

# 数字化转型与企业技术创新

## ——机制识别、保障条件分析与异质性检验

张欣 董竹\*

**摘要:** 数字经济时代,数据成为继土地、技术、资本和人力之外的又一核心生产要素。本文选取2007—2020年沪深两市A股上市公司为样本,实证检验了数字化转型对企业创新的影响。研究表明,数字化转型有助于提高企业的创新产出和创新效率。经过多种稳健性检验后,研究结论仍然成立。作用机制研究发现,数字化转型通过对内提高经营效率、对外获取政府补助和提高市场关注度作用于企业创新。并且,企业内部的高端人才和良好的外部制度环境是数字化转型促进企业创新的有力保障。最后,基于行业类型和所有权性质的异质性分析表明,数字化转型对企业创新的正向影响更显著地存在于技术密集型企业 and 国有企业。本文不仅拓展了数字化转型经济后果和企业创新影响因素的相关研究,而且对全面认识数字化转型在企业发展中扮演的角色以及在数字经济时代如何借助数字化转型促进企业创新也具有一定的启示意义。

**关键词:** 数字化转型;企业创新;高端人才;制度环境

**中图分类号:** F275

### 一、引言

数字经济具有推动人类进步和社会发展的作用。数字化转型作为数字经济发展的关键着力点,以云计算、大数据、人工智能等数字技术为抓手,广泛赋能各行业各领域,已经成为推动我国经济发展质量变革、效率变革、动力变革的重要力量。党的十八大以来,党中央高度重视发展数字经济,将其上升为国家战略。党的十九大提出推动互联网、大数据、人工智能和实体经济深度融合,建设数字中国、智慧社会。党的二十大进一步提出打造具有国际竞争力的数字产业集群。我国数字化发展的战略方针一脉相承、与时俱进。

当前,我国大部分企业都开始了数字化转型的进程。数字化转型被定义为使用新的数字技术,如人工智能、云计算、区块链和物联网等,以实现重大业务改进,增强客户体验、简化运营流程或创建新的业务模式。伴随着电子商务、移动互联网的发展,企业面临的行业竞争

\*张欣(通讯作者),青岛大学商学院,邮政编码:266071,电子信箱:zxincathy@163.com;董竹,吉林大学数量经济研究中心,邮政编码:130012,电子信箱:dongzhu@jlu.edu.cn。

本文得到教育部哲学社会科学重大攻关项目“资本市场的系统性风险测度与防范体系构建研究”(项目编号:17JZD016)、吉林省社会科学基金重点项目“资本市场助推吉林省企业创新能力提升与对策研究”(项目编号:2021A19)的资助。感谢匿名审稿专家及编辑部的宝贵意见,作者文责自负。

和市场需求不断变化,数字化转型成为企业发展的必经之路。已有研究发现,企业数字化转型改善了资本市场表现(吴非等,2021)和主业业绩(易露霞等,2021)、提高了全要素生产率(赵宸宇等,2021)和企业价值(黄大禹等,2021),并且,这些研究均认为数字化转型对企业创新能力的提升是其中的机制路径。而数字化转型究竟如何影响企业创新,值得深入研究。

科技创新是一个国家走向繁荣富强的立身之本,是在国际竞争中纵横捭阖的制胜之道。在我国经济结构的转型阶段,技术创新逐渐成为推动经济高质量发展的主要动力。企业是我国经济发展的核心力量,作为创新的主体,我国企业创新能力的提升对于强化国家战略科技力量、推动经济长期可持续发展具有重要影响。在当前传统经济向数字经济转型的背景下,企业如何借助数字化转型实现创新?从内部层面来看,数字化转型在改善经营效率等方面的积极作用能够提高企业的创新水平;从外部层面来看,作为发展的新动能,数字经济受到各行各业的重视,国家层面针对加快推进数字化转型出台了各项支持政策,企业进行数字化转型不仅有助于获取政府补助,还能够提升资本市场的关注度,这对企业创新也具有显著的正向影响。基于以上分析,本文将通过实证检验对数字化转型如何影响企业创新这一问题进行解答。

以数字化转型为出发点,以企业创新为落地点,本文选取2007—2020年沪深两市A股上市公司为样本,通过实证检验发现,数字化转型对企业的创新产出和创新效率具有显著的正向影响。在变换关键变量的度量方法、更换模型、延迟观测窗口以及使用工具变量法控制内生性影响后,本文的研究结论仍然成立。作用机制研究表明,数字化转型通过对内提高经营效率、对外获取政府补助和提高市场关注度促进企业创新。并且,企业内部的高端人才和外部制度环境的改善是数字化转型赋能企业创新的有力保障。最后,异质性分析表明,相较于劳动密集型企业、资本密集型企业以及非国有企业,数字化转型对技术密集型企业 and 国有企业技术创新的正向影响更强。

本文的边际贡献在于:第一,本文为数字化转型促进企业创新这一论点提供了实证支持。随着数字化转型的兴起,国内外学者开始探讨其带来的经济后果,已有研究认为,数字化转型提升了企业业绩和企业价值(易露霞等,2021;黄大禹等,2021),并且强创新是其中的作用路径,本文通过实证研究证实了这一点,同时也进一步丰富了数字化转型经济后果的相关文献。第二,探讨企业创新的影响因素是近年来公司金融领域关注的热点,已有文献分别从制度环境等宏观层面(李后建、张剑,2015;邱凤等,2021)、行业集中度等中观层面(Jefferson et al.,2006)以及管理者特征等微观层面(虞义华等,2018)检验了其对企业创新的影响。本文关注新兴的数字化转型,既拓展了企业创新影响因素的研究视角,对企业如何借助数字化转型提升创新能力也具有一定的启示作用。第三,现有文献已经将研究视角聚焦于数字化转型对企业创新的作用,一部分研究以制造业企业(张国胜、杜鹏飞,2022)为样本,另一部分研究侧重于从管理科学(杨伟等,2022)或管理创新(安同良、闻锐,2022)的维度展开,还有部分研究基于人力资本和公司治理(肖土盛等,2022)的视角进行了分析。本文以沪深两市A股上市公司为样本,不仅检验了数字化转型对企业创新的作用结果,还进一步从企业内外部层面切入,深入探索了其中的作用机制和保障条件,最后基于行业类型和所有权性质进行异质性分析,整体上形成了一个较为规范的研究框架。本研究不仅能够打开数字化转型影响企业创新的“黑箱”,而且有助于更好地理解如何利用数字化转型赋能企业创新。

## 二、理论分析与研究假设

近年来,数字化转型不仅彻底改变了企业开展业务以及与消费者、供应商和其他利益相关者建立关系的方式(Scuotto et al., 2020),而且在促进商业模式创新和客户价值创造等方面发挥了积极作用。数字化转型同样加速了企业技术创新,直接带动了技术开源化和组织方式去中心化,创新研发成本持续大幅降低,创造发明速度明显加快,群体性、链条化、跨领域创新成果屡见不鲜,颠覆性、革命性创新与迭代式、渐进式创新相并行。基于已有的研究成果,本文认为,数字化转型从企业内外部两个层面对技术创新产生了正向影响。

从内部层面来看,数字化转型在提高经营效率方面的积极作用有助于促进企业创新。具体地,近年来,新的数字技术,如大数据、人工智能和机器人等正在改变企业的经营方式(Rothberg and Erickson, 2017),通过优化流程管理或先进的市场知识增强企业的市场定位,提高运营效率(Cenamora et al., 2019),其中包括自动化(Andriole, 2017)、业务流程的改进(Gust et al., 2017)以及成本节约(Pagani, 2013)等。云计算提供按需的、弹性的资源,不需要由IT人员提供、管理和维护(Kane, 2015);大数据和数据分析有望加快决策过程(Bharadwaj et al., 2013),使响应时间更快;而智能产品和服务,通过嵌入利用大数据的人工智能,可以实现自动化的算法决策(Newell and Marabelli, 2015)。基于数字技术,企业通过资源计划系统(ERP)、流程自动化、智慧供应链、智能制造、线上平台、在线客服、自动化流程等手段提升了运作流程效率,产生了经济价值。数字技术成为驱动企业创新、强化发展质量的主动战略。

