引用格式：梁林，冉悦涵. 碳韧性、数字化转型与高碳排放企业成长绩效[J]. 技术经济，2025，44(10)：73-88.

Liang Lin，Ran Yuehan. Carbon resilience，digital transformation and the growth performance of high carbon emitting enterprises[J]. Journal of Technology Economics，2025，44(10)：73-88.

企业技术经济

碳韧性、数字化转型与高碳排放企业成长绩效

梁 林[1,2]，冉悦涵[1]

（1. 河北工业大学经济管理学院，天津 300130；2. 河北工业大学京津冀发展研究中心，天津 300130）

摘 要：双碳目标背景下，实现低碳发展是我国高碳排放企业高质量成长的必经之路。本文引入碳韧性的新概念，认为碳韧性作为企业应对双碳目标冲击的一种特殊动态能力，能够帮助高碳排放企业实现成长。同时，数字化转型是碳韧性影响高碳排放企业成长的重要机制。基于动态能力理论，实证分析碳韧性对高碳排放企业成长绩效的非线性影响及作用机制，并进一步探究数字化转型阶段异质性对高碳排放企业的影响。结果表明：碳韧性对高碳排放企业成长绩效存在“U”型影响，即随着碳韧性水平的提升，碳韧性对高碳排放企业成长绩效的影响呈现出先降低后升高的非线性变化趋势；数字化转型在碳韧性与高碳排放企业成长绩效中发挥中介作用。进一步研究发现，数字化转型阶段处于单点夯实深耕和全面集成重构的高碳排放企业“U”型关系更为显著。研究结论深化了碳韧性与高碳排放企业成长绩效之间关系的理解，为高碳排放企业实现成长提供重要参考，也为引导高碳排放企业有效提升数字化转型成效提供新思路。

关键词：碳韧性；企业成长；数字化转型战略；双碳目标

中图分类号：F270；F062.2 **文献标志码**：A **文章编号**：1002-980X(2025)10-0073-16

DOI：10.12404/j.issn.1002-980X.J25032409

一、引言

从 2020 年 9 月我国首次提出“力争 2030 年前实现碳达峰、2060 年前实现碳中和”的双碳目标到 2021 年 3 月“十四五”规划制定碳排放达峰行动方案，到 2021 年 9 月《关于完整准确全面贯彻新发展理念做好碳达峰碳中和工作的意见》中对主要目标政策的出台落地，再到 2024 年 8 月《关于加快经济社会发展全面绿色转型的意见》，绿色低碳已经成为未来国家经济发展的必然趋势。电力、钢铁等高碳排放行业作为碳排放的主要来源，其温室气体排放总量占比高达 90%。因此，作为微观主体的高碳排放企业能否实现低碳发展，将深刻影响双碳目标的实现[1]。然而，在绿色转型的趋势下，高碳排放企业因碳排放量大、能源消耗多，面临着巨大的转型压力，在经济体系中处于相对弱势的地位。而国家出台的严格碳排放标准和能源消耗限制政策，进一步加剧了高碳排放企业的生存和发展挑战。与低碳排放企业相比，高碳排放企业往往规模较大，上下游相关产业较多，其成长不仅会影响上下游产业的发展，更牵动着整个经济生态系统的稳定与繁荣。因此，高碳排放企业的健康成长对推动我国高质量发展意义重大。在双碳目标的约束下，如何在适应低碳发展的同时实现稳定成长成为高碳排放企业亟待解决的现实问题。

然而，双碳目标的推进为高碳排放企业带来了压力与风险。在双碳目标背景下，经济、技术、制度的复杂变化对高碳排放企业提出了更高的短期制约和长期要求。短期内高碳排放企业受限于结构调整、降低能耗等环境约束压力；长期看企业面临着提质增效以实现经济效益可持续增长的压力。而韧性有助于充分利用企业所有资源和能力与外部环境互动，从而帮助企业识别危机信号，稳定应对冲击，甚至实现逆势增长。

收稿日期：2024-03-24

基金项目：国家社会科学基金“高碳排制造业碳韧性的监测预警与治理策略研究”(22BGL201)

作者简介：梁林(1983—)，博士，河北工业大学经济管理学院，京津冀发展研究中心研究员，博士研究生导师，研究方向：社会生态系统韧性、区域科学发展；冉悦涵(2000—)，河北工业大学经济管理学院硕士研究生，研究方向：创新管理。

为更好地解决低碳发展与未来成长的两难困境,适应双碳目标的新要求,本文引入韧性思维并结合动态能力理论,研究高碳排放企业的低碳成长难题,并提出碳韧性的概念。碳韧性是指高碳排放企业为应对双碳目标带来的更高发展要求和短期制约挑战,所具有的抵御、适应、重构和进化能力,其本质是企业内生的核心动态能力。碳韧性的塑造与提升,将决定企业对双碳发展逻辑的接受和适应程度,为促进高碳排放企业低碳成长提供新视角和新方法。

进一步,碳韧性并不会自动引起高碳排放企业成长绩效的提升。作为一种无形的能力,碳韧性需要通过作用于行为来实现目标。因此,高碳排放企业在依靠碳韧性能力时需要选择相应的战略来实现企业成长。制度理论指出,组织内部的战略决策受到外部制度的影响[2],而双碳目标作为外部制度环境压力,会促使高碳排放企业审视和调整其战略规划,以实现企业成长。数字化转型作为企业的一种战略变革,其本质是利用数字技术实现效率提升和竞争优势,进而推动企业成长的变革过程。基于现实角度,2024年8月中央网信办、国家发展改革委等部门联合印发了《数字化绿色化协同转型发展实施指南》,这表明有效的数字化转型对于高碳排放企业低碳发展具有重要作用。基于理论角度,数字化转型可以优化企业内外资源配置,并最终实现规模增长与效益提高,促进企业成长[3]。因此,双碳目标的提出必将促使高碳排放企业更为关注运用数字化转型战略实现绿色发展和降本提效,获得未来成长。但现有研究观点尚未达成一致。一方面,具有韧性的企业对市场感知力更加敏锐,会积极学习新技术,抓住发展机遇,推动企业成长。另一方面,韧性的路径依赖性可能会挤占数字化转型资源,产生认知局限,阻碍企业进一步成长。因此,数字化转型作为碳韧性与企业成长之间的桥梁,对其中介机制进行探讨,有助于厘清碳韧性对高碳排放企业成长的作用路径,助力成长绩效的提升。

此外,企业不是"孤岛",企业能力和战略能否发挥其作用会受到外部环境的影响。市场"无形的手"和政府"有形的手"是企业外部环境中的关键影响因素,其中政策不确定性和市场竞争水平作为政府行为与市场机制的重要特征,对碳韧性与高碳排放企业成长绩效的关系具有何种影响值得进一步探究。而数字化转型作为其中重要的作用机制,其实施效果也会受到市场竞争水平和政策不确定性的显著影响。在高度竞争的市场环境中,高碳排放企业可能面临更大的转型压力,但同时也可能获得更多的转型动力,从而影响碳韧性与企业成长绩效间的关系。政策不确定性则可能增加企业决策的复杂性,影响其对数字化转型的投入和实施效果,进一步调节碳韧性与企业成长绩效之间的关系。因此,深入分析市场竞争水平和政策不确定性在碳韧性对高碳排放企业成长绩效影响中所发挥的调节效应及作用机制,具有重要的理论与现实意义。

基于上述分析,本文基于动态能力理论,选择2007—2022年中国沪深A股高碳排放上市公司作为样本,探究碳韧性对高碳排放企业成长绩效的影响,进一步引入数字化转型作为中介变量,探究数字化转型在碳韧性与高碳排放企业成长间的中介作用,揭开碳韧性对高碳排放企业成长的作用路径。此外,划分数字化转型阶段以探求不同阶段碳韧性对高碳排放企业成长的影响程度;同时,考虑政策不确定性和市场竞争水平的调节效应及作用机制,厘清碳韧性与企业成长之间关系的边界条件,为回答碳韧性在什么条件下通过何种机制促进高碳排放企业成长提供理论依据。

本文的边际贡献在于:第一,双碳目标的提出为探究高碳排放企业成长提供了极具中国制度背景的独特证据。尽管现有研究已关注到动态能力或组织韧性与企业成长之间的关系,但是基于特定情境下的探究较少,案例研究也受制于研究情境稀缺性而发展受限[4]。本文以双碳目标为中心引入碳韧性的概念,为双碳背景下高碳排放企业的低碳成长研究提供了新的视角,对于高碳排放企业实现绿色低碳和健康成长具有重要意义。第二,构建了"碳韧性-数字化转型-企业成长绩效"的分析框架,揭示了碳韧性通过数字化转型促进高碳排放企业成长绩效提升的中介机制。数字化转型对企业成长的影响已经有较多研究[3],但是数字化转型是否会受到碳韧性的影响及影响程度如何,碳韧性是否经由数字化转型的中介路径来对高碳排放企业成长产生影响,这些问题尚未得到充分关注。通过中介效应的分析,本文实证检验了碳韧性会通过数字化转型从而进一步影响高碳排放企业成长,丰富了高碳排放企业成长绩效提升的相关成果,为高碳排放企业塑造碳韧性提供了有益的启示。此外,本文引入了有中介的调节机制,发现市场竞争水平、政策不确定性对碳韧性与企业成长绩效间的"U"型关系发挥的调节作用通过数字化转型的中介实现,为高碳排放企业如何

