

数字化转型与制造业企业创新持续性

——基于制造业上市公司微观证据

姚娟, 高钊

(南京审计大学 经济学院, 江苏 南京 211815)

摘要: 文章使用制造业上市公司2010—2020年的数据, 研究探讨制造业数字化转型对企业创新持续性的影响及机制。研究发现: 制造业数字化转型对企业创新持续性有显著的促进作用; 企业高水平ESG实施对数字化转型提升企业创新持续性存在调节效应, 企业规模影响企业风险承受能力, 进而影响数字化转型对企业创新持续性的促进作用, 不同产权性质、行业和地区的制造业企业受该作用的影响也有所不同。因此, 需制定差异性策略, 帮助不同产权性质、行业和地区的制造业企业实现创新持续性。

关键词: 数字化转型; 制造业企业; 创新持续性; ESG; 企业规模

[中图分类号] F124 [文献标识码] A [文章编号] 1672-934X(2024)03-0075-12

DOI: 10.16573/j.cnki.1672-934x.2024.03.009

Digital Transformation and Innovation Sustainability of Manufacturing Enterprises:

Micro Evidence Based on Listed Manufacturing Enterprises

Yao Juan, Gao Zhao

(School of Economics, Nanjing Audit University, Jiangsu, Nanjing 211815, China)

Abstract: Using data from listed manufacturing companies from 2010-2020, the paper examines the impact and mechanisms of digital transformation in manufacturing on the sustainability of corporate innovation. It shows that the digital transformation of manufacturing industry has a significant role in promoting corporate innovation sustainability; that the implementation of high-level ESG of enterprises has a regulatory effect on innovation sustainability; that the scale of enterprises determines their risk tolerance, thus affecting the role of digital transformation in promoting their innovation sustainability; that the nature of property rights, industries and regions have been differently affected by this role. Accordingly it is necessary to formulate differentiated strategies to achieve innovation sustainability for manufacturing enterprises with different property rights in different industries and regions.

Keywords: digital transformation; manufacturing enterprises; innovation sustainability; ESG; enterprise scale

收稿日期: 2024-02-28

基金项目: 江苏省研究生科研创新计划项目(KYCX23_2302); 南京审计大学廉洁文化建设专项课题(2023JG092); 南京审计大学第三批校级创新创业课程立项(CYXY202205)

作者简介: 姚娟(1967—), 女, 副教授, 主要从事国际贸易、数字经济研究;

高钊(1999—), 男, 硕士研究生, 研究方向为国际贸易、数字经济。

一、引言

我国数字经济发展势头强劲,并呈现智能化、网络化、移动化、跨界融合、深度渗透、变革速度指数化等新特征。近年来,数字经济正在成为重组全球要素资源、重塑全球经济结构的关键力量,而数字化转型关乎企业生存和长远发展。党的十八大以来,我国企业数字化转型深入发展,当前,制造业重点领域关键工序数控化率、数字化研发设计工具普及率分别为52.1%和70.9%,持续推进企业数字化转型成为我国数字经济发展的重中之重。

现有研究通常使用企业当年专利申请数量与专利被引用数量作为衡量企业创新质量的标准,这意味着企业在当期的创新是独立的、静态的。事实上,现代更多的创新来自前代产品的更新,而非全新产品和全新技术。因此,关注企业跨期的创新投入与产出,考虑企业多期的创新投入与产品产出,动态衡量企业创新能力是有意义的。

数字化转型对制造业企业创新持续性有着深远影响。唐堂等指出,数字化转型可以缩短产品开发周期,降低创新风险^[1]。张振刚等发现,高度数字化企业能够收集、分析和利用大量数据,深入了解市场趋势、消费者行为和产品性能,实现更有针对性地创新^[2]。Bharadwaj等的研究发现,数字化的企业能够快速协同企业内部与外部,通过数字平台和工具汇集各种专业知识,推动更有创造力的解决方案^[3]。数字化转型旨在鼓励制造业企业不断进行持续性改进和迭代,以保证企业创新具有持续性。

二、文献综述

在数字经济时代,制造业企业数字化转型已经成为制造业企业发展的重要趋势。姚小涛等研究发现,数字化转型对传统的制造业企业生产和管理过程进行优化和升级,产生更加智

能、灵活和可持续的制造模式^[4]。李煜华等从制造业企业数字化转型的路径切入,证明制造业企业数字化转型的原因是多方面的^[5]。樊自甫等发现,政府补贴可以有效激励制造业企业数字化转型^[6]。Tsou、Liu和Xue等研究发现,数字化转型可以提高制造企业的创新能力,促进技术创新和商业模式创新。数字化转型可以提高生产效率,减少生产成本^[7-9]。Brunetti等人在研究中发现,数字化程度越高,库存周转率和总资产周转率越高,同时,数字化转型初期可能会降低盈利能力^[10]。池仁勇等认为,数字化转型是企业实现高质量发展、提升创新能力和竞争优势的重要途径^[11]。Zhu等指出,制造业企业数字化转型需要更积极地与外部环境互动,更积极地参与社会治理^[12]。Calvino等指出,不同产业、行业与数字技术有机结合的能力不同,这将对企业创新持续性产生不同影响^[13]。

