

智能制造与企业韧性

——基于工业机器人视角

侯德帅 熊健 杜松桦

(首都经济贸易大学 会计学院, 北京 100070)

摘要:作为新经济的主攻方向,智能制造不仅能够在宏观层面推进产业结构优化调整,同时也能够在微观层面帮助企业实现高质量发展。本文基于2011—2019年A股上市公司样本,理论分析并实证检验了以工业机器人为代表的智能制造技术对企业韧性的影响及其作用机理。研究发现:智能制造显著提升了企业韧性,并且这种促进作用可通过加强资源掌控、提升营运效率及改善协同治理等路径得以实现。另外,人力资源配置、战略定位选择、外部政策环境及产业属性等因素会对上述促进作用产生差异化影响。进一步地,智能制造强化企业韧性后会带动创新效率提升,并实现降本减负。本文的研究为国家提振实体经济,加快形成新质生产力推进制造强国战略具有一定的参考价值。

关键词:智能制造;企业韧性;工业机器人;协同治理

中图分类号:F273 **文献标识码:**A **文章编号:**1003-5230(2024)04-0120-15

一、引言

智能制造作为新一轮科技革命的核心技术与实现产业升级的关键驱动力量,不仅代表了人工智能、自动化等高水平制造技术与数字化信息技术有机结合的先进生产方式,同时也是利用新质生产力全面振兴制造业的重要路径之一。无论是“中国制造2025”的战略布局,还是经济增长方式转变与产业结构优化的具体实施,为巩固制造业作为我国产业立身之本与强身之基的重要地位,诸多环节都需要智能制造的参与。然而,在当前形势下,制造业企业一方面要经受严峻的国际关税壁垒与贸易保护主义挑战,另一方面又要承担起供给侧结构性改革与产业结构优化的重任,此外还要面对信息技术革命对传统经营模式所带来的颠覆性冲击。那么,制造业企业应当如何在不确定性日益增强的环境中

收稿日期:2024-02-05

基金项目:教育部人文社会科学研究青年基金项目“IPO注册制改革与资本市场效率的理论与实证研究”(21YJC630167);首都经济贸易大学博士研究生科技创新项目“ESG责任投资的股权资本成本效应研究”(2023KJCX063);首都经济贸易大学博士研究生科技创新项目“企业对绿色可持续发展关注及认同的研发操纵效应”(2023KJCX067)

作者简介:侯德帅(1985—),男,河南新乡人,首都经济贸易大学会计学院副教授;

熊健(1990—),男,湖南长沙人,首都经济贸易大学会计学院博士生;

杜松桦(1996—),男,河南郑州人,首都经济贸易大学会计学院博士生,本文通讯作者。

提升韧性显得尤为关键。企业自身韧性提高,有助于在微观层面充分释放出内生动力用以弥补核心技术受限、附加值创造不足与自动化水平低下等短板,从而有利于在宏观层面积极响应国家重大战略部署,助力实业兴邦。而以工业机器人应用为代表的智能制造技术无疑是一种具有针对性与可行性的实践方案。

从微观层面来讲,智能制造不仅能够改善关键部门的生产灵活性,亦能够提升全局资源配置效率;从宏观层面来讲,包括工业机器人研发、自动化设备组装及高端生产在内的整个智能制造体系更是衡量一个国家科技进步与产业升级的关键指标;与此同时,我国政府也始终将智能制造视为扶持企业做大做强的重要切入点。例如在 2021 年底,工信部联合国家发展改革委等单位共同印发了《“十四五”机器人产业发展规划》(以下简称《规划》)作为智能制造的指引性文件。《规划》明确指出:我国要在 2025 年力争成为全球智能制造的主要策源地,并使智能制造助力产业发展的综合实力于 2035 年前后达到国际先进水平。另外,结合《规划》印发时点与国际机器人联合会(IFR)的相关报告来看,2021 年销售至我国并已安装投入生产的工业机器人数量分别为 24.8 万台与 24.33 万台,该数值分别占全球同类指标的 52.88%与 47.02%;时至今日,我国的工业机器人年安装量更是超越欧美国家总和,在数量上持续领先。那么,当以工业机器人应用为代表的智能制造技术渗入生产流程后,企业韧性能否得以提升?若答案是肯定的,智能制造又将会通过何种路径提升企业韧性?这些问题都需要重点关注并给予回答。所以,本文将制造业企业为对象,立足于微观治理视角来分析智能制造对企业韧性的影响及作用机理,这不仅有助于探寻智能制造的积极治理作用,同样有助于挖掘提升企业韧性的新视角。

为此,本文选取 2011—2019 年我国 A 股制造业上市公司为样本,实证检验了智能制造对于企业韧性的影响。为了能够从微观视角衡量我国制造业上市公司的智能制造水平,本文借鉴 Bartik 外生工具变量思想^[1],通过 IFR 报告的中国工业机器人数据测算了企业层面的智能制造指标。研究发现,智能制造能够提升企业韧性,并且这一促进效应可通过加强资源掌控、提升营运效率及改善协同治理等作用路径得以实现。

相对于既有文献,本文的潜在边际贡献如下。其一,从微观层面检验了智能制造对企业韧性的影响。尽管现有文献已经分别从国家及省市层面论证了人工智能技术对产业链韧性的提升作用,并将以工业机器人应用为代表的智能制造纳入了提升制造业整体韧性的理论分析框架当中^{[2][3][4]},但上述研究仍侧重于宏观视角。实际上,智能制造在宏观层面的表现需要以微观层面的企业实际情况为依据,且制造业整体的韧性塑造亦需要以行业内每一家企业的韧性提升作为支撑,而本文的研究对此进行了补充。其二,本文以智能制造作为切入点,探讨了智能制造提升企业韧性的理论依据,在一定程度上弥补了现有相关研究的不足,同时也为政府倡导走新型工业化道路、加快建设制造强国及大力发展实体经济提供了一定参考。其三,挖掘了智能制造提升企业韧性的作用路径,不仅进一步深化了智能制造在企业治理领域的相关研究,也为企业在资源掌控、营运效率及协同治理等方面强化自身韧性提供了有益启示。此外,本文的样本区间以 2011 年为起点,正好与促进产业结构优化与提高核心竞争力的“十二五”规划开局之年相契合,具有一定参考价值。

二、文献综述与研究假设

(一)文献综述

由于本文所关注的智能制造及企业韧性概念均聚焦于微观视角,故文献综述侧重于企业层面。智能制造是指企业在生产过程中,可利用反复编程驱动的固定或移动式多用途操作设备对特定系统进行智能化与自动化控制的技术,其中以工业机器人最为典型^[5];而企业韧性则是指企业在长期经受外部压力与面对各类环境不确定性时能够维持正面调整并实现高效营运的能力^{[6][7]}。就现有情况来看,与本文主题相关的研究主要有以下两类。

第一类研究着重讨论了智能制造技术在企业层面的经济后果。首先,从劳动要素及人力资源配置的方面来看,智能制造技术会产生劳动替代现象^[1],并能够通过就业极化效应^{[8][9]}与技能置换效