在外部复杂环境中实现未来成长提供了微观层面证据。第三，推进了企业数字化转型过程的研究，结合本土情境对数字化转型阶段进行划分，并深入探究不同阶段对高碳排放企业成长所产生的差异化影响。现有研究虽然关注数字化转型与企业成长之间的关系，但忽略了转型的长期性和复杂性，未能充分认识到转型过程中不同阶段的差异化特征。事实上，数字化转型是一个逐步推进的过程，处于不同转型阶段的企业在资源投入与利用方面存在差异，这些差异进一步导致其对低碳成长的影响不同。通过阶段划分，本文更准确地剖析不同阶段数字化转型对企业成长的影响，为企业在实现绿色低碳转型过程中可能出现的情境提供更具针对性的参考。

二、文献综述

（一）碳韧性内涵

韧性的相关研究始于物理学领域，Meyer[5]率先将其引入管理学领域，认为是一种动态能力并提出“组织韧性”一词。目前组织韧性的研究视角主要划分为能力视角、过程视角和结果视角。基于能力视角，学者们普遍将组织韧性看作面对外部威胁时识别、预判和复原能力[6]。基于过程视角，组织韧性着重强调发现危机、应对危机并逐渐恢复和反超的过程[7]。基于结果视角，组织韧性体现为在危机中仍然能够做出反应并且达成既定的经营目标[8]。

韧性是一个极具情境性的变量[1]。为更好地适应双碳目标新要求，考虑到高碳排放企业在发展过程中面临的冲击具有差异性和特殊性，本文结合韧性理论，使用碳韧性这一概念[9]。本文将碳韧性定义为高碳排放企业为实现双碳目标的发展要求和短期制约，抵御、适应、重构和进化能力的集合，其本质是企业内生的核心动态能力，也是一种特殊的组织韧性，可用碳韧性值量化表征。碳韧性的塑造与提升，将决定企业对双碳发展逻辑的接受和适应程度，对实现双碳目标和高质量发展具有重要意义。

（二）碳韧性与企业成长绩效

鉴于碳韧性本质上是企业的动态能力，也是一种特殊的组织韧性，因此以组织韧性作为主题进行梳理回顾。目前关于组织韧性与企业成长关系的研究较少，主要聚焦于两个维度：一是不同主体视角下的组织韧性与企业成长关系，主要涉及民营企业、电商企业和新创企业，研究普遍认为组织韧性能够促进企业成长，正向影响企业成长绩效[10]。二是研究不同环境背景下的组织韧性与企业成长关系，主要分为市场环境和社会危机两方面。从市场环境看，互联网技术为企业带来发展新能力的资源，有利于企业更好地把握环境变化带来的机会，推动企业成长。从社会危机看，新冠肺炎疫情和逆全球化为企业发展带来挑战，韧性能够在环境突变的不同阶段发挥作用，转危为安，促使企业抓住成长机会。

综上所述，现有文献虽然已经认识到组织韧性的重要性，并探讨了在不同环境不同主体下组织韧性与企业成长的关系，但就组织韧性与高碳排放企业成长绩效而言，还有一些问题有待进一步研究：一是目前研究成果鲜有从双碳背景的视角出发，分析组织韧性对企业成长绩效的影响作用，缺乏在碳排放约束下组织韧性对成长绩效作用路径的实证研究；二是尽管现有研究大多认为组织韧性能够显著提升企业成长绩效，但在碳排放约束下，二者之间是否可能存在非线性关系仍有待进一步探讨。

三、理论分析与研究假设

（一）碳韧性与高碳排放企业成长绩效

Herbane[11]研究表明，韧性是应对各种逆境的理想组织特征。碳韧性作为一种特殊的动态能力，其塑造与提升将影响高碳排放企业对双碳发展逻辑的接受和适应程度[9]，是实现双碳目标和高质量发展的关键因素。

依据动态能力理论，碳韧性的形成是一个动态变化的过程，在此过程中高碳排放企业成长绩效也会随着碳韧性发展的不同阶段发生相应的改变。首先，碳韧性可以视为是外部危机与组织内部保护性资源相互作用的结果[12]。双碳目标政策的实施促使高碳排放企业在应对过程中逐渐形成碳韧性，企业通过识别政策引发的一系列环境变动和面临的短期约束，统筹调动内部资源以保证高碳排放企业的平稳运行。然而，资源是有限的，当企业短期内受限于结构调整、降能耗等主要减排手段，往往会面临环保成本提高、终端电价

上涨等问题。这会导致企业大量原本可用于产品生产及其他生产经营环节的资源被占用和消耗,不利于高碳排放企业成长绩效的提升。同时,碳韧性的增强密切依赖于其稳固的资源基础,这需要企业在资源方面进行大量投入,而且这种投入并非一蹴而就,而是一个需要在较长时期内持续开展的过程。对于高碳排放企业而言,往往难以在维持这种投入的同时保持较高的竞争力,进而会阻碍企业的成长与发展。因此,在碳韧性水平的前期塑造阶段,高碳排放企业会受到政策的冲击和约束,挤占一部分资源应对变化,掣肘企业成长,导致企业成长绩效呈现下降趋势。

但是,在经历碳韧性前期给高碳排放企业带来的阵痛之后,随着碳韧性水平的持续提升,碳韧性对企业成长绩效开始产生积极且正面的影响。一方面,当碳韧性发展到一定程度后,能够帮助企业更迅速应对外部政策和突发事件的冲击,在复杂而充满威胁的商业环境中茁壮成长。Duchek[6]指出,具有强大韧性的企业能够在面对各种危机时开发新的资源和能力组合,确保组织在逆境中生存与成长。在双碳目标背景下,具有强大碳韧性的组织更可能实施绿色创新,加速生产流程的绿色化和智能化,降低污染排放,转危为安,获得可持续发展,进而促进企业成长绩效。另一方面,碳韧性水平达到一定阶段时可以给企业带来显著的经济效益和市场优势。拥有韧性的企业在历经危机之后,能够对其战略与结构进行有效调整,进而将原本可能被视为危机的情境转化为促进自身进一步成长的契机。因此,碳韧性能够帮助高碳排放企业顺应底层逻辑变革,调整内部结构超越原有状态,创造更好的绩效水平从而实现逆势成长。同时,碳韧性推动高碳排放企业深度减排对于实现双碳目标和高质量发展具有重要意义,也契合国家未来发展方向,有利于通过积极履行社会责任提升企业形象,间接提升企业成长绩效。所以,当碳韧性发展到一定阶段后,高碳排放企业能够实现降污减排、提质增效,进而提升企业成长绩效。

基于以上分析,本文提出假设:

碳韧性与高碳排放企业成长绩效之间存在“U”型关系(H1)。

(二)碳韧性、数字化转型战略与高碳排放企业成长绩效

李宇和王竣鹤[13]的研究指出,韧性较强的组织可以通过自身的警觉性和适应能力敏锐感觉到数字化转型,并对企业数字化产生积极影响。同时,韧性能够帮助企业从外部冲击中探索全新的技术,捕捉意想不到的机会,从而引导企业开发全新的产品或服务以应对威胁。另外,企业数字化转型的实施是一个长期投入且充满风险的过程,一方面需要组织资源的持续投入,另一方面需要灵活处理可能的突发情况,而韧性恰好满足了企业数字化转型的这两方面要求[14]。随着工业互联网、大数据、人工智能、5G等新兴技术加快普及应用,数字化转型已经成为必然趋势,双碳目标会倒逼高碳排放企业持续通过深度融合以大数据、人工智能、云计算、工业互联网等为代表的数智技术走向提质、增效、降本的改善之路。具有碳韧性的高碳排放企业能够及时捕捉外部环境的细微波动,识别创新机会,把握市场变化,灵活处理应对数字化转型实施带来的问题,实现转型战略的有效推进。

然而,当高碳排放企业过度强调碳韧性时,可能会制约数字化转型的进一步发展。具体来说,第一,组织韧性本身蕴含着资源冗余的特征,企业资源的有限性需要企业合理配置资源。而过度强调碳韧性可能造成资源冗余,挤占用于数字化转型的资源,阻碍转型战略的推动。第二,可能导致韧性与效率失衡。在逆全球化等复杂的外部环境下,企业认识到韧性塑造对企业存续的关键作用,但这种做法会使资源用于增加库存,降低企业对数字化转型的投入和关注,不利于高碳排放企业进行数字化转型。第三,组织韧性具有路径依赖性,碳韧性作为一种特殊的组织韧性,过度强调碳韧性可能导致企业在研发创新过程中陷入墨守成规的困境,阻碍创新观念的形成,错失未来市场的发展良机,不利于将资源投入到正确的方向,对数字化转型的进一步推进产生负面影响。

企业未来能否保持成长与发展状况和资源编排密不可分[10]。数字化转型通常代表着需要投入大量成本,前期成本效应明显[15],新技术与新流程所具有的创新性影响在短期内难以超越因旧有的生产经营管理模式遭到解构与取代而产生的破坏性作用,企业面临的风险和不确定性使得企业难以确保生产经营投入,不利于企业成长绩效的提升。因此,碳韧性可能通过影响数字化转型,进而影响企业成长绩效。

