

企业数字化转型对其创新效率的影响*

——基于熊彼特创新范式的分析框架

师 磊 彭子晨

摘要：数字中国背景下，企业通过数字化转型战略驱动技术创新，成为推进产业变革、攻破关键核心技术以及重塑企业竞争优势的重要路径。本文基于熊彼特创新范式，剖析了企业数字化转型促进其创新效率提升的作用机理，并结合2009—2021年共4350家上市公司的样本数据进行了实证分析。在此基础上，本文还探讨了企业创新的触发条件与能力跃迁路径。研究表明：企业数字化转型有助于提升其创新效率，其作用机制在于企业的知识累积效应与熊彼特租金攫取效应；在熊彼特创新范式下，知识产权保护的制度安排是企业创新效率提升的重要触发条件，且伴随着企业创新效率的提升，企业数字化转型还促进了企业创新能力可持续性提升以及关键技术领域的创新。本文的研究结论对深化企业数字化转型、提升企业创新能力以及塑造企业核心竞争力等方面提供了有益启发，对在数字经济背景下突破“低端锁定”、攻破关键核心技术壁垒具有重要启示意义。

关键词：熊彼特创新范式 数字化转型 熊彼特租金

中图分类号：F275 **文献标识码：**A

一、引言

科技创新已成为国际战略博弈的主战场，世界各国凭借技术优势重构科技创新体系以塑造竞争优势。党的二十大报告指出，“坚持创新在我国现代化建设全局中的核心地位”，与此同时要“强化企业科技创新主体地位”^①为扎实推进企业科技创新，党中央主张大力发展“数字中国”“东数西算”等数字工程建设，为企业科技创新营造良好的技术环境。

在基础学科交叉发展、科技创新范式深刻变革背景下，以现代信息网络作为重要载体的数字技术

*本文研究得到国家社会科学基金青年项目“我国数字产业集群竞争力测度与提升路径研究”（编号：21CTJ026）的资助。感谢匿名审稿专家与编辑部的宝贵意见。本文通讯作者：彭子晨。

^①习近平，2022：《高举中国特色社会主义伟大旗帜 为全面建设社会主义现代化国家而团结奋斗——在中国共产党第二十次全国代表大会上的报告》，北京：人民出版社，第35页、第36页。

正在释放创新活力，促进产业技术水平跃迁。自 2006 年起，中国连续提出并强调科技强国战略目标，随着科技强国战略的实施，中国自主创新能力不断增强，与发达国家之间的技术差距不断缩小。欧美新贸易保护主义势力试图在全球价值链重构变局中对中国的国际产业合作实施关键技术封堵，以阻碍中国融入全球创新网络。因此，在信息技术变革演进与全球价值链重塑的现实背景下，如何抓住数字技术发展机遇，探索高效科学的创新范式，实现自主创新能力跃迁，解决关键核心技术的“卡脖子”难题，已成为数字化转型与科技创新领域亟须解决的重要问题。

理论界与实践界围绕数字化转型的创新促进效应展开了大量有益探讨，发现企业数字化转型从多要素、多主体、多环节等方面促进企业创新，依据数字化转型对企业创新要素、创新主体以及创新环节影响的研究视角，可将现有文献归为如下三类：第一类是创新要素视角下企业数字化转型对其创新的影响。聚焦创新要素，企业数字化转型可以提升企业要素获取能力，获得大量有益于企业创新投入的数据、程序、技术知识等要素资源，从而激发企业创新活力。与此同时，数字化转型还通过提升企业创新要素配置效率促进企业创新绩效攀升（祁怀锦等，2020）。第二类是创新主体视角下企业数字化转型对其创新的影响。基于该视角的研究表明，随着众多企业纷纷进行数字化转型，企业间互联互通、联合研发、协作创新的态势成为提升企业创新能力的主要模式，即数字化转型构筑了企业间创新网络，从而提升企业创新活力（胡山和余泳泽，2021）。第三类是创新环节视角下企业数字化转型对其创新的影响。在研发环节上，企业数字化转型可以贯通创新链与产业链，通过双链耦合与上下游企业之间技术交互的途径提升企业创新活跃度（王永钦和董雯，2020）；在创新管理环节上，企业数字化转型可以构建智能决策系统与部门协调系统的综合管理体系，从而促进企业创新（杨震宇等，2021）。在与本文直接关联的文献中，陈劲等（2022）基于熊彼特理论探讨了企业创新范式的重构，从企业创新激励体系、企业家社会成长平台与商业生态圈构建等方面探讨了企业创新战略导向。

通过梳理现有文献可以发现，关于企业数字化转型创新促进效应的讨论仍停留于数字技术的应用如何优化企业生产与管理环节层面，缺乏关于数字化转型如何颠覆并重塑企业研发创新范式的相关研究与探索。尤其是在知识与数字经济强劲发展的背景下，企业如何深入挖掘数据要素、如何利用数字化算法优化研发创新流程与生产工艺、如何借助数字化手段促进企业创新效率提升，并最终使企业具备可持续性创新能力、掌握关键技术以塑造其核心竞争力等问题，现有研究鲜有涉及。在前沿技术频繁更迭的新一轮技术变革背景下，企业数字化转型已进入“深水区”，简单地借助数字技术、数字平台开展研发创新活动已不足以塑造企业核心竞争力，数据资本积累、算法算力支撑、创新范式变革是企业未来数字化转型的主攻方向。

本文以熊彼特创新范式框架为底层逻辑，探讨企业数字化转型如何改变企业创新范式并最终带来企业创新效率提升。与现有研究相比，本文的主要创新点在于：第一，在研究视角方面，本文从熊彼特创新范式变迁出发，尝试探索企业数字化转型带来的创新范式演变以及企业未来数字化转型的发展方向，相较于现有研究从生产率提升、成本降低以及缓解融资约束等视角剖析数字化转型对企业创新的影响机理而言，本研究为企业深化数字化转型提供有益借鉴。第二，在作用机理方面，本文基于熊彼特创新范式与知识经济的理论框架，从企业知识获取与累积、熊彼特租金攫取两个方面探索了企业

数字化转型对其创新效率影响的作用机理，这有别于技术模仿阶段的企业发展路径，也有别于企业利润最大化或成本最小化的分析范式，而是从创新驱动经济发展阶段的实践出发，剖析企业数字化转型如何塑造企业自主创新竞争优势。第三，在研究内容上，本文探索了企业创新效率提升的外生性触发条件，以知识产权保护这一制度安排为切入点，探讨了在不同知识产权保护力度下，企业数字化转型的创新效率提升效应。第四，本文结合近年来国际发展现状，基于企业创新能力的可持续性以及关键技术领域的创新能力，剖析了在以关键技术创新能力为主战场的国际竞争环境中，企业数字化转型如何促进企业创新能力跃迁。

二、理论分析与研究假说

长期以来，技术进步被认为是促进经济发展的重要驱动力量。数字技术全方位地改变了经济社会的生产与生活方式，同时颠覆了传统创新范式。数字技术是以信息通信技术（Information and Communications Technology,简称 ICT）为基础演化出的算法算力、链接沟通等技术或技术的组合（黄勃等，2023）。作为数字化转型的重要主体，企业从简单地使用数字平台到使用数字技术优化管理方式，再到改进生产流程等，逐步深化数字化转型的实践。企业数字化转型体现在研发创新、管理经营、生产销售与服务等领域，企业通过使用数字技术提升其创新、生产、管理和销售等多环节的效率与能力，实现生产方式、组织结构与创新范式的重塑与跃迁（陶锋等，2023）。这一方面得益于数字技术具有全方位感知、全过程编码、全行业遍历以及显著的网络效应等典型特征，能够为多行业、多学科、多领域带来升级（许宪春等，2022），另一方面在于企业间的竞争正在从生产效率与组织管理效率的竞争向科技创新竞争转变，通过数字化转型催生企业创新范式的演变进而提升企业创新效率，成为企业创新与高质量发展的重要方向。

（一）企业数字化转型对其创新效率影响的理论分析

阿吉翁等（2021）在《创造性破坏的力量》一书中基于熊彼特创新理论的基础构建了熊彼特创新范式的逻辑框架。所谓熊彼特创新范式，其内涵要义在于如下三个方面：知识传播与积累是创新的核心所在、创新依赖于激励与产权保护以及创新引致创造性毁灭的经济现象。上述三个方面贯穿于企业创新的要素投入、创新方式以及创新模式之中。从创新范式变革的视角来看，数字化转型正在成为企业提升创新效率的重要驱动力量，这是因为数字化转型改变了企业的创新要素、创新方式以及创新模式，从而提升了企业的创新效率。

