,比如难以反映企业数字化全貌、可能受企业炫耀性投资的干扰等。正如Tiwana等(2010)^[17]指出,企业数字化转型并非是简单的网络技术应用,而是利用数据作为驱动要素,将新兴数字技术与实体企业深度融合,其本质是通过引进数字技术以应对不确定的技术进步和市场波动的战略行为。实际上,企业数字化并非一蹴而就,而是一个系统性过程,在这一过程中企业内部的数字技术从简单到复杂,从孤立到融合,数字化程度逐渐提升(戚聿东和蔡呈伟,2020)^[18]。因而,简单采用是否执行数字化战略或运用某一特定信息技术来刻画企业数字化可能遗漏大量信息,难以反映企业数字化全貌。

鉴于此,本文借助数字经济相关国家政策语义表述建立了一个相对客观完备的数字化词典,并利用文本分析法构建了一个较为全面反映中国企业数字化程度的指标。基于2010—2018年中国上市公司数据,本文梳理了中国企业数字化转型进程的六个特征事实:(1)企业数字化程度逐年提高,数字技术与实体经济融合迅速;(2)数字化在不同行业间发展不平衡,技术密集型行业数字化程度较高;(3)企业数字化程度呈现明显的区域集群效应,东西部差异明显;(4)不同上市板块间数字化发展很不平衡,创业板企业数字化程度处于领先地位;(5)不同所有制企业间数字化程度存在差异,民营企业数字化程度明显较高;(6)数字化的规模效应逐步显现,大规模企业加速拥抱数字技术。在此基础上,本文系统考察了数字化对企业创新的影响及其机理。研究发现,企业数字化程度的提升显著促进了企业创新投入、创新产出和创新效率。进一步地,本文发现数字化对企业创新的促进作用在传统产业、中西部地区、主板上市企业、国有企业以及规模较大的企业样本中更加明显,这些异质性效应与我国企业数字化转型的典型特征事实相吻合。机制分析表明,数字化转型主要通过推动企业人力资本升级、改善公司治理来促进企业创新活动。

本研究的边际贡献在于:首先,丰富和拓展了数字化影响机制与经济后果的研究框架,从多维视角剖析数字化对企业创新的影响及作用机理,为理解企业数字化转型、释放数字红利提供了新视角。不同于以往文献,本文沿着“创新投入—创新产出—创新效率”这一框架全面评估

了微观企业数字化在促进企业创新活动中的作用,并揭示了企业人力资本升级和公司治理改善是数字化影响企业创新的重要机制路径。其次,创新性地利用文本分析法构建了更为全面反映中国企业数字化程度的指标,为后续评估企业数字化转型及其经济效应奠定了良好基础。企业数字化的度量困难极大地制约了相关研究的深入推进,本文采用的文本分析法可以对企业数字化进程进行采集精准而又来源广泛的识别统计,提高了企业数字化度量指标的可靠性和准确性。第三,通过梳理中国上市公司数字化转型的典型特征事实,系统探讨数字化对企业创新的影响及作用机理,是对建设创新型国家、推动数字技术与实体经济融合发展的有力揭示。厘清企业数字化转型对企业创新发展的影响机制,有利于总结数字技术赋能实体经济的成功经验,加快对传统动能的提升改造与新兴动能的培育发展,进而助力我国实现创新驱动的经济高质量发展。

二、中国上市公司数字化转型的特征事实

1. 样本选择

本文以2010—2018年我国A股上市公司作为初始样本,并按以下步骤进行筛选:(1)剔除金融行业公司样本;(2)剔除信息产业公司样本^①;(3)剔除样本期内暂停上市和退市整理的样本;(4)剔除数字化指标缺失的样本。经过上述筛选,最终得到20085家公司一年度观测值。本文的企业数字化指标主要通过上市公司年报内容进行文本分析得到。

2. 企业数字化的度量

企业数字化是一个系统性过程,如何准确刻画微观企业的数字化极具挑战性,已有文献从信息资产、信息化员工、信息系统应用等角度衡量企业数字化的方法均存在不同程度的缺陷,难以反映企业数字化全貌。最近,部分文献开始采用文本分析法刻画企业数字化程度(戚聿东和蔡呈伟,2020^[18];吴非等,2021^[19];赵宸宇等,2021^[20]),但这些研究对数字化词典的选择较主观、词汇不够丰富,可能带来较大的偏差。

鉴于此,本文参考袁淳等(2021)^[21]的做法,借助数字经济相关国家政策语义表述建立一个相对客观完备的包含197个数字化相关词汇的数字化词典。该词典兼具我国数字经济发展特色、权威性和全面性,精准采集年报中的企业行为信息,提高了数据结构化能力(沈艳等,2019)^[22]。接下来,本文利用文本分析方法对公司年报“管理层讨论与分析(MD&A)”部分进行分析,提取并统计数字化词典中各词汇在年报中的总频数,从而构建较为全面反映中国企业数字化程度的指标^②。为了增强指标的有效性,首先,考虑到文本长度对频数统计的影响,本文采用数字化相关词汇的加总词频除以年报MD&A语段总长度并乘以100来构建企业数字化指标(Digital)。其次,借鉴祁怀锦等(2020)^[13]的研究,本文还以企业无形资产中与数字技术相关部分占总资产的比例作为企业数字化的代理指标(Eco_Digital)。未报告的结果显示,Digital指标与Eco_Digital在1%水平上显著正相关,支持了本文基于文本分析法构建的企业数字化指标一定程度上捕捉了数字经济对企业的渗透程度,反映了企业数字化进程。

3. 微观企业数字化程度的基本特征事实

特征事实1:企业数字化程度逐年提高,数字技术与实体经济融合迅速。

图1展示了上市企业数字化程度增长趋势,其中实线(左侧坐标轴)为数字化相关词汇的加

① 以2012年证监会行业分类为例,包括计算机、通信和其他电子设备制造业(C39)及信息传输、软件和信息技术服务业(I63、I64、I65)。这类企业天然与数字技术紧密相关,不属于本研究关注的企业数字化转型范畴。

② 限于篇幅,关于数字化词典及企业数字化指标的构建过程未列示,备索。

总词频,虚线(右侧坐标轴)为数字化相关词汇占比。结果显示,上市公司年报披露数字化相关词汇的频数逐年增多,从2010年的9.7次增加到2018年的37.7次,增长2.9倍;词汇占比则从0.055%上升到0.194%。根据中国信息通信研究院发布的《中国数字经济发展白皮书》,我国数字经济规模由2010年的7.9万亿元增长约3倍至2018年的31.3万亿元,该宏观统计与本文统计基本相当,一定程度上支持了本文数字化指标的合理性。图2为进一步将数字化词汇细分为互联网、人工智能、云计算、大数据、物联网五个技术维度,发现互联网相关词汇的频数最高,且2014年以来增速明显增加,这与“互联网+”行动计划提出相吻合。人工智能相关词汇也呈现快速增长,从2010年的平均2.2个增长到2018年的15个。大数据、云计算技术相关词汇虽然总量较少,但同样增长迅速。总体而言,上市公司年报披露的各维度数字化相关词汇在各年度均呈现上升趋势。

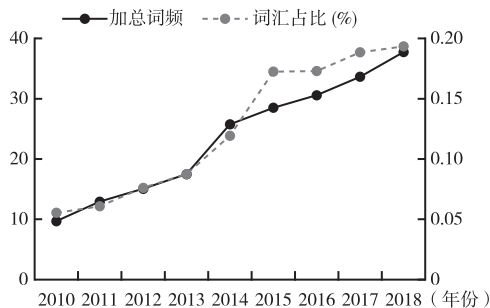


图1 企业数字化增长趋势

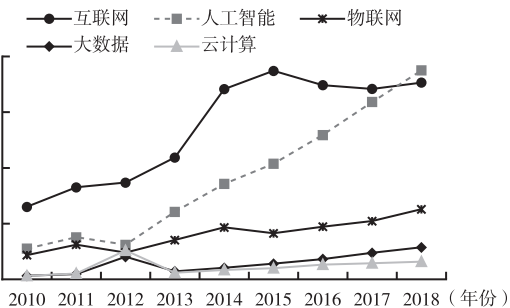


图2 不同技术维度的数字化词汇

特征事实2:数字化在不同行业间发展不平衡,技术密集型行业数字化程度较高。

表1列示了企业数字化在不同行业的分布。其中,文体娱乐业数字化程度最高,平均每份年报包含81.7个数字化相关词汇,其次是租赁和卫生行业。农业、公共事业、资源密集行业的数字化程度则远低于样本平均水平。进一步细分制造业发现,技术密集型的仪器仪表制造及电气机械和器材制造业数字化程度最为突出;相反,在石油和核燃料加工、金属冶炼和加工等资源密集型行业数字化程度则非常低。由于篇幅限制,未报告细分行业结果。

表1 企业数字化的行业分布(2012年证监会行业分类)

代码	行业名称	样本数	总词频	代码	行业名称	样本数	总词频
A	农、林、牧、渔业	365	9.9	L	租赁和商务服务业	279	45.0
B	采矿业	591	9.4	M	科学研究和技术服务业	202	35.5
C	制造业	13143	27.1	N	水利、环境和公共设施管理业	249	15.7
D	电力、热力、燃气及水生产和供应	778	10.3	O	居民服务、修理和其他服务业	20	23.2
E	建筑业	619	16.6	P	教育	13	15.7
F	批发和零售业	1283	29.6	Q	卫生和社会工作	45	42.4
G	交通运输、仓储和邮政业	739	21.8	R	文化、体育和娱乐业	295	81.7
H	住宿和餐饮业	88	14.5	S	综合	248	23.4
K	房地产业	1128	10.1		总样本	20085	25.3

