

人工智能发展、ESG表现与企业绿色创新

——基于中国制造业上市公司的证据

周明亮*, 朱乃平

江苏大学财经学院, 江苏 镇江

收稿日期: 2024年10月28日; 录用日期: 2024年12月5日; 发布日期: 2024年12月12日

摘要

本文选取2009~2023年中国沪深A股制造业上市公司为样本数据, 实证检验了ESG表现、人工智能与企业绿色创新之间的关系。研究表明: ESG表现对企业绿色创新有显著的正向影响, 而人工智能在这一过程中具有正向调节效应。进一步研究发现, 国有企业和大规模企业能更好地通过ESG表现提升企业绿色创新。

关键词

ESG, 绿色创新, 人工智能, 融资约束

Artificial Intelligence Development, ESG Performance, and Corporate Green Innovation

—Evidence from Chinese Manufacturing Listed Companies

Mingliang Zhou*, Naiping Zhu

School of Finance and Economics, Jiangsu University, Zhenjiang Jiangsu

Received: Oct. 28th, 2024; accepted: Dec. 5th, 2024; published: Dec. 12th, 2024

Abstract

This article selects Chinese A-share listed manufacturing companies from 2009 to 2023 as sample data to empirically test the relationship between ESG performance, artificial intelligence, and

*通讯作者。

文章引用: 周明亮, 朱乃平. 人工智能发展、ESG表现与企业绿色创新[J]. 运筹与模糊学, 2024, 14(6): 457-465.
DOI: 10.12677/orf.2024.146547

corporate green innovation. Research has shown that ESG performance has a significant positive impact on corporate green innovation, while artificial intelligence has a positive moderating effect in this process. Further research has found that state-owned enterprises and large-scale enterprises can better enhance their green innovation through ESG performance.

Keywords

ESG, Green Innovation, Artificial Intelligence, Financing Constraints

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

近年来,随着可持续发展理念的不断深化与一系列绿色发展政策的提出,ESG理念与绿色创新愈发受到各界的重视。ESG包括企业在环境(Environment)、社会(Social)和治理(Governance)三个维度的综合表现,强调企业在这三个维度均衡发展,是顺应可持续发展理念的具象化产物。ESG理念认为企业自身在追求经济利益最大化的同时,要去考虑同时应考虑环境保护、社会责任和治理成效等多方面因素,进而实现人类社会的可持续发展。随着我国“双碳”目标的提出,加快推动企业绿色转型的进程刻不容缓。绿色转型的关键就在于企业自身的绿色创新能力,党不断要求企业坚持自主进行绿色创新,推进绿色低碳科技革命,因地制宜发展新质生产力,为绿色转型提供更强创新动能和制度保障。绿色创新是企业实现可持续发展的重要动力,加快自身绿色转型是企业竞争日益激烈的市场中立身的根本。人工智能作为新时代的科技产物,是推动企业发展与经济转型的坚实力量。党的二十大报告指出“推动战略性新兴产业融合集群发展,构建新一代信息技术、人工智能、生物技术、新能源、新材料、高端装备、绿色环保等一批新的增长引擎”。一方面,人工智能的运用能够加强企业的信息处理能力,同时提升企业信息透明度,减少信息使用者与利益相关者之间的信息不对称,进而提升企业的ESG表现;另一方面,人工智能的运用能够优化企业在绿色创新进程,各种模型的运用与预测能力能够大幅度降低企业成本,使得研发资金流向更为正确的方向,以此提升企业的绿色创新能力。

目前关于ESG表现与绿色创新能力的文献已有很多,大多都是基于提升企业财务表现与缓解融资约束层面进行考虑,本文研究将研究重点放在人工智能的运用在此过程中的调节作用。因此,本文选取2009~2023年中国A股上市公司为样本数据,实证检验了ESG表现、人工智能与企业绿色创新之间的关系。

