

数字化转型、供应链透明度与供应链绩效

——来自中国A股制造业上市公司的经验证据

井辉,范雨薇

(郑州大学商学院,河南郑州450001)

摘要:在复杂多变的环境下,数字技术的发展为企业供应链绩效的改进提供了条件。基于资源基础理论、信息不对称理论和组织信息处理理论,分析数字化转型对供应链绩效的影响机制,并运用2015—2021年中国A股制造业上市公司的样本数据,对提出的假设进行检验。结果发现:数字化转型对供应链绩效有显著的正向影响,供应链透明度在数字化转型与供应链绩效的关系中起着部分中介效应,环境不确定性正向调节数字化转型与供应链绩效的关系、数字化转型与供应链透明度的关系,结论在经过一系列稳健性测试后依然成立。异质性分析结果显示,数字化转型与供应链绩效的关系会受企业规模的影响,具体表现为数字化转型对供应链绩效的影响在中小型制造企业中更明显。研究结论为中国的制造企业尤其是中小型制造企业推进数字化转型、提升供应链透明度和提高供应链绩效提供了理论依据。

关键词:数字化转型;供应链透明度;环境不确定性;供应链绩效

中图分类号:F275 **文献标志码:**A **文章编号:**1672-6049(2024)04-0089-11

一、引言

百年未有之大变局与动荡不安的全球局势极大地扰乱了全球的供应链秩序,使得我国的产业链供应链安全与稳定面临着前所未有的挑战。与此同时,数字技术的飞速发展正引领供应链朝着透明化和智能化的方向快速发展。制造业是实体经济的重要组成部分,数字技术在实体经济特别是在制造业中的应用能加快制造业供应链的融合贯通,使供应链的上下游、生产与消费全过程更透明^[1]。此外,现代供应链体系正逐渐从“链式”结构向“网状”结构转变,供应链上的制造商、供应商、客户等利益相关方的联动合作使供应链体系及其管理变得日益复杂^[2]。在此背景下,如何消除供应链体系上合作伙伴之间的信息不对称,加强供应链体系上成员之间的合作^[3]成为供应链管理需要关注的重要问题,借助数字化技术赋能供应链、提升供应链透明度和供应链绩效是大势所趋。

在供应链管理领域,提高供应链透明度是供应链管理从业人员最感兴趣的话题之一^[4]。从消费者角度看,数字时代的消费者越来越关注产品质量,顾客想要了解的是产品的原产地,以及从生产到最终销售的路径^[5]。从组织角度看,企业面临着收集、处理和披露关于其运营和产品的详细和准确信息的压力,特别是近年的各种危机冲击下,企业面临着更大的供应链安全压力。尽管提高供应链透明度对于增

收稿日期:2023-12-03;修回日期:2024-03-13

基金项目:河南省软科学研究计划项目“数字化转型对区域创新绩效的影响:基于河南省县(区、市)面板数据的实证研究”(222400410494)

作者简介:井辉(1975—),男,河南信阳人,管理学博士,郑州大学商学院教授,硕士生导师,研究方向为数字化转型、组织行为与人力资源管理;范雨薇(1999—),女,河南焦作人,郑州大学商学院硕士研究生,研究方向为数字化转型。

强供应链韧性、促进企业可持续发展具有重要意义,然而从全球范围内的实践来看,企业层面的供应链透明度仍然非常低^[6-7]。供应链透明度是建立供应商、公司和客户之间信任的最佳途径,对于实时共享信息、诊断问题、预测风险至关重要。如果缺乏可靠性与透明化的数据,供应链透明度的益处就无法实现,数字技术的发展为发挥供应链透明度的最大价值及提升供应链绩效提供了技术保障。

数字化转型的概念最早是由 IBM 公司于 2012 年提出的,用来指利用新一代通信技术等手段,改变企业为客户创造价值的方式。学者们从不同视角对数字化转型进行了界定。强调技术应用的研究认为,数字化转型是指将数字技术应用于企业内外部、改变企业价值创造方式的过程^[8]。强调组织优化与变革的研究认为,数字化转型是指企业利用数字技术重塑客户价值、优化运营模式、改变企业商业模式和价值创造路径的过程^[9]。强调赋能的研究认为,数字化转型是数字技术赋能于企业生产全过程、对企业经营实现全方位的监督和精细化管理的过程^[10]。同时,许多学者也探讨了数字化转型对企业的影响。比如,数字化转型能够降低企业交易成本和沟通成本,提高企业的资源利用率和创新能力,还能够提升企业可用资源的范围、规模和灵活性等,缩短新产品开发和业务转型的时间,使企业能够以更低的成本快速调整运营模式或重塑业务^[11]。然而,数字化转型是否有助于提升供应链透明度并改进供应链绩效呢?当前的研究对这一问题的深入探讨还不多见。

鉴于此,本文基于资源基础理论、信息不对称理论和组织信息处理理论分析和检验数字化转型对供应链绩效的影响,并探讨供应链透明度的中介作用和环境不确定性的调节效应。研究的创新之处主要体现在三个方面:第一,在理论层面,从资源基础理论、信息不对称理论和组织信息处理理论的角度,分析了数字化转型对供应链透明度和供应链绩效的影响机理,拓展了数字化转型和供应链管理领域的研究内容;第二,在情景层面,由于管理具有很强的情景依赖性,从情景层面考察了环境不确定性对数字化转型和供应链透明度以及对数字化转型和供应链绩效之间关系的调节作用,明确了数字化转型更好地发挥供应链绩效提升作用的环境特征条件;第三,在实证层面,运用我国 2015—2021 年的 A 股制造业上市公司的样本数据,验证数字化转型通过供应链透明度影响供应链绩效的机制,以及数字化转型更好地发挥作用的的环境特征条件,得出的结论也能够为后续的其他相关研究提供一定的理论支持。