由于企业数字化呈现出明显的行业异质性,本文进一步考察其在不同行业板块的差异。首先,技术密集型行业的数字化程度明显高于传统行业^①。可能的解释是,传统行业多为资源型或垄断企业,其面临新技术冲击和市场竞争压力较小,对数字技术的需求较低;而技术密集型企业面临激烈市场竞争,通过数字技术的融合应用有助于提升企业竞争力,数字化转型动机更强。其次,制造业和服务业的数字化均呈现快速发展态势,但2014年后,服务业的数字化进程明显加快,且领先于制造业,意味着数字技术对消费端的渗透正在加剧。

特征事实3:企业数字化程度呈现明显的区域集群效应,东西部差异明显。

图3列示了不同区域上市企业的数字化发展情况。具体地,本文将上市公司按照注册地划分为东部、中部、西部和东北地区四个区域。我国企业数字化进程整体上呈现“东快西慢”的态势,且存在明显的区域集群效应,在以城市群为代表的东部地区数字化发展迅速。具体地,西部地区的企业数字化程度明显较低,起步相对滞后;东部地区的企业数字化发展始终保持较高水平,且在2014年后发展增速迅猛,核心城市起到带动作用,形成我国特有的集群发展的态势,企业数字化发展的区域不平衡状态不断加剧。

特征事实4:不同板块间数字化发展不平衡,创业板企业数字化程度处于领先地位。

图4展示了不同上市板块数字化发展的差异。创业板企业的数字化程度处于领先地位,其次是中小板企业,而沪、深主板企业的数字化程度总体较低。由于不同板块之间企业构成存在巨大差异,沪、深主板企业以传统行业为主,数字化进程总体缓慢,而创业板则以高新技术企业以及传统行业与现代技术融合的新兴产业企业为主,这类企业高速增长的能力和灵活多变的管理形式为数字化发展提供了良好的环境,使得数字技术与实体经济融合迅速。

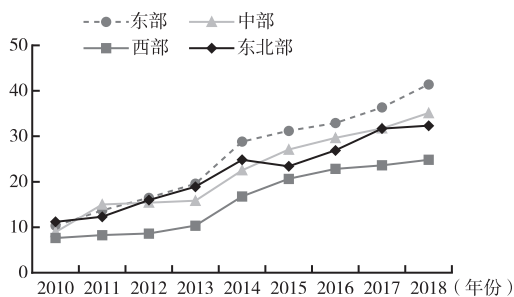


图3 不同区域企业的数字化程度

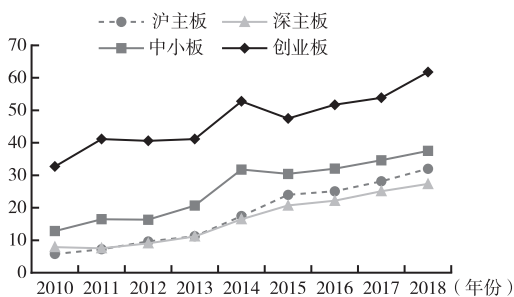


图4 不同板块企业的数字化程度

特征事实5:不同所有制企业间数字化程度存在差异,民营企业数字化程度明显较高。

图5显示国有企业的数字化程度明显低于民营或外资企业,在2010—2014年,民营和外资企业的数字化程度快速提升,且与国有企业的差距不断拉大。该结果一定程度上暴露了国有企业竞争压力不足,体制相对僵化的问题。近年来,在全球经济放缓,传统产业面临需求乏力、竞争过度、产能过剩的背景下,以传统产业为主的国有企业迫切需要探寻新的增长机会和发展模式,国资委近年亦颁布相关政策文件就推动国有企业数字化转型做出全面部署。

特征事实6:数字化的规模效应逐步显现,大规模企业加速拥抱数字技术。

已有研究对数字技术应用与企业规模之间的关系尚未有明确结论。一方面,小企业往往具有较大的资本流动和人员更新,可能为突破行业垄断、扩大市场地位而率先引入数字技术;另一方面,大企业拥有更充足的资源来建设数字化基础设施、培育员工数字化素养。为此,本文根据企业总资产在行业内的相对大小将样本等分为小企业、中等企业和大企业。如图6所示,整体上不同规模企

① 当某行业的研发人员占比和研发投入占比均高于样本中位数时,视为技术密集型行业,否则为传统行业。

业的数字化均快速发展,2014年以前中小企业的数字化程度较高,但2014年后大企业加速拥抱数字技术,展现领先优势。这表明,数字技术应用更可能孕育于创新活跃的小企业,随着技术发展对于资金和平台的需求增加,数字技术发展逐步向大企业倾斜,呈现出规模效应。

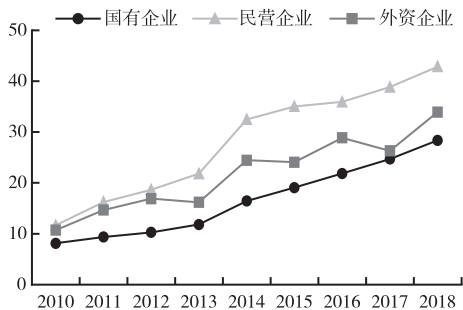


图5 不同所有制企业的数字化程度

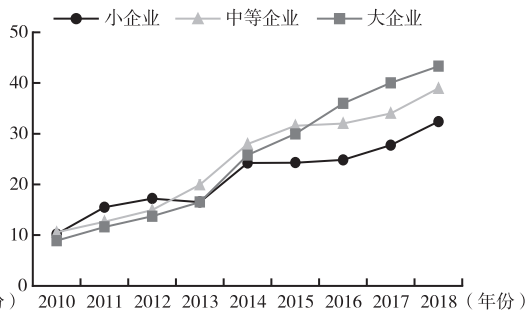


图6 不同规模企业的数字化程度

三、理论分析与研究假说

企业数字化转型的落地为企业带来价值发现和价值创造。具体而言,生产资料的数字化渗透、生产关系的数字化重构和商业活动的数字化创新三个维度极大程度上实现了企业对新技术与管理模式的融合与创新(Negroponte, 2015)^[23]。Abouzeedan和Busler(2013)^[24]认为,企业互联网化是组织管理上的创新,有助于强化经营、生产、创新等活动所需资源的获取能力以及节约相关支出的能力。Goldfarb和Tucker(2019)^[25]指出,数字技术的应用能够降低企业的搜寻成本、复制成本、追踪成本、运输成本以及验证成本。此外,数字技术的应用还能够让企业更加及时、准确地掌握消费者的需求,解耦内容创造过程中产品或服务的功能性与媒介性,从而产生符合市场偏好的新产品和新服务(沈国兵和袁征宇,2020)^[9]。

已有大量文献研究了数字化或信息化水平与实体经济效益之间的关系。例如,利用宽带接入水平(Bertschek等,2015)^[26]、企业网址和邮箱(李兵和李柔,2017)^[27]、企业社交网络数据(沈国兵和袁征宇,2020)^[9]等度量信息化,这些文献发现信息化水平对实体经济效益具有显著促进作用。进一步地,张龙鹏和周立群(2016)^[28]及杨德明和刘泳文(2018)^[16]分别探讨了两化融合和互联网商业模式的经济后果。还有部分文献则探讨了数字化与企业创新的关系。例如,李晓华(2019)^[29]将数字化转型表述为“实体企业+新一代数字技术”,揭示了融合创新的战略本质;李海舰等(2014)^[30]认为互联网的意义在于组织心智更新,强调互联网思维对传统产业再造。新形势下如何推动我国本土企业持续不断地创新发展,是被广泛讨论而经久不衰的重要话题。在新古典增长理论的基础上,Romer(1990)^[31]指出技术变革是经济增长的核心,创造了一个对经济增长的内源性解释。根据熊彼特的创造性破坏理论,破坏性创新的微观落脚点是企业的创新行为。探究创新的内源动力可以发现,创新主体可通过以下两个途径提升创新效率:一是付出搜寻成本,从而提高同外界交换想法的频率;二是获得更多的信息资源,提高学习知识和经验的能力(Akcigit和Kerr, 2018)^[32]。Kong等(2022)^[33]发现Google停止在中国的搜索服务之后,对依赖外国技术的企业创新强度和创新能力产生显著负面影响,支持了信息可获得性在企业创新中的重要作用。因此,在数字技术与实体经济融合不断加深的新形势下,搜寻信息、置换信息和处理信息能力的提升将成为创新活动展开的关键路径。具体而言,数字技术的应用至少可以从以下两方面影响企业创新活动:

第一,数字技术的应用创造了更高的人才和知识需求,激励企业雇佣更多高技术、高水平员工,提升企业人力资本,进而促进企业创新活动。一方面,互联网等数字技术人才的引入对于企业享受

知识红利极具重要性。根据创新扩散理论,知识外溢受地理空间的影响,随着距离的增长而衰减。但随着移动互联网、云计算等数字技术的兴起,数字化人才帮助企业打破空间束缚,实现信息的实时传递和更新,信息交换的效率大大提升,而行业与市场信息快速采集和汇总能够为创新实践提供条件。另一方面,在人才和数字技术的匹配结合下,资源配置效率将大大提高,在引入数字技术变革的同时进行更多管理创新和应用创新。数字基础设施的发展将促使企业依托数字技术运用互联网思维,改善组织内部管理模式,这些都将促进企业创新活动。

