

# 数字化转型对流通业绿色创新的影响

## ——基于融资约束和企业社会责任的中介作用

吴立光<sup>1</sup>, 王静<sup>1</sup>, 刘钰晨<sup>1</sup>, 石佳正<sup>2</sup>, 朱瑞雪<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>山东建筑大学商学院, 山东 济南

<sup>2</sup>招商银行股份有限公司济南分行, 山东 济南

收稿日期: 2025年3月13日; 录用日期: 2025年3月27日; 发布日期: 2025年4月27日

### 摘要

在“双碳”目标背景下, 流通业作为连接生产与消费的关键环节, 其绿色创新对经济可持续发展具有重要意义。本文以2010~2021年沪深A股流通业上市公司为样本, 实证检验数字化转型对流通业绿色创新的影响及其作用机制。研究发现: 第一, 企业数字化转型显著提升绿色创新水平, 结论通过稳健性检验; 第二, 数字化转型通过缓解融资约束(降低信息不对称)促进绿色创新; 第三, 企业社会责任发挥部分中介作用, 表明数字化赋能社会责任实践并推动绿色技术变革。本文聚焦流通业这一特定行业, 并首次从融资约束与社会责任双重视角揭示数字化转型影响绿色创新的内在机理, 为流通业数字化转型的绿色效应提供了经验证据。基于此, 建议企业加速数字技术与业务深度融合, 强化绿色创新的资金保障与社会责任嵌入, 政府则需完善政策支持体系, 引导流通业通过数字化实现低碳转型。

### 关键词

绿色创新, 数字化转型, 流通业

# The Impact of Digital Transformation on Green Innovation in the Circulation Industry

## —The Intermediary Role Based on Financing Constraints and Corporate Social Responsibility

Liguang Wu<sup>1</sup>, Jing Wang<sup>1</sup>, Yuchen Liu<sup>1</sup>, Jiazheng Shi<sup>2</sup>, Ruixue Zhu<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Business School, Shandong Jianzhu University, Jinan Shandong

<sup>2</sup>Jinan Branch, China Merchants Bank Co., Ltd., Jinan Shandong

Received: Mar. 13<sup>th</sup>, 2025; accepted: Mar. 27<sup>th</sup>, 2025; published: Apr. 27<sup>th</sup>, 2025

\*通讯作者。

文章引用: 吴立光, 王静, 刘钰晨, 石佳正, 朱瑞雪. 数字化转型对流通业绿色创新的影响[J]. 电子商务评论, 2025, 14(4): 2026-2040. DOI: 10.12677/ecl.2025.1441103

## Abstract

In the context of the “dual carbon” target, the circulation industry, as a key link connecting production and consumption, has significant green innovation for sustainable economic development. This article takes A-share listed companies in the Shanghai and Shenzhen stock markets from 2010 to 2021 as samples to empirically test the impact and mechanism of digital transformation on green innovation in the circulation industry. Research has found that: firstly, digital transformation of enterprises significantly improves the level of green innovation, and the conclusion is validated through robustness testing; Secondly, digital transformation promotes green innovation by alleviating financing constraints (reducing information asymmetry); Thirdly, corporate social responsibility plays a partial intermediary role, indicating that digitalization empowers social responsibility practices and promotes green technology transformation. This article focuses on the specific industry of circulation, and for the first time reveals the internal mechanism of the impact of digital transformation on green innovation from the dual perspectives of financing constraints and social responsibility, providing empirical evidence for the green effects of digital transformation in the circulation industry. Based on this, it is recommended that enterprises accelerate the deep integration of digital technology and business, strengthen the funding guarantee and social responsibility embedding of green innovation, and the government needs to improve the policy support system to guide the circulation industry to achieve low-carbon transformation through digitization.

## Keywords

Green Innovation, Digital Transformation, Circulation Industry

Copyright © 2025 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

在碳达峰与碳中和战略目标(简称“双碳”目标)的宏观政策框架下,绿色创新已成为驱动经济社会可持续发展的重要引擎。中国政府已正式确立构建市场导向型绿色技术创新体系的战略部署,着力推进绿色低碳循环经济模式转型。作为商品流通体系的核心载体,流通产业在价值传递过程中的运营效能与环境影响呈现显著相关性,其绿色转型已成为实现社会经济生态化发展的重要路径。然而,由于环保技术研发投入的沉没成本效应与绿色产品市场的正外部性特征,许多流通企业在绿色创新方面存在结构性失衡。鉴于此,自2010年国家层面陆续出台《“十四五”现代流通体系建设规划》等政策矩阵,加快推动流通产业转型升级目标,鼓励建立绿色技术创新示范基地、产业园区和开展绿色技术创新和应用,旨在推动现代流通体系建设,鼓励现代流通企业发展。特别是商务部《关于大力发展绿色流通的指导意见》提出了推动流通企业绿色发展、打造绿色商品供应链、建设绿色流通服务体系等三维战略框架。通过构建绿色技术创新示范基地、优化产业园区生态位等制度设计,着力破解创新要素配置的市场失灵问题。数字技术革命为绿色创新提供了新的范式突破,现代流通业通过物联网、云计算、大数据等ICT技术的深度渗透,正经历着由传统商贸模式向智能化、数字化运营体系的根本性转变。这种技术赋能不仅实现了物流成本帕累托改进与全要素生产率提升,更重要的是通过数字孪生、智能调度等技术手段,构建了绿色技术创新与商业模式创新的协同演化机制,形成具有中国特色的流通业可持续发展路径。

## 2. 文献综述

### 2.1. 数字化转型

#### 2.1.1. 数字化转型的定义

在信息技术革命浪潮的推动下，数字经济无处不在地渗透和赋能国民经济，成为新动能转换、推进生态、经济和社会进步的强大动力(Cai, 2023) [1]。数字化转型作为数字技术的载体，已经成为引领世界经济发展的重要动力，不仅为包括数字技术在内的新技术提供了新的驱动力，还为企业生产力的提高注入了新的技术能力，催生了新的经济增长点，加快了战略性新兴产业和未来产业的发展(杨芳等, 2024) [2]。