数字平台的使用大范围拓展了企业的供应商和客户群体，企业通过数字平台进行采购与销售的同时，可以获取上游供应商和下游客户的企业资质信息、消费者产品偏好与消费能力等关键数据信息（程华等，2023）。企业借助数字化算法对关键数据信息进行分类处理，使企业获知产品质量改进方向以及未来创新方向。当然，企业可编码化处理的不仅仅是上游供应商与下游客户的数据信息，还包括企业生产过程中的生产经验。经过编码化与程序化的生产经验可以促使企业生产流程智能化与自动化，这正是企业创新范式变革的关键所在。企业通过数字化转型，对传统生产制造过程、技术以及工艺的编纂化、程序化和信息化为企业创新奠定了坚实的数据基础，将上述编码化的信息重新组合、加工处

理，便实现了创新。由此可见，数据要素与编码化的信息丰富了企业创新要素投入、集约化了企业创新方式，成为企业数字化转型中促进其创新效率提升的重要特征之一。

此外，技术与知识的广泛传播性、易于获得性以及可高效处理性是数字化转型赋予企业创新效率提升的另外一个重要特征。创新的本质在于对知识的重组创造，数字技术具有开源共享的特性，使得知识传播突破了地理范围的限制，可同时汇聚众多研发主体协作创新、提供更广阔的应用场景、集聚多样化前沿技术（江小涓和靳景，2022）。在对知识重组加工方面，企业也可以通过与多学科领域的高级人才交流与协作获得创新的灵感，形成协同共享式创新模式，从而促进企业创新效率提升。上述分析表明，企业数字化转型正在向数据要素获取、信息编码化处理、知识重组、技术迭代等方向深化演进，致使企业创新范式发生变革，从而提升其创新效率。据此，本文提出假说 H1。

H1：企业数字化转型可以促进其创新效率提升。

（二）企业数字化转型促进其创新效率提升的作用机制分析

1.企业数字化转型通过拓展企业知识宽度促进其创新效率提升。古典经济学、新古典经济学、熊彼特主义与新熊彼特主义均指出知识与技术是促进经济发展的重要源泉。新技术发明与新知识创造可以打破物质资本“收益递减”的规律（樊纲，2023）。在以知识、技术和信息为核心的知识经济时代，知识与信息积累成为企业的重要资产。数字化转型中，云平台、区块链、人工智能等数字技术发挥了强大的知识外溢作用，依托以共建共享为特征的数据平台搭建，多学科、多领域、多行业的创新主体得以开展协作交流，促进知识与信息流通传播，同时也深化了企业之间的分工（袁淳等，2021）。分属于不同行业上下游的企业之间也得以开展协同创新，“站在巨人肩膀上”的知识信息丰富了企业的知识储备、积累了企业的知识资本（Aghion and Howitt, 1998）。

长期以来，以高等院校、科研院所为源头的知识创新，与以企业为主体的技术创新之间存在严重脱节（洪银兴，2013），而数字经济的发展将会改变这一局面。高等院校与科研院所的基础科学研究、产业间技术交流、产业链某环节的技术创新以及本地研发型人才集聚都会带来技术机会（孙瑜康等，2019）。数字技术正在链接高等院校、科研院所和企业，使数据要素、算法技术、前沿知识在多元化创新主体间充分流动。借助“网络效应”，企业更快地感知到产业链关键环节技术突破与技术发展等信息，通过对知识与信息存储编码，大幅提升了企业的知识吸收能力。基于这些技术提升企业创新过程中的要素配置效率，可以使企业以最小的研发投入寻找到技术创新的突破口，同时提高企业的创新意愿与创新产出，促进其创新效率的提升。

在数字化转型的过程中，企业需要不断更新计算程序、迭代算法技术，以保证其信息处理技术保持前沿，从而快速整合以几何级数为倍数增加的知识与信息等数据要素。由此可见，数字化转型已不再是简单的生产与销售环节的效率提升。在创新活动的孵化阶段，企业就开始与数字技术的应用相交汇，数字技术贯穿于知识创新、算法创新、技术创新等创新的全过程各环节之中（Cockburn et al., 2019）。在研发创新中，知识是众多数据要素中最为核心的要素，企业不仅可以通过前沿复杂的算法收集与处理知识，甚至还会“训练”其机器掌握自动收集与处理知识等数据要素的能力，让机器主动学习、算法自动迭代、技术自我革新，从而在技术变革浪潮中准确识别创新的方向，并实现企业核心产品与服

务的质量升级。因此，企业在数字化转型过程中，将不断通过数字技术渗透与累积革新前沿知识，借助数据要素与算法实现技术自我革新、成长与演进，企业的创新范式不断变革、创新效率与创新能力提升（肖翠萍和李晓云，2023）。据此，本文提出假说 H2a。

H2a: 企业数字化转型有助于企业获取并积累知识，通过拓展企业的知识宽度促进其创新效率提升。

2.企业数字化转型通过提升企业熊彼特租金的攫取能力促进其创新效率提升。在熊彼特创新范式下，创新还依赖于创新激励。基于熊彼特创新范式，企业创新的经济激励源于对熊彼特租金的攫取，企业通过专利许可获得技术的排他性使用，由此得到的垄断性收益即为熊彼特租金，这也是企业入驻创新高地与原有创新型企业进行竞争的重要动力。为了竞争由创新成功可能带来的熊彼特租金，企业纷纷进行技术革新，一旦创新成功，就会侵占市场份额，从而获得行业的高额垄断利润而将原有企业排挤出市场，引发创造性毁灭的经济现象。

熊彼特创新理论表明，企业在即期利润与预期利润之间进行权衡，当行业竞争程度增强时，企业尤其是处于竞争劣势的中小企业可通过提升创新水平对冲即期利润下降，以获得更高的预期利润，即可能存在正向的竞争逃避效应（Aghion et al., 2005）。处于竞争中且没有退出市场的企业会产生更强的技术创新需求，数字技术发展提高了行业整体的技术机会预期。此外，创新想法的获得常常是“可遇不可求”，当企业运用数字化平台拓展其信息来源后，可以使企业获得更多的新想法与新创意。因此，原本凭借某项技术专利获得垄断性力量的企业并不会对新企业构成创新震慑力，新企业在数字化转型中也体现出越发强劲的创新活力，旨在获得熊彼特租金。

区别于来自企业文化、地理位置、生产要素等因素的垄断权带来的李嘉图租金，熊彼特租金更容易被其他创新主体剥夺或抢占（刘林青等，2008）。一方面，一项创新的出现往往很快会引来其他企业模仿，为保持自身的行业垄断地位，企业需要不断寻求提高自身创新效率的技术手段。另一方面，相较于土地或稀有资源等生产要素，数据要素具有强流动性与易获得性，基于此获得的熊彼特租金具有较强的流动性与转移性。率先进行数字化转型的企业凭借其获得的数据要素与算法优势，可以更快地获得熊彼特租金，从而成为该行业中具有垄断性力量的企业，并为维持其垄断性地位设置阻碍其他企业进入的技术壁垒。由此可以得知，在攫取熊彼特租金的吸引力下，企业更愿意将数字化转型实践于提升其创新效率，使其能够以尽可能低的创新投入带来更高的创新产出。据此，本文提出假说 H2b。

H2b: 企业数字化转型有助于企业在创新竞争中攫取熊彼特租金，从而促进企业创新效率提升。

三、变量选取、研究方法与数据来源

（一）变量说明

1.被解释变量。本文的被解释变量是企业创新效率。以往文献的做法是将企业创新投入与创新产出进行标准化处理，计算单位创新投入的创新产出，将此视为企业的创新效率（王玉泽等，2019）。但随着企业创新活跃度不断提升，创新更依赖于研发人员、研发资本等多种创新要素，上述方法在衡量多投入与输出方面存在较大局限性。本文借鉴数据包络分析法测度企业的创新效率，选取的创新投入指标包括企业创新投入总资金、费用化创新投入资金、资本化创新投入资金、研发投入占营业收入

