

流程数字化如何影响企业创新绩效？ ——基于二元学习的视角

易靖韬, 曹若楠

(中国人民大学商学院, 北京 100872)

摘要:随着数字经济和数字技术的快速发展,发展流程数字化为企业开展创新活动提供了新的思路。为考察制造业企业流程数字化对企业创新绩效的影响及其作用机制,基于世界银行 2012 年对于中国制造业的 1212 家企业调查数据,采用逐步回归法、Sobel 检验和 Bootstrap 检验等方法进行实证检验。研究发现:流程数字化对企业二元学习和企业创新绩效都具有正向影响;企业二元学习对于流程数字化与企业创新绩效的关系发挥了部分中介作用;二元学习的相对平衡正向调节了流程数字化与企业创新绩效的关系,而二元学习的综合平衡的调节作用则不显著。研究结果在理论层面从二元学习的视角拓展了数字化转型对于企业创新的作用机制方面的研究,在实践层面对我国制造业企业通过数字化转型提升创新绩效具有重要的启示。

关键词:流程数字化;二元学习;创新绩效

中图分类号:F237.1

文献标识码:A

文章编号:1005-0566(2022)07-0094-11

How Does Process Digitalization Influence Firms' Innovation Performance? ——From the Perspective of Ambidextrous Learning

YI Jingtao, CAO Ruonan

(School of Business, Renmin University of China, Beijing 100872, China)

Abstract: With the advent of the digital economy era, the development of business process digitalization provides new chances for firms to innovate. This paper aims to investigate how business process digitalization affects innovation performance and the underlying mechanism for China's manufacturing firms. Based on the World Bank's survey data of 1,212 Chinese manufacturing firms in 2012, we use hierarchical regression, Sobel test, and Bootstrap test to empirically test our theoretical hypotheses. We find that process digitalization has a positive impact on firms' ambidextrous learning and innovation performance. Ambidextrous learning partially mediates the relationship between process digitalization and innovation performance. The relative balance of ambidextrous learning enhances the effects of business process digitalization on innovation while a comprehensive balance of ambidextrous learning does not significantly moderate the relationship between process digitalization and innovation performance. From the theoretical perspective of ambidextrous learning, we have extended the research on the mechanism how digital transformation helps firm enhance firm innovation, which has important implications for China's manufacturing firms to leverage digital transformation to improve innovation performance.

Key words: business process digitalization; ambidextrous learning; innovation performance

收稿日期:2022-02-10 修回日期:2022-06-05

基金项目:国家自然科学基金项目(71873136)。

作者简介:易靖韬(1979—),男,湖南衡阳人,中国人民大学商学院教授、博士生导师、经济学博士,研究方向为数字经济与全球商务、平台生态系统、平台竞争。通信作者:曹若楠。

数字化技术的出现改变了传统企业无法高效地传递信息的困境,打破了其客观存在的组织边界,改革了价值创造的方式和方法,改变了行业内的竞争环境,拓宽了制造业企业原本仅发生在生产属性上的竞争^[1]。数字化转型正在成为企业寻求创新机遇,增加竞争优势,以及企业增长的新动能。有别于数字原生态互联网企业,利用数字技术改进现有的业务流程(即流程数字化)成为了制造业企业进行数字化转型的重要抓手^[2],是制造业企业把握数字经济腾飞的重要战略机遇。流程数字化是指企业使用数字技术支持新的业务流程或补充现有活动或流程的行为或决策^[3]。现有文献表明,组织学习是企业创新的来源和基础,企业创新是学习活动的结果。因此,基于现实背景和文献缺口,本文从二元学习的组织学习理论视角出发,整合各业务流程的数字化行为构造流程数字化变量,分析流程数字化对创新绩效发生作用的驱动机制及其边界条件,并试图回答以下问题:流程数字化是否通过促进二元学习提升企业创新绩效?二元学习之间的平衡关系会如何影响流程数字化对企业创新绩效的影响?本文的主要创新之处在于,将流程数字化对企业创新绩效的影响机制聚焦于企业的学习能力,在二元学习理论层面对流程数字化与创新绩效的关系进行研究,丰富和发展了流程数字化与组织学习及创新方面的研究成果。

通过提供获取新知识的渠道和促进现有知识的融合,流程数字化通过企业的二元学习效应促进生产要素的升级迭代和更高层次的重新组合进而提高企业创新绩效。此外,二元学习的平衡状况进一步调节流程数字化与企业创新绩效的关系。基于世界银行2012年对于中国制造业的1212家企业调查数据,实证研究流程数字化对企业创新绩效的影响及其作用机制和边界条件。

一、理论与假设

(一) 流程数字化与企业创新绩效

流程数字化是指与企业内主要业务流程进行了深度融合的系统性工程^[4],用于改进现有的业务流程^[5-6],有利于制造业企业发展数字化技能的需求。将数字技术应用于企业的主要业务流

程,如维护合作伙伴关系、增强产品和服务质量、日常生产和运营、市场营销和客户关系等,有利于企业获取信息、促进沟通,满足企业的数字化技能需求^[7]。

创新的底层逻辑是价值创造和价值发现。流程数字化帮助企业突破自身资源局限,实现资源链接和整合^[8-11],为企业提供价值创造和价值发现的新动能,进而提升企业创新水平。流程数字化辅助价值创造和价值发现的逻辑在于:一是通过降低企业的信息流通成本、交易成本^[12]以及未来业务的搜索成本和跨区域的业务交易成本^[13],实现与远距离企业及时进行有效的知识交换进而实现协同创新战略^[14],降低价值创造所需的沟通成本,增强企业协同创新能力;二是企业获得访问合作伙伴的信息和偏好的有效途径,识别前端和尾端需求,有针对性地进行创新^[3],扩大价值创造所需的知识基础,打破企业创新面临的资源约束;三是各部门间的沟通协作使得企业及时、快速地获取外界新信息,有助于提升公司监测市场动态的能力^[15],明确企业价值创造的聚焦情境,为创新提供外部资源,而提升企业应对不确定性的能力,有助于企业摆脱环境束缚,降低创新的风险;四是当企业面临的技术环境发生重大改变时,流程数字化有助于企业即时识别环境变化和新机遇,调节企业内部的资源分配,提升价值发现能力,及时识别创造新机遇。