本文基于现有研究,从创新持续性视角出发,实证检验制造业企业数字化转型对企业创新持续性的影响。本文的边际贡献在于:(1)从微观制造业企业的视角切入,深入分析制造业企业数字化转型与企业创新持续性的关系,并提出相关政策建议;(2)基于跨期视角,考察制造业企业的创新持续性是否能更好地衡量数字化转型对制造业企业创新持续性的促进作用;(3)本文使用制造业企业年报文本分析结果作为制造业企业数字化转型程度的衡量指标,考察制造业企业规模大小在数字化转型促进企业创新持续性影响路径上的门槛效应,并进一步进行异质性分析。

三、理论分析与研究假设

制造业企业数字化转型对提升创新持续性的影响路径可以通过创新经济学、资源基础理论、信息不对称理论等多个理论视角进行分析。从创新经济学视角来看,技术进步和创新是经济增长的主要驱动力。数字化转型使得

更多的数字技术与制造业企业有机结合,数字技术的应用显著降低了制造业企业创新的试错成本,更多的模拟验证可以通过数字技术实现,产生持续创新的原动力。数字技术的应用与新一代通信技术的结合提高了信息的传递速度,降低了企业与企业之间、企业与目标客户群体之间的交流成本,加强了企业与市场、企业与企业之间的交流,并提高了创新的速度和频率。Fichman等认为,数字化转型可以促进企业内外部的网络效应,加强员工之间的协作,同时也可以加强企业与合作伙伴、客户之间的互动^[14]。这种协作与互动可以加速创新成果的应用。Warner等认为,数字化转型可以增强企业的动态能力,使其能够更快速地适应市场变化,推出新产品和新服务,从而保持竞争优势,实现持续创新^[15]。据此,本文提出假设H1:制造业企业数字化转型能够显著提高制造业企业创新持续性。

数字化转型有利于构建新的产业模式,打造有国际竞争力的先进制造业集群。不同规模的企业在数字化转型方面会面临不同的挑战与机遇。小型企业的初始资源有限,没有足够的人力财力和技术专业知识储备进行数字化转型。因此,企业规模的不同必然导致数字化转型程度存在差异,从而对企业创新持续性的促进作用产生差异。Radicic等指出,中小企业的财力和人力资源有限,在数字化转型中处于不利地位^[16]。Estensoro等指出,小型企业在数字技术的运用,以及引入新产品和流程方面面临困难^[17]。据此,本文提出假设H2:不同规模的企业数字化转型对制造业企业创新持续性的促进作用不同。

积极推动ESG(环境、社会、公司治理)的实施会强化数字化转型对制造业企业创新持续性的正向调节作用,更好地帮助制造业企业实现数字化转型,从而在创新可持续性方面取得更好的结果。Cardoni等认为,高ESG实施

水平的公司拥有更好的风险控制能力来避免制造业企业数字化转型中可能出现的系统性风险,ESG的实施促使企业建立更强大的数据分析和处理能力,从而作出更理性、更符合实际情况的决策^[18]。实施ESG需要制造业企业思考其业务流程和产品设计的环保性,以降低对环境产生的负外部性,并满足其社会期望。高水平的ESG实施度意味着制造业企业信息披露的高透明度,以展示其在环境、社会和公司治理方面的能力,加强与投资者、客户和其他利益相关者之间的沟通。制造业企业可以通过将ESG目标与数字化转型策略相结合,实现可持续性创新。据此,本文提出假设H3:制造业企业的ESG,正向调节了数字化转型对企业创新持续性的促进作用。

四、变量选取

根据前文所述研究背景和理论分析,选取本文的核心被解释变量与解释变量,建立基础回归模型。本文实证研究中所用数据来自CSMAR数据库,企业的ESG实施评分来自华证ESG评级。

(一)核心被解释变量

企业创新持续性(IIP)。在以往的文献中,大多采用当年申请专利数量的对数作为衡量企业创新能力的指标,但这种单一年份的数据没有考虑企业跨期的动态变化,因此,本文参考Triguero等^[19]的做法,考虑企业在跨期创新投入的变化,构建本文的核心被解释变量为创新持续性(IIP):

$$IIP_{it} = \frac{IIN_{it} + IIN_{i(t-1)}}{IIN_{i(t-1)} + IIN_{i(t-2)}} * 100\% * (IIN_{it} + IIN_{i(t-1)}) \quad (1)$$

其中, IIN_{it} 表示的是企业*i*在*t*年的专利申请量(或研发经费),以此类推,通过计算企业*i*在*t*年和*t-1*年的创新研发投入之和较之前的环比增长率,乘以*t*年和*t-1*年的创新研发投入

人之和来反映企业创新研发的持续性。

(二)核心解释变量

数字化转型程度(*DDT*)。参考范红忠等的做法^[20],本文采用制造业上市公司年报的词频分析结果来度量制造业上市公司数字化转型程度,数据源自CSMAR词频分析数据库。通过使用文本分析方法对中文年报进行词频统计,每一个词段计数并加总,所得结果即为数字化转型程度*A*(*DDT_A*),对英文年报的词频分析结果为数字化转型程度*B*(*DDT_B*);在对中文年报进行分析时,分为数字技术应用、互联网商业模式、智能制造、现代信息系统四个维度,并从这四个维度中进一步统计细分出数据、数字、数字化、互联网等分类词,对英文年报的分析步骤与中文年报相同。

