

# 企业数字化转型对绿色创新的影响研究

崔冬明

重庆师范大学经济与管理学院, 重庆

收稿日期: 2025年2月25日; 录用日期: 2025年3月28日; 发布日期: 2025年4月16日

## 摘要

为满足企业高质量发展的需求, 企业转型升级和持续增长的关键方向是数字化转型的变革和绿色创新。文章选取了2013年至2023年时间段内的中国A股上市公司为分析样本, 探讨了数字化转型如何影响企业的绿色创新行为, 结果显示两者之间的密切关联: 数字化转型与企业绿色创新之间存在显著的正相关关系, 并且在不同地区表现出的影响程度有所区别, 其中西部地区效应最为明显, 东部次之, 中部则不显著; 数字化转型对不同专利类别的影响差异也存在差异, 对绿色发明专利的促进作用更加突出, 这意味着企业更注重提升创新质量而不是数量, 然而对绿色实用新型专利的作用相对较弱。研究结论进一步证实了数字化转型有助于推动企业的绿色创新活动, 从而支持企业可持续发展。此外, 文章为数字化转型和绿色创新的研究进行了相关文献的丰富, 给在数字化转型过程中的企业更好地推动绿色创新提供参考和建议。

## 关键词

数字化转型, 绿色创新, 创新质量

# Study on the Impact of Enterprise Digital Transformation on Green Innovation

Dongming Cui

School of Economics and Management, Chongqing Normal University, Chongqing

Received: Feb. 25<sup>th</sup>, 2025; accepted: Mar. 28<sup>th</sup>, 2025; published: Apr. 16<sup>th</sup>, 2025

## Abstract

In order to meet the needs of enterprises' high-quality development, the key directions of enterprises' transformation, upgrading, and continuous growth are the change and green innovation of digital transformation. The article selected Chinese A-share listed companies from 2013 to 2023 to analyze samples and discussed how digital transformation affects the green innovation behavior of

the company. There is a significant positive correlation between, and the degree of impact shown in different regions is different. Among them, the effect of the western region is the most obvious, followed by the eastern region, and not significant in the central region. There are also differences in different patent categories, and the promotion of the green invention patent is more prominent, which means that companies pay more attention to improving the quality of innovation rather than quantity, but the role of green and practical patents is relatively weak. The research conclusion further confirms that digital transformation helps promote enterprises' green innovation activities, thereby supporting the sustainable development of the enterprise. In addition, this article has enriched the relevant literature for digital transformation and green innovation research and provides references and suggestions for companies in the process of digital transformation to better promote green innovation.

## Keywords

Digital Transformation, Green Innovation, Innovation Quality

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

改革开放以来，我们通过中国的现代化进程来推动全民族的伟大复兴，建立起人类与自然和谐相处模式下的现代化社会。这其中包括加速转变我们的发展模式，深化环保措施，提高生态环境的多样性和可持续性，并谨慎地推行碳排放减少目标。特别是在“十四五”期间，我国的生态文明建设已经迈入了一个关键阶段，这个阶段的主要任务是把减排作为主要的发展策略。同时，我们也制定出了关于碳排放减少的一套完整的政策框架，并对美丽中国进行了系统的规划。各个行业的绿色发展目标也变得更加具体和明晰，同时也提出了一些新的产业发展要求。企业被视为实现绿色发展的关键驱动者之一，他们对于推进生态转变及科技创新起到了至关重要的作用。在此之前，政府的工作计划均明确指出需要“深化数实结合”，创建有全球竞争力的大型科技集团，“积极推广智能制造等先进制造业”；并且还要求我们“加大力度支持工业互联网建设”、“鼓励各类所有制企业广泛参与平台经济发展”、“引导金融机构丰富普惠信贷产品供给”等等措施来助力企业在智能化升级改造进程中的节能减排行动。所以说，企业数字化升级已经成为了我国产业发展向更高质量迈进的重要助动器。

基于上述，探究企业数字化转型对绿色创新活动的影响，有利于推动企业的现代化转型升级，同时也为现代化经济高品质发展提供了参考。

## 2. 文献综述

在当前新发展理念和数字经济的背景下，数字化转型对企业绿色创新的影响已经成为国内外学者关注的热点。

从国外研究来看，数字化转型作为一种涵盖技术、组织和战略等多个方面的复杂变革过程[1]。该过程涉及到信息技术的广泛应用，以及对组织结构、流程和文化的重塑。数字化转型不仅仅是技术的更新换代，更是企业在适应快速变化的市场需求和竞争压力中寻求突破的重要途径。数字化转型为企业提供了新的机遇和挑战：通过数字化技术的应用，企业可以实现对供应链的实时监控和管理，从而提高运输效率、降低能源消耗、减少碳排放[2]。在探讨大数据分析对企业绩效的影响时，研究发现通过利用大数据分析技术，企业可以更好地理解市场趋势、客户需求和竞争对手的行为，从而及时调整战略和运营[3]。

