

# 供应链金融视角下数字化对“专精特新” 中小企业绿色技术创新的影响研究

刘新荷

南京林业大学, 经济管理学院, 江苏 南京

收稿日期: 2024年1月23日; 录用日期: 2024年1月31日; 发布日期: 2024年2月29日

## 摘要

数字化转型是塑造中小企业核心竞争力的重要途径, 其如何促进我国中小企业开展绿色技术创新是值得研究的。本文以供应链金融为切入点, 基于2017~2022年“专精特新”上市公司数据, 实证检验了企业数字化转型对“专精特新”中小企业绿色技术创新的影响并分析其机制。结果显示, “专精特新”中小企业的数字化转型通过缓解企业融资约束、提高企业的供应链金融水平这两条路径对绿色技术创新产生影响。异质性分析表明, 数字化转型对非国有企业、中等规模以及高管理效率的“专精特新”企业的促进效果最为明显。

## 关键词

“专精特新”中小企业, 数字化转型, 绿色技术创新

## Study on the Impact of Digitization on Green Technology Innovation of “Specialized and New” Small and Medium-Sized Enterprises from the Perspective of Supply Chain Finance

Xinhe Liu

College of Economics and Management, Nanjing Forestry University, Nanjing Jiangsu

Received: Jan. 23<sup>rd</sup>, 2024; accepted: Jan. 31<sup>st</sup>, 2024; published: Feb. 29<sup>th</sup>, 2024

文章引用: 刘新荷. 供应链金融视角下数字化对“专精特新”中小企业绿色技术创新的影响研究[J]. 电子商务评论, 2024, 13(1): 649-657. DOI: 10.12677/ecl.2024.131075

## Abstract

Digital transformation is an important way to shape the core competitiveness of small and medium-sized enterprises (SMEs), and it is worth studying how to promote the green technology innovation of SMEs in China. This paper takes supply chain finance as the entry point, and based on the data of listed companies of “specialized and new” from 2017 to 2022, empirically examines the impact of enterprise digital transformation on the green technology innovation of “specialized and new” SMEs and analyzes its impact mechanism. The results show that the digital transformation of “specialized and new” SMEs can significantly promote enterprise green technology innovation, and that the digital transformation of enterprises promotes green technology innovation through the channels of alleviating enterprise financing constraints and improving the level of enterprise supply chain finance. Heterogeneity analysis shows that digital transformation has the most obvious effect on non-state-owned enterprises, medium-sized SMEs and “specialized and new” SMEs with high management efficiency.

## Keywords

“Specialized and New” SMEs, Digital Transformation, Green Technology Innovation

Copyright © 2024 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

党的二十大报告指出，要加快节能降碳先进技术研发和推广应用，推动形成绿色低碳的生产方式。绿色技术创新成为各个企业亟待关注的重点。然而，企业绿色创新通常伴随着高成本和风险，尤其针对中小企业。如何提高绿色技术创新，哪些因素可以为绿色技术创新的提升赋能，进而实现绿色可持续发展已成为全球广泛关注的热点问题。

随着云计算、人工智能、大数据等数字化技术的相继出现，数字化已然成为实现产业优化升级的新引擎。数字经济发展背景下，中小企业数字化转型是传统产业改造提升的重要内容，是实现质量变革、效率变革、动力变革的关键举措。在 2021 年，工信部和财政部为了更好地执行中央对“专精特新”中小企业发展的重要指导原则，推出了《关于支持“专精特新”中小企业高质量发展的通知》。该通知强调，中小企业在数字化转型过程中需要专注于核心领域，创建典范，提高政策的效果。以“专精特新”中小企业为根基，积极培养并塑造数字化转型的“小灯塔”公司，从而推动我国中小企业的进步和壮大。

目前，我国中小企业的资金问题是制约其发展的关键[1]，供应链金融的出现为中小企业的资金问题提供了有效的解决方案[2]，供应链金融作为新的融资方式能够平衡链上相对弱势的上下游中小企业，缓解信息不对称[3]，是中小企业实现自身高速发展的“借力点”[4]。此外，供应链金融改变了中小企业信用风险评估体系，银行等金融机构不再以单一主体来进行风险评估[5]，从而保障更多中小企业权益，促进中小企业的发展及创新[6] [7]。