基于以上分析,本文提出假设:

数字化转型战略在碳韧性与企业成长绩效之间起到了中介作用(H2)。

(三)市场竞争水平的调节作用

市场竞争水平反映企业所处行业内争夺发展机会和经济利益的强度。高碳排放企业面对激烈的市场竞争环境,其发展战略势必会根据外部环境进行动态规划与调整[16]。为了在行业中获得竞争优势并站稳脚跟,企业通常需要将有限的资源分配到多个关键领域,如市场竞争、产品创新和成本控制,以实现企业效益的提升。在这种情况下,企业为了有效应对外部市场竞争,往往会加强对资源的管控,不得不节约资源优先发展核心业务。这可能导致企业在短期内抑制了其在塑造碳韧性方面的投入,从而在一定程度上减轻了碳韧性对企业成长绩效的潜在负面影响。然而,随着市场竞争愈演愈烈,高碳排放企业难以充分利用碳韧性进行转型升级,这不仅限制了企业应对外部冲击的能力,还影响了企业赋能程度,进而阻碍了企业整体发展质量的提升,制约企业未来成长。

基于以上分析,本文提出假设:

市场竞争水平负向调节碳韧性与企业成长绩效间的"U"型关系(H3a)。

根据假设 H2 可知,高碳排放企业适度与过度碳韧性能够分别通过促进和抑制数字化转型来影响企业成长绩效。因此,本文认为,市场竞争水平很可能会借由数字化转型的中介路径在碳韧性与企业成长绩效间发挥调节作用。具体而言,一方面,具有韧性的企业对外部风险的感知更为敏锐,能够更早地察觉到市场波动带来的潜在风险并做出反应。由于韧性增强了企业应对竞争不确定性风险的防御能力,企业不仅能够抵抗冲击,还促使管理者产生更强的信心去整合内部资源,推动企业开展冒险性变革,以在激烈的市场竞争中寻求新的增长机会和竞争优势[17]。因此,在市场竞争环境下,具有碳韧性的高碳排放企业在感知和应对风险的同时,可能会加大资源投入、采取激进式的创新模式,做出进一步从事数字化转型的决策行为,从而强化了碳韧性对数字化转型实施的促进作用。而数字化转型的顺利推进,能够帮助企业提升效率、降低成本,使企业在竞争中获得优势,实现未来成长,从而弱化了碳韧性对企业成长绩效的负面影响。另一方面,如果企业过度提升碳韧性可能会陷入路径依赖。当市场竞争强度较高时,韧性的路径依赖导致企业对风险的感知出现偏差,进而影响企业对市场变化的判断,使其无法及时捕捉到市场波动带来的潜在风险。同时,公司高管的决策倾向也会表现出相对保守和风险厌恶的特点[16],不利于合理配置资源,难以灵活支配企业内部资源以契合未来发展,进一步阻碍企业推进数字化转型的实施,从而对企业数字化转型产生抑制作用。由于转型受阻,企业难以深度融合数字技术来实现生产流程的优化和效率提升,限制企业获得成本优势以增强市场竞争力,不利于企业成长绩效的发展,进而弱化了碳韧性对企业成长绩效的正面影响。

基于以上分析,本文提出假设:

市场竞争水平对碳韧性与企业成长绩效间的"U"型关系发挥的负向调节作用通过数字化转型战略的中介实现,即存在有中介的调节作用(H3b)。

本文的逻辑框架如图 1 所示。

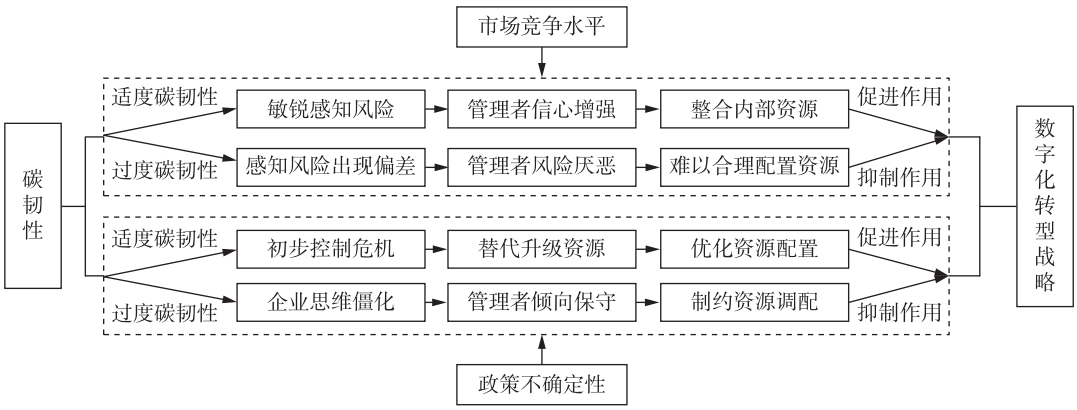


图 1　中介-调节逻辑框架

(四)政策不确定性的调节作用

政策不确定性是指企业难以预判政策的未来方向和所带来的影响程度。当高碳排放企业面临政策不确定性时,企业经营往往会受到负面冲击,加剧企业面临的外部环境风险和内部经营风险。一方面,具有碳韧性的企业在资源获取和配置方面受限,难以及时识别危机并且调整战略,对企业成长产生负面效应,影响其成长绩效的提升。另一方面,政策不确定性会限制企业的生产经营范围[18],高碳排放企业需要观望并适应新政策,调整内部能力与发展规划,这一过程往往会导致企业成长绩效的下滑。随着碳韧性水平的提升,高碳排放企业能够使碳韧性作为企业化解外部风险的一种手段,充分发挥其面对危机稳定恢复甚至实现跃升的能力,实现企业成长,促进成长绩效的提升。

基于以上分析,本文提出假设:

政策不确定性正向调节碳韧性与企业成长绩效间的“U”型关系(H4a)。

根据假设 H2 可知,高碳排放企业适度与过度碳韧性能够分别通过促进和抑制数字化转型来影响企业成长绩效。因此,本文认为,政策不确定性很可能会借由数字化转型战略的中介路径在碳韧性与企业成长绩效间发挥调节作用。具体而言,一方面,面对政策不确定性带来的经营压力和环境压力,碳韧性转危为安的能力能够帮助高碳排放企业初步控制危机,但同时企业也意识到,仅靠现有资源无法充分化解危机,因此需要对资源进行进一步的替代和升级[12]。在此情境下,管理者可能会进行资源整合,优化资源配置,调整战略规划。相比于其他手段,数字化转型能够持续降低风险,是企业应对经济政策不确定性更为明智的选择[19],管理者可能会选择积极推进数字化转型的进程,因此政策不确定性强化了高碳排放企业碳韧性对数字化转型实施的促进作用。而数字化转型通常需要大量的成本投入,如购置先进的信息技术设备、开展员工培训等,这些投入在短期内可能会给企业带来较大的资金压力,一定程度上挤占了企业用于生产经营的资源,不利于企业成长绩效的提升。因此,碳韧性对企业成长绩效的负面影响得到强化。另一方面,政策不确定性会增加企业的经营风险和成本压力,而过度强调碳韧性则容易产生路径依赖,使企业思维僵化。这些问题导致管理层可能对企业未来发展规划的认知出现偏差,在资源配置过程中表现出保守倾向,不利于企业进行创新投入,制约了资源的有效调配,使其难以进行正确的战略决策,阻碍数字化转型的发展。因此,为了应对政策不确定性带来的风险,企业可能会更加谨慎地推进数字化转型,从而导致转型进程放缓。而转型进程的延缓能够减轻新技术、新流程与旧管理模式迭代引发的破坏性作用,从而保障企业具有充足的资源用于核心业务的投入,有利于企业成长绩效的提升。因此,碳韧性对企业成长绩效的正面影响得到强化。

基于以上分析,本文提出假设:

政策不确定性对碳韧性与企业成长绩效间的“U”型关系发挥的正向调节作用通过数字化转型战略的中介实现,即存在有中介的调节作用(H4b)。

综合以上假设,本文的理论框架如图 2 所示。

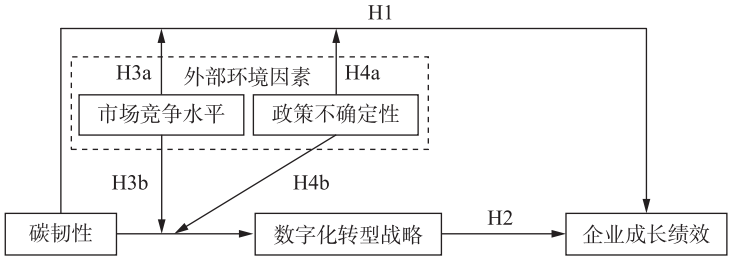


图 2　理论框架

四、研究设计

(一)样本选择与数据收集

本文以《国家发展改革委办公厅关于切实做好全国碳排放权交易市场启动重点工作的通知》中明确的电力、钢铁、有色、石化、造纸、建材、化工、航空八大高碳排放行业 A 股上市公司作为研究样本,选取 2007—

