

客户数字技术创新对供应商碳排放的影响

——供应链资金和创新“双溢出”的传导机制

芦彩梅,方 真

(山西大学 经济与管理学院,山西 太原 030031)

摘 要:供应链溢出效应的存在使得供应链上的企业行为相互影响。客户企业数字技术创新对其自身融资约束的缓解和绿色技术创新的促进,能够通过供应链资金溢出和创新溢出传导至其供应商企业,进而抑制供应商企业的碳排放。采用沪深 A 股上市公司 2008—2021 年的数据分析发现:客户企业数字技术创新对供应商企业碳排放具有显著负向影响;客户企业数字技术创新能够提高自身的利润增长率和现金流比率,降低供应商企业的应收账款占比,并同时降低自身和供应商企业的 KZ 指数、提高自身和供应商企业的绿色技术创新水平,即可以通过供应链资金溢出效应缓解供应商企业的融资约束、通过供应链创新溢出效应促进供应商企业的绿色技术创新,进而助力供应商企业碳减排;当客户为非国有企业和高科技企业时、供应商高管具有海外背景和属于非重污染行业时,客户企业数字技术创新对供应商企业碳减排的促进作用更显著。因此,在促进企业数字技术创新的同时,应完善供应链协同发展机制,增强供应链溢出效应。

关键词:数字技术创新;供应链资金溢出;融资约束;供应链创新溢出;绿色技术创新;碳排放

中图分类号:F273;F205 **文献标志码:**A **文章编号:**1674-8131(2025)01-0084-13

引用格式:芦彩梅,方真. 客户数字技术创新对供应商碳排放的影响[J]. 西部论坛,2025,35(1):84-96.

LU Cai-mei, FANG Zhen. Impact of customer digital technology innovation on supplier carbon emissions: The transmission mechanism of the “dual spillover” of supply chain funds and innovation[J]. West Forum, 2025, 35(1): 84-96.

一、引言

要实现经济社会的可持续发展,必须加快发展方式的绿色化转型,而技术进步是转变发展方式的核心驱动力。低碳化生产是发展方式绿色化转型的重点之一,其目的是通过减少生产过程中的碳排放量

* 收稿日期:2024-09-02;修回日期:2024-12-07

作者简介:芦彩梅(1975),女,山西忻州人;副教授,博士,主要从事供应链金融研究。方真(1998),通信作者,女,河南信阳人;硕士研究生,主要从事供应链金融研究;E-mail:fangzhen_ya0712@163.com。

来降低人类社会对生态环境造成的损害。作为经济运行的微观基础,企业的生产行为是碳排放的主要来源,因而企业生产方式的低碳化转型成为实现“双碳”目标的关键。企业生产方式的低碳化转型需要有相应的技术支撑,必须通过偏向低碳的技术创新来实现。随着数字技术创新和迭代的加快,以区块链、人工智能、大数据等为代表的数字技术不仅提高了社会生产力水平,也对企业的生产方式产生了深刻影响。在此背景下,企业积极开展数字技术创新活动,以数字化转型提升自身竞争力,从而分享数字经济红利。那么,企业的数字技术创新是否推动了以及怎样推动生产方式的低碳化转型?由于企业生产方式的低碳化转型表现为同样产量下的碳排放量减少,可以通过考察企业数字技术创新水平与碳排放量两个变量之间的关系来予以回答。

随着数字技术的快速发展和广泛应用,企业数字技术创新的经济效应成为学界研究的热点话题,大量经验分析证实了数字技术创新有利于企业的持续发展,比如能够提高企业的市场价值(陶锋等,2023; Liu et al., 2023; 周鹏等, 2024)^[1-3]、全要素生产率(黄勃等, 2023)^[4]、资源整合能力(Svahn et al., 2017)^[5]以及绿色治理水平(张大为等, 2024)^[6]等。由于数字化与绿色化之间具有很强的协同关系(吾买尔江·艾山等, 2024)^[7],企业的数字化转型能够驱动(促进)其绿色化转型(李金昌等, 2023; 林川等, 2024)^[8-9],一些文献关注到了企业数字技术创新和应用对碳排放的影响。Wu等(2024)^[10]利用2012—2021年中国制造业A股上市公司数据研究发现,数字技术创新可以通过提高生产率、提升绿色创新效率和减少能源消耗三条路径来降低企业的碳排放强度;卿玲丽等(2024)^[11]采用2010—2022年沪深A股上市公司数据分析表明,数字技术应用能够通过促进绿色技术创新和改善ESG绩效等渠道来降低企业的污染物排放及碳排放。然而,现有研究大多考察企业数字技术创新对其自身发展的影响,较少探究企业数字技术创新对其他企业的影响。

事实上,随着市场的拓展和分工的深化,现代化经济体系中的企业之间经济联系日益紧密,并且呈现多元化和复杂化趋势,单个企业的发展越来越多地受到相关企业行为的影响。目前,相关实证研究主要基于同类企业的同群效应和产业链供应链的溢出效应来分析企业行为对其他企业的影响。从供应链的角度来看,企业数字技术创新具有供应链溢出效应,比如核心企业的数字技术创新可以提高客户企业的劳动收入份额(郑志强等, 2024)^[12]。同时,企业的碳排放会受到供应链溢出效应的影响,比如企业外资持股的增加能够对其供应商企业的碳减排产生促进作用(宋德勇等, 2023)^[13],客户企业环境信息披露质量的提高能够改善供应商企业的碳排放绩效(Songet al., 2024)^[14]。那么,企业的数字技术创新能否通过供应链溢出效应对其他企业的碳排放产生影响?宋华等(2024)^[15]通过案例分析发现,数字技术的创新和应用可以推动供应链碳减排,即数字技术能够赋能供应链整体的碳减排。但是鲜有文献基于供应链溢出效应探究企业数字技术创新对供应链中其他企业碳排放的影响,更缺乏相关经验证据。