## 2. 理论机制与研究假设

数字经济发展是一国经济结构转型的动力，有助于淘汰“高污染、高耗能”产业，并向高技术、低

污染的绿色产业结构发展和升级,进而提升绿色创新能力。其中,中小企业是我国数字化转型的重中之重。一方面,数字化转型能够促进“专精特新”中小企业信息资源共享与要素配置优化,提高绿色创新要素投入的转化率。另一方面,企业数字化转型可以推进企业内部业务流程与生产方式重组变革,构建生产过程中的数字化模型,实现自动生产、数字监控和管理,快速发现资源要素的异常损耗和生产中的环境污染,从而不断改进后续生产工艺,降低生产过程中的资源要素损耗和环境污染,提高中小企业绿色创新资源要素的使用效率和产出转化率。基于此,本文提出如下假设:

**H1: “专精特新”中小企业数字化转型能够显著促进企业绿色技术创新。**

“专精特新”中小企业在创新的道路上的最大阻碍就是资金问题,企业的融资约束往往会造成企业研发投入不足,进而影响了创新产出。而绿色技术创新具有高风险、高收益的特点,在研发初期,投资风险极高,投资回收期较长,相对于其他行业难以获得稳定的高质量资金流入,从而融资约束更为严重。数字化转型使企业能够利用数字技术有效缓解企业融资约束的困难,通过数字化技术手段帮助金融机构更快地掌握资金需求方的财务和非财务信息,促进双方信息快速匹配,打破融资约束的束缚使企业能够及时、准确、充分地获得资金支持,促进中小企业开展绿色技术创新活动。基于此,本文提出如下假设:

**H2: “专精特新”中小企业数字化转型能够通过缓解融资约束促进企业绿色技术创新。**

相对于大型企业而言,“专精特新”中小企业的信息不对称问题较为突出。因此,信用程度低且信息不透明的中小企业往往很难得到供应链模式下参与主体的信贷支持。数字化赋能下的中小企业不仅可以通过大数据、云计算的抓取有效解决传统金融发展过程中存在的信息不对称和信用缺失问题,助力企业供应链金融的发展,增强企业对绿色技术创新过程中“供给侧”与“需求侧”信息的交互理解;还能够更好地挖掘企业数据价值,提高企业融资能力,在资金方面促进“专精特新”中小企业的绿色创新水平。基于此,本文提出如下假设:

**H3: “专精特新”中小企业数字化转型能够通过提高企业的供应链金融水平促进企业绿色技术创新。**

### 3. 研究设计

#### 3.1. 模型设定

本文构建如下计量模型以考察“专精特新”中小企业数字化转型与绿色技术创新的影响关系:

$$GTI_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 \times Digital_{it} + \alpha_2 X_{it} + \lambda_t + V_i + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

该模型中,被解释变量  $GTI_{it}$  表示企业  $i$  在第  $t$  年的绿色专利的总数,核心解释变量  $Digital_{it}$  为企业数字化转型指数,  $\alpha_1$  表示企业数字化转型对于企业绿色技术创新的效应,  $\alpha_0$  为常数项,  $X_{it}$  为一系列可能影响企业绿色技术创新的控制变量,  $\lambda_t$  为个体固定效应,  $V_i$  为时间固定效应,  $\varepsilon_{it}$  为扰动项。

#### 3.2. 变量选择与说明

##### 3.2.1. 被解释变量

绿色技术创新(GTI)。采用绿色专利数量作为衡量企业技术创新能力的标准已得到学术界的普遍认可,其体现了企业在新工艺、新材料、新技术等方面的革新能力。借鉴邓玉萍等(2021) [8]的研究,本文采用绿色专利申请总量来衡量企业绿色技术创新。本文对企业汇总后的绿色专利申请数量进行对数化处理,最终得到企业的绿色技术创新指标  $GTI$ 。其中,本文又进一步将绿色技术创新进一步分解为企业绿色发明专利数量(Gre Inv)以及绿色实用专利数量(Gre Um)进行研究。