2022 年作为研究区间，并在样本筛选过程中遵循以下原则：①剔除 ST（special treatment）、* ST 公司样本；②剔除研究期间内退市、暂停上市和终止上市的公司样本；③剔除金融行业上市公司样本；④对连续变量进行 1%的缩尾处理。经过上述处理，最终得到 757 家样本企业。数据来源于企查查、国泰安数据库（CSMAR）和巨潮资讯网。

（二）变量衡量

1. 被解释变量

企业成长绩效（Tobin *Q*）。Bain[20]指出，企业的成长性主要体现在市场主动性的提升和市场份额的扩大这两个关键方面。基于此，现有研究通常从企业规模、市场份额、盈利能力和发展能力等维度来评估企业的成长能力，并采用销售收入增长率、利润增长率及 Tobin *Q* 等指标进行测算。与其他代理指标相比，Tobin *Q* 在从市场角度衡量企业成长性方面更具优势，其经济含义在于比较企业作为经济主体的市场价值是否高于其创造现金流量所依赖的资本价值[21]。在市场主动性方面，Tobin *Q* 值越高，表明企业所拥有的投资机会越多，这使得企业能够进一步加强市场开拓力度，积极研发新产品；在市场份额方面，Tobin *Q* 越高，企业未来增长潜力越大，企业通过扩大生产规模、提高效率进而推动销售额增加和利润的增长，反之亦然。所以 Tobin *Q* 能够体现企业的市场主动性和市场份额，从而在衡量企业的成长性方面更具精准性。而本文研究的重点是碳韧性与高碳排放企业成长的关系，在双碳目标的背景下，高碳排放企业需要通过转型升级获得成长进而实现高质量发展。因此，本文借鉴王彦萌等[22]的研究，以 Tobin *Q* 为代理变量，通过企业市场价值与有形资产账面价值的比率评估企业成长。

2. 解释变量

碳韧性（*CR*）。本文参考了梁林和郭悦雯[9]的研究方法，从稳定能力、适应能力和进化能力三个维度测量碳韧性。

稳定能力是高碳排放企业所拥有的固有优势和资源禀赋的体现。稳定性作为组织抵御风险、维持稳定运作的基本特征，其强弱直接影响企业受外部冲击影响的程度。现有研究表明，企业内部资源的整合构成了风险预防的基础，这是组织抵御和缓解外部冲击的关键保障。因此，本文选取碳技术整合能力、财务资源整合能力、人才资源整合能力和资产整合能力作为稳定能力的评价指标。

适应能力是指高碳排放企业根据外部环境变化进行内部调整的能力。适应性表现为组织在面对外部环境冲击时，能够通过配置资源、调整结构等行为应对新变化的能力，进而推动组织功能的还原恢复和主动调整[4]。因此，本文选取应变调整能力和适应转型能力作为适应能力的评价指标。

进化能力是指高碳排放企业在复杂多变的环境中，通过学习更新，在恢复的基础上实现跃升，从而获得持续生存和长期成长的高阶能力。组织实现进阶发展的关键在于进化能力，这种能力能够优化组织要素并且提升整体功能。因此，本文选取战略变革能力和创新能力作为进化能力的评价指标。

本文根据一级指标内涵，借鉴高碳排制造业碳韧性的测量方式[9]，秉持客观可行和数据可得的原则，最终构建包含 8 个一级指标和 10 个二级指标的企业碳韧性评价指标体系，并采取熵权法计算碳韧性综合指数，以排除指标量纲不同导致的不可通度性问题。碳韧性评价指标体系见表 1。

表 1　碳韧性评价指标体系

维度	一级指标	二级指标	变量测度	指标属性
稳定能力	碳技术整合能力	碳排放强度	碳排放量/（上市公司营业收入/10000）	负向
		碳技术应用水平	运用文本分析法，相关关键词总字数/年报全文长度之比	正向
	财务资源整合能力	是否绿色信贷限制行业	绿色信贷限制行业的企业赋值为 1，否则为 0	负向
		资产报酬率	（利润总额+财务费用）/平均资产总额	正向
	人才资源整合能力	研发人员数量占比	研发人员数量/员工总人数	正向
	资产整合能力	存货占比	存货净额/总资产	正向
适应能力	应变调整能力	高管绿色认知	运用文本分析法，相关关键词总字数/年报全文长度之比	正向
	适应转型能力	绿色专利申请量	绿色专利申请数量	正向
进化能力	战略变革能力	环境战略规划	运用文本分析法，相关关键词总字数/年报全文长度之比	正向
	创新能力	研发投入强度	研发投入总额/企业营业收入	正向

3. 中介变量

数字化转型战略(*digi*)。本文利用文本分析法对公司年报进行关键词提取以度量企业数字化转型战略。首先,采用 Python 软件爬取巨潮资讯网发布的 2007—2022 年所有上市企业年报,将其转换为文本格式;其次,参考吴非等[23]、赵宸宇等[24]归纳的关键词词库,构建数字化转型术语词典,得到“Internet、人工智能、数字技术、网络化、数字化、云生态、云平台、工业互联网”等 99 个关键词;最后,在主要的回归分析中,将公司年报文本整理为面板数据,统计年报全文的文本长度,并将数字化关键词扩充到 Python 软件中的 Jieba 库,统计在年报全文中出现的频数。为消除各公司年报文本长度差异,以关键词词频总数与年报全文文本数自然对数的比值来衡量数字化转型战略。

4. 调节变量

市场竞争水平(*MC*)。根据现有研究,衡量市场竞争的指标包括赫芬达尔指数、勒纳指数、竞争对手数量等。本文借鉴邢立全和陈汉文[25]的做法,用勒纳指数,即 *MC*=(企业营业收入-营业成本-销售费用-管理费用)/企业营业收入,衡量市场竞争水平。

政策不确定性(*EPU*)。现有研究大多以中国香港地区的《南华早报》为素材,通过搜集相关关键词计算得到经济政策不确定性指数,但该方法仅使用《南华早报》一家媒体作为关键词来源。在此基础上,Davis 等[26]拓展了报纸来源,以《人民日报》和《光明日报》作为素材测算经济政策不确定性,相比于既有方法具有更高的公信力和解释力。因此,本文使用 Davis 的测度方式衡量经济政策不确定性,并参照已有文献做法[27],对年度经济政策不确定性指数取自然对数。

5. 控制变量

参考已有文献设置企业规模、账面市值比、机构投资者持股比例、审计费用、管理层持股比例、融资约束、产融结合及无形资产占比为控制变量。变量说明及统计描述见表 2。

表 2　主要变量说明及统计描述

变量类型	变量名称	代码	测量	均值	标准差	最小值	最大值
被解释变量	企业成长绩效	Tobin *Q*	企业市场价值/(资产总计-无形资产净额-商誉净额)	1.964	1.219	0.867	8.157
解释变量	碳韧性	*CR*	基于表 1 所示指标体系	0.070	0.047	0.008	0.254
中介变量	数字化转型战略	*digi*	关键词词频/ln(文本总长度)	1.263	1.632	0	9.100
调节变量	市场竞争水平	*MC*	勒纳指数	0.101	0.149	-0.639	0.518
	政策不确定性	*EPU*	ln(年度经济政策不确定性指数的算术平均值)	5.148	0.574	3.921	5.967
控制变量	企业规模	*Size*	ln(年总资产)	22.350	1.373	19.980	26.210
	账面市值比	*Bm*	账面价值/总市值	0.680	0.246	0.157	1.207
	机构投资者持股比例	*INST*	机构投资者持股总数/总股本数量	47.280	25.140	0.411	96.670
	审计费用	*AuditFee*	ln(审计费用)	13.620	0.654	12.430	15.620
	管理层持股比例	*Mshare*	董监高持股数量/总股本数量	11.340	18.940	0	66.820
	融资约束	*WW*	WW 指数	-1.020	0.074	-1.213	-0.865
	产融结合	*FinInst*	是否持有其他金融机构股份	0.069	0.254	0	1
	无形资产占比	*Intangible*	无形资产净额/总资产	0.045	0.037	0	0.217

(三)模型设定

为检验碳韧性和高碳排放企业成长绩效之间的非线性关系,本文构建如式(1)所示的基准模型:

$$\text{Tobin } Q_{i,t}=\alpha_0+\alpha_1 CR_{i,t}+\alpha_2 CR_{i,t}^2+\alpha_3 Controls_{i,t}+\sum Year+\sum Ind+\varepsilon_{i,t} \tag{1}$$

其中:被解释变量为 Tobin *Q*,代表企业成长绩效;解释变量为 *CR* 和 CR^2,分别为碳韧性及其二次项;*Controls* 为控制变量;*Year* 和 *Ind* 分别为年份固定效应和行业固定效应;ε 为随机扰动项;α 为各变量的回归系数;下标 *i* 和 *t* 分别为不同的企业和观测年份。此外,为排除扰动项之间相关性问题,回归时以企业为单位进行聚类处理。

为检验数字化转型战略的中介机制,本文具体参考董保宝和葛宝山[28]对于“U”型曲线中介效应的检验思路,在基准模型的基础上构建如下中介效应模型:

$$digi_{i,t}=\beta_0+\beta_1 CR_{i,t}+\beta_2 CR_{i,t}^2+\beta_3 Controls_{i,t}+\sum Year+\sum Ind+\varepsilon_{i,t} \tag{2}$$

$$\text{Tobin } Q_{i,t} = \eta_0 + \eta_1 CR_{i,t} + \eta_2 CR_{i,t}^2 + \eta_3 digi_{i,t} + \eta_4 Controls_{i,t} + \sum Year + \sum Ind + \varepsilon_{i,t} \quad (3)$$