数字化转型最早是由 Negroponte N 在 1995 年提出的，他认为数字化转型不是简单地把信息转变为数据，而是要把数字化渗透到企业生产资料、商业活动、生产关系等各个方面(Negroponte N, 1995) [3]。数字化转型涉及到企业对新兴信息网络科技的应用，通过信息流通提升信息处理效率，促进传统业态与信息技术的融合，从而实现企业全方位变革和价值增值(Gilch 和 Sieweke, 2021) [4]。企业数字化转型是企业追求持久可持续发展的必然选择(Marinko S 和 Domingo S R, 2021) [5]，是数字技术的具体实现，使企业能够快速方便的方式访问广泛的创新资源(Gao 等, 2023) [6]。

#### 2.1.2. 数字化转型的测度

在数字经济快速演进与政策引导的双重驱动下，企业数字化转型已成为学术研究的重要议题。目前学界对企业数字化转型程度的量化测度尚未形成统一范式，现有文献主要采用三类测度方法：

第一类方法是设置虚拟变量衡量数字化转型。翟华云和李倩茹(2022) [7]通过设置二元虚拟变量“企业是否实施数字化转型”来考察其对企业绩效及审计质量的影响机制。然而该方法仅能捕捉企业数字化转型的二元属性，既无法有效量化转型深度，也难以准确评估其经济效应。第二类方法以财务指标为核心，选取无形资产中数字化要素的占比作为代理变量。张永坤等(2021) [8]通过提取上市公司财务报告附注中披露的数字化转型相关无形资产占总无形资产的比重来表征转型程度。但此方法由于财务数据的滞后性与有限性导致信息捕获不完整，而且仅能反映数字化转型的财务维度特征，难以全面涵盖战略实施与技术应用等多维特征。第三类方法采用文本分析法进行语义分析。鉴于企业年报在披露财务信息的同时承载战略规划信息，吴非等(2021) [9]运用 Python 网络爬虫技术抓取年报文本，通过构建数字化转型关键词词典并统计词频来构建测度指标。该方法突破了财务数据的局限，能够更全面地捕捉企业数字化转型的战略意图与技术实施特征，已成为当前主流的测度范式。

借鉴已有数据库和上述学者的做法，本文将运用文本分析法构建企业数字化转型程度指标。

#### 2.1.3. 数字化转型的经济后果

关于企业数字化转型的经济后果，学者们也进行了大量的探索，主要体现在生产效率、公司绩效、企业减排等方面。从生产效率来看，学者们认为数字化转型能够显著提高全要素生产率，并对影响机制进行了探讨。袁淳等(2021) [10]发现企业数字化转型通过促进企业专业化分工水平提高全要素生产率。企业数字化转型嵌入了数字化生产管理系统，弥补了人力不足，准确预测了市场需求，通过智能化和灵活的生产以及减轻的财务约束来提高生产运营效率(Wenrong P 等, 2022) [11]，霍春辉等(2023) [12]发现数字化转型的同群效应能够显著提高制造业企业全要素生产率，Zhang Yimeng 等(2023) [13]发现数字化转型通过促进企业商业模式创新提升企业绩效。数字化转型还可以帮助企业实现低碳经济转型，减少环境污染和碳排放，刘慧和白聪(2022) [14]认为数字化转型不仅能够提升企业的技术创新能力，还能通过推动其生产经营活动的结构优化，实现节能减排。

## 2.2. 绿色创新

### 2.2.1. 绿色创新的定义

在“双碳”目标下，绿色创新是推动产业结构转型和改善环境绩效的关键，也是新一轮全球战略竞争的新兴领域(罗双成等，2024) [15]。绿色创新是创新理论与可持续发展理论的重要结合点，其发展时间比较短，这一概念自提出至今仍然没有一个统一的定义。有关绿色创新的定义最早出现在 Claude Fussler 和 Peter James 于 1996 年出版的著作《绿色创新驱动：创新与可持续发展的科学突破》一书中。作者在书中指出，绿色创新是指在为消费者和企业提供价值的同时又能够减轻对环境负面影响的新产品及新工艺(Fussler C 等，1996) [16]。Novitasari 和 Agustia (2023) [17]将绿色创新描述为对环保商品或程序的软件或硬件改进，包括节能技术、防污技术、垃圾回收技术、可持续产品设计技术或商业环境监督技术的创新。绿色创新被视为企业在环境保护和资源节约方面的创新活动，旨在实现经济增长与生态环境保护的双赢(任晓松等，2024) [18]。

### 2.2.2. 企业绿色创新的影响因素

企业绿色创新的影响因素研究呈现内外部双维分析框架，现有文献证实内源性资源与外源性资源的协同赋能机制对绿色技术创新具有显著驱动效应。

从内部治理视角，高管团队异质性是关键驱动要素，企业通过投入更多的研发资金和研发人员，特别是技术专家型(高学历、技术型)高管，对绿色创新有显著的正向作用，并且还会对研发效率产生影响，促进额外的绿色创新(杨梅等，2023) [19]。并且具有从军经历(刘钻扩和王洪岩，2021) [20]、海外求学经历和工作经历(陆超和祝天琪，2023) [21]或绿色经历(卢建词和姜广省，2022) [22]的高管也会显著促进绿色创新。在公司治理视域下，董事高管责任保险对绿色创新有正向影响(肖小虹和潘也，2021) [23]，企业仅依靠财税政策不足以从根本上提升企业创新绩效，而高管薪酬激励具有创新补偿效应，为高管战略决策提供动力，能够正向强化财政补贴对企业绿色创新的积极影响。

