

人工智能赋能新型工业化: 作用机制与实践路径

疏爽¹, 杜传忠², 李泽浩¹

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

摘要: 人工智能是第四次工业革命中最具活力的通用目的技术, 以“创新链+价值链”为基础支撑, 以“创新链+供应链”为关键支撑, 以“创新链+产业链”为核心支撑, 以“创新链+生态链”为重要支撑, 通过生产要素、平台组织、产业转型升级、数实深度融合四个维度赋能新型工业化。现阶段, 人工智能赋能新型工业化已取得明显成效, 但仍存在人工智能关键硬件与开源软件储备不足、人工智能在重点行业领域应用率偏低、人工智能领域人才短缺且结构不合理、缺乏适应人工智能发展的标准体系和法律法规等问题。为此, 中国应重点加强关键核心技术的攻关和突破, 有效发挥新型工业化典型应用场景的示范作用, 加快培育和引进人工智能领域的高端复合型人才, 不断完善人工智能领域的标准体系和法律法规, 进一步拓展数实深度融合的新空间。

关键词: 人工智能; 新型工业化; 数智技术; 数实深度融合; 现代化产业体系

中图分类号: F401.3; F424 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-176X(2025)05-0027-12

一、问题的提出

新型工业化是促进数字经济和实体经济深度融合(以下简称“数实深度融合”)的重要基础, 是推动经济高质量发展的核心路径。2023年9月, 习近平总书记提出:“新时代新征程, 以中国式现代化全面推进强国建设、民族复兴伟业, 实现新型工业化是关键任务。”^[1] 2023年12月, 习近平总书记在中央经济工作会议上进一步提出:“要大力推进新型工业化, 发展数字经济, 加快推动人工智能发展。”^[2] 加快推进新型工业化在进一步全面深化改革、推进中国式现代化过程中具有重要战略作用, 对建设现代化产业体系、推动高质量发展具有重要现实意义。数智时代以来, 要素资源配置方式、产业组织形态和企业生产模式等均已发生根本性改变, 新型工业化正处于从量的快速积累转向质的有效提升的关键期, 亟须寻求新的技术支撑。

目前, 学术界关于新型工业化的研究主要聚焦于四个方面。首先, 在内涵特征层面, 已有研究基于新型工业化提出的实践基础与时代背景, 对其区别于传统工业化的新内涵和新特征进行阐

收稿日期: 2025-01-06

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)

作者简介: 疏爽(1994-), 女, 安徽宣城人, 博士研究生, 主要从事产业经济学研究。E-mail: ssinahac@163.com

杜传忠(通讯作者)(1965-), 男, 山东德州人, 教授, 博士, 博士生导师, 主要从事产业经济和数字经济研究。E-mail: duzhong@nankai.edu.cn

李泽浩(1996-), 男, 河南驻马店人, 博士研究生, 主要从事产业经济学研究。E-mail: Nankai_hao@163.com

述^[3]。其次,在体系构建层面,已有研究分别从数实融合^[4]、数字化转型^[5]和新质生产力^[6-7]等视角分析了如何在新时代下构建新型工业化体系,并针对新型工业化与城镇化的互动关系进行了初步探讨^[8-9]。再次,在量化评估层面,已有研究通过构建综合指标体系对新型工业化发展水平进行测度,揭示了现阶段新型工业化的区域差异和空间布局^[10-11]。最后,在实践路径层面,已有研究通过分析新型工业化的特点与逻辑,围绕推进新型工业化过程中面临的现实问题和挑战,探索新型工业化的实践路径^[12-14]。

总体来看,已有研究从多个维度对新型工业化进行了有益探讨,部分研究对数字化如何影响新型工业化进行了初步讨论。在新一轮科技革命和产业变革加速演进的背景下,以人工智能为典型代表的通用目的技术凭借其广泛的渗透性、突出的创新性、显著的赋能性和强大的自生成性等特征,成为促进经济新旧动能转换的重要引擎和构筑技术竞争优势的关键所在^[15]。人工智能不断赋能工业行业生产制造和运营管理等环节,成为突破关键核心技术、建设现代化产业体系、推动生产力整体跃升的新动能,是推动创新范式变革、推进新型工业化的核心力量。数智时代下要实现新型工业化,必须充分发挥人工智能对新型工业化的赋能作用。为此,本文梳理和分析了推进工业化的根本动力,并基于人工智能的技术—经济范式特征探究人工智能赋能新型工业化的作用机制,进一步总结和归纳现阶段人工智能赋能新型工业化取得的主要成效和存在的制约因素,提出加快推进人工智能赋能新型工业化的实践路径。

二、工业革命中的通用目的技术是推进工业化的根本动力

从农业社会发展到工业社会,再过渡到信息社会,直到今天的数字化社会,在社会形态的演进过程中,人类社会的生产范式、管理模式和生活方式也随之发生变化,引发了前所未有的经济增长和结构变迁。从历史上三次工业革命的推进过程来看,每一次工业革命带来的技术进步和生产率大幅提升都极大地推动了当时的经济增长和工业发展。18世纪60年代兴起的第一次工业革命,以机器生产代替手工劳作,开启了人类工业化发展的新纪元。第一次工业革命以蒸汽机的广泛使用为标志,极大革新了生产工具,从根本上颠覆了以往的人工生产方式,开启了人类社会现代化历程,人类社会由此进入蒸汽时代。至此,技术进步逐渐进入加速迭代创新和新阶段。19世纪70年代,随着电力和内燃机的广泛使用,第二次工业革命蓬勃兴起。第二次工业革命以电力技术的发明和应用为核心,引领人类社会进入电气时代。在第二次工业革命期间,电力、石油、汽车和化工等新兴产业不断涌现,生产方式转向大规模流水线作业生产,劳动生产率得到显著提升。进入20世纪中期,随着计算机技术、互联网的诞生与普及,人类社会迎来了第三次工业革命的浪潮,自动化和集约化生产成为当时资本主义生产方式下的主流形态,由此推动生产率进一步提升。