鉴于上述,本文借鉴宋德勇等(2023)^[13]的研究思路,从资金链和创新链两个维度探讨客户企业数字技术创新如何通过供应链资金溢出和创新溢出(“双溢出”)作用于供应商企业的碳排放,并采用沪深A股上市公司2008—2021年的数据进行实证检验。相比已有文献,本文的边际贡献主要在于:第一,考察了客户企业数字技术创新对供应商企业碳排放的影响,从供应链角度丰富了企业数字技术创新对其他企业的经济效应研究,也拓展了企业碳排放的影响因素研究,并为客户企业数字技术创新通过供应链溢出效应促进供应商企业碳减排提供了经验证据;第二,探讨了供应链资金和创新“双溢出”在客户企业数字技术创新影响供应商企业碳排放过程中的传导机制,有助于深入认识供应链溢出效应产生的内在机制及其积极作用;第三,从客户企业的产权性质和技术属性、供应商企业的高管背景和污染属性等维度分析了客户企业数字技术创新影响供应商企业碳排放的异质性,为充分利用供应链溢出效应来促进不同的企业协同推进低碳化转型提供了借鉴和启示。

二、理论分析与研究假说

1. 客户企业数字技术创新与供应商企业碳排放

数字技术的创新与应用使供应链上的企业联系更加紧密,企业内外部资源得到更有效的整合。企业在通过数字技术创新优化供应链资源配置、提高自身价值的同时,也会促进整条供应链的经济效益提升。由于客户企业是供应商企业外部信息与资源的重要来源(Lee et al., 2000)^[16],客户企业数字化能够通过结构赋能效应(提升供应链协同水平)和资源赋能效应(缓解供应商企业要素约束)来改善供应商企业的 ESG 表现(肖红军等, 2024)^[17]。因此,客户企业的数字技术创新会通过供应链溢出效应对供应商企业产生积极影响。具体到碳排放,一方面,数字技术本身具有绿色化偏向,客户企业的数字技术创新会促进自身生产低碳化转型,也会带动供应商企业生产的低碳化转型;另一方面,在激烈的市场竞争中,供应商企业出于保证议价能力和维持客户关系的原因,会尽量满足客户企业的环保需求(李青元等, 2023)^[18],客户企业数字技术创新能够驱动自身提高环境信息披露质量(曹翠珍等, 2023)^[19],向供应商企业传递出更强的重视环保的信号,从而对供应商企业的碳减排形成正向激励,促使其积极推进低碳化转型(严兵等, 2024)^[20]。此外,数字技术还具有强链延链补链的功效,能够增强供应链企业间的溢出效应,从而使得客户企业数字技术创新对供应商企业碳减排的促进作用更为显著。

基于以上分析,本文提出假说 H1:客户企业数字技术创新对供应商企业碳排放具有显著抑制作用。

企业的碳排放与自身的资金状况和技术水平密切相关,需要有足够的资金保障和相应的技术支持来实现碳排放量的减少(宋德勇等, 2023)^[13]。供应链上的企业通过较为稳定的经济联系形成一个相互关联、利益密不可分的共同体网络,当链上企业受到冲击而产生波动时,会迅速影响到链上其他企业的运转(Acemoglu et al., 2012)^[21]。其中,资金链和创新链是两条重要的传导路径。客户企业和供应商企业基于供需关系,通过资金往来产生联系,各自的资金状况会受到对方资金状况的影响;客户企业和供应商企业通过分工合作组成生产(服务)共同体,在共同利益目标的驱动下,各企业会将资源、信息、知识等在供应链网络中进行一定程度的共享,从而产生创新和知识溢出效应。基于此,本文进一步从资金链和创新链两个维度探讨客户企业数字技术创新影响供应商企业碳排放的供应链“双溢出”路径。

2. 客户企业数字技术创新、供应链资金溢出与供应商企业碳排放

首先,客户企业数字技术创新能够从内部经营绩效和外部融资渠道两个方面缓解自身的融资约束。一方面,数字技术创新有助于提高企业的经营绩效,从而增加企业的自有资金。技术创新为消费者不断提供更好的产品体验,有助于企业扩大市场份额,获取超额收益(尹美群等, 2018)^[22]。在数字经济时代,数字技术创新能够提高企业在市场中的竞争优势(陶锋等, 2023)^[1],并通过优化生产规划和决策(黄群慧等, 2019)^[23]、实现更加精细和柔性的生产(戚津东等, 2020)^[24]、推动各部门高效有序协同运行(黄勃等, 2023)^[4]等降低企业的生产和管理成本,促使企业生产效率和获利能力大幅提升。另一方面,数字技术创新有助于企业创建更为透明的财务数据记录,实现资金流和物流的透明化管理,缓解因信息不对称带来的“融资难”和“融资贵”问题(段钢等, 2024)^[25],从而改善企业的融资环境,拓展企业的融资渠道。其次,客户企业数字技术创新对其自身融资约束的缓解可以通过商业信贷改善供应商企业的资金状况,即通过供应链资金溢出效应缓解供应商企业的融资约束。以供应链为桥梁的商业信贷不仅有效连接着上下游企业的财务状况,还是企业经营风险和收益在供应链上传导的重要机制(曾艺等, 2023)^[26]。比如,当客户企业拥有充裕的资金时,会及时向供应商企业付款,有助于降低供应商企业

应收账款比例,从而加快供应商企业的资金回笼速度。最后,供应商企业融资约束的缓解有助于其减少碳排放。当企业受到的融资约束程度较高时,环保投资无法得到保障,管理者推进碳减排的积极性会降低;而融资约束的缓解为企业提供了更多的资金来源,有利于企业增加环保投资(刘啟仁等,2020;陈小蓓等,2021)^[27-28]。

