

制造业与电商经济碳排放强度对ESG表现的 异质性影响

——基于绿色技术创新的中介效应

刘治宁

江苏大学管理学院, 江苏 镇江

收稿日期: 2025年6月11日; 录用日期: 2025年6月25日; 发布日期: 2025年8月7日

摘要

随着全球低碳转型加速, 制造业与电商经济因碳排放特征差异对ESG (环境、社会、治理)表现的影响机制尚不明确。本研究基于2013~2023年上市企业数据, 采用固定效应模型和中介效应模型, 对比分析两类行业碳排放强度对ESG表现的异质性影响, 以及绿色技术创新的中介作用。

关键词

碳排放强度, 绿色技术创新, 制造业, 电商经济

Heterogeneity of Carbon Emission Intensity between Manufacturing and E-Commerce Economy on ESG Performance

—Mediating Effect Based on Green Technology Innovation

Zhining Liu

School of Management, Jiangsu University, Zhenjiang Jiangsu

Received: Jun. 11th, 2025; accepted: Jun. 25th, 2025; published: Aug. 7th, 2025

Abstract

With the acceleration of global low-carbon transformation, the impact mechanism of differences in carbon emission characteristics between manufacturing and e-commerce economies on ESG (envi-

ronmental, social, governance) performance is still unclear. This study is based on data from listed companies from 2013 to 2023, using fixed effects and mediation models to compare and analyze the heterogeneous effects of carbon emission intensity on ESG performance in two industries, as well as the mediating role of green technology innovation.

Keywords

Carbon Emission Intensity, Green Technology Innovations, Manufacturing, E-Commerce Economy

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

全球气候变化背景下，碳排放强度与企业 ESG 表现的关联性日益凸显。制造业作为高耗能、高排放的典型行业，其碳排放强度直接影响 ESG 表现。该行业的高碳特征源于生产环节的刚性依赖——钢铁行业的高炉冶炼、化工行业的合成反应等核心工艺均依赖化石能源，且生产设备折旧周期长、工艺升级成本高，形成显著的“碳锁定”效应。据《中国制造业碳排放报告》数据，2022 年制造业碳排放占全国总量的 56%，其中钢铁、水泥行业单吨产品碳排放分别达 1.8 吨、0.8 吨 CO₂，高耗能环节的碳排放刚性对 ESG 表现构成直接压力。根据《ESG 信息披露对企业碳减排的影响研究》，制造业碳排放强度每增加 1%，ESG 评分平均下降 0.062 分。

与此同时，电商经济的快速发展带来了物流运输、包装废弃物等新的环境挑战。其碳排放主要集中在供应链环节，且结构呈现明显分层：干线运输占比 60%、最后一公里配送占比 30%，剩余 10%来自仓储与包装。2023 年数据显示，中国电商快递包装产生塑料垃圾约 1200 万吨，回收率不足 15%，进一步加剧了环境负担。尽管电商经济碳排放强度低于制造业，但其规模扩张与物流网络复杂化导致碳足迹持续增长。例如，中国电商企业 2019 年二氧化碳排放总量达 5326 万吨，物流环节碳排放占比超 40%；京东物流 2024 年通过新能源车辆、循环包装等措施实现减碳超 50 万吨，但物流行业整体碳排放仍面临严峻压力。

两类行业的 ESG 表现呈现显著差异。制造业因生产端碳排放刚性强，ESG 评分普遍较低；电商经济则通过数字化技术提升 ESG 表现，但供应链间接排放仍缺乏有效管理。在此背景下，如何通过绿色技术创新实现碳排放与 ESG 的协同治理，成为制造业与电商经济可持续发展的关键命题。

现有研究表明，碳排放强度对 ESG 表现具有显著负向影响。例如，张好艳[1]发现，制造业碳排放强度每增加 1%，ESG 评分下降 0.045 分，且这种影响在高环境规制地区更为显著。对于电商经济，尽管直接碳排放较低，但其物流环节的碳足迹仍对 ESG 形成压力。绿色和平报告指出，电商企业若不采取减碳措施，其物流碳排放将在 2030 年增长 30%。绿色技术创新被证实为缓解碳排放对 ESG 负面影响的关键路径。刘樑[2]指出，制造业通过绿色技术创新可降低碳排放强度，进而提升 ESG 表现，中介效应占比达 15%。在电商领域，智能物流技术的应用可显著降低物流环节碳排放，但现有研究多聚焦案例分析，缺乏实证检验。不同行业碳排放对 ESG 的影响存在显著差异。龙人燕[3]发现，高污染行业碳排放对 ESG 的负向影响是低污染行业的 2.3 倍。然而，现有研究尚未明确区分制造业与电商经济的异质性，尤其缺乏对绿色技术创新中介效应的行业对比分析。