比例、研发人员占企业总员工人数比重，创新产出指标则使用专利授权数量。

2.核心解释变量。本文的核心解释变量为企业数字化转型。企业数字化转型涉及企业管理与生产等多方面，很难用某一个单一财务指标表示。本文参考吴非等（2021）的做法，通过对企业数字化转型的关键词进行词频统计，利用词频数构建企业数字化转型指数。具体步骤如下：第一步，使用 Python 收集中国 A 股上市企业年报。通过对企业历年年报的收集，截取年报中能够反映企业发展指向的“管理层讨论与分析”部分，若无则用“董事会报告”部分替代，再根据年份和股票代码等信息对文件进行重命名。第二步，参考肖土盛等（2022）的研究，通过检索中央政府、工业和信息化部发布的与数字经济相关的系列文件，选取其中 30 份文件进行分词处理与词频统计，最终保留频次大于或等于 5 次的企业数字化转型 71 个关键词并进行分类，构建企业数字化术语词典。第三步，文本分析处理与词频统计。将上一步选取的数字化转型关键词的出现频次扩充到 Python 中的“jieba”分词库，统计“管理层讨论与分析”部分数字化相关关键词的出现频次，将该频次除以“管理层讨论和分析”部分的文本总长度即为各企业当年的数字化转型程度。本文将所得到的数字化转型程度乘以 100，以便后文分析。

3.作用机制变量。对于机制变量企业知识宽度和熊彼特租金，本文采取如下方式度量：①对于企业知识宽度，本文借鉴张杰和郑文平（2018）的做法，根据中国国家知识产权局企业专利文件中国际专分类号（International Patent Classification，简称 IPC）“部一大类一小类一大组一小组”的格式，用专利中所包含大组分类号的多样性反映专利的知识宽度，并参照赫芬达尔指数的测算思路对其进行加权，具体公式为：

$$Breadth_{it} = 1 - \sum \alpha^2 \quad (1)$$

在（1）式中：下角标 i 和 t 分别表示企业和年份， $Breadth_{it}$ 表示企业的知识宽度， α 表示某项专利在 IPC 分类号中各大组分类占该项专利所有分类的比重，专利 IPC 分类号中大组分类的比重越低，即专利涉及领域越多，此时 $Breadth_{it}$ 更大，即企业知识宽度越高。

②对于熊彼特租金而言，其在本质上反映的是企业创新所带来的回报，Kogan et al.（2017）为了测度创新的回报，从企业首次被授予基础发明专利时的股价变化中推断出该创新的价值。其测度的原理如下：假设某企业在 $t-1$ 期申请了一项专利，在第 t 期公布专利授权信息，结合企业专利申请、专利授权以及专利授权前后股票市场变动可测度该项专利获得的熊彼特租金。在计算熊彼特租金时，需要计算企业在获得专利授权信息后股票周转率的增长率，若股票周转率的增长率大于零，则表明市场对于该项专利的价值是认可的。但股票周转率的增长率还受到市场投资组合变化等其他非创新因素影响。因此，需要剔除创新之外的其他因素，这些因素由企业专利授权信息公布之后股票市场的波动性减去专利授权信息公布前股票市场的波动性所得到的增量来反映。根据上述测度原理，本文使用下式进行测度：

$$Rent_{it} = \frac{(Premium_{it} - Price_{it}) \times \frac{Volume_{it}}{Shares_{it}}}{(Premium_{i,t-1} - Price_{i,t-1}) \times \frac{Volume_{i,t-1}}{Shares_{i,t-1}}} - \frac{Earnings_{it} \times Volume_{it}}{Earnings_{i,t-1} \times Volume_{i,t-1}} \quad (2)$$

在(2)式中:下角标*i*和*t*分别表示企业和年份, $Rent_{it}$ 为企业*i*在第*t*期获得的熊彼特租金, $Premium$ 表示每股溢价, $Price$ 为每股发行价格, $Volume$ 为股票交易量, $Shares$ 为流通股数, $Earnings$ 为每股收益率。

4.触发机制变量。本文将知识产权保护设定为企业创新效率提升的外生触发机制,对于知识产权保护的测度,常见的测度方法为使用 Ginarte 和 Park (1997) 构建的专利保护指数(GP 指数)。参考卢现祥和滕宇法(2020)的做法,本文以 GP 指数为基础构建知识产权保护指标,从省级层面基于每万人专职律师人数与每万人拥有的律师事务所数、电力消耗量和专利未被侵权率的维度使用均方差法测算各省执法强度。由于该指数限于省级层面,所以不能很好地反映各地级市创新环境的异质性及其对知识产权保护制度的依赖性。本文还借鉴余骁等(2023)的思想,查询并得到了全国各地级市知识产权司法审判案件数,以此作为各地级市的知识产权保护强度,使用省级执法强度与地级市知识产权保护强度的乘积作为各地级市的知识产权力度指数,并在此基础上进行标准化处理。

5.企业创新能力跃迁效应变量。本文将企业创新持续能力与关键核心技术创新作为检验企业创新能力跃迁的变量。①对于创新持续能力而言,为识别创新投入与产出的持续差异,本文参考 Triguero 和 Corcoles (2013) 的做法,采用企业当期与前一期研发投入经费的加总比上前期和前两期研发投入经费加总的环比增长率,再乘上当期与前一期研发投入经费的加总。具体公式如下:

$$Sustain_{it} = \frac{(IIN_{it} + IIN_{i,t-1})^2}{IIN_{i,t-1} + IIN_{i,t-2}} \quad (3)$$

在(3)式中:下角标*i*和*t*分别表示企业和年份, $Sustain_{it}$ 为企业创新持续能力, IIN 为企业研发投入经费。

②对于关键核心技术创新而言,本文参考欧盟委员会制定并不断修订完善的关键技术领域进行探讨。欧盟委员会将关键技术领域确定为:微电子和纳米电子学、光电学、工业生物技术、先进材料、纳米技术以及先进制造技术(European Commission, 2015)。在上述领域中,本文依据 IPC 分类号对企业授权专利进行识别,并加总计算企业所有授权专利中属于关键技术领域专利的数量。

6.控制变量。参照已有文献的做法,本文将控制可能影响企业创新的企业财务特征与治理特征。其中,企业财务特征包括企业资产负债率、总资产周转率、现金流比率、总资产净利润率、总资产增长率和流动资产比率,企业治理特征包括股权集中度和管理费用率。

(二) 实证模型设定

1.基准实证模型。为考察企业数字化转型对其创新效率的影响,本文设定如下计量模型:

$$Eff_{it} = \alpha_1 Digital_{it} + Z'_{it} \times \alpha_n + \lambda_t + \mu_i + \varepsilon_{it} \quad (4)$$

(4)式中:下角标*i*和*t*分别表示企业和年份,被解释变量 Eff_{it} 为企业创新效率,关键解释变量 $Digital_{it}$ 为企业数字化转型水平, Z'_{it} 为一系列企业层面控制变量集合, α_n 为控制变量的系数, λ_t 、 μ_i 、 ε_{it} 分别为企业的个体固定效应、年份固定效应以及随机误差项。 α_1 为本文关注的核心系数,其

符号与大小可以有效揭示企业数字化转型对其创新效率影响的作用方向与力度。

2.作用机制模型设定。企业数字化转型促进其创新效率提升的作用机制在于企业获得与积累的知识以及企业可获得的经济激励——熊彼特租金。为了验证上述机制，设定如下模型：

$$Mechanism_{it} = \beta_1 Digital_{it} + Z'_{it} \times \beta_n + \vartheta_i + \theta_t + \zeta_{it} \quad (5)$$

$$Eff_{it} = \gamma_1 Digital_{it} + \gamma_2 Mechanism_{it} + Z'_{it} \times \gamma_n + \varphi_i + \delta_t + \gamma_{it} \quad (6)$$

中介效应模型具有三阶段模型表达式，其中第一阶段为基准实证方程（4）式。在（5）式和（6）式中：下角标*i*和*t*分别表示企业和年份，*Mechanism_{it}*为作用机制变量，*Z'_{it}*为一系列企业层面控制变量集合，*β_n*和*γ_n*为控制变量的系数。*ϑ_i*和*φ_i*、*θ_t*和*δ_t*以及*ζ_{it}*和*γ_{it}*分别为企业的个体固定效应、年份固定效应以及随机误差项。

3.触发条件模型设定。熊彼特创新范式的核心要义还在于产权保护。产权保护是触发企业创新的外生性条件，为了验证知识产权保护是企业数字化转型促进其创新效率提升的触发条件，本文设定如下面板平滑转换（Panel Smooth Transmition Model, 简称 PSTM）模型：

$$Eff_{it} = \phi_0 Digital_{it} + \sum_{n=1}^m \phi_1 Digital_{it} \cdot g_n(q_{it}^n, \omega_n, c_n) + Z'_{it} \times \chi_j + \kappa_i + \chi_t + \sigma_{it} \quad (7)$$

