

资产专用性是否抑制了企业数字化转型？

——基于中国制造业上市公司的经验证据

曾雅婷,徐新月,赵育瑶,李 宾

(北京化工大学 经济管理学院,北京 100029)

[摘要]以 2011—2020 年 2091 家制造业上市公司为样本,探析资产专用性对企业数字化转型的影响及作用机制。研究发现:第一,从企业是否进行数字化转型以及数字化转型程度两个层面来看,资产专用性会制约企业的数字化转型;第二,经营风险与可用资源数量在资产专用性对企业数字化转型的影响中发挥着中介作用,具体表现为资产专用性通过提高企业经营风险、减少企业通用性可用资源,进而抑制了数字化转型;第三,进一步分析结果表明,数字化转型能够显著提升企业的全要素生产率,但资产专用性越高的企业,数字化转型对企业全要素生产率的提升效果越差。研究结论对进一步推进制造业企业数字化转型、提升数字化转型成效具有一定的理论和现实指导意义。

[关键词]资产专用性;数字化转型;Heckman 两阶段模型;制造业企业;经营风险;全要素生产率

[中图分类号]F272.3 **[文献标志码]**A **[文章编号]**1004-4833(2023)05-0066-10

一、引言

党的十九大报告将“数字中国”上升为国家发展战略,二十大报告进一步提出要加快推动互联网、大数据、人工智能等先进数字化技术与企业深度融合发展。《“十四五”智能制造发展规划》提出,70%的规模以上制造业企业到 2025 年要基本实现数字化。可见,当前制造业企业已成为数字化转型的主战场之一^[1]。随着劳动力、原材料、运营等成本压力不断增大,制造业企业也期望通过数字化转型更好地盘活资产、整合资源,提升生产效率与经营效益。然而,当前我国企业的数字化转型整体上仍处于摸索阶段,缺乏完善的数字化转型理论指导体系,转型仍存在较高失败风险^[2]。埃森哲统计数据显示,到 2022 年我国已实现数字化转型的企业占比只有 25%,其中仅有 17%的企业通过数字化转型实现了显著的营业收入提升和销售利润增长。很多企业在数字化转型方面还存在“不敢转”“不愿转”“不会转”等问题。如何加快推动制造业企业数字化转型,并使其通过转型取得显著成效,已成为学术界与业界共同关注的问题。

在新古典经济学中,假设资产具有完全通用性,企业在进入、退出市场或转型时完全不会受到现有资产的阻碍,也不会受到当前资产配置情况的影响。但在现实中,为实现专业化生产,企业会购置流动性、兼容性和通用性较低的专用性资产。受到有限理性和经营不确定性的影响,企业在经营中签订的契约并不完全^[3],由资产专用性引发的交易成本成为企业在生产经营以及转型决策时必须考虑的问题,因此从理论上讲,企业的数字化转型决策不可避免地会受到现有资产配置的影响。在实践中,制造业企业的资产专用性如何影响数字化转型?其中的具体影响机制是什么?不同资产专用性水平的企业数字化转型成效有何差异?已有研究尚未给出系统性的回答。

当前,针对企业数字化转型成效的研究较多,而对其影响因素的探讨则相对欠缺。现有文献中,关于企业数字化转型的影响因素可以总结为个体、组织和市场三个方面,个体因素主要包括企业员工的数字化技术与创新能力、管理者是否有数字化思维及领导力水平等^[4];组织因素包括企业数字化转型的自主权、数字化团队的建设程度、竞争战略的适配度、组织设计的匹配度、管理保障水平以及资金的充足程度等^[5-6];市场因素包括企业的

[收稿日期]2023-03-18

[基金项目]教育部人文社会科学青年基金项目(20YJC790005);教育部人文社会科学规划基金项目(21YJA790028)

[作者简介]曾雅婷(1990—),女,江苏盐城人,北京化工大学经济管理学院副教授,硕士生导师,博士,从事数字化转型研究;徐新月(1998—),女,山东烟台人,北京化工大学经济管理学院硕士研究生,从事数字化转型研究;赵育瑶(1999—),女,河南南阳人,北京化工大学经济管理学院硕士研究生,从事数字化转型研究;李宾(1979—),男,河南滑县人,北京化工大学经济管理学院院长,教授,博士生导师,博士,从事数字化转型研究,通讯作者,E-mail:nuclibin@126.com。

营商环境、消费者对数字化的接受度、产业链的数字化水平以及市场中转型生态体系的完善程度等^[7-8]。已有研究尚未系统地探析企业现有资产配置特点对数字化转型的影响。作为实体经济的骨架与支撑,制造业企业通常资产总规模较大、资产专用性水平较高,因此在制定数字化转型决策时更要考虑转型带来的资产冲突与已有专用性资产的处理问题。

本文以2011—2020年中国制造业上市公司为样本,探析资产专用性对制造业企业数字化转型的影响。本文可能的贡献主要有:(1)拓展了企业资产专用性的影响研究,并将微观企业的数字化转型细分为是否转型以及转型程度两个层面,探究资产专用性对制造业企业转型概率与程度的影响,验证了资产专用性影响企业数字化转型的广延边际效应和集约边际效应;(2)深入剖析了企业资产专用性影响其数字化转型的理论逻辑,探究了资产专用性通过成本效应给数字化转型带来的直接影响机制以及通过提高经营风险、减少企业可用资源带来的间接影响机制,深化了企业在数字化转型中对现有资产配置影响的认识。企业的数字化转型会给企业带来一系列变革,由此产生了与现有核心资源的适配性问题,因此必须要考虑如何在数字化转型中协调与处置现有资产,如果企业在数字化转型中急于求成,忽视现有资产配置特点对转型的影响,则可能会制约核心业务的发展,导致转型的失败。本研究对更好地推动企业实现数字化转型、助力高质量发展具有重要的管理启示。

二、机理分析与研究假说

对于企业来说,数字化转型是一项长期性、系统性的任务,兼具投资金额大、风险高、回报周期长、经营不确定性高等特点^[9-10],企业在数字化转型中必然会考虑到专用性资产处置、升级迭代形成的转型成本以及由此产生的经营风险与资源占用问题。因此,资产专用性会直接通过成本效应影响企业的数字化转型,间接通过影响经营风险和可用资源进而影响企业的数字化转型。