最近的研究表明,大数据分析不仅可以提高企业的竞争力,还可以促进绿色创新和环境绩效的改善[4]。数字化转型为企业提供了实现绿色创新的新途径,通过整合大数据分析和环境管理系统,企业可以更好地监控和管理资源使用,减少环境影响,提高可持续性。

近年来,国内关于这一主题的研究逐渐增多,研究视角和方法也日益丰富。柳春等(2024)基于中国上市企业数据的研究表明,数字化转型显著提高了企业的绿色创新水平,尤其是在绿色发明专利申请数量方面取得了显著成效[5]。杨利红等(2024)的研究结果也支持了这一观点,指出企业的绿色创新绩效可以通过数字化转型来提升,尤其是在国有企业和非重污染行业中效果更加显著[6]。徐梦月(2024)在针对重污染企业进行的研究进一步印证了数字化转型对绿色创新绩效的积极影响[7],主要体现在提高绿色技术创新绩效、改善环境绩效等方面。数字化转型还可以通过信息共享、资源配置效率等途径激发企业绿色创新[8]。另外,数字化转型改革对企业的持久发展也产生了显著的作用。通过数字化转型显著提高了企业的财务绩效和环境绩效水平[9],从而促进了企业的可持续发展。根据杜爽等人(2023)的研究结果,数字化转型有助于提高绿色创新水平,实现企业可持续发展,主要通过降低成本、提高资源利用效率等方式[10]。最后,祁怀锦等(2023)的研究进一步探讨了数字化转型通过提高企业风险承担水平和缓解融资约束来推动绿色创新的机制[11]。

综上所述,数字化的转变对于公司绿色创新的发展有着显著的推动效果,现有的研究已经证实了这一点。这种变化的主要体现是绿色发明的专利申请量增长、绿色技术和绿色管理创新能力提高等方面。并且,不同行业中的公司也受到了数字化变革对其绿色创新产生的影响,例如国企、轻度污染型企业及市场化水平低下的企业等。此外,融资约束的缓解和内部控制质量的提升被认为是数字化转型与企业绿色创新之间的重要路径。

因此,无论是从企业创新的角度还是从企业可持续发展的角度来看,数字化对企业的影响都是离不开绿色创新的。那么数字化转型是否会直接影响企业的绿色创新,本文将通过理论分析和实证分析两种方法进行探讨和研究。

### 3. 理论分析与研究假设

#### 3.1. 数字化转型对企业绿色创新的影响

在当前中国经济从追求速度向追求质量转变的发展阶段,数字化和绿色发展显得尤为重要。企业的数字化转型不仅代表着技术与生产的紧密结合,也标志着企业生产方式的一大飞跃。此外,绿色发展已成为推动社会经济前进的新趋势,为企业竞争力的提升开辟了新径。数字化转型与企业绿色创新之间相互赋能,通过技术赋能来升级并拓展企业绿色创新的技术资源,推动企业绿色创新水平。具体体现在以下几个方面:第一,信息共享与资源整合方面,企业在生产运作过程中会积累大量的数据,而数字化转型能够借助数字技术,提高信息的可利用价值,增强数据处理和挖掘的效能。这不仅有助于提升企业信息披露的品质,还能加快企业内外部信息的传播速度,有效缓解信息不对称的问题。通过这种方式,企业可以更全面地了解实施绿色技术创新所需的内外部资源,为绿色转型提供有力支持。此外,企业数字化转型还有利于促进企业之间的信息交流与共享[12]。这能够提升投资者获取信息的数量和质量,减少企业内部与外部的信息差,从而吸引更多优质的外部资源投入,优化绿色创新技术资源的配置,激发企业开展绿色创新活动[13]。第二,公司治理优化方面。随着数字化转型的深入推进,数字技术和智能化建设在企业中的应用日益广泛。一方面,它们能够显著提升企业业务流程的管理水平,提高企业的运营效率;另一方面,数字化技术可以对多样化的信息资源进行有效整合,为管理者提供更全面、准确的决策依据,提高决策的科学性。这在一定程度上可以缓解企业的委托代理问题,进而改善公司的治理水平[14] [15]。公司治理水平的提升有助于减少管理者的非理性决策,使企业更加注重长远发展目标,从而推动绿色技

术创新。第三，人力资本结构优化。数字化转型通过提高企业资源的利用效率和鼓励研发投入[16]，吸引和引进更多优秀的专业人才，为绿色技术创新提供坚实的人才保障。

基于此，本文提出假设 1：企业的数字化转型将推动企业的绿色创新。

### 3.2. 不同地区的企业数字化程度对绿色创新的影响

我国各区域经济发展存在不平衡性，而地域经济基础决定了上层建筑的发展。位于地域经济基础发达的企业，所获资金更多，用于企业投资、创新的资金比小企业更多。这部分企业规模大、内部结构更完善先进、各方面技术团队和掌握技术能力更加成熟、数字化转型程度更快、适应性更强，能为企业进行绿色创新提供更加全面、有效的技术和信息支持，从而提高企业绿色创新水平。本文借鉴沈小波等(2021)、李建军等(2020)的研究[17][18]，按照企业注册地将企业所处省份划分为东部、中部和西部。