二、理论分析与假设提出

(一) 数字化转型与供应链绩效

数字化转型将数字技术视为主要的驱动因素,强调如何通过数字技术提升企业运营效率和绩效,具体体现为:第一,数字技术的采用可以提高组织的沟通效率,使企业运营和创新更有效^[8];第二,数字技术的广泛应用,可以从根本上改变企业的生产方式、组织方式和营销方式^[12];第三,数字化转型能够帮助企业创新商业模式,为客户创造新的价值^[13]。资源基础理论指出,企业拥有的具有价值性、稀缺性、不可模仿性和难以替代性特征的资源是使企业保持竞争优势和高绩效的关键^[14]。数字化转型可以优化和丰富企业专有资源,为企业建立竞争优势奠定基础。比如,企业可以通过数字技术进行持续的资源获取、测试、众包、排序、探索、嫁接和精简^[15],还可以通过数字化转型促进协作、发展技能和共享知识,进一步促进资源和能力的更新^[16]。

从供应链层面看,数字化转型可以促进资源在供应链系统中的高效流动与共享,帮助提升供应链绩效。第一,数字化转型能够促进客户资源、知识资源和信息资源在供应链系统中网络节点企业之间的流动与共享,为供应链系统中各企业提供更多的资源合作与协同机会,这不仅有助于资源需求与供给的匹配,还可以降低企业搜寻资源和筛选资源的成本^[17]。第二,数字化转型可以帮助供应链网络中的企业整合吸收资源,并将其转化为自身的供应链运营管理能力,最终提升供应链绩效。比如,企业可以借助数字化转型以最短的时间预测出产品质量,优化资源配置效率。第三,数字化转型能够提升供应链体系的信息分析和处理能力,帮助企业借助大数据分析等技术预测产品 and 市场需求,进而对供应链进行优化,增强供应链体系的柔性、发挥链条成本优势等^[18]。由此,可以提出假说 1。

假说 1:数字化转型对供应链绩效有显著的正向影响。

（二）供应链透明度的中介作用

供应链透明度通常指对供应商名称和采购等信息的披露情况^[19],或者指与焦点企业有关联的供应链成员集体披露的有关环境、社会和治理信息的结果^[20]。根据信息不对称理论,不同市场主体掌握的信息可能存在差异^[21],数字化转型可以降低供应链体系中企业之间的信息不对称,提高供应链透明度。第一,企业可以通过数字技术将供应链上下游之间存在的信息差异标准化来提升供应链透明度。第二,数字化转型有助于供应链体系中的企业掌握并充分利用信息和数据,降低信息不对称程度,加强协作,提高供应链透明度。第三,企业可以通过加密算法、数字监测等数字技术提升供应链体系的安全性和透明度^[22]。

供应链透明度的提升意味着企业可以通过供应链网络中更加依赖可见的、有组织的、有策略的信息流提高效率。例如,分销资源计划(DRP)、供应商管理库存(VMI)、协同计划补货预测(CPFR)等系统的实施应用,在帮助企业实现信息共享和供应链透明化的同时,还可以显著改善企业的成本效益^[23]。供应链透明度的提升还可以帮助企业及时发现供应链中存在的问题,避免供应链中断,而且供应链透明化所带来的开放导向的组织文化也使得供应链成员之间相互感受到被信任,进而降低供应链成员之间合作行为的不确定性,促进供应链绩效的提升。由此,可以提出假说2。

假说2:供应链透明度在数字化转型对供应链绩效的影响中起着部分中介作用。

（三）环境不确定性的调节效应

在供应链情境下,环境不确定是指企业无法充分了解环境信息、无法有效预测事件结果或做出有效决策的情况^[24]。信息处理理论认为,组织可以被描述为一个具有信息处理需求和能力的系统,环境条件决定了组织对信息处理需求的程度,而与信息收集、处理和管理相关的资源和技术影响着组织的信息处理能力^[25]。依据该理论可以认为,对实施数字化转型的企业而言,环境不确定性程度越高,越能够发挥出数字技术所具有的强大的信息搜集和处理能力,有助于提升供应链透明度和供应链绩效。第一,在不确定性环境下,企业对市场信息的需求更为强烈,更需要供应链系统中的企业之间互通有无和“抱团取暖”,数字技术正好可以促进彼此之间的信息共享,提升供应链透明度^[26]。第二,在不确定性环境中,如面对意外事件的冲击、不断变化的市场和客户需求等情境,组织需要高质量的信息来做出决策,此时,信息的获取和处理是取得成功的关键因素^[27],而数字技术可以增进企业的信息获取和处理能力,可以促进资源和信息共享,进而实现供应链绩效的提升。由此,可以提出假说3和假说4。

假说3:环境不确定性正向调节数字化转型对供应链绩效的影响关系。

假说4:环境不确定性正向调节数字化转型对供应链透明度的影响关系。

三、研究设计与模型设定

（一）数据来源

选用2015—2021年中国A股制造业上市公司的样本数据检验提出的假说,数据主要来自国泰安(CSMAR)数据库和巨潮资讯网。选择制造业上市公司作为研究样本的原因主要有:第一,从2015年国务院颁布《中国制造2025》计划开始,经过近十年的发展,我国制造业企业的数字化转型成效最为显著;第二,相较于其他行业,制造业的供应链涉及面更广,供应链关系也较为稳定,选取制造企业为样本能够确保研究数据的可靠性。同时,对样本数据进行如下处理:剔除ST、*ST、PT类的上市公司样本,剔除数据披露不完整或者严重缺失的公司样本。此外,为了防止异常值的影响,对所有连续变量进行1%和99%的缩尾处理。

（二）变量测量

1. 供应链绩效(SCP)