(一)资产专用性对企业数字化转型的影响

资产专用性带来的转型成本会降低数字化转型意愿。所谓数字化转型,是指运用数字化技术对企业的生产技术、组织管理、经营管理、业务架构以及创新研发活动等进行深层次的重塑与再造^[11]。资产的转型成本是数字化转型决策中的一个重要考量因素,这种成本的大小取决于资产的专用程度^[12]。原因在于:一方面,企业在数字化转型时需要更新、替换、改造或升级现有资产,以适应新的数字化技术和系统,而专用性资产本质上是为了某种交易而产生的长期性投资,通用性、可逆性较差,一旦投资形成后便会“锁定”在特定形态、特定生产或交易模式上,一旦出售、用途转变或报废专用性资产就会产生价值损失^[13],且资产专用性水平越高,价值损失就越大,因此企业的专用性资产越多,数字化转型时的资产转换成本就越高。例如,对于依赖于特定生产设备的企业,将其纳入物联网和自动化系统中需要进行额外的定制化工作和集成工作。而且,专用性资产在与其他系统和流程的整合方面可能存在困难,如果专用性资产的数据格式、接口或工作流程与现有系统不兼容,无法适应新技术或新商业模式的变化,就会增加转型的复杂性和成本,给数字化转型带来挑战。另一方面,为了预防专用性资产投资带来的机会主义,企业采取的契约型治理机制会进一步提高数字化转型成本。在有限理性和信息不对称的制约下,专用性资产的投资方会被交易对象讨价还价,交易中会产生机会主义行为^[14]。为了防止此类行为的发生,企业通常会选择关系型治理方式,通过构建供应链上下游紧密的合作关系来提升契约双方的依赖性与锁定性,这种稳定且紧密的合作关系与现有的专用性资产以及由此形成的技术发展范式密切相关^[15],企业的全面性数字化转型可能会影响现有的专用性资产及生产技术的应用,影响已形成的稳定合作关系,进而提高了转型成本。因此,转型成本的大小与资产专用性程度高低密切相关^[12,16],资产专用性程度越高,越会降低企业的数字化转型意愿。基于此,本文提出研究假说 H1。

H1:资产专用性对制造业企业数字化转型具有负向影响。

(二)经营风险在资产专用性与企业数字化转型关系中的中介作用

资产专用性会提升企业的经营风险。第一,通常情况下,专用性资产的购置与建造过程本身就已产生了较高的投资成本,如果市场或行业情况发生变化,导致该资产的需求减少或完全消失,那么企业可能会面临巨大的损失。专用性资产占比高的企业在资产价值方面的不确定性会导致其经营风险较高。第二,专用性资产具有黏着性、高锁定、异质性与不可逆性等特质,这会导致经营中产生较强的“锁定”效应,也就是说,企业投资的专用

性资产很难再转用到其他用途中,若要转为其他用途或转变经营方向,就会产生价值损失,且资产专用性水平越高,其价值损失风险就越大。在不断变化的市场环境下,企业的经营可逆性水平越低,资产价值损失风险越大,经营风险也越大。第三,资产专用性导致的可占用准租、不完全契约可能会诱发交易活动中的“敲竹杠”风险,进而导致企业的议价能力下降、交易风险以及风险敏感度提高等^[17]。

数字化转型意愿会因受到企业风险承受能力的制约而下降。一方面,专用性资产占比高的企业为了应对资产专用性的“套住效应”和“敲竹杠”风险,通常倾向于选择更加保守的投资与经营策略,减少甚至取消对高风险项目的投资,以确保收益稳定,对数字化转型持保守态度。另一方面,数字化转型需要企业内部的组织结构、业务流程和组织文化发生较大变化,涉及数据收集、存储、处理以及信息系统的安全保护等方面。企业在进行数字化转型时,可能会面临组织内部变革的阻力和冲突、数据泄露、网络供给、合规风险等安全和隐私问题,并且生产技术、产品开发及市场反应的不确定性均会提高,经营风险水平也会随之提升^[18-21]。数字化转型通常会对企业的风险承受能力提出更高要求,而资产专用性越高的企业,风险敏感程度越高,数字化转型意愿越有可能受到抑制。

基于以上分析,本文提出研究假说 H2。

H2: 资产专用性越高,越会提高企业经营风险,进而抑制数字化转型,即经营风险在资产专用性和数字化转型之间起着中介作用。

(三) 可用资源在资产专用性与企业数字化转型关系中的中介作用

资产专用性会减少企业的可用资源。专用性资产是企业为了支持特定交易所进行的长久性投资,这类投资通常价值高、回收期长且具有特定的竞争优势。根据路径依赖理论,企业在发展过程中会不断强化现有优势发展路径,由此产生组织发展惯性。然而,专用性资产一旦投资后,其变现、转做他用或抵押的价值都会比较低^[22-24],这会导致资源的局限性。因此,资产专用性水平高的企业更愿意将大部分资金、人才等资源投入现有发展模式^[25-26],可用于数字化转型的通用性资源则受到制约。

数字化转型意愿会因受到企业可用资源的制约而下降。一方面,数字化转型是建立在充足资源基础上的重大变革^[27-29],需要技术设备、系统集成、软件开发、培训和人员招聘等方面的支出。当企业的资产专用性水平较高时,这些投资成本可能会超出企业当前的财务能力和承受能力。另一方面,在制造业的数字化转型中,最核心的变革就是要通过虚拟化功能创建仿真和数字化模型,对产品的设计、生产、组装的全流程构建起纯信息的虚拟模型以及虚拟模型与实际物理对应物的衔接平台。以生产过程中的数字化转型为例,需要将企业工厂车间里的所有生产操作流程细分拆解成标准化动作后,制作出一个反映实体流程的镜像虚拟模型,并以虚拟模型为基础,建构具有“动态感知—实施分析—自主决策—精准执行”特征的智能化制造模式。当企业的资产专用性水平提高时,其用于特殊用途的生产设备就更多,通常生产工序更多、工艺更复杂、生产设备更多样化,数字化转型的难度也就更大,转型中对可用资源的需求也就更多。受限于可用资源的制约,企业的数字化转型意愿也会降低。