从三次工业革命的实践结果来看,每一轮工业革命既有随机性和独特性,又遵循某些共同的规律,呈现周期性和结构性特征^[16]。三次工业革命都极大地推动了技术进步,每一次工业革命都在前一次工业革命的基础上带来技术范式的变化和技术跃进,并显著提升了社会生产率。从三次工业革命发生、发展的历史逻辑看,它们都具有一个共同特征,即通用目的技术作为推进工业革命的关键共性技术,以其普遍深入性、动态演进性、创新互补性等特征和优势,从初期应用于特定场景逐渐扩散到多个工业部门,表现出极强的溢出效应,不断促进生产、流通、组织方式的优化,进而促进经济增长和工业化发展。通用目的技术属于历史的范畴,从蒸汽动力的兴起,历经电气化的转型,再到信息科技的飞跃,直至进入以生成式人工智能为核心的数智时代,其背后都蕴含着通用目的技术广泛而深刻的作用。综合三次工业革命的技术—经济范式变革,蒸汽机、电力、信息技术的发明应用和更迭都是以通用目的技术为核心驱动力,进而带来社会生产率的巨大提升,并成为推进工业化发展的根本动力。

当前,第四次工业革命正处于快速发展过程中,以大数据、云计算、互联网、人工智能和区块链为代表的新一代信息技术快速迭代,并得到越来越广泛的应用,尤其以5G技术为核心的通信技术、以物联网为代表的网络连接技术、以云存储为代表的大数据存储技术等表现得最为突出。这些数字化技术构成数智时代的通用目的技术,共同推动技术创新进入由单点突破向多技术协同推进、群体性演变的爆发期,推动人类社会进入数智时代,并强力驱动生产要素优化配置、产业结构深度调整和工业化快速发展。

三、人工智能赋能新型工业化的作用机制

工业化以技术进步和全要素生产率提升为基本特征,是一个国家或地区人均收入水平提高和经济结构高级化的发展过程,是一个国家实现现代化的必由之路^[17]。走新型工业化道路是党的十六大作出的战略决策,是工业化发展到一定阶段的必然结果,也是实现高质量发展的内在要求。新型工业化更加强调以信息化带动工业化,以工业化促进信息化^[18]。在人工智能的推动下,新型工业化是将具有数字化和智能化特征的劳动资料、知识资源、信息数据作为基本生产要素,依托现代信息网络这一关键平台,以数据赋能为核心生产力,以算力优化为新型驱动力,以信息通信技术的深度使用为效率提升和产业升级的强大推动力,将以数智技术为代表的创新技术贯穿工业化进程,同时兼顾经济效益与环境效益的动态发展过程。

(一) 以“创新链+价值链”为基础支撑,促进生产要素高效配置

在数智时代,资源的空间布局,以及生产要素的属性、价值、流动方向和配置方式等发生了根本性改变。在人工智能的赋能下,数据作为新型生产要素,智能算法作为新型“流水线”,算力作为新型生产力,极大赋能传统生产要素,实现以“创新链+价值链”为基础支撑的生产要素价值增值和生产要素属性延伸。其一,生产要素价值得到增值。人工智能与资本、劳动力等传统生产要素相结合,人工智能凭借广泛的渗透性特征促使智能化技术深度嵌入传统生产要素,进而放大传统生产要素的质量和效能,实现生产要素价值的初步增值。其二,生产要素属性得到延伸。人工智能在生产流程中与资本、劳动力等传统生产要素紧密结合,赋予这些要素数字化、智能化的新属性,进而扩展了其属性范围。由于生产要素的属性得到延伸,这些生产要素在生产过程中凭借智能化属性具备部分或全部替代其他传统生产要素的能力,这使得生产要素价值再次增值。其三,从传统自动化生产向智能化生产演变的过程中,人工智能催生了一种新的创新潜力,这种创新潜力有助于生产要素打破规模报酬递减的约束限制,使传统生产要素可以突破时间和空间的局限,进而大幅提升产出效率。

在人工智能赋能生产要素的过程中,技术创新的迭代和颠覆性突破使创新链贯穿始终。基于生产要素价值增值和生产要素属性延伸,人工智能促进以“创新链+价值链”为基础支撑的生产要素高效配置,进而赋能新型工业化。

(二) 以“创新链+供应链”为关键支撑,催生多类型平台组织

人工智能是数智时代技术创新的重要载体,其在构建以企业为主要创新主体的供应网络和创新网络中发挥关键作用。伴随生成式人工智能等数字技术的快速发展,技术创新范式出现颠覆性变化,以企业为主体的线性创新范式逐渐转变成基于企业和智能平台组织的双边创新范式。人工智能是一项融合了信息与通信技术优势的智能化技术,兼具通用智能特性和基础平台的双重属性。因此,在人工智能技术的催化下,企业间的边界渐趋模糊,平台组织成为提升企业生产效率的新型组织方式。作为市场供给方和需求方的中介,平台组织可以将供应链上商品的所有权和使用权分离,因而商品的交换价值和交易模式发生改变,进而影响供应链效率。数字经济的发展不仅需要技术支撑,还需要内部组织结构优化带来的动力支撑。同时,在第五次技术革命浪潮拓展期与第六次技术革命浪潮导入期的交叠下,新技术、新模式应运而生,因而多类型平台组织逐渐

涌现。在技术创新范式不断演化和颠覆性技术不断革新的推动下，以传统企业转型为代表的开放型平台组织、以互联网企业为代表的综合型平台组织和细分领域的垂直型平台组织成为数智时代的典型平台组织类型。这三种平台组织基于各自优势改进原有运行模式，借助人工智能技术实现有效联结，进一步丰富和拓展了创新链和供应链。平台组织以强大的网络正外部性对供应链形成正向反馈，并在人工智能技术快速迭代和强力催化下，形成以“创新链+供应链”为关键支撑的多类型平台组织。