从外部层面来看,数字化转型通过获取政府补助、提高市场关注度提升企业的创新水平。首先,数字化转型有助于企业获取更多的政府补助。在推动数字经济和数字化转型的过程中,我国政府出台了多项政策支持和鼓励企业进行数字化转型,包括《关于加快推进国有企业数字化转型工作的通知》《智能制造发展规划(2016—2020年)》《工业互联网创新发展行动计划(2021—2023年)》等。在这些政策的支持下,进行数字化转型的企业能够获得更多的政府补助和银行贷款等,从而拓宽融资渠道,缓解融资约束。而融资约束是阻碍企业创新的主要因素之一。因此,从这个角度来看,企业数字化转型可以通过获取政府补助缓解企业创新面临的融资约束问题,进而提高创新产出和创新效率。其次,数字化转型能够提高企业的市场关注度。近年来,信息通信技术产业的快速发展驱动了数字化转型的进程,数字经济逐渐崛起。数据作为一种新的生产要素,对产业结构升级和经济增长方式转变具有重要影响。当前,我国经济已进入全面可持续发展的新阶段,数字化符合我国经济高质量发展的时代潮流。在此背景下,企业进行数字化转型会吸引更多分析师等资本市场参与者的追踪和关注。已有研究发现,分析师关注对企业创新具有显著的正向影响(陈钦源等, 2017)。分析师作为管理者与股东、投资者之间的中间人,在缓解企业信息不对称方面发挥着重要作用(Frankel and Li, 2004)。分析师的工作内容主要是通过跟踪企业,对企业目前的经营情况进行评估,并预测未来的业绩表现。如果分析师能够准确地将企业的信息和价值传递给外部投资者,进而降低信息不对称程度,则不仅有助于解决融资困境,还能够抑制管理者的代理行为,从而显著促进企业创新。

基于以上分析,本文提出:

H1:数字化转型能够促进企业创新。

H2:数字化转型通过对内提高经营效率、对外获取政府补助和提高市场关注度进而促进

企业创新。

### 三、研究设计

#### (一) 样本选择与数据来源

本文选取 2007—2020 年沪深两市 A 股上市公司为样本,文中所需的企业创新数据来源于中国研究数据服务平台(CNRDS),机构投资者持股比例数据和员工数据来源于 WIND 数据库,其余企业层面数据均来自 CSMAR 数据库。根据研究需要,对样本进行了如下筛选:(1)剔除金融行业的样本;(2)剔除上市当年的样本;(3)剔除主要研究变量或控制变量数据缺失的样本。为了避免极端值的影响,本文对所有连续变量进行 1% 和 99% 分位数的缩尾处理(Winsorize)。经过上述处理,本文获得了 21 507 个公司-年度非平衡面板有效数据。

#### (二) 变量的定义与计量

##### 1. 被解释变量

本文分别从创新产出和创新效率两个维度刻画企业创新。

创新产出方面,企业的创新产出包括发明专利、实用新型专利和外观设计专利,其中,发明专利的创新程度最高,最能反映创新质量,并且,在我国专利被授权通常需要较长的一段时间,专利申请更能准确捕捉创新决策的时间。因此,与以往研究一致(Griliches et al., 1986),本文选择发明专利的申请数量度量创新产出。为消除数据的右偏性,将发明专利的申请数量加 1 取自然对数( $\ln Patent$ )。

创新效率方面,采用发明专利申请数量与研发投入加权值加 1 取自然对数之比( $Peffi1$ )、发明专利申请数量与研发人员数量之比( $Peffi2$ )度量创新效率,这两个变量分别反映了在一定的研发投入和研发人员下能够产出多少发明专利。参考 Hirshleifer 等(2013), $Peffi1$  的定义如下:

$$Peffi1_{i,t} = \frac{Patent_{i,t}}{\ln(RD_{i,t-2} + 0.8 \times RD_{i,t-3} + 0.6 \times RD_{i,t-4} + 0.4 \times RD_{i,t-5} + 0.2 \times RD_{i,t-6} + 1)} \quad (1)$$

式(1)中: $Patent_{i,t}$ 为企业*i*第*t*年的发明专利申请数量, $RD_{i,t-2}$ 为企业*i*第*t-2*年的研发投入。为统一量纲,将分母过去 2-6 年内的研发投入加权值加 1 取自然对数再相除。

##### 2. 解释变量

企业数字化转型方面,参考吴非等(2021),本文使用人工智能技术、云计算技术、区块链技术、大数据技术和数字技术应用的细分指标在年报中出现的频次来衡量企业的数字化转型程度,将各个细分指标在报告中出现的次数加总,并将其加 1 取自然对数作为企业数字化程度的度量指标( $DT$ )。

##### 3. 控制变量

参考已有研究(刘春林、田玲,2021;肖土盛等,2022),本文选取总资产收益率( $Roa$ )、企业规模( $Size$ )、企业年龄( $Age$ )、第一大股东持股比例( $First$ )、营业收入增长率( $Growth$ )、资产负债率( $Lev$ )、高管持股比例( $Mhold$ )、固定资产占比( $Fixed$ )、董事会规模( $Board$ )、独立董事比例( $Ind$ )、机构投资者持股比例( $Insti$ )、现金流( $Cfo$ )、所有权性质( $Soe$ )作为模型的控制变量,并加入年度虚拟变量( $Year$ )和行业虚拟变量( $Indu$ )控制年度和行业的固定效应,其中行业划分使用中国证券监督管理委员会《上市公司行业分类指引》(2012 年修订)的行业分类

标准,除制造业使用二级行业分类外,其他行业均使用大类划分。

具体的变量定义和度量方法如表 1 所示。

表 1 变量定义及度量

| 变量名称      | 变量符号            | 变量定义                        |
|-----------|-----------------|-----------------------------|
| 企业创新      | <i>lnPatent</i> | ln(发明专利申请数量+1)              |
|           | <i>Peffi1</i>   | 发明专利申请数量与研发投入加权值加 1 的自然对数之比 |
|           | <i>Peffi2</i>   | 发明专利申请数量与研发人员数量之比           |
| 企业数字化转型   | <i>DT</i>       | 根据上文定义所得                    |
| 总资产收益率    | <i>Roa</i>      | 净利润与总资产之比                   |
| 企业规模      | <i>Size</i>     | 总资产(元)的自然对数                 |
| 企业年龄      | <i>Age</i>      | ln(1+上市年限)                  |
| 第一大股东持股比例 | <i>First</i>    | 持股最多股东的持股数量与总股数之比           |
| 营业收入增长率   | <i>Growth</i>   | 营业收入增长额与上年营业收入总额之比          |
| 资产负债率     | <i>Lev</i>      | 总负债与总资产之比                   |
| 高管持股比例    | <i>Mhold</i>    | 高管持股数量与总股数之比                |
| 固定资产占比    | <i>Fixed</i>    | 固定资产净额与总资产之比                |
| 董事会规模     | <i>Board</i>    | 董事会人数                       |
| 独立董事比例    | <i>Ind</i>      | 独立董事人数与董事会总人数之比             |
| 机构投资者持股比例 | <i>Insti</i>    | 机构投资者持股数量与总股数之比             |
| 现金流       | <i>Cfo</i>      | 经营活动现金流量净额与总资产之比            |
| 所有权性质     | <i>Soe</i>      | 国有企业取值为 1,非国有企业取值为 0        |
| 年度虚拟变量    | <i>Year</i>     | 指定年份取值为 1,其他年份取值为 0         |
| 行业虚拟变量    | <i>Indu</i>     | 指定行业取值为 1,其他行业取值为 0         |

### (三) 模型构建

为检验数字化转型对企业创新的影响,本文构建如下实证计量模型:

$$\ln Patent_{i,t+1}/Peffi1_{i,t+1}/Peffi2_{i,t+1} = \alpha_0 + \alpha_1 DT_{i,t} + \gamma Control_{i,t} + \sum Year + \sum Indu + \varepsilon_{i,t} \quad (2)$$

考虑到企业从创新投资到产生创新产出和创新效率存在时间上的滞后,本文分别对解释变量和控制变量进行滞后一期处理。 $\ln Patent_{i,t+1}$ 、 $Peffi1_{i,t+1}$  和  $Peffi2_{i,t+1}$  为企业  $i$  第  $t+1$  年的创新产出和创新效率, $DT_{i,t}$  为企业  $i$  第  $t$  年的数字化水平, $Control_{i,t}$  为控制变量, $Year$  和  $Indu$  分别表示年份固定效应和行业固定效应, $\alpha_0$  为常数项, $\alpha_1$  用来度量企业数字化转型对创新产出和创新效率的影响, $\gamma$  为各个控制变量的系数, $\varepsilon_{i,t}$  为随机误差项。

