

人工智能赋能未来产业发展的内在逻辑与实现路径

陈晓红^{1, 2, 3, 4}, 蓝澜^{1, 2, 3, 4}, 周志方^{1, 2*}

(1. 中南大学商学院, 长沙 410083; 2. 湘江实验室, 长沙 410205; 3. 湖南工商大学前沿交叉学院, 长沙 410205;
4. 湖南工商大学管理科学与工程学院, 长沙 410205)

摘要: 未来产业代表未来科技和产业发展的新方向, 是培育新质生产力的重要载体; 人工智能 (AI) 驱动科学研究的范式变革, 引领生产方式转型和效率提升, 对未来产业发展具有赋能作用。本文基于新质生产力理论和“技术-经济范式”框架, 构建了AI赋能未来产业的“要素-场景-规则”三位一体整体框架, 厘清了AI赋能科技创新 (AI for science)、AI赋能新质生产力 (AI for productivity)、AI赋能未来产业发展 (AI for industries) 的三重逻辑; 阐述了AI发展面临的产业秩序和就业结构问题、数据隐私和伦理安全问题、能源消耗与算力成本问题、技术与应用鸿沟问题, 提出了AI赋能未来产业发展的重点方向和实现路径。研究建议, 推动AI for science, 抢占科技创新制高点; 推动AI for productivity, 培育新质生产力; 推动AI for industries, 构筑未来产业新生态; 采用健全技术创新机制、健全要素支撑机制、健全场景驱动机制、健全产业规则体系的发展路径, 确保AI和未来产业协同、有序、高质量发展。

关键词: 人工智能; 未来产业; 新质生产力; 技术-经济范式; 要素-场景-规则

中图分类号: F124.3; F49 **文献标识码:** A

Internal Logic and Implementation Pathway of Artificial Intelligence Empowering the Development of Future Industries

Chen Xiaohong^{1, 2, 3, 4}, Lan Lan^{1, 2, 3, 4}, Zhou Zhifang^{1, 2*}

(1. Business School, Central South University, Changsha 410083, China; 2. Xiangjiang Laboratory, Changsha 410205, China;
3. School of Advanced Interdisciplinary Studies, Hunan University of Technology and Business, Changsha 410205, China;
4. School of Management Science and Engineering, Hunan University of Technology and Business, Changsha 410205, China)

Abstract: Future industries represent the directions of future technology and industrial development, and serve as a fundamental carrier for cultivating new-form productive forces. Artificial intelligence (AI) drives paradigm shifts in scientific research, facilitates efficiency improvement and transformations in production methods, and reshapes industrial development patterns. Based on the theory of new-form productive forces and the tech-economic paradigm framework, this study constructs an element-scenario-rule triadic framework to clarify AI's role in empowering future industries. Specifically, it clarifies the threefold logic of AI-driven scientific and technological innovation (AI for science), AI-enabled productivity transformation (AI for productivity), and AI-

收稿日期: 2025-02-20; 修回日期: 2025-07-07

通讯作者: *周志方, 中南大学商学院教授, 研究方向为低碳智慧管理、绿色创新、数字生态文明; E-mail: zzf3721@csu.edu.cn

资助项目: 中国工程院咨询项目“促进新质生产力发展的未来重点产业战略布局及实施路径研究”(2025-XBZD-14); 国家自然科学基金项目(72474232)

本刊网址: sscac.eengineering.org.cn

facilitated industrial upgrading (AI for industries). Furthermore, this study examines the key challenges in AI development, including industrial order and employment structure shifts, data privacy and ethical security concerns, energy consumption and computing cost issues, as well as the gap between technology and application. In response, the strategic priorities and implementation pathways for empowering future industrial development through AI are defined. The research proposes recommendations to comprehensively advance the “AI+” initiative, aiming to seize the strategic high ground in sci-tech innovation, cultivate new-form productive forces, and build a future-oriented industrial ecosystem. This entails strengthening four core mechanisms: AI technology innovation, scenario-driven application, factor support infrastructure, and industrial governance framework, thereby advancing the synergistic, orderly, and high-quality integration of AI with future industries.

Keywords: artificial intelligence; future industries; new-form productive forces; tech-economic paradigm; element-scenario-rule

一、前言

未来产业代表未来科技和产业发展的新方向，具有极大的发展潜力，对经济社会发展具有显著的引领作用。《关于推动未来产业创新发展的实施意见》（2024年）提出，发展未来制造、未来信息、未来材料、未来能源、未来空间、未来健康等产业，利用人工智能（AI）、先进计算等技术精准识别和培育高潜能的未来产业。以大模型为代表的生成式AI成为科学研究和经济发展的热点，AI赋能科技创新（AI for science）引领了科学研究范式的变革^[1,2]。“AI+”行动计划纳入国家政策文件，表明“AI+”在驱动传统产业全方位转型升级、前瞻布局未来产业方面居于核心地位。

当前，未来产业相关研究主要分布在内涵特征、发展挑战、政策措施、重点行业培育路径等方面：未来产业在技术驱动、产业地位、发展周期等核心维度上展现出颠覆性的新特征，代表着产业演进的前沿方向^[3-5]；深入梳理了我国发展未来产业的优势条件、实践探索、政策取向^[6-8]，探讨了量子信息产业、未来材料产业、新能源产业的发展战略^[9-11]；生成式AI开始推动新一代AI迈向深度化思考、长链条推理的“全新质态”^[12]，挖掘AI的系统性使能效应，有助于AI驱动未来产业培育^[13]；探讨了未来产业发展对加快形成新质生产力的作用^[14,15]，但忽略了新质生产力对未来产业培育和壮大的驱动机理。整体来看，在“AI+”战略背景下，AI为何能够驱动未来产业、如何驱动未来产业发展，AI、新质生产力、未来产业之间的内在联系等，尚欠缺系统全面的梳理与研究。

本文从新质生产力的角度出发，基于“技术-经济范式”框架构建AI赋能“科技创新-新质生产力-未来产业”的逻辑链条，探讨AI赋能未来产业过程中的理论逻辑与实践路径，为解决现阶段