当前的研究中大多采用量表的方式测量供应链绩效,采用财务数据测量供应链绩效的文献还不多见。借鉴李贵春等^[28]的做法,选取供应链上游、下游、供应链管理成本和长期发展质量四个维度的五个指标综合测量供应链绩效,如表1所示。

首先,根据 5 个指标对供应链绩效的影响方向,运用熵值法确定两个正向指标(IPT 、 $Q1$)和三个负向指标(IAT 、 ROC 、 $Q2$)。

其次,将指标进行标准化处理(为避免标准化后出现 0 值的现象,设置一个偏移量 0.000 000 1),记为 x'_{ijk} 。

正向化指标的标准化值计算公式为:

$$x'_{ijk} = \frac{x_{ijk} - x_{min,k}}{x_{max,k} - x_{min,k}} + 0.000\ 000\ 1 \quad (1)$$

负向化指标的标准化值计算公式为:

$$x'_{ijk} = \frac{x_{max,k} - x_{ijk}}{x_{max,k} - x_{min,k}} + 0.000\ 000\ 1 \quad (2)$$

然后,计算各指标的占比 p_{ijk} 和熵值 e_k 以确定信息效用,并根据其占整体信息效用的比例确定权重 w_k 。计算公式分别为:

$$p_{ijk} = \frac{x'_{ijk}}{\text{sum}(x'_{ijk})} \quad (3)$$

$$e_k = -\frac{\text{sum}(p_{ijk} \ln(p_{ijk}))}{\ln(rn)} \quad (4)$$

$$w_k = \frac{1 - e_k}{\text{sum}(1 - e_k)} \quad (5)$$

最后,赋权到每项标准化后的指标值上,得到供应链绩效综合指标值的计算公式为:

$$SCP = \text{sum}(w_k x'_{ijk}) \quad (6)$$

其中, $x_{min,k}$ 和 $x_{max,k}$ 分别表示第 k 项指标在 n 个企业和第 r 年中的最小值和最大值, x_{ijk} 表示第 i 年 第 j 个企业第 k 个指标的值。

2. 数字化转型(Dig)

目前,学术研究中数字化转型进行测量的方法主要有两类:一是,利用财务报表中与数字化有关的无形资产的占比来衡量^[29],该方法虽然有其可行之处,但数字化转型通常是一个较为复杂的过程,其不单单影响财务方面,还贯穿于企业生产、管理、销售等环节,有时候这些环节是财务方面的数据所不能充分体现出来的,因此存在明显的不足;二是,运用 python 工具挖掘抓取企业年报中有关数字化转型的关键词,并计算词频数,频次越高表明数字化转型程度越高^[30],这种方法运用最广,本文也采用此法测量数字化转型。具体步骤如下:

第一,提取数字化转型相关的关键词。借鉴吴非等^[30]的做法,筛选 2015—2021 年国家层面发布的政策文件和企业层面的企业年报,提取与数字经济和数字化转型有关的关键词。

第二,利用 python 工具构建出涵盖“人工智能技术”“区块链技术”“云计算技术”“大数据技术”和“数字技术应用”等相关词语的数字化转型关键词词典。

第三,将词典扩展到 python 里的“jieba”词库中,运用机器学习方法再对上市企业年报中“管理层讨论与分析”(MD&A)部分进行文本分析,用得出的关键词词频数与 MD&A 文本总词频数的比值衡量数字化转型。为便于研究,进一步将指标扩大 100 倍,指标值越大,表明企业数字化转型程度越高。

3. 供应链透明度(SCT)

借鉴宫晓云等^[19]的做法,选取披露具体名称的大供应商和客户业务占比(SCT_ratio)以及披露具体名称的大供应商和客户数量(SCT_num)两个指标衡量供应链透明度。

4. 环境不确定性(UE)

借鉴申慧慧等^[31]的做法,用企业近五年非销售收入的波动系数衡量环境不确定性。具体步骤为:

表 1 供应链绩效测量指标

衡量维度	对应财务指标
供应链上游	存货周转率/应付账款周转率(IPT)
供应链下游	存货周转率/应收账款周转率(IAT)
供应链管理成本	营业成本/营业收入(ROC)
	营业利润增长率 - 营业收入增长率($Q1$)
长期发展质量	1(经营活动产生现金流净额 + 筹资活动现金流净额)/投资活动现金流出 - 1($Q2$)

第一,运用普通最小二乘法(OLS)和销售收入数据计算残差值 ε ,即为非销售收入值。

第二,计算企业近五年非销售收入标准差与近五年销售收入均值的比例,得到未经行业调整的环境不确定性。

第三,计算行业未经行业调整的环境不确定性的中位数,并作为分母,将企业未经行业调整的环境不确定性作为分子,二者的比值即为企业所处环境不确定性程度,该比值越大,表明环境不确定性程度越高。

此外,选取企业规模(*size*)、资产负债率(*lev*)、每股收益(*EPS*)、董事会规模(*Board*)、独立董事比例(*Indep*)、股权集中度(*Top10*)、所有权性质(*State*)、上市年限(*Age*)等作为控制变量。

各变量的定义或测量方式如表2所示。

表2 变量说明

变量名称	变量符号	测量方法
供应链绩效	<i>SCP</i>	见上文所述
数字化转型	<i>Dig</i>	见上文所述
供应链透明度	<i>SCT_ratio</i> <i>SCT_num</i>	披露具体名称的大供应商和客户业务占比 披露具体名称的大供应商和客户数量
环境不确定性	<i>UE</i>	经行业调整的非正常销售收入的变异系数
企业规模	<i>size</i>	将企业的总资产取对数
资产负债率	<i>lev</i>	总负债/总资产
每股收益	<i>EPS</i>	利润总额/股本总数
董事会规模	<i>Board</i>	董事会总人数
独立董事比例	<i>Indep</i>	独立董事人数/董事会人数
股权集中度	<i>Top10</i>	前十大股东持股比例
企业所有权性质	<i>State</i>	国有企业为1,其他企业为0
企业上市年限	<i>Age</i>	观测年度与上市年度之差
年份	<i>year</i>	哑变量
行业	<i>Industry</i>	哑变量

