

智能制造对企业 ESG 表现的影响研究

——基于“智能制造试点示范专项行动”的准自然实验

管潇潇 李巍 张志超

内容提要:在全球可持续发展目标的推动下,智能制造作为新质生产力的重要体现,正逐步成为提升企业环境、社会和治理(ESG)表现以及推动经济高质量发展的关键力量。本文将工业和信息化部实施的“智能制造试点示范专项行动”视为一次准自然实验,运用多时点双重差分法,结合2010—2023年沪深A股制造业上市公司的面板数据,探讨智能制造对企业ESG表现的影响及其内在机制。研究结果显示,智能制造促进了制造业企业ESG表现的提升;机制检验结果表明,智能制造通过放松融资约束、促进绿色创新和提升媒体关注度提升了企业ESG表现;异质性分析结果表明,智能制造对企业ESG表现的促进作用在高管具有数字化背景的企业、非国有企业、重污染企业以及治理(G)维度中更为明显。本文的研究不仅丰富了智能制造与企业ESG领域的理论研究,还为政府推动智能制造发展、提升企业可持续发展能力提供了重要的政策参考和决策依据。

关键词:智能制造 企业ESG表现 融资约束 绿色创新 媒体关注度

中图分类号:F272.5

文献标识码:A

文章编号:1000-7636(2025)10-0039-18

一、问题提出

面对资源紧张、环境污染、气候变化等全球性挑战,传统的以追求短期经济效益为导向的发展模式难以为继。在此背景下,环境、社会和治理(ESG)表现作为衡量企业可持续发展能力的重要指标,正受到社会各界的广泛关注。尤其是在《巴黎协定》签署以及联合国可持续发展目标提出之后,世界各国纷纷承诺将采取积极措施应对气候变化,推动绿色低碳发展。这一国际共识的形成,促使越来越多的企业将ESG因素纳入战略决策的核心范畴,以期通过优化资源配置、加强环境保护、提升社会责任意识、完善公司治理结构等一系列举措,不断提升其ESG表现,从而有效应对日益复杂多变的市场挑战和严格的监管要求。中国作为世界第二大经济体,高度重视可持续发展,先后提出了包括“双碳”目标在内的一系列政策措施,旨在通过严格

收稿日期:2025-03-06;修回日期:2025-09-11

基金项目:教育部人文社会科学研究规划基金项目“国际冲突背景下新能源车产业链供应链韧性和安全水平的提升对策研究”(24YJAZH020);中国博士后科学基金资助项目“绿色金融视角下双向投资协同发展的减污降碳效应研究”(2023M732562)

作者简介:管潇潇 华东师范大学经济与管理学院博士研究生,通信作者,上海,200062;

李巍 华东师范大学经济与管理学院教授、博士生导师;上海师范大学天华学院商学院教授,上海,201815;

张志超 杜伦大学商学院助理教授,英国杜伦,DH1 3LE。

作者感谢匿名审稿人的评审意见。

控制温室气体排放、推动能源结构转型、绿色低碳技术创新等措施,为全球应对气候变化贡献中国智慧和方案。尽管许多中国企业在经营业绩方面取得了显著成就,但在可持续发展能力的建设上仍然面临较大挑战。如何在保持稳定增长的同时实现环境友好、社会和谐与治理结构完善,成为摆在中国企业面前一项紧迫而又艰巨的任务。这不仅关乎中国企业的未来发展,也将对全球可持续发展进程产生深远影响。在此背景下,智能制造作为新一轮技术革命的核心力量,正逐渐成为推动中国企业转型升级、提升可持续发展能力的重要驱动力。通过深度融合信息技术、物联网、人工智能等先进技术,智能制造实现了生产过程的高度自动化、智能化和绿色化^[1]。这大幅提高了资源利用效率,推动企业向更加高效、绿色的生产模式转型^[2],助力其在环境保护、社会责任履行、治理结构优化等方面取得积极进展,促进其 ESG 表现的全面提升。

为了推动智能制造的发展,中国政府先后出台《中国制造 2025》《智能制造发展规划(2016-2020 年)》《“十四五”智能制造发展规划》等一系列文件,不仅明确提出了智能制造在推动制造业可持续发展过程中的核心地位,也为制造业智能化转型提供了清晰的方向指引和具体的行动指南。2015 年 3 月,工业和信息化部下发了《2015 年智能制造试点示范专项行动实施方案》,旨在通过试点示范提升关键智能部件、装备和系统的自主化能力,全面增强企业的创新能力和管理运营效率。为了确保该方案的有效推进,工业和信息化部于 2015 年 7 月公布了首批入选智能制造试点的 46 个项目(涉及 38 个行业和 21 个省份),并于 2016 年、2017 年、2018 年开展了第二、第三、第四批智能制造试点,最终形成了 305 个试点示范项目。智能制造作为新质生产力的重要代表,不仅深刻改变了中国制造业的生产方式和组织模式,还推动了新产品和新技术的不断涌现,更为中国制造业的可持续发展注入了新鲜的活力和强劲的动力。智能制造试点政策的具体实施过程如表 1 所示。

表 1 智能制造试点政策的实施过程

出台时间	政策文件	相关政策内容
2015 年 3 月	《工业和信息化部关于开展 2015 年智能制造试点示范专项行动的通知》(工信部装[2015]72 号)	决定开展智能制造试点示范项目遴选工作
2015 年 5 月	《国务院关于印发〈中国制造 2025〉的通知》(国发[2015]28 号)	明确提出要以推进智能制造为主攻方向,强化工业基础能力,提高综合集成水平
2015 年 7 月	《工业和信息化部关于公布 2015 年智能制造试点示范项目名单的通告》(工信部装函[2015]333 号)	确定并公布了 46 个智能制造试点示范项目名单
2016 年 7 月	《工业和信息化部关于公布 2016 年智能制造试点示范项目名单的通告》(工信部装函[2016]261 号)	深入贯彻落实《中国制造 2025》,加快实施智能制造工程,确定并公布了 63 个智能制造试点示范项目名单
2016 年 12 月	《工业和信息化部 财政部关于印发智能制造发展规划(2016-2020 年)的通知》(工信部联规[2016]349 号)	提出要加快智能制造装备发展,加强关键共性技术创新,并推动重点领域智能化转型
2017 年 9 月	《工业和信息化部关于公布 2017 年智能制造试点示范项目名单的通告》(工信部装函[2017]426 号)	97 家公司入选智能制造试点示范项目名单
2018 年 9 月	《工业和信息化部关于公布 2018 年智能制造试点示范项目名单的通告》(工信部装函[2018]343 号)	99 家企业入选智能制造试点示范项目名单
2021 年 12 月	《八部门关于印发“十四五”智能制造发展规划的通知》(工信部联规[2021]207 号)	聚焦企业、行业、区域转型升级需要,围绕车间、工厂、供应链构建智能制造系统

数据来源:工业和信息化部网站、中国政府网。

基于以上分析,本文选取中国 A 股制造业上市公司 2010—2023 年的面板数据,将智能制造试点示范专项行动视为一次准自然实验,采用多时点双重差分(DID)法,探究智能制造对企业 ESG 表现的影响及其内

在机制。本文的研究不仅填补了企业 ESG 表现与智能制造试点政策之间关系的研究空白,还为政策制定者关于如何通过智能制造推动企业的可持续发展提供了政策参考。

二、文献综述

与本文密切相关的文献共有两类。第一类文献以文本分析法^[3]、巴蒂克(Bartik)工具变量法^[4]衡量了企业的智能制造水平,并从资源优化与治理协同的角度出发^[5],指出智能制造促进了企业 ESG 表现的提升^[6]。一方面,智能制造依托物联网、大数据等技术打通了企业各部门的信息壁垒^[7-8],实现了生产、管理、供应链等环节的高度协同^[9],增强了内部治理的透明度与响应效率,有助于企业在外部监管和利益相关方的压力下作出更稳健、合规的决策^[10-11]。另一方面,智能制造不仅通过自动化与精益化生产提高了生产效率^[12-13],减少了能源浪费和环境污染^[14],还推动了绿色采购和供应链优化,降低了环境成本^[15]。这种协同治理与资源优化的双重作用,不仅提升了企业在环境保护和社会责任方面的履职能力,也促进了治理结构的现代化与可持续发展能力的增强^[5],从而改善了企业整体的 ESG 表现。