外部制度环境通过多维政策工具组合激发创新动能，制度压力、环境税收、信贷政策、政府补贴能够不同程度地激励企业绿色创新(李晓红等，2023) [24]。谢乔昕(2021) [25]发现，绿色信贷政策能够大大推动非金融上市企业的创新，政府的资助则能够发挥积极的调节作用；而张铂晨和赵树宽(2022) [26]发现政府补贴对企业绿色创新绩效影响先增强后减弱。韦施威和杜金岷等(2022) [27]基于绿色技术创新的视角，发现数字经济的发展有效提高了绿色技术创新的产出，同时还降低了污染的排放；韩国文和甘雨田(2022) [28]的研究发现外部投资者关注能够有效提高企业绿色创新绩效水平，同时这种影响在东部地区以及非高污染企业中尤为显著。

## 2.3. 文献评述

通过对数字化转型及绿色创新相关文献的梳理和回顾，本文对研究话题有了更深入的了解，为深入探讨这一话题奠定了坚实的基础，也更进一步地明确了本文的理论和现实意义。

通过相关文献的梳理，可以总结出以下几条重要结论：第一，数字化转型是企业市场上获得竞争优势的重要战略选择，它不仅能提高企业绩效和生产率，还能帮助企业实现降污减排。第二，吴非等(2021) [9]结合国泰安数据库并借助 Python 爬虫功能提取年报中与“企业数字化转型”相关的关键词，用相关词频统计量衡量企业数字化转型程度，这为本文构建数字化转型指标提供思路。第三，数字化转型优化了现有的创新模式，天然嵌入了绿色发展理念，成为促进绿色创新的内在驱动力，并通过直接效应和间接效应对其产生正向影响。

然而，尽管学术界对企业数字化转型、企业绿色创新均有关注，但鲜有文献探讨企业数字化转型对

流通业绿色创新的影响，二者的直接联系以及其中的机制，以及新时代中国物流企业数字化转型是物流企业发展的重要战略举措。本文基于“双碳”远景目标指引，探究企业数字化转型对流通业绿色创新的影响，拓展了数字化转型微观经济后果与绿色创新影响因素的相关研究，为中国流通业的数字化转型探索与绿色创新实践提供理论参考。

## 2.4. 本文研究内容

本文旨在探讨 2010 年至 2021 年期间沪深 A 股流通业企业上市公司的数字化转型及其与绿色创新之间的关联性及其影响机制。本文将深入探讨几个重要的角度，并对其进行详细地分析和论证：

第一部分：引言与文献综述。本部分在分析目前政策环境的基础上系统回顾数字化转型与绿色创新理论脉络，指出现有研究在流通业应用及多维机制分析的学术缺口，由此确立了研究主题与创新视角。

第二部分：理论分析与研究假设。本部分深入探讨了企业数字化转型对绿色创新的影响机制，并提出本文的研究假设。

第三部分：样本选择与模型设定。本部分主要包括样本的选择和数据来源，构建本文的模型并解释说明各变量的定义。

第四部分：实证结果分析。本部分对主要变量进行了描述性统计和相关性分析，然后进行多元回归结果分析，最后进行了稳健性检验。

第五部分：研究结论与建议。本部分根据前文的实证检验得出本文的研究结论，并提出建议。

## 2.5. 本文的创新点

一方面，本文研究对象上的创新。现有文献对于数字化转型的研究大多局限在制造业、重污染等企业，鲜有文章研究流通业企业数字化转型的后果，而数字化转型是全行业的未来发展趋势，本文选取流通业作为案例对象，分析数字化转型对流通业企业绿色创新的影响，丰富了数字化转型对不同企业的绿色创新产生影响的后果研究。

另一方面，本文在研究视角上的创新。在回顾相关文献后，本文发现现有研究虽然证明了数字化转型能够提高企业绿色创新绩效，但大都是从数字化转型的整体出发，鲜有文献从融资约束和企业社会责任两个角度探究，进一步研究了企业数字化转型对绿色创新绩效的影响，丰富了企业绿色创新绩效的影响因素研究。

## 3. 理论分析与研究假设

### 3.1. 数字化转型与绿色创新

在全球经济高速发展与环境挑战日益加剧的背景下，绿色创新已成为企业实现可持续发展的重要途径。作为当前企业战略转型的核心方向，数字化转型对绿色创新的作用机制受到广泛关注。从企业内生动力视角，数字技术的深度应用，如大数据、物联网、人工智能等重构了传统业务流程与决策模式，通过技术赋能优化绿色创新资源整合效率。具体而言，数字化技术不仅能够提升企业内部资源配置的精准性，降低环境治理成本，还能加速跨部门知识共享与协同创新，激发企业自主研发能力，进而形成绿色技术创新的内生驱动力。

从外部环境适应性视角，数字化转型强化了企业对市场动态与政策导向的响应能力进而促进企业绿色创新。一方面，数字平台与智能工具的应用提高了企业对绿色消费需求与低碳政策的捕捉效率，推动企业快速调整资源分配策略以适应外部环境变化；另一方面，数字化手段通过增强信息透明度与利益相关者沟通效率，促使企业在技术研发与产品设计中嵌入环境责任，从而提升绿色创新的社会认可度与市

场竞争力。

**H1:** 数字化转型对企业绿色创新具有显著的正向促进作用。

且这一影响可能通过多种机制实现,如缓解融资约束、提升内部控制质量、增强社会责任表现等,会对数字化转型与绿色创新的关系产生影响。

### 3.2. 融资约束的中介作用

数字化转型对企业绿色创新的促进作用,部分源于其对融资约束的缓解效应。从资源配置视角,数字技术的应用通过重构企业内部信息处理机制,显著降低管理层与外部投资者之间的委托代理成本。具体而言,数字化工具能够提升财务数据透明度与可追溯性,减少信息不对称导致的逆向选择与道德风险问题,进而增强金融机构对企业绿色项目的风险评估能力,优化信贷资源配置效率。

