

基于碳排放视角的数字化转型与企业绩效关系研究

王楠*, 徐大勇

辽宁科技大学工商管理学院, 辽宁鞍山, 中国

*通讯作者

【摘要】数字化转型进程不断推进, 数字化与产业化深度融合, 实施制造数字化大势所趋, 本文聚焦沪深 A 股制造业上市公司, 以 2012-2022 年面板数据为样本, 运用固定效应模型, 深入探究数字化转型对企业绩效的影响。研究表明, 制造业数字化转型对企业财务绩效、可持续发展绩效、创新绩效均有显著促进作用。进一步研究发现, 碳排在数字化转型与企业绩效之间发挥中介作用: 数字化转型通过降低碳排放量和强度, 间接提升企业绩效; 异质性分析显示东部地区数字化转型的促进作用显著强于中西部。基于以上发现, 针对性提出推动数字化转型的政策建议。

【关键词】数字化转型; 企业绩效; 碳排放; 双向固定效应

1. 引言

数字经济是指以数字技术为核心推动的经济形态, 主要包括大数据、云计算、人工智能、区块链和移动互联网及其核心领域, 根据《数字经济发展研究报告》显示, 2023 年我国数字经济规模达到 53.9 万亿元, 占比达到 42.8%。面对全球经济发展的复杂情况, 数字经济成为推动全球经济发展的新引擎。数字化转型作为数字经济的核心动力, 成为推动经济发展的重要路径选择。

制造业是实体经济的主体, 经济高质量发展离不开传统制造业的扎实发展。目前, 制造业企业数字化转型面临挑战。随着全球产业链竞争加剧, 数字化进程加速推进, 挤压制造业企业生存空间, 倒逼企业优化供给水平, 推动业务流程与数字技术深度融合。2025 年 3 月第二轮新型技术改造制造业城市试点通知, 提出加快数字技术、绿色技术及创新产品的推广应用, 推动制造业向高端化、智能化、绿色化发展[1]。传统制造企业唯有以技术创新为核心驱动力, 探寻符合自身情况的转型路径, 才能突破传统产业结构限制, 获得可持续发展动能。

基于此, 本文立足制造业企业视角, 探讨数字化转型对企业绩效的作用效能和实现路径。本文的研究贡献有: (1) 本文在结合现有学者研究内容基础上, 突破以往对单一绩效的研究方式, 将企业绩效分为三类, 全面探讨数字化转型对制造业企业绩效的作用。

(2) 本文识别并验证“碳排放”作为数字化转型影响企业绩效的关键中介变量, 突

破以往围绕单一经济维度展开的中介机制, 构建“数字化转型—碳排放(中介)—企业绩效”的中介效应模型。(3) 本文丰富了数字化转型对企业绩效的研究内容, 以期对制造业企业数字化转型提供参考。

2. 理论分析与研究假设

2.1 数字化转型与制造业企业绩效

根据信息不对称理论, 由于市场主体信息获取能力存在差异, 拥有更多信息的一方可能利用优势损害另一方利益, 最终导致组织效率低下或市场失灵[2]。在制造业领域, 信息不对称表现为“供应商—制造商—经销商”的信息断层, 造成库存积压、产能错配[3]。造成信息不对称的根源是信息获取成本高、传递效率低、验证难度大, 数字化转型能够打破这种信息壁垒, 一方面通过搭建智慧仓储、数智化车间, 提升仓储效率, 建立智慧物流体系; 另一方面, 借助工业互联网平台, 降低信息传递成本, 提高传递效率, 促进产业链上下游企业间资源整合和协同创新, 发展新业态; 利用大数据分析和 AI 算法, 推动业财融合和用户分群, 基于行为数据, 进行订单预测与智能排产, 实现生产、消费领域的信息透明, 全方位提升财务绩效。基于此, 本文提出假设:

假设 1a: 制造业数字化转型对企业财务绩效有显著的促进作用。

熊彼特认为“破坏性创造”是创新的本质, 根据技术创新理论, 创新是实现生产要素新组合。同以往对传统工具的改良不同, 数字技术时代的创新将会摧毁旧的生产方式

与商业模式,推动经济结构升级,对制造业进行深度重构,使其具备智能属性。数字化转型促使制造业进行要素整合,将传统生产要素同数据结合,让数据成为核心要素,摆脱对传统资源的要素依赖,增强生产稳定性,与技术创新理论相契合;同时,数字化的引入为企业研发提供环境与技术支持,大幅降低研发成本,提升效率,将数字化转型推广至多环节,推动产品、工艺、市场等多维度全方位升级,借助数字技术颠覆传统制造业制造与销售方式,将“数字孪生模型”、“工业互联网”等广泛应用于制造领域,同时催生“智能物流”等新兴产业以及“共享经济”、“平台经济”等新商业模式,重构组织模式,推动经济向高质量发展,实现数字化价值。此外,受数字化转型的影响,企业家作为创新主体的价值被进一步挖掘,扩展企业家精神内涵,有利于技术创新落地。基于此,本文提出假设:

假设 1b: 制造业数字化转型对企业创新绩效有显著的促进作用。

可持续发展理论要求在发展过程中兼顾经济、生态与社会效益,尽管出发点聚焦环境保护领域,但目前已发展成为综合性战略体系。数字化转型作为推动企业发展的核心力量,利用数字引擎,变革企业生产方式和组织形式,为企业可持续发展开辟现实路径。试点明确提出要推动数字化与绿色化协同发展[1],数字化技术的引入,使生产环节得以提质增效,损耗大幅降低,对风险的管控能力大幅提升,推动企业从传统事后核算模式向更具前瞻性的事前预判模式转变,实现企业可持续性盈利和经济发展的双赢局面;物联网技术广泛收集全流程生产数据,对大能耗设备展开数字化改造,大幅降低能耗,促使落后产能动态出清,自动检测废气、废料排放,引入数字仿真技术替代高污染环节,源头减排与排放检测两手抓,实现可持续目标;搭建数字技术平台,增强员工间交流,提升员工技能水平,改善工作环境提升员工工作体验,企业借助数字化更好履行社会责任,进行信息披露,接受社会监督,保障消费者权益,确保企业长久发展。基于此,本文提出假设:

假设 1c: 制造业数字化转型对企业可持续发展绩效有显著的促进作用。

在数字与实体经济深度融合的背景下,制造业作为我国支柱产业,部分学者开始将

研究重点聚焦在数字化转型对制造业企业绩效的影响上[4]。目前,关于数字化转型对制造业企业绩效影响的观点主要有三种。第一,认为数字化转型能够显著促进企业绩效的提高。通过数字化转型提高企业创新能力、突破核心领域关键技术、推进科技成果产业化,加速产业链、价值链的分化重组,实现企业价值[5,6]。第二,数字化转型与企业绩效之间为负向关系,即数字化转型会导致企业绩效的下降。我国制造业属于智能转型的初期,大量的信息技术投入短期会对企业绩效带来负面影响[7],且在非国有制造业企业中负向影响更显著[8]。第三,数字化转型与企业绩效之间存在非线性关系。由于存在双重门槛效应,数字化转型对制造业企业绩效呈现先抑制后促进的非线性即U型关系[9],特别是传统制造业提升绩效难度更大。基于以上分析,本文提出假设:

假设 1: 数字化转型对制造业企业绩效有显著的促进作用。

2.2 碳排放的中介效应

低碳经济是一种低能耗、低排放、低污染的经济发展模式,主要通过技术创新、产业转型等方式,减少高碳能源消耗及温室气体排放。其核心逻辑主要来自低碳经济理论,低碳经济不是简单的减排,而是实现经济发展与碳排放的双赢。碳排放是制约可持续发展的“生态瓶颈”,制造业作为碳排放的主要源头,承担着既要降碳又要发展经济的双重任务,还要平衡传统产业升级与新技术落地两者的关系,其减排行动不仅关乎企业自身,更是国家实现双碳目标的关键。中国作为全球最大的碳排放和制造业国家,制造业面临严峻转型压力。低碳经济理论被用于解决碳排放问题,核心在于降低碳强度,实现经济增长与碳排放的“脱钩”,尤其在技术与产业层面的路径选择至关重要,数字化转型以数字技术为核心,推动制造业能源结构转型和产业升级与技术创新,提供更高效、更精准的解决方案,加快实现低碳目标,与低碳经济理论相契合。

现有文献普遍认为,数字化转型能够帮助减少碳排放。吴军、张志新等通过门槛效应模型、中介效应模型,研究发现在特定领域,数字化转型对碳排放有明显的抑制作用[10,11];胡浩志以沪深A股为研究对象,实证得出数字化转型通过促进技术创新等三条路径促进企业碳排放的降低[12]。此外,数

数字化转型还通过技术进步、效率提升实现对碳排放强度的抑制作用[13,14], 制造企业数字化转型通过绿色技术创新和政府财政补贴两条途径显著提升碳减排能力[15]。对于能源上市公司, 提升碳减排能力可以显著提升企业财务绩效[16]。减少碳排放量可以优化企业经济结构, 提高企业竞争力, 获得更健康的发展环境和成长条件, 有利于企业树立良好的形象, 提升企业绩效[17,18]。基于此, 本文提出假设:

假设 2: 碳排放数字化转型对制造业企业绩效的影响关系中起中介作用。

3. 研究设计

3.1 数据来源与处理

本文选取 2012—2022 年制造业沪深 A 股上市公司的相关数据为样本, 制造业上市公司选取以证监会发布的《上市公司协会行业分类代码(2012)年修订》为标准。“十二五”规划中明确提出“两化融合”, 2012 年是我国数字化政策的关键转折点, 碳排放量作为关键中介变量, 其最新数据为 22 年, 因此本文数据选取时间为 2012-2022 年。考虑到数字化转型作用存在一定滞后性, 将碳排放变量滞后一期。对数据中经营异常的 ST、*ST 类和期间退市样本进行剔除, 剔除金融保险业样本, 对数据进行 1%、99% 水平的缩尾处理, 保证数据的严谨性、可靠性以及模