在多类型平台组织的影响下，企业的生产组织模式发生显著变化。企业生产组织模式由物理环境中的机械化、集群化组织逐步演变为智能化、平台化、生态化、资源共享的新型组织；产品生产由单一化、统一化、同质化转向以数字技术为核心的数智化、定制化、多样化；生产方式由集中式、流水线式逐渐转向分散式、远程数字化，进而促进线上与线下生产的有效对接。人工智能技术将进一步跨越物理空间与时间的界限，借助创新链与供应链融合的模式，高效对接需求链与供应链，达到更高水平的工业供需精准对接和匹配，进而赋能新型工业化。

（三）以“创新链+产业链”为核心支撑，推动产业转型升级

目前，以大数据、云计算、人工智能和区块链为代表的新一代信息技术处于蓬勃发展的新阶段。人工智能技术与实体经济深度融合，并加速向各行业、各领域纵深推进，对新型工业化产生深远影响。数字化和智能化是网络化的更高进阶状态，人工智能技术凭借其强大的自生成式特征，实现创新范式的重大突破和技术的自生成式发展。随着人工智能技术与工业的进一步融合，智能化和创新化发展成为推动产业业态升级和产业结构优化的核心动力。现阶段，中国数字经济发展迅猛，颠覆性技术不断涌现，人工智能技术快速迭代，相关产业持续升级，新产业、新业态、新模式不断涌现。以数据为基本要素，以算法引导要素流动，以算力驱动模式创新，使“数据+算法+算力”成为激活创新链、升级产业链的关键引擎。新一代人工智能技术具有突出创新性和强大自生成式特征，其在以大模型为生成式人工智能最核心底层技术的基础上为创新链和产业链持续赋能。

新产业的出现、原有产业结构的优化升级都是产业向高级化发展的动态演化结果。人工智能短期内将有效赋能战略性新兴产业的快速成长，长期内随着科技革命和产业变革的不断深化，其将成为塑造未来产业长远发展的关键力量。数智技术与产业深度融合，形成以人工智能技术为代表的核心主导产业；依托核心主导产业，进一步衍生出具有关联的交叉融合产业，以及与人工智能技术相关、存在上下游联系的潜在关联产业。依托这些重要产业，构建以“创新链+产业链”为核心支撑的发展模式，使数智技术与重要产业深度融合，充分发挥以人工智能技术为核心主导产业的乘数倍增作用、交叉融合产业的扩张拉动作用、潜在关联产业的驱动引领作用、战略性新兴产业和未来产业的赋能提质作用^[19]。依托核心主导产业、交叉融合产业、潜在关联产业、战略性新兴产业和未来产业，充分发挥新一代人工智能技术的赋能作用，借助产业间互联互通和协同统一，促进产业结构优化和产业业态升级，进而赋能新型工业化。

（四）以“创新链+生态链”为重要支撑，实现数实深度融合

促进数实深度融合是实现新型工业化的关键。人工智能不断完善、延伸和赋能原有的创新链，进一步消除数实深度融合的堵点和难点，以数实深度融合夯实新型工业化的价值链支撑，提升供应链效率和实体经济的产业基础能力，进而提升产业链的现代化水平，逐渐形成以人工智能赋能为基础，以创新链为核心，“价值链+供应链+产业链”协同驱动生态链发展的赋能模式。

人工智能技术孕育了多样化的创新主体，在此基础上，要素价值得到提升，进而驱动技术创新模式的转型，使创新流程呈现更高的效率、更广泛的包容性和开放性。随着人工智能技术的迭代，其日趋向自生成式、自适应、自感知和生态化发展，促进了虚拟与现实创新主体之间的有效衔接。在创新范式的迭代升级下，创新主体间的联结模式与合作范畴均发生了转变，产生了技术

创新的外溢与扩散效应, 进而催生新型创新组织和创新群落。在数智技术的协同作用下, 从单个创新主体到创新组织和创新群落, 再到整个创新系统, 形成“点、线、面”三维一体的创新生态。人工智能技术贯穿各个创新主体、创新组织和创新群落, 进而形成新型创新链。随着数据的流动、算力和算法的优化, 借助人工智能技术形成从创新主体到创新系统的相互交织和贯通的生态链。“数据+算法+算力”的广泛运用促使数实深度融合的重要载体——企业的外部边界逐渐被打破, 企业间的联系方式发生重要变革, 如交叉融合企业间的生产、分配、运输等联系逐渐向数字化和智能化方向转型。这种以企业为创新主体, 以“数据+算法+算力”为核心驱动力, 以价值链增值、供应链和产业链效率协同提升而驱动“创新链+生态链”的发展模式, 将在更长时间和更大空间范围内有效配置创新资源。这是一种更广泛、更全面、更有效的数实深度融合发展路径, 将有效赋能新型工业化。

综上所述, 在数智时代, 人工智能不仅作为一般通用目的技术对经济增长和技术进步起到促进作用, 同时其作为数字化技术的更高进阶状态, 以自生成式为核心特征, 基于创新链赋能生产要素价值增值和生产要素属性延伸; 以平台组织双边创新模式影响供应链效率; 依托核心主导产业衍生交叉融合产业、潜在关联产业, 并推进战略性新兴产业和未来产业的发展; 构建从生产要素到创新系统的“点、线、面”三维一体的创新生态。在人工智能赋能新型工业化的过程中, 以“创新链+价值链”为基础支撑, 以“创新链+供应链”为关键支撑, 以“创新链+产业链”为核心支撑, 以“创新链+生态链”为重要支撑, 分别通过生产要素、平台组织、产业转型升级、数实深度融合四个维度赋能新型工业化, 这四个维度之间协同统一、有效联动, 构成人工智能赋能新型工业化的有效机制。

四、现阶段人工智能赋能新型工业化的主要成效与制约因素

(一) 人工智能赋能新型工业化取得的主要成效

随着人工智能技术的蓬勃发展, 新一轮科技革命和产业变革不断重塑生产函数, 工业化进程中的要素条件和外部环境发生深刻变革。现阶段, 人工智能通过加速数字化转型、推动产业结构优化、引领智慧创新、助力低碳发展等方式赋能新型工业化, 在促进数字产业发展、制造业智能化升级、知识密集型产业发展、能源产业绿色转型等方面发挥关键作用。