从市场信号传递视角,数字化转型通过强化企业环境信息披露的完整性与及时性,提升利益相关方对其绿色战略的认同度。这种“绿色信用”的积累能够拓宽企业外部融资渠道,降低融资成本并缓解长期资本约束,为绿色技术研发与设备升级提供稳定的资金支持。此外,数字化管理系统的嵌入优化了企业内部资金配置效率,减少冗余资源消耗,促使更多资本向高附加值的绿色创新活动倾斜。

**H2:** 融资约束在数字化转型与企业绿色创新之间发挥中介作用,即数字化转型通过缓解融资约束间接促进绿色创新。

### 3.3. 企业社会责任的中介作用

数字化转型不仅是企业适应数字经济发展的战略选择,更是实现绿色创新的重要驱动力。从制度嵌入视角,数字化转型通过优化内部控制机制与治理结构,为企业社会责任(Corporate Social Responsibility, CSR)的履行提供了制度基础。数字技术的深度整合能够强化环境信息披露的规范性,提升企业对环境风险的动态监测能力,从而推动其主动承担生态保护责任。这种责任导向进一步渗透至技术创新活动中,促使企业在研发、生产等环节系统性嵌入绿色标准,实现经济效益与环境效益的协同。

从资源获取视角,企业社会责任的积极履行能够通过声誉效应与合法性机制吸引外部利益相关者,包括并不限于投资者、消费者的关注与支持。一方面,数字化转型背景下,CSR实践通过提升品牌形象与社会公信力,为企业获取绿色技术研发所需的资金、政策倾斜及市场资源提供便利;另一方面,社会责任承诺的强化倒逼企业优化内部资源配置效率,降低短期逐利行为对绿色创新活动的挤出效应,形成可持续创新的内生动力。此外,在高度竞争的市场环境中,CSR履行的战略价值更为凸显,企业通过数字化手段精准识别利益相关者的绿色诉求,并将其转化为差异化竞争优势,从而加速绿色技术迭代与应用。

**H3:** 企业社会责任在数字化转型与绿色创新之间发挥中介作用,即数字化转型通过强化社会责任实践间接推动绿色创新。

## 4. 样本选择与模型设定

### 4.1. 数据来源与样本选择

本文以2010~2021年沪深A股流通业上市公司为研究样本,(借鉴(李书敏,2021)[29]流通业的样本选取方式,以代码F和G的批发零售业与物流企业作为研究样本)并按照以下原则对原始数据进行处理:①剔除ST、PT类上市公司样本数据;②剔除金融行业企业样本数据;③剔除观测值不足五年的样本数据;④剔除观测值缺失严重的数据;⑤考虑到极端值对实证结果的影响,对所有连续变量进行上下1%的缩尾处理。最终本文得到1473个样本数据。由于和讯网企业社会责任(CSR)评级的最新数据更新到了2021

年,所以本文所研究样本选取 2010~2021 年的样本数据。本文所用数字化转型数据来自上市公司年报、本文参考吴非等(2021) [9]的做法,以上市公司年报中出现数字化转型关键词频的总数来衡量数字化转型的水平。绿色专利数据主要来自 CNRDS 数据库,企业社会责任指标数据来源于和讯网发布的上市公司社会责任评级,公司主要治理数据和财务数据来自 CSMAR 数据库。

## 4.2. 变量说明

### 4.2.1. 被解释变量

被解释变量是绿色创新(Gis)。本文选取了企业绿色专利申请数量作为衡量企业绿色创新能力的主要指标,绿色专利申请量不仅能体现企业的创新程度,也能体现其创新的质量,企业绿色专利申请量越高,说明企业的绿色创新能力就越强。借鉴李青原和肖泽华(2020) [30]的方法,基于世界知识产权组织(WIPO)于 2010 年推出的“国际专利绿色分类清单”,将上市公司专利分类号对照清单里的分类号进行绿色专利的筛选,进而确定每年的绿色专利申请数。考虑到绿色专利授权需要 3~5 年的时间,所以使用  $\ln(\text{绿色专利申请数} + 1)$  度量企业当年绿色创新水平。

### 4.2.2. 核心解释变量

核心解释变量是企业数字化程度(Digital)。借鉴吴非等(2021) [9]的研究,通过文本分析的方法来构建企业数字化程度(Digital)。用 Python 软件从流通类上市企业年报中抓取涉及数字化转型的关键词,并对相关词汇频总数作加 1 后取对数处理,以衡量数字化转型水平。本文的特征词图谱如表 1 所示。

**Table 1.** Digital transformation keyword map

**表 1.** 数字化转型关键词图谱

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

### 4.2.3. 中介变量

融资约束(SA)。借鉴刘翔宇等(2023) [31]的研究本文以 SA 指数作为融资约束的代理指标,该指标数值越大代表企业面临的融资约束越严重。当公司需要进行外部融资时,可能会面临高昂的融资成本或无法如期满足融资需求的情况,这种情况被称为公司的融资约束。

企业社会责任履行(CSR)。本文主要参考阳镇等(2021) [32]基于第三方的企业社会责任评级指数即和讯网企业社会责任评价指数衡量企业社会责任表现,将企业社会责任总评分进行取对数处理来衡量企业社会责任履行情况。

### 4.2.4. 控制变量

参考已有关于企业绿色创新、数字化转型、融资约束和企业社会责任的相关研究,本文选取账面市值比(BM)、企业成长性(Growth)、资产负债率(Lev)、净资产收益率(ROE)、独立董事比(Ind)、股权集中度