型的科学性。部分碳排放数据来源中国能源统计年鉴和国家数据网, 其他数据均来源国泰安(CSMAR)数据库。

3.2 变量设定与来源

3.2.1 被解释变量: 企业绩效

本文企业绩效分为三种: 财务绩效、可持续发展绩效与创新绩效。财务绩效本文选用选用 tobinQ 值作为财务绩效的衡量指标, 反映企业长期资产运营能力。当前针对企业可持续发展能力的指标中华证 ESG 评分指数具有全面性、时效性等特点, 权威性较高, 因此本文选择华证 ESG 评分指数中对企业的综合评分作为可持续发展绩效的衡量指标, 并取对数, 用 esg 表示, 分数越高代表该企业的 ESG 水平越高。目前关于企业创新投入数据的披露有限, 本文选择专利申请数量作为企业创新绩效的衡量指标, 由于申请数据具有右偏特征, 所以对其进行+1 取对数处理, 用 ino 表示。

3.2.2 解释变量: 数字化转型

本文借鉴吴非等[19]的研究方法, 将数字化转型的有关词频划分为五类特征词, 记录企业年报中相应特征词出现的频数, 形成最终的词频, 具体特征词划分如图 1 所示。由于数据存在右偏分布问题, 对所有词频+1 取对数形成最终词频, 作为数字化转型的衡量指标, 用 sta 表示。

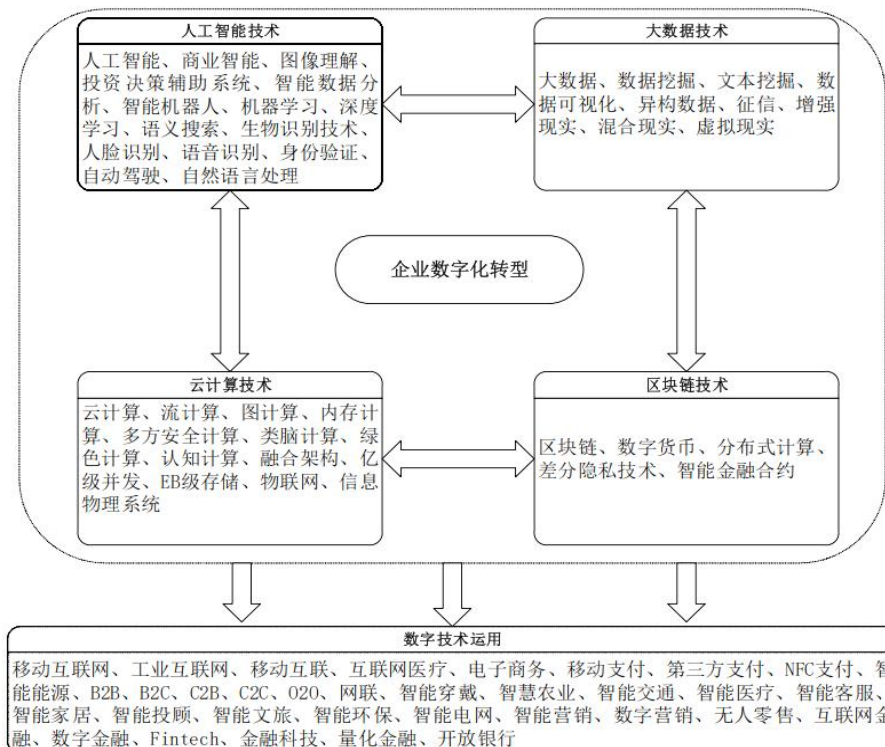


图 1. 特征词图谱

3.2.3 中介变量：碳排放

碳排放，用 car 表示。采用碳排放量作为中介变量，考虑到不同行业性质和不同企业规模会影响碳排放数值，因此将各企业碳排放量除以营业总收入，即碳排放强度作为统一衡量指标，其中碳排放通过行业能源消耗量乘折算系数，结合企业营业成本在行业中的权重换算得到。其中行业能源消耗量来自国家数据网，其他数据为国泰安数据库（CSMAR）。由于数字化转型对碳排放的影响存在一定滞后性，本文将中介变量碳排放滞后一期，便于更好研究中介作用。

$$tobinQ_{i,t} = \alpha_0 + \alpha_1 sta_{i,t} + \alpha_3 \sum Controls_{i,t} + Firm_i + Year_t + \varepsilon_{i,t} \quad (1)$$

$$esg_{i,t} = \alpha_0 + \alpha_1 sta_{i,t} + \alpha_3 \sum Controls_{i,t} + Firm_i + Year_t + \varepsilon_{i,t} \quad (2)$$

$$ino_{i,t} = \alpha_0 + \alpha_1 sta_{i,t} + \alpha_3 \sum Controls_{i,t} + Firm_i + Year_t + \varepsilon_{i,t} \quad (3)$$