##### 3.2.2. 核心解释变量

企业数字化转型(Digital)。采用文本数据挖掘法对 2017~2022 年期间 A 股上市企业年报进行文本分

析。从含有相关主题的重要新闻与会议中提取与“数字化转型”相关的文本数据，具体内容如表 1 所示。利用 Python 爬虫技术对样本上市企业的年报进行文本数据的抓取并对得到的词频数进行对数化处理。

**Table 1.** Key words extraction of enterprise digital transformation

**表 1.** 企业数字化转型的关键词

维度	类别	关键词
底层技术	人工智能	人工智能、商业智能、图像理解投资决策系统、智能分析、智机器人、机器学习、深度学、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	区块链、数字货币、分布式计算、差分隐私技术、智能金融合约
	云计算	云计算、流计算、图计算、内存计算、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、物联网、信息物理系统
	大数据	大数据、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
实践应用	数字技术应用	移动互联网、工业与联网、移动互联、互联网医疗、电子商务、移动支、第三方支付、NFC 支付、智源、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、智能文旅、智能手环、智能电网、智能营销、无人零售、互联网金融、数字金融、金融科技、量化金融、开放银行

### 3.2.3. 控制变量

考虑到其他因素对企业数字化转型的干扰，本文从财务特征、企业特征以及治理结构三个方面选取控制变量。第一，财务特征变量。采用净资产收益率(Roe)衡量盈利能力，用资产负债率(Lev)来衡量企业长期偿债能力。第二，企业特征变量。采用管理费用占比(Man)以及托宾 Q 值(Tobinq)指标。第三，治理结构变量。采用独立董事人数(Ind)指标。具体情况如表 2 所示。

**Table 2.** Variable table

**表 2.** 变量表

变量名称	变量符号	定义	数据来源
绿色技术创新	GTI	绿色发明专利申请量	CSMAR、CNRDS
企业数字化转型	Digital	基于爬虫技术和文本分析法构建企业数字化转型衡量指标	CSMAR
净资产收益率	Roe	净利润/股东权益平均余额	
管理费用占比	Man	管理费用/主营业务收入	
资产负债率	Lev	总负债/总资产	CSMAR
托宾 Q 值	Tobinq	(每股价格 * 流通股股份 + 每股净资产 * 非流通股股份 + 负债合计)/总资产	
独立董事人数	Ind	企业独立董事数量	

### 3.3. 数据来源与描述性统计

本文以 2017~2022 年 A 股“专精特新”上市企业作为研究样本，其中工信部 2019 年、2020 年以及

2021年公布的第一批(上市公司共137家)、第二批(上市公司共642家)、第三批(上市公司共797家)。为避免数据干扰,对数据进行以下预处理:(1)剔除金融类企业;(2)剔除IPO当年的观测值和已退市企业;(3)剔除主要变量缺失的企业。最终获得725家“专精特新”上市企业的4014个非平衡面板观测值。描述性统计如表3所示。

**Table 3.** Descriptive statistics of main variables

**表 3.** 主要变量描述性统计

Variable	Mean	Std. Dev.	Min	Max
GTI	1.436	5.938	0	192
Gre Inv	0.673	3.292	0	106
Gre Um	0.763	3.304	0	86
Digital	0.713	1.278	0	5.961
Roe	0.123	0.222	0	1.409
Man	0.851	0.172	0.003	9.884
Lev	0.327	0.168	0.019	1.444
Tobinq	1.217	1.466	0	21.464
Ind	4.997	4.398	0	17

## 4. 实证结果分析

### 4.1. 基准回归分析

表4汇报了“专精特新”中小企业数字化转型对绿色技术创新的基准回归结果。列(1)显示的是企业数字化转型对绿色技术创新总量(GTI)的影响,企业数字化转型(Digital)在1%的置信水平下显著为正,表明企业数字化水平越高越有利于促进企业绿色技术创新。列(2)及列(3)对企业绿色专利数量进行分解,列(2)、列(3)显示的是企业数字化转型对绿色发明专利数量(Gre Inv)和绿色实用专利数量(Gre Um)的影响,企业数字化转型的系数均在1%的置信水平下显著,但“专精特新”中小企业数字化转型对绿色发明专利的促进作用更强。

