引用格式：张琦，赵天骄，吴伟伟，等. 战略性新兴企业碳责任对双元创新的非线性影响：数字化转型的调节效应[J]. 技术经济，2026，45(5)：140-160.

Zhang Qi，Zhao Tianjiao，Wu Weiwei，et al. The nonlinear impact of strategic emerging firms' carbon responsibility on ambidextrous innovation：The moderating effect of digital transformation[J]. Journal of Technology Economics，2026，45(5)：140-160.

战略性新兴企业碳责任对双元创新的非线性影响：数字化转型的调节效应

张 琦[1]，赵天骄[2]，吴伟伟[3]，张睿基[4]

（1. 哈尔滨工业大学（威海）经济管理学院，威海 264209；2. 浙江大学管理学院，杭州 310058；
3. 哈尔滨工业大学经济与管理学院，哈尔滨 150001；4. 同济大学经济与管理学院，上海 200092）

摘 要：在“双碳”战略实施如火如荼、数字经济蓬勃发展的背景下，研究战略性新兴企业履行碳责任能否促进双元创新，关系到中国生态文明建设和经济高质量发展。借助压力-创造力模型，探究战略性新兴企业碳责任对双元创新的影响，并考察数字化转型的调节作用。选取2020—2022年中国战略性新兴行业上市公司为研究样本进行实证检验。研究发现：①战略性新兴企业碳责任对渐进性创新和突破性创新均产生显著的U型影响；②设施数字化、业务数字化与技术数字化强化了战略性新兴企业碳责任与渐进性创新和突破性创新间的关系；③异质性分析发现，相比国有企业，战略性新兴企业碳责任与渐进性创新和突破性创新之间的U型关系在非国有企业中更显著。上述结论经过稳健性检验后依旧成立。研究结论对厘清战略性新兴企业碳责任与双元创新间的关系提供了经验证据，也为数字经济快速发展与“双碳”背景下企业积极推进数字化转型、兼顾碳责任履行和双元创新能力提升提供有益借鉴。

关键词：战略性新兴企业；碳责任；双元创新；数字化转型；压力-创造力模型

中图分类号：F832.1 **文献标志码**：A **文章编号**：1002-980X(2026)05-0140-21

DOI：10.12404/j.issn.1002-980X.24100301

一、引言

近年来，随着中国经济的高速增长，增长方式粗放、资源环境代价过高的问题不断凸显。党的二十大报告提出高质量发展是全面建设社会主义现代化国家的首要任务，推动经济社会发展绿色化、低碳化是实现高质量发展的关键环节。企业履行碳责任成为推动产业绿色低碳转型，实现“双碳”战略目标的重要举措。企业履行碳责任帮助企业树立积极响应“双碳”政策的社会责任形象，更易于被社会公众、媒体和政府所关注，增强企业竞争力和影响力。战略性新兴企业是以重大的技术突破和市场需求为基础，对经济社会全局和长远发展具有强有力引领带动作用的企业，其作为中国经济发展的重要引擎，代表了新一轮科技革命和产业变革的方向，是推动新质生产力持续发展的重要着力点[1]。相较于其他类型企业，战略性新兴企业通常为知识技术密集型企业。一方面，战略性新兴企业不仅需要不断增强自主创新能力，更倾向于通过产品、服务及商业模式等领域的绿色革新来维持其市场竞争力，承担碳责任动力增强；另一方面，战略性新兴企业面向高质量发展，受国家政策支持力度较大，在发展过程中可能面临更多的政策约束，需要在实现经济增长

收稿日期：2024-10-03

基金项目：山东省自然科学基金青年项目“基于碳责任的战略性新兴企业创新的提升路径”(ZR2023QG074)；中国博士后基金面上项目“大数据赋能情境下企业技术创新实现路径”(2023M730886)；黑龙江省博士后基金面上项目“战略性新兴企业环境责任对创新绩效影响研究”(LBH-Z2294)

作者简介：张琦(1992—)，博士，哈尔滨工业大学(威海)经济管理学院副研究员，研究方向：技术与创新管理等；赵天骄(2004—)，浙江大学管理学院硕士研究生，研究方向：技术与创新管理；(通信作者)吴伟伟(1978—)，博士，哈尔滨工业大学经济与管理学院教授，博士研究生导师，研究方向：技术与创新管理；张睿基(2003—)，同济大学管理学院硕士研究生，研究方向：技术与创新管理。

的同时兼顾绿色发展、科技创新等政策要求，同时也是资本市场、社会媒体和政府监管关注的焦点，承担碳责任和创新压力更大。然而，碳责任和创新都需要投入大量的资金、人力和资源，如何在履行碳责任与推动技术创新之间找到平衡点，明确二者之间关系，成为迫切需要解决的问题。

当前数字经济发展浪潮席卷全球，给战略性新兴企业的转型升级和高质量发展带来契机。《中国数字经济发展研究报告（2024 年）》的数据显示，2023 年中国数字经济规模为 53.9 万亿元，占 GDP 比重达 42.8%。党的二十大报告明确指出，要加快发展数字经济，促进数字经济和实体经济深度融合。数字化转型作为数字经济的核心落脚点，以全面数字化的高效软、硬件体系为基础，以区块链、云计算、人工智能、大数据等前沿数字技术为重要抓手，通过对业务、组织、产品开发、制造、供应链等要素实施全方位赋能，能够有效驱动战略性新兴企业的全面价值创造[2]。数字化转型助力战略性新兴企业探索环境保护与企业经营的平衡发展，其促进战略性新兴企业碳责任与创新间的关系需要进一步深入探讨。

目前学术界现有研究大多探讨了环境责任或社会责任对创新的影响，大多基于线性思维，较少研究聚焦于碳责任，探究其对渐进性创新和突破性创新的非线性影响，且鲜有研究从数字化转型视角揭示碳责任影响双元创新间的内在作用机制。基于此，提出以下研究问题：战略性新兴企业碳责任是否对双元创新产生影响？产生何种影响？数字化转型对二者关系产生什么作用？

为回答上述研究问题，本文借助压力-创造力模型（pressure-creativity dual pathway model，PCDPM）[3]，选取 2020—2022 年中国战略性新兴行业上市公司为研究样本进行实证检验，探究战略性新兴企业碳责任对企业双元创新的影响，并考察数字化转型的调节作用。可能有以下贡献：第一，聚焦战略性新兴企业，深化了其碳责任的影响效应研究；第二，从渐进性创新和突破性创新视角划分企业创新类型，分别探讨战略性新兴企业碳责任对双元创新的非线性影响，从碳责任视角丰富了企业创新影响因素的理论研究；第三，从数字化转型视角探究了战略性新兴企业碳责任对双元创新的异质性影响，丰富了碳责任与创新的作用机制研究。本文研究为战略性新兴企业双元创新能力提升与碳责任履行提供参考，也为中国经济高质量发展目标的实现提供具体抓手。

二、相关研究评述

（一）环境责任对企业创新的影响研究

碳责任作为环境责任的重要组成部分，侧重于企业通过减少温室气体排放、采用可再生能源、提高能源效率等措施来管理和减少碳排放，以应对全球气候变化。现有对企业碳责任与创新间关系的研究较少，大部分探索了环境责任对创新的影响，且结论也不太一致。一部分学者基于利益相关者理论[4-6]、资源基础理论[7]、声誉效应理论等[8]，认为企业环境责任对创新产生积极影响。这些研究重点强调了企业与社会环境之间的互动关系，认为企业通过承担环境责任可以增强与利益相关者的联系，提升企业形象和声誉，从而吸引更多的资源和人才，促进创新活动的开展。另一部分学者基于成本遵循理论、权衡假说、机会成本理论等认为环境责任负向影响创新绩效[9]。这些研究认为，企业承担环境责任可能会增加企业的运营成本，分散管理层的注意力，导致资源从生产经营、创新研发等企业核心业务中转移，从而对企业创新产生不利影响。此外，还有部分学者认为二者间存在非线性关系或非相关关系[10-11]。陈钰芬等[10]的研究发现，企业承担环境责任对创新绩效具有倒 U 型影响，即环境责任在某一临界点内能有效地促进企业创新绩效，但超过该临界点后会阻碍企业创新绩效。

（二）双元创新

现有双元创新相关研究将双元创新分为创新质量与数量[12]、开发性创新与探索性创新[13]、绿色产品创新与绿色过程创新[14]、渐进性创新与突破性创新[15]等若干种。从创新程度的视角，企业创新被划分为全面、激进、大幅度的突破性创新和局部、小幅度的渐进性创新[15]。回顾现有文献，部分学者研究基于组织关系理论、高阶理论、资源基础观等，探讨了企业双元能力[16]、高管团队行为整合[17]、智力资本[18]等企业内部资源与能力对双元创新产生正向影响。也有部分学者论证了政府创新补助、税收激励、产业政策等外部政策环境对双元创新的积极影响[19-20]。成力为和吴薇[21]的研究论证了政府 R&D 补贴对企业渐进性创新存在

显著促进作用。王宏起等[22]研究发现数字创新能力对突破性创新有正向影响。现有研究大多从企业内部资源与能力、外部政策环境方面探讨企业双元创新的影响因素,部分关注社会责任或环境责任。阳镇等[23]认为企业社会责任有助于促进企业双元创新,但对企业渐进性创新的边际影响效应更强。陈灿君和许长新[24]认为企业社会责任对家族企业双元创新均能起到促进效应,但对渐进性创新行为的促进作用更显著。

(三)数字化转型与企业创新

企业数字化转型是在现有的企业管理体系中引入数字化技术,以实现组织结构变革、业务流程改进,带动企业商业模式创新,并推动价值创造方式发生重塑的过程[25-26]。现有关注企业数字化转型类型的大部分研究认为,企业通过三种方式进行数字化转型:一是利用互联网技术,改进日常管理方式和生产经营活动;二是通过入链将企业数据与剩余数据连接,成为供应链上的关键节点;三是通过上云完成整个系统的数据化[27]。也有部分研究聚焦于数字化转型对企业创新、企业绩效的影响研究,认为数字化转型有助于促进制造业企业识别创新机会[28],提升运营效率和资源配置效率,帮助用户获得新的价值[29],进而提高企业创新绩效[25]。近年来,研究逐渐向数字化转型、社会责任和创新三者间关系转移。例如,聂军[30]认为企业通过数字化转型可以使自身与外部联络更加紧密,推动其履行社会责任,进而有利于企业吸纳社会人才和外部资源进行创新。

(四)文献述评

目前学术界已有研究大多探讨环境责任对创新的影响,较少关注碳责任,尤其是战略性新兴企业碳责任对创新的影响效应。现有研究探讨了企业社会责任对创新质量与数量[12]、开发性与探索性创新[13]、绿色产品创新与绿色过程创新的影响[14],但较少关注碳责任对渐进性创新与突破性创新的影响。研究中较多关注数字化转型对创新的影响,鲜有研究将数字化转型纳入碳责任影响双元创新的过程之中,探究其边界作用,从而揭示战略性新兴企业碳责任影响双元创新的作用机制。为了弥补研究不足,本文立足战略性新兴产业升级和新质生产力发展需要,聚焦于战略性新兴企业,探究其碳责任的创新效应,并基于创新程度视角,借助PCDPM,分别揭示其碳责任对渐进性创新和突破性创新的影响机制,从碳责任视角拓展企业双元创新的影响范畴,丰富社会责任与双元创新的理论研究。此外,揭示数字化转型对战略性新兴企业碳责任与双元创新关系的调节作用,丰富碳责任与双元创新关系的权变效应研究。