第一, 人工智能加速数字化转型, 促进数字产业发展。随着数字产业的基础设施不断完善, 人工智能技术在具体场景中的应用日益成熟。当前, 人工智能发展已经进入实质应用和效益转化的新阶段, 人工智能技术被广泛应用于交通运输、教育、医疗和零售等领域, 加速了产业链各环节的信息流通, 提升了产业数字化水平, 为数字产业发展带来持续动力, 有效赋能新型工业化。

根据中国信息通信研究院发布的《中国数字经济发展研究报告(2024年)》^[20], 2023年, 中国数字经济增长平稳, 规模达到53.9万亿元人民币, 比2022年增长3.7万亿元, 占国内生产总值的42.8%, 数字经济增长对国内生产总值增长的贡献达到66.45%。数字经济发展对中国经济增长起到较为稳定的支撑作用, 有效提升了经济增长的韧性和活力。同时, 2023年, 中国产业数字化和数字产业化占数字经济的比重分别为81.3%和18.7%, 数字经济对产业的赋能作用进一步凸显, 与产业的融合能力显著增强。2023年, 第一产业、第二产业、第三产业数字经济渗透率分别为10.78%、25.03%和45.63%, 分别较上年增长0.32、1.03和0.91个百分点。值得注意的是, 第二产业数字经济渗透率增幅首次超过第三产业, 这充分说明数字经济和数智技术对第二产业的渗透越来越明显, 对工业化发展的赋能效应越来越显著。

第二, 人工智能推动产业结构优化, 促进制造业智能化升级。随着人工智能技术的广泛应用, 经济结构和产业形态正经历深刻变化。人工智能不仅能够降低行业间信息获取成本、缓解信息不对称, 还能有效提升各行业生产效率, 推动交通运输、医疗、金融、制造等领域的重大变革

和产业升级。在人工智能的推动下,众多传统产业实现从传统自动化向智能化的跨越式发展,并催生出一批新兴产业,加速推进新型工业化。

2023年,在中国规模以上工业中,装备制造业增加值比上年增长6.8%,占规模以上工业增加值的比重为33.6%;高技术制造业增加值比上年增长2.7%,占规模以上工业增加值的比重为15.7%,比2012年提高6.3个百分点^[21]。新能源汽车、智能手机、消费级无人机、光伏等战略性新兴产业快速发展,部分重点产业已跻身世界前列,战略性新兴产业增加值占国内生产总值的比重超13%^[22],成为推动产业结构优化的重要引擎。制造业数字化、智能化步伐明显加快。高技术产品保持快速增长,2023年,中国服务机器人产量达到783.3万套,3D打印设备产量达到278.9万台,同比分别增长23.3%、36.2%;同时,中国重点工业企业数字化研发设计工具普及率达到80.1%,关键工序数控化率达到62.9%,工业机器人装机量占全球比重超过50%,工业互联网实现工业大类全覆盖,培育421家国家级智能制造示范工厂^[23]。人工智能技术的应用不仅持续推动传统产业向数字化、智能化转型,还促进了高技术产业和新兴产业的发展,成为赋能新型工业化的重要引擎。

第三,人工智能引领智慧创新,促进知识密集型产业发展。当前,人工智能技术迭代加快,网络化、数字化、智能化技术不断向工业部门渗透,催生了大量新技术、新业态、新场景。这种趋势促使传统劳动密集型产业逐渐向知识密集型产业转型升级,知识密集型产业得到充分发展。人工智能技术广泛应用于生产、生活的各类场景,机器学习算法在优化企业生产流程、改进产品设计等方面发挥重要作用,自然语言处理技术则为企业提供了更准确的决策支持。人工智能技术不仅促进了知识密集型产业增加值增长,还增加了知识密集型服务贸易需求,大大提高了服务的可贸易性。

根据国家知识产权局数据,2022年,中国专利密集型产业增加值为153 176亿元,比上年增长7.1%;占GDP比重为12.71%,比上年提高0.27%^[24]。知识密集型产业规模稳步壮大,占GDP比重不断提升。根据商务部数据,2023年,中国知识密集型服务贸易呈现快速增长态势。2023年,知识密集型服务进出口总额达到27 193.7亿元,同比增长8.5%;其中,知识密集型服务出口达到15 435.2亿元,同比增长9%;知识密集型服务进口为11 758.5亿元,同比增长7.8%;知识密集型服务贸易顺差为3 676.7亿元,同比扩大423.5亿元^[25]。在人工智能技术的助推下,中国知识密集型产业不仅实现了贸易规模的扩大,还实现了贸易结构的优化,国际竞争力持续增强。

第四,人工智能助力低碳发展,促进能源产业绿色转型。人工智能技术为整个社会的低碳转型提供了创新路径。人工智能通过深度学习算法为城市生活各个场景的应用提供了解决方案,能够有效减少碳排放,进而充分发挥绿色低碳效能。中国能源产业通过智能化转型提升生产效率和能源利用效率,不断推进能源绿色低碳转型发展,节能减排效果显著。

根据中国电力企业联合会发布的《2023—2024年度全国电力供需形势分析预测报告》,截至2023年底,煤电装机占比降至39.9%,首次降至40%以下^[26]。2023年,中国电力行业绿色低碳转型持续推进,新能源发展实现“三连跳”。全国并网风电和太阳能发电合计装机规模从2022年底的7.6亿千瓦,连续突破8亿千瓦、9亿千瓦、10亿千瓦大关,于2023年底达到10.5亿千瓦,占总装机容量的36%,同比提高6.4个百分点;其中,并网太阳能发电装机规模从2022年底的3.9亿千瓦提高到2023年底的6.1亿千瓦^[26]。中国能源生产结构加速转变,清洁能源占比持续提升。同时,相关部门通过人工智能技术对生产、运输、配电等环节进行数据监测和分析,能够制定更加合理的能源消费计划,进而提升能源利用效率。根据国家统计局数据,中国能源利用效率有所提升,能耗强度持续下降。2023年上半年,单位国内生产总值能耗同比下降0.4%,且这一降幅相较于2022年全年扩大了0.3个百分点^[27]。在电网中引入人工智能技术,实现了对电力负