我国东部沿海城市经济发展水平较高，发展速度更快，数字经济和数字技术发展迅速，配套的创新人才支撑和资源相对丰富，为数字化转型赋能企业创新能力带来了更强的促进作用[19]；而西部地区经济发展水平比较低，信息技术也比较落后，进行数字化转型的企业较少，企业获取信息和掌握新技术的能力弱，但基于国家战略的发展，数字化对绿色创新的发展影响较大；在中部地区各企业发展水平存在巨大差异，部分企业与东部发展水平靠近，信息技术水平较高，数字化转型程度更高，有的企业则仍处于信息较为落后的阶段，未进行企业数字化转型发展，不会利用数字技术的优势为企业创造发展条件，与其他地区之间的绿色创新能力因此差异更大。数字化转型升级有助于改善企业的资源分配和利用，增强信息获取能力，而数字科技的进步可以减少地区发展差距对企业绿色创新水平产生的影响。

基于此，本文提出假设 2：各地区的数字化转型水平和绿色创新能力之间存在显著差异。

### 3.3. 企业数字化转型对不同专利类别绿色创新的影响

绿色创新涵盖了对技术、产品与系统的环保优化与创新行为。企业积极开展绿色低碳技术开发和产品创新，这不仅有助于减少污染和碳排放，还能同时提升效率，从而配合实现国家的“双碳”目标。根据相关的研究，企业可以通过两种方式来衡量其绿色创新能力[20]：一是通过对绿色发明的专利权进行评定，二是以绿色实用的专利为标准。前者需满足创新性、实用性和新颖性的条件，后者则更注重其实际运用效果。通过深入分析，发现在衡量企业绿色创新的质量上采用绿色发明专利为较好的标准[21]，而对于计算绿色创新的数量，则以绿色实用新型专利为参考依据。通过这种分类，可以更精确地理解和评价企业在绿色创新领域的表现与贡献。

企业的绿色创新活动不仅要注重数量的积累，而且要更加关注质量的提升。绿色发明专利对创新能力要求更高，要求企业数字化发展更快，信息技术更完善，更好地利用数据支持和分析能力，赋能绿色技术发明的创新，同时该类企业的资金、人才队伍更具优势，更加适用开发周期长的发明。而对于绿色实用新型专利的创造性较低，在传统企业发展过程中注重量的增长，现在企业转型发展后，数字化程度越高，越不会选择将新的技术、资源和信息投入到实用新型专利的研发。企业会利用数字技术的优势为企业创造强大竞争力和发展条件，强化对绿色创新质量的提高[22]。因此，数字化转型改革会对不同专利类别的绿色创新产生不同的效果。

基于此，本文提出假设 3：企业数字化转型中对不同专利类别的绿色创新产生的影响存在差异。

## 4. 研究设计

### 4.1. 样本筛选与数据来源

本研究选取了 2013 年至 2023 年间在 A 股上市的公司作为样本，严格筛选、排除了 ST 和\*ST 类企

业的非典型影响，以及那些存在数据缺失或异常的公司。为了保证统计的稳健性，我们对所有连续变量进行了稳健的尾部处理，具体操作是在数据分布的 1%和 99%分位数附近进行了适当调整，最终筛选出 27169 个具有代表性的公司作为年度观察样本。关于企业数字化转型的度量，我们从公司的年度报告文本中提炼而来，而专利信息则源于权威的国家知识产权局数据源。其他关键数据则取自国泰安经济金融综合数据库(CSMAR)，确保了数据的全面性和准确性。

4.2. 研究变量设定

4.2.1. 被解释变量

文章的被解释变量为企业绿色创新(GI)，主要包含两个具体指标，分别是绿色发明专利和绿色实用新型专利。考虑到专利申请和授权之间有一定的时间间隔，而专利申请数量比授权数量更及时、稳定和可靠，因此采用绿色专利申请量来评估绿色创新。同时参考李青原等人(2021 年)的研究[21]，选取企业的绿色发明专利和绿色实用新型专利的申请总量表示企业的绿色创新水平。具体而言，本文对绿色专利申请数量加 1 后取对数处理，得到企业绿色创新(GI)的指标变量。

4.2.2. 解释变量

文章的解释变量为数字化转型(DT)，某一类关键词在年报中出现的频数往往能够代表企业在这一领域投入资源的程度。在指标衡量方面，参考了由吴非等人(2021)所做的关于企业数字化转型进展的相关工作后[23]，我们采用了来自国泰安数据平台的数据化转变指数作为评估标准。这个信息来源基于其对于核心观念——即包括人工智慧、分布式账务系统、公有云服务器使用率提升及大量资料收集与处理等等五项主要领域的关键词集合进行了深度解析并统计出这些术语出现的频次以反映公司的信息化发展水平。我们进一步将这些关键词的总频次进行加 1 操作，然后取对数，以此方式处理后得到的企业数字化转型度量指标被定义为 DT。