应^[10]影响企业的劳动收入份额、内部薪酬差距以及客户群体的稳定性^[11]。尽管这些研究均表明智能制造会对传统且相对低技能的劳动力带来冲击甚至威胁^[12],但也从另一方面印证了智能制造能够帮助企业节省劳动力并降低成本粘性,从而巩固企业的优势竞争地位^[4]。其次,从开展国际经贸活动的研究来看,智能制造不仅有助于我国企业改善出口模式与开展对外投资,并且有助于提升出口产品的整体质量^[13]。再次,从与生产经营过程及各类绩效评估相关的研究来看,智能制造不仅有利于制造业企业开展绿色生产,并且能够在一定程度上敦促企业完善内控机制,从而在实现经营绩效^[14]及财务绩效^[15]增长的基础上进一步提升产能利用率与全要素生产率^{[16][17]}。另外,从与创新活动相关的研究来看,智能制造不仅是企业开展创新的重要实践推力,同时也是企业探索创新模式的技术支持^[18]。不仅如此,智能制造还能够凭借加强管理能力^[19]、提升劳动力质量^[20]及降低代理成本^[21]等手段帮助企业实现创新目标^{[22][23]}。可见,在提升要素配置效率、改善经营管理模式、提高综合绩效水平与实现开拓创新目标等方面,智能制造均能够发挥积极作用,进而为打造良好的企业韧性奠定基础。

第二类研究主要探析了企业韧性的影响因素。首先,从公司治理方面来看,危机意识感更强的管理团队、良好的内部控制机制及完善的外部监督体系均有助于提升企业韧性^{[24][25]}。其次,从数字化转型及其具体战略导向、信息披露及实施效果等方面来看,数字化转型的推动过程本身就能够利用资源整合^[26]、风险识别及战略导向^[27]等手段提升企业韧性^{[28][29]}。另外,从资源利用效率方面来看,运营层面与整体层面的资源配置方式及外部政策支持均能够对企业韧性产生不同效果的动态积极影响^[30]。最后,从创新活动方面来看,探索型创新、技术型创新及商业模式创新均有助于提升企业韧性^{[31][32]}。由此可见,良好的治理机制、高效的资源配置方式、恰当的数字化应用场景以及优质的创新平台均能够提升企业韧性^{[33][34]},而这正是智能制造在企业生产经营活动中所追求的理想状态。

(二)研究假设

生产线的运转效率高低在很大程度上决定了企业内部资金循环的畅通与否,以及企业在整个供应链中的话语权高低和市场竞争能力强弱,尤其是对于制造业而言,生产线更是企业的生命线。因此,能够兼顾生产速度与产品质量并充分发挥资源整合能力的企业往往在行业内更具优势。实践证明,以智能化与自动化为底层支持的生产技术场景革新是企业提升生产效率的最佳方式之一。作为现代工业与信息技术相结合的最新成果,智能制造不仅为企业生产线带来了极高的灵活度与精确度,而且在生产效率与产品质量上均大幅领先于传统制造技术,进而培育出的忠实客户与品牌效应更是拔高了企业发展的上限,为企业后续开拓新市场、涉足新领域奠定了坚实基础。

企业韧性衡量的核心是企业经受各类压力和阻碍时,仍然具备维持生产效能、畅通资金流转并持续创造价值的能力。在宏观经济向好、外部压力较小且资源供给充足时,智能制造企业的成本优势、质量优势与效率优势确保了其市场份额的稳定。此时,若同行竞争者想从智能制造企业手中“分一杯羹”,即便其已经熟练掌握同类替代品的制造工艺,但依旧面临无形的产品壁垒,譬如利润压缩的空间、产品质量的稳定及成品交付的速度。另外,智能制造企业还能够拥有传统技术无法比拟的定价能力,通过节省人力成本与减少废品损耗来换取压缩利润的空间,并最终体现在产品定价上。换言之,就传统技术企业而言,由于难以兼顾速度、价格和质量,所以管理者通常要面对“取二舍一”的经营抉择;而智能制造则能够兼顾多种目标。反之,在宏观经济波动致使环境不确定性较高时,由于自动化生产线的灵活性远高于人工流水线,智能制造企业能够在面对诸如人力资本冲击、产品迭代诉求及政策要求改变时拥有更大优势。这同样有助于管理层采取具有针对性的应变措施,以保证其产品精准且快速地跟进政策新风向并迎合市场新需求等,从而有效缓解因生产方向调整带来的短期结构性资金压力,进而改善包括股权投资者在内的诸多利益相关者对企业未来的预期与态度。因此,本文提出如下基本研究假设。

H1:智能制造有助于提升企业韧性。

为进一步探究智能制造提升企业韧性的内在原因与具体机理,本文还将分别从资源掌控、营运效率以及协同治理三个角度进行机制分析。

1.智能制造有助于加强企业的资源掌控能力。从资金链的角度来看,智能制造有助于缓解企业可能面临的资金链断裂问题,主要表现在融资约束方面。根据资源基础理论,工业机器人与数字化生产线等作为企业推行智能制造的核心设备,其优势不仅局限于账面意义上的固定资产与无形资产价值,更重要的是能够体现出同类产品的先进制造工艺。另外,企业持有智能制造设备这类数字化资产还能够释放利好信号。就债权人而言,智能制造设备具有应用范围广、市场价值高且变现能力强等特征,因而可以作为企业未来偿债能力的关键信号以增强债权人信心;就现有及潜在股权投资者而言,企业对智能制造技术的广泛应用意味着充足的增长潜力与良好的发展前景,进而成为吸引股权资本投入的重要因素;就政府部门而言,智能制造不仅积极响应了国家推动以科技创新为导向的产业政策,更是在“制造强国”与“实业兴邦”号召下全面振兴实体经济与聚焦高质量发展的切实举措,因此推行智能制造的企业更容易获得政府专项补贴及税收减免等融资优惠,并利用政府背书效应来增加与投资者谈判的筹码,进而增加融资便利。这些均有助于提升企业在资金链中的主导地位,并通过加强企业对资金资源的掌控以应对可能面临的融资难问题,因此有利于提升企业韧性。

从供应链的角度来看,智能制造有助于提升企业在供应链中的话语权,尤其表现在议价能力上。根据资源依赖理论,企业经营活动的每个环节也是各类资源在企业与其利益相关者之间的流转与博弈过程。相比非制造业行业,制造业企业在供应链中的话语权往往更能够体现其主导地位及背后的资源掌控能力,而智能制造所带来的颠覆性生产革新则有助于提升制造业企业在供应链的主导地位。在制造业企业的原材料筛选、产品生产及技术加工等环节,智能制造设备均能够使得最终产品在供应链中形成更大的差异化品牌优势。这样一来,当融入更多智能制造工艺及要素的产品进入市场时,企业便在行业内有形或无形地传递了其产品科技属性更强、使用效果更佳的积极信号,这在一定程度上有助于企业树立良好声誉并获得市场认可,进而增强竞争力并提高产品市场占有率。不仅如此,优质产品本身就能够凭借其纽带效应持续为企业拓展供应商与客户资源并不断扭转博弈劣势,以降低企业对少数大宗客户与供应商的资源依赖程度,从而提高对不可替代原材料以及自身产品的议价能力。这些均能够帮助企业扩大其供应链话语权,进而加强对供应链资源的掌控以应对可能面临的资源稀缺问题,因此有利于提升企业韧性。结合上述分析,本文进一步提出如下研究假设。