三、理论分析与研究假设

(一)理论分析

基于压力理论,压力是环境刺激和主体反应联合作用的产物,当环境刺激超出了主体所能够承受的适应能力,则会导致主体产生异质的心理压力或行为表现,激发主体发生改变的内外刺激被认为是压力源[31]。高阶理论认为,高管作为企业领导者与决策者,会根据其认知、经验和价值观做出决策和战略选择,进而影响整个企业的行为和绩效[32]。在“双碳”战略实施的过程中,企业承担碳责任迫在眉睫,高管面对碳责任这一压力源可能引发经济成本压力、环境规制压力、市场压力、社会期望压力等[33-35]。根据PCDPM,高管通过对碳责任压力强度和性质的评估,衡量其是否与企业生产经营和发展相匹配,是否处于可接受的范围内,从而制定相应的创造力激发策略[3,36]。因此,战略性新兴企业碳责任对高管产生的碳责任压力可能影响其创造力导向,从而对企业创新行为或绩效产生影响。

高管创造力的策略选择归因于其对压力不同的评估结果,对压力的评估取决于所诱导的压力类型[36]。基于二元认知评估视角将压力分为阻碍性压力和挑战性压力。阻碍性压力是指主体遇到的限制其成就并阻碍其目标实现的压力,产生原因有目标模糊、规划缺失、工作不确定性、角色模糊不清等[37]。挑战性压力是指能够提升主体能力和加速成就实现的压力,由工作目标、责任感、追求自我成长和价值实现等引起[38]。依据资源保存理论,高管偏好于将自有资源投入到低风险或高回报的活动中[39]。当高管面对不仅损耗资源且还难以获得相应补偿的阻碍性压力时,则会规避或放弃资源的投入,从而难以激发创造力,可能导致企业创新绩效降低[40-41]。而当高管面对挑战性压力时,虽然以消耗精力和资源为代价,但进一步刺激主观能动性的产生,激发工作热情和解决问题的强烈动机,增强灵活性,拓展成长机会,可能有利于企业创新结果输

出[41]。因此，战略性新兴企业碳责任对高管产生的阻碍性碳责任压力可能对企业双元创新产生消极影响，对高管产生的挑战性碳责任压力可能对企业双元创新产生积极影响。

（二）战略性新兴企业碳责任与双元创新

在战略性新兴企业开始承担碳责任的初期，碳责任带给高管的阻碍性压力远远强于挑战性压力，会对企业渐进性和突破性创新产生抑制作用[41]。由于企业碳责任承担从零开始，缺少先前的经验作为参考，高管往往会产生阻碍性压力，在碳责任履行问题上“手足无措”，面临方向目标模糊、规划缺失、治理措施针对性较差、组织混乱等问题[37,41]。高管为解决无法评估各项措施的效益性、无法清晰把控治理目标和方向、无从知晓适合本企业履行碳责任的方式方法等问题，需朝各个方向投入大量的成本进行试错、探寻与摸索。试错过程本身也不可避免地会有一定的资源浪费，挤占企业原本用于生产经营、创新研发活动的资源，表现为碳责任前期对渐进性创新和突破性创新产生抑制作用。

此时高管面对碳责任这一阻碍性压力时，会感受到资源损失的威胁，因而消极情绪占主导地位，其所感受到的压力远大于实际面临的压力。在心理安全及思维惯性的驱使下，高管在战略制定时更倾向于采用习惯性行为以保存现有的资源，因此难以产生创新想法乃至形成大规模的创新性行为[41]。即使基于问题解决的压力，可能会“迫使”高管制定创新战略，但这种创新往往倾向于渐进性的创新行为。尽管这种创新也需要投入资源，但主要侧重于对现有做法和产品的微小改动，且这些改动在短期内能够获得外部奖励，能弥补部分资源损失[42]。因此，与突破性创新相比，碳责任对高管产生的阻碍性压力对渐进性创新的负向影响作用更小。

随着企业碳责任承担活动的进行，企业逐渐摆脱了目标模糊、规划缺失、组织混乱的困境，碳责任带给高管阻碍性压力不断减弱，碳责任带给高管的挑战性压力作用不断增强，挑战性压力在企业承担碳责任的中后期超过阻碍性压力居于主导地位。此时，企业在碳责任履行方面相关经验较为丰富，逐渐筛选出适合本企业的、可实现较大降碳效益的措施，进而可有针对性、有规划地投入成本，显著提升企业碳责任承担的效率与能力，明晰的碳责任目标也为企业开展创新研发活动，尤其是绿色创新提供了一定的导向[43]。同时，前期的成本投入带来的效益逐渐显现，企业能获得更高的收益来弥补践行碳责任而投入的成本，从而使企业更有资本、意愿与能力开展创新活动，碳责任开始对企业双元创新产生促进作用[44]。

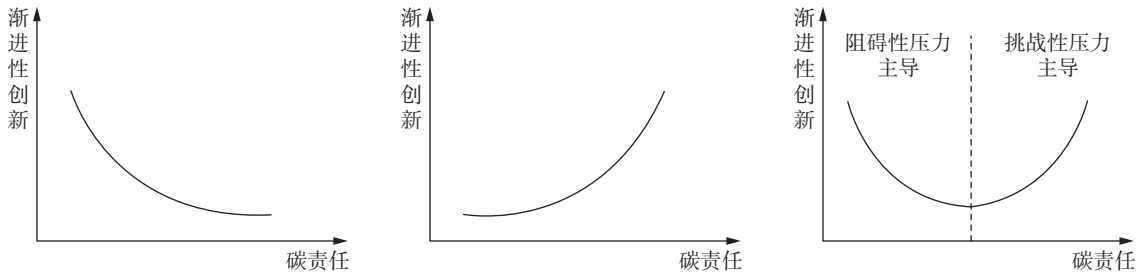
相较于渐进性创新，突破性创新通常需要更多的资源投入和时间灵活性并且涉及更大的风险。当高管面临挑战性压力时，会认为这是对其能力的考验。基于对价值实现的追求和达成目标的愿望，高管会更倾向于在战略制定时选择进行突破性创新而不仅仅局限于细微的工作改动[42,45]。因此，与渐进性创新相比，碳责任对高管产生的挑战性压力更有利于激发企业突破性创新。碳责任对渐进性创新、突破性创新影响机制如图 1 和图 2 所示。

基于此，本文提出假设：

战略性新兴企业碳责任对渐进性创新产生先抑制后促进的 U 型影响（H1a）；

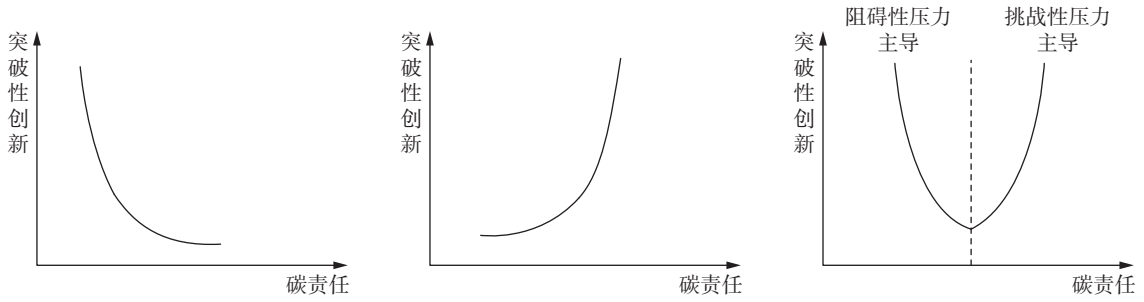
战略性新兴企业碳责任对突破性创新产生先抑制后促进的 U 型影响（H1b）；

与渐进性创新相比，碳责任在前期对突破性创新的负向影响更大，在后期对突破性创新的正向影响更大，即碳责任与突破性创新的 U 型关系相较于碳责任与渐进性创新的 U 型关系更陡峭（H1c）。



(a) 阻碍性压力作用边际递减　(b) 挑战性压力作用边际递减　(c) 综合效应

图 1　碳责任与渐进性创新



(a) 阻碍性压力作用边际递减 (b) 挑战性压力作用边际递减 (c) 综合效应

图 2 碳责任与突破性创新

(三)数字化转型的调节作用

从设施数字化、业务数字化、技术数字化三个维度研究数字化转型对战略性新兴企业碳责任与双元创新之间关系的调节作用。基于自然资源基础观理论,企业拥有的有价值、不可替代、可控制的资源与能力能够为其创造持续竞争优势。设施数字化水平的提高,为企业开展碳责任履行及创新活动提供了重要载体和平台。“工欲善其事,必先利其器”,企业部署的智能制造和物联网等高数字化水平设备为碳责任履行及双元创新成果孵化创造了良好的基础条件,使得碳责任对双元创新发挥的效应在更广阔的范围和空间里实现[46]。数字化设施不仅加强碳责任对企业局部、小幅度的渐进性创新促进效应,而且使得碳责任促进的全面、大幅度的突破性创新有充分的条件得以实现[47]。设施数字化水平的提高缩短企业履行碳责任投入成本的回报周期,加速碳责任影响双元创新拐点的到来,强化企业履行碳责任与企业渐进性创新、突破性创新的关系。

基于此,本文提出假设:

设施数字化水平正向调节战略性新兴企业碳责任与渐进性创新的 U 型关系,即设施数字化水平较高时,战略性新兴企业碳责任与渐进性创新的 U 型关系会受到显著的强化(H2a);

设施数字化水平正向调节战略性新兴企业碳责任与突破性创新的 U 型关系,即设施数字化水平较高时,战略性新兴企业碳责任与突破性创新的 U 型关系会受到显著的强化(H2b)。

业务数字化是战略性新兴企业数字化转型的核心。业务数字化水平的提高,有利于企业重塑组织结构、业务流程与沟通机制,实现业务流程的透明化和可追溯性,便于企业高管在全面高效地管控业务流程各环节的碳排放同时,也能及时准确地获取双元创新活动开展的相关信息。高管通过合理评估碳责任目标完成进度及双元创新进展状况,制定企业发展战略,统筹环保创新发展,以便合理规划资源分配,平衡企业在碳责任履行和创新上的资源投入,更好地发挥碳责任对双元创新的效应。此外,较高的业务数字化水平,使得企业可以在碳责任对双元创新发挥作用的过程中,一方面,利用在各个业务环节捕捉到客户需求的微小变化,在现有产品和服务的基础上稍加改进,以较低的成本满足客户需求,加强碳责任对渐进性创新的促进作用[48];另一方面,利用与客户持续深度交互获取的客户需求信息,开展有针对性的创新研发生产,以识别和开拓潜在新市场,降低突破性创新的风险和盲目性,加强碳责任对突破性创新的促进作用[49]。较高的业务数字化水平便于企业在履行碳责任的同时更好地兼顾创新发展,强化企业履行碳责任与企业双元创新的关系。

基于此,本文提出假设:

业务数字化水平正向调节战略性新兴企业碳责任与渐进性创新的 U 型关系,即业务数字化水平较高时,战略性新兴企业碳责任与渐进性创新的 U 型关系会受到显著的强化(H3a);

业务数字化水平正向调节战略性新兴企业碳责任与突破性创新的 U 型关系,即业务数字化水平较高时,战略性新兴企业碳责任与突破性创新的 U 型关系会受到显著的强化(H3b)。