在数字期权视角下,流程数字化作为数字期权生成器之一,其通过包括REP、供应链管理(supply chain management, SCM)、客户关系管理(Customer relationship management, CRM)和产品数据管理等信息技术扩展数字化业务流程的广度,有助于企业把握潜在发展机会,扩大生成的数字期权^[16],促进企业创新绩效。

综上所述,流程数字化的应用突破了企业被旧技术局限的资源环境,从价值创造和价值发现两部分为企业带来创新的新动能。同时,新技术范式为企业带来大量的数字期权,提升企业未来价值创造和价值发现的能力,为企业生产要素的迭代升级和重新组合促进潜在的创新带来新的机遇和可能性。因此,本文提出假设H1:流程数字化

有利于提升企业创新绩效。

(二)二元学习的中介作用

1. 流程数字化与二元学习效应

流程数字化拓宽了企业与外部合作者的交流效率和信息源,提升了企业从外部获取信息的能力,有利于发展探索式学习。流程数字化扩展了组织与业务各流程上企业及客户的交流,将数字化应用于维系供应商和承包商等合作伙伴的关系、加强与上下游企业以及客户的联系帮助企业获取更多的信息,参与人员可以便捷地从多方取得新信息。流程数字化降低了企业内部的沟通成本,促进内部信息的有效流动,进而促进利用式学习。企业的数字化技术在各个流程的应用加强了企业内部的沟通联系,拓宽了沟通的程序,促进了企业内已有知识的有效利用,同时也增加了信息转化的路径并促进已有知识在企业内部的流通,加速知识转移,进而有效促进知识在企业各部门间的扩散。因此,流程数字化可以促进企业的利用式学习。

据此,流程数字化为企业的二元学习提供了新的支撑,本文提出如下假设:

H2a 流程数字化对探索式学习具有显著正向影响。

H2b 流程数字化对利用式学习具有显著正向影响。

2. 二元学习效应与企业创新绩效

企业的组织学习是企业创新的基础。组织学习活动的进行,伴随着知识在企业内的分享,无论是新知识的获取还是已有知识的利用和整合都促进了企业创新能力的提高。一方面,探索式学习的本质是对新方案的实验,有利于企业对新技术、新市场和新商业机会的把握和开发,可以为企业甚至行业带来颠覆性创新成果。另一方面,利用式学习通过对现有能力、技术和模式的精炼和扩展,有利于企业对市场现有产品进行改良创新^[17]。

基于二元学习的视角,流程数字化对创新产生的作用机制可以分为两个路径。其一,流程数字化促进企业内已有知识的有效利用,增强利用式创新的能力,降低企业创新风险,缩短创新周期,有利于提升企业短期创新绩效^[18-19];其二,流

程数字化扩展了企业获取新信息的渠道,有利于企业对新知识的搜寻和获取,增强探索式创新能力,有利于提升企业长期创新绩效^[19-20]。

流程数字化通过促进企业二元学习能力对企业创新产生正向影响。流程数字化作用于企业合作伙伴关系和客户关系的活动,有助于企业建立正式和非正式的外部链接网络(external network),提升知识网络凝聚性(knowledge network cohesion),增强探索式学习能力促进创新绩效。在产品和服务提升、生产运营、市场营销活动采用流程数字化,有助于企业丰富利用式学习的资源,增进生产至销售各个环节的内部网络链接,有助于识别和精准定位产品需求、产品特征和产出效果,增强利用式学习能力,服务于企业创新绩效。

综上所述,本文就流程数字化通过二元学习影响创新绩效的作用机制提出假设 H3:流程数字化通过探索式学习和利用式学习的路径提升企业创新绩效,即二元学习在流程数字化与企业创新绩效之间起中介作用。

(三)二元学习平衡对流程数字化与创新绩效关系的调节作用

1. 二元学习平衡

已有研究表明二元学习的平衡关系影响企业创新绩效,但如何平衡二元学习在学界并没有取得共识,其主要原因在于二元学习之间的互补或竞争关系存在动态的异质性变化。组织同时进行探索式学习和利用式学习有利于企业同时开发新知识、精炼旧知识,两种学习的综合平衡及其产生的互补效应促进企业创新绩效的提升^[21]。本文将沿用相乘交互以及绝对差值的变量构造方法,使用探索式与利用式学习的相乘交互作为综合平衡的测量指标^[22],其绝对差异作为相对平衡的测量指标。

二元学习的综合平衡有利于促进企业长期创新绩效和突破式创新绩效。利用式学习是探索式学习的前提,探索式学习是利用式学习的基础^[23]。两种学习能力各有优势,可以产生互补性的正向作用,两种学习为企业带来的创新支撑点不同。探索式学习有利于企业对新知识的搜寻和获取,提升企业的突破式创新绩效;利用式学习有利于

企业对于现有技术和能力进行深入挖掘和延伸,可以提升企业的渐进式创新绩效。诚然,综合平衡因综合了探索式和利用式学习的双重优势更有利于提高组织创新绩效,但二者之间的张力对组织的整合能力和资源配置提出了更高要求和更多挑战。试图实现综合平衡的企业若无法有效协调二者之间的竞争关系来平抑二元张力,企业采用这种策略反而会导致创新绩效的下降。

现有研究表明,在短期资源受限的情况下,综合平衡更难达到预期目标,而相对平衡则有利于企业合理配置资源实现创新绩效的提升。因此,企业在培养其学习能力时,要根据其创新需求有所取舍地培养学习能力。如以利用式创新驱动为主的企业,即使二元学习的综合平衡有利于企业发展突破式创新和实现长期创新目标,在资源约束的条件下,也应优先培养利用式组织学习;以探索式创新驱动为主的企业应优先培养探索式组织学习。总的来说,资源受限企业应充分考虑二元学习之间的张力,合理和优化资源配置以提升资源利用效率来实现企业创新绩效的提升。