4.2.3. 控制变量

具体选取了资产负债率(Lev)、企业成立年限(Age)、净资产收益率(ROE)、第一大股东的持股比例(Top1)、环境规制程度(EnvirProtect)、人力资本结构(Education)、年份虚拟变量、行业虚拟变量，详见表 1。

Table 1. List of study variables

表 1. 研究变量列表

| 变量符号         | 变量名称      |
|--------------|-----------|
| GI           | 绿色创新      |
| DT           | 数字化转型     |
| Age          | 企业成立年限    |
| Lev          | 资产负债率     |
| ROE          | 净资产收益率    |
| Top1         | 第一大股东的所有权 |
| EnvirProtect | 环境规制程度    |
| Education    | 人力资本结构    |

4.3. 实证模型构建

以下是通过设定被解释变量和解释变量来建立模型，构建模型如下所示：

$$GI_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 DI_{it} + \alpha_2 Age_{it} + \alpha_3 Lev_{it} + \alpha_4 ROE_{it} + \alpha_5 Top1_{it} + \alpha_6 Envirprotect_{it} + \alpha_7 Education_{it} + \sum year + \sum ind + \varepsilon_{it}$$

以上模型中，*DT* 代表企业数字化转型程度，*GI* 代表企业绿色创新水平。当回归模型中的系数呈正向且具有统计显著性时，可以说明企业数字化转型对于促进绿色创新起到了积极作用。*Age* 是衡量其自创建至今的时间长度，公司的财务状况则由它的债务比值来反映(即 *Lev*)，而 *ROE* 则是用来评估该公司利用自身资本获得利润的能力的一个指标，*Top1* 代表企业最大的股权持有人的所有权持有情况，*EnvirProtect* 代表企业所在地区是否存在严格的环境保护法规限制，*Education* 表示企业员工教育背景，公司学历结构水平。为了避免因行业的不同或时间的推移所带来的误差，本研究对被解释变量的影响进行了行业效应(*ind*)和时间效应(*year*)的控制，从而使结论更具有可信度及可靠性。

5. 实证分析

5.1. 描述性统计

表 2 列示的是关键指标的描述性统计结果。其中，绿色创新数值(*GI*)的最大值为 4.85203，最小值为 0，这个数值越大表示企业的创新能力越强。同时，绿色创新的标准差为 1.201，这表明一些企业还没有进入到绿色创新领域。另外，对于企业数字化转型(*DT*)，它的最大值和最小值分别为 4.0775 和 0，标准差为 1.0913，这就意味着大部分的企业都已经在实施数字化转型策略，但是各个企业之间的转变程度还存在很大的差距。此外，控制变量的描述性统计结果与现有文献的结论基本一致，没有显著差异。

Table 2. Descriptive statistics  
表 2. 描述性统计表

| Variable          | Obs    | Mean    | Std. dev. | Min      | Max    |
|-------------------|--------|---------|-----------|----------|--------|
| <i>GI</i>         | 27,169 | 0.9083  | 1.201     | 0        | 4.852  |
| <i>DT</i>         | 27,169 | 0.8632  | 1.0913    | 0        | 4.0775 |
| <i>Age</i>        | 27,169 | 17.5193 | 6.0192    | 1        | 63     |
| <i>Lev</i>        | 27,169 | 0.4259  | 0.2133    | 0.0499   | 0.9289 |
| <i>ROE</i>        | 27,169 | 0.0608  | 0.1399    | -0.8094  | 0.3688 |
| <i>Top1</i>       | 27,169 | 34.7604 | 15.1749   | 8.5      | 74.96  |
| <i>EnvirProte</i> | 27,169 | 0.0021  | 0.0018    | 0.000112 | 0.0092 |
| <i>Education</i>  | 27,169 | 0.3111  | 0.2227    | 0.00805  | 0.9199 |

5.2. 相关性分析

为了确认本研究中的模型设计是否恰当并且预估各变量间的关联情况，我们对这些变量进行了相关的计算，并将结果列示于表 3。根据该表格的数据可以看出，所有的影响因素都与 *GI* 有明显的联系，且 *Age*、*Lev*、*ROE*、*Top1*、*Education* 的影响因子都是正向的，意味着在 1%的显著性标准下存在着显著的正相关关系，也就是说随着企业成立年限增加、债务比率上升、净资产收益率增长、第一大股东持股比例提高和人力资本水平提升，企业的绿色创新能力也会随之增强，而 *EnvirProtect* 与 *GI* 的相关系数为 -0.062，说明两者具有反向关系。此外，数字化的转变程度(*DT*)与绿色创新(*GI*)之间的相关系数达到了 0.124，这个数值在 1%的显著性标准下得到了证实，这也进一步支持了本文假设 1 的可信度。同时，我