(三) 模型设定

为验证数字化转型对供应链绩效的影响,构建模型(7)和(8)作为基本回归方程。

$$SCP = \alpha_0 + \beta_0 Dig_{i,t} + \sum year_t + \sum Industry_t + \varepsilon_{i,t} \tag{7}$$

$$SCP = \alpha_1 + \beta_1 Dig_{i,t} + \gamma_i \sum Control_{i,t} + \sum year_t + \sum Industry_t + \varepsilon_{i,t} \tag{8}$$

其中,模型(7)控制了年份(*year*)和行业(*Industry*),固定时间效应和行业效应;模型(8)除控制了年份(*year*)和行业(*Industry*)外,还控制了8个企业层面的变量(*Control*);下标*i*和*t*分别表示公司*i*和年份*t*。为检验供应链透明度的中介作用,参考温忠麟和叶宝娟^[32]的研究,构建模型(9)至(12)。

$$SCT_ratio = \alpha_2 + \beta_2 Dig_{i,t} + \kappa_i \sum Control_{i,t} + \sum year_t + \sum Industry_t + \varepsilon_{i,t} \tag{9}$$

$$SCP = \alpha_3 + \beta_3 Dig_{i,t} + \tau_1 SCT_num_{i,t} + \rho_i \sum Control_{i,t} + \sum year_t + \sum Industry_t + \varepsilon_{i,t} \tag{10}$$

$$SCT_num = \alpha_4 + \beta_4 Dig_{i,t} + \omega_i \sum Control_{i,t} + \sum year_t + \sum Industry_t + \varepsilon_{i,t} \tag{11}$$

$$SCP = \alpha_5 + \beta_5 Dig_{i,t} + \tau_2 SCT_ratio_{i,t} + \pi_i \sum Control_{i,t} + \sum year_t + \sum Industry_t + \varepsilon_{i,t} \tag{12}$$

为验证环境不确定性的调节作用,在模型(10)至(11)的基础上加入环境不确定性(*UE*)以及数字化转型与环境不确定性的交乘项(*Dig* × *UE*)变量,构建模型(13)至(15)。

$$SCP = \alpha_6 + \beta_6 Dig_{i,t} + l_1 UE_{i,t} + \Psi_1 Dig_{i,t} \times UE_{i,t} + \phi_i \sum Control_{i,t} + \sum year_t + \sum Industry_t + \varepsilon_{i,t} \tag{13}$$

$$SCT_ratio = \alpha_7 + \beta_7 Dig_{i,t} + l_2 UE_{i,t} + \Psi_2 Dig_{i,t} \times UE_{i,t} + o_i \sum Control_{i,t} + \sum year_t + \sum Industry_t + \varepsilon_{i,t} \tag{14}$$

$$SCT_num = \alpha_8 + \beta_8 Dig_{i,t} + l_3 UE_{i,t} + \Psi_3 Dig_{i,t} \times UE_{i,t} + v_i \sum Control_{i,t} + \sum year_t + \sum Industry_t + \varepsilon_{i,t} \tag{15}$$

四、实证分析与结果

(一) 描述性统计与相关性分析

供应链绩效(*SCP*)的均值为0.849,最小值和最大值分别为0.075和4.880,说明不同企业之间的

供应链绩效差异较大。数字化转型 (*Dig*) 的最小值和最大值分别为 0.125 和 4.877, 均值为 0.922, 比中位数 0.722 略大, 表明不同企业的数字化转型存在较大差异。供应链透明度两个指标的中位数都为 0, 均值分别为 0.013 和 0.124, 说明供应链透明度整体水平偏低。环境不确定性 (*UE*) 的最小值和最大值分别为 0.152 和 6.056, 标准差为 0.950, 表明不同企业所处的环境不确定性程度差别较大。

数字化转型 (*Dig*)、供应链绩效 (*SCP*)、供应链透明度 (*SCT_ratio*、*SCT_num*) 等主要变量之间都显著相关, 说明所设模型具有合理性。

(二) 回归分析

第一, 运用模型 (7) 和 (8) 检验数字化转型对供应链绩效的影响, 结果如表 3 所示。

表中的列 (1) 是包含核心解释变量数字化转型 (*Dig*) 的分析结果。数字化转型对供应链绩效的影响在 1% 的水平下显著 ($\beta_0 = 0.127, t$ 值为 13.914)。表中的列 (2) 是引入控制变量后的结果, 数字化转型对供应链绩效的影响仍然在 1% 的水平下显著 ($\beta_1 = 0.138, t$ 值为 15.514), 说明数字化转型对供应链绩效有显著的正向影响, 假说 1 得到验证。

第二, 运用模型 (9) 至模型 (12) 检验供应链透明度的中介效应, 结果如表 4 所示。

表中的列 (1) 和列 (3) 是分别运用模型 (9) 和模型 (11) 进行回归分析的结果, 数字化转型 (*Dig*) 对供应链透明度两个指标 (*SCT_ratio* 和 *SCT_num*) 的影响 ($\beta_2 = 0.012, t$ 值为 8.538; $\beta_4 = 0.121, t$ 值为 9.389) 均在 1% 的水平下显著为正。表中的列 (2) 和列 (4) 是分别运用模型 (10) 和模型 (12) 进行回归分析的结果, 数字化转型 (*Dig*) 对供应链绩效 (*SCP*) 的影响 ($\beta_3 = 0.132, t$ 值为 14.867; $\beta_5 = 0.131, t$ 值为 14.736) 和对供应链透明度的影响 (*SCT_ratio* 和 *SCT_num*, $\tau_1 = 0.461, t$ 值为 7.997; $\tau_2 = 0.056, t$ 值为 8.752) 均在 1% 的水平下显著为正, 且 $\beta_3 < \beta_1, \beta_5 < \beta_1$, 表明供应链透明度在数字化转型与供应链绩效的关系中起着部分中介作用, 假说 2 得到验证。

