

数字赋能与制造业企业绿色创新

——环境规制下对企业的微观调查

赵春雨, 武亚茹

哈尔滨商业大学商务学院, 黑龙江 哈尔滨

收稿日期: 2023年11月27日; 录用日期: 2023年12月11日; 发布日期: 2024年1月10日

摘 要

党的二十大报告指出, 要推动制造业高端化、智能化、绿色化发展。数字经济背景下, 企业绿色创新是实现制造业高质量、可持续发展的重要举措。研究分析了数字赋能的不同类型对促进制造业企业绿色创新行为的内在机理, 并进一步论证环境规制对于数字赋能和绿色创新行为关系间的调节作用。通过对我国制造业352份企业调查数据的实证检验发现: 数字赋能对绿色创新行为有显著的促进作用; 动态能力在数字赋能和绿色创新行为关系中起中介作用; 环境规制负向调节数字赋能对绿色技术创新的正向关系; 而在数字赋能和绿色产品创新的关系中无调节作用。

关键词

数字赋能, 绿色创新行为, 动态能力, 环境规制

Digital Empowerment and Green Innovation in Manufacturing Firms

—A Micro-Investigation of Firms under Environmental Regulation

Chunyu Zhao, Yaru Wu

Business School, Harbin University of Commerce, Harbin Heilongjiang

Received: Nov. 27th, 2023; accepted: Dec. 11th, 2023; published: Jan. 10th, 2024

Abstract

The 20th National Congress of the Communist party of China points out that it is necessary to promote the high-end, intelligence and green development of manufacturing industry. Under the background of digital economy, enterprise green innovation is an important initiative to realize

high-quality and sustainable development of manufacturing industry. This paper analyzes the intrinsic mechanism of different types of digital empowerment in promoting green innovation behavior of manufacturing enterprises, and further demonstrates the moderating effect of environmental regulation on the relationship between digital empowerment and green innovation behavior. Through empirical tests on 352 enterprise survey data in China's manufacturing industry, it is found that: digital empowerment has a significant role in promoting green innovation behavior; dynamic capability plays a mediating role in the relationship between digital empowerment and green innovation behavior; environmental regulation negatively moderates the positive relationship between digital empowerment and green technological innovation; and there is no moderating role in the relationship between digital empowerment and green product innovation.

Keywords

Digital Empowerment, Green Innovation Behavior, Dynamic Capability, Environmental Regulation

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

为规避逆全球化背景下产业链脆弱性上升的风险,我国正向推动制造业高质量发展,夯实制造业作为经济增长重要引擎的基本盘方向努力[1]。然而长期以来,制造业企业传统的发展模式引发了过度的能源消耗、资源短缺和一系列环境恶化等问题[2]。尽管我国在高质量发展上实现加速,但仍没有摆脱高污染和高能源消耗的困境。党的二十大报告指出,推动制造业高端化、智能化、绿色化发展,指明了制造业高质量发展的前进方向。推动我国制造业企业保证高质量发展的同时兼顾绿色化的实现是当前我国经济可持续发展和管理研究面临的最前沿和最具挑战性的课题。因此,如何促进制造业企业绿色创新行为的实现引发了学术界和实业界的广泛关注。当前学术界对绿色创新驱动因素的研究仍存在不一致的结论,并且现有研究中较少有将环境规制和数字赋能的交互作用对企业绿色创新行为的影响整合在同一框架下,深入剖析二者对绿色创新的驱动[3][4]。且绿色创新的决策选择、良好的绿色创新绩效以及持续的绿色创新竞争优势都离不开企业的动态能力加持。动态能力是否是数字赋能促进企业绿色创新行为中重要的一个环节?它在其中拥有怎样的作用?

为解决上述研究问题,本文采用问卷调查法,通过理论分析和实证检验两个部分研究了数字赋能促进企业绿色创新行为的内在机理,并引入环境规制作为情境变量,进一步理清了环境规制在数字赋能促进企业绿色创新行为中的调节机制。可能的边际贡献如下:一是厘清了数字赋能企业绿色创新行为的驱动机理,以动态能力这一重要视角构建了制造业企业“数字赋能→动态能力→绿色创新行为”的理论模型。二是引入环境规制作为情境变量,发现环境规制对制造业企业数字赋能正向影响绿色技术创新具有负向调节作用,对环境规制的政策制定有一定的启发意义。

2. 理论分析与研究假设

2.1. 数字赋能与绿色创新行为

数字赋能是加快企业绿色化、智能化的关键,是提高绿色制造水平实现经济快速增长和平衡环境效益的重要途径[5]。首先,数字化背景下的结构赋能是通过数字技术改善客观的外部条件,以赋予特定人

