

信息技术投资与工业企业创新绩效

——来自中国上市公司的经验证据

石军伟 刘 瑛

(中南财经政法大学现代产业经济研究中心,湖北 武汉 430073)

摘要:本文构建了一个信息技术投资影响企业创新的理论框架,并利用中国工业上市公司数据进行了实证检验。研究表明:信息技术投资在总体上可以显著提升企业的创新绩效,但这种作用在不同类型的企业中存在异质性。具体而言,低创新战略导向型企业中信息技术投资对创新绩效的贡献要强于高创新战略导向型企业;大型企业中信息技术投资对其创新绩效的贡献更显著;国有企业中信息技术投资对其创新绩效的作用要强于非国有企业。这些结论不仅为工业企业信息技术投资促进创新绩效提供了微观证据,也对中国“两化融合”和建设“数字中国”有着重要的政策含义。

关键词:信息技术投资;创新绩效;创新战略;工业化与信息化融合

中图分类号:F273.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1003-5230(2021)03-0126-12

一、引言

信息化与工业化的融合已经成为中国加快建设制造强国、重塑实体经济竞争力的现实路径。从党的十六大开始,中国政府把“以信息化带动工业化,以工业化促进信息化”提高到国家战略地位,强调利用信息资源和信息技术推动产品技术创新和企业管理升级,由此推动中国实体经济发展。随着中国现代化进程的推进,面临着新旧动能转换和产业升级受阻的困难,为了提升实体经济的创新力,2015年李克强总理在《政府工作报告》中提出“互联网+”的行动计划,“互联网+”可以推动移动互联网、云计算、大数据、物联网等与现代制造业结合,充分发挥互联网在生产要素配置中的优化和集成作用。针对中国实体经济存在投资预期不稳、创新意愿不足和创新能力不强等现象,党的十八大报告和十九大报告进一步将信息化与工业化的深度融合作为新一轮的战略目标,提出“推进互联网、大数据、人工智能和实体经济深度融合”。在此背景下,工业企业理应成为信息化建设的主力军。因此,如何优化信息技术投资促进企业创新绩效的作用机制,已经成为中国工业企业高质量发展必须面对的战略议题。

从“十五”计划到“十三五”规划,企业信息化已成为中国信息化建设的主力。但是,现实的挑战依

收稿日期:2020-10-16

作者简介:石军伟(1977—),男,河南汤阴人,中南财经政法大学现代产业经济研究中心教授,博士生导师;

刘瑛(1993—),女,湖南益阳人,中南财经政法大学现代产业经济研究中心博士生。

然是不容回避的。2016年的《国家信息化发展战略纲要》指出,中国信息资源开发利用不足与无序滥用的现象并存,进展并不乐观。在企业层面,部分企业对于信息化成效持怀疑态度,造成投资利用不足,而部分企业盲目进行信息技术投资,造成信息化资源闲置,导致信息化效率损失^{[1][2]}。那么,中国企业的信息化建设是否实现了其预期目的,信息技术投资是否真正提高了企业的创新绩效?我们的研究工作可以部分回答上述问题。

本文的边际贡献主要体现在如下方面:第一,系统讨论了信息技术投资与企业创新绩效的理论机制,将其归纳为信息集成、协同效应和决策改善三个方面,这在一定程度上弥补了现有文献较少关注信息技术投资的创新绩效方面的不足;第二,讨论了信息技术投资影响工业企业创新绩效的异质性作用机制,丰富了信息技术投资与创新绩效之间的理论解释机制;第三,使用2012~2016年中国工业上市公司的面板数据,反映了工业企业信息技术投资对创新绩效的实践进展。本文将样本企业集中于工业,这不仅较好地处理了信息技术投资的行业差异问题,而且可以更深入地获得有关企业行为的微观信息。这对现有文献更多使用截面数据的实证研究是一个较好的补充。

本文余下部分的安排是:第二部分是文献综述,第三部分是信息技术投资影响企业创新绩效的理论分析与研究假设,第四部分是实证研究设计,第五部分是实证结果分析,第六部分是异质性机制分析,第七部分是结论和政策建议。

二、文献综述

从现有文献看,关于信息技术投资绩效的研究,主要从国家、产业(或区域)和企业三个层面展开。早期主要利用国家层面的生产率统计数据来研究信息技术投资强度与产出、生产率增长之间的关系,但没有得出一致明确的结论。索洛1987年提出了“信息技术生产率悖论”^[3],认为信息技术投资与生产率之间没有明显的联系。但也有部分学者通过对不同国家的信息技术投资绩效进行了研究,得出不同的结论。如Lee(2005)发现信息技术投资可以提高新兴工业经济体和发达国家的生产率,但对发展中国家没有影响^[4]。总体而言,国家层面的研究表明,信息技术投资绩效在不同国家可能存在差异,且信息技术投资对生产率的影响也是不确定的。

从区域或行业层面研究信息技术投资绩效所得出的结论也不一致,而且存在地区和行业差异。张旭亮等(2017)、张骞和吴晓飞(2018)都通过测度区域信息化水平证明信息化总体上对中国区域创新产生了推动作用,但存在区域“数字鸿沟”^{[5][6]}。但是部分学者持有不同的观点,韩先锋等(2014)利用2005~2011年中国工业部门分行业面板数据研究信息化对中国工业部门技术创新效率的影响,他们认为虽然总体上信息化对工业部门技术创新有明显的促进作用,但信息化与技术创新效率之间存在显著“倒U型”关系,同时受到行业异质性的影响^[7]。毕克新等(2014)利用广义脉冲响应分析、协整检验等多种计量方法对制造业信息化水平与工艺创新能力之间的关系进行研究,结果表明制造业信息化水平对工艺创新能力的推动作用并不十分显著^[8]。