2. 二元学习综合平衡对流程数字化与创新绩效关系的调节作用

从资源约束的视角来看,二元学习存在竞争关系的综合平衡会制约流程数字化为企业创新绩效带来的正向效应。二元学习综合发展意味着二者之间的竞争更为激烈,同时也对企业的协调能力、资源配置能力提出了更高的要求,王凤彬等(2012)^[24]研究发现二元学习趋于综合平衡对制造业企业的绩效产生负面的影响。高能综合平衡企业不仅探索式和利用式学习都领先于行业平均水平,而且企业需具备激发二元学习互补效应的协调能力和资源配置能力^[25]。低能综合平衡企业虽然二元学习的平衡度较高,但该类企业内部协调存在风险,无法发挥二元学习的互补效应,并且由于竞争效应的存在,企业资源配置有效性的难度极大增加。当高能综合平衡企业通过技术转型获得新资源时,企业可用于学习的资源增加,但由于具备高能综合平衡企业的信息传播和知识水平都处于高位,流程数字化为企业带来的促进作用

有限。因此,提出假设 H4a:二元学习综合平衡会制约流程数字化对企业创新绩效的影响。

3. 二元学习相对平衡对流程数字化对与创新绩效关系的调节作用

二元相对平衡的企业更能适应环境变化,增强企业流程数字化对企业创新绩效的积极影响。从种群生态理论出发,探索式和利用式学习的平衡与企业能力生态位选择相比较,二元相对平衡较高的企业被视为“偏才(specialist)”,综合平衡水平较高的企业被视为“通才(generalist)”。种群生态理论认为,不同的企业生态位选择在面临外部环境动荡时,存活率有明显差异。随着流程数字化的深入和企业资源的增加,二元学习的竞争效应会导致“通才”企业配置资源时产生资源损耗和浪费;而“偏才”型企业由于配置资源的机制单一以及与环境更高的契合程度,其资源利用的性价比更高。因此,面对数字时代更加快速多变的环境,二元相对平衡较高的企业更能适应流程数字化带来的企业环境变化,加强流程数字化对企业创新绩效的积极影响。

据此,提出假设 H4b:二元学习相对平衡会强化流程数字化对企业创新绩效的影响。

二、数据与方法

(一)数据和样本

本文使用的数据来自世界银行2012年对中国制造业企业的调查。其调查内容主要包括生产销售、创新、要素投入、基础设施与服务、销售与供应、竞争、劳动力等信息。为了验证本文提出的假设,本文主要选取了以下维度的数据:①基本信息(问卷编号A和B),主要包括企业行业、地区、资本结构、管理等;②创新(问卷编号O),主要包括创新投入、新产品推出和创新维度;③基础设施与服务(问卷编号C),主要包括网站建设、互联网应用、企业软件应用等;④销售与供应(问卷编号D),主要包括销售等内容;⑤竞争(问卷编号E),主要包括同行之间的竞争程度;⑥劳动力(问卷编号L),主要包括劳动力投入和结构。

(二)变量测量

1. 被解释变量

因变量的创新绩效根据已有研究采用引进新

产品的情况来估计^[26]。问卷中询问企业“在过去三年中,该企业是否推出了任何新产品或服务?”,该问题的答案构造创新绩效变量,回答为“是”或“否”的哑变量(CNo1)。

2. 解释变量

自变量流程数字化根据傅颖等(2021)^[2]及 Adomako 等(2021)^[27]的测量方式,询问制造业企业信息和通信技术(计算机、互联网和软件)在多大程度上被用于支持以下 5 个业务流程中的关键业务活动:供应商关系、产品和服务、生产与运营、营销、顾客关系。这 5 个题项采用 5 分 Likert 量表测量(CNo11a-e)。因子分析中采用单位根 3.72、累计解释占比为 0.74 的因子,该因子的 KMO 值为 0.85,卡方检验 p 值为 0.000,5 个因子载荷值分布在 0.85~0.89, Cronbach's α 系数为 0.900, AVE = 0.75, CR = 0.94。使用主成分分析法(PCA)测算各细分指标的权重来获得所关注变量的综合性指数构建流程数字化。受限于 PCA 连续变量和正态分布的假设,离散变量不适用于 PCA,因此,使用多分格主成分分析法(Polychoric PCA)^[28-29]获得企业的流程数字化的指标,将其标准化的得分作为自变量。稳健性检验中,本文还采用问卷中企业使用邮件、线上交易系统 EDI/ERP/CRM/SCM 系统的频度作为替代变量进行测量。

3. 中介变量

本文将探索式学习与利用式学习视作学习行为的两个维度,而不是两个单维的变量^[30-31],根据已有研究中探索式和利用式学习行为两个不同的维度的测量方式^[23],将属于一个问题下的 8 个题项分为 2 个三分 Likert 量表,来测量企业在探索式和利用式学习活动分配资源的程度,资源使用的程度越高,则企业的该类学习活动越强。其中,引进新技术或设备用于改进产品或流程(CNo15a)、引进新的管理或行政流程(CNo15c)、为员工提供技术培训(CNo15d)、引进新的产品或服务(CNo15e)等强调新知识和主动实施变革的活动属于探索式学习。引进新的质量监督程序(CNo15b)、为已有产品或服务增加新性能(CNo15f)、减少生产成本(CNo15g)、采取提升生产弹性的行为(CNo15h)等

强调对现有知识整合与利用的组织活动为利用式学习。与上文探讨流程数字化测量时提出的 PCA 受限原因相同,本文使用多分格主成分分析法构造探索式和利用式学习指标,将其标准化的得分作为中介变量。探索式学习使用单位根为 2.87,累计解释方差为 0.72 的因子,其 KMO 值为 0.82,卡方检验 p 值为 0.00,因子载荷在 0.82~0.86 之间, Cronbach's α 因子为 0.86, AVE = 0.72, CR = 0.91。利用式学习则使用单位根为 2.89、累计解释方差为 0.72 的因子,该因子的 KMO 值为 0.78,卡方检验 p 值为 0.00,因子载荷在 0.80~0.89 之间, Cronbach's α 因子为 0.82, AVE = 0.72, CR = 0.91,同样使用多分格主成分分析法构造利用式学习变量。

4. 调节变量

二元学习综合平衡变量是由探索式学习及利用式学习的相乘交互(用“famo”作为简写)构造的。二元学习的相对平衡则是采用探索式学习减去利用式学习差值的绝对值来衡量二元学习的相对平衡(用“fama”作为简写)^[22]。