们也发现各个控制变量之间的相关系数没有超过 0.6，这就暗示着并没有出现严重的多重共线性的问题，也因此证明了选择的控制变量的有效性。

**Table 3.** Correlation analysis  
**表 3.** 相关性分析

|                   | <i>GI</i> | <i>DT</i> | <i>Age</i> | <i>Lev</i> | <i>ROE</i> | <i>Top1</i> | <i>EnvirProte</i> | <i>Education</i> |
|-------------------|-----------|-----------|------------|------------|------------|-------------|-------------------|------------------|
| <i>GI</i>         | 1         |           |            |            |            |             |                   |                  |
| <i>DT</i>         | 0.124***  | 1         |            |            |            |             |                   |                  |
| <i>Age</i>        | 0.045***  | 0.077***  | 1          |            |            |             |                   |                  |
| <i>Lev</i>        | 0.184***  | -0.060*** | 0.170***   | 1          |            |             |                   |                  |
| <i>ROE</i>        | 0.038***  | -0.011*   | -0.056***  | -0.164***  | 1          |             |                   |                  |
| <i>Top1</i>       | 0.036***  | -0.097*** | -0.100***  | 0.055***   | 0.128***   | 1           |                   |                  |
| <i>EnvirProte</i> | -0.062*** | -0.131*** | -0.102***  | 0.087***   | -0.016***  | 0.033***    | 1                 |                  |
| <i>Education</i>  | 0.136***  | 0.267***  | 0.028***   | -0.074***  | 0.018***   | -0.072***   | -0.112***         | 1                |

注：\*\*\*p < 0.01。

**5.3. 多元回归分析**

接着将对固定效应模型进行估计，由于年度与行业的存在可能导致研究结论的不稳定因素存在，所以在文章中通过固定年份和行业的影响，来确保估计结果的准确性。表 4 中的第(1)列只加入解释变量 *DT* 和被解释变量 *GI*，第(2)列加入了公司的相关控制变量。多元回归分析的结果展示，*GI* 的回归系数分别是 0.052 和 0.048，并且显著水平为 1%以上，对假设 1 进行了检验，结果显示企业数字化转型对企业绿色创新起到了积极推动的作用。企业数字化是在企业的生产和运营中融入互联网和大数据等信息技术，数字化的关键环节在于利用网络科技或数据处理手段改进业务流程的管理方式从而在提升效率的同时也能够增强对于领导层面的监管力度，进而有助于实现更高效的企业内部协调机制建设，有利于提高绿色创新技术，帮助企业更加高效地整合配置资源，不断优化企业结构，推动企业绿色可持续成长。

**Table 4.** Baseline regression analysis  
**表 4.** 基准回归分析

|            | (1)                 | (2)                 |
|------------|---------------------|---------------------|
|            | <i>GI</i>           | <i>GI</i>           |
| <i>DT</i>  | 0.052***<br>(0.010) | 0.048***<br>(0.010) |
| <i>Age</i> |                     | 0.043***<br>(0.003) |
| <i>Lev</i> |                     | 0.426***<br>(0.069) |
| <i>ROE</i> |                     | 0.092**<br>(0.042)  |

续表

|                     |                     |                     |
|---------------------|---------------------|---------------------|
| <i>Top1</i>         |                     | 0.000<br>(0.001)    |
| <i>EnvirProtect</i> |                     | 8.291*<br>(4.822)   |
| <i>Education</i>    |                     | 0.333***<br>(0.092) |
| <i>_cons</i>        | 0.422***<br>(0.117) | -0.266*<br>(0.149)  |
| 年份效应                | 控制                  | 控制                  |
| 行业效应                | 控制                  | 控制                  |
| N                   | 27175.000           | 27169.000           |
| R-squared           | 0.180               | 0.185               |

注：\*p &lt; 0.1, \*\*p &lt; 0.05, \*\*\*p &lt; 0.01。

## 5.4. 异质性分析

### 5.4.1. 地区异质性

通过回归分析，我们确认了假设 1 的有效性，即企业的数字化转型确实能够提升其绿色创新。而假设 2 考虑到各地区数字化程度的不同是否会导致企业绿色创新之间出现差异，本文对其进行异质性分析，具体结果如下表 5 所示。