从微观层面考察信息技术投资与企业创新之间关系的文献较少,且没有得出统一结论。汪淼军等(2007)基于浙江企业的实证研究发现,企业的信息技术投资有利于提高企业创新能力,同时这两者之间的关系还受到组织行为的影响^[9]。董祺(2013)认为中国企业信息化投入对企业创新成果的增长有显著贡献^[10],但仅使用了电子信息产业64家企业的样本数据,特定的行业样本可能会限制其结论的可推广性。何小钢等(2019)认为信息技术可以与劳动力结构形成互补机制从而提高企业生产率^[11],但其样本数据使用的是2005年世界银行的调查数据,无法反映近年来中国企业的实践进展情况。此外,也有学者认为信息化与创新之间的关系不明确,例如Han和Ravichandran(2006)通过负二项回归检验了美国450家非服务业企业的信息技术投资和创新绩效的关系,研究发现信息技术投资与创新没有直接关系^[12]。

综上所述,从宏观到微观层面关于信息技术投资绩效的研究得到了不同的结论。现有文献对信息技术投资绩效问题的研究,可能在以下几个方面存在局限性:一是在信息技术投资绩效评估的过程

中忽视了创新的作用。早期文献中基本使用 ROI、ROE、市场资本化、产品附加值等财务指标和市场指标,或者利用劳动生产率衡量公司绩效。实际上创新作为企业获取持续竞争优势的关键要素,有必要将创新绩效区别于财务绩效。二是研究样本存在一定的局限性。从现有文献来看,虽然部分学者关注到了信息技术投资的创新绩效问题,但是相关的实证文献更多的是在区域或行业层面对信息化与创新之间的关系展开研究。从企业层面来看,基于中国企业大样本面板数据的相关实证研究并不多见。少数文献虽然使用了企业样本,但主要是通过问卷调查获得个别地区的企业(如汪森军等,2007)或中小企业(如 Scuotto 等,2017)的数据^[13],或者使用单个行业(如董祺,2013)的企业数据,存在样本量过小、时间周期较短等问题。三是以往研究更多地关注信息技术投资对于创新绩效的直接影响,较少考虑信息技术投资的作用边界,对信息技术投资与企业创新绩效之间的关系还缺乏深入的研究。

三、理论分析与研究假设

企业信息化被广泛认为是利用先进的信息技术实现企业资源的高效整合与集成化管理过程,是全面提升企业管理效率和及时获取外部市场信息的有效手段。随着工业化与信息化融合进程的加快,信息技术逐渐成为企业一种重要的生产要素^[14],在降低协调成本、重构业务流程、改善决策等方面发挥积极作用,进而提高了企业的创新绩效。

从资源基础观(resource-based view)的角度来看,企业获取竞争优势的基础是企业拥有异质、稀缺、且难以被竞争对手模仿的组织资源^[15]。进一步地,企业内部一种资源难以单独发挥优势,往往需要与其他资源通过互补(complementarity)和专业分工协作(co-specialization)的方式共同发挥作用^[16]。按此逻辑,企业引入的信息技术,本身并不会自动产生竞争优势,因为信息技术并不具备自动隔离机制,其他竞争对手也可以通过购买、兼并等方式获得同类信息技术以实现信息化改造。因此,只有当引入的信息技术与其他资源(如研发资本、生产资源、组织结构等)或其他能力(如流程整合能力、知识管理能力、控制能力)等相互磨合与匹配时,企业才可能获得基于信息技术的创新能力集合,并最终能够转化为其创新绩效。本文认为企业信息技术投资至少可以通过以下三种机制影响创新绩效:

第一,信息集成机制。企业利用信息技术可以有效整合内部资源、加强知识管理,通过更大范围的“内部一体化”组织架构搭建知识管理平台,对更多样化、更大范围和更多层次的信息进行系统性存储和加工,为创新决策提供更有效率的信息基础。例如,数据存储系统可以通过分享、存储和集成内外部知识促进组织知识的创造、传播和使用^[17];数据访问系统提供了知识的“模板”,可以简化新知识与公司现有内部知识的集成和重组过程。企业可以利用上述信息技术对业务流程进行重组和改造,通过信息集成系统创建组织记忆作为知识库来提高公司获取知识的能力^[18],还可以通过构建知识交流或共享平台鼓励创造性思维,加速知识转移和创新,提高产品开发的效率,缩短创新周期,进而激发内部技术创新潜力。由此,生产经营过程的规范化与电子存储的标准操作过程有效地结合,可以改善现有的知识管理方式,促使企业更有效地吸收多样化、多层次的新知识并转化为组织知识,从而提高技术创新能力,促进产品创新^[19]。

第二,协同机制。信息技术被视为一种“通用技术”(general purpose technology),具有基础性和兼容性的特点,其价值可以通过互补性投资减弱或放大^[20]。也就是说,信息技术除了可以改变企业本身的业务与生产过程以外,还会对企业其他资源的使用或开展其他的活动具有支持作用,可能与相应的互补性资源产生协同效应。而互补性资源内涵丰富,不仅包括人力资本、研发投入等实物投资,而且包括企业战略、组织行为等伴随性组织资本^①。因此,企业信息技术投资还需要与其他互补性资源互相协调,共同发挥作用。陈升等(2017)基于资源基础观提出企业信息化、信息技术能力和创新能力的内在影响机制,通过对 350 家山西省工业企业的调查发现,信息技术资源可以通过与企业其他资源融合形成信息技术能力,提升了创新过程中技术和非技术因素间的协同集成水平,进而提高企业自

