

人工智能与高新技术企业竞争力:机制与效应

杜传忠¹, 曹效喜², 刘书彤²

(1. 南开大学 经济与社会发展研究院, 天津 300071; 2. 南开大学 经济学院, 天津 300071)

摘要: 通过人工智能技术赋能制造企业的生产、运营过程, 提升制造企业的知识化、智能化水平, 是高新技术企业获得竞争优势的重要途径。文章从理论和实证两个方面分析了人工智能对高新技术企业竞争力提升的作用机制及效应。研究表明: 人工智能提高了高新技术企业的成本加成率和全要素生产率, 主要结论在稳健性检验后依然成立。异质性分析发现, 人工智能对国有企业和经济不确定感知程度较高的高新技术企业的赋能效果更明显; 同时, 对处于低市场分割和实体经济基础较好地区的高新技术企业的赋能效果更明显。技术积累、员工结构优化、成本节约和效率提升是实现人工智能赋能高新技术企业竞争力的重要机制。研究结论对促进人工智能与高新技术制造业深度融合, 实现经济高质量发展具有明显政策启示。

关键词: 人工智能; 高新技术企业; 成本加成率; 智能制造

中图分类号: F49 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000-2154(2024)02-0030-20

DOI: 10.14134/j.cnki.cn33-1336/f.2024.02.003

Artificial Intelligence and High-tech Enterprise Competitiveness: Mechanism and Effect

DU Chuanzhong¹, CAO Xiaoxi², LIU Shutong²

(1. College of Economic and Social Development, Nankai University, Tianjin 300071, China;

2. School of Economics, Nankai University, Tianjin 300071, China)

Abstract: Empowering the production and operation processes of manufacturing enterprises through artificial intelligence (AI) technology and improving the knowledge and automation level of manufacturing enterprises is an important way for high-tech enterprises to gain competitive advantages. This article theoretically and empirically analyzes the mechanism and effect of AI on enhancing the competitiveness of high-tech enterprises. The research shows that AI improves both markups and total factor productivity, and the main conclusion still holds after a series of robustness tests. The heterogeneity analysis shows that AI has a more significant empowering effect on competitiveness of state-owned enterprises and high-tech enterprises with higher economic uncertainty perception enterprises. Also, the effect is more pronounced for high-tech enterprises in regions with low market segmentation and good physical economic foundation. Technology accumulation effect, employee structure optimization effect, cost saving effect and efficiency improvement effect are important mechanisms for empowering high-tech enterprises with AI. The conclusion has obvious policy implications for promoting the deep integration of AI and high-tech manufacturing, and achieving high-quality economic development.

Key words: artificial intelligence; high-tech enterprises; markups; intelligent manufacturing

一、引言

党的二十大报告强调要“强化企业科技创新主体地位, 发挥科技型骨干企业引领支撑作用”。在我国,

收稿日期: 2023-12-07

基金项目: 国家社会科学基金重大项目“新一代人工智能对中国经济高质量发展的影响、趋向及应对战略研究”(20&ZD067); 国家社会科学基金重点项目“中国制造业关键技术缺失、成因及创新突破路径研究”(19AZD015)

作者简介: 杜传忠, 男, 教授, 博士生导师, 经济学博士, 主要从事产业理论与政策研究; 曹效喜(通讯作者), 男, 博士研究生, 主要从事产业组织理论与政策研究; 刘书彤, 女, 博士研究生, 主要从事产业组织理论与政策研究。

高新技术企业是指以科学技术为核心,以知识创新为驱动,依靠自主研发和自主知识产权形成具有较强市场竞争力的企业。作为技术创新、技术扩散的重要载体,高新技术企业具备知识密集、技术密集的特点,直接影响这个国家产业体系乃至整个经济体系的竞争力和效率。正是基于此,政府陆续实施了国家高技术研究发展计划(863计划)《国家火炬计划》《中国制造2025》和国家高新技术产业开发区等促进高新技术企业发展的规划或政策,并取得了明显的经济和社会效益。根据《2022年中国专利调查报告》,2022年我国高新技术企业、专精特新“小巨人”企业发明专利产业化率分别为56.1%、65.3%,分别比全国企业平均水平高8个、17.2个百分点。可见,高新技术企业已经成为我国自主创新的先行者、高质量发展的领头雁和建设现代化产业体系的生力军。从行业层面看,近年来,我国高新技术产业的科技创新能力在数量和质量两方面都得到明显提升。由图1可知,2011—2021年,我国高技术制造业新产品开发项目数与经费支出、新产品销售收入与出口销售收入均呈现高速增长态势,年均增长率均超过10%,在相对不利的国内外发展环境条件下仍表现出较强的抗风险能力和逆增长势头。

但与此同时,我国高新技术企业发展仍存在一些不容忽视的问题和短板:一是一些西方国家推行科技脱钩与核心技术垄断措施导致我国高新技术企业面临较强的专利壁垒困境,在许多高精尖领域面临着较突出的关键核心技术自给率低等“卡脖子”问题;二是尽管我国高新技术产业研发投入强度在不断提升,但本土企业在国际产业分工中仍处于中低端,国际竞争力有待提升,创新成果转化率较发达国家也有较大差距(盛朝迅等,2022)^[1]。①面对新的发展环境和任务,加快补齐高新技术企业发展短板,着力提升企业竞争力,已成为加快推进现代化产业体系建设、实现高质量发展的重要一环。

技术创新是企业保持长期竞争优势的关键因素。面对新一轮科技革命与产业变革,新一代人工智能作为引领新一轮科技革命和产业变革的战略性技术、通用性目的技术,正在通过产业智能化、智能产业化,与包括高新技术产业在内的制造业进行深度融合,对企业竞争力产生促进作用。《人工智能发展报告2011—2020》显示,在突破性技术创新方面,近30%的突破性技术与人工智能相关,且中国专利申请量位居世界第一,占全球总量的74.7%。人工智能具有显著的高扩散性、强渗透性和强赋能性,通过与高新技术深度融合,将有效带动高新技术产业技术创新和竞争力提升。为此,应按照党的二十大报告所提出的,加快构建新一代信息技术、人工智能等一批新的增长引擎。作为制造业大国,我国应充分发挥丰富的人工智能应用场景的优势,加快推进新一代人工智能技术与制造业的深度融合,加快推动高新技术企业的数字化、智能化,提升其核心竞争力,为构建现代化产业体系、实现经济高质量发展提供强有力的支撑。

为此,本文将二者纳入同一分析框架,在厘清人工智能赋能高新技术企业竞争力的基础上,利用上市公司数据进行实证检验。边际贡献在于:一是在研究主题方面,本文在智能化发展背景下,揭示人工智能促进高新技术企业竞争力提升的机制与效应,在理论层面深化了人工智能赋能制造业发展的相关研究;在实践层面,在核心技术被国外垄断、很多领域的关键技术自给率低的现实背景下,从国家重大战略出发识别出具体影响路径,为未来进一步布局人工智能、提升高新技术企业竞争力提供经验借鉴。二是在变量衡量方面,现有研究多以IFR数据测算人工智能发展水平,但Dauth等(2021)^[2]指出这种构造方法可能会使得产业结构相似地区的误差项相关,从而造成标准误差可能被低估。本文综合利用各类数据多维度交叉验证,提高了实证结果的可信度。此外,本文同时从反映企业市场力量与产品竞争力的成本加成率,以及反映企业投入与产出效率的全要素生产率出发衡量企业竞争力,考察指标的多元化有助于缓解单一指标考核造成的信息缺失。三是在机制分析方面,本文通过技术积累效应、员工结构优化效应、成本节约效应和效率提升效应,较为具体深入地揭示了人工智能对高新技术产业竞争力影响的机制、过程和逻辑链条。

本文的逻辑结构如下:第三部分展开分析人工智能影响高新技术产业竞争力的理论分析与研究假设;第四部分给出研究设计、变量与数据;第五部分为基准结果与稳健性检验;第六部分为异质性分析与机制检验;最后给出主要结论与对策建议。

①我国科技成果转化不足30%,真正实现产业化的不足5%,专利实施率仅为10%,与美国、日本等发达国家80%的科技成果转化率差距很大。

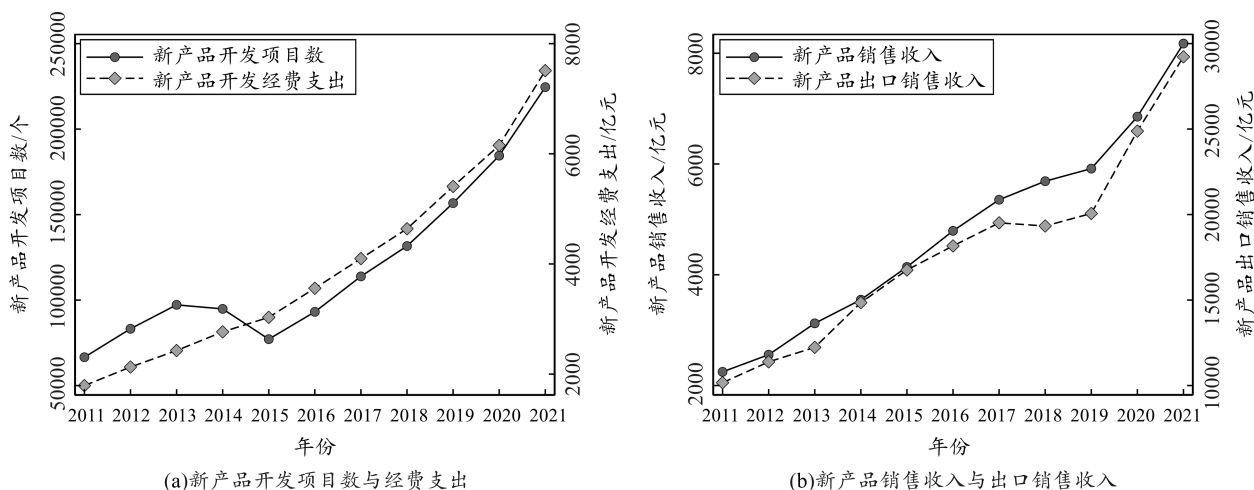


图1 高技术产业新产品开发与销售情况

数据来源:中国高技术产业统计年鉴。

二、文献综述

技术创新是企业核心竞争力和竞争优势的决定性因素和重要来源,从一般性技术创新到以人工智能为代表的新一代通用目的技术,如何通过技术创新赋能企业竞争力,一直是学术界和企业界共同关注的话题。通过一般性技术创新赋能,有助于提升企业竞争力,已经成为现有研究的共识,但不同技术间的作用效果存在异质性,包括数据要素、数字技术、互联网技术、智能技术和高铁发展等。具体而言,Wan等(2023)^[3]认为数字技术会显著促进本地创新绩效但具有负的空间溢出效果。Lee等(2005)^[4]以韩国数字电视行业为例,认为数字技术是高新技术企业实现技术赶超和跨越式发展的重要手段,在初期建立的产品量产的生产体系是其生产优势的重要来源。Liu等(2014)^[5]认为,我国高新技术产业创新活动的模式取决于本国行业知识基础和国外竞争程度,技术引进和国际技术溢出是提升企业竞争力的重要来源(Liu和Buck,2007)^[6]。Xiao和Lin(2021)^[7]发现高铁技术带来了知识溢出和市场拓展,进而改变了高技术产业从开拓型到路径依赖型的演进态势。郭然等(2021)^[8]、杜传忠和孙兴隆(2022)^[9]与李俊久和张朝帅(2022)^[10]分别从互联网发展、基础研究和数字要素投入等角度出发得出了较为一致的结论。人工智能作为新一代信息技术,既具有一般通用型信息通信技术所具有的强渗透性与高替代性特征,同时还具备与各经济要素协同配合的协同性特征,以及部分替代人类脑力工作的创造性特征,因此其对企业竞争力的影响是否呈现新特征、新趋势,仍有待进一步探讨。