式中下标 i 和 t 分别表示企业和时间，被解释变量 $tobinQ$ 、 esg 和 ino 分别表示制造业企业财务绩效、可持续发展绩效和创新绩效，核心解释变量 sta 表示制造业企业数字化转型， $Controls$ 表示控制变量集，具体包括：企业规模（ $assets$ ）、企业年龄（ age ）、成

3.2.4 控制变量

参考相关文献[20]，本文选取控制变量如下：（1）企业规模（ $assets$ ）：企业总资产数值加 1 取对数；（2）企业年龄（ age ）：当年年与企业成立年份之差加 1 后取自然对数；（3）成长能力（ $revenue$ ）：营业收入增长率；（4）财务杠杆（ lev ）：企业资产负债率；（5）股权集中度（ $holder$ ）：第一大股东持股比例。

3.3 模型构建

为研究数字化转型对制造业企业绩效的影响，本文构建如下基准回归模型：

长能力（ $revenue$ ）、财务杠杆（ lev ）以及股权集中度（ $holder$ ）， $Firm_i$ 和 $Year_t$ 分别表示个体固定效应与时间固定效应， $\varepsilon_{i,t}$ 为随机扰动项。为验证碳排放两者之间的中介效应，构建模型如下：

$$car_{i,t} = \alpha_0 + \alpha_1 Sta_{i,t} + \alpha_3 \sum Controls_{i,t} + Firm_i + Year_t + \varepsilon_{i,t} \quad (4)$$

$$tobinQ_{i,t} = \alpha_0 + \alpha_1 Sta_{i,t} + \alpha_2 Car_{i,t} + \alpha_3 \sum Controls_{i,t} + Firm_i + Year_t + \varepsilon_{i,t} \quad (5)$$

$$esg_{i,t} = \alpha_0 + \alpha_1 Sta_{i,t} + \alpha_2 Car_{i,t} + \alpha_3 \sum Controls_{i,t} + Firm_i + Year_t + \varepsilon_{i,t} \quad (6)$$

$$ino_{i,t} = \alpha_0 + \alpha_1 Sta_{i,t} + \alpha_2 Car_{i,t} + \alpha_3 \sum Controls_{i,t} + Firm_i + Year_t + \varepsilon_{i,t} \quad (7)$$

式中 car 为中介变量，式（4）检验数字化转型对中介变量（碳排放）的影响，式（5）-（7）中，将中介变量引入，检验数字化转型、碳排放对制造业企业财务、可持续发展及创新绩效的影响。

4. 实证分析

4.1 描述性统计

描述性统计结果如下表。数字化转型程度均值为 1.209，表明企业间数字化转型程度差异显著，能够有效区分“高转型”与“低转型”企业； car 的均值为 0.488，标准差为 0.596，标准差大于均值，说明碳排放量分布离散程度高，覆盖完整； $tobinQ$ 均值为 2.24，说明企业整体财务绩效良好，最大值和最小值分别为 8.498 和 0.903，部分企业财务绩效存在两极分化现象； esg 均值为 4.304，标准差为 0.065，表明企业整体可持续发展水平较好且分布集中； ino 均值为 3.442，标准差

1.491，极值范围为 0-7.078，企业创新绩效差异显著，部分企业无创新，部分企业创新能力极强。

4.2 相关性分析

对本文变量进行相关性分析，结果如下表 1 所示。解释变量 sta 与财务绩效 $tobinQ$ 在 5% 的水平上负相关，与可持续发展绩效 esg 、创新绩效 ino 均在 1% 的水平上显著。中介变量 car 与 $tobinQ$ 、 esg 、 ino 呈负相关显著，且均在 1% 的水平上显著，与控制变量均在不同显著水平下呈相关关系。并且 VIF 结果显示，变量之间不存在异方差和多重共线性问题，分析结果不受变量之间关联度的影响。

4.3 基准回归分析

根据 Hausman 检验结果，本文选择个体与年份双向固定效应进行回归，结果如下表 2。列（1）加入控制变量对 $tobinQ$ 回归，在

5%的水平上显著为正,即数字化转型与制造业企业财务绩效之间显著正相关。列(2)为加入控制变量对 esg 进行回归,在 1%的水平上显著为正,列(3)对 ino 加入控制变量进