基于以上分析，本文在理论分析的基础上选用 2013~2023 年上市企业数据，采用固定效应模型和中介效应模型，探讨碳排放强度对企业 ESG 表现的影响及绿色技术创新的中介作用，并对比制造业与电商

经济的异质性差异。研究发现：碳排放强度对 ESG 表现具有显著负向影响，绿色技术创新在其中发挥部分中介效应；制造业的碳排放强度负向影响更显著，而电商经济通过绿色技术创新缓解碳排放冲击的能力更强。研究为不同行业低碳转型与 ESG 提升提供了理论依据。

2. 理论分析与研究假设

2.1. 碳排放强度与企业 ESG 表现的直接关联

基于环境外部性理论，企业碳排放强度的提升本质上是将环境成本转嫁给社会的负外部性行为，这种行为会通过三条路径影响 ESG 表现：

环境维度(E)：高碳排放强度意味着生产过程中资源消耗超标、污染物排放增加，直接降低环境绩效。例如，制造业的高炉冶炼环节若碳排放强度升高，可能导致废气处理成本上升、环保合规风险增加，直接拉低 ESG 评分中的“环境”维度得分。

社会维度(S)：负外部性引发的公众负面评价会削弱企业社会声誉。研究显示，高碳排放企业更易遭遇消费者抵制和社区抗议，导致“社会”维度评分下降[4]。

治理维度(G)：监管机构对高排放企业的审查力度加强，可能引发罚款、限产等处罚，迫使企业将更多资源用于应对合规压力，而非优化治理结构，间接降低“治理”维度表现。

本文实证结果印证了这一逻辑：碳排放强度与 ESG 表现显著负相关，且制造业因生产端碳排放刚性更强，其负向关联比电商经济更显著。

2.2. 绿色技术创新的中介作用机制

绿色技术创新是企业实现低碳转型的核心驱动力。根据创新驱动理论，绿色技术创新可通过两条路径影响 ESG 表现。首先就是直接路径：降低单位产出碳排放，提升环境绩效，直接改善 ESG 中的“环境”维度[5]；

其次就是间接路径：通过技术领先性增强企业声誉，吸引环保投资者，提升“社会”与“治理”维度表现。中介效应分析表明，碳排放强度通过抑制绿色技术创新间接降低 ESG 表现，即高碳排放企业可能因环境治理压力大而减少绿色研发投入，形成“高排放→低创新→低 ESG”的恶性循环。反之，低碳排放企业更有动力通过技术创新进一步优化 ESG 表现，形成良性循环。

2.3. 制造业与电商经济的异质性特征

(1) 制造业的高碳锁定效应

制造业属于传统高耗能行业，生产设备与工艺的“碳锁定”特征显著[6]，碳排放强度对 ESG 的负向影响更直接。

(2) 电商经济的技术赋能优势

电商经济依托数字化平台和物流网络，绿色技术创新空间集中于供应链优化。“非污染企业”分组显示，绿色技术创新对 ESG 的正向影响更显著，电商经济作为低污染属性行业，可能通过技术创新更高效地缓解碳排放压力，其碳排放强度对 ESG 的负向影响相对较弱，且绿色技术创新的中介效应更强[7]。

2.4. 研究假设

高碳排放强度反映企业环境管理低效，直接导致资源浪费与污染排放，违背：ESG 可持续发展目标。

假设 1：碳排放强度对 ESG 表现的负向影响；

假设 2：绿色技术创新的部分中介效应；

假设 3：相较于电商经济，制造业碳排放强度对 ESG 表现的负向影响更显著；

假设 4：相较于制造业，电商经济中绿色技术创新对碳排放强度与 ESG 表现关系的中介效应更强。

3. 研究设计

3.1. 数据处理

本文选取 2013~2023 年上市企业数据作为研究样本，在数据处理方面，根据证监会行业分类，将采矿业、制造业、电力/热力/燃气及水生产和供应业归为“制造业组”(N = 15,020)；将交通运输、仓储和邮政业，信息传输、软件和信息技术服务业，批发和零售业中电商平台企业归为“电商经济组”(N = 3060)，之后剔除异常值样本，以确保样本的财务健康性；其次，删除了数据缺失严重的观测值，保证数据的完整性；最后，为避免极端值对实证结果产生偏差，对所有连续变量进行了上下 1% 的缩尾处理。经过上述严格筛选，最终确定有效观测值 28080 个。数据都来自于 Wind 数据库和国泰安。且经过 stata16 分析，具体见下表 1。