与通过一般性技术创新赋能企业竞争力的研究共识不同,现有文献对新一代信息技术是否能够促进企业竞争力提升并没有得出一致结论。胡登峰等(2022)^[11]发现,以科大讯飞为例的智能语音行业的核心技术突破也遵循从技术引进、技术遵循到技术赶超的路径。路玮孝和孟夏(2021)^[12]、黄亮雄等(2023)^[13]和赵峰(2007)^[14]分别从服务贸易发展、产品议价能力和产业集群等路径衡量人工智能对企业竞争力的赋能作用。Shen等(2023)^[15]发现互联网化带来了信息可用性和创新活动的提高,由此提升了企业在对外贸易中的定价能力。Calligaris等(2018)^[16]以跨国面板数据为例证明数字密集型行业的成本加成显著高于其他行业,而Weche和Wagner(2021)^[17]认为数字化提高了行业的加价率和集中度,但对市场支配能力没有显著影响,该文同时也验证了产业组织指标间指标的互补性。除此之外,现有研究也关注人工智能对劳动力市场和收入分配(Acemoglu和Restrepo,2019;陈东和秦子洋,2022)^[18-19]、对外贸易与价值链(綦建红和张志彤,2022;吕越等,2023)^[20-21]、绿色和可持续发展(Zhao等,2022;盛丹和卜文超,2022)^[22-23]等企业绩效的影响,对现代“索洛悖论”和劳动力市场影响的讨论是其中的重点。对现代“索洛悖论”的讨论,持肯定

观点的文献认为人工智能可以通过改善技术性能和创新过程(诸竹君等,2022)^[24],提高研发组织的能力以及依靠与应用领域互补创新产生的大规模溢出效应实现长期的生产率提升(Kromann等,2020)^[25];持否定观点的文献则认为突破性技术的应用到生产率提升间存在较长的时滞效应(陈楠和蔡跃洲,2022; Van Ark, 2016)^[26-27]、学习和调整成本等(Brynjolfsson等,2018)^[28]。人工智能对劳动力市场的影响可以进一步分为对高技能和低技能劳动力的影响,包括竞争效应和替代效应,王晓娟等(2022)^[29]研究发现,人工智能对就业的影响在短期内存在替代效应而长期更多的是创造效应。Aghion等(2018)^[30]则提出人工智能型企业可能比其他企业创造更多的低技能工作。这是因为随着企业利润的增长,在人工智能没有绝对成本优势的情况下,企业仍倾向于通过雇用低技能工人而非引进人工智能技术。

与本文密切相关的另一类文献主要关注企业竞争力的决定性因素。从技术积累的视角看,蔡庆丰和陈熠辉(2020)^[31]以开发区为例认为集聚效应带来的技术积累是构成园区内企业核心竞争力的重要来源。牛卫平(2012)^[32]认为企业在承接国际外包时,可以通过引进和学习先进技术构建自身的知识体系,最终通过技术积累构筑企业核心竞争力,实现外包陷阱的跨越。杜善重等(2023)、黄先海等(2023)和马亮等(2023)分别从机器人、数字技术、数字化转型等方面阐述了技术积累对企业竞争力的重要影响^[33-35]。从员工结构优化或人力资本升级的角度看,肖曙光和杨洁(2018)^[36]认为员工结构高级化是提升企业竞争力的基础,段巍等(2023)^[37]也认为当企业面临管理约束时会倾向于增加特定人力资本投入以保持其竞争力,姚战琪(2022)^[38]认为人力资本积累是数字经济条件下企业维持其竞争力的重要手段,程锐和马莉莉(2020)^[39]从结构演进的视角证明人力资本是提升制造业出口竞争力的内源动力。从成本节约的角度看,张朝帅等(2023)^[40]认为数字化转型能够通过降低企业生产、经营和运输过程中的各项成本以提高产品出口的竞争力。毛其淋和王凯璇(2023)^[41]、刘海建和胡化广(2023)^[42]和刘婕等(2021)^[43]分别从合约成本、运输成本以及交易成本的角度识别企业竞争力的影响路径。从效率提升的角度看,张菡洺和杨广钊(2022)^[44]发现营商环境优化会提高市场效率,从而提升企业竞争力。沈坤荣等(2023)^[45]认为机器人本身就意味着高效率,并且还能够通过赋能先进制造业与现代服务业融合提升制造业竞争力(杜传忠,2023)^[46]。方齐云等(2023)^[47]结合新新贸易理论认为生产效率和研发效率是企业出口竞争力的重要影响因素。

由以上综述可知,已有文献对人工智能和高新技术产业竞争力之间的关系进行了一定研究,并取得了相应研究成果,但尚未将人工智能与高新技术产业竞争力纳入同一理论分析框架,并对其内在作用机理、作用绩效、作用路径等进行逻辑一致性分析,相应的实证分析也较少见。

三、理论分析与研究假设

随着人工智能技术的快速发展与广泛应用,其对各行各业的赋能效应越来越显著。特别是对于技术密集型特征较为突出的高新技术产业,人工智能的赋能效应更为突出(Wan等,2023)^[3]。一方面,借助于深厚的数字技术积累,人工智能面向高新技术企业提供算法、算力服务和系统解决方案;另一方面,高新技术企业发挥在品牌、渠道、市场占有率等方面的优势,引进人工智能人才(杜传忠和孙兴隆,2022)^[9],设立专门的人工智能研发部门,推动人工智能与企业生产运营各环节深度融合,从而实现降本增效,提高生产运营效率(许玲玲等,2022)^[48]。人工智能能够实现核心要素从设计端、生产端、销售端到检测端综合能力的提升(唐国锋和李丹,2020)^[49],生产经营效率的提升促使人工智能赋能高新技术企业,并使其竞争力不断提升。因此本文认为人工智能具体通过技术积累效应、员工结构优化效应、成本节约效应和效率提升效应提升高新技术企业竞争力。基于以上分析,提出以下研究假设:

假设1:人工智能的应用有利于提升高新技术企业的竞争力。

(一) 技术积累效应

人工智能技术有且只有通过充分积累,才能实现实质性或突破性技术创新。同样,在企业生产研发实践中,前期的技术投入通过积累带动后期的技术创新,前期获得的专利也适用于未来的研发生产,从而形成一定的技术积累效应。高新技术产业属于技术密集型产业,其发展是以产品研发为核心,往往具有较高

的附加值并拥有相应的专利权,具有很强的学习能力(郭秀强和孙延明,2020)^[50]。人工智能进入企业生产研发流程后,会逐渐被整合到企业的组织模式、管理体系和运营流程中,以注入式技术积累方式优化企业现有技术结构并产生新的知识增量(张万里和刘婕,2023)^[51]。在新技术积累到一定程度后,企业创造额外知识时的边际成本变低,此时企业即可通过内生自主创新形成自身特有的技术优势,且不易被市场竞争者所复制或模仿。高新技术企业利用其在直接创造市场价值过程中的技术积累、技术引进扩大技术价值产出规模,逐渐向高新技术产业价值链高端靠拢,提升企业竞争力。

企业长期在特定领域通过技术积累和知识创造获得竞争优势,而且技术和知识积累具有时间压缩不经济(time compression diseconomies)的特征(Jiang等,2014)^[52],这意味着长期积累的技术永远不会被短期努力(例如并购等)所超越。同时,拥有特定技术的经验还可以提高企业的吸收能力(杜传忠和孙兴隆,2022)^[9],从而增加创新的可能性。在国外技术垄断和专利封锁下,高新技术企业从注入式技术积累到内生化自主创新转变,减少了其对外部环境的依赖,带动我国内资企业逐步参与国际标准制定,形成有影响力的全球品牌效应,提升企业自主定价权和市场竞争力。

基于以上分析,提出以下研究假设:

假设2:人工智能的应用通过技术积累提升高新技术企业的竞争力。

(二) 员工结构优化效应

人工智能应用将对劳动力市场产生结构性影响已经成为现有相关研究的共识(Acemoglu和Restrepo,2018;Agrawal等,2019)^[53-54],区别在于对不同技能水平和教育背景的员工就业结构的影响尚未达成一致结论,主要包括替代效应(Acemoglu等,2023;Downey,2021)^[55-56]和创造效应(Autor等,2015)^[57]。而以ChatGPT为代表的最新人工智能技术的出现则进一步拓展了机器人取代人类劳动的想象力和可能性的边界,对已形成既定程序的开放型脑力劳动也存在一定的挤出效应(刘洋等,2023)^[58],由此引发了对新一轮技术性失业的担忧。

高技能人才是高新技术企业核心生产要素的关键主体。总体上看,人工智能能够优化企业员工结构,从而提升高新技术竞争力,原因在于,现阶段我国的人工智能仍处于快速发展阶段,其替代效应尚不明显,同时最新的智能技术从开发、应用到普及仍需要一定的时间,短期内仍然以创造效应为主。具体而言,人工智能对高技能劳动力的超额需求促使劳动者的知识技能升级,从而不断提升人力资本质量、转变技能发展方向(许玲玲等,2022)^[48]。通过知识技能的重塑实现新工作与知识技能结构的动态匹配,解决人工智能引入后导致发展中面临的结构性矛盾和劳动力能力转型升级问题(王晓娟,2022)^[29],这种内生于需求的劳动力供给结构改变有助于提升高新技术产业的竞争力。