(三)控制变量

速动比率(*QR*),是企业速动资产和流动负债的比率。资产负债率(*Lev*),用企业的账面总负债除以账面总资产。净资产收益率(*Roe*),为企业当年净利润除以当年净资产。独立董事人数(*Indep*),指公司董事会中独立董事的人数。托宾*Q*值(*TbQ*),计算方法为公司当年的市场价值除以公司的资产重置成本。

表1展示了基准回归中核心解释变量、核心被解释变量以及控制变量的均值、标准差及最值,并对所有数据进行了1%和99%分位上的缩尾处理。由于上市公司数据存在统计缺失,面板数据为非平衡面板,控制变量独立董事人数出现了单个缺失值,故样本量按13 653个计算。

五、实证分析

(一)基础回归

根据前文分析,本文采用多维固定效应基准回归模型,并对式(2)使用最小二乘法进行回归分析:

$$IIP_{it} = \alpha + \beta_1 DDT_{it} + \beta^T X_{it} + \mu_i + \varphi_t + p_t + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

表1 变量描述性统计结果

Variable	Obs	Mean	Std. Dev.	Min	Max
<i>IIP</i>	13 654	3.284	8.385	0.000	62.655
<i>DDT_A</i>	13 654	6.143	13.747	0.000	90.000
<i>DDT_B</i>	13 654	25.725	37.445	0.000	242.000
<i>QR</i>	13 654	3.395	104.810	-0.200	12 223.000
<i>Lev</i>	13 654	0.390	0.196	0.048	0.895
<i>Roe</i>	13 654	0.068	0.132	-0.665	0.376
<i>Indep</i>	13 653	1.129	0.158	0.693	1.609
<i>TbQ</i>	13 654	1.934	0.903	0.000	3.434

其中,*IIP*表示企业创新持续性,*DDT*为数字化转型程度,细分为数字化转型程度*A*(*DDT_A*)和数字化转型程度*B*(*DDT_B*),*X*表示所有控制变量, ε 为回归残差项,*i*表示个体,*t*表示年份,该回归模型VIF值均大于1且小于10。因此,可以认定该模型不存在多重共线性的问题。在控制了年份(*Year_FE*)、省份(*Firm_FE*)、个体(*Province_FE*)固定效应后,得到回归结果如表2所示:分别以*DDT_A*和*DDT_B*作为核心解释变量进行回归,其中列(1)、列(3)展示的为不添加控制变量的回归结果;列(2)、列(4)为添加控制变量的回归结果。无论是否添加控制变量,两个核心解释变量的回归系数均显示为正,且通过1%置信水平下的检验。由此,初步验证本文假设H1:数字化转型能够显著提高制造业企业的创新持续性。

(二)机制分析

由前文分析可知,制造业企业的数字化转型能够提升企业创新持续性。对不同规模的制造业企业而言,其风险承受能力也不同。据此,本文对企业规模大小产生的门槛效应与和外部环境相关的ESG实施的调节效应进行机制分析。

1. 门槛效应

经过验证,制造业企业规模的变化存在门槛值,并通过了假设检验,即跨过“门槛”值的企业数字化转型对创新持续性的正向促进作用更

大。本文借鉴 Hansen^[21]的做法,采用非平衡面板数据门槛回归程序,详细解释制造业企业数字化转型在促进企业创新持续性当中企业规模的单门槛效应。

表 2 基础回归结果

	(1)	(2)	(3)	(4)
	<i>IIP</i>	<i>IIP</i>	<i>IIP</i>	<i>IIP</i>
<i>DDT_A</i>	0.042*** (6.134)	0.041*** (6.027)		
<i>DDT_B</i>			0.017*** (6.918)	0.016*** (6.601)
<i>QR</i>		0.001 (1.449)		0.001 (1.472)
<i>Lev</i>		4.217*** (7.166)		4.199*** (7.129)
<i>Roe</i>		2.768*** (5.118)		2.725*** (5.035)
<i>Indep</i>		1.346** (2.506)		1.367** (2.552)
<i>TbQ</i>		-0.868*** (-4.872)		-0.855*** (-4.784)
<i>Year_FE</i>	Y	Y	Y	Y
<i>Firm_FE</i>	Y	Y	Y	Y
<i>Province_FE</i>	Y	Y	Y	Y
<i>N</i>	13 555	13 554	13 555	13 554
<i>R-square</i>	0.713 4	0.716 3	0.713 4	0.716 3

注:t statistics in parentheses,* p < 0.1, ** p < 0.05, *** p < 0.01,下同。

构建门槛回归模型式(3)和式(4):

$$IIP_{it} = \alpha + \beta_1 DDT_{it} + \beta^T X_{it} + \epsilon_{it}(\text{企业规模} < \text{门槛值})$$

(3)

$$IIP_{it} = \alpha + \beta_1 DDT_{it} + \beta^T X_{it} + \epsilon_{it}(\text{企业规模} \geq \text{门槛值})$$

(4)

回归结果如表 3 所示。在该门槛回归模型中,企业规模的门槛值为 3.203 4。数字化转型程度 A 高于门槛值(AT_DDT_A)的回归系数为 0.453,且在 1% 的水平下显著;数字化转型程度 A 低于门槛值(UT_DDT_A)的回归系数为 0.007,但并不显著。数字化转型程度 B 高于