H2A:智能制造通过增强企业对资金链与供应链的掌控能力进而提高企业韧性。

2.智能制造有助于提升企业的营运效率。从营运成本的角度来看,智能制造有助于降低企业的成本费用粘性。根据要素替代理论,智能制造的应用场景主要依赖技术要素与资本要素的投入来搭建,因而这一过程会对劳动要素的投入带来替代性冲击,致使企业对劳动力的需求降低,从而在一定程度上帮助企业节省了营运成本。与此同时,随着智能制造渗透到生产流程的各个环节,企业整体的平均可变成本也会随之降低。且相比劳动力成本的固定性特质,智能制造技术的成本特质通常更具可变性,这就便于企业更为灵活地从全局调整营运成本以全面节省要素支出。在此基础上,拥有智能制造技术支持的制造业企业就可以通过避免出现严重资源冗余与浪费等现象来有效降低成本费用粘性,从而有助于提高企业的营运效率,为提升企业韧性创造有利条件。

从营运方式的角度来看,智能制造亦有助于防止企业出现过度金融化。根据投资替代理论,企业资本投向的背后通常是营运方式的选择。就这一点来看,智能制造有助于企业克服传统制造业通常面临的成本、技术与效能等问题,以保障制造业企业将资本投入与价值创造的重点放在本行业,减少其转向以金融业为代表的非实体经济领域的可能性,即避免制造业企业选择“脱实向虚”的营运方式。与此同时,智能制造还能够通过自身的价值创造体系进一步坚定制造业企业长期经营实体产业的信心,降低管理层短视倾向,并促使已经出现过度金融化的传统制造企业逐步回归原本属性,让制造业企业坚定地选择主营业务,并进一步提升营运效率,为提升企业韧性创造有利条件。结合上述分析,本文进一步提出如下研究假设。

H2B:智能制造通过提升企业整体营运效率进而提高企业韧性。

3.智能制造有助于改善企业协同治理状况。从内部治理的角度来看,智能制造有助于完善企业的内部控制机制。这是因为,智能制造不仅意味着制造环节的智能化与自动化,同时也为企业整个内部控制体系奠定了信息化基础,缓解了信息不对称,提升了信息沟通与内部监督效率。而随着智能制造技术渗透到各个环节,企业能够更及时、准确收集信息及数据,为提升风险评估能力与实施针对性控制活动提供参考,进而从整体上促使企业的内部控制机制更加完善,有利于提升企业韧性。

从外部适应的角度来看,智能制造有助于增强企业的动态适应能力。具体地,就吸收能力而言,智能制造能够帮助企业更好地从外部吸收新技术,并不不断地将这些最新吸收的技术与现有生产流程在工艺体系、技术迭代及产品更新等方面进行融合,产生叠加效应,进而帮助企业更好地应对由外部技术变革所带来的冲击。就适应能力而言,智能制造能够加强企业资源配置的灵活性,帮助制造业企业更好地适应外部环境不确定性。以生产环节为例,生产线的智能化与自动化水平越高,企业对市场导向的把控与对客户产品订制需求的响应就越及时,当出现行业遇冷或市场情势回暖等外部情况变化时,企业能够凭借智能制造的信息优势与技术优势调整生产,展现出良好的适应性。就创新能力而言,智能制造作为科技创新的产物,不仅能够及时向企业传达外部科技创新的最新动态,还能够促使企业持续推进创新战略,为制造业企业开展工艺创新、流程创新与产品创新奠定基础。所以,融合了吸收、适应及创新要素为一体的企业动态适应能力则可以为提升企业韧性奠定外部适应基础。

从内外协同的角度来看,智能制造作为新技术与新装备的代表,能为制造业企业完善内部治理水平与提升外部适应能力发挥协同作用。一方面,智能制造能够完善制造业企业的内部治理水平,进而在组织内凝聚共识,并以更为可行的策略来应对外部环境变化。另一方面,智能制造同样能够提升制造业企业的外部适应能力,进而不断地将因外部环境改变而带来的技术迭代更新、产品工艺调整及市场需求变化等关键信息及时传回企业内部,并通过相对高效的内部治理机制转化为具体措施落实到生产、经营与管理的各个环节,最终有利于提升企业韧性。

结合上述分析,本文进一步提出如下研究假设。

H2C:智能制造通过改善企业协同治理状况进而提高企业韧性。

三、研究设计

(一)样本选取与数据来源

本文利用 Wind、CSMAR、DIB 及 CNRDS 等数据库资源,选取 2011—2019 年制造业 A 股上市企业数据,经过剔除 ST、*ST、金融保险类及关键变量数据缺失等样本后,共得到 13018 个观测值。在数据处理中,文本通过 Stata15.0 等工具软件进行操作。另外,为了避免样本数据中极端数值对实证研究结果造成的不利影响,本文对各连续变量进行上下 1%分位的缩尾处理,并将回归系数的标准误在企业层面进行了聚类。

(二)变量测度

1.被解释变量:企业韧性。现有文献测度企业韧性主要采取三类方法。其一,观察来自资本市场的外部冲击及企业的应对效果,即主要利用企业受到外部冲击后的股价下跌幅度、持续时间及后续是否能够尽快恢复至受冲击前状态等一系列变量测度企业韧性。该方法最主要的缺陷在于忽略了企业内部经营与财务活动的决定因素,并且上述指标的截面数据属性亦不能准确地反映出企业在面临环境不确定性时自身适应能力的动态变化过程。其二,通过股价波动率等市场指标来测度企业韧性。相比前一种方法,该方法更加能够突出企业在一段时期内所遭受的外部冲击,以及受到冲击时的平稳状态,因此便可以更好地反应企业韧性,现有大多数研究均遵循此方法。但需要指出的是,该方法在企业财务信息的考量上仍有所欠缺^[30]。其三,通过累计营业收入增加值等财务指标来测度企业韧性^[31]。相比第二种方法,该方法尽管较为充分地考虑了企业韧性在财务指标上的体现,却未能将来

自资本市场的决定因素纳入考虑范围^[26]。

本文将后两种方法进行整合,即同时利用市场指标和财务指标来综合评价企业韧性。其中,在市场指标上,本文使用企业月个股收益率的标准差 FRsd 进行衡量,该值越小说明企业韧性越强;在财务指标上,本文使用企业近三年的累计营业收入增加值 FRgrowth 进行衡量,该值越大说明企业韧性越强。进一步地,本文借鉴已有研究^[35],以年度—行业均值、年度—行业标准差及经济意义为依据,将 FRsd 与 FRgrowth 标准正态化后相加取平均值,最终得到企业韧性的代理指标 FRes,该值越大说明企业韧性越强。

2.解释变量:智能制造。本文借鉴现有研究^{[1][21]},以基于 Bartik 工具变量思想所构造企业层面的工业机器人应用渗透率作为智能制造的代理变量。具体测算过程为:首先提取 IFR 中有关我国工业机器人的原始数据,并逐一同《国民经济行业分类》及证监会于 2012 年发布的《上市公司行业分类指引》等文件进行行业关键词信息匹配;然后剔除非制造业以及不可详细归类的数据,将制造业进一步细分为 13 个子行业;最后通过式(1)计算得出企业一年度层面的智能制造水平。式(1)中,IR_{c,t} 表示制造业子行业 c 在 t 年的工业机器人存量,Labor_{c,t=2010} 表示制造业子行业 c 在 2010 年(基期)的劳动力就业人数,而 IR_{c,t} 与 Labor_{c,t=2010} 的比值即为制造业子行业 c 在 t 年的工业机器人应用程度;Labor_{i,c,t=2011} 表示制造业子行业 c 中的 i 企业在 2011 年(基期)的劳动力占比,而 medianLabor_{i,c,t=2011} 则表示制造业子行业 c 在 2011 年(基期)所有企业劳动力占比的中位数。本文对计算结果加 1 取自然对数,最终得到衡量每家企业智能制造水平的指标,记为 Ikun_{i,c,t},该值越大,表明企业的智能制造水平越高。

$$Ikun_{i,c,t} = \ln\left(\frac{IR_{c,t}}{Labor_{c,t=2010}} \times \frac{Labor_{i,c,t=2011}}{\text{median}Labor_{c,t=2011}} + 1\right) \quad (1)$$