技术数字化是战略性新兴企业数字化转型的支撑。根据信号传递理论,技术数字化水平的提高为企业提供了更便捷的信息交流渠道,帮助企业将碳责任履行的相关信息及时向外界反馈,树立企业积极响应“双碳”战略的社会责任形象,降低企业与利益相关者之间的信息不对称,有利于为企业赢得更好的声誉,提升企业竞争力和影响力,助力企业获得利益相关者的信任与资源支持,为企业加大创新研发投入供给资源提

供保障[50]。此外，随着技术数字化水平的提高，企业履行碳责任而赢得的资源支持将发挥更大效能。一方面，企业通过资源整合能力对组织内部现有资源进行整合、重置与吸收，充分发掘其潜在创新价值。通过对现有技术改造、将原有技术、产品和服务重新组合，在现有技术路径上拓展产品和服务的新功能，加强碳责任对渐进性创新的促进作用[51]。另一方面，企业借助较高的信息搜集效率，加速内部知识库的更新，促进异质性知识和资源的有效结合，促使企业摆脱技术进步的路径依赖，实现对产品性能或关键技术的颠覆，加强碳责任对突破性创新的促进作用[52-53]。技术数字化水平的提高加强了企业履行碳责任对双元创新的促进效应，加速碳责任影响双元创新拐点的到来，强化企业履行碳责任与企业渐进性创新、突破性创新的关系。

基于此，本文提出假设：

技术数字化水平正向调节战略性新兴企业碳责任与渐进性创新的 U 型关系，即技术数字化水平较高时，战略性新兴企业碳责任与渐进性创新的 U 型关系会受到显著的强化（H4a）；

技术数字化水平正向调节战略性新兴企业碳责任与突破性创新的 U 型关系，即技术数字化水平较高时，战略性新兴企业碳责任与突破性创新的 U 型关系会受到显著的强化（H4b）。

本文理论模型如图 3 所示。

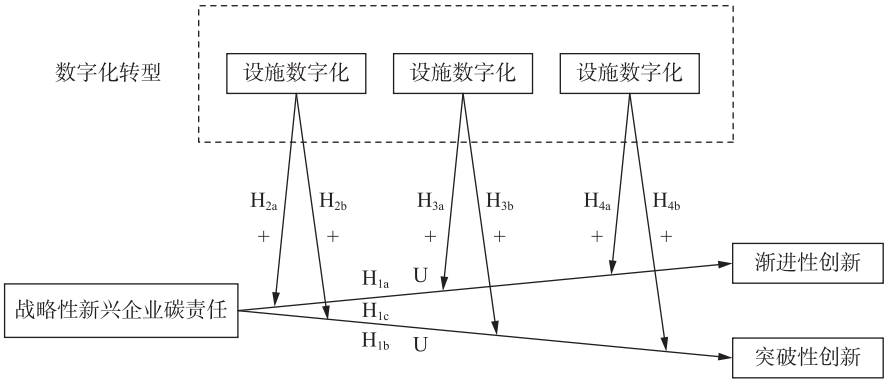


图 3　理论模型

四、研究设计

（一）样本选择与数据来源

考虑到科创板上市公司自 2019 年陆续上市，并在中国战略性新兴行业上市公司中占有较大比重（表 1），因此选取 2020—2022 年的战略性新兴行业上市公司作为研究样本。对研究样本进行如下处理：①剔除被实施其他风险警示、退市风险警示及暂停上市类别的公司；②剔除金融和保险类上市公司；③剔除数据存在缺失的样本；④为避免极端值的影响，对连续变量进行 1%水平下的 Winsorize 处理。碳排放量数据来自上市公司年报，专利数据来自国家知识产权局专利局专利信息服务平台，企业数字化转型相关数据来自上市公司年报，公司层面的控制变量数据来源于国泰安（CSMAR）数据库，相关企业年报数据来自深圳证券交易所、上海证券交易所官方网站。

表 1　战略性新兴企业上市公司所属行业分布

行业	数量	占比（%）
高端装备制造产业	294	16.60
节能环保产业	181	10.20
生物产业	258	14.60
数字创意产业	48	2.70
相关服务业	35	1.90
新材料产业	255	14.40
新能源产业	62	3.50
新能源汽车产业	85	4.80
新一代信息技术产业	548	31.00

（二）变量定义

1. 被解释变量

双元创新。双元创新包括渐进性创新（*II*）与突破性创新（*RI*）。参照侯羽迪[51]的方法，基于创新产出视角，通过企业当年申请并获批准的发明专利的国际分类号（IPC）对渐进性创新、突破性创新进行测度。应用专利分类号的前 4 位代表专利所属技术领域，测度的具体方式为：以所分析年度之前的 3 年作为对照期，若

企业第 t 年申请发明专利 i 的 IPC 分类号前 4 位在之前 3 年曾出现过至少一次，则将其视为渐进性创新，记 $II_{i,t}=1$，$RI_{i,t}=0$；否则视为突破性创新，记 $II_{i,t}=0$，$RI_{i,t}=1$。依次对企业第 t 年的发明专利进行区分，计算得到 $\ln(\sum II_{i,t}+1)$ 与 $\ln(\sum RI_{i,t}+1)$，分别作为该企业第 t 年渐进性创新、突破性创新程度的测度指标。由于多数发明专利具有不止一个 IPC 分类号，为严格区分渐进性创新与突破性创新，只有当各个 IPC 分类号的前 4 位在前 3 年均未出现时才记 $RI_{i,t}=1$。

2. 核心解释变量

碳责任（*Resp*）。碳责任作为环境责任的一种，是指企业在应对气候变化和实现“双碳”目标过程中，应承担的减少碳排放的责任和义务，通过企业碳排放量的对数值这一逆向指标衡量企业碳责任。借鉴沈洪涛和黄楠[54]的方法，借助营业成本，使用行业碳排放量估算企业的碳排放量。并对其进行指标正向化处理，企业承担的碳责任等于企业碳排放量对数值的最大值减去企业碳排放量对数值，具体计算方法如式（1）和式（2）所示。碳排放量越大，代表企业承担的碳责任越小。行业主营成本与行业能源消耗总量数据分别来源于《中国工业经济统计年鉴》和《中国能源统计年鉴》。参照厦门节能中心二氧化碳计算标准，1 吨标准煤的二氧化碳折算系数为 2.493。

$$\text{企业碳排放量}=\text{企业（行业）主营成本}\times\text{行业能源消耗总量}\times\text{二氧化碳折算系数} \tag{1}$$

$$\text{企业碳责任}=\ln(\text{碳排放量}_{\max})-\ln(\text{碳排放量}_{i,t}) \tag{2}$$

3. 调节变量

数字化转型（*DT*）。现有相关文献对数字化转型的测度方法如下：第一，通过调查问卷法获取企业数字化转型有关数据。采用此方法可以得到较为全面的调研数据，但受限于被调查者的主观性，与实际指标存在误差。第二，根据企业当年是否采取数字化转型构建虚拟变量，以此度量企业数字化转型。这种做法的局限在于无法有效展现数字化转型强度。第三，通过分析上市公司年报和统计词频构造数字化转型强度指标。然而，以上方法主要测度数字化转型整体水平，但对数字化转型水平进行维度细分并测度的相关研究较少。

本文借鉴刘飞[55]及董瑶等[56]的做法，同时考虑战略性新兴产业上市公司数据的可得性，运用指标体系的方法，从“设施数字化”“业务数字化”“技术数字化”三个层面来测度企业数字化转型。

（1）设施数字化（*FD*）。借鉴刘飞[55]及董瑶等[56]的做法，用企业设施投资资产净值与总资产净值之比测度。

（2）业务数字化（*BD*）。借鉴董瑶等[56]的做法，用年度报告中“持续交付”“场景化”“用户需求”“消费者需求”“市场需求”“在线销售”“数字营销”“电子商务”“网络销售”“数字营销”等相关关键词词频测度。

（3）技术数字化（*TD*）。借鉴吴非等[57]的研究，结合战略性新兴产业研究情境，以企业年报中“人工智能”“大数据”“云计算”“区块链”等模块涉及物联网、云计算、云平台、云安全、云服务、大数据、数据科学、数据挖掘、人工智能、人工智能技术、生物识别、人脸识别、机器学习、深度学习、自然语言处理、图像识别、语音识别、区块链等 39 个相关关键词词频测度。

4. 控制变量

根据以往研究，采用一系列控制变量，包括企业规模、资产负债率、营业收入增长率、净资产收益率、资产收益率、流动比率[6,19]。此外，本文控制了时间与个体固定效应。相关变量的定义见表 2。

表 2 主要变量指标说明

变量类型	变量名称	符号	变量定义
被解释变量	渐进性创新	*II*	根据前文定义为 $\ln(\sum II_{i,t}+1)$
	突破性创新	*RI*	根据前文定义为 $\ln(\sum RI_{i,t}+1)$
解释变量	碳责任	*Resp*	根据前文定义为 $\ln(\text{碳排放量}_{\max})-\ln(\text{碳排放量}_{i,t})$
调节变量	设施数字化	*FD*	设施投资资产净值与总资产净值之比
	业务数字化	*BD*	对年度报告相关关键词词频统计
	技术数字化	*TD*	对年度报告相关关键词词频统计

续表

变量类型	变量名称	符号	变量定义
控制变量	企业规模	*Size*	营业收入的自然对数(企业总资产的自然对数)
	资产负债率	*Lev*	企业当年总负债/总资产
	企业营业收入增长率	*Growth*	(本年营业收入-上年营业收入)/上年营业收入
	净资产收益率	*ROE*	企业当年税后利润/企业净资产
	资产收益率	*ROA*	净利润/期末总资产
	流动比率	*CR*	流动资产/流动负债

(三)模型设定

1. 战略性新兴企业碳责任与企业双元创新的直接效应模型

本部分检验战略性新兴企业碳责任对企业双元创新的影响，构建直接效应模型为

$$II_{i,t}=\beta_0+\beta_1 Resp_{i,t}+\beta_2 Resp_{i,t}^2+\sum Controls_{i,t}+\theta_i+\gamma_t+\varepsilon_{i,t} \tag{3}$$

$$RI_{i,t}=\beta_0+\beta_1 Resp_{i,t}+\beta_2 Resp_{i,t}^2+\sum Controls_{i,t}+\theta_i+\gamma_t+\varepsilon_{i,t} \tag{4}$$

其中：下标 i 为公司；t 为时间；$Resp_{i,t}$ 为战略性新兴企业 i 第 t 年承担的碳责任；$Resp_{i,t}^2$ 为碳责任的平方项；$II_{i,t}$ 为渐进性创新；$RI_{i,t}$ 为突破性创新；$Controls_{i,t}$ 为控制变量；θ_i 为个体固定效应；γ_t 为时间固定效应；$\varepsilon_{i,t}$ 为随机扰动项；β 为待估系数。