主创新能力^[21]。

第三,决策改善机制。企业面对激烈的市场竞争,只有比竞争对手更快地获取新的信息,不断创造新知识,才能保持竞争优势^[22]。企业运用信息技术可以拓展知识获取的深度和广度,提高企业对于创新知识的开发和管理能力。一方面,基于电子数据和信息系统的交换可以提升信息收集、传播和处理的速度,降低了管理层决策的信息整合难度。如计算机辅助设计(CAD)和计算机辅助制造(CAM)可以提高从产品设计到生产制造的自动化程度,缩短产品开发周期和生产周期;制造执行系统(MES)可以在集团内部形成良性竞争,各分公司通过对标学习先进部门从而加速创新过程的效率并提高决策的有效性;企业资源计划(ERP)可以在没有公司总部干预的情况下促进独立部门之间的协调,使得管理层扩大了控制范围,而各部门也有了更多的自主权。另一方面,企业运用信息技术可以促进信息渠道的多元化^[23],基于信息技术的信息处理系统架构,能够减少决策过程中的信息盲点。如供应链管理(SCM)可以大大减少采购时间并降低与供应商互动的成本,从而减少零售商的合同违规采购行为,并提高对市场的响应速度;客户管理系统(CRM)可以帮助企业与客户互动,从不同的细分市场中提取客户知识,将隐性知识转化为显性知识,生产满足市场需求的产品。此外,企业的创新活动早已从封闭式创新向开放式创新转变,企业不断开放他们的边界,聘请外部专家,信息技术可以帮助企业降低在搜寻创新合作伙伴时由于信息不对称导致的搜寻成本、识别成本等^[24],减少外部市场的不确定性。因此,企业的研发活动离不开与环境或其他组织如客户、供应商、竞争对手以及研究机构等的互动,通过信息技术可以降低决策风险,提高决策质量。

基于以上分析,本文认为,工业企业的信息技术投资可以通过信息集成机制、协同机制和决策改善机制共同影响创新绩效。由此提出研究假设1:

H1:在其他条件不变时,信息技术投资对企业创新绩效有促进作用。

四、研究设计

(一)样本与数据

本文的研究样本为2012~2016年^②沪深A股上市的中部6省(湖北省、安徽省、湖南省、河南省、江西省和山西省)工业企业^③。之所以使用中部地区的企业样本,主要是考虑到中国信息化水平存在区域“数字鸿沟”,而中部省份大都是中国重要的工业基地所在地,工业基础与工业发展状态较为接近,具有较好的代表性。这使得本文不仅能较好地回避区域异质性的问题,而且可以更深入地获得有关工业企业信息化建设的微观信息。在剔除ST类上市公司和5年间没有公开信息技术投资数据的企业之后,本文最终得到研究的样本观测值为1210个,样本中不包含2016年新上市的企业,以保证至少有两年的数据,因此形成了一个既包括截面数据又横跨5年时间的非平衡面板数据集。

本文涉及企业信息技术投资、财务绩效和创新绩效三方面的数据,同时企业信息技术投资的数据难以收集,目前还缺乏可靠的数据来源,因此本文选择上市工业企业作为研究对象,从多种公开渠道收集数据:一是国泰安数据库,主要从该数据库获得上市企业的所有制信息和财务信息,以及专利申请数据;二是企业网站、巨潮资讯网和重要的门户网站如工业与信息化部,主要通过年报及公开信息收集企业的信息技术投资信息,所有数据通过手工整理和编码,得到相应的数据指标。

(二)变量设计

1.被解释变量。本文中的被解释变量为样本企业当年国内申请专利的总数。已有文献通常使用创新投入和创新产出来衡量创新绩效,创新投入指研发资金或研究人员的投入,创新产出主要包括专利数量、专利的引用率、新产品销售占比或新工艺的采用等。相较于研发投入,研发产出对创新绩效的反映更为直观。而研发产出指标中,专利数据使用更为广泛,主要原因之一是新产品和新工艺数据在各类数据库中不易得到,无法满足研究样本要求^[25]。并且,考虑到财务指标的统计口径和可操作

性,专利数量更具有可靠性,同时专利具有排他性和独占性,对企业的产品与技术要求高,更具有说服力^[26]。专利数又可以分为专利申请数和专利授权数,本文使用的专利申请总数由发明专利、实用新型专利、外观设计专利三种专利的当年申请数加总得到。而授权专利,尤其是发明专利授权一般具有较长的延迟性,不能很好地反映当年的时间特性,因此本文不采用授权专利数作为主要变量,仅用作稳健性检验。

2.解释变量。本文的解释变量为企业的信息技术投资,在 Ray 等(2009)的基础上^[27],考虑投入产出的时滞问题和一定程度上减轻反向因果问题,将信息技术投资修正为企业前一年信息技术硬件、软件和服务的账面净值与总资产的比值。其中信息技术硬件价值包括计算机、网络设备、服务器等用于信息加工、处理、传输、存储的各种实物资产当年的账面净值;软件和服务价值指当年样本企业对各种系统软件、应用软件的支付价格。

3.调节变量。为了更好地揭示企业信息技术投资对于创新绩效的作用机制,本文在已有文献的基础上,考虑到信息类型和企业性质等特征都具有差异性,对创新绩效的影响机制也会有所不同。基于企业创新相关理论选取了三个调节变量进行讨论。

一是创新战略导向,用研发投入强度指标作为代理变量,研发投入强度常用的衡量指标主要包括研发投入与营业资产的比值、研发投入与市场价值的比值、研发投入与总资产的比值,本文以样本企业当年的研发投入与总资产的比值作为衡量研发投入水平的指标,利用样本企业的研发投入强度中位数作为划分依据,高于中位数的划分为高创新战略导向企业,低于中位数的则为低创新战略导向企业。

二是企业规模,企业规模有多种衡量方式,常用的指标有总资产或者员工总数,本文用企业当年总资产的对数作为衡量企业规模的指标。由于上市公司的企业规模普遍偏大,难以使用国家统计局对大小企业的划分方法,因此本文利用样本企业的企业规模中位数作为划分依据。

三是股权性质。为了区分国有企业和非国有企业,本文引入虚拟变量来考察企业的所有制不同是如何影响企业信息技术投资与创新之间的关系,其中 Soe 取值为 1 表示国有企业,取值为 0 表示非国有企业。

4.控制变量。影响企业创新的因素有许多,本文选取常用指标进行控制,包括人力资本、市场份额、资产负债率、现金流、企业发展历史、股权集中度、信息技术投资流量、企业所在行业、年份等,具体定义见表 1。

