

企业数字化转型与绿色创新

裘逸天, 周丹琪

重庆大学公共管理学院, 重庆

收稿日期: 2023年3月13日; 录用日期: 2023年5月2日; 发布日期: 2023年5月9日

摘要

本文运用2008~2018年A股上市公司样本检验了企业数字化转型对绿色创新的影响。实证结果显示, 企业数字化转型有助于绿色创新, 工具变量法、滞后控制变量等一系列稳健性检验支持了这一结论。此外, 异质性分析表明, 在知识产权保护程度较高的地区, 企业数字化转型对绿色创新的作用更加显著。本文丰富了企业绿色创新影响因素的相关研究, 对推动企业数字化转型、解决企业绿色创新瓶颈具有借鉴意义。

关键词

数字化转型, 绿色创新, 知识产权保护

Enterprise Digital Transformation and Green Innovation

Yitian Qiu, Danqi Zhou

School of Public Administration, Chongqing University, Chongqing

Received: Mar. 13th, 2023; accepted: May 2nd, 2023; published: May 9th, 2023

Abstract

This paper uses A sample of A-share listed companies from 2008 to 2018 to test the impact of enterprise digital transformation on green innovation. The empirical results show that enterprise digital transformation contributes to green innovation, which is supported by a series of robustness tests such as instrumental variable method and lag control variable. In addition, heterogeneity analysis shows that digital transformation plays a more significant role in green innovation in regions with higher intellectual property protection. This paper enriches the relevant research on the influencing factors of enterprise green innovation, and has reference significance for promot-

ing enterprise digital transformation and solving the bottleneck of enterprise green innovation.

Keywords

Digital Transformation, Green Innovation, Intellectual Property Protection

Copyright © 2023 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

绿色创新是《国家创新驱动发展战略纲要》中的重要战略任务,是打好污染防治攻坚战,推进生态文明建设,推动经济高质量发展的重要支撑。激励企业绿色创新,是党的十九大报告中提出的“构建企业主题、市场导向的绿色技术创新体系”的突破口。然而,企业从绿色创新转向盈利往往是一个漫长的过程,这导致了企业进行绿色创新的主动性不高。此外,近年来中国企业的创新能力已经取得了巨大的进步,专利申请量和授权量均位于世界前列。然而,核心技术和设备的“卡脖子”现象仍然存在,专利产出的“重数量轻质量”问题仍然突出存在[1],企业亟需内外环境的改变以促进高质量创新。以往的研究往往从政策管制等宏观因素出发研究怎么通过外部环境因素倒逼企业进行绿色创新[2] [3] [4],但鲜有文献研究怎样内生地增加企业绿色创新动力。

近年来,数字经济已经成为推动国民经济高质量发展的重要引擎。2020年《中共中央关于制定国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标的建议》中提到:要充分发挥海量数据和丰富应用场景优势,促进数字技术与实体经济深度融合,赋能传统产业转型升级,催生新产业、新业态、新模式,壮大经济发展新引擎。由此可见,在中国企业高质量发展期间,数字经济凭借其信息传播、数据创造、显著降低交易成本等先天优势对推动企业发展产生了重要影响。那么,企业是否可以利用先进的数字经济技术(如物联网、人工智能、大数据计算等)优化企业内外资源配置,增强可持续发展能力[5],从而提升其绿色创新能力呢?

基于此,本文利用2008~2018年中国A股上市公司数据探究企业数字化转型是否能促进企业绿色创新。本文发现,企业数字化转型可以促进企业进行绿色创新,各类稳健性检验证明了该结论的可靠性。此外,本文还根据世界知识产权组织(WIPO)公布的《绿色专利清单》中的IPC代码将绿色创新分为发明专利和实用新型专利两类,结果发现,企业数字化转型有利于企业增加发明专利,即更有利于企业进行技术升级等实质性创新。异质性检验表明,在知识产权保护力度强的地区,企业数字化转型更有利于绿色创新。

本文的主要贡献在于:第一,不同于以往文献研究了外部环境压力对于企业绿色创新的影响,本文从内生动力的角度研究了企业绿色创新的影响因素。第二,现有研究往往聚焦于地区数字化程度对企业微观个体的影响,本文通过文本挖掘的方式衡量了各企业数字化转型程度并进行研究。第三,本文首次研究了企业数字化转型程度对绿色创新的影响,丰富了企业数字化转型与绿色创新的相关文献,并通过异质性研究揭示了在不同宏观环境下企业数字化转型的不同影响。