基于以上分析,本文提出假说 H2:客户数字技术创新有助于缓解自身融资约束,进而通过供应链资金溢出效应降低供应商企业的碳排放量。

3. 客户企业数字技术创新、供应链创新溢出与供应商企业碳排放

首先,客户企业数字技术创新能够促进其自身的绿色技术创新。数字技术创新改善了企业的信息环境,也使得企业面临更强的外部监督和绿色发展压力,这会迫使企业主动承担更多社会责任,更加积极地通过绿色技术创新来提高环境绩效(李金昌等,2023)^[8];大数据、人工智能和云计算等数字技术能够帮助企业迅速捕捉和精准预测市场的绿色需求(El-kassar et al., 2019)^[29],并优化企业绿色技术创新的路径和模式,从而提高企业的绿色技术创新水平和质量(杨鹏等,2024)^[30]。其次,客户数字技术创新可以通过供应链创新溢出效应促进供应商企业的绿色技术创新。供应链上的企业是利益相互关联的共同体,核心企业进行绿色技术创新会对其他企业产生引导作用,进而实现整个供应链的绿色技术创新水平提升(解雪梅等,2019)^[31]。企业间的知识溢出普遍存在,供应链的关联会强化知识溢出效应,使得单个企业的技术可以通过合作、模仿和竞争等方式传递给供应链上的其他企业,同时,单个企业的技术创新也可以拉动供应链上其他企业进行技术创新,进而形成供应链创新溢出效应(Kong et al., 2020; Zhao et al., 2020; 袁朋伟等,2024)^[32-34]。客户企业的绿色技术创新为供应商企业提供了学习和借鉴的机会,尤其是由供应链建立的联结有助于创新资源的共享和创新合作的深化,从而能够提高供应商企业的绿色创新水平(严兵等,2024;王欣然等,2024)^{[20][35]}。此外,客户企业通过绿色技术创新改善自身经营绩效后,对供应商需求的规模扩大和结构升级也会激励供应商企业进行绿色技术创新(李波等,2024)^[36]。最后,供应商企业绿色技术创新能够显著抑制其碳排放。通过低碳化生产降低碳排放量是绿色技术创新的主要目的之一,绿色技术的创新和应用能有效降低企业生产过程中污染物和温室气体的排放量,同时还会提高企业进行污染治理的能力和效率,因而能够显著减少企业的碳排放(汪明月等,2022;李婉红等,2023)^[38-39]。

基于以上分析,本文提出假说 H3:客户数字技术创新可以促进自身的绿色技术创新,进而通过供应链创新溢出效应降低供应商企业的碳排放量。

三、实证方法设计

1. 模型设定

为检验客户企业数字技术创新对供应商企业碳排放的影响,本文构建如下基准回归模型:

$$CEE_{it} = \beta_0 + \beta_1 Dig_{it} + \sum \beta Controls_{it} + Ind + Year + \varepsilon$$

其中, i, j, t 分别代表供应商企业、客户企业、年份, $Ind, Year$ 分别表示行业固定效应和年份固定效应, ε 为随机误差项。

被解释变量(CEE_{it})“供应商碳排放”为供应商企业 i 在 t 年的碳排放量。参考宋德勇等(2024)^[13]的做法,利用较为完善的行业碳排放数据来估算企业的碳排放量(i 企业 t 年的营业成本占所在行业 t 年

总营业成本比例与行业年度碳排放总量相乘),再取自然对数得到 CEE_{it} 。

核心解释变量(Dig_{jt})“客户数字技术创新”为供应商企业 i 的客户企业 j 在 t 年的数字技术创新水平。参考黄勃等(2023)^[4]的做法,选取“底层技术”和“技术应用”两个层面的数字技术创新关键词^①,根据关键词对企业专利申请文件进行文本分析,确定其是否属于数字技术创新,然后计算出样本企业各年度数字技术专利申请数量,再加 1 后取自然对数得到 Dig_{jt} 。

参考宋德勇等(2023)^[13]和李云鹤等(2022)^[39]的研究,选取以下供应商企业的特征变量作为控制变量($Controls_{it}$):一是“净资产收益率”,以净利润与资产总额之比衡量;二是“销售毛利率”,以营业收入与营业成本之差占营业收入的比例衡量;三是“现金流比率”,以经营活动产生的现金流量与资产总额之比衡量;四是“营业收入增长率”,以当年营业收入与上一年营业收入之比减 1 衡量;五是“是否亏损”,若净利润小于 0 取值为 1,否则取值为 0;六是“股权集中度”,以第一大股东持股比例衡量;七是“两职合一”,若董事长和总经理为同一人取值为 1,否则取值为 0。

2. 样本选择 and 数据处理

本文以沪深 A 股上市公司为研究对象,样本期间为 2008—2021 年。剔除所有 ST、*ST 样本和关键数据缺失的样本,并基于客户企业的前五大供应商进行配对^②,最终获得 2 807 个观测值。样本企业的财务数据、供应链数据均来自国泰安(CSMAR)数据库,专利文本信息来自 WinGo 财经文本数据平台。此外,为避免极端值的影响,对所有连续变量进行前后 1%的缩尾处理。主要变量的描述性统计结果见表 1。

表 1 主要变量描述性统计结果

	变 量	观测值	平均值	标准差	最小值	最大值
被解释变量	供应商碳排放量	2 807	4. 117	2. 941	0. 473	13. 240
核心解释变量	客户数字技术创新	2 807	1. 507	1. 889	0	8. 309
控制变量	净资产收益率	2 807	0. 046	0. 060	-0. 332	0. 257
	销售毛利率	2 807	0. 257	0. 166	-0. 034	0. 871
	现金流比率	2 807	0. 048	0. 068	-0. 199	0. 283
	营业收入增长率	2 807	0. 171	0. 363	-0. 645	3. 808
	是否亏损	2 807	0. 093	0. 291	0	1
	股权集中度	2 807	37. 110	15. 560	8. 087	75. 840
	两职合一	2 807	0. 224	0. 417	0	1