5. 控制变量

本文借鉴现有文献采用的控制变量。主要包括:①企业年龄,以企业成立以来的年数来衡量(b5);②企业规模,根据现有的研究,企业规模的大小对企业创新绩效有一定的影响,本文用员工总数的对数值来衡量企业规模(l1);③高管经验,以行业高管工作年限衡量(b7);④所有权,以私人资本占比衡量(b2a);⑤企业出口,根据企业直接出口占总销售额的比值(d3c),将其划分为有出口行为(取值为 1)及无出口行为(取值为 0)的哑变量;⑥研发强度,采用 R&D 投资的销售比例测量(CNo7a)^[2,3,17,29];⑦员工培训,是否提供培训的哑变量(培训取值为 1,否则为 0)(l10)。

表 1 展示了所有变量的定义。

(三)估计方法

基准模型将研究流程数字化对企业创新绩效的影响、二元学习的中介效应及其平衡的调节效应,为了验证理论假设,本文设定的计量方程为:

$$\log\left(\frac{p(inov_{ije})}{p(1-inov_{ije})}\right)=$$

$$\beta_0 + \beta_1 BPD + \beta_2 Explorative + \beta_3 Exploitative + \beta_4 famo + \beta_5 fama + \alpha_x + \Omega_{ijc} + \eta_j + \eta_c + \varepsilon_{ijc}$$

在中介效应的讨论中,探索式学习(利用式学习)作为因变量的第二阶段模型设定的计量方程为:

$$Explorative_{ijc} = \beta_0 + \beta_1 BPD + \beta_2 Explorative + \beta_3 Exploitative + \beta_4 famo + \beta_5 fama + \alpha_x + \Omega_{ijc} + \eta_j + \eta_c + \varepsilon_{ijc}$$

其中,*i* 代表企业,*j* 代表行业,*c* 代表城市, Ω 表示控制变量, η_j 和 η_c 分别表示行业效应和城市效应, ε 代表随机干扰项。由于企业的创新绩效是哑变量,因此本文基准模型采用 Logit 方法进行回归。此外,本文选用了 probit 模型和线性概率模型

的方法进行稳健性检验。

三、实证结果

(一)描述性统计

本文对变量进行了描述性统计和相关性分析,结果如表 2 所示。各变量之间的相关系数均小于 0.80,同时对自变量进行了 VIF 检验多重共线性的问题,VIF 均小于 10,因此减少了多重共线性问题的顾虑。通过观察相关系数的关系可以发现,自变量流程数字化与中介变量(探索式学习、利用式学习)呈现正相关关系;中介变量与因变量(企业创新绩效)呈正相关关系;自变量与因变量呈正相关关系,初步支持本文的理论假设,说明适合进一步对模型进行回归分析。

表 1 变量定义

变量	符号	变量说明	问卷编号
因变量	<i>Innovation</i>	创新绩效;哑变量	CNo1
自变量	<i>BPD</i>	流程数字化;多分格主成分分析构造	CNo11a-e
中介变量	<i>Explorative</i>	探索式学习;多分格主成分分析构造	CNo15a, c, d, e
	<i>Exploitative</i>	利用式学习;多分格主成分分析构造	CNo15b, f, g, h
调节变量	<i>Famo</i>	综合平衡;探索式学习与利用式学习的交乘项	
	<i>Fama</i>	相对平衡;探索式学习与利用式学习差值的绝对值	
控制变量	<i>Age</i>	企业年龄:(2012 年至企业成立年份)的自然对数	b5
	<i>Size</i>	企业规模:员工总数的对数值	l1
	<i>TMTexp</i>	高管经验;高管工作年限	b7
	<i>Private</i>	所有权;私人资本比率	b2a
	<i>Export</i>	企业出口;哑变量	d3c
	<i>R&D</i>	研发强度;R&D 投资的销售比例	CNo7a,d2
	<i>Training</i>	员工培训;哑变量	l10
	<i>Industry</i>	细分行业(哑变量)	a4b
	<i>Province</i>	所在省份(哑变量)	a2

表 2 变量相关系数

变量	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1. <i>Inovation</i>	1.000												
2. <i>BPD</i>	0.344	1.000											
3. <i>Exploratory</i>	0.304	0.464	1.000										
4. <i>Exploitative</i>	0.276	0.430	0.502	1.000									
5. <i>Famo</i>	0.011	0.131	0.471	0.465	1.000								
6. <i>Fama</i>	0.108	0.064	0.003	0.090	-0.382	1.000							
7. <i>Age</i>	-0.071	0.038	0.133	0.150	0.157	-0.057	1.000						
8. <i>Size</i>	0.161	0.219	0.212	0.166	0.022	0.013	0.084	1.000					
9. <i>TMTexp</i>	0.052	0.107	0.080	0.079	-0.036	0.060	0.122	0.175	1.000				
10. <i>Private</i>	0.085	0.154	0.090	0.153	-0.038	0.099	0.053	-0.066	0.104	1.000			
11. <i>Export</i>	0.114	0.166	0.148	0.105	0.044	-0.027	-0.021	0.238	0.109	-0.113	1.000		
12. <i>R&D</i>	-0.059	-0.117	-0.065	-0.078	0.023	-0.053	-0.009	-0.042	-0.079	-0.142	-0.043	1.000	
13. <i>Training</i>	-0.083	-0.115	-0.178	-0.157	-0.019	-0.016	-0.053	-0.207	0.021	0.081	-0.059	-0.029	1.000
均值	0.516	0.082	-1.019	-0.996	1.291	0.487	2.592	4.492	2.731	88.880	0.213	0.021	1.095
标准差	0.500	1.651	1.252	1.245	1.767	0.556	0.983	1.271	0.482	28.094	0.410	0.118	0.294