2. 理论分析与研究假设

(一) ESG表现有助于提升企业绿色创新能力

企业的既往目标是追求自身经济利益最大化,现有的环境规制要求企业注重外部环境与社会责任的承担。绿色转型作为当前企业发展的重中之重,相比于一般创新,绿色创新不管是在研发投入、创新周期与难度上,都面临着更重的压力[1]。根据声誉理论,良好的ESG表现有利于提升企业的社会形象,表明企业坚定走可持续发展道路,增强了利益相关者的投资信心,有利于促进企业绿色创新能力的提升。ESG表现的提升可以向外界树立一个好的形象,吸引外部投资,降低融资成本,缓解绿色创新面临的融资约束问题[2]。良好的ESG表现能够提升企业自身在利益相关者心目中的形象,增强了双方合作共赢、

共同抵御风险的意识, 能够通过利益相关者获得更多的融资渠道, 为企业绿色创新增加资本[3]。另外, 良好的 ESG 表现能够增强员工信心, 有助于企业吸引与留住优秀人才, 进而促进企业绿色创新能力的提升[4]。

基于信号传递理论, 企业 ESG 信息的披露能够有效缓解利益相关者所面临的信息不对称问题, ESG 所披露的非财务信息能够帮助利益相关者全面评估公司的绿色可持续发展绩效, 为企业绿色转型提供资金支持[5]。ESG 信息的披露是顺应环境规制的要求, 政府相关部门以及社会能够依据企业所披露的信息, 采取更为有效的措施对企业进行监管, 了解企业的绿色转型情况, 从而倒逼进行绿色创新[6]。良好的 ESG 表现容易受到分析师的关注, 分析师根据企业披露的信息评估企业前景, 披露企业绿色转型的信息, 并将这些信息准确及时发布给投资者, 增强投资者信心, 获取投资缓解绿色创新过程中的融资约束[7]。

基于此, 本文提出研究假设 1:

假设 1: ESG 表现有助于提升企业绿色创新能力。

(二) ESG、人工智能与绿色创新

现有文献研究发现, 人工智能的运用对企业 ESG 的影响可以从 ESG 的三个维度展开。从环境(E)方面看: 人工智能可以帮助企业优化能源使用, 通过数据分析减少能源浪费, 使得生产过程更加高效, 进而降低碳排放[8]; 同时, 人工智能能够优化供应链管理和生产流程, 减少原材料浪费, 优化资源配置[9]。从社会(S)方面看: 人工智能技术的运用能够帮助员工提升工作效率, 降低劳动成本, 有助于提高员工工作幸福感和满意度[10]; 另外, 随着机器算法的进步, 人工智能能够预测客户需求, 并提供有效的应对策略, 能够为客户提供个性化服务, 进而提升客户满意度和忠诚度[11]。从治理(G)方面看: 一方面, 人工智能能帮助企业更好地管理数据, 对数据实时监控和处理, 确保符合各类法规要求, 进而提升企业的信息透明度[12]; 另一方面, 人工智能可以通过大数据帮助企业做出更加科学有效的决策, 同时识别潜在风险, 帮助企业在治理结构中应对复杂挑战[13]。

人工智能对企业绿色创新能力的影响可以从宏微观两个层面分析。宏观层面:

AI 技术推动各行业向低碳、绿色化转型, 对生产环境进行实时动态监控与智能控制, 推动环境治理模式由控制型的末端治理走向预防型的清洁生产, 带动高能耗行业的技术创新, 促进产业结构调整, 形成绿色经济新动能[14]。人工智能的大规模应用在以新产业、新业态和新技术为主要产业特征的产业链群中改善产业环境绩效水平, 进而提升绿色创新水平[15]。微观层面: 人工智能可以提升生产流程的自动化和智能化, 减少能源和原材料的浪费, 推动绿色制造, 通过 AI 技术, 企业可以实现产品全生命周期的管理, 从设计、生产到回收都能优化资源使用, 进而提升企业绿色创新能力[16]。人工智能通过分析处理海量数据, 明晰市场需求和行业发展走势, 明确研发方向, 企业自身创新意愿提升, 加大研发投入, 从而提高绿色创新的成功概率[17]。基于此, 本文提出假设 2:

假设 2: 人工智能能够正向调节 ESG 表现对绿色创新能力的促进作用。

3. 研究设计

(一) 样本选择与数据来源

本文选取了 2009~2023 年我国沪深 A 股制造业上市公司的年度数据为初始样本, 为了保证数据质量, 本文对样本进行了如下处理: 1) 剔除当年处于 ST 和*ST 状态的样本; 2) 剔除数据缺失的样本。最后得到 37,572 个观测值。

(二) 变量选取与说明

1) 被解释变量

企业绿色创新能力(*GINV*)。本文选择相对稳定、及时、准确的绿色专利申请数量作为衡量指标, 将企业当年绿色专利申请数量加 1 后取对数进行度量。

2) 解释变量

企业 ESG 表现。华证 ESG 评级的数据来源包括多个权威渠道, 如同花顺 iFind 等, 能够确保数据的准确性和可靠性; 此外, 华证 ESG 评级还考虑了国际主流方法和实践经验, 结合中国国情与资本市场特点, 构建评级体系, 向市场提供环境、社会和公司治理三个维度的评级结果。本文根据华政披露的 2009~2023 企业 ESG 得分年均值作为解释变量。

3) 调节变量

人工智能(*AI*)。参考姚加权(2024)的做法[18], 根据上市公司年报文本内容, 对人工智能相关词频进行统计, 将企业当年词频精确词汇数量加 1 后取对数进行度量上市公司人工智能水平。

4) 控制变量

本文选取公司规模(*Size*)、企业年龄(*Age*)、现金流(*Cashflow*)、资产运营效率(*ATO*)董事会规模(*BDS*)、机构持股比例(*INST*)、股权集中度(*IH*)以及审计质量(*Audit*)等作为控制变量, 见表 1。

Table 1. Main variable description
表 1. 主要变量描述

变量名称	变量符号	变量定义
ESG 表现	<i>ESG</i>	华政 ESG 评级
企业绿色创新能力	<i>GINV</i>	企业绿色专利申请数量
人工智能	<i>AI</i>	年报相关词频数量
企业规模	<i>Size</i>	企业期末总资产的自然对数
企业年龄	<i>Age</i>	企业成立时间
现金流	<i>Cashflow</i>	现金流比率
资产运营效率	<i>ATO</i>	总资产周转率
董事会规模	<i>BDS</i>	董事会人数
行业虚拟变量	<i>Industry</i>	行业虚拟变量
年度虚拟变量	<i>Year</i>	年度虚拟变量
机构持股	<i>INST</i>	机构投资者持股比例
股权集中度	<i>IH</i>	第一大股东持股比例
审计质量	<i>Audit</i>	是否聘请四大会计师事务所

(三) 模型构建

针对本文所提出的相关假设, 具体模型设定如模型(1)所示:

$$GINV_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 ESG_{it} + \alpha_2 Controls_{it} + \sum Ind + \sum Year + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

i 在 t 时期的绿色创新水平, ESG 为企业环境、社会责任以及公司治理表现, $Controls$ 为控制变量组成的向量。 Ind 为行业虚拟变量, $Year$ 为年度虚拟变量, ε_{it} 为随机扰动项。

另外, 本文构建了模型(2)用以检验人工智能的调节作用, 具体模型设定如模型(2)所示:

$$GINV_{it} = \beta_0 + \beta_1 ESG_{it} + \beta_2 AI_{it} + \beta_3 ESG_{it} \times AI_{it} + \beta_4 Control_{it} + \sum Ind + \sum Year + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

4. 实证结果与分析

(一) 描述性统计分析

描述性统计结果见表 2, 绿色创新(*GINV*)的最大值为 3.497, 最小值为 0, 均值 0.321, 标准差为 0.725, 说明我国大多数企业绿色创新能力相对处于较低水平; *ESG* 表现最大值为 6, 最小值为 1.5, 标准差为 0.911, 均值为 4.127, 说明大部分企业 *ESG* 表现较好。人工智能(*AI*)的最大值为 4.127, 最小值为 0, 标准差为 1.025, 均值为 0.669, 说明我国企业对于人工智能的运用目前还未达到成熟阶段。