本文结构如下:第二部分为理论分析,第三部分为研究设计,第四部分为实证结果及分析;第五部分为结论与启示。

2. 理论分析

2.1. 直接效应分析

绿色创新是指以提高能源利用效率和节能减排为途径, 实现企业经济和生态环境和谐发展为目的的创新活动[6]。但是由于绿色创新具有投资成本高、风险大等特征, 而中小企业往往面临较大的融资约束, 且缺乏研究人才, 其绿色创新的成功率较低, 这让企业进行绿色创新时面临着极大的挑战。此外, 绿色工艺创新无法在短时间内转换为经济价值, 甚至会挤占产品的研发投入, 这也降低了企业进行绿色创新的主观意愿[7]。

以大数据、云计算和人工智能等信息技术的应用为主要特征, 数字经济凭借其在跨时空信息传播、数据处理和信息获取近乎零成本等方面的先天优势[8], 可以有效解决企业在绿色创新过程中面临的融资约束大、研发难度大、研发意愿低等困难, 主要体现在以下几个方面:

首先, 数字化转型可以加强企业信息整合能力, 更加了解市场需求, 从而降低创新活动难度。数字赋能实现了知识和信息的低成本渗透[9], 它能帮助企业提高获得数据信息的能力, 拥有丰富的消费者产品偏好信息, 有效把握市场需求, 降低市场风险, 从而促使企业增加更有针对性的研发投入。此外, 数字化转型可以促进企业内部员工的相互沟通和信息交换, 从而提升员工跨职能交流和决策制定能力[10], 这有利于增加企业创新的内生动力, 突破原有创新瓶颈, 激发企业创新潜力。

其次, 数字化转型促进了企业的资源获取能力, 从而缓解了企业创新过程中面临的融资约束。传统的创新市场中, 企业往往对公布与研发相关的信息持谨慎态度, 避免披露过多细节, 这加剧了企业和金融市场投资者之间的信息不对称, 加剧了企业融资约束[11]。而在数字转型的过程中, “互联网+”的基本特征要求企业以更开放的姿态融入数字经济的浪潮, 企业更愿意向自己的员工、客户、供应商甚至竞争者开放自己的经营过程[12], 降低了企业信息不对称程度, 同时向金融市场投资者释放出积极的信号, 从而提升金融机构的放贷意愿, 保证企业有充足的资金维持长期的绿色创新活动。

最后, 数字化转型具有扩散效应, 它可以带动行业其他企业创新, 增强企业的绿色创新意愿。当企业进行数字化转型时, 统一开放的数据平台使同行其他企业的绿色创新更容易被模仿, 大数据技术、移动通信技术等数字技术形成的网络示范效应促进了研发资源的集成共享, 加速了知识的外溢扩散[13]。以数据形式进行传递的创新资源超越了物理限制, 更容易形成同群效应, 提升行业内所有企业的创新意愿[14]。基于以上分析, 本文提出以下研究假设:

H1: 企业数字化创新可以促进企业绿色创新。

2.2. 异质性分析

从微观视角出发, 知识产权保护强度决定了企业创新成果垄断收益的大小[15], 因此企业所处地区的知识产权保护强度与企业绿色创新意愿息息相关。当企业所处地区知识产权保护力度较大时, 一方面企业创新成果被侵犯的风险降低[16], 这提高了企业的预期收益, 从而加强了企业的研发投入意愿; 另一方面, 企业不担心成果被盗用后, 更倾向于披露与研发相关的信息与项目前景, 这弱化了研发活动中的信息不对称问题[17][18], 缓解了融资约束, 从而促进企业的创新活动。基于以上分析, 本文提出以下研究假设:

H2: 在知识保护力度较强的地区, 企业数字化转型更能促进企业绿色创新。

3. 研究设计

3.1. 样本与数据来源

为了考察企业数字化转型如何影响企业绿色创新, 本文利用 2008~2018 年的 A 股上市公司作为研究

样本。本文所需数据来自 CSMAR 数据库。本文对样本进行了如下处理：1) 剔除 ST 或 ST* 企业；2) 剔除金融业上市公司样本；3) 剔除重要变量缺失的样本；4) 对连续变量进行上下 1% 的 Winsor 缩尾处理。经过上述筛选，本文最终得到 10,209 个观测值作为研究样本。