## 四、实证结果与分析

### (一) 主要变量描述性统计

表 2 报告了本文主要研究变量的描述性统计结果。由表 2 可知,在所有样本企业中, $\ln Patent$  的均值为 0.946,标准差为 1.280,最大值和最小值分别为 5.236 和 0,说明不同企业的创新产出水平存在较大差异; $Peffi1$  和  $Peffi2$  的均值分别为 0.352 和 0.645,标准差分别为 1.061 和 2.011,最小值均为 0,最大值分别为 8.030 和 14.217,表明企业创新效率的分布具有不平衡性,部分企业的创新效率较高; $DT$  的均值为 0.911,标准差为 1.275,最大值和最小值分别为 4.682 和 0,意味着不同企业之间的数字化程度差别较大,部分企业的数字化水平较高,部分

企业可能还未开始数字化。控制变量的表现与以往的研究结果大致相同,不再赘述。

**表 2** 主要研究变量的描述性统计

| 变量名             | 观测值    | 均值     | 标准差   | 中位数    | 最小值    | 最大值    |
|-----------------|--------|--------|-------|--------|--------|--------|
| <i>lnPatent</i> | 21 507 | 0.946  | 1.280 | 0      | 0      | 5.236  |
| <i>Peffi1</i>   | 21 507 | 0.352  | 1.061 | 0      | 0      | 8.030  |
| <i>Peffi2</i>   | 21 507 | 0.645  | 2.011 | 0      | 0      | 14.217 |
| <i>DT</i>       | 21 507 | 0.911  | 1.275 | 0      | 0      | 4.682  |
| <i>Roa</i>      | 21 507 | 0.034  | 0.072 | 0.036  | -0.368 | 0.211  |
| <i>Size</i>     | 21 507 | 22.125 | 1.331 | 21.972 | 19.104 | 26.186 |
| <i>Age</i>      | 21 507 | 2.182  | 0.734 | 2.303  | 0.693  | 3.258  |
| <i>First</i>    | 21 507 | 0.341  | 0.148 | 0.319  | 0.084  | 0.738  |
| <i>Growth</i>   | 21 507 | 0.449  | 1.406 | 0.131  | -0.783 | 11.004 |
| <i>Lev</i>      | 21 507 | 0.455  | 0.215 | 0.450  | 0.057  | 1.059  |
| <i>Mhold</i>    | 21 507 | 0.057  | 0.125 | 0      | 0      | 0.586  |
| <i>Fixed</i>    | 21 507 | 0.213  | 0.160 | 0.182  | 0.001  | 0.700  |
| <i>Board</i>    | 21 507 | 8.710  | 1.728 | 9      | 5      | 15     |
| <i>Ind</i>      | 21 507 | 0.372  | 0.053 | 0.333  | 0.300  | 0.571  |
| <i>Insti</i>    | 21 507 | 0.337  | 0.250 | 0.326  | 0      | 0.876  |
| <i>Cfo</i>      | 21 507 | 0.044  | 0.075 | 0.043  | -0.204 | 0.260  |
| <i>Soe</i>      | 21 507 | 0.351  | 0.477 | 0      | 0      | 1      |

## (二) 基准回归结果分析

表 3 报告了企业数字化转型影响创新产出和创新效率的基准回归结果。在表 3 的列(1)、列(3)以及列(5)中,未加入控制变量时,*DT* 的回归系数均在 1%的水平上显著为正。加入控制变量后,列(2)、列(4)以及列(6)的估计结果显示,*DT* 对 *lnPatent*、*Peffi1* 以及 *Peffi2* 的回归系数分别为 0.089、0.064 以及 0.127,仍然均在 1%的水平上显著,并且,回归系数相较于未加入控制变量时有所减小,调整  $R^2$  有所增大,说明控制变量部分解释了影响企业创新的因素。总体上,以上研究结果表明,数字化转型对企业创新产出和创新效率具有显著的正向影响,企业的数字化水平越高,创新产出越多、创新效率越高,研究假说 H1 得证。

**表 3** 基准回归结果

|               | (1)                 | (2)                   | (3)                 | (4)                   | (5)                 | (6)                   |
|---------------|---------------------|-----------------------|---------------------|-----------------------|---------------------|-----------------------|
|               | <i>lnPatent</i>     | <i>lnPatent</i>       | <i>Peffi1</i>       | <i>Peffi1</i>         | <i>Peffi2</i>       | <i>Peffi2</i>         |
| <i>DT</i>     | 0.122***<br>(7.266) | 0.089***<br>(5.802)   | 0.095***<br>(5.270) | 0.064***<br>(4.060)   | 0.159***<br>(5.503) | 0.127***<br>(4.689)   |
| <i>Roa</i>    |                     | 1.270***<br>(7.992)   |                     | 0.694***<br>(4.765)   |                     | 1.776***<br>(7.781)   |
| <i>Size</i>   |                     | 0.200***<br>(9.472)   |                     | 0.177***<br>(7.755)   |                     | 0.211***<br>(7.349)   |
| <i>Age</i>    |                     | -0.270***<br>(-9.480) |                     | -0.068***<br>(-2.856) |                     | -0.152***<br>(-4.107) |
| <i>First</i>  |                     | -0.395***<br>(-2.918) |                     | -0.187<br>(-1.533)    |                     | -0.463***<br>(-2.986) |
| <i>Growth</i> |                     | -0.016***<br>(-2.794) |                     | -0.001<br>(-0.185)    |                     | 0.000<br>(0.058)      |

续表 3

基准回归结果

|                            | (1)                   | (2)                   | (3)                   | (4)                   | (5)                    | (6)                   |
|----------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|-----------------------|
|                            | lnPatent              | lnPatent              | Peffi1                | Peffi1                | Peffi2                 | Peffi2                |
| <i>Lev</i>                 |                       | -0.046<br>(-0.543)    |                       | 0.015<br>(0.225)      |                        | 0.167<br>(1.529)      |
| <i>Mhold</i>               |                       | 0.232<br>(1.551)      |                       | 0.216*<br>(1.846)     |                        | 0.311<br>(1.430)      |
| <i>Fixed</i>               |                       | -0.001<br>(-0.009)    |                       | -0.200*<br>(-1.756)   |                        | -0.028<br>(-0.179)    |
| <i>Board</i>               |                       | 0.045***<br>(3.096)   |                       | 0.051***<br>(3.096)   |                        | 0.044**<br>(2.220)    |
| <i>Ind</i>                 |                       | 0.317<br>(0.833)      |                       | 1.037***<br>(2.606)   |                        | 0.521<br>(0.939)      |
| <i>Insti</i>               |                       | 0.289***<br>(3.992)   |                       | 0.197***<br>(3.037)   |                        | 0.087<br>(0.912)      |
| <i>Cfo</i>                 |                       | 0.778***<br>(5.639)   |                       | 0.576***<br>(4.480)   |                        | 0.921***<br>(4.415)   |
| <i>Soe</i>                 |                       | 0.122**<br>(2.481)    |                       | 0.079*<br>(1.694)     |                        | 0.147**<br>(2.214)    |
| <i>-cons</i>               | -0.340***<br>(-7.658) | -4.437***<br>(-9.103) | -0.276***<br>(-9.586) | -4.759***<br>(-7.623) | -0.803***<br>(-10.615) | -5.619***<br>(-8.005) |
| <i>Indu</i>                | Yes                   | Yes                   | Yes                   | Yes                   | Yes                    | Yes                   |
| <i>Year</i>                | Yes                   | Yes                   | Yes                   | Yes                   | Yes                    | Yes                   |
| adj. <i>R</i> <sup>2</sup> | 0.197                 | 0.270                 | 0.091                 | 0.160                 | 0.130                  | 0.160                 |
| N                          | 21 507                | 21 507                | 21 507                | 21 507                | 21 507                 | 21 507                |