3.控制变量。参考现有相关研究^{[5][16]},本文选取了相关公司财务与公司治理方面的指标作为控制变量,另外还对年份及上述 13 个制造业子行业进行了控制,具体见表 1。

(三)模型构建

为检验假设 H1,本文设定回归模型(2),考虑到智能制造影响企业韧性水平的过程存在一定的延后性,因而将被解释变量进行了延后一期处理。

$$FR_{i,t+1} = \beta_0 + \beta_1 Ikun_{i,t} + \text{Controls}_{i,t} + \Sigma \text{Year} + \Sigma \text{Cind} + \epsilon_{i,t} \quad (2)$$

表 1 主要变量定义

变量	符号	定义
企业韧性	FR	见上文
智能制造	Ikun	见上文
企业规模	Size	年末资产总额取自然对数
负债比率	Lev	负债总额/资产总额
净资产收益率	ROE	年度净利润/净资产余额
资产密集度	PPE	不动产、厂房及设备总额/资产总额
账面市值比	BM	资产总额/总市值
股权集中度	TS	第一大股东持股比例
两职合一	Dual	董事长与总经理或 CEO 为一人兼任时取值为 1,否则取值为 0
高管薪酬	MS	管理层前三名薪酬总和取自然对数
年份	Year	年份虚拟变量
行业	Cind	制造业子部门虚拟变量

四、实证结果分析

(一)描述性统计及单变量检验

表 2 列示了本文主要变量的描述性统计结果。从被解释变量来看,制造业企业韧性在市场(财务)指标上的标准差与极差分别为 0.059(0.713)与 0.415(9.191),而综合指标 FR 的标准差与极差则

分别为 0.454 与 3.954,这说明我国制造业企业间的韧性水平存在较大差异。从解释变量来看,Ikun 的均值、极小值和极大值分别为 1.614、0 和 2.708,表明智能制造水平在不同企业与不同年份间存在较大差异,以上结果与现有研究大体一致。与此同时,本文还对解释变量与各控制变量进行了方差膨胀因子(VIF)检验,从结果来看,各变量 VIF 的最大值为 2.12(小于 10),均值为 1.31(小于 3),保证了上述变量之间不存在明显的多重共线问题。此外,从单变量检验结果来看,企业韧性在智能制造水平较高的样本中更强,因而初步验证了假设 H1 的推断。

表 2 描述性统计

变量	样本数	均值	中位数	极大值	极小值	标准差	VIF
FRsd	13018	0.126	0.113	0.456	0.041	0.059	
FRgrowth	13018	0.100	0.036	4.418	-4.773	0.713	
FR	13018	0.056	0.089	1.645	-2.309	0.454	
Ikun	13018	1.614	1.857	2.708	0	0.814	1.07
Size	13018	22.01	21.85	26.05	19.63	1.159	2.12
Lev	13018	0.392	0.383	0.899	0.053	0.194	1.58
ROE	13018	0.055	0.064	0.324	-0.837	0.132	1.19
PPE	13018	0.233	0.207	0.718	0.002	0.137	1.07
BM	13018	0.601	0.601	1.158	0.125	0.232	1.39
TS	13018	34.18	32.35	74.96	8.785	14.09	1.05
Dual	13018	0.301	0	1	0	0.459	1.03
MS	13018	14.40	14.37	16.48	0	0.766	1.28

(二) 基准回归

表 3 列示了本文的基准回归结果,其中,列(1)–(3)仅对年度及行业进行了控制;而列(4)–(6)则加入了所有控制变量。从结果来看,无论是否加入控制变量,Ikun 的系数均在 1%水平上显著,符号与预期一致。对该结果可能的解释是,智能制造能够凭借其技术特性促使企业逐步实现全生产线的智能化与自动化,当受到外部冲击时,这些制造业企业能更快恢复正常生产经营,调整经营模式以适应当下并保持稳步发展,展现其良好韧性。由此可见,智能制造能够提升企业韧性,假设 H1 得到验证。

表 3 基准回归

变量	FRsd	FRgrowth	FR	FRsd	FRgrowth	FR
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Ikun	-0.004*** (-7.39)	0.108*** (13.25)	0.070*** (13.38)	-0.004*** (-7.54)	0.049*** (6.42)	0.050*** (10.14)
常数项	0.106*** (45.19)	-0.012 (-0.24)	0.053 (1.49)	0.263*** (19.58)	-6.196*** (-14.16)	-3.098*** (-17.18)
控制变量	否	否	否	是	是	是
年度固定效应	是	是	是	是	是	是
行业固定效应	是	是	是	是	是	是
观测值	13018	13018	13018	13018	13018	13018
调整 R ²	0.320	0.037	0.029	0.380	0.215	0.174

注:括号中数值为 t 值,***、** 和 * 分别表示在 1%、5% 和 10% 的水平上显著,下表同。

(三) 稳健性检验

为了缓解内生性问题并确保上述研究结论的稳健性,本文采取如下方法进行检验。

1. 工具变量法。文本采用工具变量法缓解因遗漏变量导致的内生性问题。参考已有研究^{[12][21]},本文选取 2011–2019 年各省(自治区、直辖市)数据构造 IV1 与 IV2 作为 FR 的工具变量。其中,IV1 为人工智能类专利申请数的自然对数,IV2 为地区科技创新指数。从理论上讲,智能制造需要相关专利技术的支撑,同时也能体现一个地区的科技创新水平,满足相关性要求。另外,人工智能类专利申请数与地区科技创新指数不会对上市公司的韧性产生直接影响,满足外生性要求。在检验过程中,本

文将 IV1 与 IV2 同时针对 Ikun 进行了 2SLS 检验,结果见表 4 列(1)–(2)。在第一阶段中,IV1 与 IV2 的回归系数均显著为正,而在引入工具变量后的第二阶段中,Ikun 的回归系依然显著为正。不仅如此,在过度识别检验中,Hansen J 统计量 3.108 的相伴概率 p 值 0.2114 亦不低于 0.1,进而表明不存在弱工具变量与过度识别问题,由此强化了基准假设的检验结果。

表 4 稳健性检验

变量	工具变量检验		Heckman 两阶段检验		变量替换			
	Ikun	FR	DIkun	FR	FRr1	FRr2	FRr3	FR
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
IV1	0.101*** (4.71)							
IV2	0.100** (2.56)							
Ikun		0.046*** (7.32)		0.046*** (7.20)	0.002*** (7.02)	0.023** (2.54)	0.127*** (2.59)	
HIV			0.603*** (3.55)					
IMR				0.080 (0.36)				
CTRL								0.008*** (8.08)
常数项	-4.487*** (-5.73)	-3.312*** (-11.61)	-1.828*** (-7.43)	-3.464*** (-5.92)	0.815*** (125.08)	0.889*** (3.42)	0.299 (0.15)	-3.130*** (-17.46)
观测值	13018	13018	13018	13018	13018	13018	13018	13018
调整 R ²	0.109	0.166		0.166	0.846	0.245	0.028	0.171