群或组织采取行动的权力[6], 其认为通过利用数字化技术能够改变组织的情境条件, 消除阻碍组织获取信息、资源和机会等的结构性障碍。其次, 资源赋能目的在于提高无能力者在获取、控制和管理资源方面的能力[6]。通过资源赋能制造业企业能准确把握政策导向和市场运作, 迎合可持续发展战略和绿色创新发展趋势, 促进企业绿色创新行为的实现。最后, 心理赋能侧重于改善组织内部员工的心理状态、激励效果及个人主观感受, 通过数字平台的搭建帮助员工实现组织内的有效沟通和互动, 及时激励员工, 提高自我效能感[7]。据此, 本文提出假设:

H1: 数字赋能促进绿色创新行为。

2.2. 动态能力的中介作用

数字经济背景下动态能力是实现企业业务模式和流程创新的有效途径, 国内外学者积极开展数字赋能对动态能力的影响研究。首先, 数字赋能有利于企业整合与重构内外部资源, 是驱动动态能力进化的重要机制和触发器[8]。其次, 制造业企业通过数字赋能建立并不断驱动自身完善适应数字经济高速发展和行业技术变革的动态能力。最后, 通过数字技术的不断革新驱动企业自身构建集感知能力、获取能力和转型能力于一体的愈加完善的动态能力组合。据此, 本文提出假设:

H2: 数字赋能对动态能力有正向影响。

动态能力对企业绿色创新行为的促进作用在理论和实践中得到了多方检验。企业动态能力通过帮助制造业企业交换和整合企业与外部利益相关者绿色知识和能力、构建新的绿色体系以及重塑内部资源促进企业的绿色创新[9]。企业开发和更新其绿色组织流程以应对动态环境的能力是绿色产品开发的关键驱动因素[10]。此外, 动态能力在帮助企业建立合作网络以及外部资源和技术的获取和整合, 对于推进企业绿色技术创新也具有重要意义[11]。因此, 根据以上动态能力和绿色创新行为的理论推演, 本文提出如下假设:

H3: 动态能力对绿色创新行为有正向影响。

动态能力在数字赋能和绿色创新行为中存在中介作用。首先, 通过结构赋能, 制造业企业打乱原有的组织结构和流程, 实现组织的扁平化和去中心化, 提高组织整体的灵活性以及重构内外部资源的能力, 并迅速适应变化或做出决定, 为绿色创新活动的开展提供有利条件[12]。其次, 资源赋能通过聚焦海量数据挖掘、数据分析和利用关键数字技术装备, 提升企业动态分析能力, 加强绿色产品的设计和性能优化。最后, 制造业企业通过对员工、用户和系统其他成员进行数字化心理赋能激发成员的心理能量, 使成员突破原有舒适区, 步入新的学习区[13], 有利于对绿色知识的获取吸收, 形成绿色思维最终实现绿色创新。据此, 本文提出假设:

H4: 动态能力是数字赋能与绿色创新行为的中介变量。

2.3. 环境规制的调节作用

环境规制是政府为了保护外部自然环境, 通过制定一系列法规政策和行为准则对企业生产经营活动进行直接或间接地管控和干预[14]。一种观点认为环境规制对企业的绿色创新行为产生了约束, 导致环境成本增加, 抑制了企业绿色创新的积极性, 因此本文认为环境规制会削弱数字赋能对企业绿色创新行为的促进作用, 因为数字赋能有利于企业开拓竞争市场边界, 激发市场活力, 而市场活力的增加会抑制环境规制对绿色创新的激励作用[15]。此外, 绿色创新行为本身具有较高的投资风险, 需要投入大量的资金和人才、技术的支持, 当环境规制程度较强时, 数字赋能企业为避免环境规制下的环保处罚, 将更多的资源和资金集中在解决现存的环保问题上, 从而抑制了绿色创新行为的开展。综上所述, 本文提出假设:

H5a: 环境规制对数字赋能与绿色产品创新之间的关系具有调节效应。

H5b: 环境规制对数字赋能与绿色技术创新之间的关系具有调节效应。

H5: 环境规制对数字赋能与绿色创新行为之间的关系具有调节效应。

3. 数据与结果

3.1. 主效应与中介效应回归分析

本研究采用层次回归分析法对各假设进行验证, 得到如表 1 所示的回归模型, 具体分析如下: (1) 数字赋能对绿色创新行为的影响。模型 1 和 5 分别是控制变量对绿色产品创新和绿色技术创新的回归模型, 模型 2 和 6 分别是在模型 1 和 2 的基础上加入结构赋能、资源赋能和心理赋能, 回归结果显示结构赋能、资源赋能和心理赋能对绿色产品创新有显著正向影响, 假设 H1 成立。(2) 数字赋能对动态能力的影响。模型 9 考察了控制变量对动态能力的影响, 模型 10 在模型 9 的基础上加入结构赋能、资源赋能和心理赋能, 回归结果显示, 结构赋能、资源赋能和心理赋能对动态能力均有显著正向影响, 假设 H2 成立。(3) 动态能力对绿色创新行为的影响。模型 3 和模型 7 分别在模型 1 和模型 5 的基础上加入动态能力, 模型 3 和 7 的回归结果显示, 动态能力对绿色产品创新和绿色技术创新有显著正向影响, 假设 H3 成立。(4) 动态能力的中介作用。模型 4 和模型 8 分别是控制变量、自变量和中介变量对绿色产品创新和绿色技术创新的回归全模型检验。首先, 模型 4 与模型 2 相比, 添加了中介变量后, 结构赋能和资源赋能仍显著正向影响绿色产品创新, 但是系数及显著性减弱, 说明动态能力在其中起到部分中介作用。心理赋能对绿色产品创新的影响不显著, 表明动态能力在心理赋能和绿色产品创新的关系中占主要中介作用。其次, 模型 8 与模型 6 相比, 添加了中介变量后, 资源赋能和心理赋能仍显著正向影响绿色技术创新, 但是系数及显著性减弱, 说明动态能力在其中起到部分中介作用。结构赋能对绿色技术创新的影响不显著, 表明动态能力在结构赋能和绿色技术创新的关系中占主要中介作用。假设 H4 成立。

Table 1. Test results of main and mediating effects

表 1. 主效应和中介效应的检验结果

变量	绿色产品创新				绿色技术创新				动态能力	
	模型 1	模型 2	模型 3	模型 4	模型 5	模型 6	模型 7	模型 8	模型 9	模型 10
控制变量										
成立年数	-0.003	0.004	-0.013	-0.006	0.024	0.035	0.014	0.025	0.017	0.027
企业规模	0.057	0.004	0.005	0	0.116*	0.068	0.065	0.063	0.089	0.014
企业性质	0.046	0.032	0.046	0.04	0.002	-0.014	0.003	-0.005	-0.001	-0.024
自变量										
结构赋能		0.225***		0.117*		0.127**		0.006		0.315***
资源赋能		0.308***		0.171**		0.292***		0.138*		0.400***
心理赋能		0.174***		0.07		0.244***		0.128**		0.302***
中介变量										
动态能力			0.585***	0.342***			0.570***	0.384***		
R 方	0.006	0.323	0.331	0.357	0.021	0.338		0.386	0.012	0.693
ΔR 方	0.006	0.317	0.325	0.035	0.021	0.317		0.048	0.012	0.681
F 值	0.66	27.411***	42.855***	27.333***	2.52	29.346***		30.884***	1.388	129.876***

3.2. 调节效应分析

本文利用层次回归分析法验证环境规制在数字赋能与企业绿色创新行为之间的负向调节作用, 首先将数字赋能和环境规制标准化处理, 然后分别将因变量、控制变量、自变量和调节变量以及自变量和调节变量的交互项纳入层次回归模型中, 得到的结果如表 2。从表 2 的数据中可知: 环境规制对数字赋能和绿色产品创新关系中不起调节作用, H5a 假设不成立, 原因可能在于: 绿色产品创新的绿色价值更多

体现在消费者的购买使用过程以及后续的包装、废品回收等，更易受到消费者影响。环境规制负向调节数字赋能对绿色技术创新的促进作用，H5b 假设成立。

Table 2. Testing of regulatory effects
表 2. 调节效应检验

变量	绿色产品创新		绿色技术创新	
	模型 1	模型 2	模型 3	模型 4
企业年数	0.003	-0.013	0.029	0.018
企业规模	0.005	0.017	0.066	0.082
企业性质	0.028	0.052	-0.014	0.019
数字赋能	0.699***	0.508***	0.66	0.489***
环境规制		0.419***		0.405***
数字赋能 × 环境规制		-0.071		-0.244***
R 方	0.317	0.468	0.328	0.515
ΔR 方	0.311	0.002	0.307	0.021
F 值	40.225***	52.440***	42.332***	60.98***

4. 结论与讨论

本文通过对来自制造业企业的调查数据实证检验发现，数字赋能对企业绿色创新行为有着积极作用，动态能力在其中起中介作用，而且环境规制对数字赋能促进企业绿色技术创新有负向调节作用。具体结论如下：(1) 数字赋能促进企业绿色创新行为，数字赋能的三个子维度结构赋能、资源赋能和心理赋能都对绿色产品创新和绿色技术创新有显著的正向影响。(2) 动态能力对数字赋能与企业绿色创新行为之间的关系具有中介效应，呈现出“数字赋能→动态能力→绿色创新行为”的路径机制。且动态能力在心理赋能和绿色产品创新中占主要的中介作用，在结构赋能和资源赋能对绿色产品创新中起部分中介作用；而动态能力在结构赋能和绿色技术创新中占主要中介作用，在资源赋能和心理赋能对绿色技术创新中起部分中介作用。(3) 环境规制对数字赋能和绿色技术创新的关系有负向调节效应，随着环境规制力度增强，数字赋能对绿色技术创新的促进作用明显得到削弱。但环境规制对数字赋能和绿色产品创新的关系不具有调节效应。