发展难题、实现未来高质量发展提供思路启发与路径建议。

二、人工智能赋能未来产业发展的内在逻辑

AI赋能未来产业发展，强调以知识、数据、算法、算力作为核心生产要素，平台化、网络化运营模式作为关键商业模式，面向未来产业发展作为主要应用场景。相应本质反映为“要素-场景-规则”三位一体的框架（见图1），不断驱动科技创新以及从新兴生产力向新质生成力的跃迁，进而催生现代化产业体系。可将这一持续催生未来产业实践背后的创新机制表征为AI for science、AI赋能新质生产力（AI for productivity）、AI赋能未来产业发展（AI for industries）的三重逻辑机制（见图2）。

（一）人工智能赋能未来产业发展的整体框架

在“技术-经济范式”框架下，核心要素是推动经济发展的关键动力，如数字技术革命中的数据、算法、算力等^[16]。“技术-经济范式”强调技术与经济的深度融合，而场景是这种融合的重要载

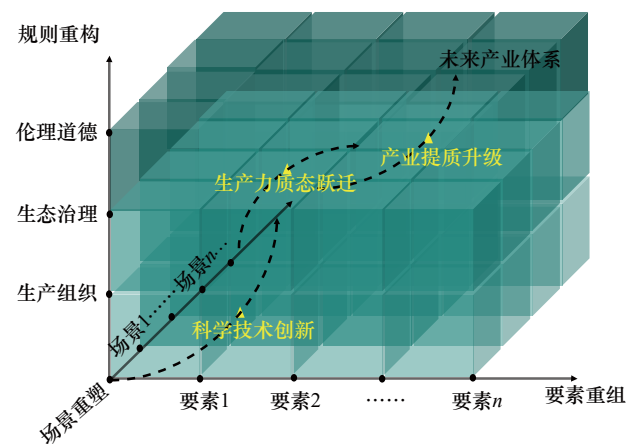


图1 AI赋能未来产业三位一体框架

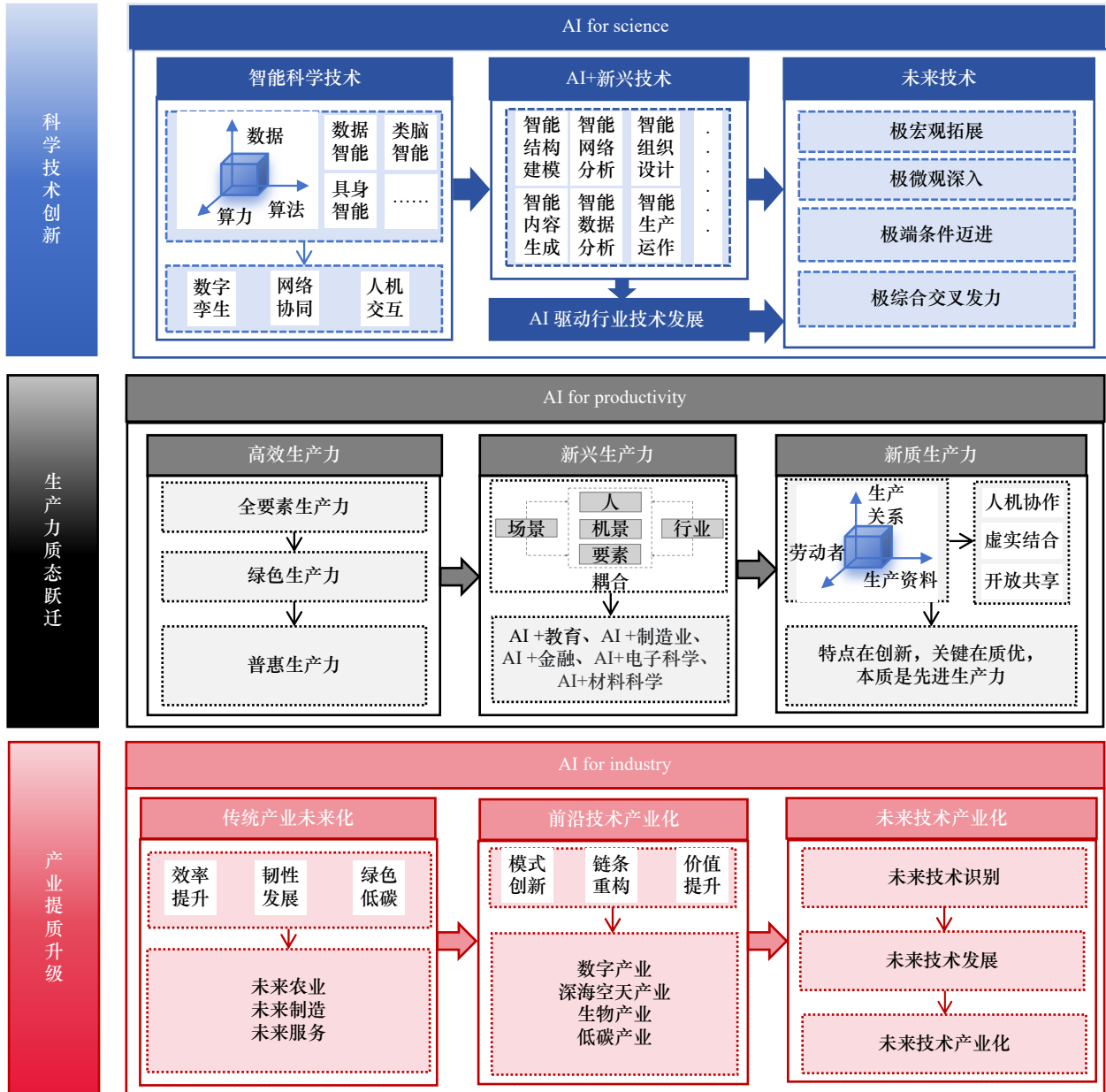


图2 AI赋能未来产业的三重逻辑

体^[17]，即将技术与用户需求相结合，构建具有实际应用价值的解决方案。例如，移动互联网技术催生了各种移动应用场景（如移动支付、网约车），既满足了用户需求，也推动了相关产业发展。此外，规则是“技术-经济范式”稳定运行的支撑，对于保障经济活动的有序进行至关重要；细分为市场规则、政策法规、产权制度等，为技术创新和经济发展提供了稳定的制度环境^[18]。进入AI时代后，生产要素、商业场景、产业规则经历着深刻变革。知识与数据成为核心生产要素，推动生产模式革新与价值