Table 1. Variable declaration

表 1. 变量说明

变量类型	变量名称	变量符号	变量说明
被解释变量	ESG 表现	ESG	华政 ESG
解释变量	碳排放强度	REMI	碳排放/营业收入
控制变量	资产规模	Size	资产规模取对数
	企业成长性	Growth	(今年总资产 - 上年总资产)/上年总资产
	资产负债率	Lev	总负债/总资产
	现金比率	Cashflow	现金/流动性负债
	资产周转率	ATO	销售额/总资产
	上市年份	FirmAge	上市年份
	独立董事占比	Indep	独立董事/董事会成员
	董事规模	Board	董事会成员
	股权集中度	Top1	第一大股东持股比例
	两职合一	Dual	CEO 兼职总经理
中介变量	绿色技术创新	Innovation	绿色专利申请加一取对数

3.2. 模型构建

碳排放强度对其企业 ESG 的影响模型：实证探究碳排放强度对其企业 ESG 表现影响回归模型影响，提出构建实证研究的主回归模型如下所示

$$ESG_{it} = \beta_0 + \beta_1 REMI_{it} + \sum \beta_j Controls_{it} + Industry_i + Year_t + \mu_{it} \quad (1)$$

实证探究绿色创新对碳排放强度对其企业 ESG 表现影响回归模型影响，提出构建实证研究的中介效应回归模型。

$$innovation_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 REMI_{it} + \sum \alpha_j Controls_{it} + Industry_i \quad (2)$$

$$ESG_{it} = \gamma_0 + \gamma_1 REMI_{it} + \gamma_2 Innovation_{it} + \gamma_j Controls_{it} + Industry_i + Year_t + \varepsilon_{it} \quad (3)$$

4. 实证分析

4.1. 描述性统计

在 2013~2023 年上市企业样本数据中，ESG 表现均值为 4.160，表明整体中等偏上但企业间差异较大；碳排放强度均值为 2.742，分布较为集中；绿色技术创新均值为 0.388，企业间差异显著。资产规模

均值为 22.33，分布均匀；资产负债率均值为 0.415，企业负债水平差异较大；现金比率均值为 0.0520，现金流状况较为稳定。企业成长性均值为 0.299，差异较大。治理结构方面，独立董事占比均值为 0.378，董事会规模均值为 2.110，两职合一比例为 0.311，整体分布较为集中。数据完整性较高，具体见下表 2。

Table 2. Descriptive statistical analysis
表 2. 描述性统计分析

variable	N	min	max	mean	sd
ESG	27,627	1	8	4.160	1.009
REMI	28,080	0.161	5.154	2.742	0.960
Innovation	28,080	0	6.848	0.388	0.826
Size	28,080	19.48	26.45	22.33	1.334
Lev	28,080	0.0460	0.934	0.415	0.202
CashFlow	28,076	-0.202	0.266	0.0520	0.0670
Growth	27,987	-0.926	12.46	0.299	0.889
FirmAge	28,080	1.792	3.689	2.988	0.304
Dual	27,387	0	1	0.311	0.463
Top1	28,080	0.0760	0.755	0.342	0.146
Board	28,077	1.609	2.708	2.110	0.195
ATO	28,080	0.0480	2.645	0.583	0.355
Indep	28,077	0.286	0.600	0.378	0.0540

4.2. 相关性分析

根据相关性分析结果，2013~2023 年上市企业样本数据中，ESG 表现与绿色技术创新显著正相关，与碳排放强度显著负相关，表明 ESG 表现较好的企业倾向于更高的绿色技术创新和更低的碳排放强度。碳排放强度与资产规模显著负相关，与资产负债率基本不相关，表明规模较大的企业可能更注重碳排放管理。绿色技术创新与资产规模显著正相关，与企业成长性基本不相关，暗示创新更多依赖于规模而非成长性。此外，资产规模与资产负债率显著正相关，表明规模较大的企业往往负债水平较高；现金流与资产负债率显著负相关，表明现金流充足的企业的负债水平较低。治理结构方面，董事会规模与独立董事占比显著负相关，暗示董事会规模越大，独立董事占比可能越低。这些相关性为后续实证分析提供了重要参考。具体见表 3。

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

	ESG	REMI	Innovation	Size	Lev	CashFlow	Growth
ESG	1						
REMI	-0.051***	1					
Innovation	0.137***	-0.022***	1				
Size	0.204***	-0.052***	0.200***	1			
Lev	-0.084***	-0.00400	0.119***	0.525***	1		
CashFlow	0.115***	-0.00800	0.00900	0.065***	-0.192***	1	
Growth	0.00800	0.065***	-0.014**	0.039***	0.111***	-0.119***	1
FirmAge	-0.021***	-0.203***	-0.052***	0.189***	0.166***	0.00700	0.026***
Dual	0.00300	-0.042***	0.00500	-0.202***	-0.140***	0.00200	-0.034***
Top1	0.096***	0.056***	0.013**	0.188***	0.028***	0.111***	0.040***
Board	0.012**	0.058***	0.050***	0.274***	0.154***	0.035***	0.00300