2.倾向得分匹配(PSM)法。文本采用 PSM 法缓解因可观测因素造成的样本自选择问题。即首先通过 Logit 模型将变量 Ikun 分别依据各制造业子行业的年度均值及中位数进行分组,并在此基础上计算出倾向得分;然后再以全部控制变量构成协变量组,采用 1 : 1 邻近匹配的方法进行匹配。经匹配后,各协变量的标准化差异均小于 10%,显著降低了上述样本的原生差异,同时,Ikun 的平均处理效应(ATT)的 T 统计量仍然显著为正,由此进一步验证并支持了基准假设。

3.Heckman 两阶段模型。本文采用 Heckman 两阶段模型缓解因不可观测因素造成的样本自选择问题。本文首先设置二元虚拟变量 DIkun 作为第一阶段的被解释变量,若 Ikun 大于其所在制造业子行业年度中位数时,DIkun 取 1,否则取 0。其次,在协变量引入方面,本文借鉴相关研究^[36],以同年度及制造业子行业内除样本企业外其他企业智能制造水平的均值作为第一阶段的解释变量,记为 HIV。然后,再通过 Probit 模型对 DIkun 取值为 1 的概率进行预测,并同时基于各控制变量计算 Mills 反比率(IMR)。从表 4 列(3)的结果来看,HIV 的回归系数显著为正,即表明变量 HIV 的选取具有经济及统计意义;而从表 4 列(4)的结果来看,加入 IMR 以后,Ikun 的回归系数依然显著为正,IMR 的回归系数则不显著,从而进一步缓解了因不可观测因素造成的样本自选择问题。

4.替换变量衡量方式。根据上文讨论,本文采取了三种方法对企业韧性进行指标替换。第一种方法是将 FRsd 与 FRgrowth 通过熵权法重新合成为一个指标^[21],记为 FRr1。第二种方法是利用零一均值标准化原理构建服从标准正态分布的指标重新测算企业韧性^[33],记为 FRr2。第三种方法则是通过设立二级指数重新测算企业韧性^[34],记为 FRr3。检验结果见表 4 列(5)–(7)。而在替换解释变量方面,本文取消了式(1)中的取对数运算,用调整量纲后的指标重新衡量企业的智能制造水平,记为 CTRL,结果见表 4 列(8)。从检验结果不难看出,经过变量替换,实证结果依然支持基准假设。除此之外,为进一步避免因异常值与样本区间内新上市企业数据对原先基准回归所造成的干扰,本文又分别进行了中位数回归与构建平衡面板数据检验,结果依然稳健,因篇幅限制,结果备索。

(四)机制分析

根据上文分析,智能制造对企业韧性的促进效应可能通过加强资源掌控、提升营运效率及改善协

同治理等作用路径得以实现。下面本文将借鉴渠道检验方法^[37]进行验证:先利用各作用路径构成因素的代理变量对解释变量进行回归,然后再依据上述各变量所在年度及制造业子行业的中位数进行分组后重新检验 Ikun 的系数差异。表 5 至表 7 汇报了机制分析结果。

表 5 机制分析:资源掌控

变量	资源掌控		融资约束		供应链话语权	
	融资约束	供应链话语权	较小	较大	较小	较大
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Ikun	-0.016*** (-9.26)	0.489*** (3.00)	0.073*** (12.84)	0.024*** (3.00)	0.038*** (5.60)	0.055*** (8.70)
常数项	4.487*** (60.43)	-91.540*** (-13.45)	-1.712*** (-8.02)	-3.708*** (-25.33)	-3.327*** (-25.54)	-2.467*** (-16.37)
观测值	13018	13018	6500	6518	6519	6499
调整 R ²	0.762	0.197	0.097	0.187	0.195	0.136
系数差异			21.91***		2.99*	

表 6 机制分析:营运效率

变量	营运效率		成本费用粘性		过度金融化	
	成本费用粘性	过度金融化	较低	较高	较低	较高
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Ikun	-0.024*** (-2.96)	-0.001** (-2.20)	0.055*** (8.39)	0.036*** (5.51)	0.064*** (9.53)	0.012* (1.81)
常数项	-0.180 (-0.95)	-0.008 (-0.78)	-2.845*** (-19.86)	-3.201*** (-23.49)	-3.160*** (-21.90)	-2.881*** (-21.60)
观测值	13018	13018	6483	6535	6487	6531
调整 R ²	0.027	0.010	0.150	0.189	0.179	0.180
系数差异			3.86**		27.03***	

表 7 机制分析:协同治理

变量	协同治理		内部控制机制		动态适应能力	
	内部控制机制	动态适应能力	较欠缺	较完善	较弱	较强
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Ikun	1.473*** (58.82)	0.008*** (4.20)	0.012 (1.58)	0.065*** (10.23)	0.008 (1.04)	0.061*** (9.18)
常数项	-6.452*** (-14.35)	-0.195*** (-2.85)	-3.418*** (-26.10)	-1.986*** (-12.66)	-3.066*** (-21.86)	-3.042*** (-21.01)
观测值	13018	13018	6536	6482	6293	6725
调整 R ²	0.406	0.394	0.219	0.114	0.182	0.176
系数差异			28.79***		26.04***	

1.资源掌控。根据上文分析,本文分别通过融资约束和供应链话语权来衡量企业的资源掌控能力。其中,融资约束通过 FC 指数衡量^[38],该值越大表明企业受到的融资约束越大。供应链话语权则通过企业前五大供应商与客户购销比例之和的均值的相反数衡量^[39],该值越大表明企业的供应链话语权越大。从表 5 的结果可知,智能制造显著缓解了企业的融资约束并提升了企业的供应链话语权,与此同时,智能制造对企业韧性的提升作用在融资约束较小及供应链话语权较大的样本中更为明显。该结果说明智能制造通过增强企业对资金链与供应链的掌控能力进而提高企业韧性,假设 H2A 得到验证。

2.营运效率。根据上文分析,本文分别通过成本费用粘性与过度金融化程度来衡量企业的整体营运效率。其中,成本费用粘性通过 Weiss 模型计算^[40],该值越大表明企业的成本费用粘性越高。过度金融化程度则通过拟合模型计算^[41],该值越大表明企业的出现过度金融化的可能性越高。从表 6 的结果可知,智能制造显著降低了企业的成本费用粘性并抑制了企业过度金融化,与此同时,智能制造对企业韧性的提升作用在成本费用粘性较低及过度金融化可能性较低的样本中更为明显。该结

果说明智能制造通过提升企业整体运营效率进而提高企业韧性,假设 H2B 得到验证。

3.协同治理。根据上文分析,本文分别通过内部控制机制与动态适应能力来衡量企业的内外协同治理。其中,内部控制利用 DIB 数据库所公布的企业内部控制总评分除以 100 进行衡量,该值越大表明企业的内部控制机制越完善。动态适应能力则参考现有研究^[42],从动态吸收、动态适应及动态创新三方面进行综合评价,该值越大表明企业的动态适应能力越强。从表 7 的结果可知,智能制造显著完善了企业的内部控制机制并加强了企业的动态适应能力,与此同时,智能制造对企业韧性的提升作用在内部控制机制较完善及动态适应能力较强样本中更为明显。该结果说明智能制造通过改善企业协同治理状况进而提高企业韧性,假设 H2C 得到验证。