第三, 运用模型 (13) 至模型 (15) 检验环境不确定性的调节效应, 结果如表 5 所示。

由表 5 中列 (1) 的结果可知, 数字化转型 (*Dig*) 对供应链绩效 (*SCP*) 的影响 ($\beta_6 = 0.126, t$ 值为 11.373) 在 1% 的水平下显著为正, 且数字化转型与环境不确定性的交乘项 ($Dig \times UE$) 对供应链绩效的影响 ($\Psi_1 = 0.025, t$ 值为 2.035) 在 5% 的水平下显著为正, 说明环境不确定性会加强数字化转型对供应链绩效的影响, 假说 3 得到支持。

由表 5 中列 (2) 和 (3) 的结果可知, 数字化转型对供应链透明度两个指标的影响 ($\beta_7 = 0.016, t$ 值为 8.030; $\beta_8 = 0.154, t$ 值为 8.682) 均在 1% 的水平下显著为正, 且数字化转型与环境不确定性的交乘项 ($Dig \times UE$) 对供应链透明度两个指标的影响 ($\Psi_2 = 0.010, t$ 值为 4.404; $\Psi_3 = 0.071, t$ 值

表 3 数字化转型对供应链绩效的回归结果

变量	(1) <i>SCP</i>	(2) <i>SCP</i>
<i>Dig</i>	0.127*** (13.914)	0.138*** (15.514)
<i>size</i>		-0.006 (-0.890)
<i>lev</i>		0.883*** (23.922)
<i>EPS</i>		0.019** (2.234)
<i>Board</i>		-0.009* (-1.769)
<i>Indep</i>		-0.291** (-2.303)
<i>Top10</i>		0.301*** (6.786)
<i>State</i>		0.041** (2.537)
<i>Age</i>		0.002 (1.643)
N	11 330	11 330
adj. R ²	0.052	0.118

注: ***、** 和 * 分别表示在 1%、5% 和 10% 的显著性水平下显著, 括号内为 *t* 值。

表 4 中介效应检验结果

变量	(1) <i>SCT_ratio</i>	(2) <i>SCP</i>	(3) <i>SCT_num</i>	(4) <i>SCP</i>
<i>Dig</i>	0.012*** (8.538)	0.132*** (14.867)	0.121*** (9.389)	0.131*** (14.736)
<i>SCT_ratio</i>		0.461*** (7.997)		
<i>SCT_num</i>				0.056*** (8.752)
N	11 330	11 330	11 330	11 330
adj. R ²	0.020	0.123	0.019	0.124

注: ***、** 和 * 分别表示在 1%、5% 和 10% 的显著性水平下显著, 括号内为 *t* 值; 上述所有方程均包含常数项、控制变量、行业固定效应以及年份固定效应。

为 3.606) 在 1% 的水平下均显著为正,表明环境不确定性会加深数字化转型对供应链透明度的影响,假说4得到支持。

(三) 稳健性检验

1. 替换解释变量

为了检验结论的稳健性,替换核心解释变量对假说再次进行检验。使用无形资产中与数字经济相关的无形资产占比衡量数字化转型^[29],进行稳健性检验,结果如表 6 所示。

列(1) 和列(2) 的结果是替换数字化转型测度方式后进行回归分析的结果,数字化转型(*Diga*) 对供应链绩效(*SCP*) 的影响依然显著为正,假说 1 通过稳健性检验。

列(3) 至列(6) 的结果是替换数字化转型测度方式后,对供应链透明度中介作用进行回归分析的结果。数字化转型(*Diga*) 对供应链透明度(*SCT_ratio* 和 *SCT_num*) 的影响分别在 1% 和 10% 的水平下显著为正,且数字化转型(*Diga*) 和供应链透明度(*SCT_ratio* 和 *SCT_num*) 同时对供应链绩效进行回归分析的结果依然显著为正,与前文的结果一致,表明供应链透明度的中介作用仍然成立,假说2 通过稳健性检验。

表 6 稳健性检验结果:替换解释变量

变量	(1) <i>SCP</i>	(2) <i>SCP</i>	(3) <i>SCT_ratio</i>	(4) <i>SCP</i>	(5) <i>SCT_num</i>	(6) <i>SCP</i>	(7) <i>SCP</i>	(8) <i>SCT_ratio</i>	(9) <i>SCT_num</i>
<i>Diga</i>	0.155 ** (2.550)	0.159 *** (2.681)	0.025 *** (2.634)	0.146 ** (2.465)	0.163 * (1.904)	0.148 ** (2.514)	0.326 *** (3.749)	0.050 *** (3.312)	0.355 ** (2.564)
<i>SCT_ratio</i>				0.526 *** (9.066)					
<i>SCT_num</i>					0.065 *** (9.948)				
<i>UE</i>							0.012 * (1.649)	0.003 ** (2.154)	0.022 * (1.872)
<i>Diga × UE</i>							0.243 * (1.874)	0.097 *** (4.269)	0.860 *** (4.161)
N	11 330	11 330	11 330	11 330	11 330	11 330	7 761	7 761	7 761
adj. R ²	0.036	0.100	0.014	0.106	0.011	0.108	0.125	0.019	0.014

注:***、** 和 * 分别表示在 1%、5% 和 10% 的显著性水平下显著,括号内为 *t* 值;除列(1) 之外,其他方程均包含常数项、控制变量、行业固定效应以及年份固定效应。