(TOP1)、企业年龄(Age)、行业虚拟变量(id)和年度虚拟变量(year)作为控制变量。具体定义如表 2 所示。

**Table 2.** Definition of variables  
**表 2.** 变量的定义

变量类型	变量	指标	测度方法	数据来源
被解释变量	绿色创新	Gis	企业的绿色专利申请数量加一取自然对数	CNRDS
解释变量	数字化转型	Digital	企业年报中数字化转型关键词总频数加一取自然对数	CSMAR
中介变量	融资约束	SA	SA 指数	CSMAR
	企业社会责任	CSR	企业社会责任报告评级得分/100	和讯网
控制变量	账面市值比	BM	所有者权益/总市值 × 100%	
	企业成长性	Growth	营业收入增长率	
	资产负债率	Lev	期末负债/期末资产	
	资产收益率	ROE	净利润/期末资产	CSMAR
	股权集中度	TOP1	第一大股东持股数量/总股数	
	独立董事比	Ind	独立董事占董事会总人数的比例	
	企业年龄	Age	ln(当年年份-企业成立年份 + 1)	

### 4.3. 模型构建

本文研究数据为面板数据，根据豪斯曼检验结果  $P < 0.05$ ，故本文使用固定效应模型进行分析。

#### 4.3.1. 基准回归模型

以数字化转型程度(Digital)作为自变量，上市公司绿色创新能力(Gis)作为因变量考察数字化转型程度提高是否提升了企业绿色创新能力，本文构建模型(1)作为基准回归模型。

$$Gis_{i,t} = \alpha_0 + \alpha_1 Digital_{i,t} + \alpha_2 BM_{i,t} + \alpha_3 Growth_{i,t} + \alpha_4 Lev_{i,t} + \alpha_5 ROE_{i,t} + \alpha_6 TOP1_{i,t} + \alpha_7 Ind_{i,t} + \alpha_8 Age_{i,t} + \sum Year + \sum Indu + \varepsilon_{i,t} \quad (1)$$

其中， $Gis_{i,t}$ 表示第  $i$  个企业在  $t$  年的， $Digital_{i,t}$ 代表企业数字化水平， $\varepsilon$ 为随机误差项。模型还对企业和年份固定效应进行控制，以避免未观测的企业特征等相关因素对本文回归结果的干扰。

#### 4.3.2. 中介效应回归模型

构建融资约束(SA)关于数字化转型和绿色创新的中介效应模型如下：

$$SA_{i,t} = \alpha_0 + \alpha_1 Digital_{i,t} + \alpha_2 BM_{i,t} + \alpha_3 Growth_{i,t} + \alpha_4 Lev_{i,t} + \alpha_5 ROE_{i,t} + \alpha_6 TOP1_{i,t} + \alpha_7 Ind_{i,t} + \alpha_8 Age_{i,t} + \sum Year + \sum Indu + \varepsilon \quad (2)$$

$$Gis_{i,t} = \alpha_0 + \alpha_1 Digital_{i,t} + \alpha_3 BM_{i,t} + \alpha_3 Growth_{i,t} + \alpha_4 Lev_{i,t} + \alpha_5 ROE_{i,t} + \alpha_6 TOP1_{i,t} + \alpha_7 Ind_{i,t} + \alpha_8 Age_{i,t} + \alpha_9 SA_{i,t} + \sum Year + \sum Indu + \varepsilon \quad (3)$$

其中， $SA_{i,t}$ 表示第  $i$  个企业在  $t$  年的融资约束。

构建企业社会责任(CSR)关于数字化转型和绿色创新的中介效应模型如下：

$$CSR_{i,t} = \alpha_0 + \alpha_1 Digital_{i,t} + \alpha_2 BM_{i,t} + \alpha_3 Growth_{i,t} + \alpha_4 Lev_{i,t} + \alpha_5 ROE_{i,t} + \alpha_6 TOP1_{i,t} + \alpha_7 Ind_{i,t} + \alpha_8 Age_{i,t} + \sum Year + \sum Indu + \varepsilon \quad (4)$$

$$Gis_{i,t} = \alpha_0 + \alpha_1 Digital_{i,t} + \alpha_2 BM_{i,t} + \alpha_3 Growth_{i,t} + \alpha_4 Lev_{i,t} + \alpha_5 ROE_{i,t} + \alpha_6 TOP1_{i,t} + \alpha_7 Ind_{i,t} + \alpha_8 Age_{i,t} + \alpha_9 CSR_{i,t} + \sum Year + \sum Indu + \varepsilon \tag{5}$$

其中， $CSR_{i,t}$ 表示第*i*个企业在*t*年的企业社会责任。

## 5. 实证结果分析

### 5.1. 描述性统计结果分析

**Table 3.** Descriptive statistical results

**表 3.** 结果

Variable	样本	均值	标准差	最小值	中位数	最大值
Gis	1473	0.313	0.691	0	0	4.127
Digital	1473	1.397	1.170	0	1.386	5.056
SA	1473	-3.830	0.274	-4.701	-3.857	-2.874
CSR	1473	0.292	0.174	-0.0870	0.248	0.844
BM	1473	0.365	0.185	0.0130	0.331	1.290
Growth	1473	0.414	6.805	-0.940	0.0670	251.2
Lev	1473	0.499	0.195	0.0400	0.498	0.950
TOP1	1473	0.387	0.156	0.0880	0.371	0.855
Ind	1473	0.366	0.0480	0.200	0.333	0.667
ROE	1473	0.0600	0.229	-5.068	0.0770	0.524
Age	1473	2.535	0.674	0.693	2.773	3.434