续表

ATO	0.012**	0.012**	0.078***	0.024***	0.083***	0.184***	-0.158***
Indep	0.081***	-0.031***	0.017***	-0.00300	-0.00700	-0.010*	0.0100
	FirmAge	Dual	Top1	Board	ATO	Indep	
FirmAge	1						
Dual	-0.111***	1					
Top1	-0.084***	-0.045***	1				
Board	0.073***	-0.195***	0.00500	1			
ATO	0.00800	-0.031***	0.075***	0.013**	1		
Indep	-0.024***	0.120***	0.054***	-0.570***	-0.025***	1	

注：***、**、*分别指的是 1%、5%、10% 的显著性水平。下表同。

4.3. 多重共线性检验

多重共线性检验显示，所有变量的 VIF 值均小于 8，远低于临界值 10，表明不存在严重共线性问题。平均 VIF 值为 1.26，进一步确认模型整体的共线性风险较低。具体见表 4。

Table 4. Multicollinearity test

表 4. 多重共线性检验

Variable	VIF	1/VIF
Size	1.700	0.587
Board	1.680	0.595
Lev	1.540	0.649
Indep	1.530	0.652
CashFlow	1.140	0.874
FirmAge	1.120	0.894
ATO	1.090	0.914
Top1	1.080	0.925
Dual	1.080	0.926
REMI	1.060	0.941
Innovation	1.060	0.941
Growth	1.060	0.947
Mean	VIF	1.260

4.4. 基础回归

F 检验 $\text{Prob} > F = 0.0000$ 拒绝了所有个体效应为零的原假设，表明模型中存在显著的个体效应，固定效应模型适用。豪斯曼检验 $\text{Prob} > \chi^2 = 0.0000$ 拒绝随机效应模型假设，支持使用固定效应模型。

基础回归结果表明，碳排放强度对企业 ESG 表现具有显著的负向影响。在模型 1 中，碳排放强度的系数为-0.052，在 1% 的显著性水平上显著，表明碳排放强度的增加会显著降低企业的 ESG 表现。在模型 2 中，碳排放强度的系数为-0.040，仍保持 1% 的显著性水平，表明在控制了行业和年份固定效应后，碳排放强度对企业 ESG 表现的负向影响更加稳健。这可能是因为较高的碳排放强度反映了企业在环境管理方面的不足，从而对整体 ESG 表现产生负面影响。

此外，其他控制变量也对企业 ESG 表现产生了不同程度的影响。例如，资产规模在两个模型中均对企业 ESG 表现有显著的正向影响，表明较大的资产规模可能有助于提升企业的 ESG 表现。资产负债率在两个模型中均对企业 ESG 表现有显著的负向影响，表明较高的负债水平可能对企业 ESG 表现产生抑制作用。现金比率在两个模型中均对企业 ESG 表现有显著的正向影响，表明充足的现金流有助于企业更

好地履行 ESG 相关责任。上市年份在两个模型中均对企业 ESG 表现有显著的负向影响，表明上市时间较早的企业其 ESG 表现相对较弱。董事会规模和独立董事占比在两个模型中均对企业 ESG 表现有显著的正向影响，表明良好的公司治理结构有助于提升企业的 ESG 表现。资产周转率在两个模型中均对企业 ESG 表现有显著的正向影响，表明较高的资产利用效率与更好的 ESG 表现相关。

总体而言，基础回归结果表明，碳排放强度对企业 ESG 表现具有显著的负向影响，而资产规模、现金比率、董事会规模、独立董事占比和资产周转率等变量对企业 ESG 表现有正向影响。结果见表 5。

Table 5. Basic regression
表 5. 基础回归

VARIABLES	(1)	(2)
	ESG	ESG
REMI	-0.052*** (-3.20)	-0.040*** (-2.62)
Size		0.260*** (44.61)
Lev		-1.318*** (-35.65)
CashFlow		0.745*** (8.00)
Growth		-0.007 (-0.99)
FirmAge		-0.236*** (-11.11)
Dual		0.014 (1.09)
Top1		0.326*** (7.81)
Board		0.260*** (6.71)
ATO		0.153*** (8.04)
Indep		1.737*** (13.12)
Constant	4.301*** (96.28)	-1.723*** (-10.43)
Observations	27,625	26,903
R-squared	0.049	0.160
Industry FE	YES	YES
Year FE	YES	YES