**Table 5.** Heterogeneity analysis-geographical location

**表 5.** 异质性分析 - 地理位置

|                     | (1)                  | (2)                 | (3)                 |
|---------------------|----------------------|---------------------|---------------------|
|                     | <i>GI</i> (东部)       | <i>GI</i> (中部)      | <i>GI</i> (西部)      |
| <i>DT</i>           | 0.072***<br>(0.009)  | 0.002<br>(0.019)    | 0.103***<br>(0.021) |
| <i>Age</i>          | 0.065***<br>(0.002)  | 0.078***<br>(0.004) | 0.059***<br>(0.004) |
| <i>Lev</i>          | 0.233***<br>(0.051)  | 0.422***<br>(0.108) | 0.436***<br>(0.093) |
| <i>ROE</i>          | 0.098**<br>(0.044)   | 0.055<br>(0.087)    | 0.031<br>(0.082)    |
| <i>Top1</i>         | -0.001<br>(0.001)    | 0.003*<br>(0.002)   | 0.003*<br>(0.002)   |
| <i>EnvirProtect</i> | 41.495***<br>(4.379) | 20.365**<br>(9.457) | 12.747*<br>(7.516)  |
| <i>Education</i>    | 0.366***<br>(0.064)  | 0.152<br>(0.142)    | 0.481***<br>(0.139) |

续表

|           |           |           |          |
|-----------|-----------|-----------|----------|
| _cons     | -0.378*   | -0.836*** | -0.484   |
|           | (0.196)   | (0.324)   | (0.486)  |
| 年份效应      | 控制        | 控制        | 年份效应     |
| 行业效应      | 控制        | 控制        | 行业效应     |
| N         | 19040.000 | 4357.000  | 3772.000 |
| R-squared | 0.133     | 0.154     | 0.138    |

注：\*p < 0.1，\*\*p < 0.05，\*\*\*p < 0.01。

上表 5 为区域差异异质性检验的结果。第(1)列表示东部地区企业、第(2)列表示中部地区企业、第(3)列表示西部地区企业，结果显示，区域差异对企业数字化转型与绿色创新之间的关系存在不同程度的显著影响，东部和西部都在 1%水平上显著，中部存在不显著情况。原因可能在于，东部地区经济发展水平高，各类高新技术产业发达，数字经济和信息基础较强；西部地区享受西部大开发政策，为了加快推进战略新兴产业和高新技术产业发展，各方面政策与技术人才引入倾斜，并且西部地区环境条件更加恶劣，对绿色发展要求更高；而中部地区有很多城市的基础设施建设并不完善，尤其是互联网等方面的设备较为落后，再加上低下的经济发展状况和民众的收入水平，这也导致了他们在追求高质量的环境方面没有太大的动力和需求。

5.4.2. 专利类别异质性

假设 3 考虑到数字化转型对不同绿色创新专利的影响不同，本文所涉及的绿色创新专利数据包含绿色发明和绿色实用新型发明。其中，实用新型发明的特点在于快捷便利，通常只需经过初步审查即可获得授权，无需进行实质审查。相较于绿色发明的复杂审核过程及相对短暂的保护期，实用新型发明的审查程序更简单，保护时间也更长，而且成本效益更高。此外，它的研发技巧需求比绿色发明要低一些。所以，绿色发明的专利通常被认为是真正意义上的创新，象征着绿色创新的高品质；相反，实用新型发明的存在则是为了满足企业绿色创新的需求。本文通过对比这两种创新方式并对它们进行了实际的研究分析，结果见表 6 所示：绿色发明数量与对应的绿色实用新型发明数量的回归系数分别为 0.058 和 0.013，这表明数字化的转变对于提高绿色创新的质量有着更大的影响，并且它更多地是关注如何去研发出高品质的绿色发明专利，对企业产生创造性的效益。高质量的创新活动是企业获得持续性竞争优势的关键，企业应提升技术革新力度，加速实施数字化转型战略。实证结果显示，企业数字化转型对绿色发明专利的促进效果更为显著。

Table 6. Heterogeneity analysis-patent categories  
表 6. 异质性分析 - 专利类别

|       | (1)                 | (2)                |
|-------|---------------------|--------------------|
|       | 绿色发明数量              | 实用新型发明数量           |
| DT    | 0.058***<br>(0.006) | 0.013**<br>(0.006) |
| _cons | 0.325**<br>(0.131)  | 0.228*<br>(0.128)  |

续表

|           |           |           |
|-----------|-----------|-----------|
| 年份效应      | 控制        | 控制        |
| 行业效应      | 控制        | 控制        |
| N         | 27175.000 | 27175.000 |
| R-squared | 0.144     | 0.142     |