(二) 基准结果分析

表 3 汇报了基准回归的估计结果,其中模型(1)仅包含控制变量,控制了行业及地区特征的情况下,企业年龄和员工培训与创新绩效负相关;企业规模及私有资产的比例与企业引进新产品的概率正相关,而高管从业经验、是否出口和研发强度对企业引进新产品相关性不显著。模型(2)和模型(3)依次加入了主要解释变量(流程数字化)和中介变量(探索式学习和利用式学习)。模型(2)到模型(4)中,流程数字化的回归系数均为正且在 1% 的显著性水平上显著,假设 H1 得到验证。模型(3)展示的探索式学习的系数为正 ($\beta = 0.449$),且在 1% 的水平下显著 ($p < 0.01$),表明探索式学习与企业创新绩效之间存在正相关关系;模型(4)展示的利用式学习的系数为正 ($\beta = 0.400$),同样在 1% 的水平下显著。模型(5)同时加入了探索式学习和利用式学习变量后,探索式学习的系数下降且利用式学习的系数不再显著,说明二元学习可能存在平衡关系(即可能存在竞争关系),本文将在调节效应部分进一步讨论。

表 3 基础回归结果

因变量	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
	创新绩效	创新绩效	创新绩效	创新绩效	创新绩效
企业年龄	-0.137 * (0.075)	-0.173 ** (0.079)	-0.229 *** (0.080)	-0.231 *** (0.0798)	-0.235 *** (0.080)
企业规模	0.274 *** (0.060)	0.227 *** (0.061)	0.209 *** (0.0630)	0.225 *** (0.0628)	0.212 *** (0.063)
高管经验	0.218 (0.160)	0.199 (0.163)	0.146 (0.167)	0.148 (0.166)	0.141 (0.167)
所有权	0.009 *** (0.003)	0.007 ** (0.003)	0.00616 ** (0.00296)	0.00517 * (0.00298)	0.006 * (0.003)
企业出口	0.257 (0.183)	0.128 (0.188)	0.0456 (0.193)	0.0713 (0.191)	0.045 (0.193)
研发强度	-1.152 (1.786)	-0.450 (1.152)	-0.388 (1.229)	-0.326 (1.105)	-0.361 (1.196)
员工培训	-0.819 *** (0.272)	-0.703 ** (0.277)	-0.517 * (0.281)	-0.573 ** (0.280)	-0.515 * (0.281)
行业	控制	控制	控制	控制	控制
地区	控制	控制	控制	控制	控制
流程数字化		0.373 *** (0.052)	0.235 *** (0.0569)	0.252 *** (0.0567)	0.227 *** (0.057)
探索式学习			0.449 *** (0.0704)		0.349 *** (0.111)
利用式学习				0.400 *** (0.0701)	0.128 (0.111)
常数项	-0.487 (0.711)	0.012 (0.727)	0.534 (0.746)	0.297 (0.741)	0.506 (0.747)
Pseudo R ²	0.232	0.264	0.284	0.289	0.290
样本量	1212	1212	1212	1212	1212

注:括号内为稳健标准误,*、**、*** 分别表示在 $p < 0.01$ 、 $p < 0.05$ 、 $p < 0.10$ 的水平上差异显著。

(三) 作用机制和边界条件

1. 二元学习的中介作用

为了检验二元学习在流程数字化与企业创新绩效之间关系的中介作用,本文根据 Kenny 等(1998)^[32]使用的检验中介效应的 4 个步骤,检验探索式学习(利用式学习)的中介效应的 4 个条件:一是流程数字化与创新绩效显著相关,表 3 中的假设一已得到验证;二是流程数字化与探索式学习(利用式学习)显著相关;三是控制流程数字化后,探索式学习(利用式学习)与创新绩效显著相关,表 3 的模型(3)和模型(4)验证了该条件;四是检验探索式学习(利用式学习)是部分中介效应或完全中介效应。

检验结果如表 4 所示,列(1)及列(2)汇报了流程数字化对探索式学习及利用式学习的回归结果,流程数字化的回归系数分别为 0.342 及 0.327,均在 1% 的显著性水平显著,假设 H2a 和假设 H2b 得到验证。列(3)及列(4)在表 3 中列(2)的基础上分别加入了探索式学习和利用式学习变量。流程数字化的回归系数由表 3 的列(2)中的 0.373 降低为列(4)的 0.235 及列(5)的 0.252,探索式学习的回归系数为 0.449,利用式学习的回归系数为 0.400,且上述所有系数均在 1% 水平上显著。因此,假设 H3 得到验证,探索式学习及利用式学习在流程数字化对企业创新绩效的影响中起到部分中介效应。从路径系数上看,探索式学习对企业创新绩效的积极影响强于利用式学习,可能是由于市场

表 4 二元学习的中介效应分析

因变量	(1)	(2)	(3)	(4)
	探索式学习	利用式学习	创新绩效	创新绩效
流程数字化	0.342 *** (0.022)	0.327 *** (0.022)	0.235 *** (0.057)	0.252 *** (0.057)
探索式学习			0.449 *** (0.070)	
利用式学习				0.400 *** (0.070)
控制变量	控制	控制	控制	控制
城市	控制	控制	控制	控制
行业	控制	控制	控制	控制
常数项	-1.200 *** (0.315)	-0.627 ** (0.312)	0.534 (0.746)	0.297 (0.741)
R ²	0.312	0.316	0.289	0.284
样本量	1212	1212	1212	1212

注:括号内为稳健标准误,*、**、*** 分别表示在 $p < 0.01$ 、 $p < 0.05$ 、 $p < 0.10$ 的水平上差异显著。模型(1)和模型(2)的 R² 为 adj R²,模型(3)和模型(4)的 R² 为 Pseudo R²。

营销及客户关系流程数字化产生的作用更强,可观察到企业向外探索信息的能力提升更多。因此,本文从路径系数判断,探索式学习的中介效应更强。

同时,为更加精确地分析二元学习的中介效应,本文在使用逐步检验回归系数方法检验出存在部分中介效应的情况下,进一步使用 Sobel 检验及 Bootstrap 检验对中介效应进行验证^[3]。表 5 的 Sobel 检验结果与逐步回归方法的检验结果一致,探索式学习及利用式学习对流程数字化与企业创

新绩效产生显著的中介效应,且探索式学习的中介效应更大。流程数字化对创新绩效的总效应为 0.089, Sobel 检验的 p 值均小于 0.01,说明中介效应成立,其中探索式学习的中介效应在总效应中的占比为 25.4%,利用式学习的中介效应占比为 19.2%。表 6 汇报的 Bootstrap 检验结果中,探索式学习及利用式学习的_bs_1 的置信区间均未包含 0,进一步说明二元学习的中介效应估计结果是稳健的。