(五)异质性分析

考虑到智能制造对企业韧性的提升作用还会因其他影响因素而存在差异化表现,因此本文分别基于人力资源配置、战略定位选择及外部政策环境等视角,通过分组检验并利用似无相关模型对解释变量进行组间系数差异检验的方法做了如下异质性检验。

1.人力资源配置的差异化影响。智能制造技术需要与企业人力资源相互融合才能转化为实际生产力,进而影响企业韧性。因此,不同企业中生产团队的劳动力配置与管理团队的领导者素质等因素的不同,均有可能在智能制造提升企业韧性的过程中产生差异化影响。为此,本文借鉴相关研究^{[21][43]},分别从技术类员工占比、生产类员工占比(用于衡量生产团队的劳动力配置)及董事长或 CEO 是否具有技术背景(用于衡量管理团队的领导者素质)两方面来检验人力资源配置对智能制造提升企业韧性的差异化影响。

表 8 汇报了回归结果。首先,智能制造对企业韧性的提升作用在技术类员工占比较大及生产类员工占比较小的样本中更为明显。这说明技术类员工占比较高的制造业企业可能通过更好地利用“人机协同”效应强化上述促进作用,而生产类员工占比较大的制造业企业则囿于传统人力特质而削弱上述促进作用,该结果也再次印证了智能制造的劳动替代效应在劳动密集型企业中更为明显的结论^{[8][10]}。其次,智能制造对企业韧性的提升作用在董事长或 CEO 具有研发技术背景的样本中更为明显,这说明懂专业且有经验的高管团队能够显著强化上述促进作用。

2.战略定位选择的差异化影响。于制造业企业而言,引入智能制造技术属于关乎生存发展的重大决策,因此企业战略选择也需要随之做出调整,以配合生产线技术革新与生产模式转型。不同的战略定位选择意味着企业特征的差异,与智能制造技术的适配程度不同,进而影响着智能制造对企业韧性的提升效果。本文借鉴相关研究^{[44][45]},分别从增长导向、利润导向及多元导向等方面来检验战略定位选择对智能制造提升企业韧性的差异化影响。

表 9 汇报了回归结果。首先,智能制造对企业韧性的提升作用在增长导向及非利润导向的样本中更为明显。这说明制造业企业要想通过智能制造提升企业韧性,就应该侧重于将保增长的优先级置于保利润之上,另外,智能制造本身的高初始投入也会致使上述促进作用被利润导向战略削弱。其次,智能制造对企业韧性的提升作用在未涉足多元化经营的样本中更为明显,说明多元化战略本身亦能够帮助制造业企业抵御并分散风险,进而削弱了上述促进作用。

3.外部政策环境的差异化影响。企业引入智能制造离不开相关政策支持,而企业对于通过技术革新塑造强劲韧性的预期也会受到政策调控等外部不确定性的影响。政府专项补助能否强化智能制造提升企业韧性的效果,以及在不确定性较高的环境中智能制造是否仍是保持企业韧性的有效措施,尚需进一步探究。为此,本文借鉴相关研究^{[46][47][48]},分别从政府创新补助、经营环境与宏观环境的不确定性等方面来检验外部政策环境对智能制造提升企业韧性的差异化影响。

表 10 汇报了回归结果。一方面,智能制造对企业韧性的提升作用在获得政府创新补助较多的样本中更为明显,这说明政策性创新补助有利于强化上述促进作用。另一方面,智能制造对企业韧性的提升作用在经营环境与宏观环境不确定性较大样本组更为明显,这说明智能制造有助于企业在不确定性较高的外部环境中展现良好韧性。

表 8

异质性分析:人力资源配置

变量	被解释变量:FR					
	技术类员工占比		生产类员工占比		董事长 CEO 技术背景	
	较小	较大	较小	较大	无	有
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Ikun	0.036 *** (5.08)	0.060 *** (9.54)	0.989 *** (7.73)	0.559 *** (3.92)	0.038 *** (5.86)	0.060 *** (9.06)
常数项	-2.924 *** (-6.61)	-3.041 *** (-23.08)	-2.195 *** (-12.50)	-3.569 *** (-25.31)	-3.036 *** (-21.71)	-3.160 *** (-22.69)
观测值	5779	7239	6179	6839	6258	6760
调整 R ²	0.178	0.175	0.106	0.188	0.178	0.173
系数差异	5.58 **		5.18 **		8.55 ***	

表 9

异质性分析:战略定位选择

变量	被解释变量:FR					
	增长导向		利润导向		多元导向	
	否	是	否	是	否	是
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Ikun	0.014 ** (2.37)	0.063 *** (6.31)	0.056 *** (10.49)	-0.005 (-0.45)	0.057 *** (10.07)	0.036 *** (4.29)
常数项	-2.828 *** (-26.10)	-3.055 *** (-12.72)	-3.187 *** (-28.54)	-2.275 *** (-10.66)	-3.046 *** (-23.87)	-3.136 *** (-19.68)
观测值	9809	3209	10103	2915	8187	4831
调整 R ²	0.168	0.181	0.190	0.108	0.172	0.180
系数差异	16.00 ***		28.29 ***		3.63 *	

表 10

异质性分析:外部政策环境

变量	被解释变量:FR					
	政府创新补助		经营环境不确定性		宏观环境不确定性	
	较少	较多	较低	较高	较低	较高
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Ikun	0.041 *** (6.06)	0.058 *** (9.03)	0.038 *** (6.19)	0.058 *** (8.31)	0.040 *** (6.37)	0.057 *** (8.20)
常数项	-3.024 *** (-21.55)	-3.198 *** (-23.06)	-3.013 *** (-22.25)	-3.138 *** (-22.12)	-3.346 *** (-24.96)	-2.922 *** (-20.32)
观测值	6292	6726	6215	6803	6352	6666
调整 R ²	0.163	0.188	0.190	0.168	0.194	0.165
系数差异	2.89 *		3.86 **		3.03 *	

(六)拓展性检验

近年来国际形势动荡,各国经济大多面临产业衰退与逆全球化浪潮的严峻挑战。在此背景下,只有在微观层面不断地提升企业韧性,才能够更好地在中观乃至宏观层面进一步提升我国各产业的整体韧性,进而有效抵御外部冲击以维持国民经济稳步发展。所以,结合本文故事场景,本部分将智能制造对企业韧性的提升作用拓展至制造业以外的其他行业,并站在产业异质性的整体视角进一步分析上述促进效应在不同产业间的差异化表现。具体地,本文纳入 2011—2019 年非制造业 A 股上市公司数据对研究样本进行了拓展,并参考已有研究^[49],按照不同产业性质检验了智能制造提升企业韧性的差异化影响。

具体而言,本文先将企业按照产业性质差异划为技术密集型、资本密集型及劳动密集型三类,然后再以两两分组的形式,分别代入似无相关模型进行三次组间系数差异检验,结果见表 11。可以看出,与劳动密集型企业相比,智能制造对企业韧性的提升作用在资本密集型及技术密集型企业中更为明显,而这一促进效应在资本密集型及技术密集型企业之间则无显著差异。该结果在表明劳动密集