行回归,在 1%的水平上显著为正,即数字化转型对制造业企业可持续发展绩效和创新绩效均显著正相关。综上,数字化转型对企业绩效有显著促进作用,假设 1 得证。

表 1.相关性分析

Variables	(1)tobinQ	(2) esg	(3)ino	(4)sta	(5)car	(6)assets	(7)age	(8)revenue	(9)lev	(10)holder
(1)tobinQ	1.000									
(2) esg	-0.038*	1.000								
(3) ino	-0.160*	0.196*	1.000							
(4) sta	-0.018*	0.110*	0.293*	1.000						
(5) car	-0.139*	-0.039*	-0.106*	-0.230*	1.000					
(6) assets	-0.283*	0.151*	0.527*	0.118*	0.149*	1.000				
(7) age	-0.034*	-0.046*	0.079*	0.063*	0.047*	0.167*	1.000			
(8)revenue	0.018*	-0.032*	0.039*	0.073*	-0.119*	-0.048*	-0.055*	1.000		
(9) lev	-0.260*	-0.129*	0.274*	0.056*	0.124*	0.476*	0.107*	0.015*	1.000	
(10)holder	-0.039*	0.089*	0.041*	-0.006	0.021*	0.116*	-0.099*	-0.017*	-0.016*	1.000

注: *p<0.1, **p<0.05, ***p<0.01, 下同。

表 2.基准回归分析

	(1)	(2)	(3)
	tobinQ	esg	ino
sta	0.028**	0.003***	0.027***
	(2.296)	(4.147)	(2.624)
assets	-0.312***	0.016***	0.559***
	(-12.074)	(10.835)	(25.710)
age	0.919***	-0.050***	0.004
	(4.310)	(-4.168)	(0.025)
revenue	-0.036*	-0.000	0.007
	(-1.661)	(-0.092)	(0.359)
lev	-0.055	-0.053***	-0.337***
	(-0.607)	(-10.336)	(-4.384)
holder	-0.900***	0.027***	0.408***
	(-5.711)	(3.074)	(3.074)
cons	6.655***	4.113	-9.448***
	(8.640)	(94.573)	(-14.574)
Firm	YES	YES	YES
Year	YES	YES	YES
N	14309	14309	14309
R ²	0.210	0.034	0.239
F	212.08	28.09	251.05

4.4 中介效应检验

表 3.中介效应检验

	(1)	(2)	(3)	(4)
	car	tobinb	esg	ino
sta	-0.007***	0.026**	0.003***	0.025**
	(-2.948)	(2.180)	(4.046)	(2.460)
assets	-0.005	-0.313***	0.016***	0.558***
	(-0.930)	(-12.120)	(10.808)	(25.697)
age	0.079*	0.935***	-0.049***	0.024
	(1.900)	(4.387)	(-4.104)	(0.132)
revenue	0.000	-0.036*	-0.000	0.007
	(0.073)	(-1.659)	(-0.090)	(0.363)
lev	0.080***	-0.039	-0.052***	-0.317***

	(4.509)	(-0.428)	(-10.177)	(-4.132)
holder	0.049	-0.890***	0.028***	0.420***
	(1.579)	(-5.653)	(3.130)	(3.168)
car		-0.203***	-0.010***	-0.244***
		(-4.337)	(-3.786)	(-6.205)
cons	0.355**	6.727***	4.117	-9.361***
	(2.364)	(8.738)	(94.685)	(-14.459)
Firm	YES	YES	YES	YES
Year	YES	YES	YES	YES
N	14309	14309	14309	14309
R ²	0.089	0.211	0.035	0.242
F	77.73	200.29	27.26	238.50

数字化转型和制造业企业绩效中介效应检验结果如下。列(1)检验数字化转型 sta 对中介变量 car 的影响,由表 3 可知,sta 与 car 之间在 1%的水平上显著为负,数字化转型水平每上升 1%,car 下降-0.007%,可以看出数字化转型能够显著降低企业碳排放强度。根据列(2)(3)(4)结果,碳排放强度财务绩效 tobinQ、可持续发展绩效 esg 以及创新绩效 ino 之间关系均在 1%的水平上显著负相关,碳排放强度每下降 1%,分别上升 0.199%、0.01%、0.243%,对创新绩效的影响最大。综上,数字化转型对企业碳排放强度具有显著抑制作用,而碳排放强度的下降促使制造业企业绩效的提高,因此数字化转型对企业绩效有显著推动作用,且碳排放强度在数字化转型与制造业企业绩效关系之间发挥中介效应,故假设 2 得证。

5.进一步分析

5.1 稳健性检验

5.1.1 聚类标准误

对样本进行聚类文件标准检验,结果见表 4。列(1)一列(3)为基准回归分析结

果,列(4)一列(6)为中介效应分析回归结果。可以看出,以企业聚类之后,数字化转型对三类企业绩效仍然显著为正,对碳排

放显著为负;并且加入碳排放之后,数字化转型对企业绩效显著影响保持不变,碳排放对企业绩效均显著为负,结果稳健。

表 4.聚类标准误结果

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
	tobinQ	esg	ino	car	tobinQ	esg	ino
car					-0.203**	-0.010***	-0.244***
					(-2.309)	(-2.891)	(-4.229)
sta	0.028*	0.003***	0.027**	-0.007*	0.026*	0.003***	0.025*
	(1.807)	(3.500)	(1.987)	(-1.763)	(1.716)	(3.418)	(1.882)
cons	6.655***	4.113	-9.448***	0.355	6.727***	4.117	-9.361***
	(5.276)	(63.958)	(-8.909)	(0.999)	(5.358)	(64.267)	(-8.886)
控制变量	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES
Firm	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES
Year	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES
N	14309	14309	14309	14309	14309	14309	14309
R ²	0.210	0.034	0.239	0.089	0.211	0.035	0.242
F	128.91	21.44	89.31	44.61	121.34	20.55	84.80