本研究对高质量和绿色化协同发展背景下的企业数字化和绿色创新具有一定的启发和实践指导。首先，“双碳”政策背景下，制造业企业应主动积极地推行数字化，实现数字技术赋能高质量发展。因为数字化不仅赋能制造业企业以较低的成本获取创新资源，通过智能监测实现资源配置的优化以及设备利用率的提高，加快绿色技术的创新，还能利用大数据技术实现产品碳足迹的追踪分析，实现绿色产品不断地更新迭代，助力企业实现真正的数字化与绿色化协同发展。其次，随着外部环境复杂性日益提高，企业要重视动态能力的培养，动态能力不仅帮助企业实现绿色创新行为的提高，也有利于企业重塑适应环境变化的战略方针和商业模式创新，对提高企业核心竞争力和可持续发展具有重要的意义。动态能力的提高需要借助多方面的资源和技术，数字赋能帮助企业获取高质量的动态能力中占有不可或缺的地位。最后，绿色发展不能过度依赖环境规制，给予数字赋能企业更多的包容性和自主性，更能激发数字赋能企业积极地实施绿色创新活动。过于严格的环境规制会迫使数字赋能企业将资源投向避免环保处罚的一端，而忽视了创新行动的开展。因此，政府应探索合理的环境规制强度以保证企业实施绿色创新行为的积极性，从而推动企业的高质量发展。

参考文献

[1] 钟正生, 张德礼. 持续发挥制造业的重要作用[J]. 中国金融, 2023(3): 68-69.

-
- [2] 陈文, 常琦. 大数据赋能了企业绿色创新吗——基于国家级大数据综合试验区的准自然实验[J]. 财经科学, 2022(8): 76-92.
- [3] 郭星光, 陈曦. 数据赋能与我国制造企业创新: 前沿探析与未来展望[J]. 科技进步与对策, 2021, 38(15): 151-160.
- [4] 梁敏, 曹洪军, 陈泽文. 环境规制、环境责任与企业绿色技术创新[J]. 企业经济, 2021, 40(11): 15-23.
- [5] Hu, C., Yang, H. and Yin, S. (2022) Insight into the Balancing Effect of a Digital Green Innovation (DGI) Network to Improve the Performance of DGI for Industry 5.0: Roles of Digital Empowerment and Green Organization Flexibility. *Systems*, **10**, Article 97. <https://doi.org/10.3390/systems10040097>
- [6] 池毛毛, 叶丁菱, 王俊晶, 翟姗姗. 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.
- [7] 刘宗华, 李燕萍. 绿色人力资源管理对员工绿色创新行为的影响: 绿色正念与绿色自我效能感的作用[J]. 中国人力资源开发, 2020, 37(11): 75-88.
- [8] 孙国强, 胡小雨, 邱玉霞. 大数据背景下企业网络与数字经济融合路径研究[J]. 中国科技论坛, 2022(2): 95-104.
- [9] Dangelico, R.M. (2016) Green Product Innovation: Where We Are and Where We Are Going. *Business Strategy and the Environment*, **25**, 560-576. <https://doi.org/10.1002/bse.1886>
- [10] Chen, Y.S. and Chang, C.H. (2013) The Determinants of Green Product Development Performance: Green Dynamic Capabilities, Green Transformational Leadership, and Green Creativity. *Journal of Business Ethics*, **116**, 107-119. <https://doi.org/10.1007/s10551-012-1452-x>
- [11] 姜忠辉, 赵迪, 孟朝月, 等. 绿色人力资源管理对绿色技术创新的影响——绿色动态能力与组织调节定向的中介及调节作用[J]. 科技进步与对策, 2023, 40(10): 25-35.
- [12] 李广培, 吴金华. 个体视角的绿色创新行为路径:知识共享的调节效应[J]. 科学学与科学技术管理, 2017, 38(2): 100-114.
- [13] 林艳, 周洁. 数字化赋能视角下制造企业创新生态系统演化研究[J]. 科技, 进步与对策, 2023, 40(19): 86-95.
- [14] 邢丽云, 俞会新. 环境规制对企业绿色创新的影响——基于绿色动态能力的调节作用[J]. 华东经济管理, 2019, 33(10): 20-26.
- [15] 华淑名, 李京泽. 数字经济条件下环境规制工具能否实现企业绿色技术创新的“提质增量” [J]. 科技进步与对策, 2023, 40(8): 141-150.