3.2. 模型设定与变量定义

首先分析企业数字技术应用对产品成本优势的影响，构建如下多元线性回归模型：

$$\text{Green_innovation}_{it} = \beta_0 + \beta_1 \text{Digital}_{it} + \sum \text{Control}_{it} + \gamma_t + \text{Ind}_{it} + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

其中， i 表示企业， t 表示年份。被解释变量 $\text{Green_innovation}_{it}$ 为企业 i 在 t 年的绿色创新， Digital_{it} 为企业 i 在 t 年的数字化转型程度， Control_{it} 为在企业层面其他可能影响到企业产品成本优势的控制变量， γ_t 代表时间固定效应，以控制其他随时间变动的不可观测因素。 Ind_{it} 代表行业固定效应， ε_{it} 表示随机误差项。此外，为消除潜在的残差组内相关以及异方差对估计系数显著性推断的影响，本文还将回归标准误差聚类到企业层面。

被解释变量：企业绿色创新(Green_innovation)。由于专利申请代表着对应的技术方案已经成熟并且可以投入使用，并且相比专利授权，专利申请受专利机构工作效率等外部因素的影响较低[19]，因此，本文主要使用上市公司当年申请的绿色专利数作为企业绿色创新的衡量指标。具体地，本文以企业当年申请的绿色专利数取对数衡量绿色创新。

解释变量：企业数字化转型程度(Digital)。本文主要从软件角度衡量企业数字技术应用程度。本文采用文本挖掘的方式，以企业数字化发展的关键词为依据，以上市公司年报中与数字化相关的文本出现频次衡量企业数字化转型程度。其中，数字化相关文本包括“人工智能技术”、“区块链技术”、“云计算技术”、“大数据技术”、“数字技术应用”及其相关细分指标。将计算出的文本出现频次加一取对数得到企业数字化转型程度(Digital)。

控制变量：考虑到研究需要，本文设置以下控制变量：企业规模(Ln_assets)，企业年龄(Ln_firmage)，企业固定资产占比(Ln_fixed)，企业人均营业收入(Ln_salespp)，成长机会(Salesgrowth)，账面市值比(MB_ratio)，资产负债率(Leverage)，现金资产比率(Cashassets_ratio)，总资产收益率(ROA)，赫芬达尔指数(HHI)，两职合一(dual)，第一大股东持股比例(top1)，产权性质(firmSOE) (详见表 1)。

Table 1. Variable definitions

表 1. 变量定义

变量	定义
Green_innovation	企业 i 在 t 年绿色专利申请数取对数
Digital	企业 i 在 t 年数字经济相关文本出现频次加一取对数
Ln_assets	企业总资产取对数
Ln_firmage	企业年龄取对数
Ln_fixed	固定资产/总资产
Ln_salespp	企业人均营业收入取对数
Salesgrowth	企业营业收入同比增速
MB_ratio	股东权益/公司市值
Leverage	总负债/总资产
Cashassets_ratio	现金资产/总资产

Continued

ROA	净利润/平均总资产
HHI	企业所在行业赫芬达尔指数
dual	董事长和总理由同一人担任时取 1, 反之为 0
top1	第一大股东持股比例
SOEfirm	国有企业为 1, 非国有企业为 0

4. 实证结果及分析

4.1. 实证结果分析

为识别控制变量之间的相关性是否会对关键解释变量的估计结果造成影响, 本文采取逐步回归法, 具体回归结果如表 2 所示。其中, 列(1)单独检验了企业数字化转型的影响, 列(2)加入了年度固定效应和行业固定效应, 列(3)则在加入控制变量的同时控制了时间固定效应、行业固定效应和地区固定效应。从列(1)~(3)的结果可以发现, 关键解释变量的估计系数和显著性水平没有发生实质性改变, 企业数字化转型的系数在 1% 的水平上显著为正, 说明企业数字化转型有助于企业进行绿色创新, 验证了 H1。

Table 2. Regression results of enterprises' digital transformation and green innovation
表 2. 企业数字化转型和绿色创新的回归结果