5.1.2 增加控制变量

考虑控制变量遗漏问题,在基准回归模型及中介效应模型中加入企业性质(nature)作为控制变量。若企业是国有企业,则取值为1,否则取值为0。回归结果见表5,数字化转型依然对制造业企业财务绩效、可持续

发展绩效和创新绩效有不同显著程度的正向作用,加入car之后,数字化转型对企业绩效显著为正,对碳排放显著为负,碳排放对企业绩效显著为负,即数字化转型的提高导致碳排放强度降低,从而促进企业绩效的提升,结果稳健。

表 5.增加控制变量回归结果

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
	tobinQ	esg	ino	car	tobinQ	esg	ino
car					-0.199***	-0.010***	-0.243***
					(-4.253)	(-3.813)	(-6.184)
sta	0.027**	0.003***	0.026***	-0.007***	0.025**	0.003***	0.025**
	(2.201)	(4.174)	(2.599)	(-2.892)	(2.089)	(4.074)	(2.439)
assets	-0.314***	0.016***	0.559***	-0.004	-0.315***	0.016***	0.558***
	(-12.165)	(10.858)	(25.683)	(-0.880)	(-12.207)	(10.833)	(25.673)
age	0.925***	-0.050***	0.006	0.078*	0.941***	-0.050***	0.025
	(4.340)	(-4.176)	(0.031)	(1.884)	(4.416)	(-4.112)	(0.138)
nature	-0.236***	0.004	-0.049	0.027**	-0.231***	0.004	-0.042
	(-4.057)	(1.199)	(-0.997)	(2.377)	(-3.966)	(1.282)	(-0.865)
revenue	-0.036*	-0.000	0.007	0.000	-0.036	-0.000	0.007
	(-1.646)	(-0.097)	(0.363)	(0.063)	(-1.645)	(-0.095)	(0.367)
lev	-0.046	-0.053***	-0.335***	0.079***	-0.030	-0.053***	-0.315***
	(-0.499)	(-10.364)	(-4.356)	(4.445)	(-0.326)	(-10.207)	(-4.108)
holder	-0.932***	0.028***	0.401***	0.052*	-0.922***	0.028***	0.414***
	(-5.911)	(3.130)	(3.021)	(1.696)	(-5.849)	(3.190)	(3.121)
N	14309	14309	14309	14309	14309	14309	14039
R ²	0.211	0.034	0.239	0.089	0.212	0.035	0.242
F	200.11	26.42	235.42	73.26	189.67	25.75	224.51

5.1.3 替换行业时间固定效应

借鉴尚航标等[21]的处理,将个体与时间固定效应替换为行业与时间固定效应,结果如下表6。可以看出,数字化转型对企业

绩效均为显著正相关,对碳排放显著负相关,碳排放对企业绩效显著为负,即数字化转型的提升通过降低碳排放强度提高企业绩效,结果稳健。

表 6.替换固定效应

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
	tobinQ	esg	ino	car	tobinQ	esg	ino
car					-0.766***	-0.018***	-0.357***
					(-13.592)	(-6.186)	(-6.891)
sta	0.043***	0.003***	0.172***	-0.010***	0.032***	0.003***	0.166***

	(4.733)	(6.114)	(20.090)	(-6.612)	(3.302)	(6.279)	(18.378)
控制变量	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES
Industry	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES
Year	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES
cons	7.671***	4.040	-12.406	0.424***	8.903***	4.009	-12.060
	(35.806)	(365.986)	(-60.898)	(11.927)	(36.978)	(325.347)	(-54.447)
N	17124	17124	17124	14309	14309	14309	14309
R ²	0.079	0.120	0.348	0.028	0.109	0.099	0.356
F	244.14	299.06	1516.28	69.22	248.54	222.81	1124.30

5.2 异质性分析

5.2.1 区域异质性分析

本文借鉴胡元林[4]分类,将制造业企业按照所处地区分为东中西部三个地区进行回归,结果见下表。结果如表7显示,只有东部地区数字化转型对企业绩效有显著影响。东部地区大都为沿海城市,依托地理位置优

势,经济发展较快,对数字化转型等政策重视及落实度高;并且东部地区最先接触到改革开放,实行开放时间早,市场体系成型快,引领国内产业升级,技术水平和创新能力高于国内中西部。因此东部地区具有雄厚的经济与技术支持,企业不断创新,随着数字化转型水平的提高,能够促进企业绩效。