表 1 主要变量定义

变量类型	变量名称	变量符号	变量定义
被解释变量	创新绩效	Patent	当年国内申请专利的总数
解释变量	信息技术投资	IT	企业前一年信息技术硬件、软件和服务的账面净值与总资产的比值
	创新战略导向	RD	研发投入与总资产的比值,以样本企业的研发投入强度中位数作为划分依据,高于中位数的划分为高创新战略导向企业,低于中位数的划分为低创新战略导向企业
调节变量	企业规模	Size	总资产的自然对数,以样本企业的企业规模中位数作为划分依据,高于中位数的划分为大企业,低于中位数的划分为小企业
	股权性质	Soe	国有企业为 1,非国有企业为 0
	信息技术投资流量	ITs	企业当年信息技术硬件、软件和服务的增加值与营业收入的比值
	市场份额	MS	企业主营业务收入占同行业总的主营业务收入比例
控制变量	研发投入强度	RD	研发投入与总资产的比值
	资产负债率	Lev	企业总负债占总资产的比例
	企业规模	Size	企业当年总资产的自然对数
	现金流	Cash	当年的营业现金流占营业收入的比值
	企业发展历史	Age	企业成立的年份到当年的年限
	人力资本	Edu	研发人员占比
	股权集中度	Cen	第一大股东持股比例

(三)模型设计

专利申请数量受到诸多偶然因素的影响,可以将专利申请看成近似随机分布的事件。再加上专利申请数量是非负的计数型数据,不符合正态分布特征,运用线性回归模型模拟可能会导致无效和有偏的估计,因此考虑泊松模型。具体模型如下:

$$\text{Patent}_{i,t} = \alpha + \beta_1 \text{IT}_{i,t-1} + \beta_2 X_{i,t} + \beta_3 \text{IT}_{i,t-1} * Z_{i,t} + \epsilon_{i,t} \quad (1)$$

式(1)中, i 表示样本企业代码, t 表示年度,取值范围为2012~2016年,因为有的企业上市年份晚于2012年,需按照实际上市时间计算。 $X_{i,t}$ 表示一系列的控制变量, $\epsilon_{i,t}$ 表示随机误差项, $Z_{i,t}$ 表示相应的调节变量。

五、实证结果分析

(一)描述性统计

图1提供了2012~2016年中部6省工业上市企业平均专利申请数和平均信息技术投资强度,总的来看,2012~2016年专利申请数呈递增趋势,2016年中部6省上市工业企业专利申请增速放缓。这可能是因为2016年中联重科、宇通客车等龙头企业专利申请数锐减,影响了整体上市工业企业的平均值。从信息技术投资强度来看,2012~2016年上市工业企业信息技术投资出现回落又逐步增加的现象。伴随着信息技术的不断完善和信息技术产品的成本下降,2013~2014年中部6省上市工业企业平均信息技术投资强度有所降低。因“十三五”规划、《中国制造2025计划》等政策的相继出台,2015年以后再次出现了信息技术投资的热潮,信息技术在工业企业普及率进一步提高。



图1 2012~2016年样本企业平均专利申请数和信息技术投资强度

表2给出了所有变量的描述性统计,可以看到,专利申请数在不同企业之间差距明显,工业上市公司专利申请数最低为0件,最多可以达到3382件。工业上市公司的平均研发投入水平不高,仅2%左右,但是研发投入最高可以达到64%,一定程度上可以证明工业部门整体研发投入水平不高,各工业企业间研发投入水平相差较大,各工业企业之间的溢出效应可能还不够明显。此外,所有变量之间的相关系数最大值为0.491,其他值基本都在0.10左右,相关系数小说明各个变量之间不存在严重的共线性问题,彼此具有较好的独立性。

表2 变量描述性统计

变量	观测值	平均值	标准差	最小值	最大值
Patent	1210	57.1480	182.1090	0	3382
IT	1210	0.0064	0.0109	0	0.2263
ITs	1210	0.0057	0.0154	0	0.4022
RD	1210	0.0193	0.0242	0	0.6430
Size	1210	22.0739	1.1477	18.9272	25.3094
Edu	1210	0.2046	0.1460	0.0108	0.9774
MS	1210	0.0147	0.0306	0.0001	0.3832
Cen	1210	0.3454	0.1455	0.0718	0.8999
Lev	1210	0.4305	0.2079	0.1561	0.9787
Cash	1210	0.0063	0.0983	-0.6140	0.5692
Age	1210	16.8890	4.6582	5	34

(二)基本回归结果

本文检验了工业企业的信息技术投资对其创新绩效的影响。检验结果如表3所示,列(1)为不考虑解释变量的固定效应回归模型,列(2)为加入解释变量后的基准回归模型,变量信息技术投资(IT)的系数显著为正,结果表明信息技术投资对工业企业创新绩效有促进作用。可以看到,工业企业信息技术投资与创新绩效之间存在显著正相关关系。这支持了研究假设1,即在其他条件不变的情况下,信息技术投资对企业的创新绩效有显著的促进作用。

由此,本文可以得到总体判断,企业通过信息技术投资提高了企业的创新绩效。可能的解释是企业的信息技术投资可以通过信息集成机制整合内部资源、优化知识管理流程,缩短创新周期;通过决策改善机制拓宽信息渠道、提高响应速度,加速知识转移和创新;通过协同机制,激发其他互补性资源的创新潜力,提升创新过程中的资源协同水平。例如,在王玮等(2015)对珠江啤酒集团信息化建设的案例分析中,就可以清晰地看到企业推动业务流程自动化到信息集成、从与其他资源协调发展形成战略支持到引领竞争战略的信息化动态演化过程,以及信息技术部门在其中所扮演的不同角色。因此,企业信息化的建设和发展可以激发其他互补性资源的创新潜力,帮助企业获得竞争优势^[28]。