2. 数字化转型的调节效应模型

本部分检验数字化转型的三个维度(设施数字化、业务数字化、技术数字化)对战略性新兴企业碳责任与企业双元创新关系产生的影响。为避免多重共线性对回归结果的影响，将碳责任和渐进性创新、突破性创新进行中心化处理，得到两者的交互项并引入方程，构建调节效应模型为

$$II_{i,t}=\beta_0+\beta_1 Resp_{i,t}+\beta_2 Resp_{i,t}^2+\beta_3 DT_{i,t}+\beta_4 DT_{i,t}\times Resp_{i,t}+\beta_5 DT_{i,t}\times Resp_{i,t}^2+\sum Controls_{i,t}+\theta_i+\gamma_t+\varepsilon_{i,t} \tag{5}$$

$$RI_{i,t}=\beta_0+\beta_1 Resp_{i,t}+\beta_2 Resp_{i,t}^2+\beta_3 DT_{i,t}+\beta_4 DT_{i,t}\times Resp_{i,t}+\beta_5 DT_{i,t}\times Resp_{i,t}^2+\sum Controls_{i,t}+\theta_i+\gamma_t+\varepsilon_{i,t} \tag{6}$$

其中：$DT_{i,t}$ 分别为设施数字化(FD)、业务数字化(BD)、技术数字化(TD)；$DT_{i,t}\times Resp_{i,t}$ 分别为设施数字化、业务数字化、技术数字化与碳责任的交乘项；$DT_{i,t}\times Resp_{i,t}^2$ 分别为设施数字化、业务数字化、技术数字化与碳责任平方项的交乘项。

五、实证结果与分析

(一)描述性统计和相关性分析

表 3 展示了主要的变量描述性统计结果。其中，企业碳责任 *Resp* 的最小值为 0，最大值为 17.350，标准差为 1.350，说明中国不同战略性新兴企业碳责任的承担水平存在很大差距。企业渐进性创新 *II* 的最小值为 0，最大值为 7.940，标准差为 1.429；企业突破性创新 *RI* 的最小值为 0，最大值为 6.031，标准差为 1.054，说明不同战略性新兴企业的渐进性创新、突破性创新存在着显著差异。

表 4 展示了变量的 Pearson 相关性分析。企业碳责任 *Resp* 与企业渐进性创新 *II*、突破性创新 *RI* 的 Pearson 相关系数均在 1%的水平上显著为正，说明直接效应是存在的。此外，各变量之间的相关系数的绝对值普遍小于 0.6，表明变量共线性较弱。同时，后续进行了方差膨胀因子(VIF)检验，*VIF* 值均远小于 10，说明不存在严重多重共线性问题。

表 3　描述性统计结果

变量名称	数量	均值	标准差	最小值	最大值
II	4506	2.419	1.429	0	7.940
RI	4506	1.885	1.054	0	6.031

续表

变量名称	数量	均值	标准差	最小值	最大值
Resp	2196	5.711	1.350	0	17.350
FD	1714	0.339	0.578	−0.367	1.868
BD	3113	2.139	1.143	0.008	5.823
TD	3214	1.032	0.484	−0.367	1.907
ROE	5295	0.110	1.258	−88.890	2.525
Lev	5298	0.332	0.186	0.016	1.753
Growth	5282	0.874	19.290	−0.994	944.103
ROA	5295	0.098	0.131	−1.896	1.589
CR	5295	0.041	0.045	0.002	0.683
Size	5290	21.780	213.302	0	9373.041

表4　相关性分析结果

变量	*II*	*RI*	*Resp*	*ROE*	*Lev*	*Growth*	*ROA*	*CR*	*Size*
II	1								
RI	0.551***	1							
Resp	0.429***	0.490***	1						
ROE	−0.065***	−0.077***	−0.209***	1					
Lev	−0.061***	−0.054**	−0.308***	−0.069***	1				
Growth	−0.008	−0.018	−0.001	−0.016	0	1			
ROA	−0.170***	−0.184***	−0.298***	0.189***	−0.137***	−0.036***	1		
CR	0.091***	0.057**	0.257***	−0.009	−0.611***	0.049***	−0.009	1	
Size	−0.055**	−0.073***	−0.360***	0.003	0.057***	−0.001	0.000	−0.041***	1

注：***、**、*分别代表在1%、5%、10%的显著性水平。

（二）基准回归分析

1. 战略性新兴企业碳责任与企业双元创新的直接效应检验

表5展示了战略性新兴企业碳责任与企业双元创新的直接效应检验模型的回归分析结果。（1）列和（3）列分别是不考虑控制变量时，战略性新兴企业碳责任对企业渐进性创新、突破性创新的影响。（2）列是加入控制变量后，战略性新兴企业碳责任对企业渐进性创新的影响。（2）列的结果表明，碳责任对企业渐进性创新呈显著负向影响（$\beta=-3.251$，$P<0.01$），碳责任的平方项对企业渐进性创新呈显著正向影响（$\beta=3.417$，$P<0.01$），表明战略性新兴企业碳责任与企业渐进性创新之间存在正U型关系，即碳责任对渐进性创新具有先抑制后促进的作用，假设H1a得到验证。同时使用Stata Utest指令对U型关系进行分析，发现极值点为4.76，落在了碳责任的高低值区间（0，17.35）之内，且$P<0.01$，同时较低的碳责任承担水平处的曲线斜率为负，较高的碳责任承担水平处的曲线斜率为正，进一步证明正U型曲线关系成立。碳责任对企业渐进性创新的方差解释率达到88.8%，表明模型对数据的拟合程度较好。

表5　直接效应的回归结果

变量	（1）	（2）	（3）	（4）
	II	*II*	*RI*	*RI*
Resp	−2.510 （−1.133）	−3.251*** （−3.224）	−2.512 （−1.183）	−3.271*** （−3.084）
$Resp^2$	2.653 （1.150）	3.417*** （3.541）	2.655 （1.101）	3.381*** （3.288）
ROE		−0.882*** （−3.755）		−0.763*** （−2.857）
Lev		0.847 （0.377）		1.081 （0.542）
Growth		−0.043** （−2.054）		−0.046*** （−2.802）

续表

变量	(1)	(2)	(3)	(4)
	II	*II*	*RI*	*RI*
ROA		5.044 (1.638)		5.570 (1.904)
CR		8.785 (1.244)		7.617 (1.504)
Size		−0.017 ** (−2.458)		−0.018 *** (−2.770)
_cons	0.010 (1.137)	7.442 *** (3.300)	0.010 (1.170)	7.578 *** (2.940)
N	1946	1944	1946	1944
R^2	0.749	0.888	0.749	0.881
adj. R^2	0.596	0.819	0.595	0.807

注：***、**、*分别代表在1%、5%、10%的显著性水平；括号内为 t 值。

(4)列是加入控制变量后，战略性新兴企业碳责任对企业突破性创新的影响，碳责任对企业突破性创新呈显著负向影响($\beta=-3.271$，$P<0.01$)，碳责任的平方项对企业突破性创新呈显著正向影响($\beta=3.381$，$P<0.01$)，表明战略性新兴企业碳责任与企业突破性创新之间存在正U型关系，即碳责任对突破性创新具有先抑制后促进的作用，假设H1b得到验证。同时使用Stata Utest指令对U型关系进行分析，发现极值点为4.83，落在了碳责任的高低值区间(0，17.35)之内，且 $P<0.01$。同时较低的碳责任承担水平处的曲线斜率为负，较高的碳责任承担水平处的曲线斜率为正，进一步证明正U型曲线关系成立。碳责任对企业突破性创新的方差解释率达到88.1%，表明数据对模型的拟合程度较好。为更直观地呈现战略性新兴企业碳责任与渐进性创新、突破性创新间的U型曲线关系，绘制曲线图如图4所示。可以看出，碳责任与突破性创新的U型关系相较于碳责任与渐进性创新的U型关系更陡峭，即与渐进性创新相比，碳责任在前期对突破性创新的负向影响更大，在后期对突破性创新的正向影响更大，验证了假设H1c。

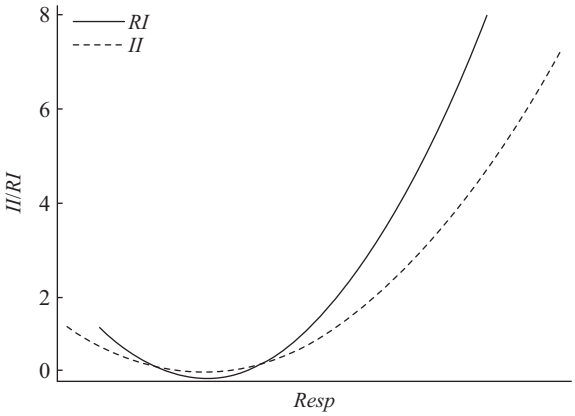


图4　战略性新兴企业碳责任与渐进性创新、突破性创新关系

2. 数字化转型的调节作用检验

表6为检验设施数字化、业务数字化、技术数字化对企业碳责任与渐进性创新、突破性创新间关系的调节效应的回归结果。(1)列和(2)列分别检验设施数字化对碳责任与渐进性创新、突破性创新间关系的调节效应。回归结果显示，碳责任的二次项和设施数字化的交互项对渐进性创新的影响显著为正($\beta=0.595$，$P<0.01$)，表明设施数字化水平正向调节战略性新兴企业碳责任与渐进性创新的U型关系，即设施数字化水平较高时，战略性新兴企业碳责任与渐进性创新的U型关系会受到显著的强化，假设H2a得到验证。碳责任和设施数字化的交互项对突破性创新的影响显著为负($\beta=-1.380$，$P<0.01$)，碳责任的二次项和设施数字化的交互项对突破性创新的影响显著为正($\beta=0.150$，$P<0.01$)，表明设施数字化水平正向调节战略性新兴企业碳责任与突破性创新的U型关系，即设施数字化水平较高时，战略性新兴企业碳责任与突破性创新的U型关系会受到显著的强化，假设H2b得到验证。设施数字化对战略性新兴企业碳责任与渐进性创新、突破性创新间关系的调节效应如图5和图6所示。

表6的(3)列和(4)列分别检验业务数字化对碳责任与渐进性创新、突破性创新间关系的调节效应。回归结果显示，碳责任的二次项和设施数字化的交互项对渐进性创新的影响显著为正($\beta=0.057$，$P<0.05$)；碳责任和设施数字化的交互项对突破性创新的影响显著为负($\beta=-1.706$，$P<0.1$)，碳责任的二次项和设施数

字化的交互项对突破性创新的影响显著为正($\beta=0.214$,$P<0.01$)。这表明业务数字化水平正向调节战略性新兴企业碳责任与渐进性创新、新兴企业碳责任与突破性创新间的 U 型关系,即业务数字化水平较高时,战略性新兴企业碳责任分别与渐进性创新和突破性创新的 U 型关系会受到显著的强化,假设 H3a 和假设 H3b 得到验证。业务数字化对战略性新兴企业碳责任与渐进性创新、突破性创新间关系的调节效应如图 7 和图 8 所示。