基于以上分析,本文提出研究假说 H3。

H3: 资产专用性水平越高,越会减少企业可用资源,进而抑制数字化转型,即可用资源在资产专用性和数字化转型之间起着中介作用。

三、研究设计

(一) 数据来源与样本选择

作为实体经济的重要组成部分,制造业企业是研究数字技术与实体经济融合发展的典型代表。本文参考中国证监会 2012 版行业分类标准,选取 2011—2020 年中国上市公司中的制造业企业作为研究对象。根据研究需要,本文对数据进行如下处理:第一,剔除 ST、*ST 类特殊状态样本;第二,剔除数据指标缺失过多的样本;第三,为尽可能地减少异常值的影响,对全部连续变量进行上下 1% 的 Winsorize 缩尾处理。经筛选,本文最终获得 2091 家制造业上市公司 12471 个样本的非平衡面板数据。数据主要来源于 CSMAR 数据库。

(二) 变量选择与说明

1. 被解释变量:企业数字化转型

本文从两个层面衡量企业的数字化转型:第一个层面为企业是否进行了数字化转型,第二个层面为企业数

数字化转型程度。借鉴吴非等^[30]的研究^①,本文在主回归中采用文本分析法对制造业上市企业年报文本中关于人工智能技术、区块链技术、云计算技术、大数据技术及数字技术应用等数字化转型的关键词进行识别提取,通过词频统计得到有关企业数字化转型的“数字化词频”,对于企业是否进行数字化转型采用虚拟变量来衡量,如年报中有数字化词频则设为1,否则设为0;对于数字化转型程度的代理变量采用数字化词频累加值加1的自然对数表示。

2. 解释变量:资产专用性

借鉴周煜皓和张盛勇的方法^[31],本文采用“(固定资产+在建工程+无形资产+长期待摊费用)/总资产”来衡量资产专用性。

3. 控制变量

为了控制其他因素对企业数字化转型的影响,参考孙晓华等^[26]、陈庆江等^[32]、王生年等^[33]的研究,本文选取企业与地区两个层面的控制变量,企业层面控制了企业规模(*Size*)、产权性质(*Soe*)、债务情况(*Lev*)、盈利能力(*Roa*)、两职合一(*Duality*)、员工人数(*People*)、现金流状况(*CashFlow*)、独立董事占比(*IndDirector*)、股权集中度(*LH*)、研发投入(*RD*),地区层面控制了市场竞争强度(*HHIA*)与地区数字经济水平(*ZCF*)。此外,模型中还设置了年度虚拟变量。具体变量名称及定义见表1。

表1 主要变量定义

变量类型	名称	符号	定义
被解释变量	是否数字化转型	<i>DT</i>	虚拟变量,企业年报中有数字化转型关键词词频取1,否则取0
	数字化转型程度	<i>DDT</i>	年报中数字化转型关键词词频累加值加1的自然对数
解释变量	资产专用性	<i>AS</i>	(固定资产+在建工程+无形资产+长期待摊费用)/总资产
控制变量	企业规模	<i>Size</i>	企业总资产的自然对数
	产权性质	<i>Soe</i>	虚拟变量,实际控制权是国有设为1,否则为0
	债务情况	<i>Lev</i>	资产负债率
	盈利能力	<i>Roa</i>	净利润/总资产余额
	两职合一	<i>Duality</i>	虚拟变量,董事长和总经理为同一人设为1,否则为0
	员工人数	<i>People</i>	员工人数的自然对数
	现金流状况	<i>CashFlow</i>	经营活动产生的现金流量净额/期初总资产
	独立董事占比	<i>IndDirector</i>	独立董事数量/董事规模
	股权集中度	<i>LH</i>	第一大股东持股比例
	研发投入	<i>RD</i>	研发投入/营业收入
市场竞争强度	<i>HHIA</i>	企业所在省区市的赫芬达尔指数	
地区数字经济水平	<i>ZCF</i>	企业所在省区市的数字经济发展水平	

(三) 模型设计

本文以上市公司中的制造业企业为样本,分析企业的资产专用性水平对数字化转型的影响,但并非所有企业都已开展数字化转型,这种情况造成了被解释变量(企业数字化转型程度)的数据在0处被截断,使得模型中出现了非连续变量的情况,因此直接使用普通最小二乘法(OLS)对模型进行估计将会存在较大偏误。此外,企业在数字化转型中可能存在一定的自选择问题,即开展数字化转型的企业可能本来就经营情况较好、资源较丰富。为了修正被解释变量的数据截断和可能存在的样本选择偏误问题,本文构建了Heckman两步法模型^[34],如M1和M2所示。

第一步的检验如模型M1所示,检验资产专用性对企业是否进行数字化转型的影响,该步骤中的被解释变量为虚拟变量,企业已进行数字化转型取1,否则取0;第二步的检验如模型M2所示,检验资产专用性对企业数字化转型程度的影响,该变量为在0处截断的连续变量。

$$Probit(DT_{i,t} = 1) = \Phi(\alpha_1 AS_{i,t} + \sum_{j=2}^n \alpha_j control_{i,t}) \quad M1$$

M1中, $DT_{i,t}$ 表示企业是否进行数字化转型, $Probit$ 表示企业进行数字化转型的概率, $AS_{i,t}$ 表示企业的资产专用性水平, $control_{i,t}$ 为控制变量(具体变量选择及定义见表1), i 表示第*i*个企业, t 表示年份。

①人工智能技术:人工智能、商业智能、图像理解、投资决策辅助系统、智能数据分析、智能机器人、机器学习、深度学习、语义搜索、生物识别技术、人脸识别、语音识别、身份验证、自动驾驶、自然语言处理;区块链技术:数字货币、智能合约、分布式计算、去中心化、比特币、联盟链、差分隐私技术、共识机制;云计算技术:内存计算、云计算、流计算、图计算、物联网、多方安全计算、类脑计算、绿色计算、认知计算、融合架构、亿级并发、EB级存储、信息物理系统;大数据技术:大数据、大数据挖掘、文本挖掘、数据可视化、异构数据、征信、增强现实、混合现实、虚拟现实;数字技术应用:移动互联网、工业互联网、移动互联、互联网医疗、电子商务、移动支付、第三方支付、NFC支付、B2B、B2C、C2B、C2C、O2O、网联、智能穿戴、智慧农业、智能交通、智能医疗、智能客服、智能家居、智能投顾、智能文旅、智能环保、智能电网、智能能源、智能营销、数字营销、无人零售、互联网金融、数字金融、Fintech、金融科技、量化金融、开放银行。