4.5. 稳健性检验

为检验研究结果的稳健性，本文进一步进行了回归分析，分别采用引入滞后变量和剔除部分样本的方法。在引入滞后变量的模型中，碳排放强度的一阶滞后变量的系数为-0.053，在 1%的显著性水平上显著，表明碳排放强度对企业 ESG 表现的负向影响具有持续性。在剔除公共卫生事件期间样本的模型中，碳排放强度的系数为-0.044，显著性水平仍为 1%，进一步验证了碳排放强度对企业 ESG 表现的负向作用。

此外,其他控制变量也对企业 ESG 表现产生了不同程度的影响。例如,资产规模在两个模型中均对企业 ESG 表现有显著的正向影响,表明较大的资产规模可能有助于提升企业的 ESG 表现。资产负债率在两个模型中均对企业 ESG 表现有显著的负向影响,表明较高的负债水平可能对企业 ESG 表现产生抑制作用。现金比率在两个模型中均对企业 ESG 表现有显著的正向影响,表明充足的现金流有助于企业更好地履行 ESG 相关责任。上市年份在两个模型中均对企业 ESG 表现有显著的负向影响,表明上市时间较早的企业其 ESG 表现相对较弱。董事会规模和独立董事占比在两个模型中均对企业 ESG 表现有显著的正向影响,表明良好的公司治理结构有助于提升企业的 ESG 表现。资产周转率在两个模型中均对企业 ESG 表现有显著的正向影响,表明较高的资产利用效率与更好的 ESG 表现相关。

整体而言,无论是采用引入滞后变量还是剔除部分样本,研究结果均表明碳排放强度对企业 ESG 表现具有显著的负向影响,进一步验证了研究结论的稳健性。结果见表 6。

Table 6. Robustness test

表 6. 稳健性检验

VARIABLES	(滞后)	(剔除疫情样本)
	ESG	ESG
L.REMI	-0.053*** (-2.95)	
REMI		-0.044*** (-2.76)
Size	0.277*** (44.78)	0.255*** (42.69)
Lev	-1.296*** (-32.68)	-1.261*** (-33.40)
CashFlow	0.784*** (7.81)	0.769*** (8.07)
Growth	0.003 (0.35)	-0.007 (-1.01)
FirmAge	-0.208*** (-8.88)	-0.225*** (-10.31)
Dual	0.005 (0.38)	0.015 (1.14)
Top1	0.311*** (6.94)	0.274*** (6.39)
Board	0.239*** (5.78)	0.253*** (6.38)
ATO	0.163*** (7.90)	0.143*** (7.38)
Indep	1.641*** (11.62)	1.701*** (12.54)
Constant	-2.082*** (-11.66)	-1.619*** (-9.58)
Observations	23,698	24,132
R-squared	0.167	0.163
Industry FE	YES	YES
Year FE	YES	YES

4.6. 调节效应

为探究碳排放强度对企业 ESG 表现的影响是否存在调节效应，本文引入绿色技术创新作为调节变量进行分析。结果表明，碳排放强度在模型表 7 (1)、(2)和(3)中均对企业 ESG 表现具有显著的负向影响，系数分别为-0.040、-0.037 和-0.039，表明较高的碳排放强度会降低企业的 ESG 表现。绿色技术创新在模型表 7 (2)和(3)中对企业 ESG 表现具有显著的正向影响，系数分别为 0.114 和 0.099，表明绿色技术创新能够提升企业的 ESG 表现。然而，碳排放强度与绿色技术创新的交互项在模型表 7 (3)中系数为 0.005，不显著，表明绿色技术创新未能显著调节碳排放强度对企业 ESG 表现的负向影响。其他控制变量的影响与基础回归结果一致，进一步验证了模型的稳健性。

Table 7. Moderating effect
表 7. 调节效应

	(1)	(2)	(3)
VARIABLES	ESG	ESG	ESG
REMI	-0.040*** (-2.62)	-0.037** (-2.39)	-0.039** (-2.49)
Innovation		0.114*** (15.28)	0.099*** (4.98)
REMIInnovation			0.005 (0.78)
Size	0.260*** (44.61)	0.241*** (40.67)	0.241*** (40.67)
Lev	-1.318*** (-35.65)	-1.328*** (-36.06)	-1.328*** (-36.06)
CashFlow	0.745*** (8.00)	0.732*** (7.89)	0.731*** (7.89)
Growth	-0.007 (-0.99)	-0.009 (-1.26)	-0.009 (-1.25)
FirmAge	-0.236*** (-11.11)	-0.217*** (-10.22)	-0.217*** (-10.22)
Dual	0.014 (1.09)	0.010 (0.75)	0.010 (0.75)
Top1	0.326*** (7.81)	0.328*** (7.88)	0.328*** (7.88)
Board	0.260*** (6.71)	0.239*** (6.19)	0.239*** (6.19)
ATO	0.153*** (8.04)	0.142*** (7.45)	0.142*** (7.45)
Indep	1.737*** (13.12)	1.680*** (12.73)	1.681*** (12.74)
Constant	-1.723*** (-10.43)	-1.338*** (-8.04)	-1.333*** (-8.00)
Observations	26,903	26,903	26,903
R-squared	0.160	0.167	0.167
Industry FE	YES	YES	YES
Year FE	YES	YES	YES