**Table 4.** Baseline regression results

**表 4.** 基准回归结果

变量	(1)	(2)	(3)
	GTI	Gre Inv	Gre Um
Digital	0.582*** (4.99)	0.334*** (4.85)	0.248*** (3.87)
Roe	-0.784 (-1.05)	-0.179 (-0.4)	-0.605 (-1.47)
Man	-0.657 (-0.71)	-0.123 (-0.23)	-0.534 (-1.05)
Lev	-0.161 (-0.18)	-0.013 (-0.03)	-0.148 (-0.30)

续表

Tobinq	0.146 (1.29)	0.070 (1.05)	0.075 (1.22)
Ind	0.164*** (4.23)	0.089*** (3.92)	0.074*** (3.49)
Con_s	0.216 (0.47)	0.125 (0.46)	0.091 (0.36)
Id Effect	Y	Y	Y
Year Effect	Y	Y	Y
N	751	751	751
R <sup>2</sup>	0.09	0.11	0.08

## 4.2. 内生性处理与稳健性检验

### 4.2.1. 内生性检验

考虑到数字化转型与绿色技术创新之间可能存在双向因果问题，即由于企业绿色专利数量越多，越希望能通过数字技术等更好地带动企业环境、社会与公司治理等多方面能力的提升，从而对开展数字化转型的意愿更加强烈。因此，本文参考涂心语和严晓玲(2022) [9]的做法，将 Digital 滞后一期作为工具变量(L.Digital)进行回归。由表 5 可以看出：在第一阶段中，L.Digital 的系数显著为正( $\beta = 0.474, P < 0.01$ )，说明 L.Digital 这一工具变量满足相关性的条件；在第二阶段中，LM 统计量为 125.48，拒绝工具变量识别不足的原假，Wald F 统计量为 317.805，大于临界值 16.380，拒绝弱工具变量的原假设成立，且 Digital 的系数显著为正( $\beta = 1.094, P < 0.01$ )，即本文研究结论 H1 在考虑内生性问题后依然稳健。

**Table 5.** Robustness test

**表 5.** 稳健性检验

变量	(1)	(2)
	Digital	GTI
L.Digital	0.474*** (17.81)	
Digital		1.094*** (5.67)
Con_s	0.24*** (3.64)	-0.254 (-0.97)
Kleibergen-Paap rk LM		125.48
Kleibergen-Paap rk Wald F		317.805
Controls	YES	YES
Id Effect	YES	YES
Year Effect	YES	YES
R <sup>2</sup>	0.33	0.07



### 4.2.2. 稳健性检验

#### (1) 调整样本

考虑到大城市在经济规模等方面存在差异，可能对本研究造成干扰，因此将北京、上海、重庆和天津四大直辖市剔除并进行回归。结果如表 6 所示，回归系数仍显著为正。

#### (2) 替换被解释变量

借鉴张永坤等(2021) [10]的研究，本文采用与数字化转型相关的无形资产数额占比，对企业数字化转型进行重新测度，得到新的数字化转型指标 Digitization 进行回归，结果显示如表 6 所示，Digitization 的系数在 1%水平上显著为正。

#### (3) 延长变量观测期

企业数字化转型对绿色技术创新的影响可能存在因果倒置问题，因此本文延长变量观测期重新进行检验。如表 6 所示，Digital 的滞后项回归系数在各滞后期的回归中依然显著为正，由此说明研究结论依然成立。

Table 6. Robustness test

表 6. 稳健性检验

	调整样本	替换被解释变量	延长变量观测期
GTI	0.593*** (3.27)	9.843*** (2.80)	0.479*** (3.69)
Controls	Y	Y	Y
Id Effect	Y	Y	Y
Year Effect	Y	Y	Y
N	2678	4014	4014
R <sup>2</sup>	0.10	0.08	0.08