在（7）式中：下角标*i*和*t*分别表示企业和年份，*φ₀*与*φ₁*为模型的重点关注系数，*g_n*(*q_{it}ⁿ*, *ω_n*, *c_n*)为第*n*个转换函数，*q_{it}ⁿ*为转换函数中的第*n*个转换变量，转换函数的数量为*m*，*ω_n*为第*n*个转换变量的平滑参数，反映变量的转换速度，转换发生的位置由参数*c_n*表示，*Z'_{it}*为一系列企业层面控制变量集合，*χ_j*为控制变量系数，*κ_i*、*χ_t*和*σ_{it}*分别为企业的个体固定效应、年份固定效应以及随机误差项。其中，转换变量设定为知识产权保护力度。

4.企业创新能力跃迁模型设定。从长期视角来看，企业数字化转型是否有助于促进企业核心竞争力的提升，还在于企业创新的可持续性与关键核心技术领域的创新。为此，本文从企业创新的可持续性以及关键技术创新视角展开讨论，并将实证模型设定如下：

$$Sustain_{it} = \eta_1 Digital_{it} + Z'_{it} \times \eta_n + \omega_i + o_t + \xi_{it} \quad (8)$$

$$KeyTec_{it} = \tau_1 Digital_{it} + Z'_{it} \times \tau_n + l_i + \pi_t + v_{it} \quad (9)$$

在（8）式和（9）式中：下角标*i*和*t*分别表示企业和年份，*Sustain_{it}*与*KeyTec_{it}*分别表示企业*i*的创新持续能力与关键技术创新。*Z'_{it}*为一系列企业层面控制变量集合，*η_n*、*τ_n*为控制变量的系数。*ω_i*与*l_i*、*o_t*与*π_t*、*ξ_{it}*与*v_{it}*分别为企业的个体固定效应、年份固定效应以及随机误差项。

（三）数据来源及处理

本文选取 2009—2021 年中国 A 股上市公司共 4350 家企业为研究对象，公司基本信息、相关财务数据以及股票数据来源于国泰安数据库（CSMAR）与万得（Wind）数据库，企业数字化转型数据来自上市公司历年公布的年报，企业专利数据与研发投入数据来自中国研究数据服务平台（CNRDS），

地级市数据来自 2010—2022 年的《中国城市统计年鉴》。参考现有研究的常见做法，本文对关键变量数据缺失的研究样本进行了剔除，同时还将创新投入为零的样本进行剔除，经过上述处理，最终得到 30608 个观测值。

表 1 给出了主要变量的描述性统计结果，可以看出，企业创新效率的最大值为 0.336，标准差为 0.085，表明企业间创新效率存在较大幅度的差异。企业数字化转型的均值为 0.195，最大值为 0.701，这说明样本内企业数字化转型的程度存在较大的异质性。从其他变量来看，企业资产增长率与资产周转率反映企业经营态势良好，大量企业的股权集中度水平较高，且可以获得盈利。

表 1 主要变量定义及描述性统计

变量	变量测度方法	观测值	均值	标准差	最小值	最大值
企业创新效率	使用 DEA 方法测度	30608	0.156	0.085	0	0.336
企业数字化转型	基于词频法测度	30608	0.195	0.190	0	0.701
知识宽度	基于专利 IPC 分类号多样性测度	30608	2.368	1.935	0	10.486
熊彼特租金	基于企业股票信息测度	30608	0.293	15.876	-538.146	2132.621
知识产权保护	基于 GP 指数测度	3276	0.053	0.147	0	1
创新持续能力	研发经费环比增长率×研发经费总额	30608	16.154	1.769	3.423	28.350
关键技术创新	关键技术领域专利数量	22717	0.697	1.219	0	9.029
资产负债率	年末总负债/年末总资产	30608	0.445	1.002	-0.195	138.378
总资产周转率	营业收入/资产总额	30608	0.628	0.529	-0.050	13.914
现金流比率	经营活动产生的现金流量净额/总资产	30608	0.045	0.124	-11.056	2.457
总资产净利润率	净利润/资产总额	30608	0.039	0.710	-1.947	108.366
总资产增长率	年末总资产/年初总资产	30608	0.240	1.017	-1.000	107.128
流动资产比率	流动资产/总资产	30608	0.579	0.210	0.000	1.000
股权集中度	第一大股东持股数量/总股数	30608	0.347	0.152	0.290	1.000
管理费用率	管理费用/营业收入	30608	0.125	0.078	0.009	0.526

注：为了防止数据波动过大带来的影响，本文对关键核心技术领域专利数量进行了加 1 并取对数处理。

四、基准回归结果与稳健性检验

（一）基准回归结果

本文首先分析企业数字化转型对其创新效率的影响，基于实证方程（3）式进行了回归，结果详见表 2。表 2（1）列是未引入控制变量但控制企业与年份固定效应的回归结果，此时，数字化转型在 1% 的显著性水平上显著提高了企业的创新效率，从回归系数来看，企业数字化转型水平变动 1 个单位，将会带来创新效率提升 4.1%。表 2 中（2）～（4）列为引入企业层面控制变量，并分别控制企业与年份固定效应以及同时控制二者的回归结果，可以发现，企业数字化转型对于创新效率的影响仍然在 1% 的显著性水平上显著为正。

考虑到部分数字化转型程度较高的企业本身就属于数字产业，或者部分数字化转型水平较低的企业还处在布局阶段，未带来实质性的变革。表 2（5）列汇报了对数字化转型水平左右两端各缩尾 1%

的回归结果，此时，数字化转型仍在 1% 的显著性水平上显著提高了企业的创新效率。此外，本文还参考以往研究，将 ST 和 *ST 样本剔除，表 2（6）列中企业数字化转型对企业创新效率的影响仍在 1% 的水平上显著为正，初步验证了本文理论分析部分所提出的假说 H1。

表 2 基准回归结果

变量	被解释变量：企业创新效率					
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
企业数字化转型	0.041*** (0.006)	0.063*** (0.006)	0.087*** (0.005)	0.041*** (0.006)	0.041*** (0.006)	0.036*** (0.005)
控制变量	未控制	已控制	已控制	已控制	已控制	已控制
企业固定效应	已控制	已控制	未控制	已控制	已控制	已控制
年份固定效应	已控制	未控制	已控制	已控制	已控制	已控制
R ²	0.697	0.649	0.084	0.698	0.696	0.696
观测值	30608	30608	30608	30608	30608	29136

注：***表示 1% 的显著性水平。括号内为聚类到企业层面的标准误。

（二）稳健性检验

考虑到回归结果中可能存在的变量测度误差和实证方法选择不准确等问题，本文进行如下稳健性检验^①：

1. 更换核心解释变量。在基准回归中本文基于频次大于或等于 5 次的数字化转型相关关键词构建了企业数字化术语词典，并据此测度了企业数字化转型指数。为检验该方法的稳健性，本文基于频次大于或等于 10 次的数字化转型相关关键词进行分类，重新测度了企业数字化转型指数，并使用此测度结果替换基准实证方程（3）式中的核心解释变量重新进行回归，具体结果详见表 3（1）列。

此外，本文还考虑更换测度方法进行稳健性检验，使用企业无形资产明细项中与数字经济相关部分占无形资产总额的比例作为代理变量。当无形资产明细项中包含“软件”“网络”“客户端”“管理系统”“智能平台”等与企业数字化转型相关的关键词时，标记该明细项目为“企业数字化相关无形资产”，再对同一公司当年多项数字化相关资产进行加总，计算其占本年度总无形资产的比例作为企业数字化转型的另一代理变量。再次进行回归的结果如表 3（2）列所示。综合表 3（1）列和（2）列可以看出，数字化转型依然在 1% 的显著性水平上对创新效率有正向作用。

2. 更换被解释变量的测度。基准回归中得到的结论有可能是由被解释变量测量误差所导致的，因此，本文重新对企业创新效率进行测度，以进行稳健性检验。采用随机前沿分析（Stochastic Frontier Analysis, 简称 SFA）方法，本文重新对企业创新效率进行测度。在使用 SFA 方法对企业创新效率进行测度时，本文将企业的研发投入与创新产出设定为超对数形式，从而打破常投入产出弹性以及无技

^①在本文基准回归的全样本中，包含了 ST 和 *ST 企业，这些企业由于创新失败、财务或经营不善等问题面临投资与退市风险。由于本文侧重于考察企业创新活动效率如何受数字化转型的影响，为了排除 ST 和 *ST 企业可能带来的干扰，本文在后续研究中将剔除 ST 和 *ST 企业。对于该样本处理方式可能存在的偏误问题，本文将在内生性处理部分进行讨论。