根据表 3 中的数据可以发现，绿色创新(Gis)的均值为 0.313，标准差为 0.691，最小值为 0，最大值为 4.127，中位数为 0，表明近年来我国流通业企业的绿色创新水平存在较大差异，流通业企业整体的绿色创新水平不太理想，亟待提高；数字化转型(Digital)的均值为 1.397，最小值为 0，最大值为 5.056，中位数为 1.386，标准差为 1.170，这说明样本企业间的数字化转型水平存在明显差异，一些企业凭借自身能力和政策优势，较早实现了数字化转型，另一些企业则由于自身大小等因素差异较难实现数字化转型。

### 5.2. 相关性检验结果分析

模型的 VIF 值均小于 2，表明本文选取的自变量之间不存在多重共线性问题。本文采用计算 per 相关系数的方式检查重要变量间的相关性，检验结果如表 4 所示。数字化转型与企业绿色创新之间显著正相关，表明数字化转型程度越高的流通业上市公司其绿色创新能力就越高，假设 1 初步得到验证。

### 5.3. 基准回归结果分析

表 5 中，第(1)列仅将企业数字化转型(Digital)作为核心解释变量进行回归，可以看出，企业数字化转型(Digital)通过了 1%水平上的显著性检验，系数为 0.064。这说明，随着企业数字化转型(Digital)的提升，会增加绿色创新绩效。第(2)列在加入了控制变量之后，企业数字化转型(Digital)的回归系数为 0.057，且在 1%的水平下显著为正。说明在考虑其他影响因素的情况下，数字化转型(Digital)仍然能够促进流通业绿色创新(Gis)。具体而言，数字化转型程度(Digital)创新了流通业的运营模式，促进了要素的流动和有效

**Table 4.** Correlation test results**表 4.** 相关性检验结果

	Gis	Digital	SA	CSR	BM	Growth	Lev	TOP1	Ind	ROE	Age
Gis	1										
Digital	0.085***	1									
SA	0.166***	-0.172***	1								
CSR	-0.00100	-0.117***	0.241***	1							
BM	0.094***	-0.082***	0.0120	0.175***	1						
Growth	-0.0180	0.0200	0.049*	-0.00300	-0.0330	1					
Lev	0.058**	0.086***	0.070***	-0.046*	-0.649***	0.0400	1				
TOP1	0.159***	-0.0270	0.220***	0.161***	0.168***	-0.0150	-0.0370	1			
Ind	0.111***	0.072***	0.0150	-0.075***	-0.054**	-0.0130	0.064**	-0.050*	1		
ROE	0.0300	0.0390	0.0150	0.239***	0.117***	0.00800	-0.144***	0.074***	-0.0350	1	
Age	0.056**	-0.0150	-0.434***	-0.121***	-0.098***	0.00900	0.161***	-0.084***	-0.0220	-0.047*	1

注：\*、\*\*、\*\*\*分别表示在 10%、5%、1%水平显著。

**Table 5.** Correlation test results**表 5.** 基准回归结果

变量	(1) Gis	(2) Gis
Digital	0.064*** (0.016)	0.057*** (0.016)
BM		0.404*** (0.130)
Growth		-0.002 (0.002)
Lev		0.607*** (0.119)
TOP1		0.380*** (0.116)
Ind		1.509*** (0.360)
ROE		0.127* (0.074)
Age		0.080*** (0.026)
_cons	0.000 (0.455)	-1.538*** (0.484)
N	1473.000	1473.000

续表

R <sup>2</sup>	0.149	0.189
time	Yes	Yes
id	Yes	Yes

注：\*、\*\*、\*\*\*分别表示在 10%、5%、1%水平显著。

配置，为流通业绿色创新提供了动力，由表 5 可知，在纳入上述各变量后，作为本研究最为关注的解释变量系数值大小有小幅度的变化，但与可持续发展绩效的正相关关系始终没有改变，表明数字化转型能促进企业的绿色创新绩效，验证了假设 1，企业数字化转型对绿色创新绩效具有显著的促进作用。

### 5.4. 中介效应检验结果分析

由表 6(1)和(2)列中可以看出，融资约束(SA)与数字化转型(Digital)的回归系数为-0.028，在 1%水平下显著为负，这说明数字化转型(Digital)能够显著缓解企业的外部融资约束(SA)；融资约束(SA)与企业数字化转型(Digital)回归系数为 0.070，在 1%水平下显著为正，表明企业数字化转型(Digital)对企业绿色创新(Gis)的影响部分通过缓解企业融资约束(SA)实现。表明了企业数字化转型提高了自身信息共享和整合的能力，降低了信息不对称对其自身的约束，从而在一定程度上降低了企业的外部融资约束，企业因此可以从市场上获得更多的绿色技术创新资源，提高了企业绿色创新绩效。由此，假设 H2 得到验证。

Table 6. Mediation effect test results

表 6. 中介效应检验结果

变量	(1) SA	(2) Gis	(3) CSR	(4) Gis
Digital	-0.028*** (0.005)	0.070*** (0.016)	-0.020*** (0.004)	0.053*** (0.016)
BM	-0.041 (0.044)	0.423*** (0.128)	0.167*** (0.032)	0.437*** (0.131)
Growth	0.002*** (0.001)	-0.003 (0.002)	0.000 (0.001)	-0.002 (0.002)
Lev	0.272*** (0.040)	0.485*** (0.119)	0.133*** (0.030)	0.632*** (0.119)
ROE	0.031 (0.025)	0.113 (0.073)	0.164*** (0.018)	0.158** (0.076)
TOP1	0.168*** (0.039)	0.305*** (0.115)	0.087*** (0.029)	0.397*** (0.116)
Ind	-0.111 (0.123)	1.558*** (0.356)	-0.183** (0.090)	1.473*** (0.361)
Age	-0.176*** (0.009)	0.158*** (0.029)	-0.032*** (0.007)	0.073*** (0.027)
SA		0.446*** (0.077)		