创造。商业场景通过人机协同与虚实融合，催生未来产业的新形态。产业规则受数字生产力冲击而重构，带来了伦理问题，需要重新审视人类与机器的关系。

1. AI时代的生产要素重组

AI推动生产要素重组的基本逻辑在于，将知识和数据上升为关键的生产要素，从而革新传统的生产模式和价值创造方式。知识和数据作为生产要素，通过形成规模报酬递增的生产模式来提升生产效率、推动创新和经济增长^[19]。这种模式不依赖传统的劳动力和资本密集型投入，而是通过数据驱动

的智能分析和决策，实现资源优化配置和价值最大化。“数据+算力+算法=服务”成为新的价值创造模式，通过算法、算力将数据转化为信息、知识以及进一步的决策，支持解决复杂系统的不确定性问题^[20]。AI催生了数字化、智能化、绿色化的新质生产力，将推动生产体系的重构。

2. AI时代的商业场景重塑

场景是创新活动的价值载体，AI通过场景重塑驱动科技创新，进而重构生产力演进范式。这一过程的核心在于以场景为创新载体，打通“人-机-场”三元协同链路，通过虚实融合、动态演化的场景智能催生未来产业的新形态^[21-22]。通过人类认知系统、AI智能体、产业场景的深度耦合，构建双向价值流动的共生体系（在认知-决策闭环中，人类和机器基于多模态感知、动态适应、场景重构实现场景优化）。场景通过环境语义解析、行为预测模型形成对人类和机器活动的解释性建模，“人-机-场”在动态反馈机制中持续演进，形成具有自组织特性的价值共生网络。AI赋能未来产业范式，将场景前置置于原始创新、创新转化、产业培育的全过程，通过深度场景感知实现“人-机-场”高效协同，不仅提升创新的效率及质量，更让创新过程紧密贴合实际需求，实现科技创新同新质生产力培育、未来产业发展的深度融合。

3. AI时代的产业规则重构

AI重构产业规则的本质是数字生产力对传统经济社会运行范式的解构。数据、算法等新型生产要素具有无形性、非消耗性，可以接近零成本无限复制^[23]，颠覆现有产权、流通、分配、监管制度，推动生产组织重构。分布式学习、区块链等技术推动生产关系拓扑结构从树状层级转向神经网状，形成去中心化且耦合的价值网络^[24]，促进生态治理重构。AI技术在医疗、交通、金融等领域的应用引发了隐私、责任归属、算法公正性等伦理问题，数据垄断、算法黑箱、机器伦理等成为新的道德考量和价值判断元素^[25]。需要重新审视和定义人类与机器之间的道德关系，确保AI的发展符合人类的价值观和社会规范。

（二）人工智能赋能未来产业的三重逻辑

“技术-经济范式”框架理论认为，重大技术革命会引发新的范式，包含新的关键技术群、主导

产业、商业模式、组织形式。新质生产力是以科技创新为主导，摆脱传统的经济增长方式、革新生产力发展路径，具有高科技、高效能、高质量特征，符合新发展理念下的先进生产力质态。新质生产力是未来产业发展的根本动力和支撑，蕴含的技术创新、要素配置优化、产业升级能力，为未来产业的萌芽、成长、壮大提供了关键支撑。AI成为引领颠覆性创新的技术奇点、元引力，超越了单一技术范畴，成为驱动全局变革的“元技术”、推动科技创新的核心力量^[26-28]。因此，AI for science、AI for productivity、AI for industries的三重逻辑，核心动力是科技创新，目标结果是产业高质量发展，核心连接是生产力的质态跃迁。

1. AI for science

每一次重大科技革命都会带来产业的根本性变革，尤其是基础性、原创性、颠覆性科学技术为产业创新注入了强大动力。相较于“从1到10”的科技成果转化、“从10到100”的科技成果产业化，“从0到1”的原始创新因更具根本性、先导性、战略性而成为推动产业创新的核心力量。在数字化时代，计算机、高通量实验仪器成为科学研究的基本工具，AI带来“知识、数据、算法、算力”四位一体的计算方式，极大提升了应对海量数据处理和复杂系统求解的能力。得益于数据驱动、模型驱动方法的有效整合，AI for science遵循“智能科学技术发展→AI+新兴技术融合→未来技术创新”的科学研究规律^[29-31]。AI融合各行业先进技术，推动行业发展，形成颠覆性的未来技术。

智能科学是AI驱动科学研究范式1.0的凝练与概括，主张通过AI技术加速科学发现、提高研究智能化水平，突出计算机快速演进带来的性能优势，全面提升知识获取能力与更新速度^[32]。AI通过数据积累、特征提取和模式识别，不断优化对现实世界的理解和预测能力；依托算力和优化算法，系统具备自适应和自优化能力，提高决策智能化水平。AI模仿人类认知的过程，可实现自动化、智能化的内容创作与决策^[33]；通过跨领域融合，不断优化行业技术架构，实现突破性创新^[34-36]。例如，AI预测模型Alpha Fold促进了蛋白质结构预测的革命性突破。AI for science的可行性和适应性已在诸多领域得到验证，如药物与材料设计、分子与空间模拟加速等，在助力科学研究向技术创新的最终落地

方面迈出关键一步。

AI对探索极端环境下的科学问题也有显著的促进作用。AI分析天文数据、发现新星体,可提高观测精度,推动科学创新向极宏观拓展^[37]。AI加速量子计算、纳米技术研究,促成更高效的计算能力和材料发现,推动科学创新向极微观深入^[38]。AI模拟极端气候条件,辅助气象、能源、航空等行业的决策优化,推动科学创新向极端条件迈进^[39]。AI推动跨学科研究,如生命科学、信息技术的结合可加速精准医疗发展,推动科学创新向极综合交叉发展^[40]。

2. AI for productivity

AI将深刻改变劳动者、劳动资料、生产方式,推动生产力向高效生产力、新兴生产力、新质生产力3个层次演进。① 高效生产力是基础阶段,主要依托AI技术优化资源配置,提高整体生产效率,包括全要素生产力^[41]、绿色生产力(促进低碳环保和可持续发展)^[42]、普惠生产力(让不同地区和不同规模的企业都能享受技术红利)^[43]。② 新兴生产力强调人、机、要素、场景、行业的深度融合,构建更加智能化的生产模式。AI广泛应用于教育、制造、金融、电子科学、材料科学等领域,支持实现智能优化,使生产更加灵活、精准,推动传统产业向智能化转型。例如,“AI+制造业”可通过智能机器人、自动化流水线提升生产效率,“AI+金融”可优化风险管理并提高交易决策能力。③ 新质生产力是生产力发展的高级阶段,核心在于优化生产关系,即劳动者、生产资料、生产方式的协同创新。AI构建智能化生产体系的显著特征是人机协作、虚实结合、开放共享^[44]。例如,AI可辅助人类进行高效决策,实现人与机器的深度协作;数字孪生技术结合虚拟与现实,可提升生产的精准度。新质生产力的本质是先进生产力,不仅追求效率提升,更关注生产模式创新和质量优化。