列(7) 至列(9) 是替换数字化转型测度方式后,对环境不确定性调节效应进行回归分析的结果。数字化转型(*Diga*) 对供应链绩效(*SCP*) 的影响在 1% 的水平下显著,且供应链绩效(*SCP*) 与交乘项 *Diga × UE* 的系数在 10% 的水平下显著,说明环境不确定性对数字化转型与供应链绩效的关系有正向调节作用,假说 3 通过稳健性检验。数字化转型(*Diga*) 对供应链透明度(*SCT_ratio* 和 *SCT_num*) 的影响均显著为正,且交乘项(*Diga × UE*) 对供应链透明度(*SCT_ratio* 和 *SCT_num*) 的影响也均显著为正,说明环境不确定性对数字化转型与供应链透明度的关系有正向调节作用,假说 4 也通过稳健性检验。

2. 调整滞后期

尽管数字化转型、供应链透明度和供应链绩效之间的关系已得到验证,但不排除可能存在反向因果关系,即供应链透明度和供应链绩效越好的企业,拥有的资源可能越充足,对数字化转型的需求也越高。因此,进一步将解释变量滞后一期(*L1. Dig*) 和二期(*L2. Dig*) 之后重新进行回归分析,结果如表

表 5 调节效应检验结果

变量	(1) <i>SCP</i>	(2) <i>SCT_ratio</i>	(3) <i>SCT_num</i>
<i>Dig</i>	0.126 *** (11.373)	0.016 *** (8.030)	0.154 *** (8.682)
<i>UE</i>	0.016 ** (2.264)	0.003 ** (2.554)	0.025 ** (2.159)
<i>Dig × UE</i>	0.025 ** (2.035)	0.010 *** (4.404)	0.071 *** (3.606)
N	7 761	7 761	7 761
adj. R ²	0.138	0.026	0.023

注:***、** 和 * 分别表示在 1%、5% 和 10% 的显著性水平下显著,括号内为 *t* 值;上述所有方程均包含常数项、控制变量、行业固定效应以及年份固定效应。

7 所示。数字化转型对供应链绩效仍有显著影响,而且供应链透明度在数字化转型和供应链绩效的关系中仍然起着中介作用。前述研究结论具有稳健性。

表 7 稳健性检验结果:调整滞后期

变量	(1) SCP	(2) SCP	(3) SCT_ratio	(4) SCT_num	(5) SCP	(6) SCP	(7) SCT_ratio	(8) SCT_num	(9) SCP	(10) SCP
L1. Dig	0.146 *** (13.582)		0.010 *** (6.553)	0.100 *** (7.990)	0.142 *** (13.200)	0.140 *** (13.019)				
L2. Dig		0.147 *** (11.633)					0.007 *** (4.054)	0.081 *** (5.868)	0.144 *** (11.418)	0.143 *** (11.289)
SCT_ratio					0.414 *** (5.110)				0.406 *** (4.206)	
SCT_num						0.058 *** (6.177)				0.051 *** (4.473)
N	8 268	6 305	8 268	8 268	8 268	8 268	6 305	6 305	6 305	6 305
adj. R ²	0.128	0.138	0.024	0.021	0.131	0.132	0.017	0.015	0.140	0.140

注:***、**和*分别表示在1%、5%和10%的显著性水平下显著,括号内为*t*值;上述所有方程均包含常数项、控制变量、行业固定效应以及年份固定效应。

(四) 异质性分析

第一,考虑到数字化转型对供应链绩效的影响可能会因企业所有权性质的不同而有所不同,进一步将样本分为国有企业和非国有企业进行异质性分析。表8中列(1)和列(2)所示的结果表明,无论是国有企业还是非国有企业,数字化转型对供应链绩效的影响都显著为正;列(3)所示的结果也表明,所有权性质与数字化转型的交互对供应链绩效的影响不显著,可能的解释是,开展数字化转型一方面需要具备转型资本,另一方面也需具备转型动力。在转型资本方面,国有企业具备规模更大的人力和物力资本^[33],在获取资源和开展供应链数字化上具有优势,利于供应链绩效的提升。在转型动力方面,非国有企业在资源获取上处于劣势地位,因而有更强烈的意愿与动力开辟新赛道^[34],借助数字化转型来推动供应链绩效的提升。转型资本与转型动力相互制衡,最终使得数字化转型对国有企业和非国有企业供应链绩效的影响无显著差异。

表 8 异质性分析

变量	企业性质			企业规模		
	(1) 国有企业	(2) 非国有企业	(3) 交互项	(4) 大型企业	(5) 中小型企业	(6) 交互项
Dig	0.100 *** (3.948)	0.144 *** (15.442)	0.142 *** (14.923)	0.110 *** (7.527)	0.160 *** (14.596)	0.403 ** (2.499)
State			0.063 *** (2.592)			
Dig × State			-0.028 (-1.223)			
size						0.005 (0.516)
Dig × size						-0.012 * (-1.645)
N	2 435	8 895	11 330	5 076	6 254	11 330
adj. R ²	0.120	0.113	0.118	0.124	0.102	0.118

注:***、**和*分别表示在1%、5%和10%的显著性水平下显著,括号内为*t*值;上述所有方程均包含常数项、控制变量、行业固定效应以及年份固定效应。

第二,考虑到数字化转型对供应链绩效的影响也可能会因企业规模的不同而不同,将样本分成大型企业和中小型企业进行异质性分析。将企业资产取对数,然后比较均值,如果大于均值,则为大型企业,如果小于或者等于均值,则为中小型企业。表8中列(4)和(5)所示的结果表明,数字化转型对大型企业和中小型企业的供应链绩效都有显著的正向影响。但列(6)所示的结果表明,企业规模与数字化转型的交互项与供应链绩效的关系显著为负,说明中小型企业的数字化转型对供应链绩效的影响更显著。可能的解释是,中小型企业灵活性强,对市场和新技术的敏锐性高,能够迅速推进数字技术的应用,并通过数字化转型融入供应链网络,更好地发挥其供应链绩效提升的效应。