注：\* $p < 0.1$ ，\*\* $p < 0.05$ ，\*\*\* $p < 0.01$ 。

### 5.5. 稳健性检验

为了验证模型的稳定性，我们将自变量向后推迟一个时间段，若模型依然呈现一致结果，则表示本研究结果相对稳定。表 7 为稳健性检验分析的结果。

Table 7. Robustness test

表 7. 稳健性检验

|                     | (1)                 | (2)                 |
|---------------------|---------------------|---------------------|
|                     | <i>GI</i>           | <i>GI</i>           |
| <i>DT</i>           | 0.062***<br>(0.011) | 0.060***<br>(0.011) |
| <i>Age</i>          |                     | 0.033***<br>(0.003) |
| <i>Lev</i>          |                     | 0.374***<br>(0.075) |
| <i>ROE</i>          |                     | 0.070<br>(0.044)    |
| <i>Top1</i>         |                     | 0.001<br>(0.001)    |
| <i>EnvirProtect</i> |                     | 7.232<br>(5.066)    |
| <i>Education</i>    |                     | 0.413***<br>(0.103) |
| <i>_cons</i>        | 0.466***<br>(0.127) | -0.168<br>(0.158)   |
| 年份效应                | 控制                  | 控制                  |
| 行业效应                | 控制                  | 控制                  |
| N                   | 23160.000           | 23154.000           |
| R-squared           | 0.162               | 0.166               |

注：\* $p < 0.1$ ，\*\* $p < 0.05$ ，\*\*\* $p < 0.01$ 。

由表 7 可知，在将核心解释变量数字化转型滞后一期后，列(1)数字化转型的系数为 0.062，仍然在 1% 的显著性水平下显著。列(2)引入了控制变量集，系数缩小为 0.060，显著性未改变，支持本文的假设。

## 6. 结论与建议

### 6.1. 研究结论

本研究锚定 2013 至 2023 年中国 A 股上市公司，搭建计量模型，并综合运用描述统计、相关分析、多元回归分析、异质性分析以及稳健性检验等一系列方法，深度剖析企业数字化转型与绿色创新的关联，得出以下关键结论。

企业数字化转型对绿色创新有着极为重要的正向推动作用，是企业实现绿色发展的核心动力。在运营过程中，数字化转型多管齐下赋能绿色技术创新。建议：通过数字技术打破信息壁垒，缓解信息不对称，为绿色创新决策提供数据支撑；嵌入公司治理，革新管理流程，优化治理结构，提升决策科学性与执行效率，确保绿色创新战略有效落地；重塑人力资本结构，精准招揽、培育绿色创新专业人才，为创新注入活力。区域实证研究显示，数字化转型对企业绿色创新的影响存在显著异质性。东部地区凭借经济、技术优势，西部地区依靠资源与政策扶持，数字化转型有力推动企业绿色创新，而中部地区因数字化基建与创新资源集聚不足，影响暂未凸显。这表明，在区域经济发展不均衡的背景下，数字化转型对企业转型升级、可持续发展及区域经济增长意义重大，且对绿色发明与实用新型专利均有促进，尤其是对绿色发明专利提升显著，推动企业产出更多绿色创新成果。专利类型层面，数字化转型对绿色发明专利提升效果尤为突出，彰显企业对创新质量的不懈追求。虽对绿色发明与实用新型专利作用程度有别，但均显著推动企业绿色创新成果产出。总之，数字化转型是企业绿色创新及区域协调发展的关键，为企业绿色发展、区域经济与生态协同开辟新路径。

### 6.2. 研究启示

本研究聚焦于数字经济蓬勃发展的时代背景，深入剖析企业数字化转型对绿色技术创新的激励机制，具有显著且切实的现实意义。

第一，企业需精准把握数字化发展机遇，深度挖掘绿色技术创新的潜在效能。当前，我国数字经济发展态势迅猛，为企业数字化转型构建了极为有利的外部环境。政府已系统地颁布了一系列扶持政策，积极引导企业运用“数字技术+”模式，推动产品与组织结构实现深度耦合。企业应敏锐洞察并牢牢抓住这一历史性契机，充分利用政策红利，夯实经济高质量发展的基础。与此同时，企业要积极引入前沿技术与智能应用设备，有效破除研发、生产、管理等环节存在的信息壁垒，在实践过程中持续探索数字化转型与绿色技术创新的适配模式，借助数字要素搭建起具备高度竞争力的绿色技术创新平台。第二，企业应将数字化转型作为核心着力点，精心构建绿色技术创新的生态体系。在创新发展进程中，企业需将数字化转型置于战略核心地位，全力打造全新的绿色技术生态格局。当务之急是大力加强数字化人才的引进与培养力度。一方面，企业应显著加大对高层次人力资本的投入强度，深化与高校、科研机构的产学研合作；另一方面，要运用数字化手段革新人力资源管理模式，赋予员工更多自主决策权限，持续激发员工的创新思维，为绿色技术创新注入源源不断的内生动力。此外，企业要借助数字化转型所引发的技术变革，加速完善资本市场的信息披露与传导机制，提升市场各参与主体对企业的正向预期。最后，企业必须深刻认识到，提升治理水平在推进数字化转型、促进绿色技术创新过程中发挥着不可替代的支撑作用。企业应积极完善公司治理规则，营造良好的公司治理生态环境，将内部治理体系与数字化变革有机融合，全方位提升绿色技术创新能力。第三，政府应关注企业异质性，推行精准化的政策引导策略。各级政府需高度重视企业特性以及外部环境在数字化转型推动绿色技术创新进程中可能呈现的非均衡影响，依据企业资源禀赋状况及所处制度环境的差异，制定并实施具有高度针对性的精准政策引导。一方面，政府应全力推动国有企业、低融资约束企业以及技术密集型企业加速数字化转型进程。这些企业凭