此外,人工智能对经济社会各领域的加速渗透,导致新岗位需要的不再是传统产业链上从事简单重复劳动的劳动者,而是具备一定科研能力和技术创新思维的高技能劳动力(唐浩丹等,2022)^[59]。目前,多学科交叉融合发展趋势越来越明显,相应技术也需要在更多学科中进行应用和验证(诸竹君等,2022)^[24]。因此,企业在引入人工智能技术的同时,也需要引入相关多学科的技能人才和团队,以适应人工智能应用下人机协同的工作模式,并解决生产和服务系统的复杂性问题,将高技术人才从原有的科技体制下解脱出来,从而发挥其技术研发、市场转化和品牌建设能力,进而提升高新技术产业的竞争力。

基于以上分析,提出以下研究假设:

假设3:人工智能的应用通过优化员工结构提升高新技术企业的竞争力。

(三) 成本节约效应

人工智能可以依靠物联网和设备监控技术加强对工厂信息的管理,实现对产品信息全流程的监控,因而其对企业成本节约的管理涉及从设计端、生产端、销售端到检测端的各个阶段,是全方位的。具体而言,在设计研发端,产品研发本质上是一个试错过程,高新技术企业创新活动的风险和成本都更高,人工智能技术的应用则有助于排除产品创新中的大量错误,增大成功研发的概率(李俊久和张朝帅,2022)^[10]。在设计过程中,基于数字孪生及人工智能等技术的设计仿真可有效避免重复物理原型的测试并提高设计质量。

同时人工智能也可用于在线制造过程的监管,不断调整产品的类型、性质和数量,并通过反馈机制进行操作,以监控整个生产过程并间歇性地对其进行修改,从而降低产品设计研发成本。

在生产端,企业基于大数据、机器视觉等智能技术,通过装配协作式机器人实现智能化协作,不仅可以提高生产过程的柔性和效率,还可以提高产品质量和生产过程的整体安全性(王永进等,2017)^[60]。随着智能自动化的推广应用,企业借助机器人、传感器等设备自动适应和敏捷处理多种复杂的物理任务,利用移动通信网络、数据传感监测、信息交互集成及自适应控制等关键技术实现企业运行自动化和管理可视化(唐国锋和李丹,2020)^[49]。

在销售端,人工智能融入销售环节可以帮助企业降低采购、营销和物流领域的资源匹配和渠道运营成本,企业从单纯地提供产品模式转向提供“产品+服务”模式,促使企业的营销活动面向产品的最终用户(何小钢等,2019)^[61]。同时通过智能平台,供应商或服务商能够打破时间与空间的制约,快速而精准地搜寻到服务对象,从而降低企业的搜寻成本和交易成本(李俊久和张朝帅,2022)^[10]。

在检测端,人工智能的机器视觉技术具有良好的延展性、统一的标准及较高的定制化程度,能够显著降低设备维修和维护的成本。除此之外,人工智能技术能够利用深度学习算法对设备的状态参数进行历史数据分析,通过对工业设备故障进行预测分析,提前更换即将损坏的部件,从而提升设备可利用率和节约维修成本(唐国锋和李丹,2020)^[49]。

基于以上分析,提出以下研究假设:

假设4:人工智能的应用通过节约成本提升高新技术企业的竞争力。

(四) 效率提升效应

人工智能对高新技术产业竞争力的提升还体现在效率提升层面。具体而言,首先,人工智能通过提高技术效率增强企业竞争力。技术效率是使用一组给定的投入来产生出的有效性,人工智能技术的应用有助于改善企业对信息的收集、整理和使用,并提升经济主体之间的协调性,通过在线渠道简化任务完成、知识获取、交流和协作过程,提高企业技术效率和要素生产率。其次,人工智能通过提高规模效率增强企业竞争力。人工智能能够为高新技术企业提供学习实践机会,企业进入更广阔的本地和国际市场,不仅可以获取优质中间投入,而且能够通过高新技术企业创造的高水平技术成果参与国际竞争和制定行业标准,由此可提升利润率和规模效率(綦建红和张志彤,2022)^[20]。人工智能技术渗透下的行业的客户需求集中且标准化,企业研发能力能够与客户需求精准对接,构建可快速精准适应市场的生产组织方式,满足市场细分需求(黄亮雄等,2023)^[13],由此增强企业的成长性和竞争力。最后,人工智能技术有助于提升企业产能利用率和资本配置效率。智能技术通过抓取企业的生产环节及管理环节实时真实有效的数据,并对数据进行收集整理和分析,精准把控设备运行管理、故障预警、次品分析、产能堵塞诊断各环节的运行,从而有助于企业提升良品率和产能利用率(王永进等,2017)^[60]。另外,在人工智能技术平台的支持下,企业通过云会计深度挖掘数据价值,在线监督各个部门的资金运行状况,从而提高企业投资决策水平和资本配置效率。

基于以上分析,提出以下研究假设:

假设5:人工智能的应用通过提升效率提升高新技术企业的竞争力。

四、研究设计、变量与数据

(一) 模型构建

为检验人工智能对高新技术产业竞争力的影响,本文构建如下计量模型:

$$MKP_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 AI_{it} + \alpha X_{it} + \mu_i + \lambda_t + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

其中, i 表示企业维度, t 表示年份维度, MKP_{it} 表示高新技术企业 i 在 t 年的竞争力水平,本文以成本加成本率作为企业竞争力水平的代理变量(Shen等,2023)^[15]; AI_{it} 代表高新技术企业 i 在 t 年的人工智能发展

水平,本文以机器人数量作为人工智能发展水平的代理变量;向量 X 表示一组控制变量,包括企业规模、杠杆率、两职合一、企业年龄、现金持有量、成长性、资产结构和总资产收益率; μ_i 代表企业固定效应; λ_t 表示年份固定效应; ε_{it} 表示随机扰动项; α_1 代表人工智能发展水平的系数,系数大小及方向反映了人工智能对高新技术企业竞争力的影响程度。

(二) 变量选取

1. 被解释变量。本文的被解释变量为高新技术企业的成本加成率,根据 De Loecker 等(2020)^[62]的观点,更高的成本加成意味着更高的竞争力或定价的垄断力量。已有研究多以会计法估计行业和企业层面的成本加成率,难以解决中间投入和生产率的内生性问题,导致估计结果的偏误。De Loecker 和 Warzynski (2012)^[63]提出一种新的测算框架,该方法的优点是计算过程不依赖于特殊的市场结构和企业资本成本数据,同时削弱了规模报酬不变的假设,并在分析框架中引入了潜在的生产率冲击。本文遵循这种基于成本最小化的估计框架对我国高新技术企业的成本加成率进行测算,具体过程如下:

为得到高新技术企业成本加成率,本文首先构建企业的生产函数:

$$Q_{it} = F(K_{it}, L_{it}, M_{it}, \omega_{it}) \quad (2)$$

其中, Q_{it} 表示企业 i 在 t 期的产出, K_{it} 表示资本投入, L_{it} 表示劳动投入, M_{it} 表示中间品投入, ω_{it} 表示企业生产率。

在成本最小化目标约束下,本文构建拉格朗日函数:

$$L(K_{it}, L_{it}, M_{it}, \lambda_{it}) = r_{it}K_{it} + \omega_{it}L_{it} + P_{it}^M M_{it} + \lambda_{it} [Q_{it} - Q_{it}(K_{it}, L_{it}, M_{it})] \quad (3)$$

其中, r_{it} 、 ω_{it} 和 P_{it}^M 分别表示资本投入、劳动投入和中间品投入的价格水平。

根据一阶条件,可以得到:

$$\frac{M_{it}}{Q(\cdot)} \frac{\partial Q}{\partial M_{it}} = \frac{P_{it}^M}{\lambda_{it}} \frac{M_{it}}{Q(\cdot)} \frac{P_{it}}{P_{it}} \quad (4)$$

其中 P_{it} 表示最终品的价格水平。

公式(4)可以进一步表示为:

$$MKP_{it} = \frac{\theta_{it}}{\alpha_{it}} \quad (5)$$

其中 θ_{it} 表示企业产出对中间投入品的弹性,可以通过估计生产函数得到; α_{it} 表示中间投入占企业产出的份额,可以使用公司的财务数据直接计算得到。

本文进一步使用超越对数函数估计要素投入的产出弹性,模型设定如下:

$$Q_{it} = \beta_0 + \beta_1 L_{it} + \beta_2 M_{it} + \beta_3 K_{it} + \beta_4 L_{it}^2 + \beta_5 M_{it}^2 + \beta_6 K_{it}^2 + \beta_7 L_{it} M_{it} + \beta_8 L_{it} K_{it} + \beta_9 M_{it} K_{it} + \omega_{it} + \varepsilon_{it} \quad (6)$$

本文进一步遵循 Akerberg 等(2015)^[64]和 Lu 和 Yu(2015)^[65]的做法,计算出中间品的产出弹性: $\hat{\theta}_{it}^m = \hat{\beta}_m + 2\hat{\beta}_{mm} M_{it} + \hat{\beta}_{lm} L_{it} + \hat{\beta}_{lmk} L_{it} K_{it}$,再将相关参数代入上式即可得到每个企业的成本加成估算值。为验证回归结果的可信度,本文进一步利用 OLS 方法重新测算高新技术企业成本加成率并进行稳健性检验。具体的指标选取,本文参考唐浩丹等(2022)^[59]的做法,以营业收入的对数值衡量产出,以固定资产净额的对数值衡量资本投入,以员工数量的对数值衡量劳动投入,中间投入采用中间投入合计的对数值衡量。其中,中间投入合计采用以下会计恒等式计算:中间投入合计 = 营业成本 + 销售费用 + 管理费用 + 财务费用 - 折旧摊销 - 支付给职工以及为职工支付的现金。

2. 解释变量。本文的解释变量为高新技术企业使用的机器人数量,即通过 Python 对上市公司年报的机器人数量进行搜寻,再进行逐一校对后将其与上市公司数据进行匹配。为验证回归结果的稳健性,本文进一步从两个维度测度上市公司拥有的机器人数量:一是借鉴王永钦和董雯(2020)^[66]的做法,利用 International Federation of Robotics (IFR) 提供的工业机器人数据与我国生产部门员工数据测算我国高新技术企业的机器人渗透度指标;二是借鉴诸竹君等(2022)^[24]的做法,利用海关数据库的3个 HS8 位码获取企业进口机器人数据并将之与企业数据匹配得到高新技术企业人工智能发展水平的代理变量进行再检验。本文首先通过绘制散点拟合图,从总横截面的角度对高新技术企业人工智能发展水平与成本加成率的关系进