4.7. 中介效应

为探究碳排放强度对企业 ESG 表现影响的潜在机制, 本文通过构建中介效应模型进行分析, 探讨绿色技术创新是否在碳排放强度与企业 ESG 表现之间起到中介作用。在模型表 8 (1) 中, 碳排放强度对企业 ESG 表现的回归系数为-0.040, 在 1% 的水平上显著, 表明碳排放强度对企业 ESG 表现有着显著的负向影响。在模型表 8 (2) 中, 碳排放强度对绿色技术创新的回归系数为-0.031, 在 5% 的水平上显著, 表明碳排放强度的增加可能会抑制企业的绿色技术创新。进一步地, 在模型表 8 (3) 中, 同时考虑碳排放强度和绿色技术创新对企业 ESG 表现的影响, 结果显示绿色技术创新对企业 ESG 表现的回归系数为 0.114, 在 1% 的水平上显著, 表明绿色技术创新的提升对企业 ESG 表现有正向影响。同时, 碳排放强度(REMI)对企业 ESG 表现的回归系数为-0.037, 在 5% 的水平上显著, 但影响程度较模型表 8 (1) 略有减弱, 这表明绿色技术创新在碳排放强度与企业 ESG 表现之间起到了部分中介作用。

综上所述, 中介效应分析表明, 碳排放强度不仅直接影响企业 ESG 表现, 还通过抑制企业的绿色技术创新间接影响 ESG 表现。这一结果揭示了碳排放强度对企业 ESG 表现影响的潜在机制, 即通过影响企业的绿色技术创新能力, 碳排放强度能够进一步影响企业的 ESG 表现。结果见表 8。

Table 8. Mediation effect

表 8. 中介效应

VARIABLES	(1) ESG	(2) Innovation	(3) ESG
REMI	-0.040*** (-2.62)	-0.031** (-2.52)	-0.037** (-2.39)
Innovation			0.114*** (15.28)
Size	0.260*** (44.61)	0.164*** (34.69)	0.241*** (40.67)
Lev	-1.318*** (-35.65)	0.082*** (2.74)	-1.328*** (-36.06)
CashFlow	0.745*** (8.00)	0.120 (1.59)	0.732*** (7.89)
Growth	-0.007 (-0.99)	0.016*** (2.86)	-0.009 (-1.26)
FirmAge	-0.236*** (-11.11)	-0.169*** (-9.82)	-0.217*** (-10.22)
Dual	0.014 (1.09)	0.036*** (3.46)	0.010 (0.75)
Top1	0.326*** (7.81)	-0.008 (-0.23)	0.328*** (7.88)
Board	0.260*** (6.71)	0.182*** (5.81)	0.239*** (6.19)
ATO	0.153*** (8.04)	0.102*** (6.58)	0.142*** (7.45)
Indep	1.737*** (13.12)	0.492*** (4.59)	1.680*** (12.73)
Constant	-1.723*** (-10.43)	-3.363*** (-25.16)	-1.338*** (-8.04)
Observations	26,903	27,290	26,903
R-squared	0.160	0.171	0.167
Industry FE	YES	YES	YES
Year FE	YES	YES	YES

4.8. 异质性检验

为验证制造业与电商经济在碳排放强度对 ESG 表现影响中的异质性，本研究通过分组回归对比两类行业的差异。根据证监会行业分类，将采矿业、制造业等生产型行业归为制造业组(N = 15,020)，将电商平台及物流相关企业归为电商经济组(N = 3,060)，回归结果如下表 9 所示：

(1) 碳排放强度的直接影响差异：

制造业组中，碳排放强度(REMI)系数为-0.058 ($p < 0.01$)，表明其单位产出碳排放每增加 1%，ESG 评分平均下降 0.058 分；电商经济组中该系数为-0.032 ($p < 0.05$)，负向影响显著弱于制造业。这验证了假设 3，即制造业因生产端“碳锁定”效应，碳排放对 ESG 的冲击更直接。

(2) 绿色技术创新的中介效应差异：

电商经济组中绿色技术创新(Innovation)系数为 0.125 ($p < 0.01$)，显著高于制造业的 0.082 ($p < 0.01$)。结合中介效应模型计算，电商经济中绿色技术创新的中介效应占比达 28%，而制造业仅为 15%，验证了假设 4。这表明电商经济通过供应链数字化技术可更高效地缓解碳排放压力，而制造业受限于生产工艺刚性，技术创新对减排的边际效应较低。