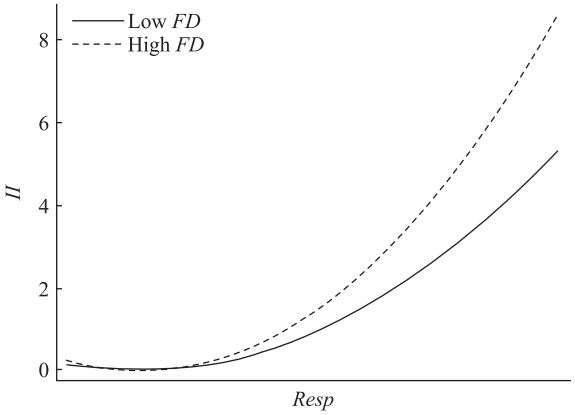


图 5 设施数字化对碳责任与渐进性创新间关系的调节效应

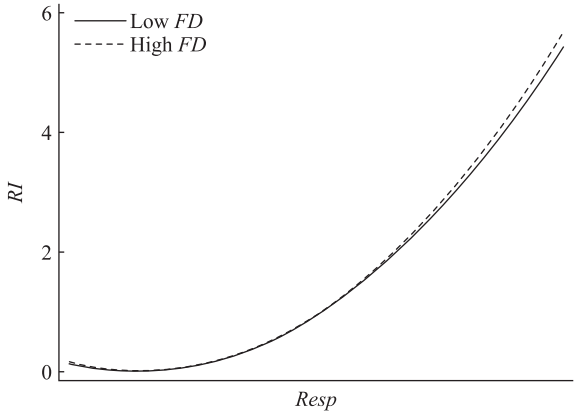


图 6 设施数字化对碳责任与突破性创新间关系的调节效应

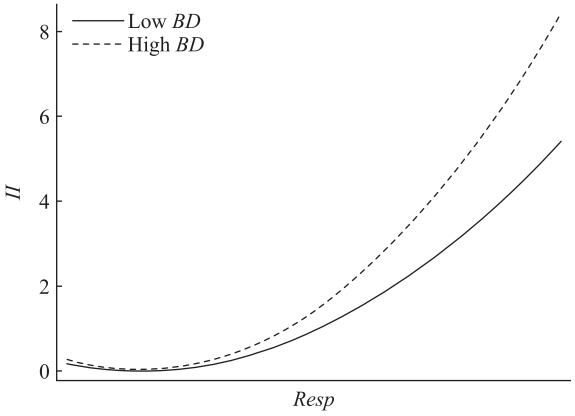


图 7 业务数字化对碳责任与渐进性创新间关系的调节效应

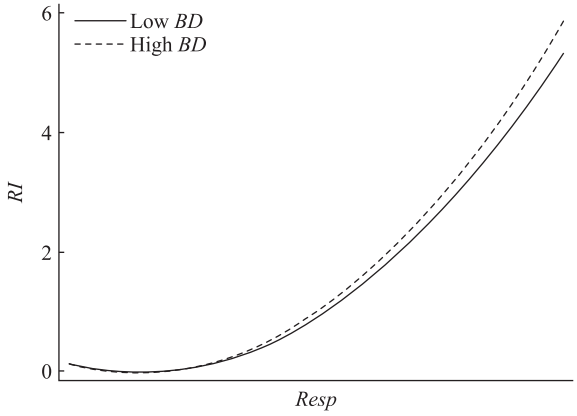


图 8 业务数字化对碳责任与突破性创新间关系的调节效应

表 6 的(5)列和(6)列分别检验技术数字化对碳责任与渐进性创新、突破性创新间关系的调节效应。回归结果显示,碳责任的二次项和技术数字化的交互项对渐进性创新和突破性创新的影响显著为正($\beta=0.024$,$P<0.1$;$\beta=0.079$,$P<0.05$),表明技术数字化水平正向调节战略性新兴企业碳责任与渐进性创新、新兴企业碳责任与突破性创新间的 U 型关系,即技术数字化水平较高时,战略性新兴企业碳责任与突破性创新的 U 型关系会受到显著的强化,假设 H4a 和假设 H4b 得到验证。技术数字化对战略性新兴企业碳责任与渐进性创新、突破性创新间关系的调节效应如图 9 和图 10 所示。

为了更全面地反映数字化转型所发挥的调节效应,本文借鉴 Haans 等[58]的研究,对曲线的形态进行具体分析。从在图 5 和图 6 可以看出,战略性新兴企业碳责任与企业渐进性创新、突破性创新的正 U 型关系曲线随着调节变量设施数字化水平增加而变得陡峭。从图 7 和图 8 可以看出,战略性新兴企业碳责任与企业渐进性创新、突破性创新的正 U 型关系曲线随着调节变量业务数字化水平增加而变得陡峭。从图 9 和图 10 可以看出,战略性新兴企业碳责任与企业渐进性创新、突破性创新的正 U 型关系曲线随着调节变量技术数字化水平增加而变得陡峭。这是因为在拐点到来之前,随着设施数字化、业务数字化、技术数字化的增强,碳责任对渐进性创新、突破性创新的作用机制分别得到强化,所以企业的碳责任履行成本会在初期增加,

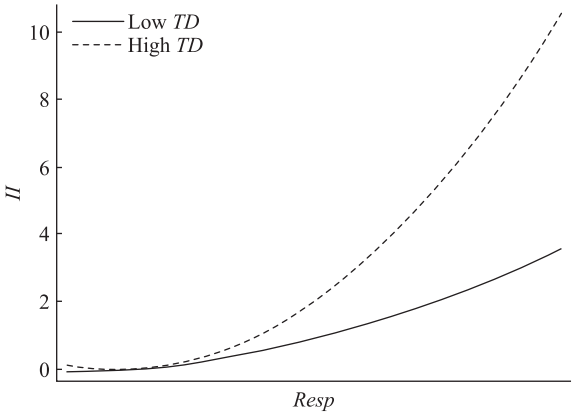


图 9　技术数字化对碳责任与渐进性创新间关系的调节效应

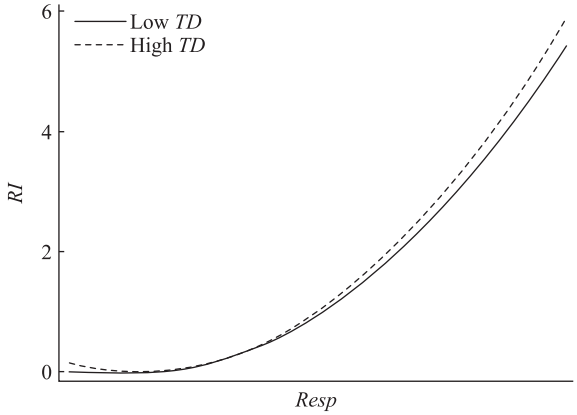


图 10　技术数字化对碳责任与突破性创新间关系的调节效应

表 6　调节效应的回归结果

变量	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	II	*RI*	*II*	*RI*	*II*	*RI*
Resp	−0.824 (−1.612)	−0.287 (−0.398)	−3.125*** (−2.965)	−1.877 (−0.790)	−1.612*** (−3.793)	−0.394 (−0.249)
$Resp^2$	0.732** (2.332)	0.031 (1.453)	3.616*** (3.200)	1.068*** (3.521)	1.542*** (4.311)	0.119 (0.761)
FD	7.527 (1.237)	3.086*** (2.582)				
FD×Resp	−4.423 (−1.558)	−1.380*** (−2.657)				
$FD×Resp^2$	0.595*** (2.765)	0.150*** (2.709)				
BD			5.402 (0.733)	2.763 (1.530)		
BD×Resp			−1.293 (−1.411)	−1.706* (−1.658)		
$BD×Resp^2$			0.057** (2.147)	0.214*** (2.656)		
TD					5.689 (1.093)	0.835 (1.307)
TD×Resp					1.563* (−1.836)	−0.571* (−1.946)
$TD×Resp^2$					0.024* (1.742)	0.079** (1.969)
ROE	−0.438 (−1.639)	−0.005 (−0.107)	−0.878*** (−3.638)	−0.424*** (−2.879)	−0.358*** (−2.860)	−0.186*** (−4.755)
Lev	1.346 (0.626)	0.577 (1.242)	0.717 (0.304)	−0.413 (−0.169)	0.070 (0.085)	0.430 (0.612)
Growth	0.001 (1.263)	0.003 (1.603)	−0.043** (−1.977)	0.001 (1.482)	−0.007 (−1.288)	0.000 (0.005)
ROA	2.422 (0.777)	−0.109 (−0.204)	4.361 (1.355)	−0.971 (−0.596)	1.362 (0.742)	−0.313 (−0.461)
CR	2.978 (0.322)	0.220 (0.115)	9.515 (1.286)	−1.614 (−0.159)	1.103 (0.125)	−1.937 (−0.443)
Size	−0.018 (−1.228)	0.000 (0.237)	−0.016** (−2.461)	1.091 (1.258)	−0.006* (−1.907)	−0.002** (−2.031)
_cons	7.367 (0.593)	−1.912 (−1.103)	88.228*** (2.921)	−19.601 (−1.340)	41.848*** (3.554)	0.149 (0.015)

续表

变量	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	II	*RI*	*II*	*RI*	*II*	*RI*
N	1844	928	1844	928	1844	928
R^2	0.843	0.671	0.845	0.793	0.791	0.818
adj. R^2	0.677	0.464	0.748	0.575	0.659	0.627

注：***、**、* 分别代表在 1%、5%、10%的显著性水平；括号内为 t 值。

挤占创新资源，短期内碳责任承担尚未带来效益弥补成本，导致企业创新绩效降低，强化了此阶段企业碳责任对双元创新的抑制效应。当超过拐点后，伴随着数字化转型所发挥的调节作用，企业碳责任履行带来效益的提升进一步为企业双元创新创造良好条件，企业碳责任对双元创新的促进效应也随之得到强化。

(三) 稳健性检验

1. 替换被解释变量

为验证上述结论的准确性，通过替换被解释变量指标的方法进行稳健性检验。参考荣奎桢和陆奇斌[19]的研究，采用实用型专利与外观专利获得数量之和加 1 的对数度量企业渐进性创新，采用发明专利获得数量加 1 的对数度量企业突破性创新。从表 7 可以看出，替换被解释变量后实证结果无实质性改变。所有假设仍然成立。

2. 替换解释变量

通过替换解释变量指标的方法进行稳健性检验。采用企业碳减排率度量企业承担碳责任的情况。从表 8 可以看出，替换解释变量后实证结果无实质性改变。所有假设仍然成立。

3. 替换回归方法

基于本文数据分布特点，使用 Tobit 模型检验战略性新兴企业碳责任与双元创新的关系。从表 9 可以看出，对于渐进性创新和突破性创新，企业碳责任的系数估计值在 5%的水平上显著为负，其平方项的系数估计值在 5%的水平上显著为正，更换模型后发现企业碳责任与双元创新存在 U 型关系的结论依然是稳健的。所有假设仍然成立。

表 7　稳健性检验结果(替换被解释变量)

变量	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
	II	*RI*	*II*	*RI*	*II*	*RI*	*II*	*RI*
Resp	−1.473*** (−5.130)	−2.420*** (−3.866)	−1.634*** (−4.423)	−3.636*** (−3.857)	−1.493** (−2.131)	−3.480*** (−2.639)	−5.641*** (−6.909)	−5.763*** (−7.127)
$Resp^2$	1.283*** (5.350)	0.403*** (4.972)	1.268*** (4.950)	3.702*** (4.082)	1.562** (2.005)	3.441*** (2.722)	5.467*** (7.723)	5.565*** (7.844)
FD			3.571 (0.553)	−2.720*** (−3.146)				
FD×Resp			−1.770 (−0.592)	−1.321*** (−3.137)				
$FD\times Resp^2$			0.202** (1.963)	1.128*** (3.154)				
BD					−5.293 (−0.637)	−3.106 (−0.432)		
BD×Resp					−1.687 (−0.493)	−0.470 (−0.125)		
$BD\times Resp^2$					0.136*** (2.932)	0.019*** (2.626)		
TD							−5.717*** (−5.384)	−3.636*** (−5.652)
TD×Resp							−5.484*** (5.809)	−4.405*** (6.122)
$TD\times Resp^2$							1.211*** (6.025)	1.312*** (6.147)