第二类文献探讨了数字技术对企业 ESG 表现的影响,且大部分学者认为这种影响是正向作用。具体而言,方等人(Fang et al.,2023)^[16]、李志军等(2024)^[7]以企业自身的数字化转型为切入点进行研究,一致认为数字化转型促进了企业 ESG 表现的提升。李治国等(2024)^[17]、肖红军等(2024)^[18]进一步指出,数字化转型不仅能够惠及企业自身的 ESG 表现,还会产生正向溢出效应,促进供应链上游企业 ESG 表现的提升。周和刘(Zhou & Liu,2023)从信息和通信技术(ICT)支出的角度提供了额外证据,指出 ICT 投资的增加对企业 ESG 表现具有推动作用^[19]。柏淑嫒等(2024)发现企业对于大数据技术的运用同样可以提升其 ESG 表现^[20]。尽管数字技术对企业 ESG 表现的正面影响已经得到了广泛认可,但仍有学者持不同观点,认为虽然数字技术可以带来许多效益,但是企业在引入数字技术的初期可能需要较高的成本来推动管理模式变革,例如员工与管理者的培训费用、新系统或软件的购置与安装成本、数据迁移与整合的开销等^[21],这会在短期内减少企业的现金流。对于那些注重短期经营回报的企业来说,短期现金流的减少可能会使其削减对于绿色创新等可持续发展领域的投入,甚至还有可能使其为了短期的经济利益而增加污染排放^[22],这与 ESG 这一长期可持续发展理念背道而驰^[23]。因此,对于注重短期经济效益的企业来说,数字化转型增加了他们的运营成本,削弱了其可持续发展能力,导致其 ESG 表现的下降^[24]。此外,王应欢和郭永祯(2023)认为企业 ESG 表现与数字化转型之间存在倒 U 型的非线性关系^[25]。

尽管现有研究已经广泛探讨了智能化对企业 ESG 表现的影响及其作用机制,但仍存在两个方面的不足:其一,现有关于作用机制的探讨主要聚焦于企业内部资源配置效率的提升与治理结构的优化,尚缺乏对企业在外部融资获取、绿色创新投入及制度约束规范三者之间联动逻辑的系统性阐述;其二,在智能制造的度量方面,现有研究多依赖于文本分析法,难以克服内生性偏误,且尚未充分结合国家政策实施背景以构建具备外生性特征的识别工具。

与以往研究相比,本文的边际贡献主要体现在两个方面。第一,构建了“融资约束缓解-绿色创新增强-媒体监督强化”的三种传导路径,揭示了智能制造对企业 ESG 表现的影响并非源于单一维度能力的提升,而是包括资源获取、技术投入以及制度规范的全方位行为逻辑。第二,从政策层面切入,通过构建准自然实验框架,评估了智能制造对企业 ESG 表现的影响路径。这一研究思路不仅在度量方式上引入了更具政策实效性和客观性的标识变量,也更贴近政府推动智能制造转型的现实逻辑,从而丰富了智能制造与企业可持续发展之间关系的研究视角。

三、理论分析及研究假设

(一) 理论分析

智能制造涵盖了数字化水平的提升、智能化生产线的构建以及协同制造能力的增强等多个维度,这些维度深刻影响着企业在环境、社会责任和公司治理方面的行为与绩效。因此,本文将从上述三个方面出发,分别探讨其在环境(E)、社会责任(S)与公司治理(G)维度可能产生的作用。

在环境(E)维度,首先,数字化水平的提升使企业能够构建覆盖全流程的数据信息系统,通过物联网、传感器与大数据技术实现对能耗、排放、原材料使用等环境相关指标的实时监测与精准分析,有助于企业及时识别生产过程中的能源浪费、原材料过度使用以及废弃物排放等问题^[15],并采取有针对性的措施加以改善,以确保企业在环境保护方面的合规性。其次,智能生产线的建设大幅提高了企业的资源使用效率,减少了生产过程中的能源浪费和原材料损耗。最后,协同制造能力的增强可以帮助企业构建面向可持续发展的绿色供应链管理体系^[18]。企业可以选择符合环保要求的供应商和原材料,并优化物流运输路线,以减少碳排放和能源消耗。这一过程推动了企业在环境维度表现的提升。

在社会责任(S)维度,首先,数字化水平的提升使企业能够实时监控供应链各环节的劳工条件和生产环境,确保供应链中的劳工权益得到有效保障,避免因采购不合规产品而引发的负面社会影响,这巩固了企业在供应链管理中的社会责任形象^[26]。其次,智能生产线通过自动化生产流程,有效降低了员工的工作强度,减少了高风险操作,从而降低了工作场所的事故发生率,保障了员工的生命安全和身体健康。同时,根据资本技能互补假说,智能化设备的高效运作往往依赖于高技术工人的操作与维护,因而智能生产线的推广通常伴随着企业对员工技能的培训^[27]。这不仅提升了员工的专业技能水平,还增强了他们对新技术和新设备的适应能力,为其职业生涯的稳定性和竞争力奠定了基础。最后,协同制造增强了企业与消费者之间的互动与价值共创。通过产业链上下游的数据协同与智能反馈机制,企业能够精准把握消费者偏好,实现个性化定制与产品优化,从而提升客户满意度与品牌忠诚度^[3,28]。由此带来的市场认同也会反哺企业在公益项目、精准扶贫等社会责任领域的投入,进一步提升其在社会责任维度的表现。

在公司治理(G)维度,首先,数字化水平的提升使企业能够借助物联网、大数据等技术手段,实时采集并分析生产运营数据,实现对资源使用、设备运转和生产进度等的精准监控^[20],从而缓解高层管理者与基层执行者之间的信息不对称,推动企业决策的科学化与高效化。其次,智能生产线的引入优化了企业的生产组织结构与管理流程,减少了人为干预与管理冗余,提高了组织运转的敏捷度和治理效率^[29]。最后,协同制造通过自动化控制系统与信息集成平台,不仅提升了供应链管理的透明度,也促使企业在面对外部监管时能提供更完整、可追溯的数据链条,从而增强了治理合规性。三个方面的共同作用推动企业构建了更加高效、透明、负责任的治理体系,提升了其在公司治理维度的表现。

综上所述,本文提出假设 1:智能制造促进了企业 ESG 表现的提升。

(二) 机制分析

1. 融资约束

ESG 建设通常需要大量的外部资金支持,而融资约束限制了企业获取必要资金的能力,尤其是在回报周期较长、初期成本较高的情况下,融资约束可能导致企业难以开展 ESG 战略,而智能制造试点政策的实施有助于缓解这一问题。一方面,智能制造推动企业采用先进的技术和设备,实现了生产过程的自动化和智能化,这有

助于企业提升生产效率、优化资源配置和降低生产成本^[30],从而极大地增强了企业的盈利能力,因此企业能够积累更多的流动资金,其内源融资约束得到了放松。另一方面,智能制造往往会驱动企业进行技术革新,有利于提高其市场竞争力,而市场竞争力较强的企业通常会被视为具有更高增长潜力和更低风险的投资对象,这会使其更加容易获得金融机构和投资者的青睐^[31],因此其外源融资约束也会得到放松。

在融资约束得到缓解的情况下,企业能够更轻松地筹集到足够的资金,这些资金不仅可以用于引进先进的绿色技术和设备,以增强其应对长期环境挑战的能力,还可以用于提升员工福利、改善生产环境以及优化治理结构^[32]。同时,融资约束的缓解也增强了企业的财务稳健性,从而为其实施可持续发展战略提供了保障。因此,融资约束的放松为企业创造了有利条件,有助于提升其 ESG 表现。