六、异质性分析

(一)信息技术投资对创新绩效的异质性分析

根据资源基础观,不同企业的资源开发能力不同,对于信息技术的应用水平也有所不同。在上文中,我们提出企业信息技术投资有利于其获取更多知识并提高创新绩效,进一步地,我们认为企业从这种机会中获益的程度还与企业类型有关。也就是说,不同类型的企业信息技术投资,对创新绩效的影响在创新战略、企业规模和所有制等不同情景下也可能存在较大差异。

1. 信息技术投资、创新战略导向与创新绩效。创新战略导向对企业创新绩效有着重要的影响,这与创新活动的特性紧密相关。

高创新战略导向企业^④的信息技术投资与研发投资可以产生协同效应,帮助企业优化生产要素组合和理顺创新流程,从而更好地提高其创新绩效。在高创新战略导向的企业中,新产品与新项目的研发活动更频繁、多样化程度也更高,具有高度集成和知识管理的需要。通过引入信息技术可以最大限度地整合和开发内部资源,帮助其优化生产要素组合和理顺创新流程,促进信息化在企业生产、管理、客户服务等各业务流程中快速应用,从而帮助企业提高知识管理水平。因此,相比低创新战略导向型企业,高创新战略导向型企业中信息技术投资可能对创新绩效的贡献更大。

高的研发资本投入和高的人力资本投资,可能会掩盖信息技术的作用^[29]。尽管信息技术可以改进创新过程,但高强度的创新投入仍然是一项代价高昂、风险大的经济活动,对于高创新战略导向型

表3 信息技术投资对企业创新绩效的影响

	(1)	(2)
	Patent	Patent
IT		15.4089*** (17.8037)
ITs	2.9224*** (9.7347)	3.8521*** (11.3462)
RD	1.5906*** (4.8433)	1.2798*** (3.3529)
Size	0.4992*** (21.3086)	0.4956*** (18.5016)
Lev	-0.2878*** (-3.9976)	-0.2254*** (-2.6112)
Edu	1.1830*** (12.6818)	1.1387*** (10.7590)
Cash	0.0996* (1.7144)	0.2486*** (3.3798)
MS	13.6218*** (27.7513)	7.1551*** (12.1058)
Cen	0.2733*** (3.3511)	-0.1099 (-1.1817)
Age	-3.2273*** (-18.2061)	-2.3408*** (-8.7281)
Industry	是	是
Year	是	是
N	1153	875
Wald chi2	4125.68***	2463.07***
Log likelihood	-8390.0299	-5810.3269

注:本文中模型通过 Hausman 检验,在固定效应与随机效应中选择合适的模型设定,以下模型均采用这一处理方法。括号内数字为依据聚类稳健标准误所计算的 t 统计量。*、**、*** 分别代表参数估计值在 10%、5%、1%水平上显著。下表同。

企业来说,创新活动所面临的信息类型本身更为复杂,具有人格化、隐形化和非规则化的特点,难以通过信息技术被标准化、流程化地吸收和利用^[30],其信息技术对创新的贡献相对较小。相对而言,低创新战略导向型的企业所面对的信息类型相对较稳定,也更容易进行标准化处理,企业所拥有的基础管理资源和研发创新流程更容易吸收信息技术在决策效率改善方面的优势,进而会较好地提升创新绩效。

2.信息技术投资、企业规模与创新绩效。大企业与小企业本身的信息化需求有所不同,信息技术在不同规模的企业中渗透和扩散速度也有所不同^[31]。

大企业具有规模经济和范围经济优势,其人力资本投资、物质资本以及伴随性组织资本实力更为雄厚,可以为信息技术投资提供多样化的信息资源,从而提升信息技术投资对创新绩效的贡献。此外,大企业往往具有更多的社会资本,更有利于其拓宽获取新知识的外部渠道。大企业一般拥有更多的外部合作者,通过开放式创新信息系统不仅可以帮助维持已有的合作伙伴关系,还能帮助企业建立新的社会关系^[32]。因此,大企业中信息技术投资对创新绩效的作用可能更强。

小企业所需的信息技术投资额度相对较小,通过改造原有的硬件和软件等可以帮助企业快速提高其创新绩效。相对而言,小企业的信息化改造幅度较小,信息化建设周期较短,信息技术在小企业中的扩散和渗透速度更快,从而可以带来创新绩效的大幅度增长。因此,当企业规模较小时,信息技术投资可能对创新绩效的影响更显著。

3.信息技术投资、所有制与创新绩效。不同所有制的企业在公司治理、物质资本、人力资本、组织行为、企业文化等方面都存在很大的不同,这些不同导致国有企业与非国有企业对信息技术投资可能采取不同的策略和态度。

在创新回报不确定性的情况下,由于内部体制和治理机制的不同,国有企业更可能倾向于规避风险,使其在创新方面的互补性资源投资不足。部分学者认为国有企业存在创新效率和生产效率双重损失^[33],并从产权理论的角度将国有企业的低效率归结于委托—代理问题^[34]。由于国有企业存在多重委托代理关系,本身管理层级较多,生产流程更复杂,各部门之间各自为政、协同困难。为了规避风险和减少损失,国有企业对创新方面的互补性资源可能投资不足,这限制了信息技术投资的互补机制发挥作用,最终也限制了创新绩效的提高。因此,相比国有企业,非国有企业中信息技术投资对创新绩效的作用可能更强。

国有企业通过信息技术投资可以有效改善其决策效率和管理效率。国有企业内部各部门通过信息系统接口统一管理,在实现信息共享的同时推动信息公开透明化^[35],这在很大程度上能帮助国有企业降低交易成本,缓解业务审批流程繁杂等现象,帮助国有企业优化业务流程、提高管理效率,进而更好地提升创新绩效。同时,信息化过程需要信息技术使用者进行长期投入,而信息技术的投资回报往往难以直接衡量。相对而言,国有企业面临的融资约束较少,又能更方便地获得政府的专项补助等政策益处,并且对国家信息技术投资的政策指引有更为积极的响应态度。回报的不确定性和投资的大规模特征,对融资约束较强的大部分非国有企业来说,信息技术投资会更加精打细算,也会更为谨慎。因此,相比非国有企业,国有企业信息技术投资对创新绩效的作用可能更强。