续表

变量	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
	II	*RI*	*II*	*RI*	*II*	*RI*	*II*	*RI*
ROE	−0.379***	−0.212***	−0.370***	−0.802***	−0.362***	−0.769***	−0.640***	−0.505***
	(−3.518)	(−4.954)	(−3.552)	(−3.275)	(−2.727)	(−2.831)	(−4.143)	(−4.025)
Lev	0.183	0.193	0.407	0.562	0.113	0.898	−0.183	−0.103
	(0.122)	(0.279)	(0.270)	(0.287)	(0.070)	(0.462)	(−0.038)	(−0.066)
Growth	−0.008	0.000	−0.009	−0.037*	−0.008	−0.046*	−0.016	−0.017
	(−1.365)	(0.006)	(−1.508)	(−1.757)	(−1.142)	(−1.975)	(−1.354)	(−1.374)
ROA	1.686	0.126	1.606	5.348*	1.609	4.792	2.654	2.961*
	(1.081)	(0.176)	(0.954)	(1.776)	(0.920)	(1.536)	(1.240)	(1.684)
CR	−1.776	−3.259	0.257	5.402	−0.932	7.832	4.610	1.682
	(−0.243)	(−0.384)	(0.053)	(0.831)	(−0.170)	(0.935)	(0.645)	(0.353)
Size	−0.006***	−0.003**	−0.006***	−0.017***	−0.005***	−0.017**	−0.009***	−0.008***
	(−3.185)	(−2.406)	(−2.845)	(−3.253)	(−2.648)	(−2.347)	(−2.848)	(−2.172)
_cons	2.020***	3.171**	2.200***	2.165***	3.009**	5.289***	4.821***	4.745***
	(4.376)	(2.494)	(3.836)	(3.587)	(2.310)	(2.665)	(5.932)	(6.156)
N	1354	1214	1354	1214	1354	1214	1354	1214
R^2	0.785	0.815	0.789	0.841	0.788	0.825	0.884	0.880
adj. R^2	0.652	0.623	0.656	0.741	0.654	0.714	0.811	0.805

注：***、**、*分别代表在1%、5%、10%的显著性水平上显著；括号内为 t 值。

表8　稳健性检验结果(替换解释变量)

变量	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
	II	*RI*	*II*	*RI*	*II*	*RI*	*II*	*RI*
Resp	−4.751***	−2.176	−3.097*	−2.089***	−7.792**	−2.466**	−3.038***	−0.394
	(−2.846)	(−1.426)	(−1.748)	(−2.823)	(−2.460)	(−2.030)	(−2.728)	(−0.869)
$Resp^2$	0.942***	0.550***	0.662***	0.347***	1.344***	0.420***	0.546***	0.119***
	(4.462)	(2.727)	(2.838)	(3.485)	(3.271)	(2.657)	(2.941)	(2.711)
FD			2.216	0.255				
			(0.936)	(0.350)				
FD×Resp			−1.677	−0.243				
			(−1.326)	(−0.552)				
$FD×Resp^2$			0.269*	0.044*				
			(1.948)	(1.764)				
BD					−2.890	−0.200		
					(−1.290)	(−0.220)		
BD×Resp					−1.380*	−0.030		
					(−1.946)	(−0.206)		
$BD×Resp^2$					0.177*	0.102*		
					(1.917)	(1.915)		
TD							−0.229	−0.835
							(−0.039)	(−1.307)
TD×Resp							−0.467**	−0.571
							(−2.330)	(−1.446)
$TD×Resp^2$							0.115**	0.079**
							(1.971)	(1.985)
ROE	−0.504***	−0.345***	−0.470***	−0.204***	−0.526***	−0.184***	−0.490***	−0.186***
	(−4.054)	(−3.145)	(−3.735)	(−4.243)	(−3.923)	(−3.737)	(−4.242)	(−4.725)
Lev	1.555	1.519	1.275	0.539	0.703	0.388	0.563	0.430
	(0.565)	(0.712)	(0.412)	(0.735)	(0.243)	(0.554)	(0.118)	(0.652)
Growth	0.001	0.001	0.002**	0.000	0.001*	−0.000*	0.001*	0.000
	(1.076)	(0.738)	(2.140)	(0.228)	(1.677)	(−0.166)	(1.825)	(0.065)
ROA	3.244*	1.456	2.437	−0.207	3.673**	−0.066	3.073*	−0.313
	(1.836)	(1.220)	(1.451)	(−0.235)	(2.068)	(−0.078)	(1.831)	(−0.431)

续表

变量	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
	II	*RI*	*II*	*RI*	*II*	*RI*	*II*	*RI*
CR	6.699 (0.652)	6.210 (0.647)	3.275 (0.268)	−1.497 (−0.374)	−2.746 (−0.252)	−2.411 (−0.531)	0.117 (0.061)	−1.937 (−0.413)
Size	−0.007** (−2.306)	−0.003 (−1.100)	−0.008** (−2.090)	−0.003* (−1.940)	−0.008** (−2.542)	−0.003** (−2.315)	−0.006** (−2.350)	−0.002** (−2.041)
_cons	3.246 (0.856)	−0.738 (−0.622)	1.733 (0.474)	2.644* (1.847)	1.087 (1.557)	3.532 (1.493)	4.265 (0.555)	0.149 (0.205)
N	986	928	986	928	986	928	986	928
R^2	0.880	0.790	0.884	0.817	0.882	0.817	0.883	0.818
adj. R^2	0.756	0.572	0.763	0.625	0.759	0.625	0.760	0.627

注：***、**、*分别代表在1%、5%、10%的显著性水平上显著；括号内为*t*值。

表9　稳健性检验结果(替换回归方法)

变量	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
	II	*RI*	*II*	*RI*	*II*	*RI*	*II*	*RI*
Resp	−4.004*** (−4.625)	−5.719*** (−5.567)	−3.965*** (−3.835)	−3.630*** (−3.556)	−4.486*** (−2.661)	−3.371*** (−7.287)	−2.632 (−1.328)	−1.238* (−1.716)
$Resp^2$	5.065*** (9.940)	5.496*** (5.952)	0.128 (0.171)	0.907*** (2.967)	3.047* (1.649)	3.341*** (8.355)	1.096*** (3.513)	0.989* (1.787)
FD			5.715*** (2.582)	−5.122** (−2.057)				
FD×Resp			−2.039** (−2.471)	−1.425** (−2.066)				
$FD×Resp^2$			0.187** (2.463)	0.096* (1.948)				
BD					5.942** (2.146)	−6.359*** (−5.627)		
BD×Resp					−1.876* (−1.853)	−1.931*** (−5.585)		
$BD×Resp^2$					0.154*** (2.633)	0.145*** (5.720)		
TD							3.097 (1.179)	0.374 (0.390)
TD×Resp						−0.819 (−0.843)	−0.203 (−0.479)	
$TD×Resp^2$						0.064* (1.750)	0.025* (1.763)	
ROE	−1.988*** (−5.105)	−2.553*** (−7.456)	3.802** (1.984)	1.145 (1.536)	4.270** (1.970)	1.167*** (2.909)	3.403* (1.709)	1.100* (1.949)
Lev	−1.007*** (−2.628)	−1.023** (−2.368)	1.909** (2.468)	0.388 (0.686)	1.505** (2.054)	0.256 (0.878)	1.683** (2.391)	0.521 (0.989)
Growth	−0.010*** (−2.614)	−0.008*** (−7.269)	−0.481 (−1.581)	−0.002 (−0.795)	−0.337* (−1.692)	−0.115** (−2.301)	−0.548 (−1.564)	−0.000 (−0.368)
ROA	−9.113*** (−18.712)	−6.801*** (−11.170)	−4.944* (−1.648)	−0.169 (−0.174)	−6.262* (−1.930)	−0.153 (−0.238)	−4.493 (−1.462)	−0.214 (−0.248)
CR	−2.354 (1.520)	−2.362 (1.512)	3.649 (1.522)	−0.588 (−0.301)	3.958 (1.260)	−0.109 (−0.124)	4.041** (1.961)	0.612 (0.477)
Size	−0.545*** (−3.716)	−0.597*** (−3.320)	−0.014* (−1.740)	−0.022 (−0.843)	−0.007 (−0.667)	−0.022* (−1.757)	−0.004 (−0.383)	−0.053 (−1.215)
_cons	21.182** (−2.420)	18.847** (−2.420)	−2.380*** (−5.023)	−1.544** (−2.426)	−3.089*** (−4.979)	−0.370 (−1.366)	−3.973*** (−5.730)	−1.108** (−2.390)
N	1979	1979	1878	1878	1878	1878	1878	1878

注：***、**、*分别代表在1%、5%、10%的显著性水平；括号内为*t*值。

（四）异质性分析

产权结构异质性。企业碳责任是企业环境责任的重要组成部分，企业积极践行碳责任有助于企业形成良好声誉，培育良好的企业形象，在利益相关者中扩大影响力，促进企业业绩提升，进而为企业开展创新活动、增强企业竞争力提供充足的经济条件，形成企业践行碳责任与企业创新双向互动的良好循环。对于非国有企业而言，培育重视绿色低碳、积极承担环境责任的良好企业形象，不断创新获取竞争优势与市场份额是保证持续经营的重要举措。相对而言，积极履行环境责任可以促进非国有企业形成良好声誉并带来较大效益，而国有企业因其天然属性，积极履行环境责任常常被公众视为应有之义，所带来的收益提升效应相对不明显。并且，考虑到非国有企业承担碳责任的目的之一是扩大政治参与，改善外部环境，获取更多的创新资源，而国有企业由于天然政治关联的优势会拥有更多的外部资源，自然碳责任承担对研发创新活动的激励作用会在非国有企业表现得更加明显[59]。另外，相对于受市场逻辑和扩张动机主导的非国有企业，国有企业组织结构链条长，存在一定的转换惯性与行为惰性，并且国有控股企业在承担较多社会职能的情况下倾向于回避风险，减少投资风险较高的创新项目，进而形成创新的负面锁定效应。本文基于样本企业是否属于国有企业赋值虚拟变量，从所有权结构异质性角度，考察战略性新兴企业碳责任与企业双元创新影响的差异性。从表 10 和表 11 可以看出，该检验结果表明，与国有企业相比，碳责任对非国有企业双元创新的作用效果更明显，本文的研究假设成立。