第二,数字技术的应用有利于改善公司治理水平,进而促进企业创新活动。具体地,数字技术的应用可以改变沟通方式、生产效率和组织结构,给企业带来创新水平的提高和突破。以互联网等为代表的新一代数字技术应用至少为企业带来了四种新能力:通过云平台计算存储服务而获得信息取得与整合能力、通过企业—消费者关系去中心化而获得市场感知能力、通过企业间数字化信息交流而产生的关系整合能力、通过海量数据和超级计算而获得的预测能力(赵振,2015)^[1]。企业数字化水平的提升,将有利于其信息技术的运用:一是可以实现组织、产品以及交互关系的虚拟化和便捷化,为提高生产效率提供技术支持;二是数字化基础设施和信息系统的使用可以提高生产资源分配效率、加强流程监督,实现生产流程的透明化、可控化;三是可以降低企业搜寻成本和交易成本,实时传递消费者需求信息,提升企业竞争力;四是可以改善企业信息环境、降低企业内外部沟通的信息交流成本。无疑,上述改变有利于降低企业信息不对称程度、缓解代理问题冲突,进而改善公司治理水平。在公司治理环境改善的情况下,生产经营活动的效率提高,会受到更多投资者关注,因而企业有动机也有能力开展更多的研发创新活动。

综上所述,数字技术的应用不仅改变了企业的劳动力配置,还改善了生产管理中的资源匹配问题,从而激励企业积极开展创新活动。本文预期,当企业数字化程度较高时,企业将进行更多的创新投入,并产生更多的创新成果;而在研发过程中,数字技术的利用能够降低研发成本,缩减专利的开发周期,创新效率也将提升。由此,本文提出如下研究假说:

H₁: 给定其他条件不变的情况下,企业数字化程度提高将显著促进企业的创新活动。

四、研究设计

1. 模型设定与变量定义

借鉴以往研究文献,本文构建如下模型检验企业数字化对创新活动的影响:

$$Innovation_{i,t+1} = \alpha_0 + \alpha_1 Digital_{i,t} + \sum Controls + Industry + Year + Prov + \varepsilon \quad (1)$$

其中,被解释变量 *Innovation* 表示企业创新活动,本文分别从创新投入、创新产出和创新效率三个维度进行刻画。具体地,创新投入采用企业研发投入占总资产的比重(*R&D*)衡量。借鉴黎文靖和郑曼妮(2016)^[34]、田轩和孟清扬(2018)^[35]等的研究,创新产出分别用企业及其子公司的专利申请数(*Patent*)、发明专利申请数(*Patent_i*)和非发明专利申请数(*Patent_ud*)加1后取自然对数来衡量。创新效率(*InnoEff*)采用企业专利申请数与前期研发投入取自然对数的比值衡量。考虑到被解释变量分布存在左侧截断,本文采用 Tobit 模型回归。

核心解释变量 *Digital* 表示利用文本分析法构建的企业数字化程度指标,详细过程见前文。一方面,考虑到文本长度的差异,本文采用数字化相关词汇的总词频除以 MD&A 语段长度并乘以 100 衡量微观企业数字化程度(*Digital*)。另一方面,本文还对数字化相关词汇频数进行离差标准化处理(*Digital_{std}*),即采用“某年某公司年报的数字化相关词汇频数与分年度数字化相关词汇频数最小值之差”除以“分年度数字化相关词汇频数最大值与最小值之差”衡量。该指标的取值为 0~1,反映了企业数字化程度在样本内的相对水平。

根据以往文献(田轩和孟清扬,2018^[35];虞义华等,2018^[36]),本文在模型中控制了如下变量:公司规模(*Size*)、资产负债率(*Lev*)、盈利性(*ROA*)、公司年龄(*Age*)、成长性(*Growth*)、产权性质(*SOE*)、管理层持股(*MgtOwn*)、机构持股(*InstOwn*)、股权集中度(*Top10*)、资本支出(*CAPEX*)、固定资产(*PPE*)、经营现金流(*CFO*)、托宾 Q 值(*TobinQ*)、财务风险(*Z-Score*)、是否亏损(*Loss*)以及前一期研发投入(*LagR&D*)^①。此外,模型中还控制了行业(*Industry*)、年度(*Year*)以及省份(*Prov*)固定效应。

2. 样本与数据来源

本文所需企业研发投入数据根据 CSMAR 数据库中“管理费用”明细分类整理得到,专利申请数据利用 Python 软件从国家专利网站抓取整理得到。其他财务、股价等数据来源于 CSMAR 和 Wind 数据库。剔除了模型变量缺失的样本,最终得到 16753 个公司一年度观测值。此外,本文对所有连续变量在上下 1% 水平上进行 Winsor 处理以缓解潜在异常值的影响,同时在回归分析中对标准误进行公司层面的聚类调整。

五、实证结果分析

1. 描述性统计

描述性统计结果如表 2 所示。*Digital* 的均值和标准差分别为 0.138 和 0.214,25% 分位点和 75% 分位点分别为 0.024 和 0.157,表明企业之间的数字化程度存在较大差异。按数字化程度高低分样本统计显示,企业数字化程度高组的创新投入(*R&D*)、创新产出(*Patent*)和创新效率(*InnoEff*)均显著高于数字化程度低组,即数字化程度与企业创新活动正相关,这为本文假说 H₁ 提供了初步证据支持。控制变量的组间差异检验发现,数字化程度高的企业具有规模小、资产负债率低、公司年龄短、机构持股比例低、固定资产比率低、财务风险低以及盈利性强、成长性好、管理层持股比例高、股权集中度高特征。由于篇幅限制,控制变量的描述性统计结果未列示,留存备案。

表 2 主要变量描述性统计

变量	样本数	均值	标准差	25% 分位	中位数	75% 分位	数字化低组均值	数字化高组均值	均值差异
<i>Digital</i>	16753	0.138	0.214	0.024	0.061	0.157	0.030	0.245	-0.216***
<i>Digital_{Std}</i>	16753	0.015	0.027	0.002	0.006	0.016	0.003	0.027	-0.024***
<i>R&D</i>	16753	1.416	1.769	0.048	1.091	2.239	1.216	1.615	-0.399***
<i>Patent</i>	16753	2.459	1.801	0.693	2.565	3.738	2.224	2.694	-0.470***
<i>Patent_i</i>	16753	1.802	1.543	0.000	1.792	2.890	1.646	1.958	-0.312***
<i>Patent_{ud}</i>	16753	1.892	1.726	0.000	1.792	3.178	1.637	2.147	-0.510***
<i>InnoEff</i>	13048	0.164	0.086	0.110	0.173	0.223	0.153	0.173	-0.021***

注: *、** 和 *** 分别表示在 10%、5% 和 1% 水平上显著

① 其中,公司规模(*Size*),等于总资产的自然对数;资产负债率(*Lev*),等于总负债除以总资产;盈利性(*ROA*),等于净利润除以总资产;公司年龄(*Age*),等于公司成立年数加 1 取自然对数;成长性(*Growth*),等于营业收入增长率;产权性质(*SOE*),若为国有企业取值为 1,否则为 0;管理层持股(*MgtOwn*),等于管理层持股数占总股本比例;机构持股(*InstOwn*),等于机构投资者持股数占总股本比例;股权集中度(*Top10*),等于前十大股东持股比例之和;资本支出(*CAPEX*),等于购建固定资产、无形资产和其他长期资产支付现金除以总资产;固定资产(*PPE*),等于固定资产除以总资产;经营现金流(*CFO*),等于经营活动现金流除以总资产;托宾 Q 值(*TobinQ*),等于公司权益市场价值与负债账面价值之和除以总资产;财务风险(*Z-Score*),根据 Altman(1968)^[37]模型计算得企业 Z-Score 指标值;是否亏损(*Loss*),若净利润为负则取值为 1,否则为 0。

2. 基准回归结果

表3列示了企业数字化程度对创新投入影响的检验结果。第(1)列和第(2)列结果显示, *Digital* 和 *Digital_{Std}* 的系数均在1%水平上显著为正,表明企业数字化程度的提升能够显著促进企业的创新投入。进一步,考虑到企业创新活动具有一定的持续性,本文还在基本模型中控制了前一期企业研发投入。第(3)列和第(4)列检验结果显示,控制前一期企业研发投入后 *Digital* 和 *Digital_{Std}* 的系数虽然有所下降,但仍在1%水平上显著为正。从经济意义来看,以第(3)列结果为例,企业数字化程度增加一个标准误,将使得企业创新投入增长7%左右(=0.467×0.214/1.416),从而支持了本文的基本假说。

表3 企业数字化程度与创新投入

变量	(1)	(2)	(3)	(4)
	<i>R&D_{t+1}</i>	<i>R&D_{t+1}</i>	<i>R&D_{t+1}</i>	<i>R&D_{t+1}</i>
<i>Digital</i>	1.031*** (8.29)		0.467*** (6.64)	
<i>Digital_{Std}</i>		7.694*** (6.79)		3.446*** (6.47)
控制变量	控制	控制	控制	控制
行业/年度/省份固定效应	是	是	是	是
观测值	16753	16753	16753	16753
伪 R ²	0.127	0.127	0.208	0.208