注：\*\*\*、\*\*、\* 分别表示在 1%、5%、10% 水平上显著，括号内为 *t* 值，对所有回归的标准误进行了企业层面的群聚处理，以下各表同。

### (三) 稳健性检验

#### 1. 替换被解释变量

被解释变量企业创新方面,本文另外采用上市公司发明专利、实用新型专利和外观设计专利的总申请量来度量企业创新,将三种专利的总申请量加 1 取自然对数作为创新产出的度量变量(lnPatentsum),将三种专利的总申请量与过去 2~6 年研发投入加权值加 1 取自然对数的比值(Peffisum1)以及三种专利的总申请量与研发人员数量之比(Peffisum2)作为创新效率的度量变量。更换被解释变量度量方法的估计结果列示于表 4 的列(1)–(3)中,估计结果显示,DT 对 lnPatentsum、Peffisum1 以及 Peffisum2 的回归系数均显著为正,表明更换被解释变量的度量方法后,回归结果仍然支持本文的研究结论。

#### 2. 替换解释变量

参考易露霞等(2021),本文采用是否数字化转型(DT\_DUM)作为企业数字化转型的度量变量,当年报中出现数字化转型的关键词时,DT\_DUM 取值为 1,否则为 0。采用 DT\_DUM 作为解释变量的回归结果报告于表 4 的列(4)–(6)中,估计结果表明,不论被解释变量为 lnPatent、Peffi1 还是 Peffi2,DT\_DUM 的回归系数均显著为正,与本文的研究结论一致。

表 4 稳健性检验 1: 替换变量

|                            | (1)                   | (2)                    | (3)                    | (4)                   | (5)                   | (6)                   |
|----------------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
|                            | <i>lnPatentsum</i>    | <i>Peffisum1</i>       | <i>Peffisum2</i>       | <i>lnPatent</i>       | <i>Peffi1</i>         | <i>Peffi2</i>         |
| <i>DT</i>                  | 0.108***<br>(6.074)   | 0.131***<br>(4.014)    | 0.354***<br>(4.614)    |                       |                       |                       |
| <i>DT_DUM</i>              |                       |                        |                        | 0.143***<br>(4.941)   | 0.079***<br>(3.132)   | 0.119***<br>(2.769)   |
| 控制变量                       | Yes                   | Yes                    | Yes                    | Yes                   | Yes                   | Yes                   |
| <i>_cons</i>               | -4.684***<br>(-8.341) | -10.554***<br>(-7.603) | -14.618***<br>(-7.279) | -4.545***<br>(-9.307) | -4.854***<br>(-7.712) | -5.839***<br>(-8.177) |
| <i>Indu</i>                | Yes                   | Yes                    | Yes                    | Yes                   | Yes                   | Yes                   |
| <i>Year</i>                | Yes                   | Yes                    | Yes                    | Yes                   | Yes                   | Yes                   |
| adj. <i>R</i> <sup>2</sup> | 0.326                 | 0.171                  | 0.159                  | 0.268                 | 0.157                 | 0.157                 |
| N                          | 21 507                | 21 507                 | 21 507                 | 21 507                | 21 507                | 21 507                |

## 3. 更换模型

由于样本中存在部分企业的创新产出或创新效率为 0,因此,本文采用适用于截尾数据的 Tobit 模型进行稳健性检验,检验结果报告于表 5 的列(1)–(3)中。Tobit 模型的检验结果表明,*DT* 的回归系数均显著为正,支持本文的研究结论。

## 4. 控制省份固定效应

为了控制随地区而变化的因素对研究结果产生的影响,本文进一步控制了省份固定效应,表 5 的列(4)–(6)中列示了相关的估计结果。回归结果表明,控制省份固定效应后,本文的研究结论不变。

表 5 稳健性检验 2: 更换模型和控制省份固定效应

|                            | (1)                     | (2)                    | (3)                    | (4)                   | (5)                   | (6)                   |
|----------------------------|-------------------------|------------------------|------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
|                            | <i>lnPatent</i>         | <i>Peffi1</i>          | <i>Peffi2</i>          | <i>lnPatent</i>       | <i>Peffi1</i>         | <i>Peffi2</i>         |
| <i>DT</i>                  | 0.180***<br>(6.664)     | 0.145***<br>(5.518)    | 0.353***<br>(5.904)    | 0.087***<br>(5.670)   | 0.063***<br>(4.022)   | 0.126***<br>(4.640)   |
| 控制变量                       | Yes                     | Yes                    | Yes                    | Yes                   | Yes                   | Yes                   |
| <i>_cons</i>               | -11.955***<br>(-11.051) | -12.842***<br>(-9.206) | -23.918***<br>(-8.470) | -4.878***<br>(-9.518) | -4.826***<br>(-7.762) | -5.827***<br>(-8.044) |
| <i>Indu</i>                | Yes                     | Yes                    | Yes                    | Yes                   | Yes                   | Yes                   |
| <i>Year</i>                | Yes                     | Yes                    | Yes                    | Yes                   | Yes                   | Yes                   |
| adj. <i>R</i> <sup>2</sup> |                         |                        |                        | 0.281                 | 0.167                 | 0.164                 |
| N                          | 21 507                  | 21 507                 | 21 507                 | 21 507                | 21 507                | 21 507                |

## 5. 剔除被解释变量或解释变量为 0 的样本

样本中存在部分企业的创新产出或创新效率为 0,也有部分企业未在年报中披露有关数字化转型的相关信息,为了消除被解释变量或解释变量为 0 的样本对研究结果造成的影响,本文分别剔除了 *lnPatent*、*Peffi1*、*Peffi2* 以及 *DT* 等于 0 的样本,重新进行回归检验,检验结果列示于表 6 中。表 6 中,*DT* 的回归系数均在 1% 的水平上显著为正,说明剔除被解释变量或解释变量为 0 的样本后,数字化转型仍然对企业创新具有显著的正向影响,本文的研究结论成立。

表 6 稳健性检验 3:剔除被解释变量或解释变量为 0 的样本

|                            | (1)                    | (2)                    | (3)                    | (4)                   | (5)                   | (6)                    |
|----------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|
|                            | lnPatent               | Peffi1                 | Peffi2                 | lnPatent              | Peffi1                | Peffi2                 |
| <i>DT</i>                  | 0.068***<br>(3.709)    | 0.079***<br>(2.809)    | 0.171***<br>(2.863)    | 0.109***<br>(4.599)   | 0.080***<br>(3.294)   | 0.166***<br>(3.761)    |
| 控制变量                       | Yes                    | Yes                    | Yes                    | Yes                   | Yes                   | Yes                    |
| <i>-cons</i>               | -6.641***<br>(-12.094) | -11.485***<br>(-9.567) | -24.652***<br>(-9.099) | -5.228***<br>(-7.606) | -6.712***<br>(-7.010) | -10.443***<br>(-7.779) |
| <i>Indu</i>                | Yes                    | Yes                    | Yes                    | Yes                   | Yes                   | Yes                    |
| <i>Year</i>                | Yes                    | Yes                    | Yes                    | Yes                   | Yes                   | Yes                    |
| adj. <i>R</i> <sup>2</sup> | 0.257                  | 0.267                  | 0.214                  | 0.263                 | 0.187                 | 0.177                  |
| <i>N</i>                   | 9 874                  | 8 987                  | 5 960                  | 9 475                 | 9 475                 | 9 475                  |

6. 延长观测窗口

参考吴非等(2021),本文进一步延长了观测窗口。具体地,本文检验了企业数字化转型对未来两期和未来三期的创新产出和创新效率的影响,研究结果报告于表 7 中。检验结果显示,*DT* 对未来两期和未来三期的 lnPatent、Peffi1 以及 Peffi2 的回归系数均在 1% 的水平上显著为正,说明数字化转型对创新产出和创新效率的正向影响在一个较长的时间周期均显著存在,进一步为本文的研究结论提供了实证支持。