门槛值(AT_DDT_B)的回归系数要比低于门槛值(UT_DDT_B)的回归系数大,且二者都在 1% 的水平上正向显著。这意味着制造业企业规模越大,抵抗风险的能力越强,融资能力越好,数字化基础设施越完善,数字化转型程度对制造业企业创新持续性的提升效果越显著。

表 3 门槛回归结果

	(1)	(2)
	<i>IIP</i>	<i>IIP</i>
<i>QR</i>	-0.000 (-0.175)	-0.000 (-0.134)
<i>Lev</i>	2.167*** (2.894)	2.366*** (3.335)
<i>Roe</i>	2.018*** (2.932)	1.895*** (2.913)
<i>Indep</i>	1.737** (2.425)	1.645** (2.414)
<i>TbQ</i>	2.106*** (15.914)	1.944*** (14.202)
<i>UT_DDT_A</i>	0.007 (1.227)	
<i>AT_DDT_A</i>	0.453*** (7.834)	
<i>UT_DDT_B</i>		0.007*** (2.797)
<i>AT_DDT_B</i>		0.220*** (8.560)
<i>N</i>	13 653	13 653
<i>R-square</i>	0.209	0.272

以上证明本文假设 H2:企业规模的大小会产生门槛效应,高于门槛值(规模较大的企业)时数字化转型对制造业企业创新持续性产生的促进作用比低于门槛值(规模稍小企业)时的促进作用更明显。

2. 调节效应

由前文分析可知,制造业企业的数字化转型能够在企业内外部产生网络效应,因此,企业内外部环境将对影响路径产生调节作用。由于 ESG 实施具有一定的外部性,即高 ESG 实施水

平意味着企业能够长期保持价值稳定并保证较低的系统性风险,这将使得企业能够更好地实现数字化转型,以保证创新性持续。Chen 等研究发现,数字化工具使得 ESG 实施可以更好地改善信息披露,降低企业内部运营风险^[22],在制造业企业数字化转型过程中提供更快速地反馈与决策。

制造业企业数字化转型与 ESG 实施紧密相连,共同促进了企业可持续性和长期性的价值创造。本文据此构建调节效应回归模型,将企业的 ESG 实施纳入到基础回归模型中,如式(5)、式(6)、式(7)所示,并生成 DDT_A*ESG 和 DDT_B*ESG 两个交互项,同时对自变量和调节变量中心化,以缓解交互项与自变量和调

节变量之间的高度共线性。

$$IIP_{it} = \alpha + \beta_1 DDT_{it} + \beta^T X_{it} + \mu_h + \varphi_t + p_t + \epsilon_{it}$$

(5)

$$IIP_{it} = \alpha + \beta_1 DDT_{it} + \beta_2 ESG_{it} + \beta^T X_{it} + \mu_h + \varphi_t + p_t + \epsilon_{it}$$

(6)

$$IIP_{it} = \alpha + \beta_1 DDT_{it} + \beta_2 ESG_{it} + \beta_3 DDT_{it} * ESG_{it} + \beta^T X_{it} + \mu_h + \varphi_t + p_t + \epsilon_{it}$$

(7)

具体回归结果如表 4 所示,制造业企业的 ESG 实施在制造业企业数字化转型提升企业创新持续性的过程中起到了显著的正向调节作用,能够对企业所处的外部环境及企业内部环境进行优化,并增强数字化转型对企业创新持续性的促进作用,这验证了本文的假设 H3。

表 4 调节效应回归结果

	(1) <i>IIP</i>	(2) <i>IIP</i>	(3) <i>IIP</i>	(4) <i>IIP</i>	(5) <i>IIP</i>	(6) <i>IIP</i>
<i>DDT_A</i>	0.041*** (6.027)	0.041*** (5.967)	0.044*** (6.198)			
<i>DDT_B</i>				0.016*** (6.601)	0.016*** (6.223)	0.017*** (6.489)
<i>QR</i>	0.001 (1.449)	-0.038 (-1.447)	-0.039 (-1.507)	0.001 (1.472)	-0.038 (-1.483)	-0.039 (-1.496)
<i>Lev</i>	4.217*** (7.166)	4.333*** (6.649)	4.317*** (6.625)	4.199*** (7.129)	4.305*** (6.596)	4.283*** (6.563)
<i>Roe</i>	2.768*** (5.118)	2.556*** (4.586)	2.559*** (4.587)	2.725*** (5.035)	2.520*** (4.519)	2.495*** (4.471)
<i>Indep</i>	1.346** (2.506)	1.304** (2.413)	1.359** (2.524)	1.367*** (2.552)	1.331** (2.469)	1.413*** (2.640)
<i>TbQ</i>	-0.868*** (-4.872)	-0.797*** (-4.052)	-0.856*** (-4.323)	-0.855*** (-4.784)	-0.787*** (-3.974)	-0.859*** (-4.301)
<i>ESG</i>		0.553*** (7.059)	0.503*** (6.505)		0.537*** (6.806)	0.489*** (6.220)
<i>DDT_A*ESG</i>			0.029*** (5.155)			
<i>DDT_B*ESG</i>						0.011*** (5.367)
<i>Year_FE</i>	Y	Y	Y	Y	Y	Y
<i>Firm_FE</i>	Y	Y	Y	Y	Y	Y
<i>Province_FE</i>	Y	Y	Y	Y	Y	Y
<i>N</i>	13554	13281	13281	13554	13281	13281
<i>R-square</i>	0.667	0.670	0.671	0.667	0.670	0.671