四、实证检验结果分析

1. 基准回归

基准模型检验结果见表 2。其中,第(1)列只加入核心解释变量,同时控制年份和行业固定效应;第

①“底层技术”层面包括人工智能技术、大数据技术、云计算技术和区块链技术 4 类关键词,“技术应用”层面包括数字技术在市场场景中运用的关键词,如移动互联网、电子商务、数字金融等。

② 本文构建“客户-供应商-年度”的观测值,同一客户企业在同一年度可能拥有多个供应商企业。如客户企业 X 当年(2018 年)所对应的供应商企业有 A 、 B 、 C 三个,则构建“ $X-A-2018$ ”“ $X-B-2018$ ”“ $X-C-2018$ ”三个观测值。

(2)列和第(3)列加入控制变量,分别控制行业和年份固定效应;第(4)列加入控制变量,同时控制行业和年份固定效应。“客户数字技术创新”对“供应商碳排放”的回归系数均显著为负,表明客户企业数字技术创新水平的提高对供应商企业的碳排放量具有显著负向影响,假说 H1 得到验证。

表 2 基准回归结果

变 量	供应商碳排放			
	(1)	(2)	(3)	(4)
客户数字技术创新	-0.038 ** (0.016)	-0.058 *** (0.013)	-0.157 *** (0.028)	-0.052 *** (0.013)
净资产收益率		5.491 *** (0.611)	0.351 (1.318)	5.083 *** (0.603)
销售毛利率		-6.227 *** (0.203)	-5.823 *** (0.350)	-6.098 *** (0.194)
现金流比率		2.426 *** (0.394)	9.511 *** (0.836)	2.827 *** (0.390)
营业收入增长率		0.207 *** (0.064)	0.510 *** (0.139)	0.272 *** (0.069)
是否亏损		-0.197 * (0.107)	-0.062 (0.219)	-0.178 (0.109)
股权集中度		0.016 *** (0.002)	0.043 *** (0.003)	0.013 *** (0.002)
两职合一		-0.298 *** (0.062)	-0.599 *** (0.116)	-0.234 *** (0.061)
常数项	4.167 *** (0.036)	4.879 *** (0.096)	3.831 *** (0.161)	4.919 *** (0.094)
年份固定效应	控制	未控制	控制	控制
行业固定效应	控制	控制	未控制	控制
观测值	2 807	2 807	2 807	2 807
R ²	0.776	0.830	0.273	0.839

注: *、**、***分别表示在 10%、5%、1%的统计水平上显著,括号内为标准误,下表同。

2. 内生性处理

(1)工具变量法。为缓解基准模型可能存在的反向因果关系、遗漏变量等内生性问题,本文使用工具变量法进行内生性处理。参考黄群慧等(2019)^[23]的做法,利用城市历史邮电发展水平(1984年城市每百万人固定电话数量)构建工具变量。一方面,企业的数字技术创新受到所在地数字基础设施的影响,而城市的数字基础设施往往与其历史邮电发展水平相关(克魁等,2024)^[40],因而1984年城市每百万人固定电话数量满足工具变量的相关性条件;另一方面,城市历史邮电发展水平不会对企业当前的碳排放产生影响,满足工具变量的外生性条件。由于1984年城市每百万人固定电话数量不随时间变化,采用上一年度企业所在省份互联网接入端口数与1984年企业所在城市每百万人固定电话数量的交乘项作为“客户数字技术创新”的工具变量,进行2SLS检验的结果见表3的Panel A。第一阶段回归结果显示,工具变量与“客户数字技术创新”显著正相关;第二阶段的回归结果显示,工具变量拟合的“客户数字技术创新”对“供应商碳排放”的回归系数在1%的水平上显著为负。上述结果表明,在缓解内生性问题后,客户企业数字技术创新能够显著抑制供应商企业碳排放的结论依然成立。

(2)PSM检验。为了避免进行数字技术创新与未进行数字技术创新的客户企业之间系统性差异带来样本选择偏误,采用PSM方法进行样本匹配后重新检验。以前述控制变量为协变量,采用1:3邻近匹配法进行倾向得分匹配,匹配后两组样本满足平衡假设条件。用匹配后的样本重新进行检验,回归结果见表3的Panel B,“客户数字技术创新”对“供应商碳排放”的回归系数依然在1%的水平上显著为负。

表 3 内生性处理结果

变 量	Panel A:工具变量法		Panel B:PSM 检验
	客户数字技术创新	供应商碳排放	供应商碳排放
工具变量	0.009*** (0.001)		
客户数字技术创新		-0.059*** (0.014)	-0.046*** (0.015)
Anderson L M		56.048***	
Cragg-Donald Wald F		49.128	
观测值	2 523	2 523	2 001
R ²	0.225	0.846	0.851

注:所有模型均控制了控制变量以及行业和年份固定效应,限于篇幅,控制变量和常数项估计结果略,下表同。

3. 稳健性检验

为进一步验证基准模型分析结果的可靠性,进行以下稳健性检验:一是替换解释变量。借鉴黄勃等(2023)^[4]的做法,采用客户企业近三年(当年和前后各一年)数字专利申请总数加1的自然对数值作为解释变量重新进行检验,回归结果见表4的Panel A。二是增加控制变量。为缓解遗漏变量带来的估计偏误,在基准模型中加入供应商企业的“托宾Q值”(市场价值与资产总额之比)、“账面市值比”(账面价值与总市值之比)、“上市年限”3个变量重新进行检验,回归结果见表4的Panel B。三是调整样本范围。考虑到2008年国际金融危机和2020年新冠疫情可能对检验结果产生影响,分别使用2013—2021年的样本和2008—2018年的样本重新进行检验,回归结果见表4的Panel C。四是变量滞后处理。考虑到客户企业数字技术创新对供应商企业碳排放的影响可能存在滞后性,对解释变量进行滞后一期处理,同时也对控制变量进行滞后一期处理,检验结果见表4的Panel D。上述稳健性检验的解释变量估计系数均显著为负,表明本文的分析结果是稳健的。