注:括号内为经公司层面聚类调整的 *t* 统计量;*、**和***分别表示在10%、5%和1%水平上显著,下同

表4列示了企业数字化程度对创新产出影响的检验结果。第(1)列和第(2)列为以企业专利申请总量(*Patent*)为因变量的回归结果, *Digital* 和 *Digital_{Std}* 的系数均在1%水平上显著为正,表明企业数字化程度的提升能够显著促进企业创新产出。从经济意义来看,以第(1)列结果为例,企业数字化程度增加一个标准误,将使得企业创新产出增长6.5%(=0.743×0.214/2.459)。进一步地,借鉴黎文靖和郑曼妮(2016)^[34]、田轩和孟清扬(2018)^[35]等的研究,本文还将企业专利申请区分为发明专利(*Patent_i*)和非发明专利(*Patent_{ud}*)。第(3)~(6)列分别列示了以 *Patent_i* 和 *Patent_{ud}* 为因变量的结果,发现 *Digital* 和 *Digital_{Std}* 的系数均在1%水平上显著为正,且二者的回归系数相当。简言之,上述结果表明,企业数字化程度的提升显著增加了企业的发明专利和非发明专利申请数量,促进了企业创新产出,从而支持了前文研究假说。

表4 企业数字化程度与创新产出

变量	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	<i>Patent_{t+1}</i>	<i>Patent_{t+1}</i>	<i>Patent_{i,t+1}</i>	<i>Patent_{i,t+1}</i>	<i>Patent_{ud,t+1}</i>	<i>Patent_{ud,t+1}</i>
<i>Digital</i>	0.743*** (7.31)		0.690*** (7.12)		0.840*** (7.52)	
<i>Digital_{Std}</i>		5.785*** (7.60)		5.391*** (7.63)		6.241*** (6.98)
控制变量	控制	控制	控制	控制	控制	控制
行业/年度/省份固定效应	是	是	是	是	是	是

续表 4

变量	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	$Patent_{i+1}$	$Patent_{i+1}$	$Patent_i_{i+1}$	$Patent_i_{i+1}$	$Patent_ud_{i+1}$	$Patent_ud_{i+1}$
观测值	16753	16753	16753	16753	16753	16753
伪 R^2	0.182	0.182	0.182	0.183	0.172	0.171

表 5 列示了企业数字化程度对创新效率影响的检验结果。第(1)列和第(2)列为以 $InnoEff$ (全部专利申请数量与研发投入金额取对数的比值)为因变量的回归结果,发现 $Digital$ 和 $Digital_{Std}$ 的系数均在 1% 水平上显著为正,这表明企业数字化程度的提升能够显著促进企业创新效率。同样地,第(3)~(6)列分别列示了以 $InnoEff_i$ (发明专利申请数量与研发投入金额取对数的比值)和 $InnoEff_ud$ (非发明专利申请数量与研发投入金额取对数的比值)为因变量的结果, $Digital$ 和 $Digital_{Std}$ 的系数均在 1% 水平上显著为正。总体而言,上述结果表明,企业数字化程度的提升显著促进了企业创新效率,支持了前文假说。

表 5 企业数字化程度与创新效率

变量	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	$InnoEff_{i+1}$	$InnoEff_{i+1}$	$InnoEff_i_{i+1}$	$InnoEff_i_{i+1}$	$InnoEff_ud_{i+1}$	$InnoEff_ud_{i+1}$
$Digital$	0.031 *** (6.27)		0.030 *** (6.09)		0.038 *** (6.74)	
$Digital_{Std}$		0.235 *** (6.53)		0.232 *** (6.42)		0.275 *** (6.28)
控制变量	控制	控制	控制	控制	控制	控制
行业/年度/省份固定效应	是	是	是	是	是	是
观测值	13048	13048	13048	13048	13048	13048
伪 R^2	-0.304	-0.304	-0.299	-0.299	-0.608	-0.607

3. 内生性问题

本文研究结论可能面临内生性问题的挑战。一方面,企业数字化程度的提升会促进企业创新活动,同时具有较高创新水平的企业本身也可能有更强的意愿采用数字技术,积极推进数字化转型;另一方面,模型设定偏误或遗漏变量等也可能导致内生性。为了尽可能缓解内生性问题,本文分别采用工具变量法、双重差分法、公司固定效应模型以及变化模型进行分析。

(1)工具变量法。企业数字化进程与所在地信息基础设施发展水平紧密相关,同时信息基础设施建设政策并不直接作用于企业创新,因而信息基础设施建设政策对单个企业而言是外生事件。2012 年我国政府推出“宽带中国”战略,并于 2014 年、2015 年和 2016 年分三批共遴选了 120 个城市(群)作为宽带建设示范城市,这些城市将加快完善信息基础设施建设,进而促进当地企业对数字技术的应用和接受程度(赵涛等,2020)^[4]。因此,本文选取“宽带中国”政策试点作为工具变量,并采用 IV-2SLS 法进行检验。具体地,若上市公司所在城市被遴选为试点城市,则入选年份之后 BD_China 取值为 1,否则为 0。检验结果如表 6 的 Panel A 所示。其中,第(1)列的第一阶段结果显示, BD_China 的系数在 1% 水平上显著为正,即“宽带中国”政策试点与企业数字化程度显著正相关,表明选取的工具变量满足相关性条件。第(2)~(4)列为第二阶段结果, $Digital$ 的系数均在 1% 水平上显著为正,且通过了工具变量外生性检验,这些结果支持了采用“宽带中国”政策试点作为工具变量后本文的基本结论是稳健的。

此外,本文还采用世界银行2005年对中国企业投资环境调查数据中“经常使用电脑员工占比”(Computer_use)作为工具变量。由于该调查仅抽取了我国120个城市的企业,因此样本量略有下降。表6的Panel B列示了检验结果。与Panel A的结果类似,第(1)列的第一阶段结果显示,Computer_use的系数在1%水平上显著为正,表明选取的工具变量满足相关性条件。第(2)~(4)列为第二阶段结果,Digital的系数至少在5%水平上显著为正,且均通过了工具变量外生性检验,进一步支持了结论的可靠性。

表6 工具变量法检验结果

Panel A:以宽带中国试点为工具变量

变量	第一阶段回归		第二阶段回归		
	(1)	(2)	(3)	(4)	
	Digital	R&D _{t+1}	Patent _{t+1}	InnoEff _{t+1}	
BD_China	0.017*** (4.48)				
Digital(IV)		5.591*** (2.69)	7.822*** (3.22)	0.318*** (2.95)	
控制变量	控制	控制	控制	控制	
行业/年度/省份固定效应	是	是	是	是	
观测值	16753	16753	16753	13048	
调整R ²	0.2183				
工具变量外生性检验 Chi ²		8.62***	14.53***	11.26***	

Panel B:采用城市经常使用电脑员工占比为工具变量

变量	第一阶段回归		第二阶段回归		
	(1)	(2)	(3)	(4)	
	Digital	R&D _{t+1}	Patent _{t+1}	InnoEff _{t+1}	
Computer_use	0.001*** (2.92)				
Digital(IV)		12.271** (2.51)	16.847*** (2.73)	0.534** (2.31)	
控制变量	控制	控制	控制	控制	
行业/年度/省份固定效应	是	是	是	是	
观测值	14422	14422	14422	11133	
调整R ²	0.3373				
工具变量外生性检验 Chi ²		18.30***	33.70***	14.35***	

(2)双重差分法。虽然企业数字化是一个持续性过程,但其程度有别,因而可以构造多期双重差分模型来考察数字化程度对企业创新的影响,以增强因果关系识别(王晓珂等,2016)^[38]。具体如下:第一,分年度对企业数字化相关词汇频数进行排序,若企业披露的数字化词频在某年进入最高的前10%,则视为处理组(Treat=1);第二,为了使得控制组与处理组在未受到处理前具有相同变化趋势,本文按基准回归模型中的控制变量采用倾向得分匹配法(PSM)进行1:1近邻匹配,将

匹配得具有相近倾向得分值的样本视为控制组 ($Treat = 0$); 第三, 将企业披露的数字化词频第一次进入样本最高的前 10% 视为一次冲击事件, 进入当年及之后年份 $Post$ 取值为 1, 否则为 0。接下来, 基于匹配成功的处理组与控制组样本构建多期双重差分模型进行检验:

$$Innovation_{i,t+1} = \beta_0 + \beta_1 Treat_{i,t} \times Post_{i,t} + \beta_2 Treat_{i,t} + \beta_3 Post_{i,t} + \sum Controls + Industry + Year + Prov + \varepsilon \quad (2)$$

模型其他变量定义同前文模型(1), 本文主要关注交互项 $Treat \times Post$ 的系数 β_1 , 检验结果如表 7 所示。 $Treat \times Post$ 的系数均至少在 5% 水平上显著为正, 表明企业较高的数字化程度将显著提升其创新投入、创新产出以及创新效率, 这与本文基本结论相一致。

表 7 双重差分模型检验结果

变量	(1)	(2)	(3)
	$R\&D_{i,t+1}$	$Patent_{i,t+1}$	$InnoEff_{i,t+1}$
$Treat \times Post$	0.213 ** (2.28)	0.384 *** (2.77)	0.024 *** (3.33)
$Treat$	0.077 (0.82)	0.124 (-0.93)	-0.007 (-0.99)
$Post$	-0.019 (-0.45)	-0.027 (-0.38)	-0.006 (-1.56)
控制变量	控制	控制	控制
行业/年度/省份固定效应	是	是	是
观测值	6878	6878	5535
伪 R^2	0.234	0.116	-0.148