行初步观察(见图2)。向上趋势的拟合线可以看出,人工智能发展水平与成本加成率存在显著的正相关关系。

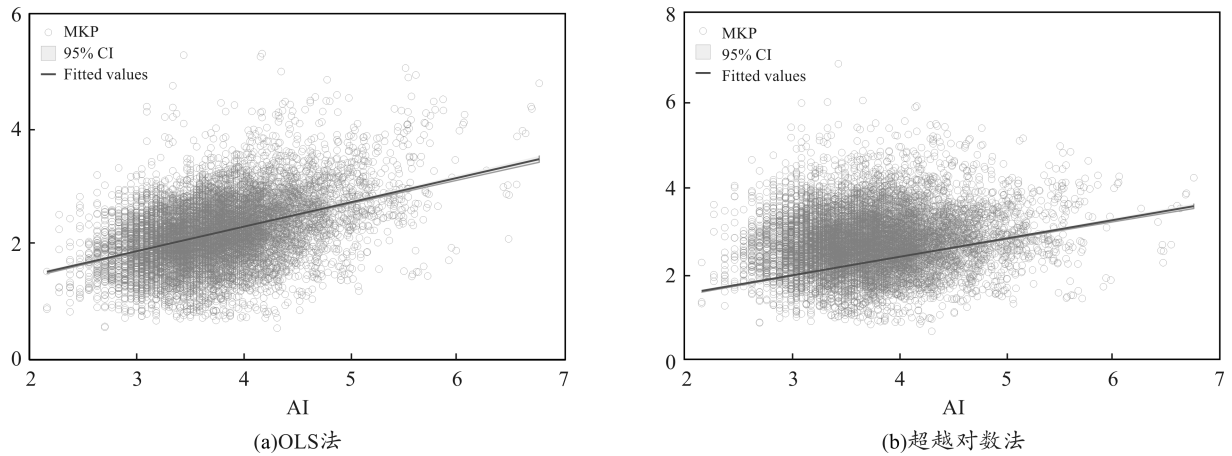


图2 人工智能与成本加成率分布拟合结果

3. 控制变量。借鉴方明月等(2022)^[67]、李万利等(2022)^[68]的研究,本文选取企业层面的控制变量:企业规模(*Size*),以总资产的对数表示;财务杠杆(*Lev*),以年末总负债与年末总资产之比表示;两职合一(*Dual*),以董事长与总经理是同一个人1,否则为0表示;企业年龄(*Age*),以 $\ln(\text{当年年份}-\text{公司成立年份}+1)$ 表示;现金持有量(*Cashflow*),以经营活动产生的现金流量净额与总资产之比表示;成长性(*Growth*),以本年营业收入与上一年营业收入之比-1衡量;资产结构(*Fixed*),以年末固定资产净额占总资产的比重表示;总资产净利润率(*ROA*),以净利润与总资产平均余额之比表示。

(三) 数据来源与描述性统计

本文研究样本为2010—2020年上市公司数据,被解释变量与控制变量数据来自CSMAR数据库,且在进行实证分析之前,剔除ST、*ST和PT的企业。高新技术企业信息来自高新技术企业认定工作网,^①瞪羚企业信息来自中国瞪羚独角兽网站,^②进口机器人数据来自海关贸易数据库,工业机器人数据来自IFR,城市层面的数据来自《中国城市统计年鉴》。表1描述了实证研究所涉及变量的统计特征。

表1 描述性统计结果

Variable	Obs	Mean	Std. dev.	Min	Max
MKP	9910	2.151	0.617	0.407	5.435
AI	9910	3.718	0.606	2.079	6.837
Size	9910	21.901	1.041	19.541	27.547
Lev	9910	0.378	0.184	0.008	1.118
Dual	9910	0.327	0.469	0.000	1.000
Age	9910	1.957	0.610	0.693	3.367
Cashflow	9910	0.049	0.064	-0.313	0.488
Growth	9910	0.223	1.117	-0.862	58.842
Fixed	9910	0.201	0.129	0.001	0.810
ROA	9910	0.041	0.0705	-0.873	0.482

①<http://www.innocom.gov.cn/>.

②<https://www.chinagazelle.cn/data/list/>.

五、基准结果与稳健性检验

(一) 基准回归

表2报告了基准回归结果。其中,第(1)列为未添加控制变量但控制了年份固定效应和个体固定效应的简约式估计结果;第(2)列为添加了控制变量的回归结果;第(3)列是在第(2)列基础上进一步增加城市层面固定效应以控制城市层面不随时间变化的因素对实证结果的影响;第(4)列是在第(2)列基础上增加城市一年份的交互固定效应以充分考虑现实经济中存在的多维冲击,各列均聚类到企业层面。

检验结果表明,表2第(1)一(4)列回归系数均为正且在1%的统计水平上显著,表明人工智能显著促进了高新技术产业竞争力提升,假设1得到验证。

表2 基准回归结果

	(1)	(2)	(3)	(4)
	<i>MKP</i>			
<i>AI</i>	0.265 *** (0.039)	0.209 *** (0.052)	0.202 *** (0.050)	0.227 *** (0.052)
<i>Size</i>		0.079 ** (0.031)	0.078 *** (0.030)	0.079 ** (0.032)
<i>Lev</i>		0.083 (0.070)	0.098 (0.070)	0.039 (0.075)
<i>Dual</i>		0.003 (0.012)	-0.001 (0.012)	0.006 (0.013)
<i>Age</i>		-0.136 *** (0.031)	-0.136 *** (0.032)	-0.141 *** (0.035)
<i>Cashflow</i>		-0.206 *** (0.069)	-0.196 *** (0.068)	-0.174 ** (0.072)
<i>Growth</i>		0.009 * (0.005)	0.008 (0.005)	0.015 ** (0.007)
<i>Fixed</i>		1.543 *** (0.108)	1.533 *** (0.108)	1.548 *** (0.111)
<i>ROA</i>		0.203 ** (0.079)	0.211 *** (0.080)	0.181 ** (0.079)
<i>_cons</i>	1.169 *** (0.143)	-0.430 (0.565)	-0.392 (0.560)	-0.497 (0.586)
年份 <i>FE</i>	YES	YES	YES	YES
个体 <i>FE</i>	YES	YES	YES	YES
城市 <i>FE</i>	NO	NO	YES	NO
城市-年份 <i>FE</i>	NO	NO	NO	YES
<i>N</i>	9743	9743	9743	8937
<i>R-sq</i>	0.89	0.907	0.909	0.92

注:括号中为聚类到企业层面的标准误,*、**和***分别表示在10%、5%和1%的水平下显著。

(二) 稳健性检验

上述基准回归结果已经得出人工智能赋能高新技术产业竞争力提升的基本结论,但可能会受到变量测量误差、遗漏变量和反向因果等内生性问题的干扰而导致实证结果的偏误。因此,本文将从替换变量、调整样本期、增加控制变量、排除政策干扰以及构造工具变量等一系列稳健性检验来验证基准回归结果的稳健性。

1. 替换解释变量。这里借鉴王永钦和董雯(2020)^[66]的做法,以企业生产部门员工占比与所有企业生

产部门员工占比中位数的比值为权重,将行业维度的机器人渗透度分解到企业维度以测算我国高新技术企业的机器人渗透度(*exposure*),以此作为企业人工智能发展水平的代理变量,回归结果见表3第(1)列。检验结果表明,在替换了核心解释变量后,回归结果依旧是稳健的。

2. 替换被解释变量。在基准回归中以超越对数函数估计要素投入的产出弹性,在这里则利用 *OLS* 方法重新测算高新技术企业成本加成率进行稳健性检验,回归结果见表3第(2)列。检验结果表明,在重新估算了成本加成率后,回归结果依旧是稳健的。

进一步测算了高新技术企业的全要素生产率,将之作为企业竞争力的代理变量纳入模型,在检验基准回归结果可信度的基础上也从多维度衡量企业竞争力。这样做的主要考量在于全要素生产率和成本加成率反映市场竞争力的侧重点不同,全要素生产率反映的是企业投入与产出效率,成本加成率反映的是企业的市场力量与产品竞争力(戴小勇和成力为,2019;包群等,2020)^[69-70]。将成本加成率和全要素生产率同时纳入回归方程,能够更加全面、细致地评价人工智能对高新技术企业竞争力影响的综合效果。为排除不同全要素生产率测算框架下实证结果存在偏误的可能性,本文同时利用 *OLS* 法、*FE* 法、*LP* 法和 *OP* 法测算高新技术企业全要素生产率,以期更为全面地反映企业的竞争力状况,回归结果见表3第(3)一(6)列。实证结果表明,在用不同方法测算的全要素生产率后,回归结果依旧是稳健的。可以看出,通过不同方法构建的多种指标的相互印证,再次证明了基准回归结果的稳健性。

表3 稳健性检验结果(I)

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	<i>exposure</i>	<i>MKP-OLS</i>	<i>TFP-OLS</i>	<i>TFP-FE</i>	<i>TFP-LP</i>	<i>TFP-OP</i>
	<i>MKP</i>					
<i>AI</i>	0.062*** (0.014)	0.057* (0.031)	1.913*** (0.007)	1.935*** (0.006)	1.908*** (0.013)	1.595*** (0.031)
控制变量	YES	YES	YES	YES	YES	YES
年份 <i>FE</i>	YES	YES	YES	YES	YES	YES
个体 <i>FE</i>	YES	YES	YES	YES	YES	YES
<i>N</i>	4871	9743	9643	9643	9643	9643
<i>R-sq</i>	0.876	0.878	0.999	0.999	0.996	0.966

注: *、**和 ***分别表示在10%、5%和1%的水平下显著。限于文章篇幅,未汇报控制变量回归结果,备索,下同。

3. 其他稳健性检验。首先考虑2020年新冠肺炎疫情的影响,剔除掉2020年的研究样本,结果见表(4)第(1)列,可以看出回归系数依旧显著为正。其次,为了减少城市维度的宏观经济因素通过非人工智能渠道对成本加成率造成的影响,这里借鉴 Fan 等(2021)^[71]的做法,加入了城市维度的控制变量以缓解遗漏变量带来的内生性偏误,包括产业结构,分别以第二产业产值占 GDP 的比重(*Secind*)和第三产业产值占 GDP 的比重(*Terind*)表示;经济发展水平(GDP)和外商直接投资(*FDI*),回归结果见表4第(2)列。实证结果表明,在控制了城市层面的控制变量后,回归结果依旧是稳健的。