进一步地,参考黄海杰等的研究^[35],本文将第一步回归计算出的逆米尔斯比(IMR)值作为控制变量加入M2中,构建资产专用性影响制造业企业数字化转型程度的第二阶段方程。

$$DDT_{i,t} = \beta_0 + \beta_1 AS_{i,t} + \sum_{j=2}^n \beta_j control_{i,t} + \frac{\gamma \varphi(X'_1 \hat{\beta}_1)}{\Phi(X'_1 \hat{\beta}_1)} + \varepsilon_{i,t} \quad M2$$

其中,DDT_{i,t}表示企业数字化转型程度,AS_{i,t}表示企业资产专用性水平,ε_{i,t}是随机误差项, $\frac{\varphi(X'_1 \hat{\beta}_1)}{\Phi(X'_1 \hat{\beta}_1)}$ 为测算出的逆米尔斯比率(IMR),如果IMR的估计系数显著不等于零,则意味着本研究存在一定的样本选择偏误问题。相较于普通最小二乘法(OLS),采用Heckman两阶段模型进行回归检验能更有效地解决样本选择偏误问题,使估计结果更为可靠。

四、实证结果及分析

(一)描述性统计

为了对中国制造业上市公司的资产专用性水平和企业数字化转型情况有一个总体了解,表2报告了主要变量的描述性统计结果。数字化转型程度(DDT)的最大值是7.277,最小值为0,均值是1.671,标准差是1.64,说明不同企业的数字化转型程度存在很大差异,样本选择范围广泛,代表性强;资产专用性(AS)的最大值为0.85,最小值为0.015,均值为0.329,标准差为0.158,说明不同制造业企业的专用性资产占比情况差异较大,且总体符合正态分布。样本间差异较大,样本代表性较好,为回归检验奠定了良好基础。

(二)回归结果分析

表3报告了Heckman两步法回归结果。第(1)列报告了Heckman第一阶段的估计结果,被解释变量为企业是否进行数字化转型(DT),检验了数字化转型会受到哪些因素的影响,其中,资产专用性(AS)的回归系数为-1.964且在1%水平上显著,说明专用性资产在总资产中占比每提高一个百分点,企业数字化转型概率就会下降1.964个百分点。第(2)列报告了Heckman第二阶段的估计结果,检验了企业数字化转型程度的影响因素,资产专用性对制造业企业数字化转型程度的回归系数为-2.121且通过了1%水平的显著性检验,说明资产专用性对制造业企业数字化转型程度也存在显著的负向影响。此外,逆米尔斯比(IMR)的回归系数在1%水平上显著,说明使用Heckman模型更合适。综上,资产专用性对制造业企业转型概率与转型程度均存在显著的负向影响,企业资产专用性水平越高,越会抑制数字化转型概率和程度,说明资产专用性水平较高确实成为掣肘制造业企业数字化转型的重要因素,H1得到支持。

表2 主要变量的描述性统计

变量	样本量	最大值	最小值	均值	标准差
AS	12471	0.85	0.015	0.329	0.158
DDT	12471	7.277	0.000	1.671	1.64
DT	12471	1	0.000	0.525	0.499
Size	12471	27.547	19.931	22.107	1.138
Soe	12471	1	0.000	0.306	0.461
Lev	12471	1.957	0.014	0.4	0.19
Roa	12471	0.786	-1.395	0.042	0.061
Duality	12471	1	0.000	0.298	0.458
People	12471	12.23	4.500	7.855	1.099
CashFlow	12471	2.871	-1.481	0.052	0.083
IndDirector	12471	75	0.000	37.112	6.173
LH	12471	89.99	0.000	34.113	14.58
RD	12471	137.45	0.000	4.221	4.459
HHIA	12471	1	0.019	0.192	0.215
ZCF	12471	7.416	-0.813	1.544	1.498

表3 Heckman 两步法回归结果

变量	(1)	(2)	变量	(1)	(2)
	DT	DDT		DT	DDT
AS	-1.964 *** (-22.621)	-2.121 *** (-13.472)	LH	-0.000 (-0.404)	-0.005 *** (-4.235)
Size	-0.077 *** (-3.671)	0.146 *** (5.774)	RD	0.031 *** (10.023)	0.002 (0.654)
Soe	-0.317 *** (-10.373)	-0.349 *** (-6.518)	HHIA	0.039 (0.657)	-0.059 ** (-2.042)
Lev	-0.032 (-0.367)	0.016 (0.210)	ZCF	0.099 *** (8.259)	0.111 *** (4.022)
Roa	-1.269 *** (-4.722)	-1.491 *** (-9.201)	IMR		1.301 *** (12.738)
Duality	0.037 (1.310)	-0.012 (-0.564)	Constant	-1.090 *** (-3.117)	-5.576 *** (-12.062)
People	0.286 *** (13.610)	0.281 *** (9.780)	年份	控制	控制
CashFlow	0.339 * (1.882)	0.192 ** (2.164)	个体	控制	控制
IndDirector	0.013 *** (6.082)	-0.000 (-0.204)	N	12471	12471
			r ²		0.634

注:***、**和*分别表示在1%、5%和10%的水平上显著,括号内为t值。下同。

(三) 稳健性检验

1. 内生性问题处理

企业在进行数字化转型的过程中,可能会增加投资有助于数字化、智能化生产经营的固定资产和无形资产,由此会反向导致企业资产专用性水平的提高,因此企业的资产专用性与数字化转型之间可能在一定程度上存在反向因果关系。为了缓解由反向因果关系导致的内生性问题,使估计结果更加稳健可靠,本文选取资产专用性的滞后一期作为资产专用性的工具变量,并采用 2SLS 和 Heckman 相结合的方法进行回归检验,以降低单独使用固定效应或 Heckman 回归模型可能带来的检验偏差^[36]。回归结果如表 4 所示,第(1)列是企业是否进行数字化转型的影响因素检验结果,第(2)列是企业数字化转型程度的影响因素检验结果,资产专用性(L. AS)对企业数字化转型的意愿(DT)和转型程度(DDT)均产生了负向影响,且均在 1% 水平上显著,说明在考虑了内生性问题的情况下,H1 仍被证实。

2. 剔除数字化行业的企业样本

考虑到生产智能设备的企业年报中数字化、智能化等关键词可能对应的是产品而非生产运营的数字化转型以及计算机、通信等制造业企业的数字化水平本身就较高,本文参照证监会 2012 版行业分类中的制造业企业类型明细,剔除计算机、通信和其他电子设备制造业企业后进行稳健性检验。回归结果如表 5 所示,资产专用性对企业数字化转型意愿和轻型程度的 Heckman 检验结果均仍在 1% 水平上显著为负,H1 仍被验证。