荷的预测和优化调度, 不仅为清洁能源的接入提供了支持, 还进一步提升了能源利用效率, 降低了单位能耗, 引导工业绿色低碳发展。

(二) 人工智能赋能新型工业化存在的制约因素

作为新一轮产业变革的核心驱动力, 人工智能技术将进一步激发社会增长潜能, 为新型工业化进程注入新动能, 但目前人工智能赋能新型工业化还存在一定的制约因素。

第一, 人工智能关键硬件与开源软件储备不足, 存在关键核心技术“卡脖子”问题。在硬件方面, 中国在人工智能芯片和量子计算等领域尚未取得显著的技术突破, 使得硬件领域的科技创新相对滞后, 制约了人工智能技术在新型工业化中的应用和发展。在软件方面, 中国人工智能基础理论及原始创新能力亟待加强, 自然语言处理、计算机视觉和机器学习等关键核心技术仍受到外部制约, 自主研发能力较弱。开源软件生态尚不成熟, 缺乏技术积累和共享平台, 不利于提升人工智能应用开发的效率和灵活性。此外, 中国在人工智能领域存在基础理论研究薄弱的问题^[28], 在人工智能领域的基础理论、前沿技术创新、核心算法研发、关键设备及高端芯片等方面, 相较于发达国家仍存在一定的差距。

第二, 人工智能在重点行业领域应用率偏低, 工业应用场景落地阻力较大。一方面, 人工智能在中国众多传统行业中的应用尚处于小规模试验阶段, 中国顶级制造业企业的人工智能应用普及程度与欧美存在差距。根据法国凯捷公司数据, 欧洲顶级制造业企业的人工智能应用普及率已超过半数, 达到51%, 美国顶级制造业企业的人工智能应用普及率则为28%, 中国顶级制造业企业的人工智能应用普及率仅为11%^[29]。另一方面, 在关键应用领域, 大型模型的应用缺乏具有代表性的成功案例。当前, 工业领域对大型模型的初步探索主要集中在设计辅助、质量预测和设备维护等方面, 尚未形成可大规模复制的工业级大型模型。此外, 中国人工智能对工业应用场景的示范作用不足。人工智能应用场景需要完善的数字基础设施、海量数据集、巨额资金等的支持, 这使得人工智能应用场景集中在超大型企业中。

第三, 人工智能领域人才短缺且结构不合理, 难以满足新型工业化发展的需要。一方面, 人工智能领域高端复合型人才偏少^[30]。现阶段, 由于人工智能人才培养体系尚不健全、人才培养周期长, 所以人工智能人才特别是高端复合型人才紧缺。根据《2023人工智能发展白皮书》, 2016年, 中国人工智能领域人才缺口超过500万人, 这一缺口预计在2025年将突破1000万人^[31]。另一方面, 人工智能领域人才结构不合理。根据麦可思研究院发布的《2024年中国本科生就业报告》, 人工智能主要岗位类型中, 算法研究岗和应用开发岗的学历准入门槛较高, 要求应聘者拥有研究生学历的比重分别为45.1%和41.9%, 而人才供需比仅为0.13和0.17^[32]。因此, 人工智能领域的人才培养亟待加强。

第四, 缺乏适应人工智能发展的标准体系和法律法规, 不利于新型工业化的顺利推进。人工智能的广泛应用已经促使产业分布格局和空间关联发生了根本性变化, 进而促使产业融合迅猛发展。但是, 中国人工智能技术的快速发展缺乏统一的标准和规范, 不同技术间的互操作性和兼容性降低, 使人工智能技术与中低端产业之间存脱节现象。这大大增加了不同产业在应用人工智能技术时的难度, 限制了技术的进一步推广和应用。此外, 人工智能缺乏完善的法律法规支持。例如, 在无人驾驶领域, 中国还未形成国家层面的法律法规, 这已经严重制约相关领域的发展。人工智能技术迭代速度快、覆盖领域大、应用场景广, 亟须构建完善的适应人工智能发展的标准体系和法律法规, 以更好地发挥人工智能赋能新型工业化的作用。

五、加快推进人工智能赋能新型工业化的实践路径

作为第四次工业革命的通用目的技术, 人工智能正在与制造业深度融合, 并积极赋能新型工业化, 为制造业智能化转型、经济高质量发展提供强大物质保障和技术支撑。本文从以下五个方

面提出加快推进人工智能赋能新型工业化的实践路径。

（一）重点加强关键核心技术的攻关和突破

新型工业化是依靠创新驱动发展的工业化，其关键是实现高水平科技自立自强。应以科技创新为引领，加强关键核心技术的攻关和突破，加强以人工智能为代表的通用目的技术的培育，主动适应和引领新一轮科技革命和产业变革，为新型工业化赋能。

第一，强化企业的科技创新主体地位。进一步整合企业的科技创新资源，加强企业主导的产学研深度融合，形成分类推进、纵横结合的技术攻关模式，加快构建和完善新型工业化自主创新体系。企业应积极运用数字化技术，实现数字化生产、数字化管理、数字化营销，通过应用生成式人工智能、云计算等技术推动企业生产全过程的数字化、智能化，提高科技创新能力。发挥企业在科技创新投入、科研组织实施、科技成果转化评价等各个环节中的关键作用，鼓励和支持企业建立研发机构，加大研发投入。推动大企业成长为具备国际竞争力的创新型大型企业集团，重视中小企业在原始科技创新和基础研究领域中的关键作用，倡导中小企业开展联合协作。

第二，推动人工智能产业集群发展。坚持需求导向、场景牵引，建设一批人工智能产业应用实验平台，形成产业链上下游高效协作、创新链各环节协同攻关的良好生态，围绕高端装备、先进制造、新材料等战略性新兴产业，深入实施创新驱动发展战略，促进人工智能产业集群发展。同时，有针对性地分析不同产业的人工智能核心问题，既要处理好短期亟须解决的问题，也要把握长期发展形势，实现核心技术及源头技术的突破。加快构建省级—国家级—世界级集群梯队，培育人工智能产业发展体系，打造具有国际竞争力的先进人工智能产业集群，培育建设一批具有国际竞争力的人工智能科技创新中心。