本文以上市公司数据与高新技术企业认定信息匹配得到高新技术企业信息,但当前我国高新技术认定仍然存在认定与实施脱节、认定标准模糊以及中介机构鉴证和专家评审制度不健全等问题,可能导致高新技术认定信息难以真实反映我国高新技术产业发展现状,由此带来估计结果的偏误。因此,本文在高新技术认定企业的基础上进一步手工匹配瞪羚企业信息,保留同时满足两个条件的企业样本。这样做主要是考虑到,瞪羚企业是已经跨过死亡谷进入高成长期的创新型企业,其认定范围主要为战略新兴产业发展方向,涵盖新兴工业、新一代信息技术、生物健康、人工智能、金融科技、节能环保、消费升级等领域。瞪羚企业以其高就业机会和岗位创造能力和较强的科技创新能力已经成为加快新动能培育和新旧动能转换、助推经济高质量发展的重要力量。^①本文综合高新技术认定信息和瞪羚企业信息识别我国高新技术企业,通过

①《2021全球独角兽榜》显示,2021年我国拥有独角兽企业301家,较上年增加74家,瞪羚企业、猎豹企业分别有171家、222家,分别比上年增加71家、96家。

交叉验证更精准地识别人工智能对高新技术企业竞争力影响的净效应,结果见表4第(3)列。检验结果表明,在综合考虑高新技术企业和瞪羚企业的基础上,人工智能依旧能够促进企业竞争力的提升,也进一步验证了本文的基准回归结果。

前文中以上市公司年报和 IFR 数据为依托测度高新技术企业的人工智能发展水平,在这里本文通过筛选海关数据库检索进口机器人数量作为人工智能发展水平的代理变量进行再检验。具体而言,本文选择包括84795090、84795010和84864031这三个 HS8位码作为工业机器人产品来源,在将海关数据库与上市公司数据匹配后重新进行实证分析,^①结果见表4第(4)列。检验结果显示,回归系数显著为正。这表明基于海关数据库的再检验依然验证了人工智能赋能高新技术产业竞争力的基准结论。

在大力发展数字经济上升为国家战略后,中央和各级政府相继颁布了一系列促进数字经济、数字化与新型基础设施建设的政策。^②在样本期内,政策的推进可能会对估计结果产生较强的干扰。因此,本文在参考已有研究文献的基础上控制与人工智能发展水平有较强关联性的国家级大数据综合试验区、两化融合试验区和智慧城市试点政策。其中,国家级大数据综合试验区政策目标是在大数据创新应用、大数据产业聚集和数据中心整合利用等方面进行综合性试验探索;两化融合试验区政策旨在培育发展新兴产业,推动新一代信息技术在传统制造业中的应用;智慧城市试点政策则是利用新一代信息技术打破数据、组织间的数据孤岛,通过数字基础设施建设在企业数字化、智能化转型升级中发挥基础性和支撑性作用。

本文构建国家级大数据综合试验区政策、两化融合试验区政策和智慧城市试点政策的虚拟变量,然后将三者同时纳入控制变量进行实证分析,以排除政策干扰,更好地识别人工智能影响企业成本加成率的净效应,结果见表4第(5)列。实证结果表明,在控制了与人工智能相关的试点政策后,回归结果依旧是稳健的。

表4 稳健性检验结果(II)

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
	调整样本期	增加控制变量	瞪羚企业	进口机器人	排除政策干扰
	<i>MKP</i>				
<i>AI</i>	0.213*** (0.056)	0.212*** (0.053)	0.195** (0.096)	0.099*** (0.036)	0.217*** (0.054)
控制变量	YES	YES	YES	YES	YES
年份 <i>FE</i>	YES	YES	YES	YES	YES
个体 <i>FE</i>	YES	YES	YES	YES	YES
<i>N</i>	8093	9228	513	3305	9213
<i>R-sq</i>	0.909	0.904	0.880	0.325	0.904

注: *、**和***分别表示在10%、5%和1%的水平下显著。

最后,考虑到本文的基准回归结果可能会受到样本数据总体分布不对称和样本极端值的影响,可能导致估计结果的偏误,因此本文构建分位数回归检验在整体分布上人工智能对高新技术企业竞争力的影响,选择0.1,0.25,0.75和0.9四个分位点展示回归结果[表5第(1)一(4)列]。检验结果表明,伴随着分位点的提升,回归系数呈现逐步上升趋势,表明人工智能对成本加成率的正向影响不断扩大,存在规模效应。可见当前我国人工智能对高新技术产业竞争力的推动作用仍处于加速推进阶段,其政策含义在于未来仍需进一步布局人工智能与智能制造发展。此外,考虑到传统回归模型可能面临“维度诅咒”和多重共线性问题,本文借鉴张涛和李均超(2023)^[72]的研究,利用双重机器学习方法对基准回归进行重新估计,结果见表6。其中,第(1)一(4)列为分别使用随机森林、套索回归、梯度提升和神经网络等机器学习算法进行估计的结果,可以看出回归系数依旧显著为正,能够证明本文的基本结论依旧显著。

^①现有的海关数据库更新到2016年,因此此处的研究区间为2010—2016年。

^②如国家层面的有《网络强国战略实施纲要》《中国制造2025》《数字经济发展战略纲要》《“十四五”电子商务发展规划》《“十四五”数字经济发展规划》《物联网基础安全标准体系建设指南(2021)》《提升全民数字素养与技能行动纲要》等等。

表5 分位数回归结果

	(1)	(2)	(3)	(4)
	MKP			
	Q10	Q25	Q75	Q90
AI	0.193*** (0.037)	0.222*** (0.034)	0.299*** (0.030)	0.327*** (0.043)
控制变量	YES	YES	YES	YES
N	9910	9910	9910	9910

注: *、**和 *** 分别表示在10%、5%和1%的水平下显著。

表6 双重机器学习估计结果

	(1)	(2)	(3)	(4)
	随机森林	套索回归	梯度提升	神经网络
	MKP			
AI	0.283*** (0.020)	0.195*** (0.020)	0.195*** (0.020)	0.195*** (0.020)
_cons	0.003 (0.004)	-0.003 (0.002)	-0.003 (0.002)	-0.003 (0.002)
控制变量一次项	YES	YES	YES	YES
控制变量二次项	YES	YES	YES	YES
时间固定	YES	YES	YES	YES
个体固定	YES	YES	YES	YES
N	9910	9910	9910	9910

注: *、**和 *** 分别表示在10%、5%和1%的水平下显著。

(三) 内生性检验

从人工智能和高新技术企业竞争力的互动逻辑来看,二者可能存在反向因果的内生性问题。具体而言高新技术企业引进人工智能设备获得长期竞争优势,提高生产效率,进一步提高企业竞争力;而竞争力较强的高新技术企业往往技术水平更高,资金更加雄厚,也更倾向于加速引进人工智能设备以进一步扩大市场影响力。为解决上述问题,本文拟从以下三个维度构建工具变量以解决可能存在的内生性问题。

首先,本文参考刘秉镰和孙鹏博(2023)^[73]的做法,以人工智能发展水平滞后2—4期作为工具变量进行估计,结果见表7第(1)—(3)列。其次,本文参考 Zhao 等(2022)^[22]以各省的光缆密度作为人工智能的工具变量的做法,以省级维度的光缆密度与相同城市同一行业其他企业的平均人工智能应用程度的交互项作为本企业人工智能发展水平的工具变量。光缆作为人工智能领域的首选材料,与各省人工智能发展水平有很强的正相关性,但与其他经济变量的相关性较低,因此可作为有用的工具变量,结果见表7第(4)列。最后,本文参考何小钢等(2019)^[61]、王永进等(2017)^[60]的做法,把相同城市同一行业其他企业的平均人工智能应用程度作为本企业人工智能发展水平的工具变量,结果见表7第(5)列。检验结果表明,在考虑了反向因果后,回归结果依旧是稳健的。

表7 内生性检验结果

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
	滞后两期	滞后三期	滞后四期	光缆密度	行业均值
	MKP				
AI	0.144*** (0.038)	0.145*** (0.052)	0.185*** (0.064)	1.122** (0.462)	0.491*** (0.070)
控制变量	YES	YES	YES	YES	YES
Cragg-Donald Wald F statistic	8523.877	3633.431	2110.538	26.089	3028.873
Kleibergen-Paap rk Wald F statistic	1859.419	961.167	733.222	24.066	95.036
Kleibergen-Paap rk LM statistic	1162.69	804.601	580.48	24.006	632.8
年份 FE	YES	YES	YES	YES	YES

(续表7)

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
	滞后两期	滞后三期	滞后四期	光缆密度	行业均值
	<i>MKP</i>				
个体 <i>FE</i>	YES	YES	YES	YES	YES
<i>N</i>	6364	5126	4144	9381	9910
<i>R-sq</i>	0.431	0.441	0.445	0.285	0.396

注：*、**和***分别表示在10%、5%和1%的水平下显著。

六、异质性分析与机制检验

(一) 异质性分析

1. 所有权结构。国有企业是我国“集中力量办大事”的主要承担者,是感知技术和市场变革变化的前沿阵地,在关系产业核心竞争力的数字化和智能化转型领域担起基础性和保障性功能,其特殊地位也使得其在政策导向、政府补贴方面有独特的优势。鉴于国有企业的特殊属性,有必要将国有企业与非国有企业予以区分,分别考察,因此本文根据企业的所有权结构,将企业分为国有和非国有进行实证分析,结果见表8第(1)—(2)列。

检验结果表明,相较于非国有企业,人工智能对国有高新技术企业的竞争力的提升更为明显。其中的经济学解释在于,高技术制造业通常采用先进的技术设备,研发投入力度大,属于技术密集型产业。而国有企业凭借其所有权优势更容易获得银行信贷融资,凭借其资源禀赋优势与政治优势拥有更多的资源与政策支持。充足的内外部资源和多层次全流程的核心能力的加持,使得人工智能对国有高新技术企业竞争力的提升效果更加明显。

2. 政策预期。企业引入智能化技术是希望通过技术与装备的升级提高企业核心竞争力、扩大市场份额,但此举也使得管理和组织性变革,原有金字塔管理体制结构被管理平台化替代,因此企业智能化技术引入的过程中往往是收益与风险并存。因此企业进行智能化转型的决策可能会受到其对经济不确定性感知的影响。本文借鉴聂辉华等(2020)^[74]的研究,以词表法衡量企业对政策的不确定性感知,^①并将其以中位数分为高经济不确定感知和低经济不确定感知两组,实证结果见表8第(3)—(4)列。