(3) 公司固定效应模型。为了缓解难以观测的不随时间或公司变化的因素带来的遗漏变量问题可能对研究结论产生不利影响, 本文采用公司固定效应模型对主要假说重新进行检验。表 8 列示了检验结果, 发现 $Digital$ 的系数均在 1% 水平上显著为正, 本文主要研究结论仍然成立。

表 8 公司固定效应模型

变量	(1)	(2)	(3)
	$R\&D_{i,t+1}$	$Patent_{i,t+1}$	$InnoEff_{i,t+1}$
$Digital$	0.335 *** (4.81)	0.644 *** (7.22)	0.029 *** (6.28)
控制变量	控制	控制	控制
行业/年度/省份固定效应	是	是	是
观测值	16753	16753	13048
调整 R^2	0.502	0.517	0.363

(4) 变化模型。进一步地, 为了缓解企业数字化程度与企业创新在时间序列上的共同趋势带来的反向因果担忧, 本文还在基准模型(1)的基础上对所有变量进行一阶差分处理, 构造变化模型并采用 OLS 回归来检验企业数字化程度的变化对企业创新行为的影响。相应的检验结果如表 9 所

示, $\Delta Digital$ 的系数均在 5% 水平上显著为正, 表明企业数字化程度的增加将带来企业创新投入、创新产出以及创新效率的显著上升。

表 9 变化模型检验结果

变量	(1)	(2)	(3)
	$\Delta R\&D_{t+1}$	$\Delta Patent_{t+1}$	$\Delta InnoEff_{t+1}$
$\Delta Digital$	0.129 ** (2.42)	0.222 ** (2.33)	0.011 ** (2.18)
控制变量	控制	控制	控制
行业/年度/省份固定效应	是	是	是
观测值	13592	13592	10564
调整 R ²	0.022	0.051	0.716

4. 其他稳健性检验

(1) 改变企业数字化的衡量。第一, 考虑到行业差异, 改用经行业中位数调整的指标衡量企业数字化程度 ($Digital_{Adj}$), 该指标反映了行业内的企业数字化相对水平。第二, 对不同维度的细分指标先进行离差标准化处理以消除量纲^①, 然后将细分指标加总得到新的企业数字化程度指标, 记为 $Digital_{Dim}$ 。第三, 采用年报披露的数字化相关词汇频数加 1 取自然对数衡量企业数字化程度, 记为 $Digital_{Ln}$ 。检验结果如表 10 所示, 无论采用何种方式衡量企业数字化程度及企业创新活动, $Digital_{Adj}$ 、 $Digital_{Dim}$ 和 $Digital_{Ln}$ 的系数均在 1% 水平上显著为正, 企业数字化程度的提升显著促进了企业的创新投入、创新产出和创新效率, 进一步支持了本文主要研究结论。

表 10 改变企业数字化程度的衡量

Panel A: 行业调整企业数字化指标

变量	(1)	(2)	(3)
	$R\&D_{t+1}$	$Patent_{t+1}$	$InnoEff_{t+1}$
$Digital_{Adj}$	0.469 *** (6.60)	0.777 *** (7.57)	0.033 *** (6.58)
控制变量	控制	控制	控制
行业/年度/省份固定效应	是	是	是
观测值	16753	16753	13048
伪 R ²	0.208	0.182	-0.304

Panel B: 标准化不同维度的企业数字化指标

变量	(1)	(2)	(3)
	$R\&D_{t+1}$	$Patent_{t+1}$	$InnoEff_{t+1}$
$Digital_{Dim}$	0.731 *** (6.76)	1.015 *** (6.77)	0.038 *** (5.08)
控制变量	控制	控制	控制

① 企业数字化相关词汇可划分为云计算、互联网、人工智能、大数据、物联网五个维度, 然而词典中涵盖的各维度词汇数存在差异, 这可能自然地赋予各维度不同的权重进而影响数字化词典对不同维度数字化的捕捉能力。

续表 10

Panel B: 标准化不同维度的企业数字化指标

变量	(1)	(2)	(3)
	$R\&D_{i+1}$	$Patent_{i+1}$	$InnoEff_{i+1}$
行业/年度/省份固定效应	是	是	是
观测值	16753	16753	13048
伪 R^2	0.208	0.182	-0.302

Panel C: 企业数字化词频取自然对数

变量	(1)	(2)	(3)
	$R\&D_{i+1}$	$Patent_{i+1}$	$InnoEff_{i+1}$
$Digital_{Ln}$	0.086 *** (7.35)	0.196 *** (11.17)	0.009 *** (9.85)
控制变量	控制	控制	控制
行业/年度/省份固定效应	是	是	是
观测值	16753	16753	13048
伪 R^2	0.208	0.185	-0.311

(2) 改变企业创新的衡量。第一,对于企业创新投入,分别改用下一期企业研发投入占营业收入的比重 ($R\&D^s$) 和企业研发投入加 1 取自然对数 ($LnRD$) 衡量。第二,考虑到部分研发活动周期较长,专利产出可能具有较长的滞后性,本文分别根据滞后两年和三年的专利申请数量来衡量企业的创新产出(分别记为 $Patent_{2yr}$ 和 $Patent_{3yr}$) 和创新效率(分别记为 $InnoEff_{2yr}$ 和 $InnoEff_{3yr}$)。相应的检验结果如表 11 所示,无论采用何种方式衡量企业创新, $Digital$ 的系数均在 1% 水平上显著为正,这意味着改变企业创新活动的衡量不影响本文主要研究结论。

表 11 改变企业创新的衡量

变量	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	$R\&D_{i+1}^s$	$LnRD_{i+1}$	$Patent_{2yr}$	$Patent_{3yr}$	$InnoEff_{2yr}$	$InnoEff_{3yr}$
$Digital$	1.863 *** (6.75)	2.188 *** (5.86)	0.688 *** (5.95)	0.663 *** (4.83)	0.029 *** (5.07)	0.028 *** (4.06)
控制变量	控制	控制	控制	控制	控制	控制
行业/年度/省份固定效应	是	是	是	是	是	是
观测值	16751	16753	16708	14093	13018	10733
伪 R^2	0.103	0.126	0.275	0.271	-2.937	-3.274

(3) 控制企业策略性信息披露行为的影响。本文基于文本分析方法构建的企业数字化指标虽然能够较为全面地捕捉数字经济在微观企业中的真实运行情况,但也可能受到企业策略性信息披露行为的影响,例如企业年报中披露的数字化程度可能比真实推进的多。赵璨等(2020)^[39]研究表明,企业对“互联网+”信息披露存在策略性炒作或蹭热度的嫌疑,可能夸大信息披露。

为了控制上述影响,本文进行了如下检验:第一,在基准模型的基础上控制企业会计信息质量。具体地,本文构建以下两个指标衡量会计信息质量:一是反映企业推迟确认损失或费用并加速确认收入的会计盈余激进度指标 ($Earn_Agg$);二是反映一定期间内企业会计盈余和现金流匹配程度的

盈余平滑度指标 (*Earn_Smooth*)。第二,在基准模型的基础上控制企业信息披露质量 (*Dis_Score*)。本文采用沪深交易所信息披露考评结果衡量企业信息披露质量,当考评结果为优秀或良好时, *Dis_Score* 取值为 1, 否则为 0。相应的检验结果如表 12 所示,发现 *Digital* 的系数依然在 1% 水平上显著为正^①,这意味着企业夸大披露的问题可能并不严重。简言之,在控制企业策略性信息披露行为的影响后,本文的基本结论不发生实质性变化。

表 12 控制企业策略性信息披露行为的影响

变量	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	<i>R&D</i> _{<i>t</i>+1}	<i>Patent</i> _{<i>t</i>+1}	<i>InnoEff</i> _{<i>t</i>+1}	<i>R&D</i> _{<i>t</i>+1}	<i>Patent</i> _{<i>t</i>+1}	<i>InnoEff</i> _{<i>t</i>+1}
<i>Digital</i>	0.428*** (5.18)	0.851*** (6.40)	0.036*** (5.81)	0.433*** (5.86)	0.685*** (6.99)	0.028*** (5.66)
<i>Earn_Agg</i>	0.017 (0.15)	0.001 (0.01)	0.004 (0.51)			
<i>Earn_Smooth</i>	-0.001 (-0.24)	-0.010** (-2.17)	-0.000 (-1.38)			
<i>Dis_Score</i>				0.097** (2.10)	0.145*** (2.69)	0.006** (2.21)
控制变量	控制	控制	控制	控制	控制	控制
行业/年度/省份固定效应	是	是	是	是	是	是
观测值	10930	10930	7886	12600	12600	10395
伪 R ²	0.176	0.191	-0.307	0.180	0.176	-0.299