表 4 稳健性检验结果

变 量	Panel A: 替换解释变量	Panel B: 增加控制变量	Panel C:调整样本范围	
			2013—2021 年	2008—2018 年
客户数字技术创新		-0.022** (0.011)	-0.069*** (0.016)	-0.048*** (0.015)
客户三年数字技术创新	-0.047*** (0.011)			
托宾 Q 值		0.027 (0.031)		
账面市值比		2.686*** (0.176)		
上市年限		-0.062*** (0.004)		
观测值	2 807	2 807	1 848	2 160
R ²	0.839	0.890	0.840	0.850

变 量	Panel D:变量滞后处理		
	解释变量滞后 1 期	控制变量滞后 1 期	解释变量和控制变量同时滞后 1 期
客户数字技术创新		-0.045** (0.022)	
L1. 客户数字技术创新	-0.051** (0.022)		-0.051** (0.022)
观测值	1 021	1 021	1 021
R ²	0.862	0.861	0.861

4. 机制检验

参考江艇(2022)^[41]的研究,构造如下模型进行机制检验:

$$M_{jt} = \beta_0 + \beta_1 Dig_{jt} + \sum \beta Controls_{jt} + Ind + Year + \varepsilon$$

$$M_{it} = \beta_0 + \beta_1 Dig_{jt} + \sum \beta Controls_{it} + Ind + Year + \varepsilon$$

其中, M_{jt} 为客户企业层面的中介变量, M_{it} 为供应商企业层面的中介变量,其余变量与基准模型一致。

(1) 供应链资金溢出路径。为检验客户企业数字技术创新对其自身融资约束的影响,选取3个中介变量(客户企业层面):一是“利润增长率”,利润增长率能够反映企业盈利能力的变化,采用净利润与上一年净利润之比减1来衡量;二是“现金流比率”,现金流比率可以反映企业在营业收入中获取现金的能力;三是“KZ指数”,企业的KZ指数越大,则受到的融资约束程度越高。为检验客户企业数字技术创新对供应商企业融资约束的影响,选取2个中介变量(供应商企业层面):一是“应收账款占比”,采用应收账款净额与总资产之比来衡量;二是“KZ指数”。检验结果见表5:“客户数字技术创新”对客户企业“利润增长率”和“现金流比率”的回归系数显著为正,表明客户企业数字技术创新能够提高自身的盈利能力,增加现金持有量,从而缓解资金压力;“客户数字技术创新”对客户企业“KZ指数”的回归系数显著为负,表明客户企业数字技术创新能够拓展其自身的融资渠道,降低其融资约束程度;“客户数字技术创新”对供应商企业“应收账款占比”的回归系数显著为负,表明客户企业数字技术创新能够通过商业信贷等渠道来帮助供应商企业持有更多现金;“客户数字技术创新”对供应商企业“KZ指数”的回归系数显著为负,表明客户企业数字技术创新有助于缓解供应商企业的融资约束。因此,客户企业数字技术创新能够显著缓解其自身的融资约束,并可以通过供应链资金溢出效应缓解供应商企业的融资约束,进而助力供应商企业的碳减排。由此,假说H2得到验证。

表5 供应链资金溢出效应检验结果

变 量	缓解客户企业融资约束			缓解供应商企业融资约束	
	净利润增长率	现金流比率	KZ 指数	应收账款占比	KZ 指数
客户数字技术创新	0.076*(0.041)	0.004*** (0.001)	-0.032*(0.018)	-0.002*(0.001)	-0.031*(0.017)
观测值	2 235	2 235	2 235	2 807	2 807
R ²	0.631	0.433	0.058	0.433	0.631

(2) 供应链创新溢出路径。借鉴王馨和王营(2021)^[42]的做法,用绿色发明专利申请数量和绿色实用新型专利申请数量之和衡量企业的绿色技术创新水平,分别以“客户绿色技术创新”和“供应商绿色技术创新”为中介变量,检验客户企业数字技术创新对其自身和供应商企业绿色技术创新的影响。检验结果见表6:“客户数字技术创新”对“客户绿色技术创新”和“供应商绿色技术创新”的回归系数均显著为正,表明客户企业数字技术创新在促进自身绿色技术创新水平提高的同时,也对供应商企业的绿色技术创新产生了显著正向影响。因此,客户企业数字技术创新能够显著提升其自身的绿色技术创新水平,并可以通过供应链创新溢出效

表6 供应链创新溢出效应检验结果

变 量	客户绿色技术创新	供应商绿色技术创新
客户数字技术创新	0.624*** (0.016)	0.007*(0.004)
观测值	2 109	2 316
R ²	0.736	0.118

应促进供应商企业的绿色技术创新,进而助力供应商企业的碳减排。由此,假说 H3 得到验证。

五、进一步讨论:异质性分析

1. 客户企业异质性分析

(1) 客户企业产权性质异质性。根据客户企业是否为国有企业将样本划分为“国有企业”和“非国有企业”两组,分别进行检验,回归结果见表 7 的 Panel A。在“国有企业”组,“客户数字技术创新”的回归系数为负但不显著;在“非国有企业”组,“客户数字技术创新”的回归系数显著为负。可见,相比国有企业,非国有企业数字技术创新对其供应商企业碳减排的促进作用更显著。其原因可能是,产权性质的不同会导致企业对资源、技术等生产要素的配置和利用存在差异,国有企业往往存在更为复杂的决策流程和更为严格的政策规制,使得其通过供应链产生的资金溢出和创新溢出相对较少。

(2) 客户企业技术属性异质性。参考白洁等(2022)^[43]的做法,根据国家统计局发布的《高技术产业(制造业)分类 2013》和《高技术产业(服务业)分类 2013》,将高技术行业的客户企业划为“高科技企业”组、非高技术行业的客户企业划为“非高科技企业”组,分别进行检验,回归结果见表 7 的 Panel B。在“高科技企业”组,“客户数字技术创新”的回归系数显著为负;在“非高科技企业”组,“客户数字技术创新”的回归系数为负但不显著。可见,相比非高科技企业,高科技企业数字技术创新对其供应商企业碳减排的促进作用更显著。其原因可能是,高科技企业具备技术优势,数字技术创新能力更强,更能够把握数字经济发展机遇,不仅数字技术创新水平和成果转化效率较高,而且在供应链上产生的资金溢出和创新溢出也较多。