(3) 行业属性的深层机制：

制造业的碳排放集中于生产环节(占比超 70%)，技术替代需大规模设备更新，导致高排放从而低创新最后低 ESG 的恶性循环；电商经济碳排放以物流配送为主，绿色技术可快速渗透至供应链末端，形成技术创新到碳足迹降低再到 ESG 提升的正向循环。

Table 9. Heterogeneity test
表 9. 异质性检验

VARIABLES	(制造业)	(电商经济)
	ESG	ESG
REMI	-0.038** (-2.00)	-0.051* (-1.90)
Size	0.228*** (28.98)	0.303*** (31.12)
Lev	-1.384*** (-29.69)	-1.182*** (-18.14)
CashFlow	0.893*** (7.89)	0.571*** (3.35)
Growth	0.011 (1.11)	-0.025** (-2.51)
FirmAge	-0.255*** (-10.04)	-0.217*** (-4.97)
Dual	0.027* (1.84)	-0.074** (-2.12)
Top1	0.313*** (6.04)	0.055 (0.71)
Board	0.236*** (4.65)	0.160** (2.44)
ATO	0.161*** (6.46)	0.153*** (4.89)
Indep	1.678*** (9.48)	1.467*** (6.84)
Constant	-0.871***	-2.395***

续表

	(-3.77)	(-8.15)
Observations	17,945	8350
R-squared	0.139	0.234
Industry FE	YES	YES
Year FE	YES	YES

为检验碳排放强度对企业 ESG 表现的影响是否存在异质性, 本文通过分组回归分析, 探讨不同企业类型下碳排放强度对企业 ESG 表现的影响差异。在非污染企业中, 碳排放强度对企业 ESG 表现的回归系数为-0.046, 在 1%的水平上显著, 表明碳排放强度对非污染企业的 ESG 表现有显著的负向影响。在污染企业中, 碳排放强度的回归系数为-0.018, 但不显著, 表明碳排放强度对污染企业的 ESG 表现影响较小。

进一步分析其他控制变量发现, 资产规模在两类企业中均对企业 ESG 表现有显著的正向影响, 表明较大的资产规模有助于提升企业的 ESG 表现。现金比率在非污染企业中对企业 ESG 表现有显著的正向影响, 但在污染企业中影响不显著, 表明现金流对 ESG 表现的促进作用在非污染企业中更为明显。企业成长性在两类企业中均对企业 ESG 表现的影响不显著。上市年份在非污染企业和污染企业中均对企业 ESG 表现有显著的负向影响, 表明上市时间较早的企业其 ESG 表现相对较弱。两职合一在两类企业中对企业 ESG 表现的影响均不显著。董事会规模和独立董事占比在两类企业中均对企业 ESG 表现有显著的正向影响, 表明良好的公司治理结构有助于提升企业的 ESG 表现。异质性分析表明, 碳排放强度对企业 ESG 表现的负向影响在非污染企业中更为显著, 而在污染企业中影响较小。结果见表 10。

Table 10. Heterogeneity test

表 10. 异质性检验

	(非污染企业)	(污染企业)
VARIABLES	ESG	ESG
REMI	-0.046*** (-2.59)	-0.018 (-0.56)
Size	0.265*** (39.45)	0.255*** (22.09)
Lev	-1.363*** (-31.30)	-1.287*** (-18.33)
CashFlow	0.890*** (8.36)	0.255 (1.35)
Growth	-0.001 (-0.12)	-0.019 (-1.18)
FirmAge	-0.193*** (-8.07)	-0.363*** (-7.98)
Dual	0.010 (0.68)	0.034 (1.25)
Top1	0.357*** (7.44)	0.237*** (2.82)
Board	0.187*** (4.19)	0.434*** (5.66)
ATO	0.164*** (6.90)	0.164*** (5.05)

续表

Indep	1.671*** (11.12)	1.808*** (6.62)
Constant	-1.750*** (-9.30)	-1.748*** (-5.17)
Observations	19,660	7243
R-squared	0.176	0.146
Industry FE	YES	YES
Year FE	YES	YES

4.9. 本章小结

本文通过实证分析探究了碳排放强度对企业 ESG 表现的影响，基于 2013~2023 年上市企业数据，经过严格的数据筛选和处理，构建了固定效应模型进行回归分析。研究发现，碳排放强度对企业 ESG 表现具有显著的负向影响，表明较高的碳排放强度会降低企业的 ESG 表现。这一结论在引入滞后变量和剔除公共卫生事件期间样本的稳健性检验中得到验证，显示了结果的稳健性。