六、异质性与影响机制分析

1. 异质性分析

结合我国上市公司数字化转型的特征事实,本文进一步从产业属性、地区差异、上市板块、产权性质和公司规模等角度展开深入分析,结果如表 13 所示。

首先,本文根据研发人员和研发投入占比来区分不同产业,若企业属于传统行业,则 *Trad* 取值为 1,若属于技术密集型行业则取值为 0。表 13 的 Panel A 显示, *Digital* × *Trad* 的系数均在 1% 水平上显著为正。由于数字化转型的一个重要着力点是助力传统产业的数字化转型赋能,相比于数字化程度本身较高的技术密集型产业,数字化转型在传统产业释放出更大数字红利,对企业创新产生更大的促进作用。其次,根据上市公司注册地划分区域,若为中西部或东北部地区则 *Region* 取值为 1,否则取 0。表 13 的 Panel B 显示,第(5)列和第(6)列中 *Digital* × *Region* 系数均在 1% 水平上显著为正,第(4)列中交互项系数为正但不显著,表明较之于数字化程度整体较高的东部地区,中西部地区和东北部地区数字化转型对创新产出和创新效率的提升更明显,支持了数字化程度对企业创新的影响可能存在边际效应递减现象。第三,构建上市板块虚拟变量,若为沪深主板企业则 *Main* 取值为 1,否则为 0。表 13 的 Panel C 显示, *Digital* × *Main* 的系数均至少在 10% 水平上显著为正。与前文逻辑一致,创业板和中小板以高新技术企业为主,数字化程度普遍较高;而沪深主板上市企业以传统行业为主,因此边际效应递减使得数字化对主板企业创新推动更强。第四,根据企业产权性质,若为国有企业则 *SOE* 取值为 1,否则为 0。表 13 的 Panel D 列示了检验结果,第(11)列

^① 为了缓解企业夸大信息披露的担忧,本文还仅保留样本期内信息披露考评结果为优秀或良好的公司样本重新进行检验,未列示的结果显示,本文主要研究结论不发生实质性变化。

中 $Digital \times SOE$ 的系数在 1% 水平上显著为正,第(10)列和第(12)列中交互项系数为正但不显著。本文认为,数字化可以通过提升公司治理水平和提升员工素质,从而大幅提升国有企业创新能力。最后,根据企业规模,若总资产规模位于该年总样本的前三分之一,则 $Large$ 取值为 1,否则为 0。表 13 的 Panel E 显示, $Digital \times Large$ 的系数均至少在 5% 水平上显著为正。这可能是因为规模较大的行业龙头企业往往能够提供更充足的资源、更具竞争力的薪资来吸引数字化人才,促进企业人力资本升级,从而数字化转型对大型企业的创新活动产生更大的促进作用。

表 13 异质性分析

变量	Panel A: 产业属性			Panel B: 地区差异			Panel C: 上市板块		
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
	$X = Trad$			$X = Region$			$X = Main$		
	$R\&D_{t+1}$	$Patent_{t+1}$	$InnoEff_{t+1}$	$R\&D_{t+1}$	$Patent_{t+1}$	$InnoEff_{t+1}$	$R\&D_{t+1}$	$Patent_{t+1}$	$InnoEff_{t+1}$
$Digital$	0.300 *** (3.57)	0.346 *** (3.45)	0.021 *** (3.97)	0.457 *** (5.68)	0.524 *** (4.96)	0.023 *** (4.21)	0.355 *** (4.49)	0.431 *** (3.97)	0.024 *** (4.12)
X	-0.299 *** (-8.18)	-0.419 *** (-9.45)	-0.012 *** (-5.03)	0.055 (0.49)	-0.189 (-0.97)	-0.033 *** (-3.03)	-0.112 *** (-3.15)	-0.185 *** (-2.92)	-0.007 * (-1.93)
$Digital \times X$	2.622 *** (3.32)	6.041 *** (5.74)	0.192 *** (3.43)	0.270 (0.28)	4.462 *** (3.55)	0.228 *** (3.59)	2.479 ** (2.27)	5.754 *** (4.01)	0.139 * (1.91)
控制变量	控制	控制	控制	控制	控制	控制	控制	控制	控制
行业/年度/省份 固定效应	是	是	是	是	是	是	是	是	是
观测值	16753	16753	13048	16753	16753	13048	16753	16753	13048
伪 R^2	0.209	0.185	-0.306	0.208	0.183	-0.305	0.208	0.183	-0.300
变量	Panel D: 产权性质			Panel E: 公司规模					
	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)			
	$X = SOE$			$X = Large$					
	$R\&D_{t+1}$	$Patent_{t+1}$	$InnoEff_{t+1}$	$R\&D_{t+1}$	$Patent_{t+1}$	$InnoEff_{t+1}$			
$Digital$	0.430 *** (5.54)	0.561 *** (5.48)	0.030 *** (5.41)	0.404 *** (5.09)	0.468 *** (4.53)	0.024 *** (4.56)			
X	-0.013 (-0.27)	0.120 * (1.83)	0.009 *** (2.62)	-0.058 (-1.26)	-0.282 *** (-3.62)	-0.016 *** (-3.81)			
$Digital \times X$	1.226 (0.99)	4.276 *** (3.72)	0.044 (0.68)	2.074 ** (2.25)	7.264 *** (5.22)	0.231 *** (3.38)			
控制变量	控制	控制	控制	控制	控制	控制			
行业/年度/省份 固定效应	是	是	是	是	是	是			
观测值	16753	16753	13048	16753	16753	13048			
伪 R^2	0.208	0.183	-0.304	0.208	0.184	-0.306			

2. 潜在影响机制分析

前文的理论分析表明,企业数字化转型可能通过促进人力资本升级和改善公司治理水平来促进企业创新活动,因而接下来本文直接对这两条潜在影响机制进行检验。

(1)企业人力资本升级。企业技术创新有赖于知识的积累与传递,而这些知识往往嵌入在员工的人力资本之中。数字化转型不仅仅是技术的简单应用,其他要素和资源都需要围绕数字技术进行改造重组方能充分激发数字赋能优势,其中就包括人力资本的配套投入。例如,Lewis和Cho(2011)^[40]发现制造业企业在逐渐取代低技能劳动的过程中,一方面增加自动化技术的投资;另一方面也增加技术型员工的配置。企业数字化转型过程中需要更多高技能员工来配合相关技术的应用以及更高管理能力的员工来对各类资源进行协同调度(董祺,2013)^[41],这些高技能员工为实现技术突破和先进设备的使用提供了可能,是企业提升技术创新的重要投入要素。基于以上分析,本文预期企业数字化将通过推动人力资本升级来促进企业创新活动。

借鉴刘啟仁和赵灿(2020)^[42]、赵烁等(2020)^[43]的研究,本文从职业类型和受教育程度两个方面来衡量企业员工技能水平。首先,按照职业类型,将技术人员、研发人员等视为高技能员工(Labor_Skill)^①。其次,按照受教育程度,将研究生及以上学历的高学历员工视为高技能员工(Labor_Edu)。相应的检验结果如表14所示。其中,Panel A中第(1)列的Digital系数在1%水平上显著为正,表明数字化显著提升了企业对高技能员工的雇佣,促进了企业人力资本升级。第(2)列对创新投入的检验与前文基准结果一致,第(3)列中Labor_Skill系数在1%的水平上显著为正,Digital系数的数值较之第(2)列有明显下降,并且Sobel检验显示中介效应在1%的水平上显著。第(4)~(7)列对创新产出和创新效率影响的中介效应检验结果类似。Panel B为采用Labor_Edu衡量高学历员工的结果,检验结果与Panel A非常类似,不再赘述。简言之,上述结果表明企业数字化转型显著提升了企业对高技能和高学历员工的雇佣,推动了企业人力资本升级,进而促进企业创新活动。

表 14 机制分析——人力资本升级

Panel A: 职业类型							
变量	中介变量	创新投入		创新产出		创新效率	
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
	<i>Labor_Skill_t</i>	<i>R&D_{t+1}</i>	<i>R&D_{t+1}</i>	<i>Patent_{t+1}</i>	<i>Patent_{t+1}</i>	<i>InnoEff_{t+1}</i>	<i>InnoEff_{t+1}</i>
<i>Digital_t</i>	0.993 *** (7.80)	0.467 *** (6.64)	0.437 *** (6.17)	0.743 *** (7.31)	0.693 *** (6.83)	0.031 *** (6.27)	0.029 *** (5.86)
<i>Labor_Skill_t</i>			0.030 *** (4.65)		0.050 *** (4.32)		0.002 *** (3.82)
控制变量	控制	控制	控制	控制	控制	控制	控制
行业/年度/省份固定效应	是	是	是	是	是	是	是
观测值	16753	16753	16753	16753	16753	13048	13048
调整 R ² /伪 R ²	0.167	0.208	0.209	0.182	0.183	-0.304	-0.306
Sobel 检验		Z = 4.89 ***		Z = 8.32 ***		Z = 5.28 ***	

① 未列示的结果显示,将企业高级管理人员纳入高技能员工群体,主要研究结论不发生实质性变化。

续表 14

Panel B: 受教育程度

变量	中介变量	创新投入		创新产出		创新效率	
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
	$Labor_Edu_t$	$R\&D_{t+1}$	$R\&D_{t+1}$	$Patent_{t+1}$	$Patent_{t+1}$	$InnoEff_{t+1}$	$InnoEff_{t+1}$
$Digital_t$	0.608 *** (3.75)	0.467 *** (6.64)	0.434 *** (6.00)	0.743 *** (7.31)	0.700 *** (6.83)	0.031 *** (6.27)	0.029 *** (5.92)
$Labor_Edu_t$			0.055 *** (8.42)		0.071 *** (6.24)		0.003 *** (5.44)
控制变量	控制	控制	控制	控制	控制	控制	控制
行业/年度/省份固定效应	是	是	是	是	是	是	是
观测值	16753	16753	16753	16753	16753	13048	13048
调整 R^2 /伪 R^2	0.188	0.208	0.209	0.182	0.184	-0.304	-0.308
Sobel 检验		$Z = 3.23^{***}$		$Z = 4.32^{***}$		$Z = 2.20^{**}$	