### 4.3. 机制检验

基于前文理论分析，“专精特新”中小企业的数字化转型可能会通过缓解企业融资约束、提高企业的供应链金融水平这两条路径对绿色技术创新产生影响。参考鞠晓生(2013) [11]和凌润泽(2021) [12]的研究方法，企业的融资约束用 SA 指数来表示：

$$SA = (-0.737) \times \text{Size} + 0.043 \times \text{Size}^2 - 0.04 \times \text{Age}$$

其中，Size 为企业规模，Age 为企业年龄。

参考已有文献，本文从微观层面定义供应链金融水平，借鉴刘兢轶等的做法用短期借款、应付票据和应付账款之和比年末总资产来衡量，作为本文的中介变量(SCF)：

$$SCF = (\text{短期借款} + \text{应付账款} + \text{应付票据}) / \text{年末总资产}$$

表中第 1 列展示了数字化转型对企业融资约束(Sa)的估计结果，结果显示，数字化转型指数的估计系数在 1%水平上显著为负，说明“专精特新”企业的数字化转型有助于缓解企业融资约束，第 2 列回归结果表明，融资约束的回归系数在 1%水平显著为负，且绿色技术创新的估计系数显著为正，说明“专精特新”企业的数字化转型可以通过缓解企业融资约束，进而助力企业绿色技术创新。表中第 3 列展示了数字化转型对供应链金融水平(SCF)的估计结果。数字化转型指数估计系数在 1%水平上显著为正，说明“专

“专精特新”企业的数字化转型有助于提高企业的供应链金融水平。第 4 列回归结果表明，供应链金融水平的回归系数在 1% 水平显著为正，且绿色技术创新的估计系数显著为正，意味着“专精特新”企业的数字化转型能够通过提升企业的供应链金融水平助力企业绿色技术创新。

**Table 7.** Mechanism analysis

**表 7.** 机制分析

	SA	GTI	SCF	GTI
Digital	-0.141*** (-11.82)	0.543*** (4.56)	1.05*** (6.28)	0.605*** (5.18)
SA		-0.279** (-1.62)		
SCF				0.225*** (2.88)
Controls	Y	Y	Y	Y
Id Effect	Y	Y	Y	Y
Year Effect	Y	Y	Y	Y
R <sup>2</sup>	0.90	0.12	0.84	0.47

#### 4.4. 异质性分析

企业产权性质会影响中小企业数字化转型的效果。据此，基于“专精特新”企业不同的产权性质，将全部样本划分为国有企业和非国有企业，考察数字化转型对绿色技术创新在产权性质方面的异质性。表 8 中第 1 列与第 2 列结果显示，对于国有企业而言，数字化转型指数的估计系数不显著，但对于非国有企业而言，数字化转型指数的估计系数显著为正。其可能的原因在于：国有企业组织架构较为臃肿，各部门协调、转型成本等因素制约着企业数字化转型的效果。而对于非国有企业而言，其管理架构更加灵活，面对数字化以及绿色发展的新兴领域，以盈利为导向会促使非国有企业加快绿色技术创新的调整，提高市场竞争力。因此，产生的激励效应也就更为明显。

**Table 8.** Analysis of heterogeneity

**表 8.** 异质性分析

	国有企业	非国有企业	中等企业	小型企业	高管理效率企业	低管理效率企业
GTI	0.709 (1.34)	0.573*** (4.77)	0.503*** (2.93)	0.153*** (4.49)	0.603*** (5.64)	0.289 (0.62)
Controls	Y	Y	Y	Y	Y	Y
Id Effect	Y	Y	Y	Y	Y	Y
Year Effect	Y	Y	Y	Y	Y	Y
N	278	3,736	2,404	1,610	3,041	973
R <sup>2</sup>	0.12	0.11	0.08	0.09	0.14	0.08

管理费用率的高低也会影响数字化转型的效果。本文将管理费用率 MAN 视为企业内部管理效率的代理变量，首先生成样本均值。若公司的管理费用率低于均值，表明企业管理效率较高，则赋值为 1，



否则赋值为 0。如表 8 所示，“专精特新”企业的数字化转型对绿色技术创新的影响效果在管理效率较高的公司中更为明显，这表明企业的绿色技术在一定程度上要依赖企业内部管理的高效运行。某些上市公司内部管理人员关系复杂，导致管控成本过高，挤占研发资金，将不利于企业的绿色技术创新研发及产出。