2. 供应商企业异质性分析

(1) 供应商企业高管背景异质性。参考文雯和宋建波(2017)^[44]的做法,根据供应商企业的高管是否拥有海外背景将样本分为“高管有海外背景”组和“高管无海外背景”组,分别进行检验,回归结果见表 7 的 Panel C。在“高管有海外背景”组,“客户数字技术创新”的回归系数显著为负;在“高管无海外背景”组,“客户数字技术创新”的回归系数为负但不显著。可见,相比高管无海外背景的供应商企业,客户企业数字技术创新对高管有海外背景的供应商企业具有更显著的碳减排作用。其原因可能是,拥有海外背景的高管往往更注重企业社会责任的履行(文雯等,2017)^[44],并具有更为开放的发展理念,这会促使供应商企业更加重视并更加有效地利用客户数字技术创新带来的资金溢出和创新溢出。

(2) 供应商企业污染属性异质性。参考潘爱玲等(2019)^[45]的做法,根据环保部门发布的《关于执行大气污染物特别排放限制的公告》,以火电、钢铁、石化、水泥、有色、化工等六大行业为重污染行业,进而将重污染行业的供应商企业划为“重污染企业”组、非重污染行业的供应商企业划为“非重污染企业”组,分别进行检验,回归结果见表 7 的 Panel D。在“重污染企业”组,“客户数字技术创新”的回归系数为负但不显著;在“非重污染企业”组,“客户数字技术创新”的回归系数显著为负。可见,相比重污染行业的供应商企业,客户企业数字技术创新对非重污染行业的供应商企业具有更显著的碳减排作用。其原因可能是,重污染企业往往面临着较高的环境治理成本,导致客户数字技术创新通过供应链的资金溢出和创新溢出对其生产低碳化转型的促进作用有限,而非重污染企业则较易通过供应链资金溢出和创新溢出来实现碳减排(蔡庆丰等,2024;李荣华等,2024)^[46-47]。

表 7 异质性分析结果

变 量	客户企业异质性			
	Panel A:产权性质异质性		Panel B:技术属性异质性	
	国有企业	非国有企业	高科技企业	非高科技企业
客户数字技术创新	-0.014(0.018)	-0.097*** (0.020)	-0.101*** (0.022)	-0.029(0.021)
观测值	1 394	1 413	1 204	1 603
R ²	0.851	0.843	0.855	0.845
变 量	供应商企业异质性			
	Panel C:高管背景异质性		Panel D:污染属性异质性	
	高管有海外背景	高管无海外背景	重污染企业	非重污染企业
客户数字技术创新	-0.071*** (0.018)	-0.007(0.019)	0.012(0.020)	-0.081*** (0.017)
观测值	1 655	1 152	995	1 812
R ²	0.851	0.869	0.759	0.766

六、结论与启示

在现代化经济体系中,不同的企业之间存在着多样化的经济联系,因而企业的数字技术创新不仅会对其自身的生产方式产生影响,还会通过各种关联对其他企业的生产方式产生影响。基于分工协作形成的供应链将客户企业与供应商企业联结起来,并在企业的相互影响中产生多种供应链溢出效应。客户企业数字技术创新对其自身融资约束的缓解和绿色技术创新的促进,能够通过供应链资金溢出和创新溢出传导至其供应商企业,即可以缓解供应商企业的融资约束、促进供应商企业的绿色技术创新,进而抑制供应商企业碳排放。本文采用沪深A股上市公司2008—2021年的数据,在对客户企业和供应商企业进行配对的基础上,实证检验客户企业数字技术创新对供应商企业碳排放的影响,分析发现:(1)客户企业数字技术创新水平的提高对供应商企业的碳排放量具有显著负向影响,即客户企业数字技术创新能够促进供应商企业的碳减排;(2)客户企业数字技术创新能够提高自身的利润增长率和现金流比率,降低供应商企业的应收账款占比,并同时降低自身和供应商企业的KZ指数,表明客户企业数字技术创新可以通过供应链资金溢出效应缓解供应商企业的融资约束,进而促进供应商企业的碳减排;(3)客户企业数字技术创新水平的提高对自身和供应商企业的绿色技术创新水平都具有显著正向影响,表明客户企业数字技术创新能够通过供应链创新溢出效应促进供应商企业的绿色技术创新,进而助力供应商企业的碳减排;(4)相比国有企业和非高科技企业,非国有企业和高科技企业数字技术创新对其供应商企业碳减排的促进作用更显著;(5)相比高管没有海外背景、重污染行业的供应商企业,客户企业数字技术创新对高管有海外背景、非重污染行业的供应商企业碳减排的促进作用更显著。

根据上述结论,本文得到以下启示:第一,加强数字技术创新,促进企业生产方式的低碳化转型。一方面,政府应加大对企业数字技术创新的支持力度,通过多样化的激励措施降低企业的研发成本,激发企业的创新活力。尤其要鼓励企业增加对数字技术的研发投入,加快数字技术成果的转化和应用,为实现绿色低碳发展提供技术支撑。另一方面,企业应高度重视并积极推进数字技术创新。要强化数字技术创新内部培训,提升员工数字素养和创新能力;同时还要积极引进数字技术创新人才,高效配置内外部创新资源,不断提高数字技术创新水平和质量。第二,完善供应链协同发展机制,增强供应链溢出的积极功效。一方面,政府相关部门应推动完善行业标准和技术规范,促进供应链标准化和规范化发展。