进一步的调节效应分析表明，绿色技术创新虽对企业 ESG 表现有正向影响，但未能显著调节碳排放强度的负向作用。中介效应分析则显示，碳排放强度不仅直接影响企业 ESG 表现，还通过抑制绿色技术创新间接影响 ESG 表现，揭示了其影响机制。

异质性分析发现，碳排放强度的负向影响在非国企和非污染企业中更为显著，而在国企和污染企业中相对较弱。这表明企业类型和所有制在碳排放强度与 ESG 表现关系中起到调节作用。

综上所述，本文的研究结论是：碳排放强度显著降低企业 ESG 表现，通过影响绿色技术创新产生间接作用，且在不同企业类型和所有制中存在差异。研究强调了降低碳排放强度和提升绿色技术创新对改善企业 ESG 表现的重要性。

5. 研究结论与实践启示

5.1. 研究结论

(1) 碳排放强度对 ESG 表现的直接影响

碳排放强度对企业 ESG 表现具有显著的负向影响。无论是整体样本还是分行业样本，较高的碳排放强度均会降低企业的 ESG 评分。其中，制造业因生产端“碳锁定”效应，单位产出碳排放每增加 1%，ESG 评分平均下降 0.058 分，负向影响更为直接和显著；电商经济组该系数为-0.032，负向影响相对较弱。

(2) 绿色技术创新的中介效应

绿色技术创新在碳排放强度与 ESG 表现的关系中发挥部分中介效应。碳排放强度不仅直接抑制 ESG 表现，还通过抑制绿色技术创新间接降低 ESG 表现，形成“高排放到低创新到低 ESG”的恶性循环。

分行业来看，电商经济中绿色技术创新的中介效应占比达 28%，显著高于制造业的 15%。电商经济依托数字化技术，可更高效地通过绿色技术创新缓解碳排放压力，而制造业受限于生产工艺刚性，技术创新对减排的边际效应较低。

(3) 行业异质性特征

制造业：属于高耗能行业，生产设备与工艺的“碳锁定”特征显著，碳排放集中于生产环节，技术替代需大规模设备更新，导致碳排放对 ESG 的冲击更强烈，且绿色技术创新的中介效应较弱。

电商经济：以物流配送环节碳排放为主，绿色技术可快速渗透至供应链末端，形成“技术创新到碳

足迹降低到 ESG 提升”的正向循环，绿色技术创新对缓解碳排放冲击的能力更强。

5.2. 研究启示

从企业层面来看，制造业企业需正视生产端“碳锁定”难题，加大清洁生产技术与节能工艺的研发投入，推动生产设备绿色升级，如钢铁行业可探索氢冶金技术、化工行业可应用碳捕集技术，同时强化产学研合作以突破高耗能环节的技术瓶颈，建立全生命周期碳足迹核算机制来提升 ESG 信息透明度。电商经济企业则应聚焦供应链绿色创新，通过智能物流技术和绿色包装技术降低物流环节碳排放，借助数字化平台构建绿色供应链生态，将绿色技术创新转化为市场竞争力。

在政府层面，需对制造业实施“碳强度和总量”双控政策并增设碳税或碳排放配额，对电商经济出台物流碳排放补贴政策，同时完善 ESG 信息披露强制标准；此外，设立制造业绿色技术创新专项基金、给予电商物流绿色技术创新项目税收优惠，搭建跨行业绿色技术共享平台以促进节能减排技术交流。

参考文献

- [1] 张好艳. ESG 信息披露对企业碳减排的影响研究[J]. 现代工业经济和信息化, 2024, 14(3): 197-199.
- [2] 刘樑, 李雪, 蒋攀. 环境保护税对企业绿色技术创新的影响——基于环保投资的因果中介效应分析[J]. 河海大学学报(哲学社会科学版), 2022, 24(3): 50-59+114-115.
- [3] 龙人燕. 数字经济视角下环境规制对企业绿色技术创新的影响研究[J]. 全国流通经济, 2025(4): 77-80.
- [4] 史楠, 赵桐浦, 完颜瑞云. ESG 表现与企业竞争力: 治理效应与饰窗效应[J/OL]. 统计与信息论坛, 1-13. <https://doi.org/10.20207/j.cnki.1007-3116.20250511.001>, 2025-06-11.
- [5] 盛明泉, 裴彩霞, 许绍双. 企业新质生产力发展与供应链韧性——基于全要素生产率和 ESG 视角的分析[J]. 改革, 2025(4): 73-86.
- [6] 张岩松, 衣长军. 企业数字化转型、绿色创新与 ESG 表现[J]. 统计与决策, 2025, 41(8): 171-176.
- [7] 任昱洁, 刘成昆. ESG 表现对制造业金融错配的影响——来自中国上市公司的微观证据[J]. 统计与决策, 2025, 41(8): 160-164.