(2)公司治理改善。数字技术的应用有利于提高公司管理效率,并通过降低信息不对称、提升监督力度从而发挥缓解代理问题冲突、改善公司治理的作用。例如,祁怀锦等(2020)^[13]研究表明,企业数字化通过降低信息不对称和减少管理者非理性决策提高了公司治理水平。因此,本文预期企业数字化程度的提升将通过降低信息不对称、降低公司代理成本,进而改善公司治理来促进企业创新活动。为检验该推测,一方面,本文采用沪深交易所信息披露考评结果(Dis_Score)衡量企业信息披露质量,当考评结果为优秀或良好时, Dis_Score 取值为1,否则为0,该指标值越大,表示企业面临的信息不对称程度越低;另一方面,采用修正琼斯模型估计的操纵性应计绝对值衡量企业代理成本(DA),该指标值越小,表示企业面临的代理成本越低、公司治理水平越高。

采用 Dis_Score 衡量企业信息披露质量的检验结果如表15的Panel A所示。其中,第(1)列中 $Digital$ 的系数在1%水平上显著为正,表明企业数字化显著提升了企业信息披露质量,降低了信息不对称程度。第(3)列中 Dis_Score 的系数在5%水平上显著为正,且 $Digital$ 系数的数值较之第(2)列有所下降;第(4)~(7)列对创新产出和创新效率的检验结果类似,支持了企业数字化转型通过降低信息不对称程度促进企业创新的中介效应存在。Panel B则列示了采用 DA 衡量企业代理成本的检验结果,第(1)列中 $Digital$ 的系数在1%水平上显著为负,表明企业数字化显著缓解了代理问题冲突。第(3)、(5)和(7)列为对企业创新投入、创新产出和创新效率的中介效应检验第三步结果,发现除了第(3)列, DA 的系数均显著为负,且 $Digital$ 系数的数值较之基准回归结果均有所下降,基本上支持了企业数字化转型通过缓解代理问题冲突促进企业创新的中介效应存在。整体而言,这些结果表明,企业数字转型通过降低信息不对称程度、缓解代理问题冲突等改善公司治理,进而显著促进企业创新活动。

表 15

机制分析——公司治理改善

Panel A: 信息不对称

变量	中介变量	创新投入		创新产出		创新效率	
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
	Dis_Score_t	$R\&D_{t+1}$	$R\&D_{t+1}$	$Patent_{t+1}$	$Patent_{t+1}$	$InnoEff_{t+1}$	$InnoEff_{t+1}$
$Digital_t$	0.049 *** (3.13)	0.438 *** (5.93)	0.433 *** (5.86)	0.692 *** (7.08)	0.685 *** (6.99)	0.028 *** (5.73)	0.028 *** (5.66)

续表 15

Panel A: 信息不对称

变量	中介变量	创新投入		创新产出		创新效率	
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
	Dis_Score_t	$R\&D_{t+1}$	$R\&D_{t+1}$	$Patent_{t+1}$	$Patent_{t+1}$	$InnoEff_{t+1}$	$InnoEff_{t+1}$
Dis_Score_t			0.097 ** (2.10)		0.145 *** (2.69)		0.006 ** (2.21)
控制变量	控制	控制	控制	控制	控制	控制	控制
行业/年度/省份固定效应	是	是	是	是	是	是	是
观测值	12600	12600	12600	12600	12600	10395	10395
调整 R ² /伪 R ²	0.129	0.180	0.180	0.176	0.176	-0.299	-0.299
Sobel 检验		Z = 3.92 ***		Z = 4.18 ***		Z = 3.07 ***	

Panel B: 代理成本

变量	中介变量	创新投入		创新产出		创新效率	
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
	DA_t	$R\&D_{t+1}$	$R\&D_{t+1}$	$Patent_{t+1}$	$Patent_{t+1}$	$InnoEff_{t+1}$	$InnoEff_{t+1}$
$Digital_t$	-0.019 *** (-2.78)	0.458 *** (6.63)	0.457 *** (6.62)	0.727 *** (7.08)	0.722 *** (7.03)	0.031 *** (6.14)	0.030 *** (6.10)
DA_t			-0.107 (-1.58)		-0.344 *** (-3.34)		-0.013 ** (-2.28)
控制变量	控制	控制	控制	控制	控制	控制	控制
行业/年度/省份固定效应	是	是	是	是	是	是	是
观测值	16067	16067	16067	16067	16067	12497	12497
调整 R ² /伪 R ²	0.085	0.210	0.210	0.185	0.186	-0.302	-0.303
Sobel 检验		Z = 3.28 ***		Z = 3.70 ***		Z = 3.11 ***	

七、研究结论与启示

在数字技术迅猛发展的大背景下,推动数字技术与实体经济深度融合,以数字技术赋能实体经济创新发展,既是推动经济发展质量变革、效率变革、动力变革的重要驱动力,也是实现经济高质量发展的重要着力点。本文基于 2010—2018 年中国 A 股上市公司数据,创新性地利用文本分析法构建了更为全面反映中国微观企业数字化程度的指标。在此基础上,本文首先对中国上市公司数字化程度的特征事实进行梳理,其次系统考察了数字化对企业创新活动的影响及作用机理。研究结果表明,企业数字化程度的提升能够显著促进企业的创新投入、创新产出和创新效率,该结论在经过一系列稳健性检验后仍然成立。异质性分析发现,数字化对企业创新的促进作用在传统产业、中西部地区、主板上市企业、国有企业以及规模较大的企业中更加明显,这与本文发现的我国上市公司数字化转型的典型特征事实相吻合,并支持了数字化促进企业创新的影响可能存在边际效应递减。机制检验表明,数字化转型主要通过推动企业人力资本升级和公司治理改善来促进企业创新活动。

面对世界百年未有之大变局以及日益激烈的国际竞争,我国应加快推进数字化转型,完成从粗放式发展到高质量发展的转变,明确落实创新驱动发展战略,实现经济结构的转型升级。对于政府来说,政府应该积极引导,助力微观企业顺利实施数字化转型。首先,各地政府应加速优化数字化基础设施建设,尤其是中西部地区,并积极推广云平台、物联网等数字技术与制造业的融合,为数字经济与实体经济深度融合构建数字中国提供技术基础。其次,政府应及时出台相关扶持政策,着重加大对传统行业和中小微企业的扶持力度,如鼓励数字化商业模式、增加创新补贴、加强专利保护等。积极引导各行业模式创新和融合发展,解决企业在数字化转型期间可能面临的困难与需求,以实现创新驱动的经济高质量发展。最后,政府应调节数字化转型对劳动力结构带来的冲击,优化人才培养。一是支持建立产学研协同合作的创新联盟,推进企业、高校等科研机构之间技术要素流动,以满足高质量人才的需求;二是预防数字化转型带来的结构性失业,加强高素质技术技能人才培养,从长远上为高质量经济发展提供强有力支撑。对于企业来说,企业应深入贯彻落实高质量发展和创新驱动发展战略,把数字技术与资本、市场、管理等要素有机整合,深化数字技术在生产、管理等各个环节的应用,提升效率并加强创新力度,以实现技术创新向经济效益的实质性转变。具体地,第一,企业应充分重视数字人才在数字化转型中的重要作用,重视企业家在数字化转型中的作用,建设专业化的职业经理人队伍;增加技术工人等高技能人才的比重,加快对传统动能的提升改造与新兴动能的培育发展,实现供给端升级。第二,企业不仅应加强数字创新与产业融合,从制度、管理、商业模式、业态、文化等全方面实现改造升级,还应不断加大数字技术应用的研发投入,提升产品质量以推动供给端升级,进而为国际国内双循环提供坚实的供给基础。

参考文献

- [1] 赵振. “互联网+”跨界经营:创造性破坏视角[J]. 北京:中国工业经济,2015,(10):146-160.
- [2] 戚聿东,杜博,温馨. 国有企业数字化战略变革:使命嵌入与模式选择——基于3家中央企业数字化典型实践的案例研究[J]. 北京:管理世界,2021,(11):137-158.
- [3] 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.
- [4] 赵涛,张智,梁上坤. 数字经济、创业活跃度与高质量发展——来自中国城市的经验证据[J]. 北京:管理世界,2020,(10):65-76.
- [5] 姜松,孙玉鑫. 数字经济对实体经济影响效应的实证研究[J]. 北京:科研管理,2020,(5):32-39.
- [6] 李春涛,闫续文,宋敏,杨威. 金融科技与企业创新——新三板上市公司的证据[J]. 北京:中国工业经济,2020,(1):81-98.
- [7] 唐松,伍旭川,祝佳. 数字金融与企业技术创新——结构特征、机制识别与金融监管下的效应差异[J]. 北京:管理世界,2020,(5):52-66.
- [8] 沈运红,黄彬. 数字经济水平对制造业产业结构优化升级的影响研究——基于浙江省2008—2017年面板数据[J]. 广州:科技管理研究,2020,(3):147-154.
- [9] 沈国兵,袁征宇. 企业互联网化对中国企业创新及出口的影响[J]. 北京:经济研究,2020,(1):33-48.
- [10] Trott, P., and D. Hartmann. Why “Open Innovation” is Old Wine in the New Bottles[J]. *International Journal of Innovation Management*,2009,13,(4):715-736.
- [11] Rafols, I., M. M. Hopkins, J. Hoekman, J. Siepel et al. Big Pharma, Little Science? A Bibliometric Perspective on Big Pharma's R&D Decline[J]. *Technological Forecasting & Social Change*,2014,81,(1):22-38.
- [12] 李坤望,邵文波,王永进. 信息化密度、信息基础设施与企业出口绩效——基于企业异质性的理论与实证分析[J]. 北京:管理世界,2015,(4):52-65.
- [13] 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]. 重庆:改革,2020,(4):50-64.
- [14] Tambe, P., and L. M. Hitt. The Productivity of Information Technology Investments: New Evidence from IT Labor Data[J].