型产业会削弱上述促进效应的同时,再次论证了智能制造对传统劳动力的要素替代作用^{[8][10]}。

表 11

拓展性检验:产业类型

变量	被解释变量:FR					
	劳动密集型	资本密集型	劳动密集型	技术密集型	资本密集型	技术密集型
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Ikun	0.027*** (3.69)	0.063*** (5.61)	0.027*** (3.69)	0.053*** (10.31)	0.063*** (5.61)	0.053*** (10.31)
常数项	-4.134*** (-28.75)	-3.436*** (-15.33)	-4.134*** (-28.75)	-3.086*** (-27.24)	-3.436*** (-15.33)	-3.086*** (-27.24)
观测值	7557	3724	7557	8842	3724	8842
调整 R ²	0.199	0.152	0.199	0.193	0.152	0.193
系数差异	6.01**		7.10***		0.55	

五、基于经济后果的进一步研究

智能制造强化企业韧性之后,还能进一步帮助企业实现哪些战略目标同样值得关注。这不仅是从完整逻辑链条上补齐智能制造影响企业韧性的重要环节,更是围绕当前国家战略布局进一步提升研究价值的现实意义所在。

从国家战略布局的需要来看,提升企业韧性是实践创新驱动战略与推进供给侧结构性改革在微观经济层面的重要前提,而智能制造则是具体实现路径之一。就制造业企业而言,通过强化企业韧性来提高创新效率既是打造竞争优势的重要举措,亦是对国家实施创新驱动发展战略的积极响应。相应地,通过强化企业韧性帮助企业去杠杆既是实现降本减负的关键一招,同样也是配合国家推进供给侧结构性改革在微观经济层面的有力回应。根据以上分析,本文认为:智能制造在强化企业韧性之后,还能进一步帮助企业实现创新驱动与降本减负的战略目标。

在变量选取方面,本文采用专利申请数与研发投入金额自然对数的比值来衡量企业创新效率,记为 EC1;同时,本文根据 CSMAR 专题数据库,使用企业本年末相对上年末账面资产负债率变动率的相反数来衡量企业去杠杆程度,记为 EC2,上述变量均为正向指标。然后,本文再将经济后果变量 EC1 与 EC2 进行了延后一期处理以加强因果识别,分别记为 EC1after 与 EC2after。紧接着,本文又以 EC1after 与 EC2after 作为被解释变量,将企业韧性指标 FR 作为解释变量,同时以企业智能制造水平是否大于其所在年度及制造业子行业中位数为依据进行分组。最后,再利用分组回归并辅以解释变量组间系数差异检验的方法,以分析智能制造在提升企业韧性促进创新驱动与降本减负中所发挥的作用,结果见表 12。

从表 12 列(2)与列(4)可以看出,FR 的回归系数在智能制造水平较高的分组样本中更为明显,并且均通过了组间系数差异检验。因此,上述结果表明了智能制造能够在因企业韧性强化而进一步提升创新效率并实现去杠杆过程中发挥积极作用。

表 12

经济后果检验

变量	EC1after:创新驱动		EC2after:降本减负	
	智能制造水平较低	智能制造水平较高	智能制造水平较低	智能制造水平较高
	(1)	(2)	(3)	(4)
FR	0.001 (0.23)	0.006*** (3.44)	0.017** (2.04)	0.036*** (4.53)
常数项	-0.509*** (-18.61)	-0.501*** (-21.11)	-0.219** (-2.09)	-0.179* (-1.69)
观测值	4953	6342	5652	5954
调整 R ²	0.291	0.315	0.122	0.116
系数差异	3.36*		3.97**	

六、结论及建议

本文基于资源、要素以及战略等相关理论,通过借鉴 Bartik 工具变量方法将渗透至企业微观层面的工业机器人应用数据作为核心指标,探析了智能制造对企业韧性的影响,并同时对其中的作用机理、异质性表现及相关经济后果进行了探讨。经过研究,本文主要结论为:第一,智能制造能够提升企业韧性;第二,智能制造水平较高的企业在资源掌控、营运效率以及协调治理等方面更具优势,因而韧性更强;第三,企业人力资源配置、战略定位、政策环境以及产业性质的不同均会导致智能制造对企业韧性的提升作用呈现差异性;第四,智能制造在强化企业韧性之后,还能进一步帮助企业实现创新驱动与降本减负的战略目标。

基于以上研究结论,并结合我国当前正处于经济发展模式转型期的现实情况,本文提出如下政策建议。

首先,在企业层面持续推动技术革新。对于制造业企业而言,提升韧性不能仅依靠优化管理模式或寄期望于行业层面的发展机遇,还应当将关注重点放在生产层面,并依靠装备革新与技术升级来开辟提升企业韧性的空间。为此,制造业企业应当因地制宜地引入智能制造技术,逐步替换原有的低效生产装备与生产技术,凭借核心竞争力来促进高质量发展。

其次,在政府层面加强政策支持力度。智能制造尽管在提升生产效能、改善产品质量等方面具有优势,但是其更新成本却并非每个企业都能承担。不仅如此,先进技术设备的引进渠道与分配权重同样存在着潜在的结构失衡问题,这就可能导致企业囿于资金链与供应链的双重压力而对引进智能制造举棋不定,错失引入新技术的窗口期。因此,政府部门就应当在充分调查研究的基础上加强对企业更新设备、引入智能制造技术的政策支持力度,如给予税费减免或提供财政补贴等,用以缓解企业在技术转型过程中所承担的资金压力。另外,政府还可以通过举办招商会等形式拓宽企业的采购渠道,或以引入智能制造为契机吸引专业技术人才为所在地传统制造业企业创造发展机遇,进而带动整个地区的经济实现高质量发展。

最后,在资本市场层面倡导实业投资。作为主要资金提供方与所有权归属方,资本市场上各类投资者的行为同样是影响企业韧性的关键因素。在投机主义盛行的资本市场上,逐利动机往往会促使制造业企业将决策重点置于金融资产管理之上,而非改进生产模式与革新生产设备,由此便可能引发资产配置失衡并加剧业绩波动风险。所以,为了缓解企业在引入智能制造技术时所承担的市场压力,投资者需要转变投资观念,对企业在转型期中出现短期现金流不佳与股价小幅下跌给予更多的包容和理解,并将关注目光更多地聚焦于长期价值创造与长远利益追求之上,逐步形成企业引进智能制造后韧性更强亦等同于股东财富更多的共识。

参考文献:

- [1] 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.
- [2] 吕越,张杰.人工智能与产业链韧性提升[J].西安交通大学学报(社会科学版),2024(2):29-38.
- [3] 刘鑫鑫,韩先锋.人工智能与制造业韧性:内在机制与实证检验[J].经济管理,2023(11):48-67.
- [4] 韩蓄,傅联英,吕重阳等.智藏初显:智能制造提升工业韧性的机理与证据[J].研究与发展管理,2023(6):46-59.
- [5] 田高良,施诺,刘晓丰.智能制造与劳动力成本粘性——基于工业机器人应用的视角[J].经济管理,2023(9):28-49.
- [6] Ortiz-De-Mandojana, N., Bansal, P., The Long-Term Benefits of Organizational Resilience through Sustainable Business Practice[J].Strategic Management Journal, 2016,37(8):1615-1631.
- [7] 陈俊华,郝书雅,易成.数字化转型、破产风险与企业韧性[J].经济管理,2023(8):26-44.
- [8] Dixon, J., Hong, B., Wu, L., The Robot Revolution: Managerial and Employment Consequences for Firms[J].Management Science, 2021,67(9):5586-5605.
- [9] 何小钢,刘叩明.机器人、工作任务与就业极化效应——来自中国工业企业的证据[J].数量经济技术经济研

[10] 邱语,张卫国.机器人应用与劳动力就业:来自中国制造企业的经验证据[J].广东财经大学学报,2023(4):18-36.