术偏向性的假设条件。使用基于 SFA 测度的企业创新效率替换基准回归方程中的被解释变量对 (3) 式进行回归, 表 3 (3) 列的结果表明, 数字化转型依然在 1% 的显著性水平上对创新效率有正向作用。

表 3 系列稳健性检验回归结果

变量	被解释变量: 企业创新效率					
	更换数字化 转型词汇频次	使用无形 资产占比	使用 SFA 测度 企业创新效率	使用面板 Tobit 模型	引入高维 固定效应	采用 PSM 方法
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
企业数字化转型	0.016*** (0.005)	0.061*** (0.005)	0.044*** (0.005)	0.106*** (0.005)	0.033*** (0.005)	0.004*** (0.005)
控制变量	已控制	已控制	已控制	已控制	已控制	已控制
企业固定效应	已控制	已控制	已控制	已控制	已控制	已控制
年份固定效应	已控制	已控制	已控制	已控制	已控制	已控制
行业-年份固定效应	未控制	未控制	未控制	未控制	已控制	未控制
城市-年份固定效应	未控制	未控制	未控制	未控制	已控制	未控制
R ² 或伪 R ²	0.698	0.807	0.673	0.679	0.751	0.700
观测值	29136	29136	29136	29136	29136	27699

注: ***表示 1% 的显著性水平。括号内为聚类到企业层面的标准误。

3. 更换回归方法。由上市公司创新效率中有一定数量的零值, 导致样本存在截尾特征, 采用线性回归的方法可能导致回归系数存在偏差。因此, 本文使用面板托宾 (Tobit) 模型进一步检验企业数字化转型对企业创新效率的影响, 回归结果如表 3 (4) 列所示。企业数字化转型依旧在 1% 的显著性水平上显著提高了企业的创新效率。

4. 引入高维交互固定效应。本文进一步考虑到可能存在只随时间变化的行业与城市层面控制变量遗失问题, 因此, 引入高维固定效应对其加以缓解, 结果如表 3 (5) 列所示。结果表明, 企业数字化转型对创新效率的提升作用在 1% 的显著性水平上显著, 且系数为正, 表明本文结论稳健。

5. 采用倾向得分匹配法。为探讨企业数字化转型与创新效率的因果关系, 本文采用倾向得分匹配法 (PSM) 进行检验。针对每家进行数字化转型的企业, 以控制变量作为匹配变量。由于研究样本数据为非平衡面板数据, 本文按照年份将样本拆分为 13 期截面数据分期逐一匹配。为防止其他不可观测因素导致错配, 本文仅限于在同行业企业间进行匹配, 并逐期进行 Logit 模型回归, 计算得到相应的倾向得分值。最后, 按照倾向得分值序列进行匹配, 即按照下式得分值的二阶矩进行匹配:

$$\min_i \sum_{t \in T_j} (p_j - p_i)^2 / T_j \quad (10)$$

(10) 式中: 下角标 i 和 j 表示企业, p 为倾向得分值, T_j 为第 j 个个体出现在样本中的期数。基于上述方法匹配后重新进行回归, 表 3 (6) 列的结果表明, 企业数字化转型仍在 1% 的显著性水平上提高了企业的创新效率。

6. 安慰剂检验。基准回归的结论也可能是由其他随机因素导致的, 为排除不可观测因素的影响,

本文设计了安慰剂检验：首先，对本文研究样本中的企业随机生成处理组，为其数字化转型进行赋值，经过 1000 次重复随机赋值与回归，得到回归系数的均值为 0.0002，远小于基准回归中的系数 0.036。图 1 中的 (a) 图呈现了安慰剂检验的系数值分布，图 (b) 呈现了 t 统计量分布，从 t 统计量数值来看，其围绕在零附近，说明随机赋值并进行 1000 次回归中，企业数字化转型的系数是不显著的，表明企业数字化转型对其创新效率的影响是稳健的。

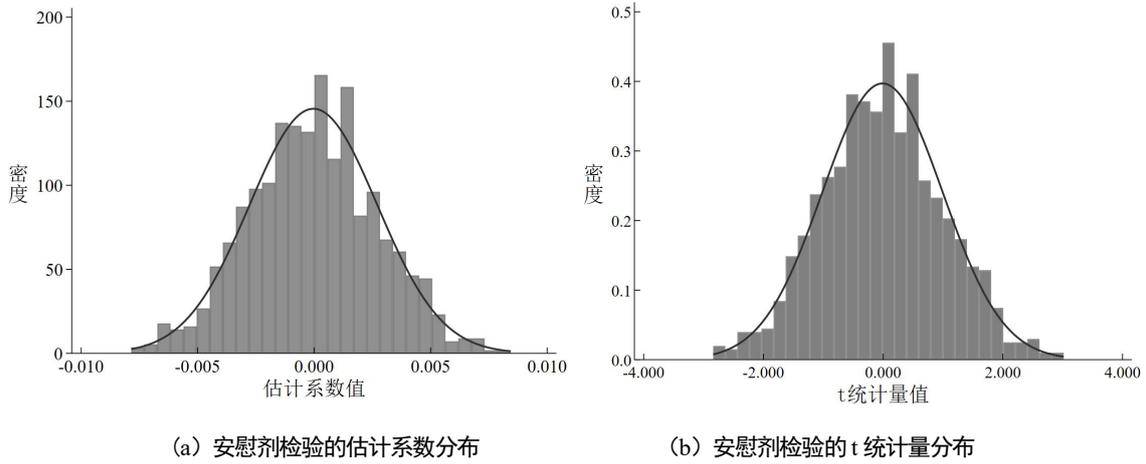


图 1 安慰剂检验的估计系数与 t 统计量分布图

(三) 内生性问题处理

1. Heckman 两阶段法。考虑到本文所选择的样本为当年创新投入大于零的企业，可能存在一定的样本选择偏误问题。为此，本文采用 Heckman 两阶段法解决样本选择问题，并重新设定回归模型。具体而言，该过程第一阶段先采用 Probit 模型对企业当年创新投入决策的哑变量进行回归，由于企业当期的创新投入决策在较大程度上取决于上一期的创新投入回报，本文参照阳佳余（2012）的做法，在 Heckman 第一阶段引入企业上一期是否进行创新投入这一排他性约束控制变量进行回归，同时计算逆米尔斯比。在第二阶段，将逆米尔斯比代入基准方程（3）式进行回归。根据上述研究思路，回归结果见表 4（1）列和（2）列。回归结果显示，逆米尔斯比系数显著且 VIF 检验值为 2.681，远小于 10，表明回归结果不受多重共线性的影响，企业数字化转型对其创新效率的促进作用成立。

2. 均值差与异方差工具变量法。为缓解由反向因果造成的内生性问题，本文使用工具变量法进行处理。Lewbel（1997）提出了基于均值差额构建工具变量的方法，本文采用企业数字化转型指标与其所在地级市中企业数字化转型均值差额的三次方构建企业数字化转型的均值差额工具变量，并基于该工具变量使用两阶段最小二乘法（2SLS）进行实证检验，结果详见表 4（3）列和（4）列。Lewbel（2012）进一步指出，基于核心解释变量对模型中其他外生变量回归后的残差构建工具变量具有较强的外生性，同时与核心解释变量具有高度相关性。本文借鉴 Lewbel（2012）的做法，使用企业数字化转型对股权集中度回归后的残差与去中心化后的股权集中度的乘积作为企业数字化转型的工具变量，再次使用 2SLS 方法进行回归，具体结果详见表 4（5）列和（6）列。

表 4（3）～（6）列汇报了使用工具变量进行两阶段最小二乘法的回归结果。可以看出，第一阶

段 F 值均大于 10, K-P rk LM 统计量与 C-D Wald F 统计量大于 Stock-Yogo 的临界值 16.38。从具体回归结果来看, 第一阶段回归结果显示, 基于均值差额构建的工具变量和基于异方差构建的工具变量对企业数字化转型的影响均在 1%水平上显著为正, 表明这两个工具变量与企业数字化转型高度相关。

表 4 Heckman 两阶段法与两阶段最小二乘法回归结果

变量	Heckman 两阶段法		均值差额工具变量 2SLS		异方差工具变量 2SLS	
	第一阶段 企业是否 投入创新 (1)	第二阶段 企业创新效率 (2)	第一阶段 企业数字化 转型 (3)	第二阶段 企业创新效率 (4)	第一阶段 企业数字化 转型 (5)	第二阶段 企业创新效率 (6)
企业数字化转型	0.240*** (0.025)	0.002*** (0.001)		0.002*** (0.001)		0.003** (0.001)
排他性约束控制变量	1.393*** (0.477)					
逆米尔斯比		-0.068*** (0.002)				
均值差额工具变量			0.012*** (0.001)			
异方差工具变量					0.032*** (0.003)	
控制变量	已控制	已控制	已控制	已控制	已控制	已控制
VIF	2.681					
第一阶段 F 值			127.460		165.220	
K-P rk LM 统计量			102.651		464.081	
C-D Wald F 统计量			6891.626		132.992	
企业固定效应	已控制	已控制	已控制	已控制	已控制	已控制
年份固定效应	已控制	已控制	已控制	已控制	已控制	已控制
R ²		0.728	0.046	0.005	0.053	0.026
观测值	31732	29136	29136	29136	29136	29136