表 10　所有权结构异质性分析结果（国有企业部分）

变量	（1）	（2）	（3）	（4）	（5）	（6）	（7）	（8）
	II	*RI*	*II*	*RI*	*II*	*RI*	*II*	*RI*
Resp	9.623**	9.671***	−3.901	−3.468	−3.799	−1.247	−11.257	−1.334
	（2.088）	（3.961）	（−1.418）	（−1.390）	（−0.873）	（−1.036）	（−1.068）	（−0.579）
$Resp^2$	0.137	0.310***	0.726**	0.426**	0.480**	0.144	1.459**	0.171*
	（0.369）	（3.844）	（2.005）	（2.143）	（1.917）	（1.192）	（2.148）	（1.926）
FD			−0.836	−1.360				
			（−0.345）	（−0.695）				
FD×Resp			−0.222	−0.758				
			（−0.167）	（−0.787）				
$FD×Resp^2$			0.201**	0.091*				
			（1.981）	（1.881）				
BD					3.438	1.546		
					（0.851）	（1.595）		
BD×Resp					−2.706	−0.878		
					（−1.607）	（−1.477）		
$BD×Resp^2$					0.373*	0.107*		
					（1.893）	（1.645）		
TD							−2.473	0.782
							（−1.312）	（0.272）
TD×Resp							−1.320	−0.451
							（−0.552）	（−0.399）
$TD×Resp^2$							0.122**	0.054**
							（2.471）	（1.579）
ROE	2.393	1.141**	1.656**	2.639	2.036**	3.322	2.562**	3.023
	（1.531）	（2.142）	（2.610）	（1.380）	（2.040）	（1.560）	（2.492）	（1.433）
Lev	7.776	0.825	1.492	−1.020	−4.035	−1.211	−2.774	−1.021
	（1.257）	（0.358）	（0.640）	（−1.050）	（−0.690）	（−1.190）	（−0.500）	（−1.060）
Growth	0.263	0.491**	−0.578	0.216	−0.885	0.218	−0.854	0.225
	（0.330）	（1.967）	（−0.770）	（1.370）	（−1.390）	（1.490）	（−1.550）	（1.480）
ROA	−3.110	−1.252**	−1.003	−1.029*	−2.504	−3.366*	−2.533	−1.077*
	（−1.150）	（−2.304）	（−1.580）	（−1.820）	（−1.340）	（−1.840）	（−1.240）	（−1.670）
CR	2.074	2.497	−0.464	−0.238	−3.054	−0.759	−2.251	−0.248
	（0.395）	（0.253）	（−0.030）	（−0.040）	（−0.160）	（−0.150）	（−0.120）	（−0.050）

续表

变量	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
	II	*RI*	*II*	*RI*	*II*	*RI*	*II*	*RI*
Size	0.000 (0.135)	0.000 (1.410)	−0.014** (−1.980)	−0.001 (−1.370)	−0.003 (−1.200)	−0.001** (−1.980)	−0.003 (−1.110)	−0.001* (−1.690)
_cons	2.525*** (3.052)	1.919*** (3.879)	4.499 (0.835)	3.538 (1.323)	2.236 (0.814)	2.087 (1.174)	2.314 (1.037)	3.846 (0.674)
N	316	316	316	316	316	316	316	316
R^2	0.720	0.677	0.830	0.663	0.697	0.663	0.693	0.657
adj. R^2	0.539	0.470	0.607	0.439	0.495	0.439	0.488	0.429

注：***、**、* 分别代表在 1%、5%、10%的显著性水平；括号内为 *t* 值。

表 11　所有权结构异质性分析结果(非国有企业部分)

变量	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)
	II	*RI*	*II*	*RI*	*II*	*RI*	*II*	*RI*
Resp	−3.943*** (−7.920)	−2.845*** (−3.590)	−5.314 (−1.140)	−0.297 (−0.390)	−2.216*** (−3.260)	−2.132 (−1.340)	−6.361*** (−7.760)	−1.623*** (−4.110)
$Resp^2$	1.504*** (6.823)	0.473*** (3.427)	0.751* (1.927)	0.028* (1.649)	4.069*** (3.431)	0.134* (1.819)	5.713*** (8.876)	0.137*** (4.809)
FD			9.925 (1.347)	3.277** (2.275)				
FD×Resp			−5.692 (−1.527)	−1.491** (−2.466)				
$FD×Resp^2$			0.736* (1.762)	0.162*** (2.673)				
BD					−6.668 (−0.795)	2.196* (1.674)		
BD×Resp					−1.755 (−0.458)	−0.967* (−1.722)		
$BD×Resp^2$					0.100* (1.927)	0.097* (1.649)		
TD							−3.862*** (−5.333)	3.157*** (6.063)
TD×Resp							−3.718*** (−6.914)	−1.423*** (−6.898)
$TD×Resp^2$							1.212*** (6.574)	0.156*** (7.852)
ROE	0.458** (2.392)	0.121 (1.557)	−0.395 (−1.567)	0.001 (0.083)	−0.746*** (−3.616)	0.022 (0.443)	−0.571*** (−3.162)	−0.025 (−0.446)
Lev	1.578 (0.463)	−0.160 (−0.028)	1.431 (0.549)	0.798 (1.419)	2.608 (1.027)	0.617 (1.062)	0.518 (0.223)	0.880 (1.596)
Growth	0.004 (0.582)	0.018*** (4.764)	0.001 (0.768)	0.003 (1.558)	−0.037* (−1.828)	0.003 (1.559)	−0.013 (−1.129)	0.050 (0.777)
ROA	0.530 (0.127)	−0.711 (−0.582)	2.230 (0.964)	0.247 (0.477)	6.862* (1.869)	0.121 (0.252)	4.476** (2.140)	0.432 (0.949)
CR	−6.851 (−0.603)	−4.904 (−0.807)	3.944 (0.410)	0.557 (0.285)	11.491 (1.476)	0.218 (0.140)	5.870 (0.810)	1.623 (0.810)
Size	0.021*** (3.410)	0.006 (1.301)	−0.022 (−1.320)	−0.001 (−0.297)	−0.066*** (−2.635)	0.002 (0.821)	−0.040*** (−3.232)	−0.002*** (−2.837)
_cons	2.738*** (8.815)	3.945*** (3.970)	9.236 (1.030)	−1.987 (−0.999)	1.387*** (3.261)	−6.674 (−1.610)	5.400*** (6.633)	−4.681*** (−3.478)
N	1594	1528	1594	1528	1594	1528	1594	1528
R^2	0.728	0.674	0.845	0.673	0.862	0.664	0.897	0.694
adj. R^2	0.554	0.466	0.680	0.463	0.773	0.447	0.831	0.496

注：***、**、* 分别代表在 1%、5%、10%的显著性水平；括号内为 *t* 值。

六、结论与建议

（一）研究结论与意义

在“双碳”战略实施如火如荼、数字经济蓬勃发展的当下，研究战略性新兴企业履行碳责任能否促进双元创新关系到中国生态文明建设和经济高质量发展。借助 PCDPM，选取 2020—2022 年中国战略性新兴行业上市公司为研究样本进行实证检验，探究战略性新兴企业碳责任对双元创新的影响，并考察数字化转型的调节作用。研究发现：①战略性新兴企业碳责任对渐进性创新、突破性创新产生显著的 U 型影响；②设施数字化、业务数字化与技术数字化分别强化了战略性新兴企业碳责任与渐进性创新，以及碳责任与突破性创新间的关系；③异质性分析发现，相比国有企业，战略性新兴企业碳责任与渐进性创新、突破性创新之间的 U 型关系在非国有企业中更为显著。

本文的理论意义有：

第一，结合中国本土企业的转型实践和发展需求，丰富了“双碳”战略实施背景下战略性新兴企业碳责任的影响效应研究。已有的企业社会责任相关研究主要关注制造企业、科技企业、国有企业与民营企业等市场主体[60]，较少探讨战略性新兴企业，尤其是关注战略性新兴企业的碳责任。本文聚焦于战略性新兴企业，探究战略性新兴企业的碳责任对双元创新的影响，拓展了战略性新兴企业碳责任对企业创新的影响研究。

第二，发现战略性新兴企业碳责任对渐进性创新与渐进性创新两类不同类型创新活动的非线性影响及其作用机理，从碳责任视角拓展了战略性新兴企业双元创新的影响要素研究。以往有关社会责任与双元创新的相关研究，主要基于双元组织学习理论研究社会责任对开发性创新与探索性创新的影响，少部分研究关注社会责任对渐进性与突破性创新的影响，但大多基于线性思维。本文借助 PCDPM，揭示了战略性新兴企业碳责任对渐进性创新和突破性创新的非线性影响，为现有研究结论的不一致性提供了解释，从碳责任视角拓展了企业双元创新的影响范畴，丰富了社会责任与双元创新的理论研究。

第三，揭示了数字化转型对战略性新兴企业碳责任与双元创新关系的调节作用，丰富了碳责任与双元创新关系的权变效应研究。现有研究大多探讨数字化转型对企业创新的直接或间接作用，较少将其纳入碳责任影响双元创新的过程之中。本文以权变的观点，从数字化转型视角探索了数字化转型对战略性新兴企业碳责任与双元创新非线性关系的异质性影响，厘清了碳责任影响双元创新的边界条件，为影响战略性新兴企业碳责任与双元创新之间关系的权变因素研究作出了增量贡献。

（二）现实启示

本文具有以下现实启示：

第一，战略性新兴企业应积极响应国家“双碳”目标，制定明确的碳减排目标，并将其纳入企业整体发展战略中，提高碳排放信息披露质量。充分发挥碳责任对技术创新的驱动作用，通过优化现有生产流程、逐步提高能源效率来履行碳责任，加强渐进性创新；探索全新的低碳技术、升级减排设备、推进企业生产工艺流程更新，进行突破性创新，实现碳责任与双元创新的协同发展。

第二，战略性新兴企业要积极拥抱数字化转型大潮，企业应搭建数字化平台，积极部署智能制造和物联网设备，加大对数字化技术的投入，实现数据驱动的决策和管理。借助利用大数据分析和人工智能技术，实现资源的优化配置和高效利用，推动生产过程数字化、智能化和精细化。采用云计算实现研发资源的共享和协同，加速新技术的创新研发。借助数字化平台优化物流路线、缩短运输里程，降低运输过程中的碳排放量，推动运营模式低碳化。

（三）研究不足与展望

尽管本文从理论和实证层面考察了战略性新兴企业碳责任对双元创新的非线性影响，并得出了若干有价值的研究结论，但仍然存在一些研究局限性，值得未来进一步研究和探讨。在数据收集方面，由于战略性新兴行业上市公司中，自 2019 年陆续上市的科创板上市公司占相当大的比重，故选取 2020—2022 年数据，使样本量受到限制。另外，由于特殊事件等原因，本文结论很可能受到影响。随着战略性新兴产业迅猛发

展,未来研究可获取更长时间跨度的数据,对战略性新兴企业的碳责任和双元创新之间的关系进行更加精准深入地分析。

参考文献

[1] 王宇. 以新促质:战略性新兴产业与未来产业的有效培育[J]. 人民论坛, 2024(2): 32-35.

[2] 陶锋, 王欣然, 徐扬, 等. 数字化转型、产业链供应链韧性与企业生产率[J]. 中国工业经济, 2023(5): 118-136.

[3] 李其容, 李春萱, 杨艳宇, 等. 基于被调节中介模型的团队绩效压力与双元创新的影响研究[J]. 管理学报, 2022, 19(12): 1811-1818.

[4] 肖小虹, 田庆宏, 王站杰. 利益相关者环保导向能促进绿色创新吗? ——一个被调节的中介效应模型[J]. 科研管理, 2021, 42(12): 159-166.

[5] YUAN B L, CHEN X Y. Do corporate social responsibility practices contribute to green innovation? The mediating role of green dynamic capability [J]. Technology in Society, 2022, 68: 101868.

[6] 赵胜民, 于星慧. 企业社会责任对企业创新的影响研究——来自中国上市公司的经验证据[J]. 科研管理, 2023, 44(4): 144-153.

[7] 黄珈旭, 胡海青. 模糊前端创业拼凑活动、企业社会责任与新产品开发绩效影响关系——基于资源基础观的视角[J]. 技术经济, 2024, 43(8): 114-126.