3. 替换数字化转型的衡量方式

目前关于数字化转型的衡量方式主要有文本分析法和数字化资产计算方法两类。本文借鉴祁怀锦等^[37]、张永坤等^[38]的研究,以上市公司财务报告附注披露的年末无形资产明细项中是否有与数字化转型相关的专利价值来衡量。企业在数字化转型中通常需要在员工技能、组织架构、业务流程等方面增加与数字化相关的无形资产投入,因此如果无形资产中包含与数字化相关的资产,则认为企业进行了数字化转型,并进一步提取出“数字化无形资产”总额,计算出与数字化转型相关的无形资产占无形资产总额的比例来度量企业的数字化水平,企业数字化转型概率和转型程度分别记为 dig1 和 DIG1。之后,本文采用 Heckman 两阶段模型进行回归检验,回归结果如表 6 中列(1)和列(2)所示,资产专用性(AS)的回归系数均在 1% 水平上显著为负,H1 再次得证。

本文还借鉴赵宸宇等的研究^[39],从数字技术应用、互联网商业模式、智能制造和现代信息系统四个维度采用文本分析法测度企业的数字化转型水平,该衡量方法下的企业数字化转型概率和转型程度分别记为 dig2 和 DIG2。同样,本文采用 Heckman 模型进行回归,回归结果如表 6 中列(3)和列(4)所示,资产专用性(AS)的回归系数均在 1% 水平上显著为负,结论依然稳健。

表 4 2SLS + Heckman 内生性检验结果

变量	(1) DT	(2) DDT
L. AS	-1.848 *** (-18.989)	-5.702 *** (-13.630)
Control	YES	YES
IMR		2.241 *** (7.236)
Constant	-0.731 * (-1.839)	0.551 (1.428)
年份	控制	控制
个体	控制	控制
N	9797	9797
r ²		0.330

注:控制变量跟基准回归保持一致,控制变量回归结果未列示,备索。下同。

表 5 剔除数字化行业样本后的 Heckman 两步法检验结果

变量	(1) DT	(2) DDT
AS	-1.836 *** (-19.468)	-1.952 *** (-11.699)
Control	YES	YES
IMR		1.231 *** (11.677)
Constant	-2.012 *** (-5.328)	-5.554 *** (-10.497)
年份	控制	控制
个体	控制	控制
N	10715	10715
r ²		0.609

表 6 替换数字化转型衡量方式的检验结果

变量	(1) dig1	(2) DIG1	(3) dig2	(4) DIG2
AS	-0.664 *** (-7.658)	-0.145 *** (-8.674)	-0.905 *** (-9.447)	-22.753 *** (-10.720)
Control	YES	YES	YES	YES
IMR1		0.216 *** (5.089)		
IMR2				47.865 *** (12.085)
Constant	0.664 * (1.857)	0.190 *** (3.510)	-1.038 ** (-2.571)	-75.974 *** (-9.633)
年份	控制	控制	控制	控制
个体	控制	控制	控制	控制
N	12471	12471	12471	12471
r ²		0.034		0.179

五、中介机制检验

前文研究结果表明,资产专用性对企业数字化转型概率和转型程度均会产生负向影响。为了进一步验证资

产专用性影响企业数字化转型的内在影响机制,本文基于理论分析构建了“资产专用性—经营风险—企业数字化转型”和“资产专用性—可用资源—企业数字化转型”两条中介路径,并借鉴 Baron 和 Kenny^[40]、温忠麟和叶宝娟^[41]、Shahbaz 等^[42]的做法,采用层次回归法建立中介效应模型进行验证。

(一) 经营风险的中介效应

为了检验制造业企业的资产专用性水平是否会提升经营风险,从而降低数字化转型程度,在模型 M2 的基础上,本文进一步构建模型 M3、模型 M4。其中, $Risk_{i,t}$ 代表经营风险,参考张军等^[43]、余明桂等^[44]的研究,以主营业务收入的年内波动性来衡量企业的经营风险,具体测度方法是当年各季度主营业务收入除以企业总资产后取标准差,公式为 $\sigma = Sales_t / Assets_t$ 。其余控制变量与基准回归模型 M2 中相同。

$$Risk_{i,t} = \epsilon_0 + \epsilon_1 AS_{i,t} + \sum_{j=2}^n \epsilon_j control_{i,t} + \frac{\gamma\varphi(X'_1 \hat{\beta}_1)}{\Phi(X'_1 \hat{\beta}_1)} + \epsilon_{i,t} \tag{M3}$$

$$DDT_{i,t} = \delta_0 + \delta_1 AS_{i,t} + \delta_2 Risk_{i,t} + \sum_{j=2}^n \delta_j control_{i,t} + \frac{\gamma\varphi(X'_1 \hat{\beta}_1)}{\Phi(X'_1 \hat{\beta}_1)} + \epsilon_{i,t} \tag{M4}$$

M2、M3、M4 的回归结果分别如表 7 中列(1)、列(2)、列(3)所示。列(1)中资产专用性的回归系数为 -2.121 且在 1% 水平上显著,说明资产专用性显著抑制了数字化转型,H1 得证。列(2)中资产专用性的回归系数为 0.102 且在 5% 水平上显著,说明企业的资产专用性水平越高,经营风险越高。列(3)中企业经营风险的回归系数为 -0.194 且在 1% 水平上显著,资产专用性的回归系数为 -2.101 且在 1% 水平上显著。由此可以看出,资产专用性通过提高企业的经营风险,进而抑制了企业的数字化转型,即经营风险在资产专用性与数字化转型之间发挥了中介作用,H2 得证。

考虑到 Bootstrap 是公认的比层次回归法统计效力更高的中介机制检验方法,本文对经营风险进一步采用 Bootstrap 法构建了百分位值法和偏差校正法的 95% 水平置信区间,在抽样 300 次、500 次、1000 次的情况下进行中介效应验证,结果均显著。回归结果(未列示,备索)中,中介效应的百分位值法和偏差校正法的 95% 水平置信区间均不包含 0,证实存在中介效应,H2 依然得证。