（二）有效发挥新型工业化典型应用场景的示范作用

新型工业化典型应用场景的示范作用是检验制造业高质量发展成效，推动形成新产业、新业态、新模式的重要抓手。新型工业化典型应用场景的示范作用是数字化转型提速提效的着力点和突破点，能够放大工业互联网等平台的辐射效应，在更宽领域、更大范围、更深层次推进人工智能赋能新型工业化，促进工业的网络化、数字化和智能化升级。

第一，丰富并拓展应用场景。以科技型企业、平台企业、专精特新企业、龙头企业为重点，围绕工业网络、工业数据互联化，工业软件、管理服务平台化，制造工艺、系统装备数字化，制造单位、车间工厂柔性化，积极探索分行业、分领域、分环节的典型应用场景和数字化转型模式。进一步强化实战实用，有效发挥新型工业化典型应用场景的示范作用。深化与知名头部企业、本地优秀企业的合作，大力拓展新技术、新产品应用，促进场景建设迭代升级，加强数据整合、系统集成，更好赋能经济社会发展。坚持高效统筹，推动场景体系再完善。从硬件、软件、机制等方面协同发力，加快建设千兆光纤网、5G基站等数字基础设施，打造高度集成、动态更新的城市数字底座，着力推进数字孪生城市建设；强化统筹联动，加强跨部门、跨层级、跨区域协同，提升场景开发的整体性、系统性、前瞻性。

第二，打造公共服务平台。支持涉及新型工业化的关键基础制造技术先行先试、成果共享转化，不断优化推进新型工业化的材料研发、数据计算、成果转化等流程，建设技术创新、产业创新、公共创新等基础服务平台，加强数字制造、绿色制造、智能制造等标准修订，打造先进制造示范基地、生产线、数字车间、智能工厂，鼓励企业建立实验室，培育核心竞争力强、带动作用明显、具有国际影响力的行业龙头企业、专精特新企业、单项冠军企业，形成更多中国制造高端品牌。积极拓展新型工业化的受益范围，推动应用场景覆盖范围的扩大。做好现有应用场景覆盖面、受众面数据分析的研判，助力智慧停车、互联网医院等应用场景建设扩点成面，形成规模效应，通过增值服务增加流量和加快市场化推广。

(三) 加快培育和引进人工智能领域的高端复合型人才

在新型工业化的浪潮中, 人工智能对高水平人才的需求日益凸显。然而, 人工智能领域存在高端复合型人才严重短缺和人才结构性失衡等突出问题。为了有效应对这些挑战, 必须从完善人工智能人才培养体系^[33]、健全人工智能人才激励机制、加强产学研深度融合等维度协同发力, 构建系统化的人才供给保障体系。

第一, 完善人工智能人才培养体系。高校是高端人才培养的主阵地, 应顺应科技发展和产业转型的要求, 进一步深化学科建设与课程体系改革。推动“人工智能+X”交叉学科建设, 通过整合数学、计算机科学、工程技术等学科资源, 培养具备理论创新能力和实践操作能力的复合型人才。聚焦产业需求, 设置涵盖工业智能、智能制造、物联网等领域的应用型课程, 以提升学生对复杂工业场景的适应能力。在课程设计中强化数据分析能力、算法开发能力及伦理责任意识等基础能力的训练, 全面提升学生综合素质。在此基础上, 发展职业教育与社会化技能培训, 针对企业对实用型技术岗位的强烈需求, 面向社会提供涵盖算法开发、设备操作等领域的短期技能提升课程, 并在职业教育阶段设立人工智能相关专业, 以培养应用型技术人才。

第二, 健全人工智能人才激励机制。加快制定专项政策, 吸引海外高端人工智能人才回流, 在薪酬待遇、科研启动资金、住房便利等方面提供优惠配套措施。进一步健全本土人才激励机制, 通过多样化的薪酬激励、晋升渠道拓展、科研成果转化奖励, 增强本土人才的归属感和创新动力。实施分类分层激励政策, 对基础研究领域的高端科研人才, 提供长期稳定的科研资助和学术资源支持; 对市场开发与实用技能岗位的人才, 实施基于绩效的奖励机制, 增强岗位吸引力。

第三, 加强产学研深度融合。构建协同创新机制, 鼓励高校与企业共建人工智能研究中心和创新实验室, 通过联合攻关解决核心技术难题, 推动科研成果的产业化。同时, 建立动态化的人才需求数据库, 实时监测人工智能领域对技术岗位的需求变化, 为高校和职业院校调整人才培养方案提供科学依据。在供需对接方面, 举办行业技术竞赛和高端招聘会, 搭建企业与人才之间的高效沟通桥梁。

(四) 不断完善人工智能领域的标准体系和法律法规

随着人工智能技术的迅速发展, 其在工业领域的应用成为赋能新型工业化进程的关键。然而, 人工智能领域存在标准体系和法律法规滞后问题。这种滞后性导致人工智能技术无序发展, 进而不利于产业融合和技术应用的普及。因此, 构建完善的人工智能规制体系成为实现人工智能技术健康发展、推进新型工业化的重要任务。

第一, 完善人工智能技术的标准体系。人工智能的多样性和复杂性要求制定一套涵盖各类应用场景和技术特征的标准体系, 这不仅包括基础性的技术标准, 如算法设计、数据结构和处理方法的统一规范, 还包括行业应用标准、安全保障标准等。标准化的核心目标是确保技术的互操作性、兼容性及应用的普适性, 避免因标准不一导致的技术壁垒和产业割裂。同时, 标准的推行需要严格的认证与评估机制, 确保人工智能产品和服务在技术研发、应用实施过程中符合既定标准。各地、各行业在人工智能技术应用方面的标准和规范不统一, 技术在不同领域和产业的应用效果差异较大。因此, 建立一套统一的认证体系, 不仅能够有效提升技术的可用性和市场适应性, 还可以在跨行业应用和技术融合中发挥重要作用。这不仅有助于技术的标准化落实, 也为企业提供了明确的技术指引, 进而促进人工智能技术在新型工业化进程中的推广与应用。