(二)异质性分析的实证检验

企业信息技术投资创新绩效与创新战略、企业规模以及所有制之间的实证检验结果如表4所示。其中,列(1)为加入了信息技术投资与研发投入交互项的固定效应模型,交互项的估计系数显著为负,说明相比高创新战略导向型企业,低创新战略导向型企业中信息技术投资对创新绩效的作用更显著。列(2)为加入了信息技术投资与企业规模交互项的固定效应模型,交互项系数显著为正,结果显示相对小企业,大企业中信息技术投资对创新的促进作用更为显著。列(3)为加入信息技术投资与股权性质交互项的随机效应模型,交互项系数显著为正。结果显示,国有企业信息技术投资对创新绩效的促进作用大于非国有企业。综上所述,企业信息技术投资与创新绩效之间的关系会因创新战略导向、企业规模与所有制等因素而呈现出异质性特征。

(三)拓展性分析

为了更具体地探讨企业信息技术投资与创新绩效之间的机制异质性特征,我们依据调节变量对样本进行分组回归以获得更为直观的结果,具体结果如表5所示。其中,列(1)和列(2)考察了不同创新战略导向企业的信息技术投资对创新绩效的影响,结果显示高创新战略导向型企业中信息技术投资系数显著为负,信息技术投资反而阻碍了创新绩效;而低创新战略导向型企业中信息技术投资系数显著为正。这一点与董祺(2013)的研究结论在总体上较为一致,相比高创新战略导向型企业,低创新战略导向型企业中信息技术投资对创新绩效的作用更显著。

相对而言,高创新战略导向型的企业本身面临的信息类型更为复杂,研发活动难以标准化和流程化。此外,高创新战略导向型企业虽然进行了大量的信息技术投资,但是当企业无法充分发挥信息技术投资与研发资源之间的互补机制时,信息技术资源就无法与高创新战略导向之间形成良好互动关系。

表 4 信息技术投资对企业创新绩效的影响:
创新战略导向、企业规模与所有制

	(1)	(2)	(3)
IT	23.8284 *** (24.9219)	3.6613 ** (2.4108)	-2.7637 (-1.3856)
IT * RD	-21.8274 *** (-17.1859)		
IT * Size		13.8199 *** (9.6196)	
IT * Soe			22.0643 *** (10.2037)
Controls	是	是	是
Industry	是	是	是
Year	是	是	是
N	875	875	875
Wald chi2	2814.72 ***	2583.19 ***	2812.57 ***
Log likelihood	-5665.7212	-5757.9035	-7243.4454

表 5 分组回归结果

	高创新导向企业 (1)	低创新导向企业 (2)	大企业 (3)	小企业 (4)	国有企业 (5)	非国有企业 (6)
IT	-4.8629 *** (-4.0392)	8.2501 ** (-2.4470)	18.5766 *** (-20.2585)	-18.9789 *** (-5.2715)	-0.4692 (-0.3938)	-3.5633 * (-1.7013)
Controls	是	是	是	是	是	是
Industry	是	是	是	是	是	是
Year	是	是	是	是	是	是
N	431	402	453	394	382	486
Wald chi2	1694.88 ***	500.10 ***	2595.72 ***	429.52 ***	2751.79 ***	919.77 ***
Log likelihood	-4088.2449	-2472.4031	-4722.5703	-2186.5373	-3409.5083	-2342.5065

列(3)和列(4)考察了不同规模企业的信息技术投资对创新绩效的影响,结果显示大企业中信息技术投资系数显著为正,而小企业中信息技术投资系数显著为负,说明随着企业规模的扩大,信息技术投资对企业创新绩效的促进作用不断提高。相对而言,大企业比小企业本身拥有更多的内部资源和知识库存,更能够在研发活动中利用规模经济和范围经济来发挥作用。此外,小企业难以在短期内在生产、物流、销售、服务、后期等业务和辅助环节进行相应水平的配套设施的信息化建设,这导致的后果就是企业信息技术投资的信息集成机制缺乏基础管理体系的支持,无法形成信息技术在创新活动的规模经济效应和范围经济效应,进而约束了对创新绩效的贡献。

列(5)和列(6)考察了不同所有制企业的信息技术投资对创新绩效的影响,结果显示国有企业中信息技术投资的估计系数不显著,而非国有企业中信息技术投资存量的估计系数显著为负。可能存在两个方面的原因:第一,创新活动具有高风险和不确定性的特征,国有企业的体制特征,使其在创新方面的互补性资源投资不足,这是国有企业回避风险的内在动因,也是未来国有企业进行信息技术投资应当高度关注的问题。第二,在非国有企业中,大企业占比较低,中小企业占比较多,这使得信息技术投资的信息集成效应、协同效应和决策机制改善效应难以发挥出来,企业可能更优先追求成本节约,从而对创新绩效产生了制约作用。

(四)稳健性检验

1.替代被解释变量。创新产出还包括专利的授权数量,专利授权往往具有一定的滞后性,因此本文仅以样本企业当年的授权总数(GP)代替上述模型中的被解释变量(Patent),然后用类似的模型分析方法进行稳健性检验。表6为替换被解释变量的回归分析结果。其中,列(1)为基准回归模型,考察了信息技术投资对工业企业创新绩效的影响;列(2)考察了不同创新战略导向战略对工业企业信息技术投资创新绩效的影响;列(3)考察了不同规模的工业企业信息技术投资对创新绩效的影响;列(4)考察了不同所有制的工业企业信息技术投资对创新绩效的影响。表6中所有模型均为固定效应模型,信息技术投资的系数在基准回归模型中为正且显著,另外三个模型的解释变量及其交互项的系数符号与表3中对应的结果一致,这表明我们的研究结果是稳健的。