综上所述,本文提出假设 2:智能制造通过放松融资约束促进了企业 ESG 表现的提升。

2. 绿色创新

企业在进行绿色创新的过程中往往会面临研发成本较高、回报周期较长、技术成熟度不足等问题^[33]。智能制造通过提升生产效率、优化资源配置并推动技术创新,有效缓解了这些风险,从而促进了企业绿色创新。具体而言,数字技术和智能生产线凭借其强大的数据分析和高度自动化的生产流程,帮助企业提升了资源使用效率,降低了研发成本并缩短了回报周期,从而有效减轻了绿色创新的技术风险。此外,企业可以通过平台化协作与合作伙伴共享技术、经验和资源,推动跨行业的技术融合与创新^[34-35],这使得企业能够更快地获得先进的绿色技术,从而减少了技术成熟度的不确定性,提升了绿色创新能力。

绿色创新水平的提升意味着企业在产品设计、生产过程和供应链管理等环节融入了环保理念和绿色技术,从而有效减少了资源消耗并降低了环境污染。同时,绿色创新通常伴随更高效的生产流程和更优质的产品,这不仅有助于保障员工的健康与安全,还通过提供符合消费者绿色需求的产品和服务,增强了企业的社会形象和社会责任感^[36],进而提升企业 ESG 表现。

综上所述,本文提出假设 3:智能制造通过增加绿色创新促进了企业 ESG 表现的提升。

3. 媒体关注度

近年来,制造业转型升级,特别是通过推动制造业转型升级实现经济高质量发展,已经成为国内关注的重点议题。在这一背景下,企业入选智能制造试点示范专项行动名单不仅表明其在智能制造领域已经取得了显著进展,还说明其获得了政府及行业的高度认可,被视为行业标杆,并具备引领未来发展趋势的潜力^[37]。一方面,为了满足公众对新兴技术和产业发展动态的关注,并推动智能制造理念的普及与传播,媒体会加大对试点企业的关注和报道;另一方面,媒体通常更倾向于聚焦符合国家战略方向并在技术创新与产业升级中处于领先地位的企业。因此,企业入选智能制造试点示范专项行动,意味着政府对其实力和创新能力的认可,从而会吸引媒体的广泛关注。

一旦企业成为媒体关注的焦点,其在环境保护、社会责任履行和公司治理等方面的表现将成为公众和利益相关者关注的核心。对于企业来说,出于维护声誉和塑造良好社会形象的需要,其会更加重视环境保护,积极履行社会责任,并不断优化公司治理结构,从而提升企业的形象和品牌价值^[38]。同时,随着媒体关注度的不断上升,企业在舆论压力和公众期望的双重推动下,会进一步增强自律意识,积极调整行为策略,推动环境、社会责任和公司治理的制度化 and 规范化^[39]。这种持续的外部监督机制会促使企业在 ESG 方面的表现不断提升。

综上所述,本文提出假设 4:智能制造通过增加媒体关注度促进了企业 ESG 表现的提升。

四、实证设计

(一) 样本选择及数据来源

本文以 2010—2023 年 A 股制造业上市公司的非平衡面板数据作为研究样本,并对样本数据进行了以下处理:剔除样本期内被 ST 处理的企业、剔除样本期内资不抵债的企业、剔除关键变量严重缺失的企业和对所有连续变量进行上下 1% 的缩尾处理。经过上述处理,最终获得了 3 576 家企业的 27 726 条公司-年度观测值。其中,智能制造虚拟变量来源于工业和信息化部公布的智能制造试点示范项目名单以及深圳希施玛数据科技有限公司 CSMAR 中国经济金融研究数据库,企业的 ESG 表现数据来源于万得(Wind)数据库,控制变量则均来源于 CSMAR 数据库。

(二) 模型设定

为了探究智能制造试点政策对企业 ESG 表现的影响,本文设定如下多时点双重差分模型:

$$ESG_{it} = \beta_0 + \beta_1 IMP_{it} + X'_{it}\beta_2 + \gamma_i + \lambda_t + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

其中, ESG_{it} 代表 i 企业 t 年的 ESG 表现, IMP_{it} 代表智能制造虚拟变量, X'_{it} 代表控制变量向量, γ_i 代表个体固定效应, λ_t 代表年份固定效应, ε_{it} 代表残差项。

(三) 变量说明

1. 被解释变量

企业 ESG 表现(ESG)。华证 ESG 评级指数不仅全面融入了国际主流 ESG 评价指标体系的基本内涵,还充分考虑了中国市场发展的本土化需求^[20],本文参考李增福和陈嘉滢(2023)^[40]的做法,使用华证 ESG 综合得分衡量企业 ESG 表现,该指标越大,意味着企业 ESG 表现越好。

2. 解释变量

智能制造试点政策(IMP)。 IMP 为政策虚拟变量和时间虚拟变量的交互项, $IMP_{it} = Treated_i \times Post_t$ 。其中, $Treated_i$ 为政策虚拟变量,若企业入选了智能制造试点政策名单,则 $Treated_i$ 为 1,否则为 0; $Post_t$ 为政策实施时间虚拟变量,若企业入选了智能制造试点政策名单,则当年和之后年份取 1,否则取 0。

3. 机制变量

(1) 融资约束(KZ)。参考魏志华等(2014)^[41]的研究,使用 KZ 指数度量企业的融资约束。该指数越大,说明企业的融资约束程度越高。

(2) 绿色创新($Green_Patent$)。参考王分棉和贺佳(2022)^[42]的研究,使用企业绿色发明专利申请数量加 1 取自然对数衡量企业的绿色创新水平。

(3) 媒体关注度($Media$)。参考杨玉龙等(2017)^[43]的研究,分别以网络媒体报道标题出现该公司的新闻总数加 1 取自然对数($Media_1$)、网络媒体报道内容出现该公司的新闻总数加 1 取自然对数($Media_2$)衡量企业的媒体关注度^①。

4. 控制变量

本文参考王应欢和郭永祯(2023)^[25]的做法,选取总资产收益率(ROA)、公司规模($Size$)、资产负债率

① 计算融资约束(KZ)所需的数据来源于 CSMAR 数据库,计算绿色创新($Green_Patent$)和媒体关注度($Media$)所需的数据均来源于上海经禾信息技术有限公司中国研究数据服务平台(CNRDS)。

(*Lev*)、营业收入增长率(*Growth*)、两职合一(*Dual*)、公司年龄(*Firmage*)、董事会规模(*Board*)、企业现金流(*Cashflow*)作为控制变量。

各变量的详细说明见表 2。

表 2 变量说明

变量类型	变量名称	变量符号	变量定义
被解释变量	企业 ESG 表现	<i>ESG</i>	华证 ESG 综合得分
解释变量	智能制造试点政策	<i>IMP</i>	$Treated_i \times Post_t$
机制变量	融资约束	<i>KZ</i>	使用 KZ 指数法测算
	绿色创新	<i>Green_Patent</i>	$\ln(\text{绿色发明专利申请数量}+\text{绿色实用新型专利申请数量}+1)$
	媒体关注度	<i>Media_1</i>	$\ln(\text{网络媒体报道标题出现该公司的新闻总数}+1)$
控制变量		<i>Media_2</i>	$\ln(\text{网络媒体报道内容出现该公司的新闻总数}+1)$
	总资产收益率	<i>ROA</i>	净利润/总资产平均余额
	公司规模	<i>Size</i>	$\ln$ 年末总资产
	资产负债率	<i>Lev</i>	公司年末总负债/年末总资产
	营业收入增长率	<i>Growth</i>	本年营业收入/上一年营业收入-1
	两职合一	<i>Dual</i>	董事长和总经理两职合一取值为 1, 否则为 0
	公司年龄	<i>Firmage</i>	$\ln(\text{当年年份}-\text{公司成立年份}+1)$
	董事会规模	<i>Board</i>	$\ln$ 董事会人数
	企业现金流	<i>Cashflow</i>	公司经营活动产生的现金流/总资产

(四) 描述性统计

变量的描述性统计结果如表 3 所示。其中,企业 ESG 表现(*ESG*)的最大值为 83.630 0,最小值为 59.260 0,这说明尽管样本企业的 ESG 表现存在一定差距,但整体而言较为均衡;中位数和均值则分别为 73.330 0 和 73.202 8,二者较为接近,反映出样本中大部分企业的 ESG 表现处于中等偏上水平。其他变量则均处于合理范围之内。