表 5 Sobel 中介效应检验结果

学习方式	变量	系数	标准误	Z 值	$P > Z $	占总效应比重
探索式学习	间接效应	0.023	0.020	15.696	$2.1e-08$	0.254
	直接效应	0.067	0.012	6.003	$3.7e-13$	
	总效应	0.089	0.004	5.607	0	
利用式学习	间接效应	0.017	0.004	4.777	$1.8e-06$	0.192
	直接效应	0.072	0.009	7.979	$1.6e-15$	
	总效应	0.089	0.009	10.536	0	

表 6 Bootstrap 中介效应检验结果

学习方式	变量	Observed Coef.	Bias	Bootstrap Std. Err	[95% Conf. Interval]		
探索式学习	_bs_1	0.023	0.000	0.004	0.015	0.032	(P)
					0.015	0.033	(BC)
	_bs_2	0.067	0.000	0.010	0.048	0.086	(P)
					0.048	0.086	(BC)
利用式学习	_bs_1	0.017	-0.000	0.004	0.010	0.025	(P)
					0.011	0.025	(BC)
	_bs_2	0.072	0.001	0.009	0.056	0.091	(P)
					0.054	0.089	(BC)

2. 二元学习平衡的调节作用

表 7 的模型(1)和模型(3)显示,二元学习综合平衡与创新绩效负相关($\beta = -0.240$)、相对平衡与创新绩效正相关($\beta = 0.266$)。这两个变量的估计结果从截面数据的角度为持二元学习之间存在竞争关系的学者观点提供了支持。由模型(2)可知,流程数字化与二元学习综合平衡的交互项系数为正($\beta = 0.054$)但不显著($p > 0.10$),表明二元学习的综合平衡对流程数字化与创新绩效之间的正向关系的调节作用不显著,假设 H4a 未得到验证。模型(4)中二元学习的相对平衡与流程数字化的乘积项的系数显著($p < 0.05$)为正($\beta = 0.216$),表明二元学习的相对平衡可以正向调节流程数字化与企业创新绩效之间的正相关关系,假设 H4b 得到验证。

表 7 调节效应检验

因变量	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
	创新绩效	创新绩效	创新绩效	创新绩效	创新绩效
流程数字化	0.221 *** (0.058)	0.472 *** (0.120)	0.225 *** (0.057)	0.131 * (0.072)	-0.024 (0.096)
探索式学习	0.472 *** (0.117)	0.472 *** (0.116)	0.387 *** (0.114)	0.363 *** (0.116)	0.429 *** (0.120)
利用式学习	0.208 * (0.114)	0.187 (0.115)	0.083 (0.114)	0.113 (0.117)	0.217 * (0.122)
综合平衡	-0.240 *** (0.051)	-0.278 *** (0.057)			-0.294 *** (0.061)
流程数字化 × 综合平衡		0.054 (0.033)			0.092 ** (0.036)
相对平衡			0.266 * (0.140)	0.213 (0.144)	-0.071 (0.158)
流程数字化 × 相对平衡				0.216 ** (0.102)	0.297 *** (0.111)
控制变量	控制	控制	控制	控制	控制
行业	控制	控制	控制	控制	控制
地区	控制	控制	控制	控制	控制
常数	-0.487 (0.711)	0.012 (0.727)	0.534 (0.746)	0.297 (0.741)	0.506 (0.747)
Pseudo R ²	0.232	0.264	0.284	0.289	0.290
样本量	1212	1212	1212	1212	1212

注:括号内为稳健标准误,*、**、*** 分别表示在 $p < 0.01$ 、 $p < 0.05$ 、 $p < 0.10$ 的水平上差异显著。

检验结果显示,二元学习综合平衡对流程数字化与企业创新绩效之间关系的调节作用不显著,二元学习相对平衡正向调节流程数字化对企业创新的促进作用。对于二元学习高能综合平衡的企业来说,流程数字化对该企业的二元促进作用是有限的。与此同时,低能二元综合平衡企业应用流程数字化后,由于协调能力不足无法发挥二元学习的互补效应,同时协调二元学习平衡的成本消耗流程数字化为企业带来的资源,进而制约了流程数字化对企业创新绩效的积极作用。二元学习相对平衡显著促进流程数字化对企业创新绩效的影响。如“偏才”型企业可以避免维持综合平衡而产生的资源损耗或协调成本,流程数字化对创新绩效的正向影响会更为显著。此外,流程数字化有助于相对平衡的企业弥补定点缺口,填补因资源短缺造成的学习需求之不足,强化了流程数字化对企业绩效的正向影响。最后,“偏才”企业在面临由数字经济时代的复杂环境时,由于生态位较窄,更加动态灵活地调整和适应变化,进而促进了流程数字化对企业创新绩效的提升作用。

(四)稳健性检验

流程数字化是由 5 个环节的虚拟变量构成:数字化技术应用于供应商和承包商等合作伙伴关系、产品和服务改进、生产和运营、市场营销和销售及客户关系。为验证估计结果的稳健性,表 8 展示了流程数字化的不同环节对企业创新绩效的回归结果。模型(1)至模型(5)的估计结果显示,5 个环节的流程数字化都对企业创新绩效存在正向影响,且在 1% 显著性水平上显著,回归系数分布于[0.248, 0.415]之间,与基准回归结果大体一致,验证了实证结果的稳健性。此外,本文使用企业绩效作为被解释变量进行稳健性检验,进一步验证了主效应的稳健性。

创新绩效是由企业的创新能力驱动的,创新能力水平较高的企业进行数字化的意愿较强。因此,因变量的创新绩效和数字化有可能存在反向因果关系的内生性问题。为验证研究结果的稳健性,本文使用工具变量法对研究结果进行检验。借鉴已有关于数字化及流程数字化的研究,本文选取“企业是否有自己的网站”作为流程数字化的工具变量。此外,本文使用横截面数据来表示两