注: **和***分别表示 5%和 1%的显著性水平。括号内为聚类到企业层面的标准误。

五、作用机制与异质性分析

(一) 作用机制检验

为验证企业数字化转型对其创新效率影响的知识宽度机制与熊彼特租金机制, 本文使用中介效应模型进行检验, 具体结果详见表 5。Sobel z 值均在 1%水平上显著。本文在此基础上进一步地进行了 Bootstrap 抽样检验 (1000 次), 且在 95%置信度上的置信区间范围内未包含零, 说明企业知识宽度与熊彼特租金的中介效应均成立。具体而言, 企业数字化转型对企业知识宽度的影响在 1%水平上显著, 且系数为正, 表明企业数字化转型有益于企业获取与累积知识, 证实了数字化手段的使用可以降低企

业获取知识的成本并促进了知识的传播。遵循中介效应的检验步骤，本文还将企业数字化转型与企业知识宽度同时纳入实证方程，即对实证方程（5）式进行回归。从表5（3）列可以发现，企业数字化转型不再显著，企业知识宽度在1%水平上显著且系数为正。从熊彼特租金的中介效应来看，企业数字化转型在1%水平上显著促进企业熊彼特租金的获得，当将企业数字化转型与熊彼特租金同时纳入实证模型时，可以看出熊彼特租金对企业创新效率的影响在1%水平上显著且系数为正，企业数字化转型对企业创新效率的影响在5%水平上显著且系数为正，其显著性较基准回归而言有所下降，反映了中介效应的成立。

表5 机制检验回归结果

变量	企业知识宽度	熊彼特租金	企业创新效率	
	(1)	(2)	(3)	(4)
企业数字化转型	0.092*** (0.017)	0.076*** (0.017)	0.001 (0.001)	0.004** (0.001)
企业知识宽度			0.028*** (0.001)	
熊彼特租金				0.009*** (0.011)
控制变量	已控制	已控制	已控制	已控制
Sobel z 值			9.103***	21.710***
Bootstrap 置信区间			[0.004, 0.006]	[0.005, 0.007]
企业固定效应	已控制	已控制	已控制	已控制
年份固定效应	已控制	已控制	已控制	已控制
R ²	0.836	0.098	0.462	0.649
观测值	29136	29136	29136	29136

注：**和***分别表示5%和1%的显著性水平。括号内为聚类到企业层面的标准误。

综上所述，本文基于实证方法验证了熊彼特创新范式中的知识累积机制以及熊彼特租金的经济激励机制，在此两者作用下，企业数字化转型可以推动其创新效率的提升。

（二）异质性分析

1. 产权异质性。考虑到中国的国有企业作为公有制经济的主体，相对于非国有企业而言，国有企业在数字化转型与创新研发方面具有更低的融资难度，且在数字化转型的早期具有探索示范作用。表6（1）列和（2）列分别为国有企业与非国有企业的回归结果，结果显示，数字化转型在国有企业确实带来了比在非国有企业更大的创新效率，其可能的原因在于：国有企业在数字化转型方面投入了更多的资金，且近年来，相较于非国有企业而言，国有企业更容易招聘到高级劳动力与研发型人才；另外，在研发资金投入方面，国有企业获得风险资本投资的机会也要高于非国有企业。因此，从企业所有权来看：一方面，国有企业具备优势，无论是进一步深化数字化转型还是提升创新效率，国有企业应充分发挥其优势以起到示范引领作用；另一方面，需要注重非国有企业资源配置效率，合理引导资源向

非国有企业注入。

2.高新技术企业异质性。在数字技术赋能创新的过程中，并非所有企业都注重数字化转型的创新效应，部分企业仅需数字化转型带来管理流程优化、劳动生产率提升即可。使用数字化手段汇聚大数据、运用数字算法等开展创新活动，并注重创新效率的提升效应，这一过程率先发生于高科技行业企业。为此，本文将样本区分为高新技术企业与非高新技术企业。本文收集了由科技部、财政部和国家税务总局认定的高新技术企业名单，再与本文研究样本进行匹配，并据此将样本中的企业分为高新技术企业与非高新技术企业，回归结果如表6（3）～（4）列所示。可以看出，高新技术企业的数字化转型对其创新效率提升存在显著的正向促进效应，非高新技术企业的回归结果则不具有统计学意义上的显著性。这说明了高新技术企业的数字化转型已为其创新赋能，而非高新技术企业的数字化转型仍未触及创新效率领域，这也是未来非高新技术企业强化其竞争力、深化其数字化转型的主要方向。

表6 企业异质性分析

变量	被解释变量：企业创新效率					
	国有企业 (1)	非国有企业 (2)	高新技术企业 (3)	非高新技术企业 (4)	靠近前沿技术 (5)	远离前沿技术 (6)
企业数字化转型	0.054*** (0.011)	0.045*** (0.007)	0.046*** (0.009)	0.034 (0.020)	0.053*** (0.016)	0.046* (0.027)
控制变量	已控制	已控制	已控制	已控制	已控制	已控制
经验 p 值	0.005		0.009		0.039	
企业固定效应	已控制	已控制	已控制	已控制	已控制	已控制
年份固定效应	已控制	已控制	已控制	已控制	已控制	已控制
R ²	0.684	0.685	0.686	0.628	0.689	0.187
观测值	9197	19126	16883	7861	16375	12222

注：*和***分别表示 10%和 1%的显著性水平。括号内为聚类到企业层面的标准误。

3.技术距离异质性。与前沿技术的技术距离是影响企业创新表现的重要因素。市场竞争、新企业进入等企业外部威胁会同带来对创新具有正向作用的“逃离竞争效应”与具有负向作用的“熊彼特效应”。靠近技术前沿的企业存在主动选择战略性技术落后以获取前沿技术扩散从而达到低成本创新的可能（Acemoglu et al., 2006）。远离技术前沿的企业也有可能通过抓住技术变革机遇以实现自主研发改变自身落后竞争地位（Matthews, 1969）。为具体探究不同技术距离行业中数字化转型对企业创新效率的影响，本文根据各企业所在行业与数字产业技术前沿距离将企业所在行业划分为靠近技术前沿企业与远离技术前沿企业，并进行分样本回归。从表6（5）列和（6）列的回归结果来看，企业数字化转型在整体上可以促进前沿技术与落后技术领域企业创新效率的提升，但对于前沿技术企业而言，其在 1%水平上显著，对于落后技术企业而言，其在 10%水平上显著，这表明在数字经济时代，企业数字化转型对于靠近技术前沿的企业具有更显著的创新效率促进作用。此外，对于上述异质性分析而言，为证实不同样本的系数差异性，本文使用 Bootstrap 抽样检验 1000 次对两组样本的系数差异性进行了检验，经验 p 值均显著，表明样本间存在显著差异。

六、进一步分析

(一) 企业创新效率提升的触发条件

在上述研究的基础上, 本文将进一步探讨当具备何种条件时, 特别是具备何种外生性质的条件时, 企业数字化转型可以对其创新效率起到促进作用。在知识经济时代, 知识产权保护已成为保护创新主体利益的关键制度安排, 在知识的生产过程中, 创新者的利益主要源于通过创新所获得的熊彼特租金, 从制度上保障创新者可获得的熊彼特租金以强化其激励作用是激励企业创新的必要条件 (Arrow, 1962)。基于上述观点可以发现, 一方面, 知识产权可以强化创新型企业的垄断势力, 在知识产权的保护下, 企业能够最大化攫取其创新的熊彼特租金, 企业获得租金后将进一步增加其研发投入, 进一步地激励企业创新 (Schumpeter, 1942); 另一方面, 知识产权保护会限制其他企业的技术模仿, 企业在竞争中要想获得竞争优势, 则需要更多地依赖于自主研发与创新, 以增强企业的核心竞争力 (方杰炜等, 2023)。由此可知, 基于知识产权保护的制度安排, 企业数字化转型可以在更大程度上激发企业创新活力, 并驱动企业提升创新效率。