[11] 陈宗胜,赵源.工业机器人应用与企业内部薪酬差别的机制与效应研究[J].当代经济科学,2023(5):61-73.

[12] 何小钢,朱国悦,冯大威.工业机器人应用与劳动收入份额——来自中国工业企业的证据[J].中国工业经济,2023(4):98-116.

[13] 蔡震坤,綦建红.工业机器人的应用是否提升了企业出口产品质量——来自中国企业数据的证据[J].国际贸易问题,2021(10):17-33.

[14] Kromann, L., Malchow-Møller, N., Skaksen, R. Automation and Productivity: A Cross-Country, Cross-Industry Comparison[J].Industrial and Corporate Change, 2020,29(2):265-287.

[15] 杜亚光,何瑛,田马飞.工业机器人应用对审计收费的溢出效应——来自制造业上市公司的证据[J].上海财经大学学报,2023(6):104-118.

[16] 刘骏,龚熠,刘涛雄.工业机器人应用如何影响企业运营效率——基于中国制造业上市公司的实证研究[J].管理评论,2023(5):243-253.

[17] 黄卓,陶云清,刘兆达,等.智能制造如何提升企业产能利用率——基于产消合一的视角[J].管理世界,2024(5):40-59.

[18] 王磊,肖倩,邓芳芳.人工智能对中国制造业创新的影响研究——来自工业机器人应用的证据[J].财经论丛,2023(9):14-24.

[19] 邓悦,蒋琬仪.工业机器人、管理能力与企业技术创新[J].中国软科学,2022(11):129-141.

[20] 黄先海,虞柳明,袁逸铭.机器人与企业创新——基于人力资本视角[J].科学学研究,2023(2):356-368.

[21] 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].系统工程理论与实践,2024(2):485-502.

[22] 冯玲,袁帆,刘小逸.机器人与企业创新——来自中国制造业企业的证据[J].经济学(季刊),2023(4):1264-1282.

[23] 杜传忠,王晓蕾.智能制造对制造企业创新效率的非线性影响——基于制造业服务化的调节效应[J].四川大学学报(哲学社会科学版),2024(1):37-51.

[24] 胡冬梅,赵璐,陈维政.上市公司高管团队异质性特征对组织韧性的作用机理及效果研究[J].社会科学研究,2021(5):73-83.

[25] 郝素利,张丽欣.政府审计、内部控制能有效提升组织韧性吗? [J].审计与经济研究,2022(6):10-20.

[26] 张嵩容,胡珑瑛.数字化转型能促进企业韧性提升吗? ——资源配置的中介作用[J].研究与发展管理,2023(5):1-15.

[27] 周炜,海伦贝尔·李,宗佳妮.企业战略变革影响组织韧性的效果与边界[J].科研管理,2024(3):105-112

[28] 胡海峰,宋肖肖,窦斌.数字化在危机期间的价值:来自企业韧性的证据[J].财贸经济,2022(7):134-148.

[29] 王国红,岳翔宇,黄昊.数字化转型如何影响组织韧性——一个有调节的中介效应模型[J].技术经济,2024(1):101-112.

[30] 吴晓波,冯潇雅.VUCA 情境下运营冗余对组织韧性的影响——持续创新能力的调节作用[J].系统管理学报,2022(6):1150-1161.

[31] Sajko, M., Boone, C., Buyl, T. Ceo Greed, Corporate Social Responsibility, and Organizational Resilience to Systemic Shocks[J].Journal of Management, 2021,47(4):957-992.

[32] 陆蓉,徐龙炳,叶茜茜,等.中国民营企业韧性测度与影响因素研究[J].经济管理,2021(8):56-73.

[33] 冯挺,祝志勇.探索式创新与企业韧性——来自新三板上市公司的证据[J].山西财经大学学报,2023(2):116-126.

[34] 郜志雄.无形资产对工贸企业韧性的影响机制研究[J].经济问题,2024(3):85-91.

[35] 马文杰,余伯健.企业所有权属性与中外 ESG 评级分歧[J].财经研究,2023(6):124-136.

[36] 王磊,肖倩,邓芳芳.人工智能对中国制造业创新的影响研究——来自工业机器人应用的证据[J].财经论丛,2023(9):14-24.

[37] 陈胜蓝,刘晓玲.经济政策不确定性与公司商业信用供给[J].金融研究,2018(5):172-190.

[38] 陈峻,郑惠琼.融资约束、客户议价能力与企业社会责任[J].会计研究,2020(8):50-63.

[39] 李颖,吴彦辰,田祥宇.企业 ESG 表现与供应链话语权[J].财经研究,2023(8):153-168.

[40] 陈娟,杨超,李梦瑶,等.成本费用粘性对审计师行为的影响研究[J].审计研究,2023(3):112-122.

- [41] 黄贤环,王瑶,王少华.谁更过度金融化:业绩上升企业还是业绩下滑企业?[J].上海财经大学学报,2019(1):80—94.
- [42] 杨林,和欣,顾红芳.高管团队经验、动态能力与企业战略突变:管理自主权的调节效应[J].管理世界,2020(6):168—188.
- [43] 彭红星,毛新述.政府创新补贴、公司高管背景与研发投入——来自我国高科技行业的经验证据[J].财贸经济,2017(3):147—161.
- [44] 刘侠,王云开,张峰.进口竞争与社会责任:战略导向的调节效应[J].南开管理评论,2023(6):61—71.
- [45] 杨兴全,李文聪,尹兴强.多元化经营对企业创新的“双重”影响研究[J].财经研究,2019(8):58—71.
- [46] 郭玥.政府创新补助的信号传递机制与企业创新[J].中国工业经济,2018(9):98—116.
- [47] 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.
- [48] 申慧慧,于鹏,吴联生.国有股权、环境不确定性与投资效率[J].经济研究,2012(7):113—126.
- [49] 尹美群,盛磊,李文博.高管激励、创新投入与公司绩效——基于内生性视角的分行业实证研究[J].南开管理评论,2018(1):109—117.

Intelligent Manufacturing and Enterprises' Resilience: Based on the Perspective of Industrial Robots

HOU Deshuai XIONG Jian DU Songhua

(School of Accounting, Capital University of Economics and Business, Beijing 100070, China)

Abstract: As the main direction of the new economy, intelligent manufacturing can not only promote the optimization and adjustment of industrial structure at the macro level, but also help enterprises achieve high-quality development at the micro level. Based on the sample of A-share listed companies from 2011 to 2019, this paper theoretically analyzes and empirically tests the impact of intelligent manufacturing technology represented by industrial robots on enterprise resilience and its mechanism. The study finds that intelligent manufacturing significantly improves enterprises' resilience, and this promotion can be achieved by strengthening resource control, improving operational efficiency, and improving collaborative governance. In addition, human resources allocation, strategic positioning, external policy environment and industrial attributes will have a differentiated impact on the above promotion. Further, after strengthening enterprises' resilience, intelligent manufacturing will drive the improvement of innovation efficiency and reduce costs. The conclusions have certain reference value for the country to boost real economy, accelerate the formation of new quality productive forces for promoting the strategy of reinvigorating China through manufacturing industry.

Key words: Intelligent Manufacturing; Enterprise Resilience; Industrial Robotics; Collaborative Governance

(责任编辑:姜晶晶)