[8] 曾辉祥, 陈佳纯, 周志方. 创新能力与企业社会责任的交互跨期影响——非正式制度调节效应视角[J]. 研究与发展管理, 2020, 32(5): 111-125.

[9] PRESTON L E, O´BANNON D P. The corporate social-financial performance relationship: A typology and analysis[J]. Business & Society, 1997, 4(36): 419-429.

[10] 陈钰芬, 金碧霞, 任奕. 企业社会责任对技术创新绩效的影响机制——基于社会资本的中介效应[J]. 科研管理, 2020, 41(9): 87-98.

[11] WANG P Z. Corporate social responsibility and corporate innovation—The moderating role of CEO social capital[J]. Finance Research Letters, 2023, 55: 103863.

[12] 蒋贵凰, 丁月恒, 翟延龙. 社会责任调节下政府补助对企业双元创新的影响机制研究[J]. 北方工业大学学报, 2023, 35(4): 75-84.

[13] SUN Y B, SUN H. Green innovation strategy and ambidextrous green innovation: The mediating effects of green supply chain integration[J]. Sustainability, 2021, 13(9): 4876.

[14] 曾江洪, 刘诗绮, 李佳威. 多元驱动的绿色创新对企业经济绩效的影响研究[J]. 工业技术经济, 2020, 39(1): 13-22.

[15] MARCH J G. Exploration and exploitation in organizational learning[J]. Organization Science, 1991, 2(1): 71-87.

[16] 刘景东, 许琦, 伍慧敏. 网络情境下企业双元能力的动态适应与创新绩效[J]. 管理工程学报, 2023, 37(3): 16-25.

[17] 奚雷, 彭灿, 李德强. 高管团队行为整合对双元创新的影响:组织能力的中介作用和批判性反思的调节作用[J]. 运筹与管理, 2024, 33(2): 233-239.

[18] ASIAEI K, BONTIS N, ALIZADEH R, et al. Green intellectual capital and environmental management accounting: Natural resource orchestration in favor of environmental performance[J]. Business Strategy and the Environment, 2022, 31(1): 76-93.

[19] 荣奎桢, 陆奇斌. 中国政府创新补助对双元创新绩效的影响研究[J]. 科研管理, 2024, 45(3): 64-73.

[20] 刘诗源, 林志帆, 冷志鹏. 税收激励提高企业创新水平了吗? ——基于企业生命周期理论的检验[J]. 经济研究, 2020, 55(6): 105-121.

[21] 成力为, 吴薇. 研发政策组合对突破性与渐进性创新影响——基于异质性 R&D 投资的渠道分析[J]. 科学学研究, 2023, 41(9): 1702-1715.

[22] 王宏起, 李雨晴, 李晓莉, 等. 数字创新能力对战略性新兴产业突破性创新的影响研究——环境动态性的调节作用[J]. 管理评论, 2024, 36(5): 89-100.

[23] 阳镇, 王文娜, 陈劲, 等. 企业社会责任与企业双元创新: 稳中求进与险中求胜[J]. 统计研究, 2024, 41(7): 119-133.

[24] 陈灿君, 许长新. "渐进"还是"激进"? 家族涉入视角下企业社会责任与双元创新行为[J]. 科技进步与对策, 2021, 38(15): 90-99.

[25] VERHOEF P C. Digital transformation: A multidisciplinary reflection and research agenda[J]. Journal of Business Research, 2021, 122: 889-901.

[26] HANELT A. A systematic review of the literature on digital transformation: Insights and implications for strategy and organizational change[J]. Journal of Management Studies, 2021, 58(5): 1159-1197.

[27] 龚雅娴. 企业数字化转型:文献综述与研究展望[J]. 产经评论, 2022, 13(1): 40-47.

[28] TEECE D J. Explicating dynamic capabilities: The nature and microfoundations of enterprise performance[J]. Strategic Management Journal, 2007, 28(13): 1319-1350.

[29] 韦影, 宗小云. 企业适应数字化转型研究框架: 一个文献综述[J]. 科技进步与对策, 2021, 38(11): 152-160.

[30] 聂军. 数字化转型、社会责任履行与企业技术创新绩效[J]. 技术经济与管理研究, 2023(1): 50-54.

[31] WALLACE J C, EDWARDS B D, ARNOLD T, et al. Work stressors, role-based performance, and the moderating influence of organizational support[J]. Journal of Applied Psychology, 2009, 94(1): 254.

[32] 徐建中, 贯君, 林艳. 制度压力、高管环保意识与企业绿色创新实践——基于新制度主义理论和高阶理论视角[J]. 管理评论, 2017, 29

(9)：72-83.
[33] 蒋艺翅，姚树洁. 组织资本、利益相关者压力与企业绿色创新[J]. 科研管理，2023，44(12)：71-81.
[34] 关鑫，柴晨洁，赵聪慧. 地方政府政绩考核压力能提升企业绿色创新绩效吗？——基于环境规制与环保补助双中介作用机制的实证检验[J]. 经济与管理研究，2023，44(6)：113-131.
[35] 董念念，尹奎，谷炜. 每日绩效压力影响员工创新行为的内在机制与边界条件研究[J]. 中国管理科学，2024，32(3)：278-286.
[36] CAVANAUGH M A，BOSWELL W R，ROEHLING M V，et al. An empirical examination of self-reported work stress among U. S. managers[J]. Journal of Applied Psychology，2000，85(1)：65-74.
[37] CHONG D S F，VAN EERDE W，CHAI K H，et al. A double-edged sword：The effects of challenge and hindrance time pressure on new product development teams[J]. IEEE Transactions on Engineering Management，2010，58(1)：71-86.
[38] 宣星宇，张建卫，李海红，等. 工作压力双路径视角下国防研发人员主动性行为形成机理：职场精神力的调节效应[J]. 科技进步与对策，2020，37(20)：135-144.
[39] 郝喜玲，陈煊，林康，等. 创业韧性对创业绩效的影响机制——基于资源保存理论的实证分析[J]. 管理工程学报，2024，38(5)：39-51.
[40] O′BRIEN K E. So far，so good：Up to now，the challenge-hindrance framework describes a practical and accurate distinction[J]. Journal of Organizational Behavior，2019，40(8)：962-972.
[41] 徐虹，杨红艳，张妍. 挑战性-阻断性工作压力对员工创新行为的影响——有调节的中介效应[J]. 当代经济管理，2021，43(12)：58-65.
[42] 冯明，胡宇飞. 工作压力源对员工突破性和渐进性创造力的跨层次研究[J]. 管理学报，2021，18(7)：1012-1021.
[43] BAO D. Challenge-hindrance stressors and academic engagement among medical postgraduates in China：A moderated mediation model[J]. Psychology Research and Behavior Management，2024，17：1115-1128.
[44] 朱健，曹文赫. AI工作专业化对员工创新行为的“双刃剑”效应研究[J]. 财经理论与实践，2025，46(6)：119-126.
[45] MAZZOLA J J. Should we be “challenging” employees?：A critical review and meta-analysis of the challenge-hindrance model of stress[J]. Journal of Organizational Behavior，2019，40(8)：949-961.
[46] 黄勃，李海彤，刘俊岐，等. 数字技术创新与中国企业高质量发展——来自企业数字专利的证据[J]. 经济研究，2023，58(3)：97-115.
[47] 武常岐，张昆贤，周欣雨，等. 数字化转型、竞争战略选择与企业高质量发展——基于机器学习与文本分析的证据[J]. 经济管理，2022，44(4)：5-22.
[48] 李雪松，党琳，赵宸宇. 数字化转型、融入全球创新网络与创新绩效[J]. 中国工业经济，2022(10)：43-61.
[49] 洪银兴，任保平. 数字经济与实体经济深度融合的内涵和途径[J]. 中国工业经济，2023(2)：5-16.
[50] 陈德球，胡晴. 数字经济时代下的公司治理研究：范式创新与实践前沿[J]. 管理世界，2022，38(6)：213-240.
[51] 汤蕴懿，李方卓. 数字基础设施政策赋能企业数字化转型：演进逻辑和政策取向[J]. 求是学刊，2024，51(2)：59-68.
[52] 陈晓红，李杨扬，宋丽洁，等. 数字经济理论体系与研究展望[J]. 管理世界，2022，38(2)：208-224，13-16.
[53] 毛荐其，牛文祥，刘娜，等. 企业数字化转型对双元创新持续性的影响研究[J]. 科学决策，2023(4)：1-14.
[54] 沈洪涛，黄楠. 碳排放权交易机制能提高企业价值吗[J]. 财贸经济，2019，40(1)：144-161.
[55] 刘飞. 数字化转型如何提升制造业生产率——基于数字化转型的三重影响机制[J]. 财经科学，2020(10)：93-107.
[56] 董瑶，张樨樨，易涛. 数字化转型、合作伙伴动态性与企业双元创新[J]. 山西财经大学学报，2023，45(2)：102-115.
[57] 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(7)：130-144，10.
[58] HAANS R F J，PIETERS C，HE Z L. Thinking about U：Theorizing and testing U-and inverted U-shaped relationships in strategy research[J]. Strategic Management Journal，2016，37(7)：1177-1195.
[59] 汪涛，王新，张志远. 双元创新视角下混改对国企创新决策的影响研究[J]. 技术经济，2022，41(4)：44-58.
[60] 王玉荣，段玉婷，卓苏凡. 工业互联网对企业数字创新的影响——基于倾向得分匹配的双重差分验证[J]. 科技进步与对策，2022，39(8)：89-98.

The Nonlinear Impact of Strategic Emerging Firms' Carbon Responsibility on Ambidextrous Innovation: The Moderating Effect of Digital Transformation

Zhang Qi[1], Zhao Tianjiao[2], Wu Weiwei[3], Zhang Ruiji[4]

(1. School of Economics and Management, Harbin Institute of Technology (Weihai), Weihai 264209, China; 2. School of Management, Zhejiang University, Hangzhou 310058, China; 3. School of Economics and Management, Harbin Institute of Technology, Harbin 150001, China; 4. School of Economics and Management, Tongji University, Shanghai 200092, China)

Abstract: Against the backdrop of the "dual carbon" strategy implementation and rapid digital economy development, the relationship between strategic emerging enterprises' carbon responsibility and ambidextrous innovation is crucial for ecological civilization construction and high-quality economic development in China. Based on the stress-creativity model, the influence of carbon responsibility on ambidextrous innovation is investigated, with the moderating effect of digital transformation examined. Listed companies in China's strategic emerging industries from 2020 to 2022 are selected as the research sample for empirical analysis. The findings reveal that a significant U-shaped relationship between carbon responsibility and both incremental and radical innovation is identified. The U-shaped relationship between carbon responsibility and ambidextrous innovation is strengthened by digital transformation, specifically through facility digitalization, business digitalization, and technology digitalization. Heterogeneity analysis indicates that the U-shaped relationships are more pronounced in non-state-owned enterprises than in state-owned enterprises. These conclusions remain robust after rigorous testing. It provides empirical evidence clarifying the relationship between carbon responsibility and ambidextrous innovation in strategic emerging enterprises, while offering practical insights for enterprises to advance digital transformation and enhance ambidextrous innovation capabilities while fulfilling carbon responsibility during the digital economy era and "dual carbon" transition.

Keywords: strategic emerging enterprises; carbon responsibility; ambidextrous innovation; digital transformation; the stress-creativity model