表 3 描述性统计结果

变量	观测值	均值	中位数	标准差	最小值	最大值
<i>ESG</i>	27 726	73.202 8	73.330 0	4.616 8	59.260 0	83.630 0
<i>IMP</i>	27 726	0.038 9	0	0.193 3	0	1
<i>KZ</i>	27 726	1.009 6	1.274 8	2.394 8	-6.892 8	6.270 4
<i>Green_Patent</i>	27 712	0.254 9	0	0.623 4	0.000 0	3.218 9
<i>Media_1</i>	26 753	1.556 6	1.386 3	1.583 0	0.000 0	7.134 9
<i>Media_2</i>	26 753	3.449 5	3.044 5	1.876 2	0.639 1	9.417 9
<i>ROA</i>	27 726	0.045 8	0.043 8	0.064 2	-0.192 6	0.229 3
<i>Size</i>	27 726	22.028 6	21.862 3	1.157 2	19.976 3	25.614 6
<i>Lev</i>	27 726	0.384 8	0.375 0	0.193 1	0.049 8	0.856 2
<i>Growth</i>	27 726	0.153 0	0.104 1	0.331 4	-0.475 7	1.860 3

表3(续)

变量	观测值	均值	中位数	标准差	最小值	最大值
Dual	27 726	0.331 8	0	0.470 9	0	1
Firmage	27 726	2.905 2	2.944 4	0.338 6	1.791 8	3.555 3
Board	27 726	2.104 3	2.197 2	0.189 9	1.609 4	2.564 9
Cashflow	27 726	0.049 2	0.047 4	0.066 3	-0.139 1	0.239 2

五、实证结果与分析

(一) 基准回归

表4展示了基准回归结果。其中,在加入所有控制变量的情况下,无论是否控制个体和年份固定效应,IMP的回归系数均在1%水平下显著为正,这说明智能制造确实促进了企业ESG表现的上升。因此,假设1得到验证。

表4 基准回归结果

变量	(1)	(2)
IMP	1.325 5*** (0.142 1)	1.529 4*** (0.276 3)
ROA	13.708 5*** (0.578 7)	5.286 0*** (0.711 9)
Size	1.084 6*** (0.029 4)	1.232 5*** (0.098 0)
Lev	-4.547 5*** (0.182 0)	-4.424 6*** (0.361 2)
Growth	-1.101 2*** (0.088 5)	-0.724 9*** (0.085 0)
Dual	0.257 7*** (0.055 9)	-0.017 8 (0.109 8)
Firmage	-0.791 3*** (0.077 4)	-2.468 4*** (0.643 7)
Board	-0.637 6*** (0.144 8)	-0.268 4 (0.311 1)
Cashflow	-0.453 4 (0.459 6)	-1.658 8*** (0.485 2)
常数项	54.127 4*** (0.650 8)	54.970 6*** (2.561 0)

表4(续)

变量	(1)	(2)
个体固定效应	未控制	控制
年份固定效应	未控制	控制
观测值	27 726	27 726
R^2	0.129 4	0.054 1

注：***、**、* 分别表示在 1%、5%、10% 的水平下显著，括号内为稳健标准误，后表同。

(二) 平行趋势检验

本文采用模型(2)进行平行趋势检验：

$$ESG_{it} = \alpha + \sum_{m=-7}^{-1} \beta_j IMP_{it}^m + \sum_{k=0}^7 \beta_k IMP_{it}^k + X'_{it} \theta + \gamma_i + \lambda_t + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

其中, IMP_{it}^m 表示政策实施前第 m 年的虚拟变量, 若企业 i 在 t 年属于政策实施前的第 m 年, 赋值为 1, 否则为 0; IMP_{it}^k 则表示政策实施后第 k 年的虚拟变量, 若企业 i 在 t 年属于政策实施后的第 k 年, 赋值为 1, 否则为 0。本文以政策实施前 1 期为基期进行检验, 由图 1 可知, 在政策实施前, 虚拟变量的回归系数均不显著, 而在政策实施当年及之后的年份, 虚拟变量的回归系数显著增加, 这表明智能制造试点政策确实促进了企业 ESG 表现的提升, 同时也说明处理组和对照组通过了平行趋势检验。

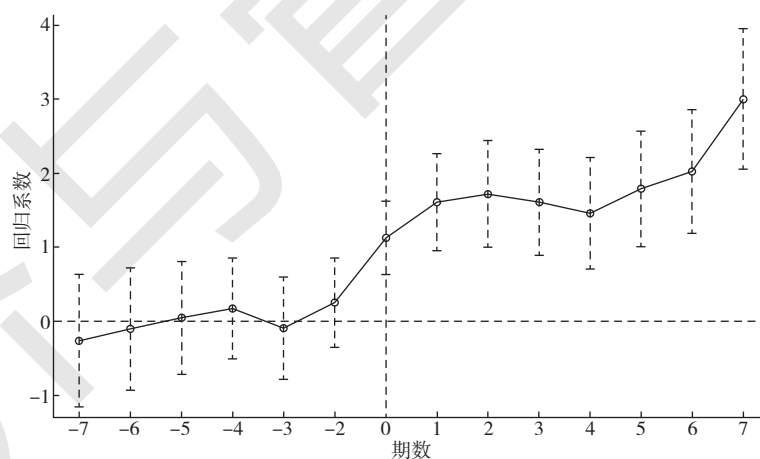


图 1 平行趋势检验结果

(三) 内生性分析

1. 威布尔(Weibull)模型

为验证可能的反向因果关系, 本文参考贝克等(Beck et al., 2010)^[44]的研究, 设定如下模型:

$$LD_{it} = \delta_0 + \delta_1 ESG_{it} + X'_{it} \delta_2 + \gamma_i + \lambda_t + \varepsilon_{it} \quad (3)$$

其中, 被解释变量 LD_{it} 代表企业入选智能制造试点的预期时间, 本文参考彭远怀(2023)^[45]的做法, 以入选智能制造试点年份与观测年份之差的自然对数衡量, 若企业在样本期内始终未入选智能制造试点, 则其预期时间为样本结束年份与观测年份之差的自然对数。由表 5 可知, 在使用威布尔模型进行回归后, ESG 的

回归系数并不显著,这说明基准回归结果受互为因果干扰的可能性较小。

2. 工具变量法

首先,地形起伏度越大,企业的基础设施建设和物流成本越高,供应链管理难度也可能越大,这不利于先进制造技术的引入和应用。因此,地形起伏度与企业的智能制造水平呈负相关关系,满足工具变量的相关性要求。其次,企业 ESG 表现主要受政策法规、行业规范和公司治理结构等因素的影响,与地理特征无关。因此,外生性要求得到满足。综上,本文通过构造企业所在地级市地形起伏度与时间趋势的交互项这一动态指标作为工具变量。由表 5 可知,第一阶段工具变量 *IV_Waviness* 的回归系数显著为负,且 *F* 值大于 10,通过了弱工具变量检验;第二阶段 *IMP* 的回归系数依然显著为正,这验证了本文核心结论的准确性。

表 5 内生性分析回归结果

变量	威布尔模型	工具变量法	
		第一阶段	第二阶段
<i>ESG</i>	0.000 5 (0.000 3)		
<i>IV_Waviness</i>		-0.001 0*** (0.000 3)	
<i>IMP</i>			13.032 0*** (1.736 6)
控制变量	控制	控制	控制
观测值	23 237	24 138	24 138
Cragg-Donald Wald <i>F</i>		14.110 0	
Anderson <i>LM</i>		10.112 0*** [0.001 5]	
个体固定效应	控制	控制	控制
年份固定效应	控制	控制	控制
<i>R</i> ²	0.974 0		