(三)稳健性检验

1. 工具变量回归

虽然本文在基准回归中已经采用固定效应的办法解决了一部分内生性问题,但模型的选取仍然可能因为遗漏变量而造成一定的内生性问题。因此,本文选取工具变量两阶段最小二乘法来解决模型的内生性问题。参照肖土盛等^[23]的做法,工具变量选择同细分行业其他企业的数字化转型程度的平均数作为工具变量。该工具变量的生成公式为:

$$mean_{DDT} = \frac{d_DDT}{N-1}$$

(8)

其中, N 为行业中制造业企业数量, d_DDT 表示行业内总的数字化转型程度减去单个企业的数字化转型程度。在工具变量的相关性检验结果中, F 值为3 389.39,这说明所选工具变量并非弱工具变量。

表5中列(1)、列(3)和列(2)、列(4)分别展示了数字化转型程度 A 、数字化转型程度 B 在第一、二阶段的回归结果。在解决模型内生性问题之后,仍然能够得出制造业企业数字化转型能够显著提升企业创新持续性的结论。

表5 工具变量回归结果

	(1)	(2)	(3)	(4)
	<i>DDT_A</i>	<i>IIP</i>	<i>DDT_B</i>	<i>IIP</i>
<i>Mean_DDT_A</i>	0.707*** (15.342)			
<i>DDT_A</i>		0.087*** (2.774)		
<i>Mean_DDT_B</i>			0.591*** (11.965)	
<i>DDT_B</i>				0.041*** (9.449)
<i>QR</i>	-0.000 (-0.877)	0.001 (1.493)	-0.001 (-1.041)	0.000 (0.190)
<i>Lev</i>	2.294** (6.937)	4.042*** (6.937)	8.144*** (-0.136)	8.531*** (21.397)
<i>Roe</i>	0.586 (0.786)	2.747*** (5.068)	4.028** (2.137)	9.909*** (18.675)
<i>Indep</i>	3.133*** (3.514)	1.203** (2.186)	6.506*** (3.215)	6.967*** (16.094)
<i>TbQ</i>	1.468*** (5.368)	-0.960*** (1.849)	3.060*** (4.476)	1.408*** (17.045)
<i>Year_FE</i>	Y	Y	Y	Y
<i>Firm_FE</i>	Y	Y	Y	Y
<i>Province_FE</i>	Y	Y	Y	Y
<i>N</i>	13 548	13 548	13548	13647
<i>R-square</i>	0.656	-0.162	0.722	-0.161

2. 替换核心被解释变量

核心被解释变量 IIP 是从创新投入的维度

考虑制造业企业创新持续性,本文将核心被解释变量替换为 OIP ,相较于投入、产出结果更为

客观,将该指标带入回归模型中进行回归,控制固定效应,结果如表 6 所示。其中 OIP 的计算方式为:

$$OIP_{it} = \frac{OIN_{it} + OIN_{i(t-1)}}{OIN_{i(t-1)} + OIN_{i(t-2)}} * 100\% * (OIN_{it} + OIN_{i(t-1)})$$

(9)

OIN_{it} 表示企业 i 在 t 年申请的专利数量。回归结果证明,无论是从创新投入的角度还是从创新产出的角度,制造业企业的数字化转型都能够显著提升企业的创新持续性。

表 6 替换核心被解释变量回归结果

	(1) <i>OIP</i>	(2) <i>OIP</i>	(3) <i>OIP</i>	(4) <i>OIP</i>
<i>DDT_A</i>	0.026*** (4.181)	0.025*** (3.978)		
<i>DDT_B</i>			0.010*** (3.597)	0.009*** (3.409)
<i>QR</i>		0.000 (1.335)		0.000 (1.377)
<i>Lev</i>		2.082*** (4.033)		2.082*** (4.075)
<i>Roe</i>		1.480* (1.949)		1.457* (1.928)
<i>Indep</i>		-1.452** (-2.337)		-1.433** (-2.300)
<i>TbQ</i>		-0.076 (-0.575)		-0.064 (-0.488)
<i>Year_FE</i>	Y	Y	Y	Y
<i>Firm_FE</i>	Y	Y	Y	Y
<i>Province_FE</i>	Y	Y	Y	Y
<i>N</i>	13 555	13 554	13 555	13 554
<i>R-square</i>	0.503	0.505	0.503	0.505

3. 替换核心解释变量测度方法

本文使用上市公司年报的文本分析结果衡量企业数字化转型程度,考虑到该指数整体上可能会呈现的右偏特征对结论产生干扰,因此,本文通过更换核心解释变量的测度方法来进一步检验结论的稳健性,使用制造业企业数字化无形资产与无形资产总值之比,作为反映企业

数字化转型程度的指标,如式(10)所示:

$$DDT_C = \frac{DIA_{it}}{IA_{it}}$$

(10)

其中, DIA_{it} 表示 i 企业 t 年包含“网络”“智能化”等词的无形资产明细项加总的值, IA_{it} 表示 i 企业 t 年无形资产总值,该指标衡量数字化无形资产占无形资产总值的比重,以反映企业数字化转型程度 $C(DDT_C)$,将该指标带入回归模型进行回归估计,得到的结果如表 7 所示。由表 7 可知,在替换核心解释变量的测度方法之后,回归结果进一步证明数字化转型能够显著提升制造业企业创新持续性的结论是稳健的。