Table 2. Descriptive statistics

表 2. 描述性统计

变量	样本量	均值	标准差	最小值	最大值	VIF
<i>GINV</i>	37,572	0.321	0.725	0.000	3.497	-
<i>ESG</i>	37,572	4.127	0.911	1.500	6.000	1.08
<i>AI</i>	37,572	0.669	1.025	0.000	4.127	1.05
<i>Size</i>	37,572	22.225	1.313	19.415	26.440	1.49
<i>Age</i>	37,572	2.907	0.355	1.099	3.638	1.09
<i>Cashflow</i>	37,572	0.048	0.070	-0.224	0.283	1.04
<i>ATO</i>	37,572	0.656	0.443	0.055	2.907	1.03
<i>BDS</i>	37,572	2.123	0.197	1.609	2.708	1.12
<i>INST</i>	37,572	0.451	0.247	0.001	0.924	1.64
<i>IH</i>	37,572	0.351	0.148	0.076	0.758	1.39
<i>Audit</i>	37,072	0.063	0.242	0.000	1.000	1.16

(二) 基准回归分析

模型(1)得出的基准回归结果见表 3: 在第(1)列中, 仅对行业和年度固定效果做了控制, 没有添加控制变量, *ESG* 系数是 0.1043, 并且在 1%的水平上正显著; 在第(2)列中加入一些列控制变量, *ESG* 系数仍然呈现出显著的正相关, 这说明 *ESG* 表现对企业的绿色创新能力具有促进作用, 因此, 假说 1 是成立的。

Table 3. Benchmark regression results

表 3. 基准回归结果

	(1)	(2)
	<i>GINV</i>	<i>GINV</i>
<i>ESG</i>	0.1043*** (26.77)	0.0679*** (17.07)
<i>Controls</i>	No	Yes
<i>Year fe</i>	Yes	Yes
<i>Industry fe</i>	Yes	Yes
<i>N</i>	37,572	37,572
<i>Adj R²</i>	0.1517	0.1846

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

(三) 调节机制

模型 2 回归结果见表 4，交乘项 $ESG \times AI$ 的系数为 0.0411 且在 1% 的水平上显著，说明人工智能的运用能够优化资源配置，提高生产效率，促进企业财务绩效的提升，同时有助于提升企业形象，缓解绿色创新过程中的融资约束，人工智能的运用能够正向调节 ESG 表现对企业绿色创新能力的促进作用。本文的假设 2 得到验证。

Table 4. Mechanism analysis
表 4. 机制分析

	(1)
	<i>GINV</i>
<i>ESG</i>	0.0366*** (7.89)
<i>ESG</i> × <i>AI</i>	0.0411*** (11.63)
<i>Controls</i>	Yes
<i>Year fe</i>	Yes
<i>Industry fe</i>	Yes
<i>N</i>	37,572
<i>Adj R</i> ²	0.1931

(四) 稳健性检验

1) 滞后一期解释变量

在上文的基准回归中采用华政 ESG 表现得分年均值作为解释变量，证明 ESG 表现对企业绿色创新能力有显著促进作用。然而，鉴于 ESG 表现往往具有一定的滞后性，对企业绿色创新能力的影响难免会有所差异。为避免 ESG 表现的滞后性对实证结果的负面影响，也为了进一步确保结果稳健性，本文将 ESG 表现变量滞后一期后重新检验其对企业绿色创新能力的影响，回归结果仍然显示为显著的正相关，再次验证本文主假设，见表 5。

2) 剔除绿色创新能力为 0 的样本

企业在创新过程中的研发投入转化为专利的时间往往较长，因此在样本年度中存在相当比例的上市公司专利申请数为 0，此时就无法检验无法估计 ESG 表现是否提高企业研发成功概率，实现专利产出从 0 到有的突破[19]。本文在制定被解释变量衡量标准时就已将上市公司当年绿色专利申请数量加 1 后取对数进行度量。但是这种做法仍然不可避免仍会出现数值为 0 的样本，因此本文选择剔除被解释变量为 0 的样本数据，再次进行回归分析，回归系数仍然为正且显著，再次验证本文的主假设，见表 5。