第二, 加快人工智能领域立法进程。尽管人工智能在诸多领域的应用已有一定的实践基础, 但相应的法律法规有待完善, 尤其是在无人驾驶、智能医疗等前沿技术领域, 缺乏针对性的法律法规, 使得行业发展受到诸多限制。因此, 迫切需要出台专门的人工智能法, 从法律层面为人工智能技术的研发、应用及监管提供法治保障。在这一法律框架中, 必须对数据使用、算法透明性、隐私保护、知识产权等问题作出系统性规定, 在为技术创新提供法治依据的同时, 确保技术

应用不违反法律。人工智能技术的发展速度极为迅猛,随着新技术的不断涌现,已有的法律制度可能无法适应新的技术形态。因此,建议建立动态调整机制,对人工智能领域的法律体系进行定期审查与修订,以保证其与技术发展同步。

(五) 进一步拓展数实深度融合的新空间

数智技术运用、智能化转型升级是抢占新一轮科技革命和产业变革制高点的重要抓手。应积极推动新一代信息技术与先进制造业、现代服务业的深度融合,以信息技术、数字技术、智能技术赋能新型工业化。

第一,重点发展智能制造。加速推进智能制造不仅是制造业实现从大到强转变的关键技术路径,也是建设制造强国的主攻方向。智能制造将新一代信息技术与先进制造技术深度融合,推进制造业从机械化、电气化、自动化向数字化、互联化、智能化方向升级。因此,应积极构建以智能制造、智能医疗、智能家居、智能交通、智能物流为中心的智能技术体系,有效形成虚实结合、动态优化、高效安全的智能制造体系。有效推进“数据+算法+算力”的发展模式,以多元创新的数据和算法为支撑,聚焦算力的深化和突破,加强智能制造关键核心技术的攻关,对涉及人工智能的关键核心技术进行重点研发、突破、迭代应用。

第二,深入推进企业数字化转型。企业是实体经济发展的基础,应加速促进新一代信息技术与制造企业的深度融合,利用信息技术、数字技术、智能技术推动传统制造企业生产方式、管理模式、发展模式的数智化变革,通过采用数字化生产方式、构建智能制造体系、建立智能化管理架构、强化创新驱动发展模式等全面提升企业核心竞争力。进一步提升工业互联网的规模化运用效应,促进人工智能技术与工业企业的深度融合,加速推进数字技术在先进制造业、现代服务业中的扩散和应用,有效实现传统工业的数字化改造、智能化升级。大力推进产业数字化发展,支持和引导传统工业加快运用先进适用技术,深化数字技术与各产业的融合,推动企业、平台企业和数字技术服务企业跨界创新,实现企业数字化转型、智能化升级,打造具有国际竞争力的数字产业集群。

第三,预先布局战略性新兴产业和未来产业。面对科技革命和产业变革,进一步将资源集中于新一代信息技术、生物技术、高端装备制造等战略性新兴产业领域,加强科技创新,特别是加强关键核心技术的研发与应用,促使这些产业向集群化、融合化、生态化方向发展。紧跟科技革命和产业变革的前沿趋势,前瞻性地制定规划,着重关注类脑智能、量子信息、基因科技、未来网络等未来产业中具有巨大潜力的领域。深化对前沿科技的探索,促进跨学科融合创新,尤其应加速颠覆性技术的研发,主动把握未来产业发展的主导权。

参考文献:

- [1] 人民日报评论员.为中国式现代化构筑强大物质技术基础——论贯彻落实全国新型工业化推进大会精神[N].人民日报,2023-09-25(1).
- [2] 中央经济工作会议在北京举行 习近平发表重要讲话[EB/OL].(2023-12-12)[2024-12-09].https://www.gov.cn/yaowen/liebiao/202312/content_6919834.htm.
- [3] 中国社会科学院工业经济研究所课题组.新型工业化内涵特征、体系构建与实施路径[J].中国工业经济,2023(3):5-19.
- [4] 任保平,李婧瑜.以数实融合推动新型工业化的阶段性特征、战略定位与路径选择[J].经济与管理评论,2024,40(2):5-16.
- [5] 任保平.以产业数字化和数字产业化协同发展推进新型工业化[J].改革,2023(11):28-37.
- [6] 张亚鹏,李宏伟.新型工业化是发展新质生产力的主阵地[J].红旗文稿,2024(9):34-37.
- [7] 孙久文,周孝伦.迈向中国式现代化的高质量国土空间体系:内容构成、动力机制与构建思路[J].改革,2024