检验结果表明,高经济不确定感知下人工智能对高新技术企业竞争力的提升效果更为明显。其中的经济学解释在于,当企业感知到外部环境不确定性增加时,会提前进行布局,试图通过数字化、智能化的生产和组织模式降低结构转型的不确定性和成本。同时人工智能在实体经济中的应用也实现了对生产能力的优化,以及对宏观经济行业 and 具体产品市场运行上的预测决策,从而提高高新技术企业竞争力。

表8 异质性分析(I)

	(1)	(2)	(3)	(4)
	国有企业	非国有企业	高经济不确定性感知	低经济不确定性感知
	<i>MKP</i>			
<i>AI</i>	0.495*** (0.109)	0.140** (0.060)	0.234*** (0.077)	0.124* (0.064)
控制变量	YES	YES	YES	YES
年份 <i>FE</i>	YES	YES	YES	YES
个体 <i>FE</i>	YES	YES	YES	YES
<i>N</i>	2060	7629	4224	5111
<i>R-sq</i>	0.92	0.904	0.910	0.941
系数组间差异检验 <i>P</i> 值	0.004***		0.095*	

注：*、**和***分别表示在10%、5%和1%的水平下显著。异质性分析的系数组间差异检验的*P*值采用费舍尔组合检验计算得到,下同。

①具体计算方式和数据见：<http://www.niehuihua.com/a/zuopin/521.html>。

3. 市场分割。市场分割导致不同地区企业间交流存在制度成本(柏培文等,2021)^[75]。市场分割不仅导致人工智能技术要素跨区域流动受阻,难以实现要素优化配置,公平竞争机制的缺失也可能导致企业间的竞争减弱,扰乱了价格信号,信息不透明也更容易引发寻租活动,限制了地区间企业的技术交叉融合,阻碍了规模经济。为了验证制度壁垒异质性的影响,本文借鉴赵奇伟和熊性美(2009)^[76]的方法,根据均值将样本分为高市场分割和低市场分割两组进行实证分析,结果见表9第(1)—(2)列。

检验结果表明,处于低市场分割状态下的人工智能赋能高新技术产业竞争力的效果更好,其中的经济学原因在于大数据、物联网、人工智能等新一代信息技术凭借其高渗透性和易共享性突破了时间和地理空间的限制,以数字赋能、生态融通和制度集成系统整合优质要素资源,进而优化创新空间布局,有效释放了高新技术产业科技创新潜力。

4. 实体经济基础。高新技术产业的发展依赖于地区实体经济的发展,以制造业为核心的实体经济为人工智能产业规模扩大、结构变迁与升级创造了外部需求环境,实体经济所涵盖的各类产业的发展为人工智能的快速推进奠定物质基础。因此,区分处于不同实体经济环境下的高新技术企业对于精准识别人工智能的赋能作用具有重要意义。因此,本文以扣除金融业和房地产业产值后的生产总值衡量地区的实体经济发展水平,并以均值将样本分为弱实体基础和强实体基础两组进行实证分析,结果见表9第(3)—(4)列。

检验结果表明,实体经济基础较强地区的人工智能赋能高新技术产业竞争力的效果更好,其中的经济学原因在于实体经济基础较强的地区,其智能化转型经验和物质基础更为丰富,可以把自身积累的创新技术成果、对制造业场景的理解、转型的经验与能力,打造成通用解决方案,结合高新技术产业的智能化转型的具体需要来有针对性地解决需求痛点。

表9 异质性分析(II)

	(1)	(2)	(3)	(4)
	高市场分割	低市场分割	弱实体基础	强实体基础
	<i>MKP</i>			
<i>AI</i>	0.190*** (0.071)	0.245*** (0.076)	0.159*** (0.057)	0.350*** (0.119)
控制变量	YES	YES	YES	YES
年份 <i>FE</i>	YES	YES	YES	YES
个体 <i>FE</i>	YES	YES	YES	YES
<i>N</i>	4708	4870	7726	2014
<i>R-sq</i>	0.91	0.904	0.906	0.917
系数组间差异检验 <i>P</i> 值	0.032**		0.000***	

注: *、**和 *** 分别表示在10%、5%和1%的水平下显著。

(二) 机制分析

通过基准回归与稳健性检验可知,人工智能技术的快速发展和应用明显推动了我国高新技术产业竞争力的提升,而这种促进作用的内在机制是什么?上文理论分析中所揭示的作用机制是否合理?本部分针对这些问题,针对性地讨论人工智能通过何种机制影响高新技术产业竞争力,具体包括技术积累效应、员工结构优化效应、成本节约效应和效率提升效应。

1. 技术积累效应。根据理论分析,本文认为人工智能发展具有技术积累效应,它会促使高新技术产业的竞争力提升。随着新技术应用的不断成熟,其作用效应不断得以发挥。技术创新既是技术积累的阶段性成果,也是技术水平提高的标志,也是企业竞争力的重要来源。因此,本文以累计获得的专利数量(*Patents*)作为高新技术企业技术积累的代理变量,同时按类型将其分解为发明专利数量(*Invention*)、实用型专利数量(*Utility Model*)和外观专利数量(*Design*),结果见表10第(1)—(4)列。

检验结果表明,除第(2)列,其他回归系数均显著为正,表明人工智能对总体的专利数量和实用型专利数量以及外观专利数量的作用效果为正,提高了技术积累数量,但对反映技术积累质量的发明专利的作

用效果并不显著。其中的经济学解释是,人工智能技术的运用使企业进行低质量创新变得更加容易,企业为了获得政府补贴和税收优惠等经济利益,企业的创新策略往往会被政策性套利和资本市场套利机会扭曲(黎文靖和郑曼妮,2016)^[77]。综上,本文从整体上验证了人工智能通过技术积累数量而非质量提升高新技术企业竞争力的路径,假设2得到验证。

表10 机制分析(I)

	(1)	(2)	(3)	(4)
	<i>Patents</i>	<i>Invention</i>	<i>Utility Model</i>	<i>Design</i>
<i>AI</i>	0.438* (0.238)	0.199 (0.167)	0.321* (0.181)	0.211* (0.110)
控制变量	YES	YES	YES	YES
年份 <i>FE</i>	YES	YES	YES	YES
个体 <i>FE</i>	YES	YES	YES	YES
<i>N</i>	6211	6211	6211	6211
<i>R-sq</i>	0.611	0.607	0.641	0.664

注: *、**和***分别表示在10%、5%和1%的水平下显著。

2. 员工结构优化效应。已有研究证明,人工智能技术的引入对企业员工结构的影响存在异质性(Acemoglu等,2023)^[55]。本文则在理论分析的基础上验证人工智能的员工结构优化效应。具体而言,本文从三个维度衡量企业员工结构优化,包括研究生以上学历占比、技术部门员工占比以及研发人员占比,结果见表11第(1)一(3)列。

根据检验结果,三个维度的系数均显著为正,表明人工智能能够通过吸引高学历人才、增加技术部门和研发部门员工数量以实现员工结构的优化,进而促使企业竞争力提升。其中的经济学解释是,人工智能技术在不同领域的就业选择存在显著差异。前沿创新领域为高技能劳动力的就业选择偏好,而通用生产领域却往往是任务导向型的就业选择偏好。高新技术产业的发展以研发新产品为核心,属于技术密集型产业,因此对高技能劳动力的就业需求显著提升,聚集了大量从事研发与创新的高素质人才,进而提升了企业的核心竞争力。综上,本文从整体上验证了人工智能通过优化员工结构提升高新技术企业竞争力的路径,假设3得到验证。

表11 机制分析(II)

	(1)	(2)	(3)
	研究生以上学历占比	技术部门员工占比	研发人员占比
<i>AI</i>	0.433*** (0.077)	0.644*** (0.065)	0.493*** (0.073)
控制变量	YES	YES	YES
年份 <i>FE</i>	YES	YES	YES
个体 <i>FE</i>	YES	YES	YES
<i>N</i>	9278	9278	6660
<i>R-sq</i>	0.949	0.928	0.954

注: *、**和***分别表示在10%、5%和1%的水平下显著。

3. 成本节约效应。降低企业成本是人工智能的一个显著优势,数据清洗标注、算法量产、算力优化、生产过程标准化等方面都有助于企业实现规模化,进而提高竞争力。本文进一步从不同维度检验人工智能的成本节约效应,具体包括调整成本、搜寻成本、管理成本、销售成本和融资成本。其中,调整成本以资本密集度衡量,通过总资产除以营业收入计算得到;搜寻成本以企业的海外业务收益占营业收入的比重衡量;管理成本以管理费用占营业收入的比重衡量;销售成本以销售费用占营业收入的比重衡量;融资成本以SA

指数和 FC 指数衡量,^①结果见表12第(1)一(6)列。

根据检验结果,第(2)列回归系数显著为正,表明人工智能降低了企业的搜寻成本,增加了海外业务收益,企业在引入人工智能技术的过程中增加了与外企的联系,加快其走出去的步伐,从而增加了企业竞争力。第(4)列销售成本的回归结果不显著,主要原因在于高新技术产业引入人工智能技术主要用于生产和研发,难以发挥销售端的降本增效的作用,其他变量的回归结果与理论分析部分的结论一致。综上,本文从整体上验证了人工智能通过降低企业成本提升高新技术企业竞争力的路径,假设4得到验证。

表12 机制分析(III)

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	调整成本	搜寻成本	管理成本	销售成本	FC	SA
AI	-1.975 *** (0.011)	0.053 ** (0.021)	-0.127 *** (0.009)	-0.003 (0.008)	-0.005 ** (0.002)	-0.021 ** (0.008)
控制变量	YES	YES	YES	YES	YES	YES
年份 FE	YES	YES	YES	YES	YES	YES
个体 FE	YES	YES	YES	YES	YES	YES
N	9743	9743	9743	9743	9743	9743
$R-sq$	0.997	0.882	0.846	0.906	0.981	0.982

注: *、**和 ***分别表示在10%、5%和1%的水平下显著。

4. 效率提升效应。降本和增效是高新技术产业竞争力提升的重要表现,本文在验证降低成本的基础上,进一步从效率提升的角度分析人工智能提升企业竞争力的路径。具体包括技术效率(TE)、规模效率(SC)、产能利用率和资本配置效率,其中技术效率和规模效率借鉴李若曦和周小亮(2022)^[78]的做法以 SFA 方法得到,其中技术效率反映的是管理和技术层面对效率的影响,规模效率反映的是规模因素对效率的影响(魏楚和郑新业,2017)^[79],回归结果见表13第(1)一(2)列;产能利用率则借鉴李雪松等(2017)^[80]的做法,利用随机前沿方法,将实际产出与前沿产出的比值作为产能利用率的代理变量,回归结果见表13第(3)列;资本配置效率则借鉴倪婷婷和王跃堂(2022)^[81]的做法,通过计算过度投资以衡量企业资本配置效率,回归结果见表13第(4)列。