3. AI for industries

产业是生产力变革的具体表现形式。AI在传统产业的未来化进程中发挥着关键的赋能作用,将推动生产、管理、服务模式的深刻转型,如通过自动化、数据分析、智能化决策提升产业效率和产品质量,逐步改变传统产业的运行模式。① AI提升传统产业的质量效益。以制造业为例,AI用于优化生产流程,通过实时数据采集与分析实现智能化设备控制和预测性维护,大幅减少停机时间并显著提升

生产效率^[45]。② AI赋能精准化的市场预测和需求分析。零售、物流等传统产业通过AI分析消费者的行为和市场趋势,更精准地预测市场需求,优化供应链管理。③ AI为传统产业的创新和转型提供数据驱动的智能决策支持^[46]。AI能够快速处理大量数据并识别其中的关键模式,为科学管理提供决策依据。以农业为例,基于智能传感器和AI数据分析,监控土壤质量、天气条件、作物生长情况,辅助农民调整种植计划,提升作物产量和品质。

AI赋能前沿技术的产业化发展,为未来产业提供强有力的技术支撑,催生了共享经济、平台经济、智能经济等新产业、新业态、新模式^[47]。AI优化供应链布局,支持芯片、软件、光刻机等方面的关键技术攻关,提升自主创新能力,增强产业链的安全性和稳定性。“人工智能+”聚焦前沿领域、高科技含量、强融合性、高质量发展的新质生产力,强调科技创新的赋能作用,作为推动生产力提升和经济社会发展的核心引擎,助力产业迈向更高价值层次。

AI赋能未来技术的产业化发展。未来技术指具有颠覆性潜力的新技术,涉及前沿科学研究、创新实验成果、全球技术趋势分析。依托大数据分析、AI预测、专家评估等方式开展未来技术识别,筛选出具有产业化价值的技术^[48]。AI可增强材料科学、生物科技、量子计算等领域的智能分析能力,加速技术突破,通过创新生态系统促进跨学科融合。AI赋能未来技术的落地应用,将成熟技术转化为市场化的产品或服务,以智能制造、产业链整合、安全治理、政策支持等形式促进商业化发展。

三、人工智能赋能未来产业面临的挑战

(一) 产业秩序和就业结构问题

AI的快速发展对产业秩序和就业结构带来了深刻且复杂的挑战与变革。① 在产业秩序方面,AI重塑竞争格局,智能化企业凭借高效生产与精准营销获得优势,加速行业优胜劣汰,传统企业面临生存压力。产业链分工因AI而调整,基础性和重复性环节萎缩,数据标注、算法优化等新的环节涌现^[49]。算法不透明性可引发市场不公平竞争,资源向少数企业和地区集聚,产业生态发展不均衡,加剧区域、企业层级上的不平衡。② 在就业结构方

面，AI替代部分重复性工作（如数据输入、客服），导致相关岗位减少、员工失业风险上升^[50]。就业市场的技能需求发生变化，高技能人才需求增加，低技能劳动力面临更大压力，职业极化现象加剧。当然，AI也催生新的职业和就业形态，如AI训练师、数据标注员等，为劳动者提供新机会^[51]。

（二）数据隐私和伦理安全问题

AI系统的训练和运行依赖海量数据，而相关数据中往往包含敏感信息，如用户行为记录、生物特征数据、商业机密等。确保这些数据在收集、存储、处理、使用过程中得到有效保护，防止滥用或泄露，成为AI发展过程中的关键问题之一。①数据收集过程中的隐私问题尤为突出^[52]。AI系统需要大量的数据来优化算法，但在采集数据时用户往往并不完全知情或者同意数据被使用。例如，社交媒体平台、智能设备收集用户的个人行为数据，导致隐私泄露风险；即使数据匿名化技术去除了直接标识符，但仍可能通过数据关联分析重新识别个人身份。②数据存储和传输过程中的安全问题不容忽视。AI系统通常依赖云端存储和分布式计算，数据在传输和存储过程中容易成为攻击目标；数据一旦泄露，不仅可能导致用户隐私被侵犯，还可能被用于恶意目的（如身份盗窃、欺诈）^[53]。③AI算法的透明性和可解释性也引发隐私担忧。深度学习等AI模型是“黑箱”模型，决策过程难以解释，这种不透明性使用户难以理解数据的使用过程，也不便监督算法的公平性和合规性。也要注意，虽然国家层面已经着手构建数据安全与隐私保护的法律法规框架，但在全国统一、行业适配、可操作性强的分类分级标准体系，不同部门和不同区域政策协同联动，新兴技术应用带来的数据安全挑战等方面还存在诸多不足。

（三）能源消耗与算力成本问题

随着AI模型规模的不断扩大、深度学习模型的复杂化，训练和运行AI模型所需的计算资源呈指数级增长，直接导致能源需求激增^[54-56]，如AI大语言模型GPT-3一次训练的耗电量即为1287 MW·h。这种规模的能源消耗事关电力运营成本和环境负面影响，间接的碳排放问题尤为突出。AI模型的推理阶段同样需要持续的计算支持，尽管单次推理的能

耗较低，但在智能语音助手、推荐系统等大规模应用时，累积的能耗不容忽视。随着边缘计算、物联网设备的普及，AI模型的部署范围持续扩大，进一步加剧能源需求。算力成本是AI发展过程中的另一个挑战。企业投资昂贵的硬件设备（如图形处理器、张量处理器等）并建设大规模的数据中心以满足高性能计算的需求，相关设备/设施的建设和维护成本极高、更新换代速度较快，进一步推高算力成本。