	(1)	(2)	(3)
Digita	0.0730*** (5.17)	0.0695*** (4.68)	0.0383*** (2.72)
Ln_asset			0.2277*** (7.28)
Ln_firmage			-0.0698 (-1.26)
Ln_fixed			-0.0473 (-0.41)
Ln_salespp			-0.0129 (-0.67)
Salesgrowth			-0.1070*** (-7.61)
MB_ratioB			-0.3232*** (-6.05)
Leverage			0.1587* (1.91)
Cashassets_ratio			0.1340 (1.17)
ROA			0.7076*** (3.41)
HHI			0.0614 (0.13)
dual			0.0495 (1.45)
top1			-0.1566 (-0.43)
SOEfirm			0.1162*** (2.58)
Ind	NO	YES	YES
Year	NO	YES	YES
_cons	0.2397*** (9.07)	0.0228 (0.31)	-4.5690*** (-6.68)
R ²	0.0090	0.1457	0.2279
N	11987	11804	10209

注: 括号内是经过企业层面群聚调整的 *t* 值; *, **, ***分别表示 10%、5%、1%的显著性水平。

4.2. 稳健性检验

4.2.1. 工具变量法

虽然前文初步验证了企业数字化转型与绿色创新之间的正向关系, 但这一关系可能会受到潜在的反向因果等内生性问题的影响。为了缓解内生性问题可能带来的估计偏误, 本文选用企业 i 在 $t-1$ 年数字化转型程度作为工具变量。表 3 第(1)列和第(2)列分别是工具变量的一阶段和二阶段的回归结果。回归结果显示, 企业数字化转型程度的估计系数在 1% 的水平上显著为正, 说明在考虑内生性问题后, 企业数字化转型程度的提高仍然可以促进企业绿色创新, 表明本文的估计结果可靠。

4.2.2. 控制变量滞后

除了控制核心解释变量的内生性偏误, 我们还担心其他控制变量也可能存在潜在的内生性问题[20]。为了检验结果稳健并排除这一种担忧, 本文将其他所有控制变量滞后一期, 结果如表 3 第(3)列所示。

Table 3. Robustness checks

表 3. 稳健性检验

	(1)	(2)	(3)
Digital		0.0554*** (4.36)	0.0330** (2.17)
1. Digital	0.7735*** (100.11)		
Controls	YES	YES	YES
Ind	YES	YES	YES
Year	YES	YES	YES
N	7942	7942	9078

注: 括号内是经过企业层面群聚调整的 t 值; *, **, ***分别表示 10%、5%、1%的显著性水平。

4.3. 异质性分析

为了考察企业数字化转型在不同环境下对数字创新作用的差异, 本文在基准回归模型的基础上加入交乘项构建模型进行进一步识别。具体地, 模型构建如下:

$$\text{Green_innovation}_{it} = \beta_0 + \beta_1 \text{Digital}_{it} * \text{IPR}_{it} + \sum \text{Control}_{it} + \gamma_t + \text{Ind}_{it} + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

其中 IPR 代表企业所处地区知识产权保护程度, 本文利用 1-企业所处城市侵权诉讼立案/专利有效存量进行衡量。本文主要关注交乘项 β_1 , 若其通过显著性检验, 则说明企业数字化转型程度在不同的地区有着不同的影响。其结果如表 4 所示, 由结果可知, β_1 的系数显著为正, 说明在知识产权保护力度较强的地区, 企业数字化转型更能促进企业绿色创新, 验证了 H2。

Table 4. Heterogeneity tests

表 4. 异质性检验

	Green_innovation
Digital*IPR	0.0362** (2.35)
Controls	YES
Ind	YES
Year	YES

Continued

R ²	0.2318
N	8783

注：括号内是经过企业层面群聚调整的 t 值；*、**、***分别表示 10%、5%、1%的显著性水平。

5. 结论与启示

本文运用 2008~2018 年 A 股上市公司样本检验了企业数字化转型对绿色创新的影响。实证结果发现：1) 企业数字化转型有助于绿色创新，工具变量法、滞后控制变量等一系列稳健性检验支持了这一结论。2) 异质性分析表明，在知识产权保护程度较高的地区，企业数字化转型对绿色创新的作用更加显著。