注:中括号内为 *P* 值。

(四) 稳健性检验^①

1. 安慰剂检验

本文随机抽取 165 家企业作为新处理组,将剩下的企业作为对照组,再随机指定政策时间,构建新的解释变量,从而得到新的政策效应估计值以及相应的 *P* 值。为了避免偶然性结果的发生,本文对上述过程重复 500 次,并绘制相应的核密度图。图 2 中,横线为 10% 的显著性水平,原点为抽样得到的“虚假”政策效应。可以看出,“虚假”的回归系数均落在 0 附近且呈现出正态分布的趋势,同时绝大部分结果并不显著。另外,*IMP* 的实际回归系数明显异于安慰剂检验中的回归系数。这说明智能制造在 500 次的随机抽样中并未对企业的 ESG 表现产生明显影响,即企业 ESG 表现的上升不是由未观测到的随机因素所引起的,因此本

^① 限于篇幅,具体结果留存备案。

文的研究结果是稳健的。

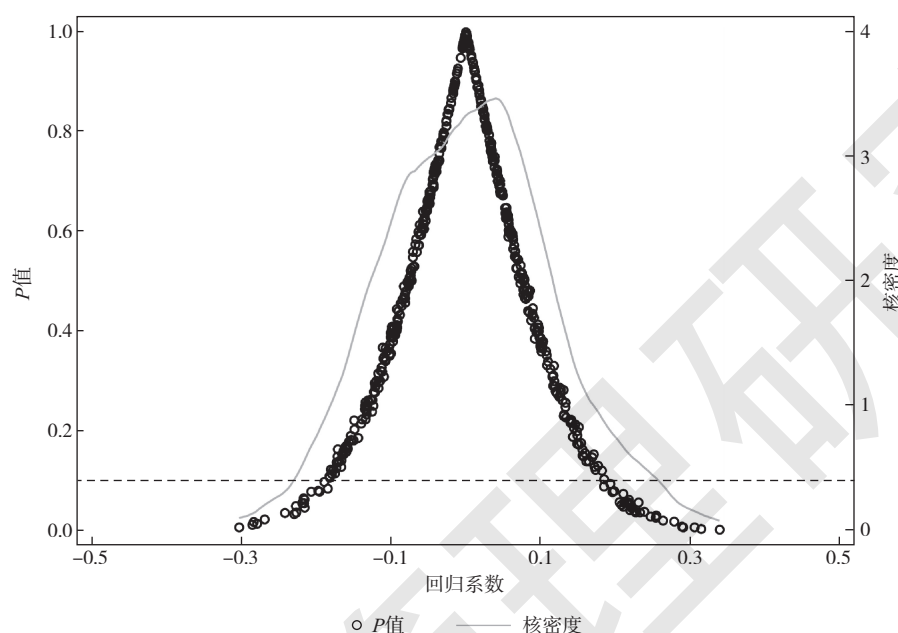


图 2 安慰剂检验结果

2. 倾向得分匹配-双重差分法

首先,本文以控制变量作为匹配变量进行评定(logit)回归,计算企业成为试点的概率。其次,对概率相近的企业进行 1:1 最近邻匹配,并进行平衡性检验。结果显示,匹配后大部分协变量在处理组与对照组之间的匹配变量标准化偏差小于 10%,且 t 检验结果不显著,因此通过了平衡性假设检验。最后,对匹配后的样本进行回归。结果显示, IMP 的回归系数仍显著为正,验证了前文研究结果的稳健性。

3. 替换被解释变量

为增强基准回归结果的稳健性,本文将参考肖红军等(2024)^[18]的研究,使用华证 ESG 评级衡量企业 ESG 表现。华证 ESG 评级将所有上市公司的 ESG 表现评为 9 个等级,本文对这 9 个等级由低到高依次赋值 1~9,数字越大代表企业的 ESG 表现越好;此外,本文还参考柏淑嫒等(2024)^[20]的研究,使用彭博(Bloomberg)ESG 评分作为被解释变量的替代变量。结果显示, IMP 的回归系数均显著为正,这说明基准回归中的结果是稳健的。

4. 变更窗口期

为了验证智能制造试点政策对企业 ESG 表现的激励效应是否会随着样本区间长短的变化而变化,本文将样本区间缩短为 2013—2020 年。结果显示, IMP 的回归系数显著为正,再次说明前文的结论是稳健的。

5. 排除其他因素干扰

样本期内,中国政府先后实施了智慧城市试点、智能建造试点城市、人工智能创新发展试验区、供应链创新与应用试点、国家级大数据综合试验区、产融合作试点城市、低碳城市试点等政策,这些政策均会对企业的 ESG 表现产生积极影响^[5,16,46-50]。为了排除上述政策对回归结果的干扰,本文分别构建对应的虚拟变

量,并将它们分别纳入模型(1)中。结果显示,在考虑上述政策之后,IMP 的回归系数均显著为正,这说明前文的结论是稳健的。

6. 异质性处理效应

考虑到智能制造试点政策是以逐年试点推广的方式进行的,为了缓解可能的估计偏误,本文参考德-凯泽马丁和德谢兹马丹和德奥尔特弗(de Chaisemartin & D’Haultfœuille,2020;2024)^[51-52]的研究,采用多期多个个体倍分模型及相应的估计量对异质性处理效应进行诊断。基于德谢兹马丹和德奥尔特弗(2024)^[51]的估计量 DID_M , 本文计算得到的政策转换平均处理效应为 1.064 4。图 3 展示了智能制造试点政策实施前后共 14 个时期(前 7 期与后 7 期)的事件研究结果。可以看出,在政策实施之前,智能制造的回归系数在 0 附近波动且并不显著,而在政策实施之后,该回归系数显著为正,且在第 7 年达到较高水平,这与基准回归中的结果基本一致,因此通过了异质性处理效应检验。

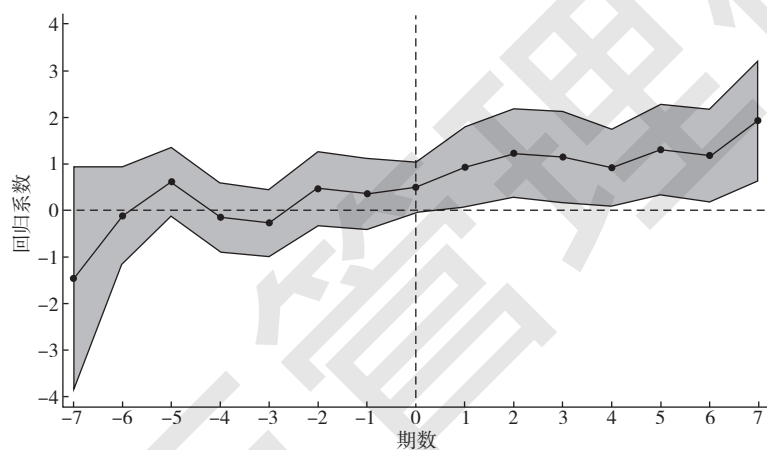


图 3 异质性处理效应检验结果

为了进一步缓解在使用传统双向固定效应(TWFE)法对多时点双重差分模型进行估计时所存在的异质性处理效应^[53-54],本文参考古德曼-培根(Goodman-Bacon,2021)^[53]提出的 DID 估计量分解法,考察 TWFE 方法下各种估计量的数值及其对最终结果的权重贡献。由表 6 可知,处理组和未处理组比较得到的估计量为 1.831,权重为 98.6%,而其余分组所占权重总和和不足 2%,且回归系数绝对值均低于正常组别的回归系数。因此,估计结果存在的偏误较小。

表 6 基准模型的古德曼-培根分解结果

分组类型	权重	估计量
较早处理组与较晚对照组	0.004	0.312
较晚处理组与较早对照组	0.005	-0.480
处理组与未处理组	0.986	1.831
处理组与已处理组	0.005	1.328

(五) 机制检验

本部分将基于前文的理论分析,设定模型(4)进行机制检验:

$$Mediator_{it} = \beta_0 + \beta_1 IMP_{it} + X'_{it} \beta_2 + \gamma_i + \lambda_t + \varepsilon_{it}$$

(4)