表6 信息技术投资对工业企业创新绩效的影响:替换被解释变量

	(1)	(2)	(3)	(4)
	GP	GP	GP	GP
IT	3.5250 *** (3.8521)	5.7876 *** (5.7460)	-4.7486 ** (-2.5755)	-9.0999 *** (-3.8824)
IT * RD		-7.4953 *** (-5.1775)		
IT * Size			9.3655 *** (5.2000)	
IT * Soe				14.6217 *** (5.8856)
控制变量	是	是	是	是
Industry	是	是	是	是
Year	是	是	是	是
N	871	871	871	871
Wald chi2	2463.07 ***	1442.04 ***	1597.96 ***	1448.33 ***
Log likelihood	-5810.3269	-4415.1581	-4413.8749	-4412.4407

2.其他方法。本文还使用企业信息技术投资流量,即每年信息技术硬件、软件和服务的增加值与企业营业资产的比值,替代解释变量进行检验,结果基本一致。此外,本文还改变样本容量,剔除B类采矿业和D类电力、煤气及水的生产和供应业两大工业门类,只保留制造业企业作为样本进行回归,得到的实证检验结果基本一致^⑤。

七、结论与政策建议

(一)主要结论

本文认为,信息技术投资对创新绩效促进作用是通过信息集成机制、协同机制和决策改善机制来实现的。利用中国工业上市公司面板数据的实证检验结果表明,工业企业信息技术投资对创新绩效有显著的贡献,但这种贡献机制具有明显的异质性特征。具体而言,低创新战略导向型企业中信息技术投资对创新绩效的作用要强于高创新战略导向型企业;大企业中信息技术投资对其创新绩效的作用更显著;国有工业企业中信息技术投资对其创新绩效的作用要强于非国有工业企业。进一步分组分析发现高创新战略导向型企业中信息技术投资对创新绩效有抑制效应;小企业中信息技术投资对其创新绩效有抑制效应;国有企业信息技术投资对创新绩效的作用不明显。

(二)政策建议

现阶段中国新型工业化道路进入战略攻坚期,工业化与信息化的融合仍然是中国制造业转型升级和企业高质量发展的重要途径,也是提高企业竞争优势的有效手段。本文结论对中国“两化深度融合”和建设“数字中国”都具有重要的政策含义:

第一,应当继续鼓励企业加强信息化的投入,充分利用数字红利,提高信息技术投资对技术创新的溢出效应。《“十四五”规划和2035年远景目标纲要》再次强调“深入推进新一代信息技术和制造业深度融合,要以数字化驱动生产方式变革”,通过企业实现新一代信息技术在制造业的深化应用和快

速推广。企业应高度重视信息技术的重要作用,将其上升到战略资源的地位,注意引导信息技术通过信息集成、互补机制和决策改善等机制发挥作用,利用信息技术对其他资源的整合、激发和催化能力,构建与其他互补性资源之间的联动机制,真正推动技术创新。

第二,不同类型的企业应根据自身定位和需求合理规划信息化建设。鼓励企业积极推进信息化建设,并不意味着企业应脱离自身主营业务需要,盲目实施信息化升级。具体而言,我国的大企业更有可能被视为两化融合的领军者,大企业在人力、物力、财力等资源方面具有天然优势,通过引进信息技术可以充分激发其他互补性资源的创新潜力,这为地方政府今后选取大企业试点先行开展信息化建设工作提供有力的依据。此外,国有企业在信息化建设过程中应该注重资源的有效配置,提高信息技术投资对创新的作用效率;而非国有企业和小企业应结合自身特征,充分利用本身的优势资源进行创新活动。

第三,在加大信息技术投资的同时,应当充分重视其他互补性资源对创新绩效提升的重要作用,发挥资源的集聚效应。具体而言,对于低创新战略导向型企业,应当更加关注信息技术对生产流程的优化作用,在优化内部业务流程的基础上改善决策效率和生产效率;而对于高创新战略导向型企业,需要识别信息技术投资的作用边界,更有针对性地围绕信息技术投资提升互补性资源的投入水平,从而在提高知识管理水平的基础上促进创新。

第四,从政府的角度来看,应加强 5G、工业互联网、云数据中心等新型基础设施建设,形成宏观层面的互补性资源,促进企业创新。要从根本上改变关键核心技术受制于人的局面,必须发挥我国新型举国体制优势,通过政府力量和市场力量协同发力,促进企业技术创新。目前企业信息化建设仍以传统信息技术为主,政府通过加强新型基础设施建设可以为企业信息化建设减轻负担,也可以为企业转型升级提供有效激励,让企业在新一代信息技术决策中更快地获取回报,提高其信息技术投资动力,从而提高创新绩效。

(三)研究局限与未来展望

本文从微观视角对工业企业信息技术投资绩效问题进行了研究,研究尚存一些局限有待未来进行扩展:第一,本文对信息技术投资影响企业创新绩效的作用机制主要考察了信息技术投资绩效的调节机制,中介机制还有待进一步检验;第二,由于信息技术投资数据收集的困难性,本文将样本局限于工业二位数行业,未来研究可以扩展到细分的工业行业或非工业领域;第三,本文主要检验了 2012~2016 年中国工业企业信息化的实践成果,但近年来数字化转型明显加快,未来研究可以扩大样本量并增加数据来源的多样性,对结论进行重新检验。

注释:

- ①参照汪森军,张维迎,周黎安.企业信息技术投资的绩效及其影响因素:基于浙江企业的经验证据[J].中国社会科学,2007,(6):81—93.将难以度量的互补性资源如组织行为、企业文化和企业声誉等归为伴随性组织资本。
- ②专利数据来自国泰安数据库,其中最新数据仅更新到 2017 年,但 2017 年专利数据缺失值较多,暂不采用。
- ③按照证监会 2012 年的行业分类标准,工业包括 B 采矿业、C 制造业和 D 电力、煤气水的生产和供应业三大门类。
- ④本文中的创新战略导向根据研发投入强度来衡量,利用样本企业的研发投入强度中位数作为划分依据,高于中位数的划分为高创新战略导向企业,低于中位数的划分为低创新战略导向企业。
- ⑤限于篇幅,部分稳健性检验结果未列示,留存备索。