表 7 稳健性检验 4:延长观测窗口

|                            | (1)                   | (2)                   | (3)                   | (4)                   | (5)                   | (6)                   |
|----------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
|                            | <i>F2.lnPatent</i>    | <i>F2.Peffi1</i>      | <i>F2.Peffi2</i>      | <i>F3.lnPatent</i>    | <i>F3.Peffi1</i>      | <i>F3.Peffi2</i>      |
| <i>DT</i>                  | 0.092***<br>(5.531)   | 0.068***<br>(3.887)   | 0.135***<br>(4.520)   | 0.094***<br>(4.910)   | 0.074***<br>(3.532)   | 0.153***<br>(4.223)   |
| 控制变量                       | Yes                   | Yes                   | Yes                   | Yes                   | Yes                   | Yes                   |
| <i>-cons</i>               | -3.755***<br>(-7.061) | -4.824***<br>(-7.090) | -5.463***<br>(-7.149) | -4.579***<br>(-8.224) | -5.238***<br>(-7.196) | -6.888***<br>(-7.753) |
| <i>Indu</i>                | Yes                   | Yes                   | Yes                   | Yes                   | Yes                   | Yes                   |
| <i>Year</i>                | Yes                   | Yes                   | Yes                   | Yes                   | Yes                   | Yes                   |
| adj. <i>R</i> <sup>2</sup> | 0.267                 | 0.164                 | 0.157                 | 0.265                 | 0.169                 | 0.159                 |
| <i>N</i>                   | 18 621                | 18 621                | 18 621                | 16 163                | 16 163                | 16 163                |

7. 内生性检验

在基准回归中,本文得到了数字化转型有助于促进企业创新的研究结果,但这一结果有可能受到遗漏变量、反向因果和样本选择偏差等内生性问题的影响。在基准回归中,本文将被解释变量提前一期,一定程度上消除了反向因果的内生性影响。另外,本文还采用工具变量法进行内生性检验(结果见表 8)。

首先,借鉴肖红军等(2021),本文选择公司所属行业和所属地区内其他上市公司数字化程度的均值(*Mean\_DT*)作为工具变量,并采用两阶段最小二乘估计法(2SLS)进行稳健性检验。企业的数字化水平很有可能受到同行业同地区其他企业数字化水平的影响,但同行业同地区其他企业的数字化水平很难影响本企业的创新产出和创新效率。表 8 列(1)—(4)报告了以同行业同地区其他上市公司数字化程度的均值作为工具变量的 2SLS 回归结果。列(1)中,*Mean\_DT* 的回归系数在 1% 的水平上显著为正,表明同行业同地区其他上市公司的数字化水平对本企业的数字化水平具有显著的正向影响。列(2)—(4)中,第二阶段的回归结果显示,无论被解释变量为 lnPatent、Peffi1 还是 Peffi2,*DT* 的回归系数均在不低于 5% 的水平上显著为正,并且检验工具变量识别不足的 Anderson canon. LM 检验的值为 223.306,显

著拒绝原假设,说明工具变量不存在识别不足的问题;弱工具变量检验 Cragg-Donald Wald 的  $F$  统计量为 224.883,大于 Stock-Yogo 弱工具变量检验的临界值,表明工具变量不存在弱识别问题。以上研究结果说明,使用工具变量控制内生性影响后,数字化转型仍然对企业创新具有显著的促进效应,支持本文的研究结论。

其次,参考赵宸宇等(2021),本文还采用代表地区数字化水平的互联网宽带接入端口(*Broadband*)、移动电话交换机容量(*Mobile*)以及快递业务量(*Express*)作为工具变量进行内生性检验,检验结果列示于表 8 列(5)–(8)中。回归结果显示,使用工具变量控制内生性影响后, $DT$  的估计结果均显著为正,并且通过了工具变量识别不足检验和弱工具变量检验。综上,更换工具变量的回归结果进一步为本文的研究结论提供了实证证据。

**表 8 稳健性检验 5: 工具变量法**

|                            | (1)                    | (2)                     | (3)                      | (4)                     |
|----------------------------|------------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|
|                            | <i>DT</i>              | $\ln Patent$            | <i>Peffi1</i>            | <i>Peffi2</i>           |
| <i>Mean_DT</i>             | 0.162 ***<br>(14.996)  |                         |                          |                         |
| <i>DT</i>                  |                        | 0.162 ***<br>(5.007)    | 0.135 ***<br>(4.682)     | 0.118 **<br>(2.168)     |
| 控制变量                       | Yes                    | Yes                     | Yes                      | Yes                     |
| <i>_cons</i>               | -2.323 ***<br>(-8.281) | -4.107 ***<br>(-21.673) | -4.568 ***<br>(-27.101)  | -4.632 ***<br>(-14.533) |
| N                          | 21 507                 | 21 507                  | 21 507                   | 21 507                  |
| adj. $R^2$                 | 0.449                  | 0.267                   | 0.156                    | 0.160                   |
| Anderson canon. LM( $P$ 值) | 223.306<br>(0.000)     |                         |                          |                         |
| Cragg-Donald Wald $F$ 统计量  | 224.883                |                         |                          |                         |
| Stock-Yogo 弱工具变量检验临界值      | 16.38                  |                         |                          |                         |
|                            | (5)                    | (6)                     | (7)                      | (8)                     |
|                            | <i>DT</i>              | $\ln Patent$            | <i>Peffi1</i>            | <i>Peffi2</i>           |
| <i>Broadband</i>           | -1.913 **<br>(-2.199)  |                         |                          |                         |
| <i>Mobile</i>              | 0.515 **<br>(2.401)    |                         |                          |                         |
| <i>Express</i>             | 0.028 ***<br>(8.609)   |                         |                          |                         |
| <i>DT</i>                  |                        | 0.424 ***<br>(4.382)    | 0.324 *<br>(1.705)       | 0.416 ***<br>(2.626)    |
| 控制变量                       | Yes                    | Yes                     | Yes                      | Yes                     |
| <i>_cons</i>               | -2.500 ***<br>(-8.900) | -3.715 ***<br>(-15.525) | -10.366 ***<br>(-22.075) | -4.187 ***<br>(-10.696) |
| N                          | 21 507                 | 21 507                  | 21 507                   | 21 507                  |
| adj. $R^2$                 | 0.447                  | 0.208                   | 0.166                    | 0.141                   |
| Anderson canon. LM( $P$ 值) | 152.702<br>(0.000)     |                         |                          |                         |
| Cragg-Donald Wald $F$ 统计量  | 51.086                 |                         |                          |                         |
| Stock-Yogo 弱工具变量检验临界值      | 16.38                  |                         |                          |                         |

## 五、进一步研究

### (一) 作用机制检验

参考温忠麟等(2004),本文构建如下中介效应模型来检验数字化转型影响企业创新的作用机制:

$$\ln Patent_{i,t+1}/Peffi1_{i,t+1}/Peffi2_{i,t+1}=\alpha_0+\alpha_1DT_{i,t}+\gamma Control_{i,t}+\sum Year+\sum Indu+\varepsilon_{i,t} \quad (2)$$

$$Mediator_{i,t}=\beta_0+\beta_1DT_{i,t}+\gamma Control_{i,t}+\sum Year+\sum Indu+\varepsilon_{i,t} \quad (3)$$

$$\ln Patent_{i,t+1}/Peffi1_{i,t+1}/Peffi2_{i,t+1}=\mu_0+\mu_1DT_{i,t}+\mu_2 Mediator_{i,t}+\gamma Control_{i,t}+\sum Year+\sum Indu+\varepsilon_{i,t} \quad (4)$$

同样地,考虑到企业从创新投资到产生创新产出和创新效率存在时间上的滞后,本文对被解释变量进行提前一期处理。 $\ln Patent_{i,t+1}$ 、 $Peffi1_{i,t+1}$ 和 $Peffi2_{i,t+1}$ 为企业*i*第*t+1*年的创新产出和创新效率, $DT_{i,t}$ 为企业*i*第*t*年的数字化水平, $Mediator_{i,t}$ 为中介变量,采用企业*i*第*t*年的总资产周转率、政府补助以及分析师关注度进行度量, $Control_{i,t}$ 为控制变量, $Year$ 和 $Indu$ 分别表示年份固定效应和行业固定效应, $\varepsilon_{i,t}$ 为随机误差项。

### 1. 基于企业内部的分析

本文从提高经营效率的角度探讨了数字化转型影响企业创新的内部作用机制,参考徐寿福和徐龙炳(2015),选择总资产周转率( $Turn$ )来度量企业的经营效率。总资产周转率定义为主营业务收入与总资产之比,其值越大,企业的经营效率越高。表9列(1)—(4)中列示了检验经营效率中介作用的回归结果。列(1)中, $DT$ 对 $Turn$ 的回归系数为0.025,且在1%的水平上显著,说明数字化水平对企业的经营效率具有显著的正向影响。列(2)—(4)中,同时纳入中介变量和解释变量后, $DT$ 对 $\ln Patent$ 、 $Peffi1$ 以及 $Peffi2$ 的回归系数分别为0.085、0.059以及0.123,且均在1%的水平上显著; $Turn$ 的回归系数分别为0.186、0.183以及0.123,且分别在1%、1%以及5%的水平上显著;Sobel检验的*Z*值均在不低于10%的水平上显著。这意味着数字化水平和经营效率均对企业创新具有显著的正向影响,并且,提高经营效率是企业数字化转型影响创新表现的内部作用路径。