表 7 替换核心解释变量测度回归结果

	(1) <i>IIP</i>	(2) <i>IIP</i>
<i>DDT_C</i>	0.444** (2.617)	0.371** (2.685)
<i>QR</i>		0.001*** (3.259)
<i>Lev</i>		7.596*** (5.945)
<i>Roe</i>		10.180*** (8.007)
<i>Indep</i>		6.548*** (3.710)
<i>TbQ</i>		1.190*** (8.474)
<i>Year_FE</i>	Y	Y
<i>Firm_FE</i>	Y	Y
<i>Province_FE</i>	Y	Y
<i>N</i>	13 654	13 653
<i>R-square</i>	0.120	0.207

(四)异质性分析

1. 产权异质性

本文选取的制造业企业产权性质存在差异,不同产权性质的企业在数字化转型方面的投入力度不同、数字化转型程度不同,因而对制造业企业的创新持续性的影响不同,本文挑选具有代表性的国有企业(GH)、外资企业(FH)

和民营企业(*PH*)进行异质性分析(如表8所示)。结果显示:数字化转型对国有企业和民营企业的创新持续性均有促进关系,且其结果均在1%水平下显著,其中,国有企业的回归系数要大于民营企业的回归系数。这说明我国制造业数字化转型可以显著提升国有企业的创新持续性,相较于民营企业,国有企业拥有优越的数字基础设施和资源、注重长期规划和战略,因此数字化转型程度较高,创新投入更持久,更具创新持续性;外资企业的回归结果系数显著为负,原因在于中国政府从国内数据安全角度考虑,强制实施数据本土化政策,使得外资制造业企业数字化转型对企业创新持续性产生了显著的抑制作用。

2. 行业异质性

不同制造业行业的数字化转型程度不同,导致创新持续性存在差异。本文将制造业上市公司归纳为轻纺(*LT*)、资源加工(*RP*)、机电制

造(*EM*)三个大类进行分组回归。

表9为行业异质性分析回归结果,资源加工行业数字化转型通过降低成本、提升能效,能够提升企业的创新持续性。其中,机械、电子制造业的回归系数大于资源加工类的回归系数,机械、电子制造业中的大部分企业数字化水平较高,需要借助数字技术来完成生产,对创新持续性的提升更大。对资源加工类传统行业而言,数字化技术的运用可以降低其现有生产活动风险,故积极推动企业创新。轻纺工业的回归系数为负,但并不显著。目前,轻纺工业的生产经营活动仍然主要依赖人力资本,这类制造业企业进行数字化转型需要投入新的生产车间、使用轻工业机器人来替代现有工人等,需要付出较高的成本,故暂时投入较少,导致其数字化转型程度较低,未对制造业企业创新产生促进作用。此类企业在数字化程度达到一定水平后,才会投入更多精力进行企业创新投入。

表 8 产权异质性分析回归结果

	<i>GH</i>	<i>GH</i>	<i>FH</i>	<i>FH</i>	<i>PH</i>	<i>PH</i>
	<i>IIP</i>	<i>IIP</i>	<i>IIP</i>	<i>IIP</i>	<i>IIP</i>	<i>IIP</i>
<i>DDT_A</i>	0.119*** (4.265)		-0.028*** (-3.499)		0.015*** (2.583)	
<i>DDT_B</i>		0.026*** (3.049)		-0.007 (-1.479)		0.015*** (2.583)
<i>QR</i>	0.001 (1.355)	0.001 (1.386)	0.001 (1.407)	0.001 (1.408)	0.001 (1.429)	0.001 (1.429)
<i>Lev</i>	4.293*** (7.328)	4.364*** (7.425)	4.373*** (7.436)	4.373*** (7.436)	4.349*** (7.395)	4.349*** (7.395)
<i>Roe</i>	2.779*** (5.139)	2.776*** (5.136)	2.794*** (5.160)	2.790*** (5.154)	2.774*** (5.123)	2.774*** (5.123)
<i>Indep</i>	1.380*** (2.582)	1.418*** (2.648)	1.472*** (2.734)	1.468*** (2.727)	1.438*** (2.670)	1.438*** (2.670)
<i>TbQ</i>	-0.671*** (-3.778)	-0.711*** (-4.004)	-0.779*** (-4.378)	-0.783*** (-4.394)	-0.819*** (-4.579)	-0.819*** (-4.579)
<i>Year_FE</i>	Y	Y	Y	Y	Y	Y
<i>Firm_FE</i>	Y	Y	Y	Y	Y	Y
<i>Province_FE</i>	Y	Y	Y	Y	Y	Y
<i>N</i>	13 554	13 554	13 554	13 554	13 554	13 554
<i>R-square</i>	0.717	0.716	0.715	0.715	0.715	0.715