公司规模在很大程度上也对绿色技术创新产生影响。本文将“专精特新”中小企业按照企业的总资产规模，以中位数为标准，划分为中等企业和小型企业。分析表明中、小企业的数字化转型对企业绿色技术创新的促进作用都十分显著，但相较于小型企业，中等企业的促进作用更为明显。其原因可能是，规模较小的企业在资金、设备以及人力资本上都存在一定局限性，制约了数字化转型的效果，进而导致企业绿色技术创新不足。而中等规模企业凭借雄厚的研发资金和众多技术人员得以快速适应数字化时代的浪潮，数字化转型效果也会更好。

## 5. 结论与建议

本文以 2017~2022 年 A 股上市的“专精特新”企业数据为样本，探究了“专精特新”中小企业数字化转型对企业绿色技术创新的影响效应及其作用机制。研究发现：(1)“专精特新”中小数字化转型对企业绿色技术创新有显著影响，经内生性以及稳健性检验研究结论依旧成立。(2) 机制分析发现，“专精特新”中小企业的数字化转型通过缓解企业融资约束、提高企业的供应链金融水平这两条路径对绿色技术创新产生影响。(3) 异质性分析发现，针对非国有、管理效率较高的中等规模企业，企业数字化转型对绿色技术创新的促进效果更为显著。据此，本文得出如下启示：

对政府来说，应因地制宜、因企制宜地推进“专精特新”企业的数字化转型，打破企业间的数字壁垒，促进企业间的数据互联，支持企业通过数据化手段积累数字资产、知识资产，有效解决我国中小企业供应链存在的信息失真和信息不对称等问题，解决中小企业融资难题，为企业绿色创新发展提供有效支撑。对企业来说，要通过数字化转型之路筑牢绿色发展基石。“专精特新”中小企业应强化企业内、外部的信息交流渠道建设，充分利用供应链金融以提高产业链资源的配置效率，提升核心业务竞争优势并且主动参与到供应链融资活动中去，降低自身融资成本，进一步激发绿色发展活力，挖掘绿色增长潜力。

## 参考文献

- [1] 梁榜, 张建华. 中国普惠金融创新能否缓解中小企业的融资约束[J]. 中国科技论坛, 2018(11): 94-105.
- [2] 胡跃飞, 黄少卿. 供应链金融: 背景、创新与概念界定[J]. 金融研究, 2009(8): 194-206.
- [3] 鲍长生. 供应链金融对中小企业融资的缓解效应研究[J]. 华东经济管理, 2020, 34(12): 91-98.
- [4] 王波, 郭宏丹, 郑姣, 等. 供应链金融与科技型中小企业融资效率[J]. 金融与经济, 2022(12): 88-96.
- [5] 曾小川. 供应链金融背景下中小企业融资新路径[J]. 商业观察, 2023, 9(6): 33-36.
- [6] 凌润泽, 潘爱玲, 李彬. 供应链金融能否提升企业创新水平? [J]. 财经研究, 2021, 47(2): 64-78.
- [7] 张夏恒. 中小企业数字化转型障碍、驱动因素及路径依赖——基于对 377 家第三产业中小企业的调查[J]. 中国流通经济, 2020, 34(12): 72-82.
- [8] 邓玉萍, 王伦, 周文杰. 环境规制促进了绿色创新能力吗?——来自中国的经验证据[J]. 统计研究, 2021, 38(7): 76-86.
- [9] 涂心语, 严晓玲, 王珊珊. 知识溢出、企业异质性与企业全要素生产率——来自制造业上市公司的经验证据[J]. 商业研究, 2022(6): 23-33.
- [10] 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.
- [11] 鞠晓生, 卢荻, 虞义华. 融资约束、营运资本管理与企业创新可持续性[J]. 经济研究, 2013, 48(1): 4-16.
- [12] 凌润泽, 潘爱玲, 李彬. 供应链金融能否提升企业创新水平? [J]. 财经研究, 2021, 47(2): 64-78.