续表

CSR				-0.192*
				(0.105)
_cons	-3.352***	-0.044	0.138	-1.512***
	(0.165)	(0.544)	(0.121)	(0.484)
N	1473.000	1473.000	1473.000	1473.000
R <sup>2</sup>	0.403	0.208	0.196	0.191
time	Yes	Yes	Yes	Yes
id	Yes	Yes	Yes	Yes

注：\*、\*\*、\*\*\*分别表示在 10%、5%、1%水平显著。

同时，依据表 6(3)和(4)的回归结果，并结合温忠麟[33]等的中介效应检验流程，本文就融资约束在数字化转型对绿色创新绩效影响中的中介效应进行分析：首先，数字化转型对企业社会责任的回归系数 a 为-0.020，企业社会责任对绿色创新绩效的回归系数 b 为-0.192，其均在 1%水平下显著为负；其次，数字化转型对绿色创新绩效的回归系数 c 为 0.053，在 1%水平下显著为正；最后，系数 a 和系数 b 的乘积与系数 c 同号，说明企业社会责任在数字化转型对绿色创新绩效的影响中具有部分中介效应，即数字化转型可以通过企业社会责任履行来促进绿色创新绩效的提高，假设 3 得到验证。

## 5.5. 稳健性检验

### 5.5.1. 替换 OLS 回归稳健性检验

为了增强实证结果的稳健性，我们将固定效应的回归替换成 OLS 进行检验，表 7 显示，数字化转型 (Digital)通过了 1%水平上的显著性检验，在回归中系数为 0.046，与之前的实证结果基本一致，说明之前的实证结果具有可靠性。

Table 7. Replace with OLS regression robustness test results

表 7. 替换成 OLS 回归稳健性检验结果

变量	(1) Gis	(2) Gis
Digital	0.050*** (0.015)	0.049*** (0.015)
BM		0.736*** (0.126)
Growth		-0.002 (0.003)
Lev		0.605*** (0.120)
TOP1		0.635*** (0.114)
Ind		1.640*** (0.364)

续表

ROE		0.076 (0.077)
Age		0.067** (0.026)
_cons	0.242*** (0.028)	-1.345*** (0.180)
N	1473.000	1473.000
R <sup>2</sup>	0.007	0.076

注：\*、\*\*、\*\*\*分别表示在 10%、5%、1%水平显著。

### 5.5.2. 替换被解释变量的稳健性检验

**Table 8.** Robustness test results for replacing the explained variable  
**表 8.** 替换被解释变量的稳健性检验结果

变量	(1) GI	(2) GI
Digital	0.029** (0.012)	0.025** (0.012)
BM		0.271*** (0.099)
Growth		-0.001 (0.002)
Lev		0.521*** (0.091)
TOP1		0.324*** (0.088)
Ind		0.754*** (0.275)
ROE		0.082 (0.056)
Age		0.064*** (0.020)
_cons	0.000 (0.348)	-1.091*** (0.370)
N	1473.000	1473.000
R <sup>2</sup>	0.101	0.144
time	Yes	Yes
id	Yes	Yes

注：\*、\*\*、\*\*\*分别表示在 10%、5%、1%水平显著。

为了增强实证结果的稳健性,本文采用绿色专利授权量衡量绿色创新来替换被解释变量指标,专利授权量能够表示企业实际的绿色创新能力,记作GI。根据表8的结果我们可以看出,替换绿色创新指标后结果与主检验的结果基本保持一致,说明数字化转型能够显著提升企业绿色创新能力,具有一定的可靠性。

## 6. 结论与建议

### 6.1. 结论

本文基于2010~2021年我国沪深A股流通业上市公司的数据,探究流通业企业数字化转型对绿色创新的影响及其内在机理。实证研究结果表明:(1)企业数字化转型对促进绿色创新具有重要作用,即数字化转型程度越高,企业绿色创新能力越强。(2)融资约束的缓解在数字化转型和企业绿色技术创新之间存在重要的中介作用,即在企业数字化转型当中缓解企业的融资约束有利于企业绿色创新能力的提高。(3)进一步分析数字化转型、企业社会责任和企业绿色创新之间的关系发现,企业社会责任在数字化转型和企业绿色创新之间也发挥着中介效应,数字化转型能够提升企业社会责任的履行,使得企业更好地利用数字化转型契机提升企业的绿色创新能力。

### 6.2. 建议

第一,流通业企业应加快推进数字化转型,积极引入人工智能、区块链、云计算及大数据等信息技术,推动人工智能、区块链、云计算、大数据等技术与公司业务深度融合,将数字化战略充分融入到企业的运营战略中、应用于经营活动中,着力通过数字平台建设和内部数字化管理手段推动企业进行数字化转型,从而为绿色创新绩效的提高提供数字化保障。

第二,流通业企业应提高绿色创新项目的信息透明度,提供长期的资金支持,通过降低企业与外部资金提供者之间的信息不对称程度,来缓解企业融资约束,从而促进企业绿色创新绩效的提高。

第三,流通业企业需要强化履行社会责任的意识。在数字化转型过程中企业应该积极承担社会责任,实现技术创新过程中的责任嵌入,实现经济意义驱动的企业技术创新体系向涵盖经济与社会环境意义的绿色创新体系转型升级,从而促进绿色技术创新的落实和发展,进而提高企业的声誉和竞争力,最终以企业内部战略驱动实现企业社会责任在企业数字化转型与绿色创新之间实践的可持续性。