表 9 行业异质性分析回归结果

	<i>LT</i>	<i>LT</i>	<i>RP</i>	<i>RP</i>	<i>EM</i>	<i>EM</i>
	<i>IIP</i>	<i>IIP</i>	<i>IIP</i>	<i>IIP</i>	<i>IIP</i>	<i>IIP</i>
<i>DDT_A</i>	-0.038* (-1.892)		0.015 (1.126)		0.057*** (6.758)	
<i>DDT_B</i>		-0.006 (-0.509)		0.017*** (3.151)		0.020*** (6.572)
<i>QR</i>	0.001 (1.408)	0.001 (1.408)	0.001 (1.406)	0.001 (1.398)	0.001 (1.494)	0.001 (1.492)
<i>Lev</i>	4.363*** (7.417)	4.370*** (7.432)	4.378*** (7.449)	4.405*** (7.499)	4.131*** (7.036)	4.106*** (6.992)
<i>Roe</i>	2.784*** (5.143)	2.788*** (5.151)	2.786*** (5.147)	2.755*** (5.089)	2.783*** (5.150)	2.773*** (5.134)
<i>Indep</i>	1.473*** (2.736)	1.469*** (2.729)	1.457*** (2.711)	1.432*** (2.666)	1.328** (2.473)	1.379** (2.575)
<i>TbQ</i>	-0.782*** (-4.394)	-0.783*** (-4.398)	-0.784*** (-4.407)	-0.775*** (-4.367)	-0.889*** (-5.010)	-0.872*** (-4.886)
<i>Year_FE</i>	Y	Y	Y	Y	Y	Y
<i>Firm_FE</i>	Y	Y	Y	Y	Y	Y
<i>Province_FE</i>	Y	Y	Y	Y	Y	Y
<i>N</i>	13554	13554	13554	13554	13554	13554
<i>R-square</i>	0.715	0.715	0.715	0.715	0.715	0.716

3. 地区异质性

由于我国东中西部地区的数字化基础设施建设水平及各地区数字化建设的政策支持力度与倾向性不同,因此,制造业企业的数字化转型对企业创新持续性的提升作用会存在地区异质性。

本文将制造业上市公司所在省份进行东中西部地区分组回归,得到如表 10 所示的回归结果。其中,东西部地区的回归系数均显著为正,东部地区的回归系数在 1% 水平上显著为正,西部地区的回归系数在 5% 水平上显著为正,中部地区的回归系数不显著。究其原因,我国东西部地区数字化基础设施建设较为完善,制造业企业数字化转型程度较高,有利于提升企业的创新持续性;中部地区制造业企业较多,其中有众多资源加工类制造业企业需

要通过数字化转型提升能效,但因初期需要的资源和技术投入较多,故数字化转型成果并不能立即显现。

六、结论与政策建议

根据前文研究,得出以下结论:(1)制造业企业的数字化转型能够显著提升企业的创新持续性;(2)制造业企业高水平的 ESG 实施在数字化转型提升创新持续性过程中产生了正向的调节作用;(3)数字化转型对制造业企业创新持续性的促进作用会因为所处行业、产权性质、所在地区的不同而存在明显差异。

持续推进我国制造业企业数字化转型是制造业优化能效与产业升级的现实要求,政府作为监管者需实施不同政策以满足不同企业的不同需求。一是针对产权的异质性,国有制造业

表 10 地区异质性回归结果

	<i>East</i>	<i>East</i>	<i>Middle</i>	<i>Middle</i>	<i>West</i>	<i>West</i>
	<i>IIP</i>	<i>IIP</i>	<i>IIP</i>	<i>IIP</i>	<i>IIP</i>	<i>IIP</i>
<i>DDT_A</i>	0.045*** (5.749)		-0.001 (-0.141)		0.037 (1.457)	
<i>DDT_B</i>		0.016*** (5.759)		0.000 (0.112)		0.022** (2.555)
<i>QR</i>	0.001 (1.385)	0.001 (1.386)	0.001 (1.409)	0.001 (1.407)	0.001 (1.466)	0.001 (1.520)
<i>Lev</i>	4.208*** (7.147)	4.224*** (7.171)	4.371*** (7.434)	4.371*** (7.430)	4.358*** (7.413)	4.360*** (7.412)
<i>Roe</i>	2.779*** (5.139)	2.757*** (5.096)	2.788*** (5.150)	2.787*** (5.148)	2.788*** (5.149)	2.775*** (5.125)
<i>Indep</i>	1.370** (2.550)	1.403*** (2.617)	1.467*** (2.726)	1.467*** (2.723)	1.452*** (2.696)	1.440*** (2.676)
<i>TbQ</i>	-0.883*** (-4.949)	-0.869*** (-4.845)	-0.785*** (-4.409)	-0.785*** (-4.408)	-0.769*** (-4.324)	-0.753*** (-4.224)
<i>Year_FE</i>	Y	Y	Y	Y	Y	Y
<i>Firm_FE</i>	Y	Y	Y	Y	Y	Y
<i>Province_FE</i>	Y	Y	Y	Y	Y	Y
<i>N</i>	13 554	13 554	13 554	13 554	13 554	13 554
<i>R-square</i>	0.716	0.716	0.715	0.715	0.715	0.715

企业要进一步推进数字化转型,民营制造业企业要提高融资效率,降低民营制造业企业数字化转型过程中的经营风险,实现民营制造业企业更高层次的数字化转型,提高民营制造业企业创新持续性。完善相关的法律法规,在保护我国企业数据安全的同时鼓励外资制造业企业在中国境内积极进行数字化转型,带动我国本土企业的持续进步。二是针对行业异质性,要努力减小数字化水平差距,实现行业协同发展。机电制造行业引入前沿的新技术、新工艺,实施技术研发补贴计划,进一步提高企业数字化转型程度。资源加工企业接入智能制造平台,提供技术咨询、人员培训和技术转移服务,降低资源加工行业数字化转型成本,提升能效。轻纺类企业逐步引入智能化生产设备、自动化流水线,使用数字化软件设计和虚拟样板技术,并设立专项资金提供支持,改变该类企业目前数字化水平较低的现状。三是针对地区异质性,需