根据检验结果, TE 和 SC 的回归系数显著为正,表明人工智能能够提升技术效率和规模效率;产能利用率的回归系数显著为正,表明人工智能显著提升了企业的产能利用率;资本配置效率的回归系数为负,表明人工智能减少了企业的过度投资,进而促进了资本配置效率。综上,本文从整体上验证了人工智能通过提高企业效率进而提升高新技术产业竞争力的路径,假设5得到验证。

表13 机制分析(IV)

	(1)	(2)	(3)	(4)
	TE	SC	产能利用率	资本配置效率
AI	0.014 *** (0.001)	0.118 * (0.068)	0.247 *** (0.003)	-0.079 *** (0.009)
控制变量	YES	YES	YES	YES
年份 FE	YES	YES	YES	YES
个体 FE	YES	YES	YES	YES
N	9743	9743	9743	9483
$R-sq$	0.878	0.169	0.965	0.364

注: *、**和 ***分别表示在10%、5%和1%的水平下显著。

^① $SA = -0.737size + 0.043size^2 - 0.04age$, FC 为 SA 指数的绝对值。

七、主要结论与对策建议

本文基于2010—2020年上市公司面板数据,从理论和实证两个维度分析、检验了人工智能对我国高新技术产业竞争力的影响效应及机制,主要结论是:第一,人工智能发展应用有利于提升我国高新技术产业竞争力。人工智能赋能高新技术产业,既提高了企业成本加成率,也提高了企业全要素生产率,并且这种作用效果存在较明显的规模效应。人工智能作为第四次工业革命的通用性目的技术和战略性技术,在我国的发展及应用尚处于初期阶段,但已显示出提高产业特别是技术密集型较高的高新技术产业的竞争力的巨大潜能。

第二,人工智能对我国高新技术企业竞争力的提升作用主要是通过提高技术积累、优化员工结构、节约成本和提升效率等途径实现的。具体表现在:虽然人工智能对反映技术积累质量的作用效果尚不显著,但仍在整体上提高了技术积累数量,这也为未来进一步利用人工智能加速突破核心关键技术,加速积累技术能力提供政策指引;人工智能通过吸引高学历人才、增加技术部门和研发部门员工数量实现员工结构的优化,充足的高质量人才是人工智能深入发展的基础,未来应进一步优化员工结构解决劳动能力需求转换所导致的人才结构性短缺问题;人工智能在整体上降低了调整成本、管理成本和融资约束,但对搜寻成本和销售成本的效果并不明显,这主要是因为企业引入的人工智能设备多用于企业研发和生产;人工智能通过提高技术效率、规模效率、产能利用率和资本配置效率实现效率的提升。

第三,人工智能对我国高新技术产业竞争力的影响表现出一定的异质性。具体而言,从企业内部性质看,人工智能对国有高新技术产业竞争力的赋能效果更为明显。国有企业的所有权优势有助于其获得更多的政策优惠和税收补贴,通常在人工智能技术引进和尖端技术突破中发挥领头雁作用。人工智能对经济不确定性感知程度较高的高新技术企业竞争力的赋能效果更为明显,这主要是企业通过数字化和智能化转型和数字技术应用,优化生产能力配置和企业的预测决策行为。从企业外部环境看,人工智能对处于低市场分割状态下高新技术企业竞争力的赋能效果更好,这主要与人工智能有利于压缩时间和地理空间距离的特点有关,人工智能通过破除区域间的行政壁垒,增强地区间经济关联进而促进高新技术企业竞争力。人工智能对处于实体经济基础较好地区的高新技术企业竞争力的赋能效果更为明显,这主要是考虑到地区前期积累、智能化转型经验和物质基础对政策效果的冲击。实体经济基础较好的地区有助于促进人工智能与其他资源要素的广泛连接、弹性互补和高效配置,从而实现各产业链深度融合,最终提升企业竞争力。

基于以上分析结论,为进一步发挥人工智能促进我国高新技术企业竞争力,应重点采取以下对策:第一,加快推动人工智能与高新技术企业深度融合。夯实人工智能与高新技术产业发展的基础,推动数字科技创新公共服务平台建设,加强企业主导的产学研深度融合,推进基础前沿类重点专项成果与企业需求对接机制。紧扣国家重大专项和产业链布局,抓好项目谋划储备和招引工作,支持大数据、云计算、区块链等新技术发展,以智能技术全方位赋能传统制造业、服务业和农业,推动产业转型升级。借助于国家新一代人工智能创新发展试验区的契机,充分发挥先行先试优势,大力推进基础理论研究、关键技术攻关、应用场景建设、专业人才培养,发挥试验区平台聚集效应,促进人工智能提升高新技术企业竞争力。

第二,加快推动人工智能关键核心技术突破与新型基础设施的建设。要加大基础技术研究、原创技术开发的投入力度和支撑力度,鼓励具有重大创新的国内首台产品的先试先用。应大力支持基于新需求、新材料、新工艺、新原理设计的智能传感器研发,突破面向云端训练、终端应用的神经网络芯片及配套工具,支持人工智能开发框架、算法库、工具集等的研发,支持开源开放平台建设。同时加快5G基站、工业互联网平台、算力中心等信息基础设施的建设,支持建设并开放行业数据集,夯实产业发展基础。建好用好算力基础设施,构建全国一体化大数据中心体系,布局建设大数据中心国家枢纽节点。同时健全多层次工业互联网平台体系,提升信息基础设施服务效能,推动形成软硬一体、上下游联动的产业生态体系。

第三,加大政府政策保障,健全政策协调联动机制。当前我国高新技术企业以中小型企业为主,政府的制度创新和政策扶持在其发展中发挥了重要作用。因此应推进高新技术企业税收优惠、科技创业孵化载体

税收优惠、技术交易税收优惠等普惠性政策建设。搭建面向企业的创新政策综合服务平台,提供更加精准的政策推送服务。健全企业创新政策落实的跟踪问效机制,并将政策落实情况作为地方督查激励考核的重要参考。同时,加强对高新技术企业政策落实情况的效果评估,做好高新技术企业技术创新能力评价、高新技术企业对区域经济创新发展作用等相关研究,引导高新技术企业提升创新能力与核心竞争力。

第四,加快高技能劳动力培养和供给。进一步完善细化当前的就业培训机制,强化高校与政府、园区、企业各方面的互动合作,建立知识、数据、算法和算力的联合供给体系,拓宽复合型人工智能人才培养渠道,扩大中高技能劳动者就业规模以适应智能制造技术的需要。同时结合人工智能发展现状和市场需求,了解专业服务的地区、行业的发展趋势,为低技能劳动者提供持续学习和职业培训机会,帮助现有从业人员不断更新技能,适应岗位需求的变化。

参考文献:

- [1] 盛朝迅,荣晨,吴迪. 中国式现代化背景下我国构建新发展格局的主要标志与对策研究[J]. 宏观质量研究,2022(6): 1-13.
- [2] DAUTH W, FINDEISEN S, SUEDEKUM J, et al. The adjustment of labor markets to robots[J]. Journal of the European Economic Association,2021,19(6):3104-3153.
- [3] WAN Q, TANG S, JIANG Z. Does the development of digital technology contribute to the innovation performance of China's high-tech industry? [J]. Technovation,2023,124(6):102738.
- [4] LEE K, LIM C, SONG W. Emerging digital technology as a window of opportunity and technological leapfrogging: catch-up in digital TV by the Korean firms[J]. International Journal of Technology Management,2005,29(1/2):40-63.
- [5] LIU X, HODGKINSON IR, CHUANG FM. Foreign competition, domestic knowledge base and innovation activities: Evidence from Chinese high-tech industries[J]. Research Policy,2014,43(2):414-422.
- [6] LIU X, BUCK T. Innovation performance and channels for international technology spillovers: evidence from Chinese high-tech industries[J]. Research Policy,2007,36(3):355-366.
- [7] XIAO F, LIN JJ. High-speed rail and high-tech industry evolution: empirical evidence from China[J]. Transportation Research Interdisciplinary Perspectives,2021. DOI:https://doi.org/10.1016/j.trip.2021.100358.
- [8] 郭然,原毅军,张涌鑫. 互联网发展、技术创新与制造业国际竞争力——基于跨国数据的经验分析[J]. 经济问题探索,2021(1):171-180.
- [9] 杜传忠,孙兴隆. 基础研究对我国高技术制造业竞争力提升的影响机制和效应分析[J]. 经济纵横,2022(9):64-76.
- [10] 李俊久,张朝帅. 数字要素投入、专业化分工与中国制造业国际竞争力[J]. 国际经贸探索,2022(11):51-65.
- [11] 胡登峰,黄紫微,冯楠,等. 关键核心技术突破与国产替代路径及机制——科大讯飞智能语音技术纵向案例研究[J]. 管理世界,2022(5):188-209.
- [12] 路玮孝,孟夏. 工业机器人应用、就业市场结构调整与服务贸易发展[J]. 国际经贸探索,2021(9):4-20.
- [13] 黄亮雄,林子月,王贤彬. 工业机器人应用与全球价值链重构——基于出口产品议价能力的视角[J]. 中国工业经济,2023(2):74-92.
- [14] 赵峰. 高新技术产业集群提升国际竞争力的制度创新安排——以江苏城市群为例[J]. 财贸经济,2007(11):123-126.
- [15] SHEN G, SHEN B, WU R, et al. Internetization and the markups of export firms: evidence from China[J]. Economic Modelling,2023. DOI:https://doi.org/10.1016/j.econmod.2022.106184.
- [16] CALLIGARIS S, CRISCUOLO C, MARCOLIN L. Mark-ups in the digital era[R]. Paris: The OECD Directorate for Science, Technology and Innovation (STI),2018.
- [17] WECHE J, WAGNER J. Markups and concentration in the context of digitization: evidence from German manufacturing industries[J]. Jahrbücher für Nationalökonomie und Statistik,2021,241(5/6):667-699.
- [18] ACEMOGLU D, RESTREPO P. Robots and jobs: evidence from US labor markets[J]. Journal of Political Economy,2020,128(6):2188-2244.
- [19] 陈东,秦子洋. 人工智能与包容性增长——来自全球工业机器人使用的证据[J]. 经济研究,2022(4):85-102.
- [20] 綦建红,张志彤. 机器人应用与出口产品范围调整:效率与质量能否兼得[J]. 世界经济,2022(9):3-31.
- [21] 吕越,谷玮,尉亚宁,等. 人工智能与全球价值链网络深化[J]. 数量经济技术经济研究,2023(1):128-151.