其中, $Mediator_{it}$ 为机制变量, 分别代表融资约束 (KZ)、绿色创新 ($Green_Patent$)、媒体关注度 ($Media$)。由表 7 第 1 列回归结果可以看出, IMP 的回归系数显著为负, 即智能制造通过放松融资约束促进了企业 ESG 表现的提升, 假设 2 得到验证。由第 2 列回归结果可以看出, IMP 的回归系数显著为正, 即智能制造通过促进绿色创新提升了企业的 ESG 表现, 假设 3 得到验证。根据右侧两列的回归结果, IMP 的回归系数均显著为正, 即智能制造通过提升媒体关注度促进了企业 ESG 表现的提升, 假设 4 得证。

表 7 机制检验回归结果

变量	KZ	$Green_Patent$	$Media_1$	$Media_2$
IMP	-0.193 6*** (0.062 7)	0.117 8** (0.050 8)	0.107 2* (0.055 0)	0.180 3*** (0.032 8)
控制变量	控制	控制	控制	控制
常数项	4.778 9*** (0.777 7)	-0.732 5** (0.333 3)	1.587 5*** (0.504 3)	-1.665 2*** (0.300 3)
个体固定效应	控制	控制	控制	控制
年份固定效应	控制	控制	控制	控制
观测值	27 726	27 712	26 753	26 753
$\overline{R^2}$	0.616 8	0.022 0	0.405 8	0.842 2

(六) 异质性分析

1. 基于高管数字化背景的异质性

具有数字化背景的高管通常具备较强的技术敏感性和创新思维, 同时也对新技术有着更为深刻的理解和更加敏锐的洞察力, 这使得他们更容易理解并运用智能制造技术来优化生产流程、减少资源浪费、提升生产效率^[55], 从而推动企业环境和社会责任表现的上升。此外, 具有数字化背景的高管通常更加关注数据驱动的决策过程, 能够通过智能制造提供的精准数据, 更好地识别和解决企业在环境、社会和治理方面的问题。与之相比, 在高管不具有数字化背景的企业中, 尽管智能制造的应用仍然可能对提升企业的 ESG 表现有所贡献, 但高管可能缺乏对数字技术的深入理解和应用能力, 他们在实施智能制造技术时可能存在一定的障碍, 这会导致智能制造技术的潜力无法得到充分发挥, 进而会减弱对企业 ESG 表现的改善作用。为此, 本文参考王超等 (2023)^[56] 的研究对样本企业进行划分, 若上市公司高管个人特征数据中的高管所学专业涉及信息、智能、软件、电子、通信、系统、网络、自动、无线和计算机, 则视该高管具有数字化背景, 否则不具有数字化背景。同时, 若上市公司高管中任意一人具有数字化背景, 则视该企业为高管具有数字化背景的企业, 否则视为高管不具有数字化背景的企业。由表 8 可知, 相较于高管不具有数字化背景的企业, 智能制造对于高管具有数字化背景企业的 ESG 表现展现出了更强的促进作用, 且根据费舍尔检验, 组间系数差异显著。

2. 基于企业产权性质的异质性

非国有企业往往具有较高的决策效率和更强的市场导向, 其面临更加激烈的市场竞争。为了在市场竞争中脱颖而出, 企业更倾向于通过技术创新和效率提升来增强自身的竞争力。在这一过程中, 智能制造作为提升企业竞争力的关键手段, 能够帮助非国有企业优化生产流程、减少资源消耗和环境污染, 并实现精细化管理^[57]。相比之下, 国有企业可能因体制因素、决策流程较长以及历史惯性等原因, 在引入智能制造技术

时面临更多挑战,导致其对 ESG 表现的促进作用相对较弱。为此,本文将样本划分为国有企业和非国有企业后进行回归分析。由表 8 可知,智能制造对于非国有企业 ESG 表现的促进作用更加明显,且根据费舍尔检验,组间系数差异显著。

表 8 异质性分析回归结果 I

变量	高管数字化背景		产权性质	
	具有	不具有	国有企业	非国有企业
IMP	2.420 2 *** (0.523 6)	1.162 3 *** (0.311 4)	0.607 6 * (0.364 0)	1.948 8 *** (0.432 1)
控制变量	控制	控制	控制	控制
常数项	48.109 7 *** (7.855 2)	56.278 3 *** (2.793 6)	40.989 9 *** (5.073 9)	55.612 7 *** (3.169 6)
个体固定效应	控制	控制	控制	控制
年份固定效应	控制	控制	控制	控制
观测值	4 602	23 124	7 176	20 550
R ²	0.063 3	0.053 7	0.075 4	0.054 9
费舍尔 P 值	0.015 **		0.003 ***	

3. 基于企业行业特征的异质性

本文参考潘爱玲等(2019)^[58]的研究,将样本企业分为重污染行业企业和非重污染行业企业并进行回归分析。由表 9 可知,智能制造对企业 ESG 表现的促进作用在重污染企业中更加明显,且这一结果通过了费舍尔检验。对此的解释是,重污染企业通常面临更加严格的环境监管压力,且由于传统生产模式的资源浪费和污染排放问题,它们在转型过程中迫切需要提升生产效率并减少负外部性。智能制造通过精细化控制、智能化调度和资源优化,可以减少能源消耗、降低排放、提升生产效率,从而推动企业改善环境绩效。相比之下,非重污染企业的环境压力较小,其生产方式本身可能已经较为环保,因此智能制造对其环境绩效的提升作用是有限的。

4. 基于 ESG 不同维度的异质性

本文使用华证 ESG 得分中的分项数据衡量企业在 E、S、G 维度上的得分,数据来源于万得金融终端。由表 9 可知,IMP 的回归系数均显著为正,但相比之下,治理(G)维度的回归系数最大。从理论层面来看,优化治理(G)维度的核心在于提升企业的决策效率、内部控制、信息透明度与治理合规性,而这些正是智能制造所直接作用的领域。智能制造通过引入自动化控制系统、实时数据采集与分析平台,改善了企业的流程可视性和管理精度,这有助于减少信息不对称,优化内部监督机制,并提升财务与非财务信息的披露质量,从而增强公司治理结构的透明度、公正性与规范性。此外,数字化工具的应用还能有效降低代理成本,增强利益相关者对企业行为的监督能力,这些改善机制通常能够在技术部署初期快速显现,因此智能制造对治理维度(G)的改善作用呈现出即时响应的特征。与此相比,智能制造对环境(E)维度的影响主要体现在优化资源使用和减少污染排放方面,但这一过程需要较长的时间才能显现效果。至于社会责任(S)维度,尽管智能制造有助于提高企业的社会责任感,例如改善员工福利、促进公平待遇和社会参与,但这些变化往往涉及企业文化和环境社会的长期调整,因此其影响的显现速度可能相对较慢。从管理实践角度来看,智能制造虽然间接推动了劳动环境的改善和员

工的职业安全,但其自动化与技术替代效应在短期内可能引发员工的不确定感、岗位结构调整甚至劳动力冗余等问题,这会抵消其在员工福利、企业社会形象等方面的正向效应。同时,社会责任(S)维度的提升更依赖于企业文化、员工关系、社区互动与社会认知的长期积累,并非短期内可以显现。

表 9 异质性分析回归结果 II

变量	行业特征		ESG 不同维度		
	重污染企业	非重污染企业	E	S	G
IMP	1. 945 8 *** (0. 549 2)	1. 241 3 *** (0. 317 0)	1. 331 5 *** (0. 451 8)	1. 069 7 ** (0. 430 0)	1. 682 1 *** (0. 392 8)
控制变量	控制	控制	控制	控制	控制
常数项	59. 026 0 *** (4. 469 7)	52. 488 3 *** (3. 233 0)	26. 767 4 *** (3. 900 3)	42. 2861 *** (3. 936 0)	77. 221 3 *** (3. 491 3)
个体固定效应	控制	控制	控制	控制	控制
年份固定效应	控制	控制	控制	控制	控制
观测值	10 128	17 598	27 726	27 726	27 726
R ²	0. 062 0	0. 053 2	0. 100 8	0. 164 5	0. 172 3
费舍尔 P 值	0. 034 **				