其中：*digi* 为数字化转型战略；β、η 为各变量的回归系数。

为检验市场竞争水平、政策不确定性的调节作用，构建如下调节效应模型：

$$\text{Tobin } Q_{i,t} = \theta_0 + \theta_1 CR_{i,t} + \theta_2 CR_{i,t}^2 + \theta_3 M_{i,t} + \theta_4 CR_{i,t} \times M_{i,t} + \theta_5 CR_{i,t}^2 \times M_{i,t} + \theta_6 Controls_{i,t} + \sum Year + \sum Ind + \varepsilon_{i,t} \quad (4)$$

其中：M 为调节变量，依次为市场竞争水平和政策不确定性；θ 为各变量的回归系数。

进一步，为检验市场竞争水平、政策不确定性通过数字化转型战略这一中介机制对碳韧性与高碳排放企业成长绩效的调节作用，参考叶宝娟与温忠麟[29]的方法，构建如下有中介的调节效应模型：

$$digi_{i,t} = \sigma_0 + \sigma_1 CR_{i,t} + \sigma_2 CR_{i,t}^2 + \sigma_3 M_{i,t} + \sigma_4 CR_{i,t} \times M_{i,t} + \sigma_5 CR_{i,t}^2 \times M_{i,t} + \sigma_6 Controls_{i,t} + \sum Year + \sum Ind + \varepsilon_{i,t} \quad (5)$$

$$\text{Tobin } Q_{i,t} = \tau_0 + \tau_1 CR_{i,t} + \tau_2 CR_{i,t}^2 + \tau_3 M_{i,t} + \tau_4 CR_{i,t} \times M_{i,t} + \tau_5 CR_{i,t}^2 \times M_{i,t} + \tau_6 digi_{i,t} + \tau_7 Controls_{i,t} + \sum Year + \sum Ind + \varepsilon_{i,t} \quad (6)$$

其中：σ、τ 为各变量的回归系数。

五、实证结果与分析

（一）基准回归结果分析

利用面板数据回归方法对模型进行估计。为消除不同量纲之间的差异性，本文对被解释变量、解释变量和中介变量进行 *Z*-标准化处理，结果见表 3。（1）列引入碳韧性一次项，可以看出，在控制了其他公司特征后，碳韧性的系数不显著，表明碳韧性与高碳排放企业成长绩效之间不存在单调的线性关系。（2）列在（1）列的基础上引入了碳韧性的平方项，回归结果显示碳韧性的系数为-0.057，其平方项系数为 0.020，均达到显著水平。这说明高碳排放企业成长绩效随碳韧性水平的提升先降低后提高，碳韧性与高碳排放企业成长绩效之间存在“U”型关系。假设 H1 得到验证。

表 3　碳韧性对高碳排放企业成长绩效影响基准回归结果

变量	Tobin *Q*	
	（1）	（2）
CR	-0.012 （-0.856）	-0.057** （-2.073）
CR^2		0.020** （2.478）
Constant	0.666** （2.271）	0.612** （2.130）
adj. R^2	0.715	0.716
观测值	5623	5623
控制变量	控制	控制
年份固定效应	控制	控制
行业固定效应	控制	控制

注：*、**、*** 分别表示在 10%、5%、1%水平上显著；括号内数字为聚类到企业层面的稳健标准误。

（二）稳健性检验与内生性分析

1. 稳健性检验

为确保结论的稳健性，本文采用以下方法进行检验：首先，替换被解释变量。借鉴倪克金和刘修岩[3]的做法，将衡量企业成长绩效的托宾 *Q* 值替换为总资产增长率，记作 *AssetGrowth*，结果见表 4 的（1）列。其次，替换核心解释变量。考虑到碳韧性对高碳排放企业成长绩效的影响可能具有滞后性，本文将碳韧性及其平方项分别滞后一期（表示为 *L. CR*、*L. CR*^{2}）和滞后两期（表示为 *L2. CR*、*L2. CR*^{2}）后重新回归，结果见表 4 的（2）列和（3）列。再次，改变样本区间。使用 2008—2022 年和 2007—2021 年的样本数据重新回归，结果见表 4 的（4）列和（5）列。此外，改变聚类层级。将基准回归模型中的聚类层级替换为省份层面，结果见表 4 的（6）列。最后，更换模型回归中控制的固定效应。为避免遗漏省份和行业层面随时间变化的变量而导致估计结果偏差，分别设定省份固定效应、年份与省份交互项、年份与行业交互项，结果见表 4 的（7）列~（9）列。表 4 结果显示，碳韧性的系数符号和显著性均未发生改变，表明估计结果具有稳健性。

2. 内生性分析

为解决变量间可能存在的反向因果关系对估计结果带来的偏误问题，本文采用两阶段最小二乘法（2SLS），并引入工具变量进行处理。借鉴田丹等[30]的研究方法，分别将碳韧性一次项和平方项滞后一期见表 5 的（1）列~（3）列，以及滞后两期见表 5 的（4）列~（6）列，并以此作为工具变量进行估计。第一阶段的

表 4　稳健性检验结果

变量	*AssetGrowth*	企业成长绩效(Tobin *Q*)							
	替换被解释变量	替换核心解释变量		改变样本区间		变聚类层级	更换控制的固定效应		
		滞后一期	滞后两期	2008—2022 年	2007—2021 年				
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
CR	−0.025** (−2.027)			−0.054* (−1.902)	−0.065** (−2.357)	−0.057* (−2.077)	−0.058** (−2.120)	−0.050* (−1.956)	−0.065** (−2.248)
CR^2	0.008** (2.003)			0.020** (2.370)	0.022*** (2.699)	0.020** (3.673)	0.020** (2.552)	0.020** (2.578)	0.023*** (2.591)
L. CR		−0.094* (−1.826)							
L. CR^2		0.078** (2.082)							
L2. CR			−0.090* (−1.661)						
L2. CR^2			0.073* (1.819)						
Constant	−0.105 (−0.776)	0.983*** (3.299)	0.853** (2.571)	0.919*** (3.120)	0.557* (1.883)	0.612 (1.318)	0.710** (2.383)	0.247 (0.839)	0.611* (1.924)
adj. R^2	0.156	0.713	0.712	0.714	0.720	0.716	0.718	0.709	0.719
观测值	5531	5138	4584	5443	5021	5623	5623	5623	5623
控制变量	控制	控制	控制	控制	控制	控制	控制	控制	控制
行业固定效应	控制	控制	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	控制	控制		
省份固定效应							控制		
年份-省份固定效应								控制	
年份-行业固定效应									控制
聚类层级	企业	企业	企业	企业	企业	行业	企业	企业	企业

注：*、**、*** 分别表示在 10%、5%、1%水平上显著；括号内数字为聚类到企业层面的稳健标准误。

表 5　内生性分析结果

变量	第一阶段		第二阶段	第一阶段		第二阶段
	CR	CR^2	Tobin *Q*	*CR*	CR^2	Tobin *Q*
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
CR			−0.088* (−1.772)			−0.134* (−1.778)
CR^2			0.040** (2.161)			0.062* (1.768)
L. CR	0.955*** (14.326)					
L. CR^2		1.285*** (4.689)				
L2. CR				0.894*** (11.789)		
L2. CR^2					0.388* (1.763)	
Constant	−0.133 (−0.685)	−0.379 (−0.703)	0.987*** (3.334)	−0.631** (−2.198)	−1.236* (−1.700)	0.845*** (2.576)
adj. R^2	0.728	0.330	0.715	0.673	0.239	0.712
观测值	5138	5138	5138	4584	4584	4584
控制变量	控制	控制	控制	控制	控制	控制
行业固定效应	控制	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	控制

注：*、**、*** 分别表示在 10%、5%、1%水平上显著；括号内数字为聚类到企业层面的稳健标准误。

回归结果中，工具变量均通过了显著性检验，且 F 值远大于 10（分别为 38.468 和 21.978），表明工具变量与内生解释变量之间存在强相关性。第二阶段的回归结果中，碳韧性一次项的估计系数显著为负，碳韧性平方项的估计系数显著为正，表明在缓解了内生性问题后，碳韧性与企业成长绩效之间仍呈现出显著的“U”型关系。进一步的弱工具变量检验（Cragg-Donald Wald F 检验）显示 F 统计量为 440.266 和 111.998，远高于 10%水平下的临界值，拒绝了弱工具变量的假设；识别不足检验（Kleibergen-Paap rk LM 检验）的统计量为 31.803 和 23.026，且均在 1%的水平下显著，说明了工具变量的选取的合理性。