- [22] ZHAO P, GAO Y, SUN X. How does artificial intelligence affect green economic growth? —Evidence from China[J]. *Science of The Total Environment*, 2022, 834(33):155306.
- [23] 盛丹, 卜文超. 机器人使用与中国企业的污染排放[J]. *数量经济技术经济研究*, 2022(9):157-176.
- [24] 诸竹君, 袁逸铭, 焦嘉嘉. 工业自动化与制造业创新行为[J]. *中国工业经济*, 2022(7):84-102.
- [25] KROMANN L, MALCHOW-MØLLER N, SKAKSEN JR, et al. Automation and productivity—a cross-country, cross-industry comparison[J]. *Industrial and Corporate Change*, 2020, 29(2):265-287.
- [26] 陈楠, 蔡跃洲. 人工智能、承接能力与中国经济增长——新“索洛悖论”和基于 AI 专利的实证分析[J]. *经济学动态*, 2022(11):39-57.
- [27] VAN ARK B. The productivity paradox of the new digital economy[J]. *International Productivity Monitor*, 2016, 31(2):3-18.
- [28] BRYNJOLFSSON E, ROCK D, SYVERSON C. Artificial intelligence and the modern productivity paradox: a clash of expectations and statistics[M]//*The economics of artificial intelligence. An agenda*: University of Chicago Press, 2018:23-60.
- [29] 王晓娟, 朱喜安, 王颖. 工业机器人应用对制造业就业的影响效应研究[J]. *数量经济技术经济研究*, 2022(4):88-106.
- [30] AGHION P, JONES B F, JONES C I. Artificial intelligence and economic growth[M]. Cambridge: National Bureau of Economic Research, 2017:237-282.
- [31] 蔡庆丰, 陈熠辉. 开发区层级与域内企业并购[J]. *中国工业经济*, 2020(6):118-136.
- [32] 牛卫平. 国际外包陷阱产生机理及其跨越研究[J]. *中国工业经济*, 2012(5):109-121.
- [33] 杜善重, 李卓, 马连福. 机器人应用如何影响企业技术创新——来自中国制造业上市公司的经验证据[J/OL]. *系统工程理论与实践*, [2024-03-12]. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.2267.N.20231102.1147.002.html>.
- [34] 黄先海, 王瀚迪, 孙涌铭, 等. 数字技术与企业出口质量升级——来自专利文本机器学习的证据[J]. *数量经济技术经济研究*, 2023(12):69-89.
- [35] 马亮, 高峻, 仲伟俊. 数字化赋能中国先进制造企业技术赶超——动态能力下机会窗口视角[J]. *科学学与科学技术管理*, 2023(10):131-151.
- [36] 肖曙光, 杨洁. 高管股权激励促进企业升级了吗——来自中国上市公司的经验证据[J]. *南开管理评论*, 2018(3):66-75.
- [37] 段巍, 舒欣, 吴福象, 等. 无形资产、资本—技能互补与技能溢价[J]. *经济研究*, 2023(3):116-134.
- [38] 姚战琪. 数字经济对我国制造业出口竞争力的影响及其门槛效应[J]. *改革*, 2022(2):61-75.
- [39] 程锐, 马莉莉. 制造业出口高质量升级的内源动力:人力资本的结构演进视角[J]. *商业经济与管理*, 2020(4):68-87.
- [40] 张朝帅, 李俊久, 陶旭. 数字化转型对企业出口产品多样化的影响研究[J]. *国际经贸探索*, 2023(11):4-18.
- [41] 毛其淋, 王凯璇. 互联网发展如何优化企业资源配置——基于企业库存调整的视角[J]. *中国工业经济*, 2023(8):137-154.
- [42] 刘海建, 胡化广. 畅通国民经济循环与劳动力就业——基于流通标准一体化视角的研究[J]. *数量经济技术经济研究*, 2023(10):51-70.
- [43] 刘婕, 姚博, 魏玮. 城市群崛起与企业竞争力提升——基于交易成本的分析[J]. *商业经济与管理*, 2021(7):67-86.
- [44] 张菀洺, 杨广钊. 营商环境对民营企业竞争力的影响[J]. *财贸经济*, 2022(10):119-133.
- [45] 沈坤荣, 乔刚, 王冠宇. 机器人的贸易增长效应研究:来自中国工业企业的证据[J]. *国际贸易问题*, 2023(10):90-108.
- [46] 杜传忠. 先进制造业与现代服务业深度融合发展的新趋势[J]. *人民论坛*, 2023(19):54-57.
- [47] 方齐云, 程子昂, 胡杨. 人力资本扩张、工业机器人与企业出口产品质量[J]. *国际贸易问题*, 2023(6):18-33.
- [48] 许玲玲, 余明桂, 钟慧洁. 高新技术企业认定与企业劳动雇佣[J]. *经济管理*, 2022(1):85-104.
- [49] 唐国锋, 李丹. 工业互联网背景下制造业服务化价值创造体系重构研究[J]. *经济纵横*, 2020(8):61-68.
- [50] 郭秀强, 孙延明. 研发投入、技术积累与高新技术企业市场绩效[J]. *科学学研究*, 2020(9):1630-1637.
- [51] 张万里, 刘婕. 人工智能对产业结构升级的影响机制研究——基于资本—技能互补的理论分析[J]. *经济经纬*, 2023(2):99-110.
- [52] JIANG R, BEAMISH P, MAKINO S. Time compression diseconomies in foreign expansion[J]. *Journal of World Business*, 2014, 49(1):114-121.
- [53] ACEMOGLU D, RESTREPO P. Low-skill and high-skill automation[J]. *Journal of Human Capital*, 2018, 12(2):204-232.
- [54] AGRAWAL A, GANS JS, GOLDFARB A. Artificial intelligence: the ambiguous labor market impact of automating prediction[J]. *Journal of Economic Perspectives*, 2019, 33(2):31-50.

- [55] ACEMOGLU D, KOSTER HRA, OZGEN C. Robots and workers: evidence from the Netherlands [R]. Cambridge: National Bureau of Economic Research, 2023.
- [56] DOWNEY M. Partial automation and the technology-enabled deskilling of routine jobs [J]. *Labour Economics*, 2021, 69(2): 101973.
- [57] AUTOR D H, DORN D, HANSON G H. Untangling trade and technology: evidence from local labour markets [J]. *The Economic Journal*, 2015, 125(584): 621-646.
- [58] 刘洋, 韩永辉, 王贤彬. 工业智能化能兼顾促增长和保民生吗? [J]. *数量经济技术经济研究*, 2023(6): 69-90.
- [59] 唐浩丹, 方森辉, 蒋殿春. 数字化转型的市场绩效: 数字并购能提升制造业企业市场势力吗? [J]. *数量经济技术经济研究*, 2022(12): 90-110.
- [60] 王永进, 匡霞, 邵文波. 信息化、企业柔性与产能利用率 [J]. *世界经济*, 2017(1): 67-90.
- [61] 何小钢, 梁权熙, 王善骞. 信息技术、劳动力结构与企业生产率——破解“信息技术生产率悖论”之谜 [J]. *管理世界*, 2019(9): 65-80.
- [62] DE LOECKER J, EECKHOUT J, UNGER G. The rise of market power and the macroeconomic implications [J]. *The Quarterly Journal of Economics*, 2020, 135(2): 561-644.
- [63] DE LOECKER J, WARZYNSKI F. Markups and firm-level export status [J]. *American Economic Review*, 2012, 102(6): 2437-2471.
- [64] ACKERBERG D A, CAVES K, FRAZER G. Identification properties of recent production function estimators [J]. *Econometrica*, 2015, 83(6): 2411-2451.
- [65] LU Y, YU L. Trade liberalization and markup dispersion: evidence from China's WTO accession [J]. *American Economic Journal: Applied Economics*, 2015, 7(4): 221-253.
- [66] 王永钦, 董雯. 机器人的兴起如何影响中国劳动力市场? ——来自制造业上市公司的证据 [J]. *经济研究*, 2020(10): 159-175.
- [67] 方明月, 林佳妮, 聂辉华. 数字化转型是否促进了企业内共同富裕? ——来自中国 A 股上市公司的证据 [J]. *数量经济技术经济研究*, 2022(11): 50-70.
- [68] 李万利, 潘文东, 袁凯彬. 企业数字化转型与中国实体经济发展 [J]. *数量经济技术经济研究*, 2022(9): 5-25.
- [69] 戴小勇, 成力为. 产业政策如何更有效: 中国制造业生产率与加成率的证据 [J]. *世界经济*, 2019(3): 69-93.
- [70] 包群, 王靖楠, 梁贺. 合资经历重要吗 [J]. *财贸经济*, 2020(8): 110-126.
- [71] FAN H, HU Y, TANG L. Labor costs and the adoption of robots in China [J]. *Journal of Economic Behavior & Organization*, 2021, 186(6): 608-631.
- [72] 张涛, 李均超. 网络基础设施、包容性绿色增长与地区差距——基于双重机器学习的因果推断 [J]. *数量经济技术经济研究*, 2023(4): 113-135.
- [73] 刘秉镰, 孙鹏博. 开发区“以升促建”如何影响城市碳生产率 [J]. *世界经济*, 2023(2): 134-158.
- [74] 聂辉华, 阮睿, 沈吉. 企业不确定性感知、投资决策和金融资产配置 [J]. *世界经济*, 2020(6): 77-98.
- [75] 柏培文, 喻理. 数字经济发展与企业价格加成: 理论机制与经验事实 [J]. *中国工业经济*, 2021(11): 59-77.
- [76] 赵奇伟, 熊性美. 中国三大市场分割程度的比较分析: 时间走势与区域差异 [J]. *世界经济*, 2009(6): 41-53.
- [77] 黎文靖, 郑曼妮. 实质性创新还是策略性创新? ——宏观产业政策对微观企业创新的影响 [J]. *经济研究*, 2016(4): 60-73.
- [78] 李若曦, 周小亮. 政府创新引领与中国高技术产业突围 [J]. *财经研究*, 2022(10): 4-18.
- [79] 魏楚, 郑新业. 能源效率提升的新视角——基于市场分割的检验 [J]. *中国社会科学*, 2017(10): 90-111, 206.
- [80] 李雪松, 赵宸宇, 聂菁. 对外投资与企业异质性能利用率 [J]. *世界经济*, 2017(5): 73-97.
- [81] 倪婷婷, 王跃堂. 区域行政整合、要素市场化与企业资源配置效率 [J]. *数量经济技术经济研究*, 2022(11): 136-156.