六、结论与建议

智能制造作为新一轮工业革命的核心驱动力,正在深刻重塑着企业的生产模式和效率边界,并且在环境(E)、社会责任(S)和公司治理(G)方面发挥着重要作用。本文立足于智能制造会影响企业的可持续发展能力这一事实,以企业 ESG 表现为切入点,将 2015—2018 年开展的四轮智能制造试点示范项目评选视为一次准自然实验,基于沪深 A 股制造业上市公司 2010—2023 年的非平衡面板数据,运用多时点双重差分法考察了智能制造对企业 ESG 表现的影响及作用机制。研究发现:第一,智能制造促进了企业 ESG 表现的提升,且这一结论通过了一系列稳健性检验;第二,智能制造通过放松融资约束、促进绿色创新和提升媒体关注度提升了企业的 ESG 表现;第三,智能制造对企业 ESG 表现的提升作用在高管具有数字化背景的企业、非国有企业、重污染企业、治理(G)维度中更为明显。

基于以上结论,本文提出以下政策建议。

第一,加强智能制造试点政策的持续性和深化性。政府应该进一步深化智能制造试点示范项目的实施,扩大试点范围,以吸引更多企业参与智能制造。同时,政府还可以通过提供财政补贴、税收优惠、绿色技术研发资金和技术培训等多个方面的政策支持,鼓励传统制造业企业加速智能制造的应用与升级,从而提升其整体的可持续发展能力。

第二,畅通融资约束、绿色创新和媒体关注度三大传导渠道,为企业利用智能制造提升可持续发展能力奠定机制保障。首先,政府应该优化融资环境,为有意进行智能化转型的企业提供更为宽松的融资条件,如设立智能制造专项基金、提供低息或无息贷款,支持符合条件的智能制造企业在境内外资本市场上市融资等,以缓解企业的资金压力;其次,政府应出台相关政策,鼓励企业在智能制造过程中加大对绿色创新的投入,如设立绿色创新奖励基金、提供绿色技术研发支持等,以推动企业在智能制造过程中实现绿色转型,进

而提升企业的可持续发展能力;最后,政府可以通过媒体宣传、举办智能制造展览等方式,提升公众对智能制造企业的关注度,强化对企业生产活动的外部监督力度,从而增强企业的市场影响力和社会责任感。

第三,因企施策,推动重点领域和特殊群体企业的差异化发展。相关政策措施要适度向高管具有数字化背景的企业、非国有企业、重污染企业倾斜,因为对于这类企业在智能制造方面的扶持政策可以起到事半功倍的效果。此外,政府还应加强对智能制造项目的监管与指导,确保其在提升生产效率的同时,能够在治理层面推动更高的透明度和合规性,从而为企业的可持续发展提供更强有力的支撑。

参考文献:

- [1] LECHEVALIER S, NISHIMURA J, STORZ C. Diversity in patterns of industry evolution: how an intrapreneurial regime contributed to the emergence of the service robot industry[J]. *Research Policy*, 2014, 43(10): 1716-1729.
- [2] 赵宸宇. 数字化转型对企业社会责任的影响研究[J]. *当代经济科学*, 2022, 44(2): 109-116.
- [3] 周路路, 桂家欣, 赵曙明, 等. 人工智能技术使用如何影响企业 ESG 责任表现? ——来自 A 股上市公司的证据[J]. *经济与管理研究*, 2025, 46(7): 43-57.
- [4] 崔传涛, 杨胤豪, 关慧琳, 等. 负责任的中国智造: 工业机器人应用、要素禀赋结构与企业 ESG 表现[J]. *现代金融研究*, 2024, 29(9): 3-12.
- [5] 韩少真, 张田, 苗梦露, 等. 智能制造与企业 ESG 表现——资源优化与治理协同的双重效应[J]. *财经论丛(浙江财经大学学报)*, 2025(5): 67-77.
- [6] SUN L P, SAAT N A M. How does intelligent manufacturing affect the ESG performance of manufacturing firms? Evidence from China[J]. *Sustainability*, 2023, 15(4): 2898.
- [7] 李志军, 耿末, 耀友福. 企业数字化与 ESG 履责[J]. *会计研究*, 2024(8): 135-151.
- [8] ZHANG W L, LI H R, QIAN L, et al. How intelligent manufacturing improves corporate ESG performance: a three-dimensional analysis based on “environment,” “society,” and “governance”[J]. *Journal of Environmental Management*, 2025, 380: 125171.
- [9] 马鸿佳, 林樾, 苏中锋, 等. 人工智能可供性、智能制造平台价值共创与制造企业数字化转型绩效[J]. *中国工业经济*, 2024(6): 155-173.
- [10] 黄卓, 陶云清, 刘兆达, 等. 智能制造如何提升企业产能利用率——基于产消合一的视角[J]. *管理世界*, 2024, 40(5): 40-59.
- [11] CHEN X, GE L M. Artificial intelligence and corporate ESG performance: evidence from China[J/OL]. *Applied Economics Letters*, 2025[2025-03-10]. <https://doi.org/10.1080/13504851.2025.2460713>.
- [12] 郑飞, 刘梦欣, 贺翔, 等. 智能制造对企业间生产率差距的影响研究——基于管理者时间导向的调节效应[J]. *管理学报*, 2024, 37(3): 78-94.
- [13] 刘文革, 耿景珠, 杜明威. 制造业智能化与企业出口产品质量: 来自中国的微观证据[J]. *商业经济与管理*, 2023(1): 53-69.
- [14] 周锐波, 吴云峰, 宋佳晞. 共生共荣: 工业智能化发展与包容性绿色增长[J]. *中国人口·资源与环境*, 2024, 34(5): 162-174.
- [15] 张叶青, 陆瑶, 李乐芸. 大数据应用对中国企业市场价值的影响——来自中国上市公司年报文本分析的证据[J]. *经济研究*, 2021, 56(12): 42-59.
- [16] FANG M Y, NIE H H, SHEN X Y. Can enterprise digitization improve ESG performance? [J]. *Economic Modelling*, 2023, 118: 106101.
- [17] 李治国, 孔维嘉, 李兆哲. 共同供应链网络下企业数字化转型的 ESG 驱动效应[J]. *经济管理*, 2024, 46(11): 189-208.
- [18] 肖红军, 沈洪涛, 周艳坤. 客户企业数字化、供应商企业 ESG 表现与供应链可持续发展[J]. *经济研究*, 2024, 59(3): 54-73.
- [19] ZHOU H L, LIU J. Digitalization of the economy and resource efficiency for meeting the ESG goals[J]. *Resources Policy*, 2023, 86: 104199.
- [20] 柏淑娜, 潘子成, 曹伟, 等. 企业大数据应用对 ESG 评价的影响[J]. *世界经济*, 2024, 47(8): 133-167.
- [21] 戚聿东, 蔡呈伟. 数字化对制造业企业绩效的多重影响及其机理研究[J]. *学习与探索*, 2020(7): 108-119.
- [22] CORDANO M, MARSHALL R S, SILVERMAN M. How do small and medium enterprises go “green”? A study of environmental management programs in the U.S. wine industry[J]. *Journal of Business Ethics*, 2010, 92(3): 463-478.
- [23] FLAMMER C, BANSAL P. Does a long-term orientation create value? Evidence from a regression discontinuity[J]. *Strategic Management Journal*, 2017, 38(9): 1827-1847.
- [24] 曾伏娥, 郑欣, 李雪. IT 能力与企业可持续发展绩效的关系研究[J]. *科研管理*, 2018, 39(4): 92-101.
- [25] 王应欢, 郭永祯. 企业数字化转型与 ESG 表现——基于中国上市企业的经验证据[J]. *财经研究*, 2023, 49(9): 94-108.