五、结论及展望

(一) 研究结论

本文基于资源基础理论、组织信息处理理论和信息不对称理论分析了数字化转型对供应链绩效的影响机理以及环境不确定性的调节作用,并运用我国2015—2021年A股制造业上市公司的样本数据进行了实证检验。研究结论主要体现为:第一,数字化转型能显著提升企业供应链绩效。根本的原因在于,数字化转型能够促进供应链合作伙伴之间的资源与信息的流动共享,帮助企业将资源和信息吸收转化为自身的能力,带来供应链绩效的提升。第二,数字化转型能够通过增进供应链透明度提升供应链绩效。数字化技术的广泛应用能够帮助企业共享和获取更多公开透明的供应链信息,从而进一步增进供应链体系上合作伙伴之间的沟通交流和信任建立,最终有利于提升供应链绩效。第三,环境不确定性能够促进数字化转型对供应链透明和供应链绩效的影响。环境不确定下的企业更需要准确和可靠的信息来对投资、生产和市场需求等情况做出精准决策,环境不确定程度越高,越能够彰显数字化转型的信息搜集、处理和应用能力,以及在供应链透明度和供应链绩效提升方面的优势。第四,相较于大型制造企业,中小型制造企业的数字化转型可以发挥更为明显的供应链绩效提升作用。可能的原因是,中小型制造企业组织架构简单、灵活性强,对市场和新技术的敏锐性更高,能够更方便地采用和借助数字化转型提升供应链透明度和供应链绩效。

(二) 研究启示

研究结论也带来了一定的管理启示。第一,数字化转型是提升供应链绩效的有效手段。数字技术的发展势不可挡,企业应积极拥抱新技术,尤其是充分利用新兴数字技术实施数字化转型,推动供应链数字化,并依靠数字技术促进信息和资源在供应链体系上合作伙伴之间的共享与交流,提升供应链绩效。第二,环境不确定性既是威胁也是机遇,企业应充分把握机遇,尤其是在不确定性环境下市场和顾客更需要透明化的产品信息增进对企业的信任,供应链合作伙伴之间也需要更加透明的信息促进合作。因此,企业应积极推动数字化转型,借助数字化技术增进供应链的透明度,促进供应链绩效的提升。第三,不同规模的企业应根据自身情况推行数字化转型。在当前技术发展变化日新月异的背景下,企业应及时追赶技术发展趋势,充分“享受”技术发展带来的红利,尤其是对中小型制造企业,应充分发挥“船小好掉头”的灵活优势,抢占数字化转型带来的红利,大型制造企业也应结合自身的资源优势,前瞻性地对数字化转型进行布局,在转型中稳步提升供应链绩效。

(三) 不足与展望

本文的研究仍存在着一定的不足。第一,研究变量选取还有进一步改进的空间。借鉴已有的研究,选取的部分测量指标可能还不具有代表性,尤其是对数字化转型的测量,一些学者对利用上市公司年报关键词词频测量数字化转型方法的可靠性还存在着不同的看法,或持有怀疑的态度,后续还需要对其进行深入探讨,以选取更具代表性的测量指标,从而保证结论的可靠性。第二,研究数据还有进一步优化的空间。研究选用的虽然是我国A股制造业上市公司的数据,但在变量测算和匹配过程中,也可能会带来数据失真等问题。比如,在对供应链绩效进行测量的过程中,涉及对多个指标的计算和标准化处理,这可能会降低数据本身或测量指标的可靠性,下一步可以结合问卷调查或典型案例等方法进行深入细致的考察,进一步验证结论的可靠性。第三,对数字化转型影响供应链绩效的路径,还需要有更多的探索性研究。实际上,数字化转型可能会通过多种不同的路径对供应链绩效产

生影响,比如,数字化转型可以通过供应链整合影响供应链绩效。本文仅考察了数字化转型通过供应链透明度影响供应链绩效这一条路径,后续还需要对“数字化转型-供应链绩效”的路径关系“黑箱”进行更多的探讨。

参考文献:

- [1] FATORACHIAN H, KAZEMI H. Impact of Industry 4.0 on supply chain performance[J]. *Production planning & control*, 2021, 32(1): 63-81.
- [2] 李明,赵晓飞.农产品供应链整合的特征与规律研究——基于传统渠道模式和全渠道模式的比较分析[J]. *经济学家*, 2022(7): 119-128.
- [3] 梁琳娜,张国强,李浩.供应链伙伴关系如何提升企业绩效?——基于产品市场竞争能力视角的解释[J]. *南京财经大学学报*, 2022(6): 52-62.
- [4] AKKERMANS H A, BOGERD P, YÜCESAN E, et al. The impact of ERP on supply chain management: exploratory findings from a European Delphi study [J]. *European journal of operational research*, 2003, 146(2): 284-301.
- [5] BRUNO G, VIOLA V. A collaborative architecture for supply chain transparency based on EPCIS standard and MongoDB [J]. *IFIP advances in information and communication technology*, 2016, 480: 599-607.
- [6] 曹少鹏,江伟,石楚月.大客户提升抑或降低了公司供应链透明度?——基于供应商名称信息披露的经验证据[J]. *会计研究*, 2023(3): 34-49.
- [7] SODHI M S, TANG C S. Research opportunities in supply chain transparency [J]. *Production and operations management*, 2019, 28(12): 2946-2959.
- [8] BHARADWAJ A, SAWY O A E, PAVLOU P A, et al. Digital business strategy: toward a next generation of insights [J]. *MIS quarterly*, 2013, 37(2): 471-482.
- [9] BERMAN S J. Digital transformation: opportunities to create new business models [J]. *Strategy & leadership*, 2012, 40(2): 16-24.
- [10] 孟凡生,赵刚.传统制造向智能制造发展影响因素研究[J]. *科技进步与对策*, 2018, 35(1): 66-72.
- [11] 何帆,刘红霞.数字经济视角下实体企业数字化变革的业绩提升效应评估[J]. *改革*, 2019(4): 137-148.
- [12] ZHAI H, YANG M, CHAN K C. Does digital transformation enhance a firm's performance? Evidence from China [J]. *Technology in society*, 2022, 68: 101841.
- [13] HANELT A, BOHNSACK R, MARZ D, et al. A systematic review of the literature on digital transformation: insights and implications for strategy and organizational change [J]. *The journal of management studies*, 2020, 58(5): 1159-1197.
- [14] BARNEY J. Firm resources and sustained competitive advantage [J]. *Journal of management*, 1991, 17(1): 99-120.
- [15] AMIT R, HAN X. Value creation through novel resource configurations in a digitally enabled world [J]. *Strategic entrepreneurship journal*, 2017, 11(3): 228-242.
- [16] SHOU Y, CHE W, DAI J, et al. Inter-organizational fit and environmental innovation in supply chains: a configuration approach [J]. *International journal of operations & production management*, 2018, 38(8): 1683-1704.
- [17] SIRMON D G, HITT M A, IRELAND R D. Managing firm resources in dynamic environments to create value: looking inside the black box [J]. *The academy of management review*, 2007, 32(1): 273-292.
- [18] SINGH S K, EL-KASSAR A N. Role of big data analytics in developing sustainable capabilities [J]. *Journal of cleaner production*, 2019, 213(C): 1264-1273.
- [19] 宫晓云,权小锋,刘希鹏.供应链透明度与公司避税[J]. *中国工业经济*, 2022(11): 155-173.
- [20] GUALANDRIS J, LONGONI A, LUZZINI D, et al. The association between supply chain structure and transparency: a large-scale empirical study [J]. *Journal of operations management*, 2021, 67(7): 803-827.
- [21] STIGLITZ J E. Incentives, risk, and information: notes towards a theory of hierarchy [J]. *The bell journal of*

- economics, 1975, 6(2): 552 – 579.
- [22] SEARCY C, CASTKA P, MOHR J, et al. Transformational transparency in supply chains: leveraging technology to drive radical change [J]. California management review, 2022, 65(1): 19 – 43.
- [23] AHMED W, OMAR M. Drivers of supply chain transparency and its effects on performance measures in the automotive industry: case of a developing country [J]. International journal of services and operations management, 2019, 33(2): 159 – 186.
- [24] YE H T M, PAI F Y, WU L C. Relationship stability and supply chain performance for SMEs: from internal, supplier, and customer integration perspectives [J]. Mathematics, 2020, 8(11): 1 – 18.
- [25] GALBRAITH J R. Organization design: an information processing view [J]. Interfaces, 1974, 4(3): 28 – 36.
- [26] SU Z F, XIE E, PENG J S. Impacts of environmental uncertainty and firms' capabilities on R&D investment: evidence from China [J]. Innovation: organization & management, 2010, 12(3): 269 – 282.
- [27] LI Y, DAI J, CUI L. The impact of digital technologies on economic and environmental performance in the context of Industry 4.0: a moderated mediation model [J]. International journal of production economics, 2020, 229: 107777.
- [28] 李贵春, 李从东, 李龙洙. 供应链绩效评价指标体系与评价方法研究[J]. 管理工程学报, 2004(1): 104 – 106.
- [29] 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.
- [30] 吴非, 常曦, 任晓怡. 政府驱动型创新: 财政科技支出与企业数字化转型[J]. 财政研究, 2021(1): 102 – 115.
- [31] 申慧慧, 于鹏, 吴联生. 国有股权、环境不确定性与投资效率[J]. 经济研究, 2012, 47(7): 113 – 126.
- [32] 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, 22(5): 731 – 745.
- [33] 王博, 康琦. 数字化转型与企业可持续发展绩效[J]. 经济管理, 2023, 45(6): 161 – 176.
- [34] 刘海建, 胡化广, 张树山, 等. 供应链数字化与企业绩效——机制与经验证据[J]. 经济管理, 2023, 45(5): 78 – 98.

(责任编辑: 刘淑浩; 英文校对: 谈书墨)

Digital Transformation, Supply Chain Transparency and Supply Chain Performance: Evidence from Chinese A-share Manufacturing Listed Companies

JING Hui, FAN Yuwei

(Business School, Zhengzhou University, Zhengzhou 450001, China)

Abstract: In a turbulent environment, the development of digital technologies establishes the conditions necessary for the improvement of supply chain performance. Based on the resource-based, information asymmetry, and organizational information processing theories, this study analyzes the mechanism for the impact of digital transformation on supply chain performance. The proposed hypotheses are empirically tested using sample data of A-share listed manufacturing companies in China from 2015 to 2021. The results show that digital transformation has a significant positive impact on supply chain performance. Supply chain transparency plays a partial mediating effect in the relationship between digital transformation and supply chain performance, and environmental uncertainty positively moderates the relationship between digital transformation and supply chain performance, as well as digital transformation and supply chain transparency. The conclusions are still valid after a series of robustness tests. The results of the heterogeneity analysis show that the impact of digital transformation on supply chain performance in small and medium-sized enterprises is more significant than that in large enterprises. The findings provide a theoretical basis for Chinese manufacturing enterprises, especially small and medium-sized manufacturing enterprises, to promote digital transformation and improve their supply chain transparency and performance.

Key words: digital transformation; supply chain transparency; environment uncertainty; supply chain performance