要建立和完善供应链信息平台,促使供应链上的企业间信息共享、协同决策;要优化供应链治理体系,加强对供应链上企业的监管和评估。另一方面,企业应利用数字技术提高供应链的信息透明度,与供应链上的其他企业建立长期稳定的合作关系,加强供应链溢出效应,以实现供应链上资源的优化配置和高效利用。第三,利用数字技术完善供应链上企业间商业信贷的服务流程。通过引入数字化技术,利用人工智能和大数据分析等技术,提高信贷流程的效率和准确率。同时,利用区块链技术实现供应链上企业间信用穿透,提高数据可信度,有效推动供应链上企业建立长久稳定共赢的合作关系。

参考文献:

- [1] 陶锋,朱盼,邱楚芝,等.数字技术创新对企业市场价值的影响研究[J].数量经济技术经济研究,2023,40(5):68-91.
- [2] LIU Y,DONG J,MEI L,et al. Digital innovation and performance of manufacturing firms:an affordance perspective[J]. Technovation,2023,119.
- [3] 周鹏,王卓,谭常春,等.数字技术创新的价值——基于并购视角和机器学习方法的分析[J].中国工业经济,2024(2):137-154.
- [4] 黄勃,李海彤,刘俊岐,等.数字技术创新与中国企业高质量发展——来自企业数字专利的证据[J].经济研究,2023,58(3):97-115.
- [5] SVAHN F,MATHIASSEN L,LINDGREN R. Embracing digital innovation in incumbent firms:how Volvo cars managed competing concerns[J]. Mis Quarterly,2017,41(1):239-253.
- [6] 张大为,张林,黄秀丽.数字技术创新能提升制造企业绿色治理水平吗?[J].企业经济,2024,43(4):87-98.
- [7] 吾买尔江·艾山,秦洋,彭朝辉.共同富裕视角下企业数字化与绿色化的协同关系研究[J].软科学,2024,38(9):84-89.
- [8] 李金昌,连港慧,徐蔼婷.“双碳”愿景下企业绿色转型的破局之道——数字化驱动绿色化的实证研究[J].数量经济技术经济研究,2023,40(9):27-49.
- [9] 林川,吴沁泽.数字化转型促进了企业绿色化转型吗?[J].西部论坛,2024,34(4):94-110.
- [10] WU H,DENG H,GAO X. Impact of digital technology innovation on carbon intensity:evidence from China's manufacturing A-share listed enterprises[J]. Environmental Science and Pollution Research,2024,31(28):41084-41106.
- [11] 卿玲丽,季周,张雯悦.企业数字技术应用的减污降碳协同效应研究[J].财经理论与实践,2024,45(4):136-143.
- [12] 郑志强,何佳俐.数字技术创新的收入分配效应研究——基于产品创新和公司治理的视角[J].华东经济管理,2024,38(5):38-47.
- [13] 宋德勇,汪涌,胡杨.外资持股的供应链低碳化效应研究[J].中国工业经济,2023(11):155-173.
- [14] SONG S,LIAN J,SKOWRONSKI K. Customer base environmental disclosure and supplier greenhouse gas emissions:a signaling theory perspective[J]. Journal of Operations Management,2024,70(3):355-380.
- [15] 宋华,韩梦玮,于亢亢,等.数字技术如何助力供应链碳减排——基于国网浙江电力的案例研究[J].南开管理评论,2024,27(1):27-41.
- [16] LEE H L,SO K C,TANG C S. The value of information sharing in a two-level supply chain[J]. Management Science,2000,46(5):626-643.
- [17] 肖红军,沈洪涛,周艳坤.客户企业数字化、供应商企业 ESG 表现与供应链可持续发展[J].经济研究,2024,59(3):54-73.
- [18] 李青原,李昱,章尹赛楠,等.企业数字化转型的信息溢出效应——基于供应链视角的经验证据[J].中国工业经济,2023(7):142-159.
- [19] 曹翠珍,张越,郭金花.数字技术赋能企业提升环境信息披露质量实证研究[J].统计与信息论坛,2023,38(12):37-49.
- [20] 严兵,程敏,王乃合.ESG 绿色溢出、供应链传导与企业绿色创新[J].经济研究,2024,59(7):72-91.
- [21] ACEMOGLU D,CARVALHO V M,OZDAGLAR A. The network origins of aggregate fluctuations[J]. Econometrica,2012,80(5):1977-2016.
- [22] 尹美群,盛磊,李文博.高管激励、创新投入与公司绩效——基于内生性视角的分行业实证研究[J].南开管理评论,2018,21(1):109-117.

