
数字化对制造业企业创新绩效的影响研究

王华慧 牟仁艳¹

(武汉理工大学 管理学院, 湖北 武汉 430070)

【摘要】: 数字经济时代, 数字化被广泛认为是企业获取竞争优势的关键, 但数字化对企业绩效影响及影响过程研究尚不明确。因此, 本文基于组合技术演化理论 (CTE), 结合湖北省制造业企业的 259 份样本数据, 从装备数字化、价值链数字化和组织 IT 能力三个方面实证研究数字化对制造业企业创新绩效的影响。结果表明: 装备数字化与创新绩效呈倒 U 型关系, 价值链数字化及组织 IT 能力对创新绩效有显著正向影响。

【关键词】: 数字化 创新绩效 制造业企业

【中图分类号】: F2 **【文献标识码】:** A

1 理论基础与研究假设

1.1 数字化定义及其测度

数字化这一概念早在 1703 年 Wilhelm 在其出版物《Explanation of Binary Arithmetic》中就得到了解释和设想。随着信息化、互联网的发展, 学术界普遍认为数字化的属性跨越了学科、地域、文化以及实体和虚拟。结合已有研究, 本文认为, 数字化是一个难以用单一含义来阐述清楚的术语, 类似于“自动化”“信息化”“工业化”等术语, 它更多表现为数字技术发展及其应用的趋势和状态。

工业 4.0 是以智能制造为主导的第四次工业革命, 数字技术是其重要的技术推动。关于数字化, 已建立的测量尺度很少, 可从工业 4.0 相关研究中得到启示。官方的工业 4.0 强调三个总体特征: 价值网络的横向集成、工程价值链端到端数字集成及网络化制造系统。同时, 结合 Remane 将数字化成熟度分为数字化就绪度和数字化强度这一逻辑思路。本文关注数字化的三个方面: (1) 装备数字化。 (2) 价值链数字化。 (3) 组织 IT 能力。

三个方面分别侧重于数字化硬件能力、数字化强度及组织软能力。

1.2 数字化与制造业企业创新绩效

组合技术演化理论是由 Arthur 提出, 该理论指出一切技术都是组合而来, 新技术产生于已有技术的组合, 组合驱动创新。有研究利用 CTE 来解释新技术和创新是如何建立在以前技术基础上的, 以及不同的组合如何能够带来新的价值创造途径。数字技术作为一种新技术, 在企业研发框架中, 可以通过和已有产品特定技术知识组合, 加快新产品概念形成与设计。此外, 数字技术可以实现产品生命周期管理相关技术的有效集成, 长远来看, 产品生命周期技术的改善会进一步提高创新绩效。基于此, 本文

¹**作者简介:** 王华慧(1997-), 女, 汉族, 陕西安康人, 武汉理工大学管理学院硕士研究生, 研究方向: 企业创新管理、产业发展; 牟仁艳(1978-), 男, 湖北利川人, 博士, 武汉理工大学管理学院副教授, 研究方向: 企业创新管理、产业发展。

基金项目: 国家社会科学基金资助项目(17BG209)

假设:

H1:数字化可以促进制造业企业创新绩效的提高。

装备数字化反映了企业数字基础设施和基本条件的丰裕程度,是企业对于数字化的投入。

一方面,数字基础设施是开展数字化转型和创新的先决条件,发达的数字基础设施可以通过推动创新主体积极交流合作,优化资源配置等方式促进创新绩效的提升。另一方面,数字基础设施对应的企业需要在硬件、基础设施和软件方面进行大量固定资产投资,即其作为一种要素投入将会具有边际递减效应,当数字化的创新效应达到一定程度时,继续提高装备数字化水平会面临单位投资效用下降的风险。基于此,本文假设:

H1a:装备数字化与创新绩效之间呈倒“U”型关系。

价值链数字化包括横向价值链数字化和纵向价值链数字化,反映了企业将数字化集成到设计、采购、制造及营销等纵向价值链流程环节,以及与不同合作伙伴之间的横向价值链环节。纵向价值链的集成,即从产品的开发到生产,从销售到预测过程的数字化,其促进了产品-过程技术集成,这使得部门之间能够准确、及时地传播信息,从而提高产品技术含量和创新水平。横向价值链集成企业与合作伙伴、供应商和客户之间的交流与合作,数字化能够增进交流合作,推动合作创新。基于此,本文假设:

H1b:价值链数字化对创新绩效有显著正向影响。

组织IT能力是组织对信息技术的理解和有效利用。赵付春等指出提升组织IT能力可以积极影响创新绩效。同时,资源基础理论认为,具有价值性、难以模仿和替代的资源是企业维持竞争力的关键。数字经济时代,组织IT能力与企业拥有的数据资源以及人力资本、企业文化、管理体制等互补资源相结合形成的独特能力正日益成为其创新发展的重要源泉。基于此,本文假设:

H1c:组织IT能力对创新绩效有显著正向影响。

2 研究设计

2.1 样本选择与数据来源

领军企业是一个非学术性概念,主要是指在细分领域能够实现市场突破、发挥行业引领与示范作用的企业,而这一特点与细分领域隐形冠军企业类似,故本文以湖北省已公布的前三批次制造业细分领域隐形冠军企业作为问卷发放对象,展开调研。问卷发放在相关主管部门的协助下采用线上发放和邮箱回收的形式进行。共计发放问卷1132份,回收277份,回收率为24.5%,剔除不可用数据和缺失数据,有效问卷259份,有效率为93.5%。

2.2 变量测量

(1)被解释变量:

创新绩效,为了克服单一专利指标衡量创新绩效的缺陷,本文借鉴阳银娟和陈劲开发的量表中对创新绩效的测量。

(2)解释变量:

数字化，参考 Buer (2020) 根据工业 4.0 特征提出的对制造业数字化三个方面的测量量表。

(3)控制变量：

根据现有研究文献控制变量的相关研究，本文选取企业规模(企业员工总数)、企业年龄(企业成立年限)作为控制变量。

2.3 信效度检验

本文运用 SPSS26.0 和 lisrel87 软件进行信度和效度检验，结果得出，各因素的 Cronbach' s α 值都大于 0.70,组合信度(CR)均大于 0.7,平均方差提取量(AVE)大于 0.5,表明量表具有较好的内部一致性和内聚效度。通过因子分析测量题项的结构效度，经 KMO 检验和 Bartlett 球形检验，各变量的 KMO 值均满足大于 0.6 的标准，Bartlett 球形检验的显著性值均为 0.000,小于 0.01 的标准，表明量表适合做因子分析。

3 实证检验

3.1 描述性统计及相关性分析

本文通过 Pearson 相关分析法对变量进行相关分析，得到研究变量的均值、标准差、相关系数如表 1 所示。

表 1 显示，各变量均值和标准差处于正常统计区间，数字化、创新绩效、政策变量间呈现出一定的相关关系，因此，可进行下一步的回归分析。

表 1 研究变量的均值、标准差、相关系数

变量	1	2	3	4	5	6	8
1 企业规模							
2 企业年龄	0.039						
3 装备数字化	-0.114	0.016					
4 价值链数字化	0.111	0.159*	0.252**				
5 组织 IT 能力	0.074	0.114	0.334**	0.314**			
6 数字化	0.028	0.131*	0.740**	0.780**	0.643**		
7 创新绩效	0.054	0.221**	0.122*	0.417**	0.356**	0.402**	
均值	2.40	3.43	2.819	2.670	2.579	2.689	2.814
标准差	0.715	0.806	0.949	1.067	0.574	0.635	0.816

注：N=259,*、**分别表示 p<0.05 和 p<0.01, 双尾检验。

3.2 假设检验

层次回归分析结果如表 2 所示。可知,模型 1 检验控制变量的影响。模型 2 表明,企业创新绩效与装备数字化无明显线性关系,而在模型 3 中加入装备数字化平方项(ED^2),结果表明装备数字化平方项为系数为负,且显著($\beta = -0.009, p < 0.05$),说明装备数字化对创新绩效影响呈倒 U 型关系,假设 H1a 基本通过检验。模型 4 和模型 5 分别检验价值链数字化和组织 IT 能力对创新绩效的影响,结果表明价值链数字化、组织 IT 能力正向影响创新绩效($\beta = 0.239, p < 0.01$; $\beta = 0.369, p < 0.01$),因此,假设 H1b、H1c 通过检验。模型 6 检验了数字化整体水平对创新绩效的影响,结果表明,数字化对创新绩效有正向影响($0.374, p < 0.01$),即假设 H1 得到支持。

表 2 层次回归分析结果

变量	模型 1	模型 2	模型 3	模型 4	模型 5	模型 6
企业规模	-0.001 (0.065)	0.008 (0.066)	-0.050 (0.034)	-0.026 (0.062)	-0.013 (0.063)	0.005 (0.062)
企业年龄	0.168** (0.058)	0.169*** (0.058)	0.030 (0.031)	0.132** (0.055)	0.149*** (0.056)	0.144** (0.056)
装备数字化	0.283***	0.275*** (0.050)	0.127*** (0.210)	0.216***	0.234***	0.211***
装备数字化平方			-0.010** (0.038)			
价值链数字化				0.239*** (0.044)		
组织 IT 能力					0.369*** (0.081)	
数字化						0.374*** (0.074)

注: N=259, 回归系数为非标准化回归系数, 括号内为回归系数标准误, *** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$ 。

4 研究结论

数字化对制造业企业创新绩效有显著正向影响。本文的研究结果揭示了数字化的三个方面对制造业企业创新绩效的不同影响。装备数字化水平对创新绩效的影响呈现倒 U 型关系, 数字化装备的完善不仅为制造设备的高效率生产提供了条件, 也为物理组件和资源与数据的集成创造了必要的连接, 这些技术的集成可以实时收集和共享生产数据, 从而达到对车间组件、人员、机器的流程状态实时控制和调整, 提高创新产出的效率和水平。但当装备数字化水平过高时, 装备数字化作为一种投入成本将对企业创新绩效的提高产生抑制作用, 即装备数字化存在一个适度规模, 过度投入并不利于创新绩效的提升。价值链数字化反映了企业将数字化集成到价值链环节, 这既可以在公司内部, 促进企业设计、生产、销售等, 也可以在不同合作伙伴之间, 促进合作和沟通, 从而提高创新绩效。组织 IT 能力作为一种重要的组织资源, 能够通过降低成本、促进知识整合、提供优质产品服务等方式促进企业创新绩效的提升。

参考文献:

[1]Ferreira J J M,Fernandes C I,Ferreira F A F.To Be or Not to Be Digital,That Is the Question:Firm Innovation and Performance[J]. Journal of Business Research, 2019, 101:583-590.

[2]Wilhelm L. G. Explanation of Binary Arithmetic[J].Memoires de l' Academie Royale des Science, 2017, 6(3):223-227.

[3]Remane G, Hanelt A, Wiesboeck F, et al. Digital Maturity in Traditional Industries-An Exploratory Analysis[Z]. 2017.

[4]Arthur W B. The Nature of Technology:What It Is and How It Evolves[M]. Simon and Schuster, 2009.

[5]赵付春, 周佳雯. 互联网环境下 IT 资源和能力的绩效影响研究[J]. 科技管理研究, 2016, 36(05):161-165.