由于随着知识产权保护力度的变化, 企业数字化转型对其创新效率的影响并不是突然提升或突然下降的, 而是缓慢的渐变过程, 即整个的经济过程不是突变而是平滑渐进地发生变化。因此, 本文选取面板平滑转换模型 (PSTM), 该模型的优势在于能够捕获经济变量随经济机制变化而渐进变化的过程 (Gonzalez et al., 2005)。

1. 转换函数的选择。从表 7 中可以看出, 原假设 $H_0 : r = 0$ 表明不存在非线性效应, F 值、LM 值以及 LRT 值均在 1% 水平上显著, 表明拒绝线性检验的原假设, 也即变量间存在非线性关系, 进一步地, 在剩余非线性检验中, F 值、LM 值以及 LRT 值均不再显著, 表明最优转换函数个数为 1。通过模型选择检验结果来看, 依据赤池信息准则 (AIC)、贝叶斯信息准则 (BIC) 与奎因信息准则 (HQIC) 取值最小的原则, 可以看出, 转换函数应选取为指数函数形式, 即选用指数平滑转换模型 (ESTM) 为最合适的, 此时, 转换函数的形式为: $g_n(q_{it}^n, \omega_n, c_n) = 1 - e^{-\rho(q_{it} - e)^2}$ 。

表 7 面板平滑转换模型选择检验结果

线性检验与剩余非线性检验	F 值	LM 值	LRT 值
线性检验 $H_0 : r = 0; H_1 : r = 1$	4.085*** (0.003)	2.853*** (0.009)	2.546*** (0.009)
剩余非线性检验 $H_0 : r = 1; H_1 : r = 2$	2.851 (0.412)	0.946 (0.388)	0.389 (0.677)
模型选择检验	AIC	BIC	HQIC
LSTR	-92599.131	-92566.012	-92588.489
ESTR	-93173.039	-93081.962	-93143.775
NSTR	-93171.164	-93071.807	-93139.239

注: ***表示 1% 的显著性水平。括号内为聚类到企业层面的标准误。

2. 知识产权保护的触发条件。据此，本文依据上述检验结果选取模型以及转换函数个数进行了回归，具体回归结果详见表 8（1）列。从回归结果来看，企业数字化转型的系数 ϕ_0 为负但 ϕ_1 为正，这说明了企业数字化转型在知识产权保护力度不同的条件下呈现非线性特征， ϕ_0 为负说明在知识产权保护力度接近于零时，企业数字化转型对创新效率具有负向影响， ϕ_1 为正且在 1%水平上显著则说明当知识产权保护力度接近于 1 时，企业数字化转型显著促进了其创新效率的提升。这表明，随着知识产权保护力度的增强，企业数字化转型对其创新效率的影响逐渐变大，且在 1%水平上显著为正，揭示出知识产权保护具有重要作用。从位置参数来看，拐点大约出现在 0.05，斜率参数约为 6.47 且在 1%水平上显著，表明企业数字化转型对其创新效率的影响在知识产权保护力度约为 0.05 的拐点处发生显著急剧变化。

（二）企业创新的能力跃迁

前文证实了企业数字化转型有助于促进企业创新效率的提升，但企业数字化转型是否能长久地促进企业竞争优势的提升以获得更高质量的发展？企业在国内具有竞争优势是否意味着其在国际上也具有竞争优势？为回答上述问题，本文从企业创新的可持续性以及关键技术创新视角展开讨论。

1. 创新持续能力。中国企业长期以来缺乏持续创新的动力，在其成长期为了获得市场生存能力会进行核心能力的探索，建立核心竞争优势，但也具有落入“核心刚性”与“能力陷阱”的风险，一旦其创新被同行业模仿就会陷入被动的局面（Yayavaram and Chen, 2015）。而数字化转型则可以使企业更好地嵌入外部知识网络，实现知识交互溢出，增加企业技术领域的多元性、带来创新的持续增长。本文基于实证方程（7）式讨论了企业数字化转型是否能够促进企业数字化转型的创新持续提升效应，具体回归结果如表 8（2）列所示。企业数字化转型在 1%的显著性水平上促进企业创新持续性的增强，意味着这有助于企业长期竞争优势的塑造和竞争力水平的提升。

表 8 企业创新能力跃迁的检验结果

变量名称	(1) 创新效率		(2) 创新持续能力		(3) 关键技术创新	
	系数	标准误	系数	标准误	系数	标准误
企业数字化转型（小于突变位置）	-0.001	0.003				
企业数字化转型（大于突变位置）	0.007***	0.003				
企业数字化转型			0.065***	0.011	0.091***	0.012
控制变量	已控制		已控制		已控制	
Threshold 位置参数	0.049***	0.013				
Gamma 斜率参数	6.473***	0.972				
企业固定效应	已控制		已控制		已控制	
年份固定效应	已控制		已控制		已控制	
R ²	0.027		0.781		0.190	
观测值	29136		29136		22717	

注：***表示 1%的显著性水平。

2. 关键技术创新。在全球数字化浪潮席卷下，企业数字化转型能否促进其关键技术创新不仅是企业关注的焦点问题，也是学术界亟须给出答案的重要问题。因此，本文以数字化转型背景下企业技术创新为逻辑主线，基于实证模型（8）式进一步探讨企业数字化转型能否促进其关键技术创新，具体回归结果详见表 8（3）列。

由于关键技术创新集中于制造业企业与少量服务业，因此，本文保留全部制造业企业样本，对于服务业而言，本文仅保留了信息传输、软件和信息技术服务业，以及科学研究和技术服务业的企业。从所汇报的回归结果来看，企业数字化转型在 1% 水平上促进企业关键技术领域的创新，这表明企业数字化转型有助于企业突破技术封锁以跳出“低端陷阱”。

七、结论与启示

本文基于熊彼特创新范式剖析了企业数字化转型促进企业创新效率提升的内在机理，同时探讨了知识宽度与熊彼特租金攫取的作用机制，得到如下主要结论：第一，企业数字化转型对其创新效率提升具有显著促进作用，发挥这一作用的底层逻辑在于企业数字化转型从要素投入、创新过程到创新模式推动企业创新范式变迁。其次，企业数字化转型对其创新效率提升的作用机制为知识宽度与熊彼特租金，在知识经济时代，知识资产与熊彼特租金的经济激励是企业创新效率提升的内在动力机制。再次，知识产权保护的制度安排是企业数字化转型促进其创新效率提升的重要触发条件。最后，企业通过数字化转型、创新效率提升进一步实现了其创新能力的跃迁，具体表现为企业创新的持续能力不断强化，并且在关键技术领域创新有所突破。

基于以上研究结论，本文得到如下政策启示：

第一，延伸技术价值、拓展转型范围是企业进一步数字化转型的重要方向。企业数字化转型已从简单地使用数字平台、收集用户数据、管理系统升级、机器人投入使用等方面逐渐向数据编纂、算力提升、算法迭代层面演变，基于“数据—算力—算法”的数字化转型可全方位贯彻于企业的生产与管理方式优化、核心产品与服务重构、战略方向重塑等多方面，在这一过程中实现自主创新能力提升以赋能其发展，以掌握关键技术使其核心竞争力不断提升。

第二，积极构筑创新网络，营造协同创新环境。随着企业数字化转型，其知识、技术等信息的获取能力不断增强，这有助于降低企业研发创新成本，但显性知识信息流动的红利仅在短期内有效，要持续性促进企业创新，还需要各地方政府积极搭建协同创新平台、共享创新实验室，以促进多领域多学科多行业的研发人员交流，使其创新与生产经验等隐性知识流通传播，释放以“经验”为主要内容的隐性知识红利，从而进一步提升创新活力。此外，政府还应有意识地从建设产业集群向建设技术集群引导地区企业集聚，积极引领高技术行业企业入驻，以生产网络和创新网络耦合的方式使产业集群与技术集群融合发展，以促进其协同创新。

第三，进一步完善知识产权保护体系并加大执法力度。本文对触发条件的讨论，证实了知识产权保护的作用。在关键核心技术创新不足，原创性、自主性、基础性创新不足的情形下，完善知识产权保护有助于保护创新主体的利益，尤其是可以保证企业创新的熊彼特租金获得，不断完善的激励措施

将进一步激发企业创新活力。与此同时，还应关注企业与行业异质性，杜绝“一刀切”式的制度安排，对于技术密集型与知识密集型行业企业应进一步加大知识产权保护的执法力度，以在最大范围内保护创新主体的利益、促进企业自主创新能力提升并实现关键核心技术突破。