- [23] 黄群慧,余泳泽,张松林. 互联网发展与制造业生产率提升:内在机制与中国经验[J]. 中国工业经济,2019(8):5-23.
- [24] 戚聿东,肖旭. 数字经济时代的企业管理变革[J]. 管理世界,2020,36(6):135-152+250.
- [25] 段钢,刘贤铤,闫伟男. 企业数字技术创新对其新质生产力发展的影响机制[J]. 科技管理研究,2024,44(15):38-50.
- [26] 曾艺,周小昶,冯晨. 减税激励、供应链溢出与稳就业[J]. 管理世界,2023,39(7):19-29+45+30-36.
- [27] 刘啟仁,赵灿. 税收政策激励与企业人力资本升级[J]. 经济研究,2020,55(4):70-85.
- [28] 陈小蓓,陈雪婷. 媒体压力、融资约束与工业企业碳排放——绿色发明专利的调节作用[J]. 科技进步与对策,2021,38(12):69-78.
- [29] EL-KASSAR A-N, SINGH S K. Green innovation and organizational performance: the influence of big data and the moderating role of management commitment and HR practices[J]. Technological Forecasting and Social Change, 2019, 144: 483-498.
- [30] 杨鹏,孙伟增. 企业数字技术应用对绿色创新质量的影响研究[J]. 管理学报,2024,21(2):232-239.
- [31] 解学梅,罗丹,高彦茹. 基于绿色创新的供应链企业协同机理实证研究[J]. 管理工程学报,2019,33(3):116-124.
- [32] KONG T, FENG T, HUANG Y. How to convert green supply chain integration efforts into green innovation: a perspective of knowledge-based view[J]. Sustainable Development, 2020, 28(5):1106-1121.
- [33] ZHAO Y, ZHANG N, FENG T. The green spillover effect of green customer integration: Does internal integration matter? [J]. Corporate Social Responsibility and Environmental Management, 2020, 27(1):325-338.
- [34] 袁朋伟,董晓庆,任缘. 产业链绿色技术创新的同群效应研究[J]. 郑州大学学报(哲学社会科学版), 2024, 57(1): 50-58+143.
- [35] 王欣然,陶锋. 下游企业数字化可以牵引上游企业绿色创新吗? ——基于供应链溢出的视角[J]. 南方经济, 2024(5):132-149.
- [36] 李波,杨先明. 清洁生产环境规制、供应链关系与非对称性减排效应[J]. 财贸经济, 2024, 45(8):105-120.
- [37] 汪明月,李颖明. 企业绿色技术创新升级及政府价格型规制的调节作用[J]. 科研管理, 2022, 43(10):71-80.
- [38] 李婉红,李娜. 绿色创新、数字化转型与高耗能企业碳减排绩效[J]. 管理工程学报, 2023, 37(6):66-76.
- [39] 李云鹤,蓝齐芳,吴文锋. 客户公司数字化转型的供应链扩散机制研究[J]. 中国工业经济, 2022(12):146-165.
- [40] 克彪,徐宗文. 企业数字技术创新对全要素生产率的影响——基于要素结构优化和管理效率提升的双路径[J]. 西部论坛, 2024, 34(5):50-64.
- [41] 江艇. 因果推断经验研究中的中介效应与调节效应[J]. 中国工业经济, 2022(5):100-120.
- [42] 王馨,王营. 绿色信贷政策增进绿色创新研究[J]. 管理世界, 2021, 37(6):173-188+11.
- [43] 白洁. 对外直接投资特征对高科技企业生产率的异质性影响[J]. 科研管理, 2022, 43(7):200-208.
- [44] 文雯,宋建波. 高管海外背景与企业社会责任[J]. 管理科学, 2017, 30(2):119-131.
- [45] 潘爱玲,刘昕,邱金龙,等. 媒体压力下的绿色并购能否促使重污染企业实现实质性转型[J]. 中国工业经济, 2019(2):174-192.
- [46] 蔡庆丰,严唯唯,舒少文. 绿色创新的供应链溢出——基于核心企业与供应商协同发展的视角[J]. 经济管理, 2024, 46(6):43-59.
- [47] 李荣华,杜昊. “双碳”目标下碳排放权交易试点的减排效应与区域差异[J]. 经济与管理研究, 2023, 44(11):25-44.

Impact of Customer Digital Technology Innovation on Supplier Carbon Emissions: The Transmission Mechanism of the “Dual Spillover” of Supply Chain Funds and Innovation

LU Cai-mei, FANG Zhen

(School of Economics and Management, Shanxi University, Taiyuan 030031, Shanxi, China)

Summary: Digital technology innovation, as a powerful engine of modern social progress, has changed

the production and lifestyle of society at multiple levels and helps to solve urgent social problems such as environmental protection and climate change. Enterprises are the micro foundation of economic operation, and the realization of the “dual carbon goals” requires the joint efforts of enterprises along the supply chain. However, there are few studies on the impact of customer behavior on suppliers’ carbon emissions, especially on the impact of customers’ digital technology innovation on suppliers’ carbon emissions from the perspective of supply chain spillovers.

The financial data and supply chain data of listed companies used in this paper are from the CSMAR database and the WinGo financial text data platform. The supply chain relationships of the top five suppliers and top five customers from 2008 to 2021 are selected as sample data to empirically explore the impact mechanism between customer digital technology innovation and supplier carbon emissions.

The empirical study finds that customer digital technology innovation has a significant inhibitory effect on supplier carbon emissions, that is, the higher the level of customer digital technology innovation, the lower the carbon emissions of its suppliers, and this conclusion still holds after a series of robustness and endogeneity tests; the supply chain spillover effect shows that customer digital technology innovation can inhibit supplier carbon emissions through the spillover of supply chain funds and the spillover of green innovation in the supply chain; the heterogeneity analysis results show that when customers have the characteristics of non-state-owned enterprises and high-tech industries, or suppliers have the characteristics of executives with overseas backgrounds and non-polluting industries, the inhibitory effect of customer digital technology innovation on supplier carbon emissions is more significant.

Compared with previous literature, this study extends in the following three aspects. First, it examines the relationship between customer digital technology innovation and supplier carbon emissions, enriching the research on the economic consequences of digital technology innovation and providing a theoretical basis for customer digital technology innovation to promote its suppliers to reduce carbon emissions. Second, it provides a new perspective for the study of corporate carbon reduction factors from the micro supply chain perspective. Most existing studies are based on the perspective of corporate carbon reduction itself. This paper innovatively explores the role of customer behavior in inhibiting supplier carbon emissions from the perspective of supply chain spillover, expanding the research path of corporate carbon reduction. Third, it enriches the research on supply chain spillover effects. This study finds that customer digital technology innovation can enhance the cooperative relationship between customers and suppliers through two channels: the spillover effect of supply chain funds and the spillover effect of green innovation in the supply chain, providing a theoretical basis for promoting supply chain carbon reduction.

This paper reveals to some extent the spillover effect of digital technology innovation in the supply chain, which helps governments and enterprises to formulate more targeted policies and measures under the “dual carbon” background, providing a theoretical basis for promoting the low-carbon development of the supply chain and industrial chain.

Keywords: digital technology innovation; supply chain financial spillover; financing constraints; supply chain innovation spillover; green technology innovation; carbon emission

CLC number: F273; F205

Document code: A

Article ID: 1674-8131(2025)01-0084-13

(编辑:朱 艳;刘仁芳)