- (3):104-112.
- [8] 黄群慧. 2020年我国已经基本实现了工业化——中国共产党百年奋斗重大成就[J]. 经济学动态, 2021(11): 3-9.
- [9] 张慧慧, 胡秋阳, 张云. 新型城镇化建设与工业化协调发展研究——基于城市化与镇化的二元视角[J]. 经济体制改革, 2021(4): 66-73.
- [10] 李鹏, 蒋美琴. 中国新型工业化进展、区域差异及推进策略[J]. 当代财经, 2024(5): 3-16.
- [11] 何文举, 周辉. 新型工业化、城市化联动与经济生态化发展研究——基于湖南的相关实证[J]. 财经理论与实践, 2012, 33(1): 104-108.
- [12] 唐浩. 中国特色新型工业化的新认识[J]. 中国工业经济, 2014(6): 5-17.
- [13] 李婧, 王跃生. 新型工业化的历史演进、时代特色与推进路径[J]. 北京师范大学学报(社会科学版), 2024(3): 19-27.
- [14] 黄瑶. 中国新型工业化发展战略布局特点与路径选择[J]. 学习与探索, 2024(9): 116-124.
- [15] 杜传忠, 疏爽. 人工智能与经济高质量发展: 机制、成效与政策取向[J]. 社会科学战线, 2023(12): 78-87+281.
- [16] 谢伏瞻. 论新工业革命加速拓展与全球治理变革方向[J]. 经济研究, 2019, 54(7): 4-13.
- [17] 颜廷标. 把高质量发展的要求贯穿新型工业化全过程[EB/OL]. (2023-11-10)[2024-12-09]. https://hebei.hebnews.cn/2023-11/10/content_9095718.htm.
- [18] 杜传忠, 王纯, 王金杰. 中国式现代化视域下的新型工业化研究——发展逻辑、内涵特征及推进机制[J]. 财经问题研究, 2023(12): 41-51.
- [19] 杜传忠, 疏爽, 李泽浩. 新质生产力促进经济高质量发展的机制分析与实现路径[J]. 经济纵横, 2023(12): 20-28.
- [20] 中国信息通信研究院. 中国数字经济发展研究报告(2024年)[EB/OL]. (2024-08-27)[2024-12-09]. <http://www.caict.ac.cn/kxyj/qwfb/bps/202408/P020240830315324580655.pdf>.
- [21] 2023年我国装备制造业占规上工业增加值33.6%[EB/OL]. (2023-03-01)[2024-12-09]. <http://hb.ifeng.com/c/8Xac8T2rV7w>.
- [22] 战略性新兴产业增加值占国内生产总值比重超13% 国家级先进制造业集群产值超20万亿元[N]. 人民日报, 2023-07-06(1).
- [23] 黄鑫. 中国制造由大向强 朝高端化、智能化、绿色化加速升级[EB/OL]. (2024-09-23)[2024-12-09]. <https://www.cinn.cn/p/327136.html>.
- [24] 国家知识产权局 国家统计局关于2022年全国专利密集型产业增加值数据的公告(第562号)[EB/OL]. (2023-12-29)[2024-12-09]. https://www.cnipa.gov.cn/art/2023/12/29/art_74_189429.html.
- [25] 商务部服贸司负责人介绍2023年全年服务贸易发展情况[EB/OL]. (2024-02-02)[2024-12-09]. https://www.gov.cn/lianbo/fabu/202402/content_6929576.htm.
- [26] 煤电装机占比首次降至40%以下 太阳能发电装机突破6亿千瓦[N]. 人民日报, 2024-01-31(2).
- [27] 中共国家统计局党组. 国民经济恢复向好 高质量发展取得新成效[EB/OL]. (2023-08-01)[2024-12-09]. http://www.qstheory.cn/dukan/qs/2023-08/01/c_1129776332.htm.
- [28] 赵志君, 庄馨予. 中国人工智能高质量发展: 现状、问题与方略[J]. 改革, 2023(9): 11-20.
- [29] Capgemini Research Institute. Europe is leading AI in manufacturing operations adoption[EB/OL]. (2019-12-12)[2024-12-09]. <https://www.capgemini.com/us-en/news/europe-is-leading-ai-in-manufacturing-operations-adoption/>.
- [30] 郭朝先, 方澳. 人工智能促进经济高质量发展: 机理、问题与对策[J]. 广西社会科学, 2021(8): 8-17.
- [31] 深圳市人工智能行业协会. 2023人工智能发展白皮书[EB/OL]. (2023-08-16)[2024-12-09]. <https://www.saiia.org.cn/index.php/2023/08/16/01-13/>.
- [32] 麦可思研究院. 2024年中国本科生就业报告[M]. 北京: 社会科学文献出版社, 2024: 195-196.
- [33] 孟浩, 张美莎. 人工智能如何影响劳动力就业需求? ——来自中国企业层面的经验证据[J]. 西安交通大学学报(社会科学版), 2021, 41(5): 65-73+93.

Artificial Intelligence Empowering New Industrialization: Mechanisms and Practical Paths

SHU Shuang¹, DU Chuanzhong², LI Zehao¹

(1. School of Economics, Nankai University, Tianjin 300071, China;

2. College of Economic and Social Development, Nankai University, Tianjin 300071, China)

Summary: In recent years, with the continuous iteration, innovation, and accelerated development of new-generation information and communication technologies represented by artificial intelligence (AI), its integration with the real economy has become increasingly widespread and profound. Exploring how AI can empower new industrialization in the era of digital intelligence is an inherent requirement to adapt to the accelerated evolution of the new round of technological revolution and industrial transformation. It is an important way to drive the high-quality development of China's manufacturing industry and accelerate the formation of new quality productive forces. AI is the most dynamic general-purpose technology in the Fourth Industrial Revolution, and its empowerment and development of new industrialization is a dynamic and systematic process that requires specific exploration based on the main achievements and constraints of AI in empowering new industrialization at the current stage.

This paper first analyzes the fundamental drivers in the industrialization process from the perspectives of the promotion process, practical results, and historical logic of the three industrial revolutions. Based on the characteristics of the technology-economy paradigm of AI, it explores the mechanism of its role in promoting new industrialization. It takes "innovation chain and value chain" as the basic support, "innovation chain and supply chain" as the key support, "innovation chain and industrial chain" as the core support, and "innovation chain and ecological chain" as the important support. It empowers new industrialization through four dimensions: "production factors, platform organizations, industrial upgrading, and full integration between the digital economy and the real economy". At present, AI has achieved certain results in empowering new industrialization, but there are still problems such as insufficient reserves of key hardware and open source software for AI, bottleneck of key core technologies, low application rate of AI in key industries, significant obstacles to the implementation of industrial application scenarios, shortage and unreasonable structure of talents in the field of AI, lack of standard system and policy regulations that adapt to the development of AI, and lagging regulations in the field of AI, which restrict the further promotion of AI empowering new industrialization. Therefore, this paper proposes focusing on promoting the application of key core technologies in AI, effectively demonstrating the exemplary role of new industrialization scenarios, accelerating the cultivation and introduction of high-end composite talents in the field of AI, continuously improving laws and regulations related to AI and industrial development, and further enhancing the innovative development capability of deep integration of the digital economy and the real economy.

Key words: artificial intelligence; new industrialization; digital intelligence technology; full integration between the digital economy and the real economy; modern industrial system

(责任编辑: 孙 艳)

[DOI]10.19654/j.cnki.cjwtyj.2025.05.003

[引用格式]疏爽,杜传忠,李泽浩.人工智能赋能新型工业化:作用机制与实践路径[J].财经问题研究,2025(5): 27-38.