（四）技术与应用鸿沟问题

AI技术取得新突破，但在应用场景适配方面仍存在许多问题。AI模型表现出“黑箱”特性，在医疗、金融等对决策透明度要求较高的领域中应用受到限制。AI模型的性能依赖数据的质量和数量，而数据偏差或不完整可能导致模型做出错误的决策。在无人驾驶等复杂的应用场景中，AI技术应用在完全实现商业化和普及化之前，仍需解决技术可靠性、安全性、法律法规等方面的问题。AI技术的复杂性与应用需求不匹配，较高的应用门槛不利于中小企业的业务部署^[57-58]；大模型的训练需要大量的计算资源和专业知识，众多企业并不具备条件。AI技术在一些通用任务上表现出色，但在特定领域中应用需要定制化开发，如医疗领域的影像诊断需要针对不同疾病和设备进行优化，而现有的通用技术难以适配特殊需求。此外，AI技术发展迅速，应用层面也在更新换代，导致企业面临技术更新的成本及风险。

四、人工智能赋能未来产业的重点方向和实现路径

（一）重点方向

1. 推动AI for science，抢占科技创新制高点

AI for science成为全球科技竞争的新高地，AI推动基础科学研究和技术创新成为发展潮流。加强高性能计算中心等算力基础设施建设，发展AI专用芯片，探索量子计算技术，以抢占科技制高点，提升面向科学计算和复杂问题的求解能力。构建“AI+科研”平台，训练面向材料、医药、气象等领域的专业大模型，建设智能自动化实验室，形成开放共享的科研数据体系，优化AI训练质量。发展AI for science生态，加强跨学科合作，确保科研投入的持续性，推动计算机、数学、物理、生物等学

科交叉创新,促进“产学研”协同发展,加速科技成果落地。参与全球AI for science合作,推动国际标准制定,提升科技话语权。AI for science的突破,将显著提升科学研究效率,引领新一轮科技革命,在全球科技竞争中占据主动权。

2. 推动 AI for productivity, 培育新质生产力

建立适应AI发展的生产体系是全面培育新质生产力的关键。AI技术使生产方式从传统人力主导向“人-机”“机-机”“人-机-人”协作模式转变,提高劳动生产率,使创造性劳动者成为核心主体。因此,需构建人机协同的新型生产关系,深化改革促进新质生产力与新型生产关系的良性互动。完善核心要素流通、数据产权激励机制、收入分配结构、金融支持与市场体系;强化“AI+复合型人才”培养,重塑人才结构与教育体系。加快AI法律法规与标准体系建设,构建包容审慎监管体制,完善治理体系与安全保障。

3. 推动 AI for industries, 构筑未来产业新生态

管理部门发挥战略引导作用,制定未来产业发展规划,统筹技术、资本、人才等资源,优化政策供给,推动AI技术在关键领域的突破。壮大AI产业,加强AI产业与其他未来产业的深度融合,构建“AI+未来产业”,如“AI+未来制造”“AI+未来信息”“AI+未来材料”“AI+未来能源”“AI+未来空间”“AI+未来健康”等(见表1)。因地制宜发展“AI+未来产业”形成错位竞争、协同发展的产业格局。构建开放共享平台,优化资源配置,推动场景

应用和国际标准制定,形成协同共赢的产业生态,为AI赋能未来产业发展提供全面支撑。

(二) 实现路径

1. 健全技术创新机制

技术创新是推动AI行业应用的前提和基础条件。健全AI技术创新体制机制,重在强化创新策源、优化创新生态。^①完善技术攻关策略。深入理解AI技术图谱,发布科技攻关计划,加强包括基础层、技术层、应用层在内的全链条AI技术创新策源。在基础层,实施重大基础研究项目,在引领性知识创造方面争取实现更多“从0到1”的突破。在技术层,支持重点创新平台、重点企业加快从知识生产到前瞻性技术的研发。在应用层,鼓励各主体基于比较优势和发展趋势,加强技术与应用场景结合的专门研发以及工程落地性研究。明确机器学习、知识图谱、类脑智能计算、隐私计算等通用性和战略性技术突破方向,激励AI模型算法开发多途径并举,破解对资源和算力的过度依赖。^②优化科技创新生态。积极布局AI创新平台,依托高校、科研院所等优势科研力量,加强校地、院地合作,构建高能级科创平台和产业协同创新平台。开展企业技术创新能力提升行动,支持中小企业、民营企业参与重大科技创新。提升“产学研”合作力度,推动国家新一代AI创新发展试验区、国家AI创新应用先导区建设。^③营造宽容失败的环境。在制度设计上,对科技创新全链条、全生命周期、全主体

表1 AI赋能未来产业的重点领域

未来产业体系	重点领域	AI+智能应用
未来制造	智能制造、生物制造、纳米制造、激光制造、循环制造等	生成式设计、仿真与虚拟测试、协作机器人、工业智能、“区块链+AI”的可追溯性、计算机视觉质检、工业AI平台、边缘智能、数字孪生工厂等
未来信息	下一代移动通信、卫星互联网、量子信息等	智能网络架构与资源管理、智能超大规模天线、天地一体化智能网络、卫星自主运维与健康管理等
未来材料	有色金属、化工、无机非金属、高性能碳纤维、先进半导体、超导材料等	智能勘探与资源评估、智能矿山与智能开采、智能冶炼与生产、智能材料设计与研发、智能芯片等
未来能源	核裂变能、核聚变能、氢能、生物质能等	新兴能源电站智能化运维、核反应堆设计与优化、核聚变能源突破、核(氢)-电-热多能联供、生物质转化过程智能优化、能源互联网等
未来空间	载人航天、深空探测、卫星导航、临近空间系统、先进航空器等	智能飞行器与机器人、自主控制与导航技术、大规模无人机集群协作、智能火星探测车等
未来健康	细胞和基因技术、合成生物、生物育种等	基因编辑智能优化、合成基因调控序列、虚拟细胞模型、种质资源表征与优化、精准智能设计育种等