表9 提高经营效率的中介效应检验结果

|                | (1)                  | (2)                    | (3)                    | (4)                    |
|----------------|----------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
|                | $Turn$               | $\ln Patent$           | $Peffi1$               | $Peffi2$               |
| $DT$           | 0.025 ***<br>(5.953) | 0.085 ***<br>(5.459)   | 0.059 ***<br>(3.739)   | 0.123 ***<br>(4.572)   |
| $Turn$         |                      | 0.186 ***<br>(3.421)   | 0.183 ***<br>(3.304)   | 0.123 **<br>(1.973)    |
| 控制变量           | Yes                  | Yes                    | Yes                    | Yes                    |
| $_{-}cons$     | 0.661 ***<br>(5.264) | -4.559 ***<br>(-9.296) | -4.880 ***<br>(-7.693) | -5.700 ***<br>(-8.117) |
| $Indu$         | Yes                  | Yes                    | Yes                    | Yes                    |
| $Year$         | Yes                  | Yes                    | Yes                    | Yes                    |
| Sobel <i>Z</i> |                      | 2.983 ***              | 2.877 ***              | 1.921 *                |
| adj. $R^2$     | 0.359                | 0.272                  | 0.162                  | 0.160                  |
| <i>N</i>       | 21 507               | 21 507                 | 21 507                 | 21 507                 |

### 2. 基于企业外部的分析

(1) 获取政府补助。本文采用企业获得的政府补助金额与总资产之比作为度量指标( $Gov$ ),检验了政府补助在数字化转型影响企业创新的过程中发挥的中介作用,回归结果报告于表10列(1)—(4)中。列(1)中, $DT$ 对 $Gov$ 的回归系数为0.0004,且在1%的水平上显著,说明企业数字化转型有助于获取更多的政府补助。列(2)—(4)中,同时纳入中介变量和解释变量后, $DT$ 和 $Gov$ 的回归系数均在1%的水平上显著为正,表明数字化转型和政府补助均有助于促进企业创新,数字化水平越高、政府补助越多,企业的创新产出越多、创新效率越高。同时,本文进行了Sobel检验,检验结果的*Z*值均在不低于5%的水平上显著。根据

中介效应检验程序,以上研究结果表明,获取政府补助是数字化转型影响企业创新的外部作用机制,通过获取更多的政府补助,企业数字化转型显著提高了创新产出和创新效率。

(2)提高市场关注度。分析师是资本市场的重要参与者,本文从分析师关注度的维度检验数字化转型通过影响市场关注度进而作用于企业创新的内在机理。采用跟踪企业的分析师人数作为分析师关注度( $An$ )的度量指标,表10列示了检验分析师关注度中介效应的估计结果。列(5)中, $DT$ 对 $An$ 的回归系数为0.471,且在1%的水平上显著,表明企业进行数字化转型能够显著提高其分析师关注度。列(6)—(8)中,同时加入解释变量和中介变量后, $DT$ 和 $An$ 的回归系数均在1%的水平上显著为正,说明数字化水平和分析师关注度的提高均有助于促进企业创新。同时,Sobel检验的 $Z$ 值均在1%的水平上显著。结合中介效应检验模型,以上回归结果说明,提高分析师关注度也是数字化转型影响企业创新的外部中介机制,企业数字化转型通过提高资本市场关注度改善创新表现。

综合以上作用机制的研究结果,本文的研究假说H2得证。

表10 获取政府补助和提高市场关注度的中介效应检验结果

|            | (1)                  | (2)                   | (3)                   | (4)                   | (5)                     | (6)                   | (7)                   | (8)                   |
|------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
|            | $Gov$                | $\ln Patent$          | $Peffi1$              | $Peffi2$              | $An$                    | $\ln Patent$          | $Peffi1$              | $Peffi2$              |
| $DT$       | 0.0004***<br>(5.309) | 0.084***<br>(5.553)   | 0.060***<br>(3.914)   | 0.124***<br>(4.613)   | 0.471***<br>(5.172)     | 0.080***<br>(5.332)   | 0.056***<br>(3.683)   | 0.114***<br>(4.325)   |
| $Gov$      |                      | 14.248***<br>(5.969)  | 9.322***<br>(4.067)   | 7.714***<br>(2.675)   |                         |                       |                       |                       |
| $An$       |                      |                       |                       |                       |                         | 0.019***<br>(8.425)   | 0.016***<br>(6.621)   | 0.026***<br>(6.725)   |
| 控制变量       | Yes                  | Yes                   | Yes                   | Yes                   | Yes                     | Yes                   | Yes                   | Yes                   |
| $-cons$    | 0.008***<br>(5.344)  | -4.548***<br>(-9.335) | -4.832***<br>(-7.730) | -5.679***<br>(-8.066) | -64.119***<br>(-19.058) | -3.228***<br>(-6.742) | -3.701***<br>(-6.222) | -3.954***<br>(-5.841) |
| $Indu$     | Yes                  | Yes                   | Yes                   | Yes                   | Yes                     | Yes                   | Yes                   | Yes                   |
| $Year$     | Yes                  | Yes                   | Yes                   | Yes                   | Yes                     | Yes                   | Yes                   | Yes                   |
| Sobel $Z$  |                      | 5.763***              | 3.355***              | 2.131**               |                         | 4.389***              | 4.203***              | 4.118***              |
| adj. $R^2$ | 0.187                | 0.274                 | 0.162                 | 0.160                 | 0.387                   | 0.283                 | 0.174                 | 0.170                 |
| $N$        | 21 507               | 21 507                | 21 507                | 21 507                | 21 507                  | 21 507                | 21 507                | 21 507                |

## (二)数字化转型促进企业创新的内外部保障条件

企业并非处在真空环境中,其生产经营活动离不开与内外部环境的相互作用,因此,数字化转型对企业创新的作用也会受到内外部条件的影响。从内部条件来看,人才是企业内部最活跃、最重要的资源,高端人才是推动数字化发展的重点,积极引进高端人才,有助于实现数字化与其他领域的有机融合,驱动数字化转型服务于企业创新。基于此,本文认为,高端人才是数字化转型促进企业创新的内部保障,企业的高端人才越多,其数字化水平对技术创新的正向影响越强。从外部条件来看,自1978年起,我国开始实施经济体制改革,从计划经济向社会主义市场经济过渡。市场化改革打破了传统体制机制的桎梏,提高了资源配置和市场开拓效率。我国幅员辽阔,地区间市场化程度差距较大,完善的市场机制可以创造良好的生产经营环境,降低市场交易成本,提高数字化转型赋能企业创新的效用,而市场机制不完善容易导致知识产权保护意识淡薄、制度环境不透明、腐败等问题,最终对企业创新产生负面影响。因此,本文认为,在市场化水平越高、制度环境越好的地区中,数字化转型对企业创新的促进效用越显著。

### 1. 高端人才

本文首先检验了企业内部高端人才如何影响数字化转型对创新产出和创新效率的作

用。借鉴刘春林和田玲(2021),本文采用企业员工中硕士及以上学位的人数占比作为高端人才(*Master*)的度量变量。在基准回归模型中加入 *Master* 及其交乘项  $DT \times Master$  后进行回归检验,检验结果报告于表 11 列(1)—(3)中。估计结果显示, $DT \times Master$  对  $\ln Patent$ 、 $Peffi1$  和  $Peffi2$  的回归系数分别在 1%、5%和 5%的水平上显著为正,这意味着企业的高端人才占比越高,其数字化水平对创新产出和创新效率的正向影响越显著,说明企业内部的高端人才是数字化转型赋能技术创新的有力保障。