## 参考文献

- [1] Cai, S. (2023) Impact of Digitization on Green Economic Recovery: An Empirical Evidence from China. *Economic Change and Restructuring*, **56**, 3139-3161. <https://doi.org/10.1007/s10644-022-09473-6>
- [2] 杨芳, 张和平, 孙晴晴, 刘禹轩. 企业数字化转型对新质生产力的影响[J]. 金融与经济, 2024(5): 35-48.
- [3] Negroponte, N. (1995) *Being Digital*. Alfred Knopf, 68-71.
- [4] Gilch, P.M. and Sieweke, J. (2020) Recruiting Digital Talent: The Strategic Role of Recruitment in Organisations' Digital Transformation. *German Journal of Human Resource Management: Zeitschrift für Personalforschung*, **35**, 53-82. <https://doi.org/10.1177/2397002220952734>
- [5] Skare, M. and Riberio Soriano, D. (2021) How Globalization Is Changing Digital Technology Adoption: An International Perspective. *Journal of Innovation & Knowledge*, **6**, 222-233. <https://doi.org/10.1016/j.jik.2021.04.001>
- [6] Gao, S., Li, W., Meng, J., Shi, J. and Zhu, J. (2023) A Study on the Impact Mechanism of Digitalization on Corporate Green Innovation. *Sustainability*, **15**, Article No. 6407. <https://doi.org/10.3390/su15086407>
- [7] 翟华云, 李倩茹. 企业数字化转型提高了审计质量吗?——基于多时点双重差分模型的实证检验[J]. 审计与经济研究, 2022, 37(2): 69-80.
- [8] 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.
- [9] 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, 37(7): 130-144+10.
- [10] 袁淳, 肖土盛, 耿春晓, 等. 数字化转型与企业分工: 专业化还是纵向一体化[J]. 中国工业经济, 2021(9): 137-155.
- [11] Pan, W.R., et al. (2022) Digital Economy: An Innovation Driver for Total Factor Productivity. *Journal of Business Research*, **139**, 303-311.
- [12] 霍春辉, 吕梦晓, 许晓娜. 数字化转型“同群效应”与企业高质量发展——基于制造业上市公司的经验证据[J]. 科技进步与对策, 2023, 40(4): 77-87.
- [13] Zhang, Y., Ma, X., Pang, J., Xing, H. and Wang, J. (2023) The Impact of Digital Transformation of Manufacturing on Corporate Performance—The Mediating Effect of Business Model Innovation and the Moderating Effect of Innovation Capability. *Research in International Business and Finance*, **64**, Article ID: 101890. <https://doi.org/10.1016/j.ribaf.2023.101890>
- [14] 刘慧, 白聪. 数字化转型促进中国企业节能减排了吗? [J]. 上海财经大学学报, 2022, 24(5): 19-32.
- [15] 罗双成, 刘建江, 熊智桥. 人才政策支持与重污染企业绿色创新绩效——来自高层次人才补助的经验证据[J]. 产业经济研究, 2024(1): 56-70.
- [16] Fussler, C. and James, P. (1996) *Driving Eco-Innovation: A Breakthrough Discipline for Innovation and Sustainability*. Financial Times/Prentice Hall.
- [17] Novitasari, M. and Agustia, D. (2023) Competitive Advantage as a Mediating Effect in the Impact of Green Innovation and Firm Performance. *Business: Theory and Practice*, **24**, 216-226. <https://doi.org/10.3846/btp.2023.15865>
- [18] 任晓松, 孙莎, 马茜, 等. 新能源汽车推广政策、融资约束与绿色技术创新[J]. 管理评论, 2024, 36(1): 131-148.
- [19] 杨梅, 王有强, 夏昕鸣. 技术专家型高管与上市企业绿色创新[J]. 经济理论与经济管理, 2023, 43(6): 27-41.
- [20] 刘钻扩, 王洪岩. 高管从军经历对企业绿色创新的影响[J]. 软科学, 2021, 35(12): 74-80.
- [21] 陆超, 祝天琪. 海归高管能促进企业绿色创新吗——基于中国 A 股上市公司经验证据[J]. 贵州财经大学学报, 2023(1): 81-90.
- [22] 卢建词, 姜广省. CEO 绿色经历能否促进企业绿色创新? [J]. 经济管理, 2022, 44(2): 106-121.
- [23] 肖小虹, 潘也. 董事高管责任保险与企业绿色创新: 激励工具还是自利手段? [J]. 科技进步与对策, 2021, 39(13): 94-104.
- [24] 李晓红, 金正贤. 环境税对企业绿色技术创新的影响研究——基于 A 股工业企业上市公司的实证经验[J]. 经济问题, 2023(1): 61-69.
- [25] 谢乔昕. 环境规制、绿色金融发展与企业技术创新[J]. 科研管理, 2021, 42(6): 65-72.
- [26] 张铂晨, 赵树宽. 政府补贴对企业绿色创新的影响研究——政治关联和环境规制的调节作用[J]. 科研管理, 2022(5): 2-13.
- [27] 韦施威, 杜金岷, 潘爽. 数字经济如何促进绿色创新?——来自中国城市的经验证据[J]. 财经论丛, 2022(3): 2-14.
- [28] 韩国文, 甘雨田. 投资者关注能否促进企业绿色创新绩效提升——融资约束的中介效应与环境规制的调节作用[J]. 科技进步与对策, 2022(5): 1-10.
- [29] 李书敏. 成渝城市群流通业竞争力空间分异及其优化策略[J]. 商业经济研究, 2021(11): 160-163.
- [30] 李青原, 肖泽华. 异质性环境规制工具与企业绿色创新激励: 来自上市企业绿色专利的证据[J]. 经济研究, 2020, 55(9): 192-208.
- [31] 刘翔宇, 李文韬, 娜比拉·海萨尔. 数字化转型与企业绿色技术创新——兼论环境信息披露的调节作用[J]. 工业技术经济, 2023, 42(8): 59-69.
- [32] 阳镇, 凌鸿程, 陈劲. 经济政策不确定性、企业社会责任与企业技术创新[J]. 北京: 科学学研究, 2021(3): 544-555.
- [33] 温忠麟, 张雷, 侯杰泰, 等. 中介效应检验程序及其应用[J]. 心理学报, 2004(5): 614-620.