参考文献:

- [1] 崔文杰.国有企业信息化效率损失研究[J].现代管理科学,2018,(10):115—117.
- [2] 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].管理世界,2007,(3):116—121.
- [3] Erik,B.The Productivity Paradox of Information Technology: Review and Assessment[J].Communications of the ACM,1993,36(12):66—77.
- [4] Lee,S.Y.T.,Gholami,R.,Tong,T.Y.Time Series Analysis in the Assessment of ICT Impact at the Aggregate Level: Lessons and Implications for the New Economy[J].Information & Management,2005,42(7):1009—1022.
- [5] 张旭亮,史晋川,李仙德,张海霞.互联网对中国区域创新的作用机理与效应[J].经济地理,2017,(12):129—137.
- [6] 张骞,吴晓飞.信息化对区域创新能力的影响——马太效应存在吗[J].科学决策,2018,(7):1—21.

- [7] 韩先锋,惠宁,宋文飞.信息化能提高中国工业部门技术创新效率吗[J].中国工业经济,2014,(12):70—82.
- [8] 毕克新,黄平.制造业企业产品与工艺创新知识流耦合过程与控制[J].哈尔滨工程大学学报,2014,(7):919—924.
- [9] 汪淼军,张维迎,周黎安.信息化、组织行为与组织绩效:基于浙江企业的实证研究[J].管理世界,2007,(4):96—104.
- [10] 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].管理世界,2013,(7):123—129.
- [11] 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].管理世界,2019,(9):65—80.
- [12] Han, S., Ravichandran, T. Does IT Impact Firm Innovativeness? An Empirical Examination of Complementary and Direct Effects[Z].AMCIS,2006,Proceedings.
- [13] Scuto, V., Santoro, G., Bresciani, S., Del, G. M. Shifting Intra- and Inter-organizational Innovation Processes towards Digital Business: An Empirical Analysis of SMEs[J]. Creativity and Innovation Management, 2017, 26(3): 247—255.
- [14] 谢康,夏正豪,肖静华.大数据成为现实生产要素的企业实现机制:产品创新视角[J].中国工业经济,2020,(5):42—60.
- [15] Barney, J. B. Firm Resources and Sustained Competitive Advantage[J]. Journal of Management, 1991, 17(1): 99—120.
- [16] Tippins, M. J., Sohi, R. S. IT Competency and Firm Performance: Is Organizational Learning a Missing Link? [J]. Strategic Management Journal, 2003, 24(8): 745—761.
- [17] Wallin, M., Trantopoulos, K., Von, K. G., Woerter, M. External Knowledge and Information Technology: Implications for Process Innovation Performance[J]. MIS Quarterly, 2017, 41(1): 287—300.
- [18] Jensen, R. J., Szulanski, G. Template Use and the Effectiveness of Knowledge Transfer[J]. Management Science, 2007, 53(11): 1716—1730.
- [19] Li, E. Y., Chen, J. S., Huang, Y. H. A Framework for Investigating the Impact of IT Capability and Organizational Capability on Firm Performance in the Late Industrialising Context[J]. International Journal of Technology Management, 2006, 36(3): 209—229.
- [20] Milgrom, P., Roberts, J. The Economics of Modern Manufacturing: Technology, Strategy and Organization [J]. American Economic Review, 1990, 80(3): 511—528.
- [21] 陈升,刘泽,张楠.企业信息化对创新能力的影响机理实证研究——基于资源观理论视角[J].软科学,2017,(11):44—48.
- [22] 杨德明,刘泳文.“互联网+”为什么加出了业绩[J].中国工业经济,2018,(5):80—98.
- [23] 李治堂.基于互补性理论的信息技术投资绩效研究[J].科研管理,2009,(1):8—14.
- [24] Nicholas, B., Luis, G., Raffaella, S., John, V. R. The Distinct Effects of Information Technology and Communication Technology on Firm Organization[J]. Management Science, 2014, 60(12): 2859—2885.
- [25] 庞兰心,官建成,高峰.国际技术知识溢出效应及其影响因素研究[J].管理评论,2019,(1):81—89.
- [26] 李平,崔喜君,刘建.中国自主创新中研发资本投入产出绩效分析——兼论人力资本和知识产权保护的影响[J].中国社会科学,2007,(2):32—42.
- [27] Ray, G., Wu, D., Konana, P. Competitive Environment and the Relationship between IT and Vertical Integration[J]. Information Systems Research, 2009, 20(4): 585—603.
- [28] 王玮,徐梦熙.企业信息化过程中IT部门角色的演化模式——基于珠江啤酒集团的案例研究[J].管理案例研究与评论,2015,(2):146—162.
- [29] Cohen, W. M., Levinthal, D. A. Absorptive Capacity: A New Perspective on Learning and Innovation[J]. Administrative Science Quarterly, 1990, 35(1): 128—152.
- [30] Cohen, W. M., Levin, R. C. Empirical Studies of Innovation and Market Structure[J]. Handbook of Industrial Organization, 1989, (2): 1059—1107.
- [31] 朱斌,杜群阳.信息技术投资、企业规模与组织绩效——基于浙江制造企业的数据[J].东岳论丛,2018,(5):166—175.
- [32] 张龙鹏,汤志伟.企业信息技术应用对开放式创新的影响:交易成本视角[J].科技进步与对策,2018,(20):79—87.
- [33] 吴延兵.国有企业双重效率损失研究[J].经济研究,2012,(3):15—27.
- [34] Zhang, W. Y. Decision Rights, Residual Claim and Performance: A Theory of How the Chinese State Enterprise Reform Works[J]. China Economic Review, 1997, 8(1): 67—82.
- [35] 吴邦国.大力推进企业信息化建设带动各项工作创新和升级[J].管理世界,2003,(1):2—8.