表 8 不同类别的流程数字化对企业创新绩效的影响

因变量	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
	创新绩效	创新绩效	创新绩效	创新绩效	创新绩效
合作伙伴关系	0.248 *** (0.054)				
产品和服务		0.376 *** (0.061)			
生产和运营			0.344 *** (0.058)		
市场营销				0.400 *** (0.061)	
客户关系					0.415 *** (0.064)
控制变量	控制	控制	控制	控制	控制
城市	控制	控制	控制	控制	控制
行业	控制	控制	控制	控制	控制
常数项	-0.568 (0.714)	-0.859 (0.720)	-0.808 (0.721)	-1.452 ** (0.739)	-1.142 (0.733)
Pseudo R ²	0.245	0.255	0.254	0.260	0.259
样本量	1212	1212	1212	1212	1212

注:括号内为稳健标准误,*、**、*** 分别表示在 $p < 0.01$ 、 $p < 0.05$ 、 $p < 0.10$ 的水平上差异显著。

者之间的关系,因此无法得出数字化和创新绩效之间的关系是因果关系的结论。针对这一内生性问题,本文采用工具变量的实证方法讨论了内生性的可能性。数据结构限制了用滞后变量作为工具变量来解释内生性的方法。因此,本文遵循现有文献在处理横断面数据时通常使用的方法,以行业—城市维度流程数字化的均值作为工具变量。另外,同类企业竞争具有趋同的特性^[29,33],同城市同行业内的平均流程数字化水平对组内企业的流程数字化水平具有一定代表性,与主要解释变量有较强的相关性,而单个企业的创新绩效不会直接影响行业—城市的流程数字化水平,因此该均值工具变量同样满足了选取要求。表 9 报告了采用两阶段回归方法进行内生性检验的估计结果,列(1)及列(2)为使用“企业是否有自己的网站”这一变量作为工具的估计结果,列(3)及列(4)使用行业—城市维度的流程数字化作为工具变量。同时,列(2)及列(4)回归显示不可识别检验的统计量分别为 288.229 及 23.955,对应的 p 值为 0.000,强烈拒绝工具变量不可识别的原假设。而弱工具变量检验的统计量分别为 361.538 及 23.392,二者均大于 10% 显著性水平下的临界值。因此,本文所使用的上述工具变量在 10% 显著性水平下不是弱工具变量。由于表 9 汇报的模型中工具变量个数与自变量个数相同,工具变量不存在过度识别的问题。表中所有模型的显著正系数表明假设检验成立,主要结果与基准回归结

果一致,流程数字化对企业创新绩效具有在 1% 显著性水平下显著的正向影响,证明了结论的稳健性。

表 9 工具变量估计

因变量	(1)	(2)	(3)	(4)
	“企业是否有自己的网站”作为工具变量		“行业—城市流程数字化均值”作为工具变量	
	第一阶段	第二阶段	第一阶段	第二阶段
	流程数字化	创新绩效	流程数字化	创新绩效
企业是否有自己的网站	-0.525 *** (0.109)			
流程数字化		0.179 *** (0.067)		
行业—城市流程数字化均值			0.962 *** (0.051)	
流程数字化				0.095 *** (0.018)
常数项	-0.760 * (0.433)	0.672 *** (0.163)	1.154 *** (0.363)	0.554 *** (0.128)
R ²	0.316	0.228	0.468	0.311
Under identification test		288.229		23.955
Weak identification test		361.538		23.392
样本量	1212	1212	1212	1212

注:括号内为稳健标准误;*、*** 分别表示在 $p < 0.01$ 、 $p < 0.10$ 的水平上差异显著。

四、结论与讨论

本文的研究结论可以归纳为如下几个方面。第一,企业的流程数字化对企业创新具有正向促进作用。构成流程数字化指标的 5 个环节(合作伙伴关系、产品和服务、生产和运营、市场营销及客户关系)都有效促进了企业创新绩效,而客户关系和市场营销的流程数字化应用对创新绩效的促进作用最为明显。第二,流程数字化对探索式学习和利用式学习都有显著的促进作用,而流程数字化对探索式学习的影响强于对利用式学习的影响。探索式学习及利用式学习都对创新绩效具有显著促进作用,探索式学习的影响同样强于利用式学习的影响。实证结果证实了探索式学习和利用式学习在流程数字化提升企业创新绩效中起到了中介效应。第三,二元学习的相对平衡在一定程度上能强化流程数字化对创新绩效的正向影响。在面临数字经济时代动荡的外部环境时,相对平衡水平更高的“偏才”型企业由于具有较窄的生态位(专注分工),其表现出来的生存能力更强,流程数字化为企业创新绩效带来的积极效应更明显。

本文的研究在理论层面从组织学习的视角拓展了数字化转型对于企业创新的作用机制及其边

界条件方面的研究,在实践层面对于我国制造业企业如何通过数字化转型提升创新绩效具有重要的启示。第一,企业可以通过对整个价值链进行全流程的数字化转型来提升和改进创新绩效。通过技术范式的改进,制造业企业可以突破自身资源局限,整合和链接新旧信息,为企业的价值创造和价值发现产生新动能。产品服务和生产运营的数字化赋能企业即时、精准地发现问题、解决问题;应用于合作伙伴关系流程的数字化便利了企业与远距离合作伙伴的及时有效地沟通,降低实现创新所需的沟通成本;应用于市场营销和维护客户关系的数字化赋能企业识别尾端需求和创新缺口的机会,有利于企业价值发现。第二,企业可以通过利用式学习和探索式学习实现企业流程数字化对创新绩效的提升和改进。制造业企业应通过流程数字化拓宽外部信息渠道,有效盘活内部信息资源,加强知识和信息在组织内部的分享形成更高阶的要素组合,提升整个企业的学习能力以促进创新绩效。第三,探索企业自身适合的探索式和利用式学习的平衡匹配模式,实现有限资源条件下的最大化资源利用。本文的研究发现企业保持探索式或利用式学习更强的相对平衡更有利于企业在面对复杂多变的外部环境时更具优势。因此,企业负责人应权衡外部环境和自身优势,避免盲目追求二元学习综合平衡,有的放矢地管理和分配资源。

参考文献:

[1] 戚聿东,肖旭,蔡呈伟. 产业组织的数字化重构[J]. 北京师范大学学报(社会科学版), 2020(2):130-147.
[2] 傅颖,徐琪,林嵩. 在位企业流程数字化对创新绩效的影响——组织惰性的调节作用[J]. 研究与发展管理, 2021,33(1):78-89.
[3] 雷辉,唐世一,盛莹,等. 流程数字化、供应链信息共享与企业绩效[J]. 湖南大学学报(社会科学版), 2021,35(6):67-79.
[4] 陈剑,黄朔,刘运辉. 从赋能到使能——数字化环境下的企业运营管理[J]. 管理世界, 2020,36(2):117-128.
[5] LI F, NUCCIARELLI A, RODEN S, et al. How smart cities transform operations models: a new research agenda for operations management in the digital economy[J]. Production planning & control, 2016,27(6):514-528.
[6] VERHOEF P C, BROKHUIZEN T, BART Y, et al. Digital transformation: a multidisciplinary reflection and research agenda [J]. Journal of business research, 2021(122):889-901.