表 7.异质性分析

地区/ 指标	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
	tobinQ	esg	ino	car	tobinQ	esg	ino
东部	car				-0.216***	-0.011***	-0.155***
	sta	0.044***	0.003***	0.019*	-0.007**	0.047***	0.003***
	(3.495)	(4.081)	(1.794)	(-2.572)	(3.403)	(3.967)	(1.306)
中部	car				-0.223*	-0.015**	-0.539***
	sta	-0.011	0.002	-0.015	0.004	-0.008	0.003*
	(-0.420)	(1.258)	(-0.621)	(0.773)	(-0.280)	(1.733)	(0.427)
西部	car				-0.247**	-0.005	-0.281***
	sta	-0.057	0.001	0.066**	-0.017**	-0.079**	0.002
	(-1.640)	(0.651)	(2.415)	(-2.179)	(-2.171)	(0.874)	(2.348)

6. 结论与建议

6.1 研究结论

本文基于双重固定效应模型,针对2012-2022年沪深A股制造业上市公司,研究数字化转型对企业绩效的影响作用机制。研究结果表明:(1)制造业企业数字化转型对企业绩效有显著促进作用,具体表现为随着制造业企业数字化转型水平提高,其财务绩效、可持续发展绩效以及创新绩效随之提高。需要注意的是,这种促进作用存在滞后性,这是由于数字化转型本身具有的“投入-周期”特性。企业实施数字化转型前期属于大量资源投入阶段,伴随着业务转型与升级,两者是数字化转型绩效产出的前提条件,但两者存在明显的“时间差”,前者的发生先于后者的显现,因此存在滞后效应,并且企业数字化技术与业务、生产、研发、管理等领域的深度融合需要时间,所以很难在转型初期直接转化为绩效提升。即使存在滞后性,

从长期视角看,数字化转型对企业绩效的正向促进作用没有改变,且通过一系列稳健性检验。(2)碳排在数字化转型与企业绩效的关系中发挥中介作用。一方面,数字化助推企业升级与转型,借助工业互联网平台、物联网传感器以及AI管理系统等,全方位实时监测碳排情况,通过算法优化参数降低碳排放;同时,数字化转型推动企业重构业务模式,借助孪生技术模拟企业产品全生命周期的碳排放,帮助企业检测高碳排环节,及时调整研发与生产方式,从根源降低碳减排成本。另一方面,企业通过数字化转型降低碳排放,符合可持续发展的目标,随着碳排强度持续降低,企业ESG表现显著提高,有利于塑造企业绿色环境友好的形象,吸引绿色投资者,拓展融资渠道,降低融资成本;同时,良好的企业形象有利于获得消费者的信任,形成品牌价值和差异化优势。即数字化转型通过碳排放这一中介,将“技术优势”

转化为“成本优势、品牌优势、创新优势”，不仅实现了企业绩效的提升，更有利于企业的长期可持续发展，形成良性循环。

6.2 研究建议

本文通过对数字化转型和企业绩效之间关系研究以及路径探索，针对研究结论提出以下建议：

第一，出台相关政策，鼓励制造业企业大力进行数字化转型。目前我国各产业发展迅速，作为传统产业，制造业面临转型难度大，加之自身规模影响，转型任务艰巨，作为政府应通过发挥宏观调控功能，积极引导制造业企业主动进行数字化转型。地方给予政策支持和环境保障，设立专项基金，对工业互联网平台、大数据模型等优质项目给予奖补，鼓励企业探索 5G、数字孪生等数字技术再生产应用场景的应用落地。借助产业数字化集群，充分释放企业集聚效应，打造富有活力的数字化生态，激发企业主动转型的内生动力。依托园区开展企业跨区域协同，通过实地调研精准捕捉企业转型现实需求，推动数字化转型与企业需求精准对接，实现供需共振，进而推动深度融合进程。

第二，企业是创新活动的核心载体，对我国经济发展起着重要作用，制造业企业作为传统企业的主力军，要实现生产方式粗放型向集约型的转变，必须依托数字化转型这一核心路径。首先，应结合自身发展状况与市场基础，制定明确的数字化发展战略与长短期阶段目标，确定转型方向，划定各部门职责边界，分阶段稳步推进转型落地。其次，吸纳具备数字化前端技术能力的核心人才，成立数字化转型部门，负责梳理企业各业务的发展痛点，明确数字技术引入路径，同时对现有传统技术开展评估与测试，根据综合指标确定技术改造的优先级与程度，再逐步引入数字技术，实现传统技术与数字化的深度融合，最终构建系统化的数字化体系。再次，企业应重视并充分利用外部资源，主动加入企业间数字化共创项目，学习数字化转型经验与前沿技术，主动开展跨界合作，与大学实验室、研发机构共建研发实验室，为技术创新提供源源动力；同时关注补贴政策，获取资金支持，减轻转型压力。最后，制造业企业应充分利用数字技术，降低碳排放。制造业企业作为碳排主体，面对可持续发展压力，可通过数字化转型，生成 AI 全周期碳管理系统，实时监测各环节碳排情况，降低