宽容失败，保持政策层面的合理兜底。在文化层面进行涵养，降低创新失败的显性和隐性成本，激发全社会的创新热情。

2. 健全要素支撑机制

AI的赋能效应依赖数据、算力、人才、资金等要素，技术创新能力、商业应用表现等与相关主体对关键要素获取的数量和质量高度相关。① 加强数据汇聚提升与流通共享。尽快制定公共数据有序开发利用计划，构建公共数据开放运营平台。推动企业加强数据标准化、元数据和主数据管理工作，联合行业伙伴制定行业数据标准、建设数据平台，充分共享数据资源。鼓励企业开展产业链投资，促进数据流通，加强数据挖掘，实现数据价值。推进数据资产入表工作，制定数据交易场所制度规范，优化数据交易场所布局。批量培育数字产品、数据品牌、数据要素赋能示范项目。② 优化算力建设运营与供需匹配。建立算力标准体系，扶持国产全精度、高性能的智能计算集群并开展节能和集约建设。增强算力接入网络能力，探索算力协同调度机制，充分释放硬件性能。搭建算力公共服务平台，推动运营商、大型平台企业等主体的合作，探索算力匹配和交易机制，促进算力供给与企业需求精准适配。统筹基金资源，提高政府基金的投资和管理能力，将支持创新和产业发展的目标优先于基金本身的金融与财务目标。

3. 健全场景驱动机制

促进AI从技术到产品再到产业跨越，场景是关键变量，亟需解决场景挖掘与开放不充分、部分行业场景碎片化与发挥规模效应之间存在矛盾等难题。① 促进场景开放。以政务类场景开放为牵引，推动城市治理、“千行百业”等场景真正实现全面有序开放。搭建场景开放供需对接平台，鼓励地方围绕重点优势行业定期梳理并对外更新应用场景清单。② 深化场景挖掘。组织AI及未来产业领域的企业，围绕生产经营的具体需求和困难挑战，深入开展场景研讨，分享成功案例。鼓励企业挖掘和分析生产、经营等过程中的大量数据，发现潜在应用场景。③ 加强场景利用。推动未来产业的重点企业提供场景、AI龙头企业提供平台，支撑产品和解决方案研发，加强共性工具、标准的提炼和行业推广。在开源价值不断凸显的背景下，推进开源体系建设，形成开源应用示范，培育更具活力的开源项

目，释放开源发展潜能。

4. 健全产业规则体系

AI相关的数据治理规则、伦理道德规则、产业秩序规则亟需重整与优化。数据治理需加强安全、隐私保护与合规监管，确保数据共享与利用的合理性。应用数据库安全、核心数据加密、个人数据脱敏等技术，建立保护隐私权和个人信息安全的防火墙。应对公平性要求，确保AI算法避免偏见，保障不同群体的权益。在责任归属方面明确AI决策的法律与道德责任，防止权责不清。关注AI对就业、隐私、安全的影响，防止技术滥用，保持可持续发展。调整产业秩序规则，适应智能化变革，确保AI技术健康发展。构建开源开放与标准引领的AI创新生态，完善敏捷治理与包容审慎的市场规则。针对未来产业高风险、高不确定性的特点，实施“技术-应用”风险分级动态监管，推广“监管沙盒”机制，允许在可控空间内先行先试。

五、结语

未来产业是推动经济高质量发展的重要引擎、培育新质生产力的重要载体。本文基于新质生产力理论、“技术-经济范式”框架，构建了AI赋能未来产业的“要素-场景-规则”三位一体分析框架，系统阐释了AI赋能的三重核心逻辑；深入剖析了当前AI发展面临的关键挑战，包括产业秩序重构与就业结构调整、数据隐私与伦理安全风险、能源消耗与算力成本压力、技术与应用之间的鸿沟，提出了推动AI赋能未来产业发展的重点方向和实现路径。

完善技术创新机制、强化要素支撑体系、深化场景驱动应用、构建健全的产业规则体系，将促进AI与未来产业的协同、有序、高质量发展。AI赋能未来产业发展是立意宏大、需要长期跟踪的研究命题，我国庞大且多元的产业体系为验证和发展AI赋能未来产业的理论与实践提供了独特优势及高价值试验场。后续可进一步研究适应我国产业发展的“AI+”理论体系，探讨推进AI赋能未来产业的差异化路径。

利益冲突声明

本文作者在此声明彼此之间不存在任何利益冲突或财务冲突。

Received date: February 20, 2025; **Revised date:** July 7, 2025

Corresponding author: Zhou Zhifang is a professor from the School of Business, South Central University. His major research fields include low-carbon smart governance, green innovation, digital ecological civilization. E-mail: zzf3721@csu.edu.cn

Funding project: Chinese Academy of Engineering project “Research on the Strategic Layout and Implementation Pathways of Future Key Industries to Foster the Development of New Quality Productive Forces” (2025-XBZD-14); National Natural Science Fund Project (72474232)