### 2. 制度环境

本文还探讨了外部制度环境的影响。参考已有研究,本文采用市场化指数评分(*Mindex*)来度量地区制度环境,该数据来源于王小鲁等(2021)编著的《中国分省份市场化指数报告(2021)》。在基准回归模型中加入 *Mindex* 及其交乘项  $DT \times Mindex$  后进行回归检验,表 11 列(4)—(6)列示了相关检验结果。结果表明,不论被解释变量是  $\ln Patent$ 、 $Peffi1$  还是  $Peffi2$ , $DT \times Mindex$  的回归系数均在 10%的水平上显著为正,说明企业所在地的市场化程度越高、制度环境越好,数字化转型越有助于激励企业创新,研究结果意味着完善的制度环境是数字化转型发挥作用的重要外部条件。

表 11 高端人才和制度环境影响的回归结果

|                            | (1)                               | (2)                               | (3)                               | (4)                               | (5)                                | (6)                               |
|----------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|
|                            | $\ln Patent$                      | $Peffi1$                          | $Peffi2$                          | $\ln Patent$                      | $Peffi1$                           | $Peffi2$                          |
| <i>DT</i>                  | 0.060 <sup>***</sup><br>(3.174)   | 0.034 <sup>**</sup><br>(2.117)    | 0.054 <sup>*</sup><br>(1.857)     | -0.019<br>(-0.293)                | 0.018<br>(0.595)                   | -0.028<br>(-0.256)                |
| <i>Master</i>              | 0.019 <sup>***</sup><br>(3.149)   | 0.017 <sup>***</sup><br>(3.190)   | 0.037 <sup>***</sup><br>(3.730)   |                                   |                                    |                                   |
| $DT \times Master$         | 0.009 <sup>***</sup><br>(3.130)   | 0.009 <sup>**</sup><br>(2.455)    | 0.014 <sup>**</sup><br>(2.255)    |                                   |                                    |                                   |
| <i>Mindex</i>              |                                   |                                   |                                   | 0.018<br>(1.451)                  | -0.009 <sup>***</sup><br>(-4.373)  | -0.005<br>(-0.430)                |
| $DT \times Mindex$         |                                   |                                   |                                   | 0.014 <sup>*</sup><br>(1.716)     | 0.006 <sup>*</sup><br>(1.824)      | 0.023 <sup>*</sup><br>(1.661)     |
| 控制变量                       | Yes                               | Yes                               | Yes                               | Yes                               | Yes                                | Yes                               |
| -cons                      | -2.524 <sup>***</sup><br>(-4.551) | -3.843 <sup>***</sup><br>(-5.903) | -5.651 <sup>***</sup><br>(-8.196) | -4.509 <sup>***</sup><br>(-9.047) | -4.625 <sup>***</sup><br>(-11.668) | -3.972 <sup>***</sup><br>(-5.379) |
| <i>Indu</i>                | Yes                               | Yes                               | Yes                               | Yes                               | Yes                                | Yes                               |
| <i>Year</i>                | Yes                               | Yes                               | Yes                               | Yes                               | Yes                                | Yes                               |
| adj. <i>R</i> <sup>2</sup> | 0.281                             | 0.177                             | 0.176                             | 0.271                             | 0.160                              | 0.160                             |
| N                          | 21 507                            | 21 507                            | 21 507                            | 21 507                            | 21 507                             | 21 507                            |

### (三) 异质性分析

#### 1. 行业类型

根据要素密集度,现有行业主要分为劳动密集型、资本密集型和技术密集型三类。劳动密集型行业是指与所需资本量相比,需要更高的劳动投入来开展生产活动的行业,包括农业、餐饮业、酒店业、采矿业等,劳动密集型行业主要依赖于其公司的员工,需要更多的投资和时间来培训和指导员工按照规定的标准生产商品或提供服务。资本密集型行业需要更多的设备和机械来生产商品,如炼油业、电信业、航空业以及公共交通部门等,这些行业需要更多的资本投资。技术密集型行业从事基于技术的商品和服务的研究、开发以及制造,提供与信息技术相关的产品和服务,包括计算机行业、通信行业以及软件行业等。与劳动密集型行业和资本密集型行业相比,技术密集型行业以技术创新为主业,数字化转型对其创新水平的

正向影响会更强。

当企业的行业类型为技术密集型时, *Tech* 取值为 1; 当企业的行业类型为资本密集型或劳动密集型时, *Tech* 取值为 0。在基准回归模型中加入 *Tech* 及其交乘项  $DT \times Tech$  后进行回归检验, 检验结果列示于表 12 列(1)—(3)中。回归结果显示,  $DT \times Tech$  对  $\ln Patent$ 、 $Peffi1$  和  $Peffi2$  的回归系数分别为 0.098、0.106 以及 0.293, 且均在 1% 的水平上显著, 说明相较于资本密集型或者劳动密集型企业, 技术密集型企业进行数字化转型对企业创新产出和创新效率的正向影响更显著。

## 2. 所有权性质

相较于非国有企业, 国有企业在人工智能、云计算和物联网等新型基础设施建设方面具有主力军优势, 2020 年 9 月, 国有资产监督管理委员会发布《关于加快推进国有企业数字化转型工作的通知》, 各级政府积极推动国有企业数字化转型, 国有企业积极响应, 在数字化科技革命和产业变革中发挥了引领作用。易露霞等(2021)研究发现, 基于政策优势和资源优势, 与非国有企业相比, 国有企业将数字化转型转化为主业绩效的效率更高。因此, 本文认为, 在国有企业中, 数字化转型赋能企业创新的效用会更强。

在基准回归模型中加入所有权性质(*Soe*)及其交乘项  $DT \times Soe$  后进行估计检验, 回归结果报告于表 12 列(4)—(6)。列(4)—(6)中,  $DT \times Soe$  对  $\ln Patent$ 、 $Peffi1$  和  $Peffi2$  的回归系数分别显著为 0.061、0.098 和 0.127, 意味着相较于非国有企业, 国有企业数字化水平的提高更有助于改善企业创新表现。

表 12 行业类型和所有权性质影响的回归结果

|                            | (1)                   | (2)                   | (3)                   | (4)                   | (5)                   | (6)                   |
|----------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
|                            | $\ln Patent$          | $Peffi1$              | $Peffi2$              | $\ln Patent$          | $Peffi1$              | $Peffi2$              |
| <i>DT</i>                  | 0.028<br>(1.568)      | -0.001<br>(-0.072)    | -0.048<br>(-1.624)    | 0.075***<br>(4.592)   | 0.040***<br>(2.600)   | 0.097***<br>(3.333)   |
| <i>Tech</i>                | 0.239***<br>(4.308)   | 0.117***<br>(3.396)   | 0.077<br>(1.457)      |                       |                       |                       |
| <i>Soe</i>                 |                       |                       |                       |                       | 0.008<br>(0.184)      | 0.055<br>(0.933)      |
| $DT \times Tech$           | 0.098***<br>(3.873)   | 0.106***<br>(4.067)   | 0.293***<br>(6.166)   |                       |                       |                       |
| $DT \times Soe$            |                       |                       |                       | 0.061*<br>(1.663)     | 0.098**<br>(2.226)    | 0.127*<br>(1.801)     |
| 控制变量                       | Yes                   | Yes                   | Yes                   | Yes                   | Yes                   | Yes                   |
| <i>_cons</i>               | -4.434***<br>(-9.112) | -4.739***<br>(-7.642) | -5.533***<br>(-8.000) | -4.426***<br>(-9.100) | -4.742***<br>(-7.616) | -5.598***<br>(-7.970) |
| <i>Indu</i>                | Yes                   | Yes                   | Yes                   | Yes                   | Yes                   | Yes                   |
| <i>Year</i>                | Yes                   | Yes                   | Yes                   | Yes                   | Yes                   | Yes                   |
| adj. <i>R</i> <sup>2</sup> | 0.275                 | 0.165                 | 0.167                 | 0.271                 | 0.162                 | 0.161                 |
| N                          | 21 507                | 21 507                | 21 507                | 21 507                | 21 507                | 21 507                |

## 六、研究结论与启示

在数字经济时代, 数字化转型是企业保持竞争力、促进长期可持续发展的新动力。本文以企业创新为研究视角, 选择 2007—2020 年沪深两市 A 股上市公司为样本, 实证研究了企业进行数字化转型对其技术创新能力的影响, 并进一步深入探讨了其中的作用路径、发挥作用所需要的内外部条件以及异质性。研究发现, 企业进行数字化转型对其创新产出和创新