本文得到如下启示：一方面，在企业战略层面，企业应高度重视数字化转型带来的社会效益和经济价值。面对数字化转型的机遇，企业需要结合自身研发创新中的薄弱环节，循序渐进地推进自身数字化转型，将数字经济技术和运营管理过程相结合，着力通过数字平台建设和内部数字化管理手段，提升企业的资源获取能力，降低企业创新过程面临的成本与风险。另一方面，在政策制定层面，政府应该制定有利于企业数字化转型的制度。政府应持续优化推动企业数字化转型的宏观政策框架，重点是通过制定面向数字化战略的创新政策，推动企业在迈向高质量发展过程中加快数字化体系建设。

参考文献

- [1] 黎文靖, 郑曼妮. 实质性创新还是策略性创新?——宏观产业政策对微观企业创新的影响[J]. 经济研究, 2016, 51(4): 60-73.
- [2] 王娟茹, 张渝. 环境规制、绿色技术创新意愿与绿色技术创新行为[J]. 科学学研究, 2018, 36(2): 352-360.
- [3] 于连超, 张卫国, 毕茜. 环境税会倒逼企业绿色创新吗?[J]. 审计与经济研究, 2019, 34(2): 79-90.
- [4] 李广培, 李艳歌, 全佳敏. 环境规制、R&D 投入与企业绿色技术创新能力[J]. 科学学与科学技术管理, 2018, 39(11): 61-73.
- [5] 王爱群, 唐文萍. 环境不确定性对财务柔性与企业成长性关系的影响研究[J]. 中国软科学, 2017(3): 186-192.
- [6] Jaffe, A.B. and Palmer, K. (1997) Environmental Regulation and Innovation: A Panel Data Study. *The Review of Economics and Statistics*, 79, 610-619. <https://doi.org/10.1162/003465397557196>
- [7] 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.
- [8] 赵涛, 张智, 梁上坤. 数字经济、创业活跃度与高质量发展——来自中国城市的经验证据[J]. 管理世界, 2020, 36(10): 65-76.
- [9] Bloom, N., Garicano, L., Sadun, R., et al. (2014) The Distinct Effects of Information Technology and Communication Technology on Firm Organization. *Management Science*, 60, 2859-2885. <https://doi.org/10.1287/mnsc.2014.2013>
- [10] 池毛毛, 叶丁菱, 王俊晶, 等. 我国中小制造企业如何提升新产品开发绩效——基于数字化赋能的视角[J]. 南开管理评论, 2020, 23(3): 63-75.
- [11] 唐嘉励, 唐清泉. 我国企业 R&D 投入与 R&D 资源获取的摩擦力——基于问卷调查的研究[J]. 当代经济管理, 2010, 32(7): 20-27.
- [12] 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.
- [13] 陈晓红. 数字经济时代的技术融合与应用创新趋势分析[J]. 中南大学学报(社会科学版), 2018, 24(5): 1-8.
- [14] 张昕蔚. 数字经济条件下的创新模式演化研究[J]. 经济学家, 2019(7): 32-39.
- [15] Lemley, M.A. and Shapiro, C. (2005) Probabilistic Patents. *The Journal of Economic Perspectives*, 19, 75-98. <https://doi.org/10.1257/0895330054048650>
- [16] Hall, B.H., Jaffe, A. and Trajtenberg, M. (2005) Market Value and Patent Citations. *The Rand Journal of Economics*, 36, 16-38.

-
- [17] Ang, J.S., Cheng, Y. and Wu, C. (2014) Does Enforcement of Intellectual Property Rights Matter in China? Evidence from Financing and Investment Choices in the The-High-Tech Industry. *The Review of Economics and Statistics*, **96**, 332-348. https://doi.org/10.1162/REST_a_00372
- [18] Ueda, M. (2004) Banks versus Venture Capital: Project Evaluation, Screening, and Expropriation. *The Journal of Finance (New York)*, **59**, 601-621. <https://doi.org/10.1111/j.1540-6261.2004.00643.x>
- [19] 王馨, 王莹. 绿色信贷政策增进绿色创新研究[J]. 管理世界, 2021, 37(6): 173-188.
- [20] 孙传旺, 罗源, 姚昕. 交通基础设施与城市空气污染——来自中国的经验证据[J]. 经济研究, 2019, 54(8): 136-151.