参考文献

- [1] 王飞跃, 缪青海. 人工智能驱动的科学新范式: 从 AI4S 到智能科学 [J]. 中国科学院院刊, 2023, 38(4): 536–540.
Wang F Y, Miao Q H. Novel paradigm for AI-driven scientific research: From AI4S to intelligent science [J]. Bulletin of Chinese Academy of Sciences, 2023, 38(4): 536–540.
- [2] 王飞跃, 王雨桐. 数字科学家与平行科学: AI4S 和 S4AI 的本源与目标 [J]. 中国科学院院刊, 2024, 39(1): 27–33.
Wang F Y, Wang Y T. Digital scientists and parallel sciences: The origin and goal of AI for Science and Science for AI [J]. Bulletin of Chinese Academy of Sciences, 2024, 39(1): 27–33.
- [3] 陈劲, 朱子钦. 未来产业引领创新的战略布局 [M]. 北京: 机械工业出版社, 2022.
Chen J, Zhu Z Q. Future industries: A strategic layout for leading innovation [M]. Beijing: China Machine Press, 2022.
- [4] 李晓华. 未来产业的内涵、特征、难点及进路 [J]. 新疆师范大学学报(哲学社会科学版), 2025, 46(3): 71–80.
Li X H. Industries of future: Concept, characteristics, difficulties and development routes [J]. Journal of Xinjiang Normal University (Philosophy and Social Sciences), 2025, 46(3): 71–80.
- [5] 龙海波. 未来产业创新生态: 框架、实践与动能 [J]. 人民论坛·学术前沿, 2024 (12): 29–39.
Long H B. Innovation ecology of future industries: Framework, practice and driving force [J]. Frontiers, 2024 (12): 29–39.
- [6] 胡拥军. 前瞻布局未来产业: 优势条件、实践探索与政策取向 [J]. 改革, 2023 (9): 1–10.
Hu Y J. Prospective layout of future industries: Advantages, practical exploration, and policy orientation [J]. Reform, 2023 (9): 1–10.
- [7] 陈志. 全球未来产业变革趋势及政策跃迁 [J]. 人民论坛, 2023 (16): 8–12.
Chen Z. Global future industrial change trend and policy jump [J]. People's Tribune, 2023 (16): 8–12.
- [8] 沈华, 王晓明, 潘教峰. 我国发展未来产业的机遇、挑战与对策建议 [J]. 中国科学院院刊, 2021, 36(5): 565–572.
Shen H, Wang X M, Pan J F. Opportunities, challenges, and recommendations for development of future industries in China [J]. Bulletin of Chinese Academy of Sciences, 2021, 36(5): 565–572.
- [9] 李硕, 李欣欣, 张雪松, 等. 量子信息技术与产业发展态势及未来展望 [J]. 中国工程科学, 2025, 27(1): 122–132.
Li S, Li X X, Zhang X S, et al. Development trends and future of the quantum information technology and industry [J]. Strategic Study of CAE, 2025, 27(1): 122–132.
- [10] 赵鸿滨, 周旗钢, 李志辉, 等. 面向新兴产业和未来产业的新材料发展战略研究 [J]. 中国工程科学, 2024, 26(1): 23–34.
Zhao H B, Zhou Q G, Li Z H, et al. Development strategies of new materials for emerging industries and future industries [J]. Strategic Study of CAE, 2024, 26(1): 23–34.
- [11] 刘强. 从新能源产业发展看未来产业生态圈建设 [J]. 人民论坛·学术前沿, 2025 (4): 98–107.
Liu Q. From the perspective of the development of the new energy industry to the construction of the future industrial ecosystem [J]. Frontiers, 2025 (4): 98–107.
- [12] 薛澜, 姜李丹. 生成式人工智能驱动未来产业创新的范式变革 [J]. 中国科学院院刊, 2025, 40(5): 820–827.
Xue L, Jiang L D. Generative AI-driven paradigm shift for future industrial innovation [J]. Bulletin of Chinese Academy of Sciences, 2025, 40(5): 820–827.
- [13] 宋宪萍. 从赋能到使能: 人工智能驱动下的未来产业培育 [J]. 人民论坛·学术前沿, 2024 (12): 80–89.
Song X P. From empowering to enabling: Cultivating AI-driven future industries [J]. Frontiers, 2024 (12): 80–89.
- [14] 刘守英, 黄彪. 从传统生产力到新质生产力 [J]. 中国人民大学学报, 2024, 38(4): 16–30.
Liu S Y, Huang B. From traditional productive forces to new-quality productive forces [J]. Journal of Renmin University of China, 2024, 38(4): 16–30.
- [15] 沈粹鑫, 江飞涛. 未来产业与战略性新兴产业的创新与新质生产力: 理论逻辑和实践路径 [J]. 暨南学报(哲学社会科学版), 2024, 46(6): 115–129.
Shen Z X, Jiang F T. Innovation in future industries and emerging sectors of strategic importance, and new quality productive forces: Theoretical logic and practical path [J]. Jinan Journal (Philosophy & Social Sciences), 2024, 46(6): 115–129.
- [16] Cennamo C, Santaló J. Generativity tension and value creation in platform ecosystems [J]. Organization Science, 2019, 30(3): 617–641.
- [17] 尹西明, 苏雅欣, 陈泰伦, 等. 场景驱动型人工智能创新生态系统: 逻辑与进路 [J]. 中国科技论坛, 2024 (6): 35–45.
Yin X M, Su Y X, Chen T L, et al. Context-driven AI innovation ecosystems: Logic and pathways [J]. Forum on Science and Technology in China, 2024 (6): 35–45.
- [18] 马国旺, 刘思源. 新中国 70 年的技术 – 经济范式追赶历程与领跑机遇 [J]. 科技进步与对策, 2019, 36(22): 1–9.
Ma G W, Liu S Y. The chasing process and leading opportunities of techno-economic paradigms in PRC's 70 years [J]. Science & Technology Progress and Policy, 2019, 36(22): 1–9.
- [19] 何祎金. 自动的悖论: 人工智能的劳动、物质与全球区隔 [J]. 学海, 2025 (1): 58–68, 213.
He Y J. The paradox of automation: Labor, material and global distinction of artificial intelligence [J]. Academia Bimestris, 2025 (1): 58–68, 213.
- [20] 米加宁, 李大宇, 董昌其. 算力驱动的新质生产力: 本质特征、基础逻辑与国家治理现代化 [J]. 公共管理学报, 2024, 21(2): 1–14, 170.
Mi J N, Li D Y, Dong C Q. New quality productive forces driven by computational power: Essential characteristics, foundational logic and modernization of national governance [J]. Journal of