Information Systems Research, 2012, 23, (3PT. 1): 599 – 617.

- [15] 王立彦, 张继东. ERP 系统实施与公司业绩增长之关系——基于中国上市公司数据的实证分析[J]. 北京: 管理世界, 2007, (3): 116 – 121 + 137.
- [16] 杨德明, 刘泳文. “互联网+”为什么加出了业绩[J]. 北京: 中国工业经济, 2018, (5): 80 – 98.
- [17] Tiwana, A., B. R. Konsynski, and A. Bush. Platform Evolution: Coevolution of Platform Architecture, Governance, and Environmental Dynamics[J]. Information Systems Research, 2010, 21, (4): 675 – 687.
- [18] 戚聿东, 蔡呈伟. 数字化对制造业企业绩效的多重影响及其机理研究[J]. 哈尔滨: 学习与探索, 2020, (7): 108 – 119.
- [19] 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.
- [20] 赵宸宇, 王文春, 李雪松. 数字化转型如何影响企业全要素生产率[J]. 北京: 财贸经济, 2021, (7): 114 – 129.
- [21] 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.
- [22] 沈艳, 陈赞, 黄卓. 文本大数据分析在经济学和金融学中的应用: 一个文献综述[J]. 北京: 经济学(季刊), 2019, (4): 1153 – 1186.
- [23] Negroponte, N. Learn to Learn in a Completely Connected World[J]. Cités, 2015, 63, (3): 119 – 132.
- [24] Abouzeedan, A., and M. Busler. “Internetization Management” The Way to Run the Strategic Alliances in the E-globalization Age [J]. Global Business Review, 2013, 8, (2): 303 – 321.
- [25] Goldfarb, A., and C. Tucker. Digital Economics[J]. Journal of Economic Literature, 2019, 57, (1): 3 – 43.
- [26] Bertsek, I., J. Hogrefe, and F. Rasel. Trade and Technology: New Evidence on the Productivity Sorting of Firms[J]. Review of World Economics, 2015, 151, (1): 53 – 72.
- [27] 李兵, 李柔. 互联网与企业出口: 来自中国工业企业的微观经验证据[J]. 北京: 世界经济, 2017, (7): 102 – 125.
- [28] 张龙鹏, 周立群. “两化融合”对企业创新的影响研究——基于企业价值链的视角[J]. 上海: 财经研究, 2016, (7): 99 – 110.
- [29] 李晓华. 数字经济新特征与数字经济新动能的形成机制[J]. 重庆: 改革, 2019, (11): 40 – 51.
- [30] 李海舰, 田跃新, 李文杰. 互联网思维与传统企业再造[J]. 北京: 中国工业经济, 2014, (10): 135 – 146.
- [31] Romer, P. M. Endogenous Technological Change[J]. Journal of Political Economy, 1990, 98, (5): 71 – 102.
- [32] Akcigit, U., and W. Kerr. Growth through Heterogeneous Innovations [J]. Journal of Political Economy, 2018, 126, (4): 1374 – 1443.
- [33] Kong, D., C. Lin, L. Wei, and J. Zhang. Information Accessibility and Corporate Innovation[J]. Management Science, forthcoming, 2022.
- [34] 黎文靖, 郑曼妮. 实质性创新还是策略性创新? ——宏观产业政策对微观企业创新的影响[J]. 北京: 经济研究, 2016, (4): 60 – 73.
- [35] 田轩, 孟清扬. 股权激励计划能促进企业创新吗[J]. 天津: 南开管理评论, 2018, (3): 176 – 190.
- [36] 虞义华, 赵奇峰, 鞠晓生. 发明家高管与企业创新[J]. 北京: 中国工业经济, 2018, (3): 136 – 154.
- [37] Altman, E. I. Financial Ratios, Discriminant Analysis and the Prediction of Corporate Bankruptcy [J]. Journal of Finance, 1968, 23, (4): 589 – 609.
- [38] 王晓珂, 王艳艳, 于李胜, 赵玉萍, 张震宇. 审计师个人经验与审计质量[J]. 北京: 会计研究, 2016, (9): 75 – 81.
- [39] 赵璨, 曹伟, 姚振晔, 王竹泉. “互联网+”有利于降低企业成本粘性吗? [J]. 上海: 财经研究, 2020, (4): 33 – 47.
- [40] Lewis, G., and Y. J. Cho. The Aging of the State Government Workforce: Trends and Implications [J]. The American Review of Public Administration, 2011, 41, (1): 48 – 60.
- [41] 董祺. 中国企业信息化创新之路有多远? ——基于电子信息企业面板数据的实证研究[J]. 北京: 管理世界, 2013, (7): 123 – 129.
- [42] 刘啟仁, 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.
- [43] 赵烁, 施新政, 陆瑶, 刘心悦. 兼并收购可以促进劳动力结构优化升级吗? [J]. 北京: 金融研究, 2020, (10): 150 – 169.

Does Digital Transformation Help High-quality Development of Enterprises? Evidences from Corporate Innovation

XIAO Tu-sheng^{1,2}, WU Yu-shan¹, QI Wen-tao³

(1. School of Accountancy, Central University of Finance and Economics, Beijing, 100081, China;

2. China's Management Accounting Research and Development Center, Central University of Finance and Economics, Beijing, 100081, China;

3. School of Accountancy, Shanghai University of Finance and Economics, Shanghai, 200433, China)

Abstract: Digital transformation is an important engine for the high-quality development of enterprises and a powerful starting point for building an innovation-driven pattern of economy. In this term, clarifying the influence mechanism of digital transformation on enterprise innovation and development is conducive to understanding how the development process and successful experience of digital technology enables real economy and help China achieve innovation driven high-quality economic development.

In order to uncover how digital technology enables the real economy's innovation, this paper creatively builds a proxy for digital transformation of micro enterprises using 197 words related to digital terms in authoritative policy documents. Using the data of Chinese listed companies from 2010 to 2018, we analyzed the MD&A part of annual report to extract the usage frequency of the words. Based on the digital transformation of micro enterprises, we summarize six salient stylized facts of the process of digital transformation. First, the degree of digitalization of enterprises has increased year by year, and the integration of digital technology and real economy is rapid; Second, the development of digitalization is uneven among different industries, and the digitization degree of technology intensive industries is high; Third, the degree of digitalization of enterprises shows obvious regional cluster effect, and there are obvious differences between the East and the West; Fourth, the digital development among different listed sectors is very unbalanced, and the digitization degree of GEM enterprises is in the leading position; Fifth, there are differences in the degree of digitization among enterprises with different ownership, and the degree of digitization of private enterprises is significantly higher; At last, the scale effect of digitization is gradually emerging, and large-scale enterprises accelerate to embrace digital technology.

Then we empirically examine the influence of digital transformation on enterprise innovative activity. We find that digital transformation can significantly promote the corporate innovation input, output and efficiency, and the result is robust after a series of robustness tests. Cross-sectional analyses show that the promotion of corporate innovation by digital transformation is more pronounced in traditional industrial, central or western regions, main board listed, state-owned and larger enterprises, which is in line with the characteristic facts of digital transformation in descriptive analysis, and those results indicate that digitalization have decreasing marginal effect. Mechanism analysis shows that digital transformation promoted corporate innovation mainly by stimulating the upgrading of enterprise human capital and the improvement of corporate governance. Overall, this paper not only reveals the process of digital transformation of Chinese micro enterprises, but also provides important policy implications for the integration of digital technology and real economy, and high-quality economic development.

Our study makes three contributions. First, we expand the framework of studying the impact mechanism and economic consequences of digitization, by analyzing the impact of digitization application on micro enterprise innovation activities from the perspectives of input, output and efficiency of innovation. We have revealed that the upgrading of human capital in enterprises and the improvement of corporate governance are important mechanism paths for digitization to affect enterprise innovation. Second, we creatively use the method of text analysis through machine learning to construct a core index that can more comprehensively, reliably, and accurately reflect the digitization degree of Chinese enterprises. This is an effective improvement of enterprise digital measurement at the micro level, and lays a good foundation for the follow-up evaluation of enterprise digital transformation and its economic effects. Third, we sort out the typical characteristics and facts of digital transformation of Chinese listed companies, and systematically explore the impact and mechanism of digitization on enterprise innovation activities. The above work plays an important role in building an innovative country and promoting the integrated development of digital technology and real economy.

Key Words: digital transformation; corporate innovation; human capital upgrade; high-quality development

JEL Classification: G31, M20, O32

DOI: 10.19616/j.cnki.bmj.2022.05.003

(责任编辑:张任之)