参考文献

- 1.阿吉翁、安托南、比内尔，2021：《创造性破坏的力量》，余江、赵建航译，北京：中信出版社，第5-6页。
- 2.陈劲、张月遥、阳镇，2022：《共同富裕战略下企业创新范式的转型与重构》，《科学学与科学技术管理》第2期，第49-67页。
- 3.程华、武尹璠、李三希，2023：《数据交易与数据垄断：基于个性化定价视角》，《世界经济》第3期，第154-178页。
- 4.樊纲，2023：《比较优势与后发优势》，《管理世界》第2期，第13-21页。
- 5.方杰炜、施炳展、胡锟，2023：《知识产权保护、质量阶梯与发展中国家进口质量赶超》，《世界经济》第7期，第3-26页。
- 6.胡山、余泳泽，2021：《数字经济与企业创新：突破性创新还是渐进性创新？》，《财经问题研究》第1期，第42-51页。
- 7.黄勃、李海彤、刘俊岐、雷敬华，2023：《数字技术创新与中国企业高质量发展——来自企业数字专利的证据》，《经济研究》第3期，第97-115页。
- 8.洪银兴，2013：《论创新驱动经济发展战略》，《经济学家》第1期，第5-11页。
- 9.江小涓、靳景，2022：《数字技术提升经济效率：服务分工、产业协同和数实孪生》，《管理世界》第12期，第9-26页。
- 10.卢现祥、滕宇法，2020：《产权保护及其经济绩效——兼论产权保护量化演变和“中国之谜”的实质》，《经济学动态》第11期，第50-66页。
- 11.刘林青、谭力文、施冠群，2008：《租金、力量和绩效——全球价值链背景下对竞争优势的思考》，《中国工业经济》第1期，第50-58页。
- 12.祁怀锦、曹修琴、刘艳霞，2020：《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》，《改革》第4期，第50-64页。
- 13.孙瑜康、李国平、席强敏，2019：《技术机会、行业异质性与大城市创新集聚——以北京市制造业为例》，《地理科学》第2期，第252-258页。
- 14.陶锋、王欣然、徐扬、朱盼，2023：《数字化转型、产业链供应链韧性与企业生产率》，《中国工业经济》第5期，第118-136页。
- 15.王永钦、董雯，2020：《机器人的兴起如何影响中国劳动力市场？——来自制造业上市公司的证据》，《经济研究》第10期，第159-175页。
- 16.王玉泽、罗能生、刘文彬，2019：《什么样的杠杆率有利于企业创新》，《中国工业经济》第3期，第138-155页。
- 17.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，第130-144页。

- 18.肖翠萍、李晓云, 2023: 《农作物育种产学研合作网络特征及其对种子企业技术创新绩效的影响——基于植物新品种权申请的合作网络分析》, 《中国农村经济》第5期, 第42-60页。
- 19.肖土盛、孙瑞琦、袁淳、孙健, 2022: 《企业数字化转型、人力资本结构调整与劳动收入份额》, 《管理世界》第12期, 第220-237页。
- 20.许宪春、胡亚茹、张美慧, 2022: 《数字经济增长测算与数据生产要素统计核算问题研究》, 《中国科学院院刊》第10期, 第1410-1417页。
- 21.杨震宁、侯一凡、李德辉、吴晨, 2021: 《中国企业“双循环”中开放式创新网络的平衡效应——基于数字赋能与组织柔性的考察》, 《管理世界》第11期, 第184-205页。
- 22.阳佳余, 2012: 《融资约束与企业出口行为: 基于工业企业数据的经验研究》, 《经济学(季刊)》第4期, 第1503-1524页。
- 23.袁淳、肖土盛、耿春晓、盛誉, 2021: 《数字化转型与企业分工: 专业化还是纵向一体化》, 《中国工业经济》第9期, 第137-155页。
- 24.余骁、黄先海、陈航宇, 2023: 《知识产权保护、技术距离与出口国内增加值率》, 《中国工业经济》第6期, 第99-117页。
- 25.张杰、郑文平, 2018: 《创新追赶战略抑制了中国专利质量么?》, 《经济研究》第5期, 第28-41页。
- 26.Acemoglu, D., P. Aghion, and F. Zilibotti, 2006, “Distance to Frontier, Selection, and Economic Growth”, *Journal of the European Economic Association*, 4(1): 37-74.
- 27.Aghion, P., and P. Howitt, 1998, *Endogenous Growth Theory*, Cambridge M.A.: MIT Press, 45-49.
- 28.Aghion, P., N. Bloom, R. Blundell, R. Griffith, and P. Howitt, 2005, “Competition and Innovation: An Inverted-U Relationship”, *Quarterly Journal of Economics*, 120(2): 701-728.
- 29.Arrow, K., 1962, *Economic Welfare and the Allocation of Resources for Invention*, Princeton, N.J.: Princeton University Press, 39-42.
- 30.Cockburn, I. M., R. Henderson, and S. Stern, 2019, “The Impact of Artificial Intelligence on Innovation”, NBER Working Paper, <https://www.nber.org/books-and-chapters/economics-artificial-intelligence-agenda/impact-artificial-intelligence-innovation-exploratory-analysis>.
- 31.European Commission, 2015, *Analysis of Smart Specialization Strategies in Nanotechnologies, Advanced Manufacturing and Process Technologies*, Luxembourg: Publications Office of the European Union, 73-76.
- 32.Gonzalez, A., T. Timo, D. V. Dijk, 2005, “Panel Smooth Transition Regression Models”, CREATES Research Papers. https://www.researchgate.net/publication/23697021_Panel_Smooth_Transition_Regression_Models.
- 33.Ginarte, C., W.G. Park, 1997, “Determinants of Patent Right: A Cross-National Study”, *Research Policy*, 26(31): 283-301.
- 34.Kogan, L., D. Papanikolaou, A. Seru, and N. Stoffman, 2017, “Technological Innovation, Resource Allocation, and Growth”, *Quarterly Journal of Economics*, 132(2): 665-712.
- 35.Lewbel, A., 1997, “Constructing Instruments for Regressions with Measurement Error When No Additional Data Are Available, with An Application to Patents and R&D”, *Econometrica*, 65(5): 1201-1213.

- 36.Lewbel, A., 2012, "Using Heteroscedasticity to Identify and Estimate Mismeasured and Endogenous Regressor Models", *Journal of Business & Economic Statistics*, 30(1): 67-80.
- 37.Matthews, R. C. O., 1969, "Why Growth Rates Differ?", *Economic Journal*, 79(314): 261-268.
- 38.Schumpeter, J. A., 1942, *Capitalism, Socialism and Democracy*, London: Allen Unwin, 89-91.
- 39.Triguero, A., and D. Corcoles, 2013, "Understanding Innovation: Analysis of Persistence for Spanish Manufacturing Firms", *Research Policy*, 42(2): 340-352.
- 40.Yayavaram, S., and W. R. Chen, 2015, "Changes in Firm Knowledge Couplings and Firm Innovation Performance: The Moderating Role of Technological Complexity", *Strategic Management Journal*, 36(3): 377-396.

(作者单位: 南京财经大学经济学院)

(责任编辑: 崔 凯)

The Impact of Digital Transformation on Innovation Efficiency of Enterprises: An Analytical Framework Based on Schumpeterian Innovation Paradigm

SHI Lei PENG Zichen

Abstract: In the context of digital China, enterprises drive technological innovation through digital transformation strategies, which has become an important path to promote industrial transformation, break through key core technologies, and reshape enterprises' competitive advantages. Based on the Schumpeterian innovation paradigm, this paper analyzes the mechanism of enterprises' digital transformation to improve their innovation efficiency, and conducts an empirical analysis based on the sample data of 4350 listed companies from 2009 to 2021. On this basis, this paper also discusses the triggering conditions and capability transition paths of enterprise innovation. The results show that (1) the digital transformation of enterprises helps improve their innovation efficiency, and the mechanism lies in the knowledge accumulation effect and the Schumpeterian rent-grabbing effect. (2) Under the Schumpeterian innovation paradigm, the institutional arrangement of intellectual property protection is an important trigger for the improvement of enterprise innovation efficiency, and along with the improvement of enterprise innovation efficiency, the enterprises' digital transformation also promotes the sustainable improvement of enterprise innovation capability and innovation in key technology fields. The conclusions of this paper provide useful inspiration for deepening the direction of digital transformation of enterprises, improving their innovation ability, and shaping the core competitiveness of enterprises, and have important implications for breaking through the "low-end lock" and the barriers of key core technologies in the background of digital economy.

Keywords: Schumpeterian Innovation Paradigm; Digital Transformation; Schumpeterian Rent