- [7] SCUOTTO V, NICOTRA M, DEL GIUDICE M, et al. A microfoundational perspective on SMEs' growth in the digital transformation era [J]. *Journal of business research*, 2021 (129):382-392.
- [8] 许晖, 单宇. 打破资源束缚的魔咒:新兴市场跨国企业机会识别与资源“巧”配策略选择[J]. *管理世界*, 2019,35 (3):127-141.
- [9] 梅亮, 陈春花, 刘超. 连接式共生:数字化情境下组织共生的范式涌现[J]. *科学学与科学技术管理*, 2021,42 (4):33-48.
- [10] 陈春花, 梅亮, 尹俊. 数字化情境下组织价值主张的识别与开发:基于企业微信的案例研究[J]. *管理评论*, 2021,33(1):330-339.
- [11] 李树文, 罗瑾琰, 胡文安. 从价值交易走向价值共创:创新型企业的价值转型过程研究[J]. *管理世界*, 2022,38(3):125-145.
- [12] SANDERS N R, AUTRY C W, GLIGOR D M. The impact of buyer firm information connectivity enablers on supplier firm performance: a relational view [J]. *The international journal of logistics management*, 2011,22 (2): 179-201.
- [13] MITHAS S, RAMASUBBU N, SAMBAMURTHY V. How information management capability influences firm performance[J]. *MIS quarterly*, 2011,35(1):237-256.
- [14] AYALA N F, LE DAIN M, MERMINOD V, et al. The contribution of IT-leveraging capability for collaborative product development with suppliers [J]. *The journal of strategic information systems*, 2020,29(3):101633.
- [15] LU Y, RAMAMURTHY K R. Understanding the link between information technology capability and organizational agility: an empirical examination[J]. *MIS quarterly*, 2011,35 (4):931-954.
- [16] 戚聿东, 孙洁, 李峰. 数字期权理论研究进展[J]. *经济学动态*, 2019(5):119-134.
- [17] 谢卫红, 王田绘, 成明慧, 等. IT能力、二元式学习和突破式创新关系研究[J]. *管理学报*, 2014,11(7): 1038-1045.
- [18] PARIDA V, LAHTI T, WINCENT J. Exploration and exploitation and firm performance variability: a study of ambidexterity in entrepreneurial firms [J]. *International entrepreneurship and management journal*, 2016,12(4):1147-1164.
- [19] 杨震宁, 侯一凡, 李德辉, 等. 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[J]. *管理世界*, 2021,37(11):184-205.
- [20] KATILA R, CHEN E L, PIEZUNKA H. All the right moves: how entrepreneurial firms compete effectively [J]. *Strategic entrepreneurship journal*, 2012,6(2):116-132.
- [21] 高媛, 孟宪忠, 谢佩洪. “利用”与“探索”在组织学习与技术创新领域的研究视角整合[J]. *科学学与科学技术管理*, 2012,33(1):44-50.
- [22] CAO Q, GEDAJLOVIC E, ZHANG H. Unpacking organizational ambidexterity: dimensions, contingencies, and synergistic effects [J]. *Organization science*, 2009,20(4): 781-796.
- [23] 许晖, 李文. 高科技企业组织学习与二元创新关系实证研究[J]. *管理科学*, 2013,26(4):35-45.
- [24] 王凤彬, 陈建勋, 杨阳. 探索式与利用式技术创新及其平衡的效应分析[J]. *管理世界*, 2012(3):96-112.
- [25] 杨大鹏, 王节祥, 蔡宁. 平衡二元性与企业绩效关系再研究[J]. *重庆大学学报(社会科学版)*, 2018,24(4): 86-95.
- [26] FILMER D, PRITCHETT L H. Estimating wealth effects without expenditure data—or tears: an application to educational enrollments in states of india[J]. *Demography*, 2001,38(1):115-132.
- [27] ADOMAKO S, AMANKWAH-AMOA H J, TARBA S Y, et al. Perceived corruption, business process digitization, and SMEs' degree of internationalization in sub-Saharan Africa [J]. *Journal of business research*, 2021(123):196-207.
- [28] KOLENIKOV S, ANGELES G. Socioeconomic status measurement with discrete proxy variables: is principal component analysis a reliable answer? [J]. *The review of income and wealth*, 2009,55(1):128-165.
- [29] 易靖韬, 王悦昊. 数字化转型对企业出口的影响研究[J]. *中国软科学*, 2021(3):94-104.
- [30] BIERLY III P E, DALY P S. Alternative knowledge strategies, competitive environment, and organizational performance in small manufacturing firms [J]. *Entrepreneurship theory and practice*, 2007,31(4):493-516.
- [31] KATILA R, AHUJA G. Something old, something new: a longitudinal study of search behavior and new product introduction. [J]. *Academy of management journal*, 2002,45 (6):1183-1194.
- [32] KENNY D A, KASHY D, BLOGER N. Data analysis in social psychology [M]// GILBERT D, FISKE S, LINDZEY G. *Handbook of social psychology*. New York: McGraw-Hill, 1998:233-265
- [33] GAO G Y, MURRAY J Y, KOTABE M, et al. A “strategy tripod” perspective on export behaviors: evidence from domestic and foreign firms based in an emerging economy [J]. *Journal of international business studies*, 2010,41(3): 377-396.

(本文责编:海 洋)