借自身的制度优势、资源优势和技术优势,在政府的助力下能够充分释放数字化转型的驱动效能,同时,政府应协助企业降低转型过程中的沉没成本与投资风险。另一方面,政府要积极制定并严格执行环境规制政策,引导企业通过数字化转型实现经济绿色发展目标。具体而言,在东部地区,政府应重点激发区域数字化转型活力,推动绿色技术创新成果的高效产出与转化;在中西部地区,政府则需着力完善网络基础设施建设,增强企业和居民的绿色发展理念,从源头上强化企业借助数字化转型提升绿色技术创新的主观意愿与能力。

## 参考文献

- [1] Vial, G. (2019) Understanding Digital Transformation: A Review and a Research Agenda. *The Journal of Strategic Information Systems*, **28**, 118-144. <https://doi.org/10.1016/j.jsis.2019.01.003>
- [2] Kayikci, Y. (2018) Sustainability Impact of Digitization in Logistics. *Procedia Manufacturing*, **21**, 782-789. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.02.184>
- [3] Wamba, S.F., Gunasekaran, A., Akter, S., Ren, S.J., Dubey, R. and Childe, S.J. (2017) Big Data Analytics and Firm Performance: Effects of Dynamic Capabilities. *Journal of Business Research*, **70**, 356-365. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2016.08.009>
- [4] Waqas, M., Honggang, X., Ahmad, N., Khan, S.A.R. and Iqbal, M. (2021) Big Data Analytics as a Roadmap towards Green Innovation, Competitive Advantage and Environmental Performance. *Journal of Cleaner Production*, **323**, Article 128998. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.128998>
- [5] 柳春, 余进韬, 龚星宇, 张一. 数字化转型如何助力绿色发展——基于企业绿色创新的视角[J]. 广西师范大学学报(哲学社会科学版), 2024, 60(4): 97-115.
- [6] 杨利红, 贾茹芸. 数字化转型能否促进企业绿色创新绩效的提高?——基于我国 A 股上市公司数据[J]. 生态经济, 2024, 40(3): 64-74.
- [7] 徐梦月. 数字化转型对重污染企业绿色创新绩效影响研究[J]. 现代商业, 2024(3): 53-57.
- [8] 田雪. 制造业企业数字化转型对绿色技术创新的影响路径和机制分析[J]. 现代工业经济和信息化, 2023, 13(10): 151-153.
- [9] 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.
- [10] 杜爽, 曹效喜. 企业数字化转型能否促进绿色创新——来自中国上市公司的证据[J]. 中国地质大学学报(社会科学版), 2023, 23(4): 56-71.
- [11] 祁怀锦, 刘斯琴. 企业数字化发展对绿色创新的影响及其作用机理[J]. 当代经济科学, 2023, 45(4): 72-83.
- [12] 李平, 方健. 环境规制、数字经济与企业绿色创新[J]. 统计与决策, 2023, 39(5): 158-163.
- [13] 王旭, 王非. 无米下锅抑或激励不足?政府补贴、企业绿色创新与高管激励策略选择[J]. 科研管理, 2019, 40(7): 131-139.
- [14] 孟猛猛, 谈婧, 王袁清清, 等. 企业数字化转型对绿色创新的影响研究[J]. 技术经济, 2023, 42(2): 42-52.
- [15] 凌士显, 姬梦佳. 企业数字化与制造业绿色技术创新[J]. 商业研究, 2023(4): 10-18.
- [16] 陈红, 张凌霄. ESG 表现、数字化转型与企业价值提升[J]. 中南财经政法大学学报, 2023(3): 136-149.
- [17] 沈小波, 陈语, 林伯强. 技术进步和产业结构扭曲对中国能源强度的影响[J]. 经济研究, 2021, 56(2): 157-173.
- [18] 李建军, 彭俞超, 马思超. 普惠金融与中国经济发展: 多维度内涵与实证分析[J]. 经济研究, 2020, 55(4): 37-52.
- [19] 冼依婷, 何威风. 企业数字化转型影响业绩预告质量吗[J]. 山西财经大学学报, 2022, 44(9): 100-113.
- [20] Wurlod, J. and Noailly, J. (2018) The Impact of Green Innovation on Energy Intensity: An Empirical Analysis for 14 Industrial Sectors in OECD Countries. *Energy Economics*, **71**, 47-61. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2017.12.012>
- [21] 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.
- [22] 肖静, 曾萍. 数字化能否实现企业绿色创新的“提质增量”?——基于资源视角[J]. 科学学研究, 2023, 41(5): 925-935, 960.
- [23] 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.