效率具有显著的正向影响,数字化水平越高,企业的创新产出越多、创新效率越高;作用机制研究表明,对内提高经营效率、对外获取政府补助和提高市场关注度均为数字化转型促进企业创新的机理路径;企业内部的高端人才和良好的外部制度环境是数字化转型发挥作用的有力保障;基于行业类型和所有权性质的异质性分析表明,数字化转型对企业创新的正向影响在技术密集型企业 and 国有企业中更加显著。

本文不仅丰富了数字化转型和企业创新相关领域的研究,对上市公司以及监管部门也具有一定的政策启示意义。对于上市公司而言,企业在发展过程中面临着不断变化的外部环境和市场竞争,当前,在传统经济向数字经济转型的背景下,企业必须学好、用好数字技术和数字基础设施,建立数字平台,借助数字化转型来保持自身的竞争优势。本文的研究结果表明,企业进行数字化转型有助于提升创新能力,并且高端人才是数字化转型促进企业创新的重要内部保障。因此,企业应积极引进高端人才,提高数字化转型推动企业创新的效率,从而保持自身的竞争优势,维护长期可持续发展。对于政府监管部门而言,数字化是未来的方向,也是经济高质量增长的新动力,国家层面针对加快推进数字化转型应继续出台支持政策,加大政府补贴力度,从而更好地发挥其提高企业创新水平的积极效应。此外,良好的外部制度环境也是数字化转型促进企业创新的重要保障,因此,未来需要继续完善外部制度环境,加快市场化进程。在不断促进数字化转型的同时,还需要建立适当的市场监管体系,完善数字化转型监管,创造高效的数字经济环境。

#### 参考文献:

- 1.安同良、闻锐,2022:《中国企业数字化转型对创新的影响机制及实证》,《现代经济探讨》第5期。
- 2.陈钦源、马黎琚、伊志宏,2017:《分析师跟踪与企业创新绩效——中国的逻辑》,《南开管理评论》第3期。
- 3.黄大禹、谢葆宝、孟祥瑞、张秋艳,2021:《数字化转型与企业价值——基于文本分析方法的经验证据》,《经济学家》第12期。
- 4.李后建、张剑,2015:《腐败与企业创新:润滑剂抑或绊脚石》,《南开经济研究》第2期。
- 5.刘春林、田玲,2021:《人才政策“背书”能否促进企业创新》,《中国工业经济》第4期。
- 6.邱凤、盛志鹏、殷功利,2021:《融资约束下政府补贴对创新绩效影响研究——来自中国上市公司2010-2019专利数据的经验证据》,《江南大学学报(人文社会科学版)》第5期。
- 7.王小鲁、胡李鹏、樊纲,2021:《中国分省份市场化指数报告(2021)》,社会科学文献出版社。
- 8.温忠麟、张雷、侯杰泰、刘红云,2004:《中介效应检验程序及其应用》,《心理学报》第5期。
- 9.吴非、胡慧芷、林慧妍、任晓怡,2021:《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》,《管理世界》第7期。
- 10.肖红军、阳镇、刘美玉,2021:《企业数字化的社会责任促进效应:内外双重路径的检验》,《经济管理》第11期。
- 11.肖土盛、吴雨珊、亓文韬,2022:《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》,《经济管理》第5期。
- 12.徐寿福、徐龙炳,2015:《现金股利政策、代理成本与公司绩效》,《管理科学》第1期。
- 13.杨伟、吉梨霞、周青,2022:《企业数字化转型对创新生态系统的影响:基于市场规模动态的多Agent模型》,《中国管理科学》第6期。
- 14.易露霞、吴非、常曦,2021:《企业数字化转型进程与主业绩效——来自中国上市企业年报文本识别的经验证据》,《现代财经》第10期。
- 15.虞义华、赵奇锋、鞠晓生,2018:《发明家高管与企业创新》,《中国工业经济》第3期。
- 16.张国胜、杜鹏飞,2022:《数字化转型对我国企业技术创新的影响:增量还是提质?》,《经济管理》第6期。
- 17.赵宸宇、王文春、李雪松,2021:《数字化转型如何影响企业全要素生产率》,《财贸经济》第7期。
- 18.Andriole, S. J. 2017. "Five Myths about Digital Transformation." *MIT Sloan Management Review* 58(3):20-22.
- 19.Bharadwaj, A., O. Sawy, P. Pavlou, and N. Venkatraman. 2013. "Digital Business Strategy: Toward a Next Generation of Insights." *MIS Quarterly Executive* 37(2):471-482.
- 20.Cenamora, J., V. Parida, and J. Wincent. 2019. "How Entrepreneurial SMEs Compete through Digital Platforms: The Roles of Digital Platform Capability, Network Capability and Ambidexterity." *Journal of Business*

- Research* 100(C):196–206.
21. Frankel, R., and X. Li. 2004. “Characteristics of a Firm’s Information Environment and the Information Asymmetry between Insiders and Outsiders.” *Journal of Accounting and Economics* 37(2):229–259.
  22. Griliches, Z., A. Pakes, and B. H. Hall. 1986. “The Value of Patents as Indicators of Inventive Activity.” NBER Working Paper 2083.
  23. Gust, G., C. M. Flath, T. Brandt, P. Stroehle, and N. Dirk. 2017. “How a Traditional Company Seeded New Analytics Capabilities.” *MIS Quarterly Executive* 16(3):215–230.
  24. Hirshleifer, D., P. H. Hsu, and D. Li. 2013. “Innovative Efficiency and Stock Returns.” *Journal of Financial Economics* 107(3):632–654.
  25. Jefferson, G. H., H. M. Bai, X. J. Guan, and X. Y. Yu. 2006. “R&D Performance in Chinese Industry.” *Economics of Innovation and New Technology* 15(4–5):345–366.
  26. Kane, G. C. 2015. “How Digital Transformation Is Making Health Care Safer, Faster and Cheaper.” *MIT Sloan Management Review* 57(1):1–11.
  27. Newell, S., and M. Marabelli. 2015. “Strategic Opportunities (and Challenges) of Algorithmic Decision-Making: A Call for Action on the Long-Term Societal Effects of ‘Datification’.” *The Journal of Strategic Information Systems* 24(1):3–14.
  28. Pagani, M. 2013. “Digital Business Strategy and Value Creation: Framing the Dynamic Cycle of Control Points.” *MIS Quarterly Executive* 37(2):617–632.
  29. Hornberg, H. N., and G. S. Erickson. 2017. “Big Data Systems: Knowledge Transfer or Intelligence Insights?” *Journal of Knowledge Management* 21(1):92–112.
  30. Scuto, V., E. Arrigo, E. Candelo, and M. Nicotra. 2020. “Ambidextrous Innovation Orientation Effected by the Digital Transformation: A Quantitative Research on Fashion SMEs.” *Business Process Management Journal* 26(5):1121–1140.

## Digital Transformation and Corporate Technological Innovation: Mechanism Identification, Safeguard Condition Analysis and Heterogeneity Test

Zhang Xin<sup>1</sup> and Dong Zhu<sup>2</sup>

(1: School of Business, Qingdao University; 2: Center for Quantitative Economics, Jilin University)

**Abstract:** In the digital economy era, data has become another core production factor besides land, technology, capital and manpower. How will digital transformation affect corporate innovation? This paper chooses A-share listed companies in Shanghai and Shenzhen stock exchanges from 2007 to 2020 as samples to empirically test the impact of digital transformation on corporate innovation. The research results show that digital transformation helps to improve the innovation output and innovation efficiency. After a variety of robustness tests, the research conclusion is still valid. The research on the mechanism of action found that digital transformation enables corporate innovation by improving operating efficiency internally, obtaining government grants and improving market attention externally. Moreover, the top-level talents inside the enterprises and the good external institutional environment are the powerful guarantee for digital transformation to promote corporate innovation. Finally, the heterogeneity analysis based on industry type and ownership nature shows that the positive impact of digital transformation on corporate innovation exists more significantly in technology intensive enterprises and state-owned enterprises. This paper not only expands the relevant research on the economic consequences of digital transformation and the influencing factors of corporate innovation, but also has a certain enlightenment significance for comprehensively understanding the role of digital transformation in enterprise development and how to promote corporate innovation with digital transformation in the digital economy era.

**Keywords:** Digital Transformation, Corporate Innovation, Top-level Talents, Institutional Environment

**JEL Classification:** D21, M00, O31

(责任编辑:陈永清)