(二) 可用资源的中介效应

为了检验制造业企业的资产专用性水平是否会减少可用资源,从而降低数字化转型水平,本文在模型 M2 的基础上,进一步构建模型 M5、模型 M6。参考李德辉等和王红建等的研究^[45-46],以企业的速动资产($Cash_{i,t}$)作为可用资源的代理变量纳入 M5 和 M6 中,这是考虑到企业在数字化转型中需要增加数字化技术、人力等方面的投资,货币资金支付是一种最为便捷有效的资源获取方式,而速动资产是可以迅速转换成为现金或已属于现金形式的资产,有助于企业更好更快地实现数字化转型。M5 和 M6 中的其余控制变量与基准回归模型 M2 中相同。

$$Cash_{i,t} = \pi_0 + \pi_1 AS_{i,t} + \sum_{j=2}^n \pi_j control_{i,t} + \frac{\gamma\varphi(X'_1 \hat{\beta}_1)}{\Phi(X'_1 \hat{\beta}_1)} + \epsilon_{i,t} \tag{M5}$$

$$DDT_{i,t} = \tau_0 + \tau_1 AS_{i,t} + \tau_2 Cash_{i,t} + \sum_{j=2}^n \tau_j control_{i,t} + \frac{\gamma\varphi(X'_1 \hat{\beta}_1)}{\Phi(X'_1 \hat{\beta}_1)} + \epsilon_{i,t} \tag{M6}$$

M2、M5、M6 的回归结果如表 8 中列(1)、列(2)、列(3)所示。列(2)中,资产专用性的回归系数为 -2.255 且在 1% 水平上显著,说明资产专用性水平越高,企业速动资产存有量越少。由列(3)可知,速动资产的回归系数为 0.023 且在 5% 水平上显著,资产专用性的回归系数为 -2.069 且在 1% 水平上显著。由此可以看出,速动资产在资产专用性与数字化转型之间发挥了中介作用,H3 得证。

表 7 经营风险的中介作用检验结果

变量	(1) DDT	(2) Risk	(3) DDT
AS	-2.121 *** (-13.472)	0.102 ** (2.366)	-2.101 *** (-13.361)
Risk			-0.194 *** (-5.420)
Control	YES	YES	YES
IMR	1.301 *** (12.738)	0.051 * (1.833)	1.311 *** (12.851)
Constant	-5.576 *** (-12.062)	-4.211 *** (-33.298)	-6.394 *** (-13.165)
年份	控制	控制	控制
个体	控制	控制	控制
N	12471	12471	12471
r ²	0.634	0.185	0.635

本文进一步采用 Bootstrap 方法检验可用资源是否在资产专用性与企业数字化转型之间发挥了中介作用(结果未列示,备案),H3 依然得证。

六、进一步分析

制造业企业进行数字化转型是大势所趋,相当一部分制造业企业已经进行了数字化转型的实践。从理论上讲,企业通过数字化转型建立现代化生产经营管理平台以及数据分析系统,有助于更充分地发挥制造业企业在资源和技术方面的比较优势,从而提升制造业企业生产效率^[47-49]。那么,我国制造业企业数字化转型后生产效率是否如预期一样有所提升?不同资产专用性水平企业的数字化转型成效是否存在显著差异?为回答这些问题,接下来本文展开进一步分析。

由于进行数字化转型的企业通常本来就生产经营状况好、生产效率较高,因此企业的数字化转型与全要素生产率提升之间可能存在一定的内生性关系。为了尽可能地解决内生性问题以及排除其他干扰因素的影响,并考虑到不同企业进行数字化转型的时间并不一致,本文利用多时点双重差分法(DID)构建模型 M7,选取全要素生产率($LPTFP_{i,t}$)作为衡量数字化转型成效的被解释变量,将企业是否进行数字化转型($DT_{i,t}$)作为解释变量。我们将企业按照资产专用性的中位数为资产专用性水平高组(高 AS 组)和低组(低 AS 组),通过分组检验,比较在不同资产专用性水平下,企业数字化转型对全要素生产率的异质性影响。

$$LPTFP_{i,t} = b_0 + b_1DT_{i,t} + b_2AS_{i,t} + \sum_{j=2}^n b_j control_{i,t} + \varepsilon_{i,t} \quad M7$$

其中,被解释变量 $LPTFP_{i,t}$ 表示全要素生产率, $AS_{i,t}$ 表示资产专用性, $DT_{i,t}$ 为虚拟变量,表示企业是否进行数字化转型,其余变量与基准回归模型 M2 中相同。

回归结果如表 9 所示,列(1)是总体样本下数字化转型(DT)对全要素生产率($LPTFP$)的回归结果,数字化转型(DT)的系数为 0.078,且通过了 1% 水平的显著性检验,说明企业数字化转型对全要素生产率有着显著的提升效果,即数字化转型有效提高了企业的生产效率。列(2)为高资产专用性水平样本组中数字化转型对全要素生产率的回归结果,数字化转型的系数为 0.049,但不显著,说明在该子样本中,数字化转型对企业全要素生产率没有表现出明显的提升效应。列(3)为低资产专用性水平样本组中数字化转型对全要素生产率的回归结果,数字化转型的系数为 0.106 且在 1% 水平上显著。比较表 9 中列(2)和列(3)的回归结果可以发现,企业的资产专用性水平越高,数字化转型对全要素生产率的提升效果越差,说明资产专用性增加了制造业企业数字化转型成功的难度。

前文的实证结果表明,资产专用性会显著抑制企业数字化转型,且资产专用性水平越高,数字化转型的成效越差。本文认为导致上述结果的可能原因是:在实践中,企业投资专用性资产是为了形成同行难以模仿的竞争优势,包括提高生产效率或生产出具有独特优势的产品,因此专用性资产对企业发展发挥着关键性的影响。然而,这类资产的流动性、兼容性、通用性较低,且价值通常较高。受到交易中普遍存在的不确定性、有限理性以及可能机会主义行为的约束,企业投资专用性资产后会在生产技术、发展模式等方面表现出明显的“套牢效应”。企业的数字化转型是对生产制造、管理运营、市场营销、物流配送、研发创新等各个业务环节的全面变革,具体变革中需要对原流程进行科学拆解、重新组合,企业的资产专用性水平越高,对原生产技术、发展模式的路径依赖越强,数字化转型的工作量及工作难度就越大,转型成效就越难以体现。而且,数字化转型如果不能实现与已有