（三）数字化转型战略的中介效应分析

中介效应回归结果如表 6 所示。（1）列为与上文相同的主回归结果。（2）列为碳韧性及其平方项对数字化转型的回归结果，碳韧性的系数估计值在 5%的水平上显著为正，其平方项的系数估计值在 1%的水平上显著为负，表明碳韧性对数字化转型存在“倒 U”型关系。也就是说，适度的碳韧性能够推动企业数字化转型的实施，过度强调碳韧性不但不会提升企业转型战略的实施效果，还会对其推进产生不利影响。这可能是因为高碳排放企业在适度的范围内提升碳韧性，企业能够拥有丰富的资源储备和风险防范基础，及时感知外部环境变化，追踪持续变化的行业创新。这有助于企业把握市场变化，引进学习新技术，积极推进数字化转型战略的实施。但是如果碳韧性水平超过一定范围，会导致资源配置不合理，可能会具有路径依赖性，易导致企业在研发创新过程中产生因循守旧与认知局限，抑制数字化转型的实施。碳韧性对数字化转型战略影响的“倒 U”型曲线拐点值为 1.184，研究期间碳韧性均值为 0.070，碳韧性均值位于拐点左侧且与拐点存在较大距离，表明此阶段碳韧性水平的增加有助于数字化转型的实施。（3）列结果显示数字化转型战略与企业成长绩效之间的回归系数为-0.021，通过 10%水平的显著性检验，说明两者呈现负向抑制关系。数字化转型的推进会降低企业成长绩效。可能的解释是，数字化转型的实施需要投入大量成本，导致企业生产经营投入受限，不利于企业成长绩效的提升。因此，数字化转型战略在碳韧性与企业成长绩效的“U”型关系之间起到了部分中介作用，假设 H2 得到验证。

表 6　数字化转型战略中介效应检验结果

变量	Tobin Q	*digi*	Tobin Q
	（1）	（2）	（3）
CR	-0.057**	0.081**	-0.055**
	（-2.073）	（2.120）	（-2.012）
CR^2	0.020**	-0.034***	0.019**
	（2.478）	（-3.010）	（2.388）
digi			-0.021*
			（-1.945）
Constant	0.612**	-4.101***	0.528*
	（2.130）	（-6.430）	（1.834）
adj. R^2	0.716	0.276	0.716
观测值	5623	5623	5623
控制变量	控制	控制	控制
年份固定效应	控制	控制	控制
行业固定效应	控制	控制	控制

注：*、**、*** 分别表示在 10%、5%、1%水平上显著；括号内数字为聚类到企业层面的稳健标准误。

（四）市场竞争水平和政策不确定性的调节效应分析

针对市场竞争水平和政策不确定性的调节效应进行检验见表 7。（1）列对市场竞争水平对碳韧性与企业成长绩效之间关系的调节作用进行验证。回归结果表明，$CR\times MC$ 和 $CR^2\times MC$ 的系数均显著，证明市场竞争水平在碳韧性对企业成长绩效的影响中存在调节效应。为了更全面地反映市场竞争水平所发挥的调节效应，本文从曲线的形态和拐点移动情况两方面具体分析。曲线的形态通过顶点曲率 K 来判断，$CR\times MC$ 和 $CR^2\times MC$ 的系数依次为 0.310 和-0.121，意味着市场竞争水平越高时，曲线的 K 越小，曲线越平缓。这可能是因为拐点到来之前，随着市场竞争水平的增强，高碳排放企业会加强对资源的管控，优先应对外部竞争，所以在一定程度上挤占了塑造碳韧性所需的资源，降低了提升碳韧性在初期对企业成长绩效的负面影响；超过拐点后，伴随着市场竞争水平所发挥的调节作用，尽管碳韧性对企业成长绩效的正面影响开始显现，但由于市场竞争的持续压力，企业仍需大量资源用于维持市场地位，这使得碳韧性对企业成长绩效的提升作用未能充分发挥。计算得到新拐点值为 1.395，与上文中碳韧性对企业成长影响的“U”型曲线相比，拐点向左移动，说明随着市场竞争水平的增强，加速了拐点的到来。综上，市场竞争水平会弱化碳韧性与企业成长绩效之间的“U”型关系，使“U”型曲线变得平缓且曲线拐点向左侧移动，即市场竞争水平负向调节了碳韧性对企业成长绩效的影响，假设 H3a 得到验证。进一步的，验证市场竞争水平在碳韧性对企业成长绩效的影响中所发挥的调节效应是否通过数字化转型战略这一中介路径来实现。（3）列中交互项 $CR\times MC$ 和 $CR^2\times$

MC 均显著，表明在加入市场竞争水平这一调节变量后，*CR*×*MC* 与数字化转型之间仍呈“倒U”型关系。计算得到拐点值为1.193，与上文中碳韧性对数字化转型影响的“倒U”型曲线相比，拐点向右移动，意味着在加入市场竞争水平这一调节变量后，可以延缓此曲线拐点的到来。(4)列中数字化转型的回归系数为-0.022且显著，交互项系数同样显著，说明市场竞争水平的调节效应部分通过数字化转型起作用，即市场竞争水平在碳韧性对企业成长绩效影响中所发挥的负向调节效应部分通过数字化转型的中介作用得以实现，假设H3b得到验证。

表7的(2)列对政策不确定性对碳韧性与企业成长绩效之间关系的调节作用进行验证。回归结果表明，*CR*×*EPU* 和 CR^2×*EPU* 的系数均显著，证明政策不确定性在碳韧性对企业成长绩效的影响中存在调节效应。*CR*×*EPU* 和 CR^2×*EPU* 的系数依次为-0.021和0.006，意味着政策不确定性越高时，曲线的 *K* 越大，图形越陡峭。这可能是因为拐点到来之前，政策不确定性加剧了企业面临的外部环境与内部经营的风险，使高碳排放企业更加重视提升碳韧性水平以抵御危机，减少对核心业务的投入，强化成长绩效的下降趋势；超过拐点后，政策不确定性的持续存在促使高碳排放企业进一步加大碳韧性方面的投入，以提升抵御冲击的能力和灵活性，实现稳定运营，优化生产效率，进而促进成长绩效的显著提升。计算得到新拐点值为1.532，与上文中碳韧性对企业成长绩效影响的“U”型曲线相比，拐点向右移动，说明随着政策不确定性的提高，延缓了拐点的到来。综上，政策不确定性会强化碳韧性与企业成长绩效之间的“U”型关系，使“U”型曲线更凹且曲线拐点向右侧移动，即政策不确定性正向调节了碳韧性对企业成长绩效的影响，假设H4a得到验证。进一步验证政策不确定性在碳韧性对企业成长绩效的影响中所发挥的调节效应是否通过数字化转型战略这一中介路径来实现。(5)列中交互项 *CR*×*EPU* 和 CR^2×*EPU* 均显著，表明在加入政策不确定性这一调节变量后，*CR*×*EPU* 与数字化转型之间仍呈“倒U”型关系，计算得到拐点值为1.236，与上文中碳韧性对数字化转型影响的“倒U”型曲线相比，拐点向右移动，意味着在加入政策不确定性这一调节变量后，可以延缓此曲

表7 调节效应回归结果

变量	Tobin *Q*		*digi*	Tobin *Q*	*digi*	Tobin *Q*
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
CR	-0.063**	-0.069**	0.077**	-0.061**	0.099**	-0.067**
	(-2.269)	(-2.453)	(2.039)	(-2.210)	(2.324)	(-2.385)
CR^2	0.023***	0.023***	-0.032***	0.022***	-0.040***	0.022***
	(2.823)	(2.765)	(-2.852)	(2.738)	(-3.323)	(2.664)
CR×*MC*	0.310***		0.333*	0.318***		
	(2.603)		(1.924)	(2.664)		
CR^2×*MC*	-0.121**		-0.114*	-0.123**		
	(-2.427)		(-1.689)	(-2.490)		
CR×*EPU*		-0.021***			0.036***	-0.020***
		(-3.195)			(2.842)	(-3.092)
CR^2×*EPU*		0.006**			-0.015***	0.005*
		(2.024)			(-3.164)	(1.916)
MC	0.176		-0.044	0.174		
	(1.435)		(-0.211)	(1.420)		
EPU		0.026***			0.196***	0.029***
		(3.007)			(13.720)	(3.319)
digi				-0.022**		-0.020*
				(-2.072)		(-1.814)
Constant	0.676**	0.623**	-4.124***	0.587**	-4.352***	0.539*
	(2.363)	(2.177)	(-6.393)	(2.054)	(-6.904)	(1.879)
adj. R^2	0.717	0.717	0.276	0.717	0.277	0.717
观测值	5623	5623	5623	5623	5623	5623
控制变量	控制	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	控制
行业固定效应	控制	控制	控制	控制	控制	控制

注：*、**、*** 分别表示在10%、5%、1%水平上显著；括号内数字为聚类到企业层面的稳健标准误。

线拐点的到来。(6)列中数字化转型的回归系数为-0.020且显著，交互项系数同样显著，说明政策不确定性的调节效应部分通过数字化转型起作用，即政策不确定性在碳韧性对企业成长绩效影响中所发挥的正向调节效应部分通过数字化转型的中介作用得以实现，假设H4b得到验证。