- [26] 傅文霁,李青原,兰森. 行政审批制度改革与企业 ESG 表现——一种市场化治理机制的探索[J]. 当代财经,2024(9):72-84.
- [27] 肖土盛,孙瑞琦,袁淳,等. 企业数字化转型、人力资本结构调整与劳动收入份额[J]. 管理世界,2022,38(12):220-237.
- [28] 范文芳,王千. 个性化智能推荐对消费者在线冲动购买意愿的影响研究[J]. 管理评论,2022,34(12):146-156.
- [29] MIKALEF P, BOURA M, LEKAKOS G, et al. Big data analytics and firm performance: findings from a mixed-method approach[J]. Journal of Business Research, 2019, 98: 261-276.
- [30] 刘洋,左宇晓. 智能制造政策、产业链生态构建与制造业全要素生产率[J]. 经济与管理研究,2025,46(7):74-90.
- [31] 曾经莲,周菁. 智能制造促进了企业融通创新吗? [J]. 首都经济贸易大学学报,2024,26(6):79-93.
- [32] ZHANG D Y. Green financial system regulation shock and greenwashing behaviors: evidence from Chinese firms[J]. Energy Economics, 2022, 111: 106064.
- [33] 谷城,张树山. 智能制造何以实现企业绿色创新“增量提质”[J]. 产业经济研究,2023(1):129-142.
- [34] 肖旭,戚聿东. 产业数字化转型的价值维度与理论逻辑[J]. 改革,2019(8):61-70.
- [35] 朱小刚,刘博,刘春年. 数字化提升企业绿色创新质量的机制研究[J]. 首都经济贸易大学学报,2024,26(1):18-33.
- [36] 范德成,张修凡. 绿色金融改革创新对低碳企业可持续发展能力的影响研究[J]. 科学管理研究,2021,39(3):85-90.
- [37] 武威,刘玉廷. 政府采购与企业创新:保护效应和溢出效应[J]. 财经研究,2020,46(5):17-36.
- [38] BHANDARI A, JAVAKHADZE D. Corporate social responsibility and capital allocation efficiency[J]. Journal of Corporate Finance, 2017, 43: 354-377.
- [39] MIRZA S S, ZHANG C W, JIN X Y, et al. Targeted poverty alleviation initiatives, corporate governance structures and corporate value: evidence from China[J]. Journal of the Knowledge Economy, 2024, 15(2): 9339-9367.
- [40] 李增福,陈嘉滢. 企业 ESG 表现与短债长用[J]. 数量经济技术经济研究,2023,40(12):152-171.
- [41] 魏志华,曾爱民,李博. 金融生态环境与企业融资约束——基于中国上市公司的实证研究[J]. 会计研究,2014(5):73-80.
- [42] 王分棉,贺佳. 地方政府环境治理压力会“挤出”企业绿色创新吗? [J]. 中国人口·资源与环境,2022,32(2):140-150.
- [43] 杨玉龙,孙淑伟,孔祥. 媒体报道能否弥合资本市场上的信息鸿沟? ——基于社会关系网络视角的实证考察[J]. 管理世界,2017(7):99-119.
- [44] BECK T, LEVINE R, LEVKOV A. Big bad banks? The winners and losers from bank deregulation in the United States[J]. The Journal of Finance, 2010, 65(5): 1637-1667.
- [45] 彭远怀. 政府数据开放的价值创造作用:企业全要素生产率视角[J]. 数量经济技术经济研究,2023,40(9):50-70.
- [46] 刘会洪,张哲源. 智慧城市试点政策能否提高 ESG 信息披露质量? ——基于准自然实验的实证研究[J]. 南京财经大学学报,2024(4):56-66.
- [47] 张瑞琛,唐慧,周国琛. 城市数智化转型对企业数字创新的影响——以国家新一代人工智能创新发展试验为准自然实验[J]. 经济问题, 2025(4):49-58.
- [48] 李波,王权鼎. 供应链数字化、制度压力与企业 ESG 表现[J]. 中南民族大学学报(人文社会科学版),2024,44(11):148-157.
- [49] 于周顺,张玉书. 产融合作政策是否促进了制造业服务化? ——基于 Zephyr 并购交易数据库的实证研究[J]. 经济与管理研究,2025,46(6):62-81.
- [50] 韩亮亮,彭伊. 产融合作能促进企业高质量发展吗——来自国家产融合作试点城市建设的经验证据[J]. 中南财经政法大学学报,2025(3):135-147.
- [51] DE CHAISEMARTIN C, D'HAULTFŒUILLE X. Two-way fixed effects estimators with heterogeneous treatment effects[J]. American Economic Review, 2020, 110(9): 2964-2996.
- [52] DE CHAISEMARTIN C, D'HAULTFŒUILLE X. Difference-in-differences estimators of intertemporal treatment effects[J/OL]. The Review of Economics and Statistics, 2024[2025-03-11]. https://doi.org/10.1162/rest_a_01414.
- [53] GOODMAN-BACON A. Difference-in-differences with variation in treatment timing[J]. Journal of Econometrics, 2021, 225(2): 254-277.
- [54] ATHEY S, IMBENS G W. Design-based analysis in difference-in-differences settings with staggered adoption[J]. Journal of Econometrics, 2022, 226(1): 62-79.
- [55] 吴育辉,张腾,秦利宾,等. 高管信息技术背景与企业数字化转型[J]. 经济管理,2022,44(12):138-157.
- [56] 王超,余典范,龙睿. 经济政策不确定性与企业数字化——垫脚石还是绊脚石? [J]. 经济管理,2023,45(6):79-100.
- [57] 黄群慧,余菁. 新时期的新思路:国有企业分类改革与治理[J]. 中国工业经济,2013(11):5-17.
- [58] 潘爱玲,刘昕,邱金龙,等. 媒体压力下的绿色并购能否促使重污染企业实现实质性转型[J]. 中国工业经济,2019(2):174-192.

Impact of Intelligent Manufacturing on Corporate ESG Performance

—A Quasi-natural Experiment Based on the Intelligent Manufacturing Pilot Demonstration Projects

GUAN Xiaoxiao¹, LI Wei^{1,2}, ZHANG Zhichao³

(1. East China Normal University, Shanghai 200062;

2. Shanghai Normal University Tianhua College, Shanghai 201815;

3. Durham University, Durham DH1 3LE)

Abstract: Intelligent manufacturing is gradually becoming a crucial factor in enhancing corporate environmental, social, and governance (ESG) performance and promoting high-quality economic development. Against this background, this paper takes the Intelligent Manufacturing Pilot Demonstration (IMPD) projects implemented by China's Ministry of Industry and Information Technology as a quasi-natural experiment. Using a multi-period difference-in-differences (DID) approach and panel data from A-share manufacturing companies listed on the Shanghai and Shenzhen stock exchanges from 2010 to 2023, this paper explores the impact of intelligent manufacturing on corporate ESG performance and its underlying mechanisms.

The results show that intelligent manufacturing can improve ESG performance in the manufacturing sector. Mechanism analysis suggests that intelligent manufacturing enhances ESG performance by alleviating financing constraints, fostering green innovation, and increasing media attention. Heterogeneity analysis reveals that the promoting effect is more significant in enterprises whose executives have a digital background, in non-state-owned enterprises, in heavily polluting enterprises, and in the G (governance) dimension.

Based on the above conclusions, this paper proposes the following policy recommendations. First, the government should further deepen the implementation of IMPD projects and expand the scope of the pilots to attract more enterprises to participate in intelligent manufacturing. Second, it is necessary to ensure smooth functioning of the three transmission channels—financing constraints, green innovation, and media attention, so as to provide a mechanism guarantee for enterprises to enhance their sustained development capabilities through intelligent manufacturing. Third, policies should be tailored to enterprises, promoting differentiated development in key areas and among special groups. In addition, the government should strengthen the supervision and guidance of intelligent manufacturing projects to improve production efficiency and facilitate higher transparency and compliance at the governance level.

The marginal contribution is twofold. First, this paper constructs a three-stage transmission pathway, demonstrating that intelligent manufacturing influences corporate ESG performance through a comprehensive logic spanning from resource acquisition to technological investment and institutional norms, rather than a single-dimensional capability. Second, by using the IMPD projects as an exogenous shock, the paper establishes a quasi-natural experiment to systematically evaluate the impact of intelligent manufacturing on corporate ESG performance. This approach aligns closely with the practical logic of government-driven intelligent manufacturing transformation, enriching the research perspective on the relationship between intelligent manufacturing and corporate sustainable development.

Keywords: intelligent manufacturing; corporate ESG performance; financing constraint; green innovation; media attention

责任编辑: 蒋 琰