Table 5. Robustness check
表 5. 稳健性检验

	(1)	(2)
	<i>GINV</i>	<i>GINV</i>
<i>L.ESG</i>	0.0383*** (8.11)	

续表

ESG		0.0176***
		(1.40)
Controls	Yes	Yes
Year fe	Yes	Yes
Industry fe	Yes	Yes
N	32,106	8031
Adj R ²	0.1998	0.2243

(五) 异质性分析

1) 产权性质异质性检验

企业产权性质对企业 ESG 表现与企业绿色创新能力都会产生影响。国有企业承担着一定的社会责任, 同时其所受到的环境规制更加强烈, 因此其 ESG 表现相较于非国有企业会有明显区别。同时, 由于国有企业背后的各种政策扶持以及政府强有力的背书, 其资金压力相较于非国有企业较小, 因此其对自身绿色创新的投入往往更多。为了检验 ESG 表现对企业绿色创新能力的影响是否呈现产权性质的差异, 本文将样本数据中的企业按产权归属分为国有企业与非国有企业,

分样本进行回归分析。表 6 第(1) (2)列显示, ESG 表现对企业绿色创新能力影响均为显著的正相关, 但是相较于非国有企业, 国有企业的 ESG 系数显著高于非国有企业, 说明 ESG 表现对国有企业的绿色创新能力具有更显著的促进作用, 见表 6。

2) 企业规模的异质性检验

企业规模也是影响企业绿色创新能力的重要因素。相较于中小企业而言, 大企业不管是在资源配置、人才供应还是在创新投入方面都有着不可忽略的优势。大企业更加容易利用提高 ESG 表现带来的资源推动企业绿色创新能力的提升。因此, 本文参考余靖雯(2022)的做法[20], 以企业规模的中位数为届进行划分, 如果企业规模大于样本中位数, 则划分为大企业, 反之则为中小企业。从表 6 中第(3) (4)列可以看出, ESG 表现系数均为正且显著, 相较于中小企业而言, 大企业 ESG 表现在促进企业绿色创新能力的效果更显著, 见表 6。

Table 6. Heterogeneity analysis

表 6. 异质性分析

	(1)	(2)	(3)	(4)
	国有企业	非国有企业	大企业	中小企业
ESG	0.0869***	0.0574***	0.0954***	0.0411***
	(12.42)	(11.85)	(15.63)	(8.52)
Controls	Yes	Yes	Yes	Yes
Year fe	Yes	Yes	Yes	Yes
Industry fe	Yes	Yes	Yes	Yes
N	13,759	23,813	19,661	17,911
Adj R ²	0.2395	0.1753	0.2180	0.1522

5. 研究结论与启示

本文基于 2009~2023 年的 A 股制造业上市公司样本数据, 分析了 ESG 表现与企业绿色创新能力之间的关系, 并进一步探究了人工智能在二者之间的调节机制。最终得到以下结论: 1) ESG 表现额能够显著提升企业绿色创新能力; 2) 人工智能在 ESG 表现提升企业绿色创新能力的过程中发挥了正向调节作用; 3) 异质性检验结果显示, ESG 表现对于企业绿色创新能力的提升受到产权性质、企业规模的影响而呈现出一定的差异, 这一影响在国有企业以及大规模企业中更为显著。

本文提出建议如下: 首先, 完善 ESG 表现体系, 推动绿色转型: 政府和行业监管机构应加强对 ESG 表现标准的制定, 推动评级标准向更严格、更全面的绿色创新指标倾斜。通过提升评级标准, 鼓励企业加大在绿色技术、可持续发展领域的投入。其次, 鼓励 ESG 信息披露, 提升企业透明度: 要求企业定期披露 ESG 表现, 尤其是在环境治理和绿色创新方面的数据, 能够提高市场的透明度, 帮助投资者更好地评估企业的可持续发展潜力, 进而吸引更多绿色投资。第三, 提供绿色金融支持, 助力企业创新: 政府可以推动绿色金融政策的落地, 例如提供绿色债券、绿色信贷等支持工具, 鼓励 ESG 表现较高的企业进行绿色技术研发和创新, 从而加速绿色转型。最后, 加强监管与激励机制, 强化企业责任: 监管机构应加强对企业环境责任的监管, 设立奖励机制, 表彰在绿色创新和 ESG 方面表现优异的企业, 并对不合规企业实施惩罚, 促使更多企业主动提升绿色创新能力。通过政策引导和 ESG 表现的推动, 企业可以进一步提升绿色创新能力, 实现可持续发展目标。