六、进一步讨论与分析

(一)异质性分析

1. 企业规模

理论上，与中小规模企业相比，大规模企业所具备的资源丰富，塑造碳韧性能更有效地推进数字化转型的实施，加快降碳减污的步伐，使高碳排放企业兼顾经济效益与环境效益，进而获得长期发展，提升成长绩效。因此，本文依据样本企业总资产对数的中位数，将样本划分为大规模企业与中小规模企业进行回归分析，具体结果见表8。表8中大规模企业的实证结果与上文保持一致，而中小规模企业碳韧性对企业成长绩效的影响效果不显著。这可能是因为，大规模企业利用资源培育和提升碳韧性占据了一部分经营成本，短期内企业成长绩效会受到影响，但随着碳韧性水平的提升，高碳排放企业能够更好地抵御外部冲击，降低能源消耗，提升企业的社会形象，获得长期可持续发展，进而提高企业成长绩效；而中小规模企业资源有限，资金、技术、人才等方面相对匮乏，应对外部冲击的能力较弱，极易受到外部环境变化的影响，即使有提升碳韧性的意愿，也可能因缺乏足够的资源而难以有效发展相关能力，导致碳韧性对企业成长绩效的作用不明显。另外，本文采用Chow检验对不同分组进行组间差异检验，Chow检验的组间系数差异 P 为0.000，证实该组间系数差异的统计显著性。

2. 数字化转型阶段

我国目前超过75%的企业数字化转型进展缓慢，面临着“不会转、不敢转、不能转”的实践困境，而高碳排放企业在这其中所面临的转型压力更为突出。数字化转型作为持续、连贯且整体的进阶过程，企业内部存在着驱动转型从初级向高级阶段迈进的进阶机制。因此，本文结合已有研究与我国企业数字化转型实践构建数字化转型词典[31]，依据数字化规划、数字技术应用和所需资源与能力三个维度将样本划分为单点夯实深耕、全面集成重构和模式重塑创新三个阶段进行回归分析，具体结果见表8。表8结果显示，处于单点夯实深耕和全面集成重构阶段的企业，碳韧性的估计系数显著为负，碳韧性平方项的估计系数显著为正；模式重塑创新阶段的企业碳韧性的估计系数并不显著，说明碳韧性对模式重塑创新阶段的企业成长绩效影响作用相对较弱。这可能是因为，在单点夯实深耕阶段，企业开始明确数字化转型规划，初步实现核心环节的数字化系统建设。高碳排放企业在单点夯实深耕阶段会集中一部分资源塑造碳韧性并且为转型投入资金，短期内会增加企业的运营成本，压缩利润空间，导致成长绩效下滑。随着碳韧性水平的提升，企业通过数字化转型提高了能源利用效率，减少碳排放，产品质量和生产稳定性获得提升，市场竞争力逐渐增强。

表8　进一步分析

变量	企业规模		数字化转型阶段			低碳	
	大型	中小型	单点夯实深耕	全面集成重构	模式重塑创新	线性关系	非线性关系
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
CR	-0.057***	-0.070	-0.060*	-0.080**	-0.184	-0.004	-0.014
	(-2.796)	(-1.598)	(-1.894)	(-2.205)	(-0.842)	(-0.383)	(-0.944)
CR^2	0.017***	0.017	0.017*	0.028***	0.120		0.004
	(2.894)	(1.205)	(1.798)	(2.613)	(1.451)		(0.851)
Constant	0.005	3.052***	0.608*	0.007	0.585	1.130***	1.110***
	(0.022)	(2.782)	(1.787)	(0.016)	(0.594)	(5.542)	(5.442)
adj. R^2	0.719	0.745	0.727	0.700	0.687	0.674	0.674
观测值	3026	2597	3965	1427	204	17286	17286
控制变量	控制	控制	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	控制	控制
行业固定效应	控制	控制	控制	控制	控制	控制	控制

注：*、**、***分别表示在10%、5%、1%水平上显著；括号内数字为聚类到企业层面的稳健标准误。

同时,良好的环境绩效有助于企业获得政策支持、税收优惠等,从而推动企业成长绩效稳步提升。当高碳排放企业数字化转型进入全面集成重构阶段,企业对内部的生产流程、供应链管理等多个方面进行系统性的集成与重构,围绕单一业务流程实现数据共享,并实现产业链企业间的业务协同。这一过程涉及面广、复杂度高,不同环节之间的协调与整合难度大,容易出现管理混乱、运营效率下降等问题,这时碳韧性不仅需要顺应外部环境变化也要进行内部调整,使企业成长绩效在短期内受到较大冲击而下降。碳韧性水平提高后,其在企业整体运营中的能力得到充分发挥,能够实现资源的优化配置和价值最大化创造,从而推动成长绩效恢复并实现持续增长。处于模式重塑创新阶段的高碳排放企业需要对商业模式、盈利模式等进行根本性的变革和创新,这类创新面临着巨大的不确定性,在优化生产流程、升级技术设备等方面需要投入大量成本进行转型,一旦创新方向偏离市场需求或技术路线选择失误,企业将面临巨大的投资损失和经营风险,其数字化转型成效尚未在绩效结果中显现。Chow 检验的组间系数差异 P 为 0.000,证实该组间系数差异的统计显著性。

(二)高低碳企业对比分析

虽然验证了碳韧性与高碳排放企业成长绩效之间的“U”型关系,但是碳韧性是否会对低碳排企业成长绩效产生影响及会产生何种影响?因此,本文针对碳韧性对高低碳排企业成长绩效的影响进一步剖析。本文借鉴胡铭宇等[32]的处理方式,根据碳排放强度的不同,将上市企业划分为高、低两个样本组,分别进行固定效应回归见表 8。结果表明不同碳排放强度企业碳韧性对企业成长绩效的影响作用不同,(6)列检验了碳韧性对低碳排企业成长绩效的线性关系,(7)列检验了非线性关系,都呈现出不显著的结果。这可能是因为,双碳目标对于低碳排企业的外部环境压力较小,碳排放水平已经较低,其塑造和提升碳韧性的动机不足,面临的市场需求也有所差异,导致碳韧性对低碳排企业成长绩效的整体影响较为有限。因此,从不同企业碳排放强度的角度来看,碳韧性对高碳排放企业成长绩效的影响作用最为显著,能够有效促进其低碳转型和可持续发展,是实现双碳目标的关键领域。

七、结语

(一)研究结论

本文基于动态能力理论,以 2007—2022 年的高碳排放上市企业为样本,研究了碳韧性对企业成长绩效的影响,并分析了数字化转型战略在两者之间的中介作用和市场竞争水平、政策不确定性在碳韧性与企业成长绩效关系中的调节效应及作用机制,主要得出以下研究结论:

(1)碳韧性对高碳排放企业成长绩效展现出“U”型影响。随着碳韧性水平的提升,高碳排放企业成长绩效呈现出先下降后提升的非线性演变规律。在经过稳健性检验和内生性分析后,仍得到一致的估计结果。

(2)数字化转型是碳韧性影响高碳排放企业成长绩效的中间机制。碳韧性与数字化转型存在“倒 U”型关系。市场竞争水平在碳韧性对企业成长绩效的“U”型主效应中起负向调节作用,市场竞争水平在碳韧性对企业成长绩效影响中所发挥的负向调节效应部分通过数字化转型的中介作用得以实现。政策不确定性在碳韧性对企业成长绩效的“U”型主效应中起正向调节作用,政策不确定性在碳韧性对企业成长绩效影响中所发挥的正向调节效应部分通过数字化转型的中介作用得以实现。

(3)相比于中小规模企业资源有限和数字化转型阶段处于模式重塑创新阶段的企业尚处于“事倍功半”的现状,大规模和处于单点夯实深耕和全面集成重构阶段的高碳排放企业碳韧性与企业成长绩效之间的“U”型关系更为显著。此外,相较于低碳排企业,碳韧性对高碳排放企业成长绩效具有显著影响。

(二)实践启示

本文从企业自身和政府两个角度提出相关实践启示。

首先,高碳排放企业在塑造碳韧性的过程中对企业成长绩效的提升呈现“厚积薄发”的趋势。在双碳目标政策的指引下,高碳排放企业短期内面临着产业结构调整和降低能耗等环境约束压力,长期则需应对提质增效的经济压力。为有效破解低碳发展与未来成长的困境,更好地适应双碳目标的新要求,高碳排放企业需要塑造和提升碳韧性以稳定冲击、适应发展,甚至实现反超。较低水平的碳韧性可能会暂时降低企业的长期发展绩效,但随着碳韧性水平的提升,其会利于企业获得可持续发展。因此,高碳排放企业需要关注

碳韧性与企业成长的动态关系，在政策压力的影响下权衡经济效益与环境效益的发展，而非关注企业绩效水平的绝对值。在碳韧性水平较低时，企业应着重解决紧迫的环境问题，通过优化生产流程等方式实现降污减排；碳韧性由较低水平提升时可能会暂时降低企业的长期发展绩效，企业应逐步优化资源配置，如加大研发投入、探索低碳技术等，以寻找经济效益与环境效益的最佳平衡点；当碳韧性水平较高时，企业应关注如何进一步提升企业的核心竞争力，获取竞争优势。综上所述，企业应该制定适当的发展计划，以平衡短期降污减排目标的实现和长期转型升级的推进，促进碳韧性在企业成长绩效中的长远助力。