从数字基础设施建设与数字经济环境营造两方面入手,在中西部地区要加强数字基础设施建设,降低企业数字化转型成本。营造数字经济环境,鼓励企业数字化转型,发挥产业溢出效应,进一步增强数字化转型对创新持续性的促进作用。四是充分发挥高水平 ESG 的调节作用。建立创新生态系统,鼓励制造业企业积极参与社会治理,加强制造业企业内部治理,降低数字化转型系统性风险。强化政企联动、企业间互动及社会各界互动,完善一体化数字化平台建设,提升 ESG 实施对制造业企业数字化转型的正向调节作用。

[参考文献]

[1] 唐堂,滕琳,吴杰,等.全面实现数字化是通向智能制造的必由之路:解读《智能制造之路:数字化工厂》[J].中国机械工程,2018(3):366-377.

[2] 张振刚,张君秋,叶宝升,等.企业数字化转型对商业模式

- 式创新的影响[J]. 科技进步与对策, 2022(11):114-123.
- [3] Bharadwaj A, El Sawy O A, Pavlou P A, et al. Digital business strategy: toward a next generation of insights[J]. MIS Quarterly, 2013, 37(02):471-482.
- [4] 姚小涛, 亓晖, 刘琳琳, 等. 企业数字化转型: 再认识与再出发[J]. 西安交通大学学报(社会科学版), 2022(3): 1-9.
- [5] 李煜华, 向子威, 胡瑶瑛, 等. 路径依赖视角下先进制造业数字化转型组态路径研究[J]. 科技进步与对策, 2022(11):74-83.
- [6] 樊自甫, 陶友鹏, 龚亚. 政府补贴能促进制造企业数字化转型吗?: 基于演化博弈的制造企业数字化转型行为分析[J]. 技术经济, 2022(11):128-139.
- [7] Tsou H T, Chen J S. How does digital technology usage benefit firm performance? digital transformation strategy and organisational innovation as mediators[J]. Technology Analysis & Strategic Management, 2023, 35(09):1114-1127.
- [8] Liu M Y, Li C Y, Wang S, et al. Digital transformation, risk-taking, and innovation: evidence from data on listed enterprises in China[J]. Journal of Innovation & Knowledge, 2023, 08(01):100332.
- [9] Xue L, Zhang Q Y, Zhang X M, et al. Can digital transformation promote green technology innovation? [J]. Sustainability, 2022, 14(12):7497.
- [10] Brunetti F, Matt D T, Bonfanti A, et al. Digital transformation challenges: strategies emerging from a multi-stakeholder approach[J]. The TQM Journal, 2020, 32(04):697-724.
- [11] 池仁勇, 王国强, 周芷琪, 等. 数字化能力、价值共创与企业绩效: 基于数据安全的调节作用[J]. 技术经济, 2023(2):133-142.
- [12] Zhu X T, Ge S L, Wang N X. Digital transformation: a systematic literature review[J]. Computers & Industrial Engineering, 2021, 162:107774.
- [13] Calvino F, Criscuolo C, Marcolin L, et al. A taxonomy of digitalintensive sectors[J]. OECE Science, Technology and Industry Working Papers, 2018(14):1-48.
- [14] Fichman R G, Dos Santos B L, Zheng Z Q. Digital innovation as a fundamental and powerful concept in the information systems curriculum[J]. MIS Quarterly, 2014, 38(02):329-343.
- [15] Warner K S R, Wäger M. Building dynamic capabilities for digitaltransformation: an ongoing process of strategic renewal[J]. Long Range Planning, 2019, 52(03):326-349.
- [16] Radicic D, Petković S. Impact of digitalization on technologicalinnovations in small and medium-sized enterprises (SMEs) [J]. Technological Forecasting and Social Change, 2023, 191:122474.
- [17] Estensoro M, Larrea M, Müller J M, et al. A resource-based view on SMEs regarding the transition to more sophisticated stages of Industry 4.0[J]. European Management Journal, 2022, 40(05):778-792.
- [18] Cardoni A, Kiseleva E, Lombardi R. A sustainable governance modelto prevent corporate corruption: integrating anticorruption practices, corporate strategy and business processes[J]. Business Strategy and the Environment, 2020, 29(03):1173-1185.
- [19] Triguero A, Córcoles D, Cuerva M C. Persistence of innovation andfirm's growth: evidence from a panel of SME and large Spanish manufacturing firms[J]. Small Business Economics, 2014, 43(04):787-804.
- [20] 范红忠, 王子悦, 陶爽. 数字化转型与企业创新: 基于文本分析方法的经验证据[J]. 技术经济, 2022(10):34-44.
- [21] Hansen B E. Threshold effects in non-dynamic panels: estimation, testing, and inference[J]. Journal of Econometrics, 1999, 93(02):345-368.
- [22] Chen W Y, Zhang L G, Jiang P Y, et al. Can digital transformationimprove the information environment of the capital market? Evidence from the analysts' prediction behaviour[J]. Accounting & Finance, 2022, 62(02): 2543-2578.
- [23] 肖士盛, 吴雨珊, 亓文韬. 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[J]. 经济管理, 2022(5):41-62.