表 8 可用资源的中介作用检验结果

变量	(1)	(2)	(3)
	<i>DDT</i>	<i>Cash</i>	<i>DDT</i>
<i>AS</i>	-2.121*** (-13.472)	-2.255*** (-15.656)	-2.069*** (-12.992)
<i>Cash</i>			0.023** (2.142)
<i>Control</i>	<i>YES</i>	<i>YES</i>	<i>YES</i>
<i>IMR</i>	1.301*** (12.738)	1.462*** (15.645)	1.267*** (12.267)
<i>Constant</i>	-5.576*** (-12.062)	-7.097*** (-16.780)	-5.412*** (-11.555)
年份	控制	控制	控制
个体	控制	控制	控制
<i>N</i>	12471	12471	12471
<i>r</i> ²	0.634	0.131	0.634

表 9 不同资产专用性水平下数字化转型对全要素生产率的影响

变量	总体	高 AS 组	低 AS 组
	(1)	(2)	(3)
	<i>LPTFP</i>	<i>LPTFP</i>	<i>LPTFP</i>
<i>DT</i>	0.078*** (2.752)	0.049 (1.173)	0.106*** (2.630)
<i>AS</i>	-0.688*** (-4.450)	-1.096*** (-4.282)	-0.132 (-0.344)
<i>Controls</i>	<i>YES</i>	<i>YES</i>	<i>YES</i>
<i>Constant</i>	-11.576*** (-15.162)	-8.278*** (-6.643)	-11.825*** (-9.757)
年份	控制	控制	控制
个体	控制	控制	控制
<i>N</i>	12471	6301	6170
<i>r</i> ²	0.463	0.445	0.433

专用性资产的深度融合,则很难提升企业的产出效率,甚至可能会损害企业原有的发展优势。因此,企业的资产专用性水平越高,数字化转型成功的难度就越大。

七、研究结论与政策启示

本文以我国2011—2020年制造业上市公司为样本,探究了资产专用性对企业数字化转型的影响及作用机制。实证检验发现:第一,资产专用性会显著抑制制造业企业数字化转型概率和转型程度。第二,中介机制分析结果表明,经营风险和可用资源数量在资产专用性与数字化转型之间发挥着中介作用,具体表现为资产专用性通过提高经营风险和减少可用资源,进而抑制了企业数字化转型。第三,进一步分析结果表明,数字化转型有助于提升企业全要素生产率,但资产专用性水平越高,数字化转型对企业全要素生产率的提升效果越差。

本研究的政策含义主要有:第一,提升企业专用性资产的配置效率,发挥资产专用性稀缺优势,规避投资专用性资产带来的“锁定效应”。由研究结论可知,高资产专用性成为掣肘制造业企业数字化转型的重要因素,隐藏在背后的逻辑是大量的专用性资产无法被企业充分调用,且在数字化转型中实现优化配置的难度较大,因此需要创新针对专用性资产的经营管理机制,如采用分离资产的使用权和所有权、将占有式的资产沉积转变为共享出租等方式,充分提高制造业企业现有资源的使用效率,减少企业数字化转型面临的资源约束条件。第二,制造业企业在数字化转型过程中,应重点关注如何实现数字化技术与已有专用性资产的深度融合。数字化作为未来发展的大趋势,企业需要充分认识到现有资产配置对于数字化转型以及转型成效的影响,并将科学优化现有专用性资产纳入数字化转型战略中,帮助企业更高效地进行数字化转型。第三,在推动制造业企业数字化转型过程中,相关部门应对专用性资产占比高的企业在融资、技术等方面给予有利的政策性帮扶。由机制检验结果可知,专用性资产占比高的企业在数字化转型时经营风险更高、可用资源更少,数字化转型成功的难度更大,因此需要相关部门从影响企业数字化转型的重要因素等方面提供更为全面的帮扶。

参考文献:

- [1]陈晓东,杨晓霞.数字化转型是否提升了产业链自主可控能力?[J].经济管理,2022(8):23-39.
- [2]谢绚丽,王诗卉.中国商业银行数字化转型:测度、进程及影响[J].经济学(季刊),2022(6):1937-1956.
- [3]Williamson O E. The economic institutions of capitalism: Firms, markets, and relational contracting[M]. New York: Free Press, 1985: 55.
- [4]陈德球,胡晴.数字经济时代下的公司治理研究:范式创新与实践前沿[J].管理世界,2022(6):213-240.
- [5]吴静,张风,孙翊,等.抗疫助推我国数字化转型:机遇与挑战[J].中国科学院院刊,2020(3):306-311.
- [6]武常岐,张昆贤,周欣雨,等.数字化转型、竞争战略选择与企业高质量发展——基于机器学习与文本分析的证据[J].经济管理,2022(4):5-22.
- [7]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.
- [8]史宇鹏,王阳.营商环境与企业数字化转型:影响表现与作用机制[J].北京交通大学学报(社会科学版),2022(2):14-28.
- [9]谭小芬,张文婧.经济政策不确定性影响企业投资的渠道分析[J].世界经济,2017(12):3-26.
- [10]刘淑春,闫津臣,张思雪,等.企业管理数字化变革能提升投入产出效率吗[J].管理世界,2021(5):170-190+13.
- [11]戚聿东,肖旭.数字经济时代的企业变革[J].管理世界,2020(6):135-152+250.
- [12]刘京,杜跃平.技术创新中资产专用性造成的转换成本问题研究[J].科技进步与对策,2005(8):113-115.
- [13]Williamson O E. Corporate finance and corporate governance[J]. The Journal of Finance, 1988, 43(3): 567-591.
- [14]Riordan M H, Williamson O E. Asset specificity and economic organization[J]. International Journal of Industrial Organization, 1985, 3(4): 365-378.
- [15]Dosi G. Sources, procedures, and microeconomic effects of innovation[J]. Journal of Economic Literature, 1988, 26(3): 1120-1171.
- [16]Fudenberg D, Tirole J. Capital as a commitment: Strategic investment to deter mobility[J]. Journal of Economic Theory, 1983, 31(2): 227-250.
- [17]池国华,徐晨阳.资产专用性提升了企业风险承担水平吗?——基于边界调节和中介传导的双重检验[J].中国软科学,2019(11):109-118+175.
- [18]Pindyck R S. Irreversibility, uncertainty, and investment[R]. NBER Working Papers, 1990.
- [19]李凤羽,史永东.经济政策不确定性与企业现金持有策略——基于中国经济政策不确定指数的实证研究[J].管理科学学报,2016(6):157-170.
- [20]Gulen H, Ion M. Policy uncertainty and corporate investment[J]. The Review of Financial Studies, 2016, 29(3): 5253-564.
- [21]刘贯春,段玉柱,刘媛媛.经济政策不确定性、资产可逆性与固定资产投资[J].经济研究,2019(8):53-70.
- [22]Cooper R W, Haltiwanger J C. On the nature of capital adjustment costs[J]. The Review of Economic Studies, 2006, 73(3): 611-633.
- [23]王节祥,盛亚,蔡宁.合作创新中资产专用性与机会主义行为的关系[J].科学学研究,2015(8):1251-1260.
- [24]王竹泉,段丙蕾,王苑琢,等.资本错配、资产专用性与公司价值——基于营业活动重新分类的视角[J].中国工业经济,2017(3):120-138.