基金项目

江苏现代财税治理协同创新中心资助; 江苏省社科应用研究精品工程财经发展专项课题成果。

参考文献

- [1] 高智林, 武咸云. 财务弹性政策对企业绿色技术创新的影响研究[J]. 科研管理, 2024, 45(1): 181-192.
- [2] 李志斌, 邵雨萌, 李宗泽, 等. ESG 信息披露、媒体监督与企业融资约束[J]. 科学决策, 2022(7): 1-26.
- [3] 张如, 史云菲. 中小企业 ESG 表现、研发投入与绿色创新[J]. 商业会计, 2023(24): 54-60.
- [4] 王典. ESG 鉴证在企业构造良好声誉中的作用机理分析[J]. 中小企业管理与科技, 2023(17): 82-84.
- [5] 李丹, 李朝红. ESG 评级、数字化转型与企业绿色创新[J]. 财会研究, 2024(7): 65-71.
- [6] 郑志丹, 付淑磊. ESG 表现对企业绿色创新的影响研究——基于数字化转型的调节效应[J]. 现代金融, 2024(8): 49-56.
- [7] 付筱惠. ESG 评级是否有利于高碳行业企业绿色转型[J]. 上海商业, 2023(7): 186-189.
- [8] 柴天佑, 钱锋, 管晓宏, 等. 面向双碳目标的自动化和智能化理论与技术[J]. 中国科学基金, 2024, 38(4): 560-570.
- [9] 肖梅宁. 智能物流进化: 人工智能大模型重塑供应链生态和智能化未来[J]. 物流科技, 2024, 47(17): 130-132.
- [10] 蒋建武, 龙晗寰, 胡洁宇. 工作场所人工智能应用对员工影响的元分析[J]. 心理科学进展, 2024, 32(10): 1621-1639.
- [11] 王悦. 人工智能驱动的客户服务管理及其对客户满意度的影响[J]. 造纸信息, 2024(3): 76-77.
- [12] 习成龙, 刘焕峰. 数字化转型与企业会计信息质量[J]. 会计之友, 2024(6): 82-89.
- [13] 张婧雅. 人工智能在企业风险管理中的影响与有效应用[J]. 商场现代化, 2023(14): 95-97.
- [14] 周杰琦, 陈达, 夏南新. 人工智能、产业结构优化与绿色发展效率——理论分析和经验证据[J]. 现代财经(天津财经大学学报), 2023, 43(4): 96-113.
- [15] 崔伟. 人工智能促进绿色创新了吗? [J]. 科学决策, 2024(4): 61-74.
- [16] 朱冠平, 王琨. 人工智能应用与制造业企业绿色创新[J]. 工业技术经济, 2024, 43(9): 73-81.

-
- [17] 李辽宁, 韩少真, 包瑞婧, 等. 数字化转型赋能企业绿色创新: 监督效应与激励效应的分析[J]. 生态经济, 2024, 40(7): 74-81.
 - [18] 姚加权, 张银澎, 郭李鹏, 等. 人工智能如何提升企业生产效率?——基于劳动力技能结构调整的视角[J]. 管理世界, 2024, 40(2): 101-116+133+117-122.
 - [19] 方先明, 胡丁. 企业 ESG 表现与创新——来自 A 股上市公司的证据[J]. 经济研究, 2023, 58(2): 91-106.
 - [20] 余靖雯, 韩秀华, 李一可. 政府补贴与企业产能过剩[J]. 产业经济评论, 2022(5): 130-153.