生产过程中的“无效排放”，在增产的同时实行碳封存，实现产能减排、资源循环利用。随着碳排治理技术的迭代成熟以及供应链协同效能稳步提升，最终形成“技术升级——碳排降低——绩效提升”的良性闭环，构建循环经济模式。数字化转型能够助力制造业企业突破成本约束瓶颈，驱动产业链上下游的协同提质增效，优化人力结构，拓展利润增长空间，同时立足企业发展状况辅助做出科学决策，有效降低决策层面的综合成本。从长远来看，制造业企业实行数字化转型，是顺应发展趋势的必然选择，也是实现企业可持续发展的长久之计。

参考文献

- [1] 刘璐, 冉启英, 冯惠民.企业数字化转型助力碳绩效提升: 作用机制与实证分析[J]. 价格理论与实践, 2025, (09): 210-215.DOI:10.19851/j.cnki.CN11-1010/F.2025.09.398.
- [2] 李九斤, 叶楠, 杨小阳.制造业企业数字化转型、成本粘性与企业绩效[J].会计之友, 2025, (05): 111-119.
- [3] 郭金花.数字化转型、人力资本结构调整与制造业企业价值链升级[D].山西财经大学, 2024.
- [4] 胡元林, 魏涵昱, 朱雁春.数字化转型对企业绩效的影响——去杠杆的中介效应[J].软科学, 2024, 38(12): 101-108. DOI:10.13956/j.ss.1001-8409.2024.12.13.
- [5] 李璨, 陈博, 张艾嘉, 等.我国制造业企业数字化转型路径分类及绩效研究[J].科学学研究, 2025, 43(08): 1715-1728. DOI:10.16192/j.cnki.1003-2053.2025.08.021.
- [6] 张道海, 何慧文, 侯宪桥.我国制造业企业数字化转型绩效测度研究[J/OL].经营与管理, 1-8[2025-08-29]. <https://doi.org/10.16517/j.cnki.cn12-1034/f.20250704.002>.
- [7] 潘玉香, 李倩.智能制造企业信息技术投入对企业绩效的影响研究[J].会计之友, 2021, (18): 9-16.
- [8] 陈菁, 孔令怡.数字化转型对制造业企业绩效的影响研究[J].兰州财经大学学报, 2024, 40(06): 53-62.
- [9] 杨主恩, 郭海, 丁杰斌.数字化转型节奏与企业绩效: 基于吸收能力理论[J].系统管理学报, 2025, 34(01): 215-230.
- [10] 吴军, 胡小晓.农业数字化转型与碳减排效

- 应的非线性分析[J/OL].湖南师范大学自然科学学报, 1-12[2025-12-20]. <https://link.cnki.net/urlid/43.1542.N.20251029.1307.002>.
- [11] 张志新, 宋玉苗, 王儒骁. 农业数字化转型的碳减排效应[J]. 生态经济, 2025, 41(12): 123-130.
- [12] 胡浩志, 熊逸兴. 数字化转型对企业碳排放的影响[J]. 三峡大学学报(人文社会科学版), 2025, 47(05): 48-58. DOI:10.13393/j.cnki.1672-6219.2025.05.008.
- [13] 张珺倩, 郑永扣. 数字化转型能减少企业碳排放吗? ——来自中国上市公司的证据[J/OL]. 工程管理科技前沿, 1-13[2025-06-19]. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/34.1013.N.20241128.0948.006.html>.
- [14] 李治国, 孔维嘉, 李兆哲. 制造业企业数字化转型的碳绩效: 内在机制与经验证据[J]. 当代经济科学, 2024, 46(04): 100-111. DOI:10.20069/j.cnki.DJKX.202404008.
- [15] 李新安, 何梦园. 我国制造企业数字化转型的碳减排效应研究[J]. 创新科技, 2024, 24(10): 72-90. DOI:10.19345/j.cxkj.1671-0037.2024.10.6.
- [16] 林艳艳, 林慷. 碳减排绩效对能源企业财务绩效的影响研究[J]. 长春工程学院学报(社会科学版), 2025, 26(01): 59-63+69.
- [17] 王喆. 碳减排与企业绩效关系研究[D]. 天津大学, 2017.
- [18] 杨晓舒. 碳交易市场背景下碳排放与企业绩效研究[J]. 价值工程, 2023, 42(10): 20-22.
- [19] 吴非, 胡慧芷, 林慧妍, 等. 企业数字化转型与资本市场表现——来自股票流动性的经验证据[J]. 管理世界, 2021, 37(07): 130-144+10. DOI:10.19744/j.cnki.11-1235/f.2021.0097.
- [20] 周小亮, 李慧鹏. 制造业数字化转型对企业绩效的影响[J]. 山东社会科学, 2025, (01): 127-135. DOI:10.14112/j.cnki.37-1053/c.2025.01.011.
- [21] 尚航标, 刘佳奇, 王智林, 等. 数字化转型差异度对企业绩效的影响研究[J]. 管理学报, 2024, 21(02): 193-201.