- [25] Gelei A, Kenesei Z. The effect of relation-specific investments in the supply chain triad on innovation performance[J]. *Management*, 2016(2):123-138.
- [26] 孙晓华, 郭旭, 王昀. 政府补贴、所有权性质与企业研发决策[J]. *管理科学学报*, 2017(6):18-31.
- [27] Vial G. Understanding digital transformation: A review and a research agenda[J]. *The Journal of Strategic Information Systems*, 2019, 28(2):118-144.
- [28] 马赛, 李晨溪. 基于悖论管理视角的老字号企业数字化转型研究——以张弓酒业为例[J]. *中国软科学*, 2020(4):184-192.
- [29] 王永贵, 汪淋淋. 传统企业数字化转型战略的类型识别与转型模式选择研究[J]. *管理评论*, 2021(11):84-93.
- [30] 吴非, 胡慧芷, 林慧妍, 等. 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[J]. *管理世界*, 2021(7):130-144+10.
- [31] 周煜皓, 张盛勇. 金融错配、资产专用性与资本结构[J]. *会计研究*, 2014(8):75-80+97.
- [32] 陈庆江, 王彦萌, 万茂丰. 企业数字化转型的同群效应及其影响因素研究[J]. *管理学报*, 2021(5):653-663.
- [33] 王生年, 许阳, 赵爽. 供应商竞争与企业创新: 鹬蚌相争, 渔翁得利? [J]. *审计与经济研究*, 2023(2):56-66.
- [34] Heckman J J. Sample selection bias as a specification error[J]. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 1979, 47(1):153-161.
- [35] 黄海杰, 吕长江, 丁慧. 独立董事声誉与盈余质量——会计专业独董的视角[J]. *管理世界*, 2016(3):128-143+188.
- [36] 杨汝岱, 陈斌开, 朱诗娥. 基于社会网络视角的农户民间借贷需求行为研究[J]. *经济研究*, 2011(11):116-129.
- [37] 祁怀锦, 曹修琴, 刘艳霞. 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[J]. *改革*, 2020(4):50-64.
- [38] 张永坤, 李小波, 邢铭强. 企业数字化转型与审计定价[J]. *审计研究*, 2021(3):62-71.
- [39] 赵宸宇, 王文春, 李雪松. 数字化转型如何影响企业全要素生产率[J]. *财贸经济*, 2021(7):114-129.
- [40] Baron R M, Kenny D A. The moderator-mediator variable distinction in social psychological research: Conceptual, strategic, and statistical considerations. [J]. *Chapman and Hall*, 1986, 51(6):1173-1182.
- [41] 温忠麟, 叶宝娟. 中介效应分析: 方法和模型发展[J]. *心理科学进展*, 2014(5):731-745.
- [42] Shahbaz M, Song M, Ahmad S, et al. Does economic growth stimulate energy consumption? The role of human capital and R&D expenditures in China [R]. *MPRA Paper*, 2021.
- [43] 张军, 周亚虹, 于晓宇. 企业金融化的同伴效应与实体部门经营风险[J]. *财贸经济*, 2021(8):67-80.
- [44] 余明桂, 李文贵, 潘红波. 民营化、产权保护与企业风险承担[J]. *经济研究*, 2013(9):112-124.
- [45] 李德辉, 潘丽君, 尚铎. 企业数字化转型、冗余资源与创新产出——基于中国非金融上市公司的考察[J/OL]. (2022-10-27)[2023-02-04]. *软科学*:1-11.
- [46] 王红建, 李青原, 邢斐. 经济政策不确定性、现金持有水平及其市场价值[J]. *金融研究*, 2014(9):53-68.
- [47] 赵宸宇, 王文春, 李雪松. 数字化转型如何影响企业全要素生产率[J]. *财贸经济*, 2021(7):114-129.
- [48] 李宾, 龚爽, 曾雅婷. 数字普惠金融、融资约束与中小企业财务可持续[J]. *改革*, 2022(5):126-142.
- [49] 楼永, 刘铭. 中小企业数字化变革: 从迟徊观望到乘势而上——基于文本挖掘法的变革路径与绩效研究[J]. *工业技术经济*, 2022(2):3-13.

[责任编辑:王丽爱]

Does Asset Specificity Inhibit Enterprise Digital Transformation? Empirical Evidence Based on Listed Manufacturing Companies in China

ZENG Yating, XU Xinyue, ZHAO Yuyao, LI Bin

(School of Economics and Management, Beijing University of Chemical Technology, Beijing 100029, China)

Abstract: Taking 2091 listed manufacturing companies from 2011 to 2020 as a sample, the impact and mechanism of asset specificity on the digital transformation of enterprises were explored. It is found that: First, from the perspective of whether enterprises carry out digital transformation and the degree of digital transformation, asset specificity will restrict the digital transformation of enterprises. Second, operational risk and the number of available resources play a mediating role in the impact of asset specificity on the digital transformation of enterprises, which is manifested in asset specificity inhibiting digital transformation by improving enterprise operational risks and reducing the available resources of enterprise versatility. Third, further analysis shows that digital transformation can significantly improve the total factor productivity of enterprises, but the higher the asset specificity, the worse the effect of digital transformation on the total factor productivity of enterprises. This study has theoretical and practical guiding significance for further promoting the digital transformation of manufacturing enterprises and improving the effectiveness of digital transformation.

Key Words: asset specificity; digital transformation; Heckman selection model; manufacturing enterprises; operational risks; all-elements productivity