其次，企业应将数字化转型纳入整体战略规划，明确其在碳韧性和企业成长绩效中的关键作用。设定清晰的数字化转型目标，如通过数字化手段实现节能减排、优化生产流程等，确保数字化转型与企业的长期发展目标相一致[33]。这使高碳排放企业碳韧性能够通过数字化转型发挥作用，推动企业成长。此外，鉴于数字化转型是一个复杂且长期的过程，企业应根据自身实际情况分阶段推进。在单点夯实深耕阶段，高碳排放企业应选择关键环节进行数字化改造，降低碳排放，为后续企业成长绩效提升奠定基础；随着基础的夯实，逐步向全面集成重构阶段过渡，实现企业内部各部门、流程的数字化协同，推进生产流程自动化和智能化，减少碳排放，同时提高产品质量和生产效率，从而提升企业的成长绩效；最终，模式重塑创新阶段面临着整体商业模式的变革，高碳排放企业需要谨慎推进转型进程，充分评估转型过程中的风险与机遇，确保企业的稳健存续与发展。

最后，双碳目标政策对高碳排放企业造成极大冲击，政府应从多方面助力企业低碳转型：一方面，政府需要确保绿色转型激励政策的有效实施，通过税收减免等方式降低企业绿色转型成本，同时推广绿色债券等融资工具为企业转型提供充足的资金支持，保障低碳转型的顺利推进；另一方面，全面深化经济体制改革，激发市场活力，强化市场在资源配置中的决定性作用，保障生产要素与资源的有序流动。在此基础上，促进绿色转型优惠政策与竞争政策的协同共进，既为企业低碳转型提供有力的政策支持，又充分发挥市场竞争机制的积极作用，恰如“春风化雨，润物无声”，在政策与市场的双重驱动下，高碳排放企业得以实现绿色转型与高质量发展的双赢。

参考文献

[1] 宫宁，李瑾，罗崇佳，等. 高碳排放行业企业碳信息披露动机及经济后果研究——基于上市公司的实证分析[J]. 证券市场导报，2024(5)：14-24.

[2] 林洲钰，邓兴华，刘璐. 公众环保压力与企业创新[J]. 管理科学学报，2025，28(3)：59-78.

[3] 倪克金，刘修岩. 数字化转型与企业成长：理论逻辑与中国实践[J]. 经济管理，2021，43(12)：79-97.

[4] 单宇，许晖，周连喜，等. 数智赋能：危机情境下组织韧性如何形成？——基于林清轩转危为机的探索性案例研究[J]. 管理世界，2021，37(3)：84-104，7.

[5] MEYER A D. Adapting to environmental jolts[J]. Administrative Science Quarterly，1982，27(4)：515-537.

[6] DUCHEK S. Organizational resilience：A capability-based conceptualization[J]. Business Research，2020，13(1)：215-246.

[7] 路江涌，相佩蓉. 危机过程管理：如何提升组织韧性?[J]. 外国经济与管理，2021，43(3)：3-24.

[8] SAHEBJAMNIA N，TORABI S A，MANSOURI S A. Building organizational resilience in the face of multiple disruptions[J]. International Journal of Production Economics，2018，197(12)：63-83.

[9] 梁林，郭悦雯. 高碳排制造业发展质量提升研究——基于碳韧性的新思路[J]. 科技进步与对策，2024，41(19)：67-78.

[10] 杜晶晶，胡美琳，郝喜玲，等. 借势生财还是深度共创？创业生态系统中新创企业成长绩效组态研究[J]. 科技进步与对策，2024，41(22)：109-118.

[11] HERBANE B. Rethinking organizational resilience and strategic renewal in SMEs[J]. Entrepreneurship & Regional Development，2019，31(5/6)：476-495.

[12] LIANG L，GUO Y，LI Y，et al. How can China's manufacturing industry achieve better development? A carbon resilience perspective based on the system GMM model[J]. Humanities and Social Sciences Communications，2025，12(1)：1-19.

[13] 李宇，王竣鹤. 学习和忘却、组织韧性与企业数字化能力获取研究[J]. 科研管理，2022，43(6)：74-83.

[14] 伍兆祥，代吉林，李胜文. 长期导向投资韧性、数字化转型与家族企业国际创业[J]. 山西财经大学学报，2023，45(6)：99-112.

[15] 肖仁桥，沈佳佳，钱丽. 数字化水平对企业新产品开发绩效的影响——双元创新能力的中介作用[J]. 科技进步与对策，2021，38(24)：106-115.

[16] 彭华涛，夏丽馨，刘勤. 社会网络嵌入、风险承担水平与科技创业绩效——产品市场竞争视角[J]. 科技进步与对策，2024，41(12)：23-34.

[17] 连燕玲，叶文平，刘依琳. 行业竞争期望与组织战略背离——基于中国制造业上市公司的经验分析[J]. 管理世界，2019，35(8)：155-

172, 191-192.
[18] 张阿城, 曾婧婧. 政策不确定性如何影响企业绩效——一项基于Meta分析的检验[J]. 科技进步与对策, 2022, 39(20): 52-62.
[19] 祝树金, 申志轩, 文茜, 等. 经济政策不确定性与企业数字化战略: 效应与机制[J]. 数量经济技术经济研究, 2023, 40(5): 24-45.
[20] BAIN Z. Industrial organization[M]. New York: John Wiley, 1959.
[21] 李飞, 胡毅, 张奇. 组织管理模式对企业成长性的影响实证研究[J]. 管理评论, 2021, 33(12): 295-302.
[22] 王彦萌, 许冠南, 陈庆江. 数字经济下董事网络嵌入对企业成长的影响研究[J]. 管理学报, 2024, 21(2): 240-250.
[23] 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.
[24] 赵宸宇, 王文春, 李雪松. 数字化转型如何影响企业全要素生产率[J]. 财贸经济, 2021, 42(7): 114-129.
[25] 邢立全, 陈汉文. 产品市场竞争、竞争地位与审计收费——基于代理成本与经营风险的双重考量[J]. 审计研究, 2013(3): 50-58.
[26] DAVIS S J, LIU D, SHENG X S. 2019. Economic policy uncertainty in China since 1949: The view from mainland newspaper[C]//Fourth Annual IMF-Atlanta Fed Research Workshop on China's Economy Atlanta. Atlanta: Federal Reserve Bank of Atlanta, International Monetary Fund (IMF), 2019.
[27] JENSEN M C. Agency costs of free cash flow, corporate finance, and takeovers[J]. The American Economic Review, 1986, 76(2): 323-329.
[28] 董保宝, 葛宝山. 新企业风险承担与绩效倒U型关系及机会能力的中介作用研究[J]. 南开管理评论, 2014, 17(4): 56-65, 87.
[29] 叶宝娟, 温忠麟. 有中介的调节模型检验方法: 甄别和整合[J]. 心理学报, 2013, 45(9): 1050-1060.
[30] 田丹, 丁宝. 企业高质量发展的测度及作用机制研究: 基于组织韧性的视角[J]. 中国软科学, 2023(9): 154-170.
[31] VERHOEF P C, BROEKHUIZEN T, BART Y, et al. Digital transformation: A multidisciplinary reflection and research agenda[J]. Journal of Business Research, 2021, 122: 889-901.
[32] 胡铭宇, 董雪晗, 高峰. 碳排放权交易是否影响股票收益率? ——基于高低碳企业的异质性视角[J]. 投资研究, 2023, 42(12): 4-20.
[33] LIANG L, LI Y. How does government support promote digital economy development in China? The mediating role of regional innovation ecosystem resilience [J]. Technological Forecasting and Social Change, 2023, 188: 122328.

Carbon Resilience, Digital Transformation and the Growth Performance of High Carbon Emitting Enterprises

Liang Lin[1,2], Ran Yuehan[1]

(1. School of Economics & Management, Tianjin 300130, China; 2. The Institute for Jingjinji Area Development Studies, Hebei University of Technology, Tianjin 300130, China)

Abstract: In the context of the dual carbon goals, achieving low-carbon development is a necessary path for high carbon emitting enterprises to achieve high-quality growth in China. Carbon resilience was introduced as a new concept. It is argued that carbon resilience, as a special dynamic capability for enterprises to cope with the impact of the "dual carbon" goals, can help high carbon emitting enterprises achieve growth. Digital transformation is identified as a vital mechanism through which carbon resilience affects the growth of high carbon emitting enterprises. Based on the dynamic capabilities theory, the nonlinear impact of carbon resilience on the growth performance of high carbon emitting enterprises and its mechanism of action were empirically analyzed. The impact of the heterogeneity of digital transformation stages on high carbon emitting enterprises is further explored. The results show that carbon resilience has a "U-shaped" impact on the growth performance of high carbon emitting enterprises. As the level of carbon resilience increases, its impact on the growth performance of high carbon emitting enterprises first decreases and then increases in a nonlinear manner. The digital transformation strategy plays a mediating role between carbon resilience and the growth performance of high carbon emitting enterprises. Further research finds that for high carbon emitting enterprises in the digital transformation stages of single-point deepening and comprehensive integration and reconstruction, the "U-shaped" relationship is more pronounced. The conclusions deepen the understanding of the relationship between carbon resilience and the growth performance of high carbon emitting enterprises. They provide important references for the growth of high carbon emitting enterprises and offer new ideas for guiding these enterprises to effectively enhance the effectiveness of their digital transformation.

Keywords: carbon resilience; growth performance; digital transformation strategy; dual carbon goals