- Public Management, 2024, 21(2): 1–14, 170.
- [21] 尹西明, 武沛琦, 钱雅婷, 等. 人机场三元协同如何赋能新质生产力: 范式逻辑与实践进阶 [J]. 科研管理, 2025, 46(2): 43–52.
Yin X M, Wu P Q, Qian Y T, et al. The empowerment of new quality productive forces by the human-machine-context collaboration: Its paradigm logic and practical approaches [J]. Science Research Management, 2025, 46(2): 43–52.
- [22] 尹西明, 钱雅婷, 武沛琦, 等. 场景驱动科技成果转化: 理论逻辑与过程机理 [J]. 科学学研究, 2024, 42(11): 2286–2294, 2317.
Yin X M, Qian Y T, Wu P Q, et al. Context-driven technology transfer: Theoretical logic and process mechanism [J]. Studies in Science of Science, 2024, 42(11): 2286–2294, 2317.
- [23] 蔡继明, 刘媛, 高宏, 等. 数据要素参与价值创造的途径——基于广义价值论的一般均衡分析 [J]. 管理世界, 2022, 38(7): 108–121.
Cai J M, Liu Y, Gao H, et al. The approach of data factor participating in value creation: A general equilibrium analysis based on the general theory of value [J]. Journal of Management World, 2022, 38(7): 108–121.
- [24] 刘斌, 潘彤. 人工智能对制造业价值链分工的影响效应研究 [J]. 数量经济技术经济研究, 2020, 37(10): 24–44.
Liu B, Pan T. Research on the impact of artificial intelligence on manufacturing value chain specialization [J]. The Journal of Quantitative & Technical Economics, 2020, 37(10): 24–44.
- [25] Trotta A, Ziosi M, Lomonaco V. The future of ethics in AI: Challenges and opportunities [J]. AI & Society, 2023, 38(2): 439–441.
- [26] 高奇琦. 论通用人工智能的新突破对世界政治经济的多重影响 [J]. 国际观察, 2024 (3): 56–74.
Gao Q Q. New breakthrough of general AI and its impact on global political and economic landscape [J]. International Review, 2024 (3): 56–74.
- [27] 关乐宁, 徐凌彦. 通用目的技术视角下新一代人工智能的作用机理与治理体系 [J]. 系统工程理论与实践, 2024, 44(1): 245–259.
Guan L N, Xu L Y. The mechanism and governance system of the new generation of artificial intelligence from the perspective of general purpose technology [J]. Systems Engineering-Theory & Practice, 2024, 44(1): 245–259.
- [28] 李国杰. 智能化科研(AI4R): 第五科研范式 [J]. 中国科学院院刊, 2024, 39(1): 1–9.
Li G J. AI4R: The fifth scientific research paradigm [J]. Bulletin of Chinese Academy of Sciences, 2024, 39(1): 1–9.
- [29] 王飞跃, 缪青海, 张军平, 等. 探讨 AI for Science 的影响与意义: 现状与展望 [J]. 智能科学与技术学报, 2023, 5(1): 1–6.
Wang F Y, Miao Q H, Zhang J P, et al. The DAOs to AI for Science by DeSci: The state of the art and perspective [J]. Chinese Journal of Intelligent Science and Technology, 2023, 5(1): 1–6.
- [30] 刘梦迪, 李伦. 划分科学研究范式的另一种视角——从 AI for Science 谈起 [J]. 科学学研究, 2025, 43(5): 955–963.
Liu M D, Li L. Another perspective on dividing scientific research paradigms—Starting from AI for science [J]. Studies in Science of Science, 2025, 43(5): 955–963.
- [31] Zhao W J. A panel discussion on AI for science: The opportunities, challenges and reflections [J]. National Science Review, 2024, 11(8): 119.
- [32] 瞿浩翔, 徐江, 徐静婷. 未来产业颠覆性技术创新的时空现象学研究 [J]. 中国工程科学, 2024, 26(3): 239–256.
Qu H X, Xu J, Xu J Y. Spatiotemporal phenomenology of disruptive technological innovations in future industries [J]. Strategic Study of CAE, 2024, 26(3): 239–256.
- [33] 王易, 王成良, 邱国栋. 群体智能学习型决策: “大数据+AI” 赋能的决策范式演化研究 [J]. 中国软科学, 2024 (12): 35–50.
Wang Y, Wang C L, Qiu G D. Collective intelligence learning decision making: Evolution of decision-making paradigm empowered by “Big Data + AI” [J]. China Soft Science, 2024 (12): 35–50.
- [34] 刘洪伟, 谭敏. 人工智能对 NEV 产业新质生产力的影响研究 [J/OL]. 科研管理, 1–20 [2025-07-15]. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.1567.g3.20250117.0838.002.html>.
Liu H W, Tan M. Research on the influence of artificial intelligence on the new quality productivity of the new energy vehicle industry [J/OL]. Science Research Management, 1–20 [2025-07-15]. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.1567.g3.20250117.0838.002.html>.
- [35] 陈晓红, 刘浏, 袁依格, 等. 医疗大模型技术及应用发展研究 [J]. 中国工程科学, 2024, 26(6): 77–88.
Chen X H, Liu L, Yuan Y G, et al. Technology and application development of medical foundation model [J]. Strategic Study of CAE, 2024, 26(6): 77–88.
- [36] 陈晓红, 陈蛟龙, 胡东滨, 等. 面向环境司法智能审判场景的人工智能大模型应用探讨 [J]. 中国工程科学, 2024, 26(1): 190–201.
Chen X H, Chen J L, Hu D B, et al. Application of artificial intelligence large language model for smart environmental judicial adjudication [J]. Strategic Study of CAE, 2024, 26(1): 190–201.
- [37] Shallue C J, Vanderburg A. Identifying exoplanets with deep learning: A five-planet resonant chain around Kepler-80 and an eighth planet around Kepler-90 [J]. The Astronomical Journal, 2018, 155(2): 94.
- [38] Dunjko V, Briegel H J. Machine learning & artificial intelligence in the quantum domain: A review of recent progress [J]. Reports on Progress in Physics, 2018, 81(7): 074001.
- [39] Reichstein M, Camps-Valls G, Stevens B, et al. Deep learning and process understanding for data-driven Earth system science [J]. Nature, 2019, 566(7743): 195–204.
- [40] Topol E J. High-performance medicine: The convergence of human and artificial intelligence [J]. Nature Medicine, 2019, 25(1): 44–56.
- [41] 柳江, 赵鹏睿. 数字经济赋能新质生产力发展——以全要素生产率提升作为标志 [J]. 当代经济, 2025, 42(2): 35–49.
Liu J, Zhao P R. The role of the digital economy in advancing new quality productive forces: Evidence from total factor productivity enhancement [J]. Contemporary Economics, 2025, 42(2): 35–49.
- [42] 刘明远, 肖备. 绿色生产力、新质生产力和国家引导型生态建设 [J]. 南开经济研究, 2024 (12): 36–49.
Liu M Y, Xiao B. Green productivity, new quality productivity, and state-guided ecological construction [J]. Nankai Economic Studies, 2024 (12): 36–49.
- [43] 李天一, 张伟, 张玄逸. 新质生产力发展与共同富裕: 基于劳动者干中学效应的分析 [J]. 数量经济技术经济研究, 2025, 42(3): 5–25.
Li T Y, Zhang W, Zhang X Y. New quality productive forces and

- common prosperity: An analysis based on the learning-by-doing effect of workers [J]. *Journal of Quantitative & Technological Economics*, 2025, 42(3): 5–25.
- [44] 任保平, 李培伟. 人工智能时代新质生产力与新型生产关系的良性互动 [J]. *四川大学学报(哲学社会科学版)*, 2024 (5): 25–34, 207–208.
- Ren B P, Li P W. On the benign interaction between new quality productive forces and new productive relations in the AI era [J]. *Journal of Sichuan University (Philosophy and Social Science Edition)*, 2024 (5): 25–34, 207–208.
- [45] 项淑芳, 程早霞, 张茂林, 等. 学习型工厂: 建设路径、应用及未来发展 [J]. *计算机集成制造系统*, 2025, 31(5): 1844–1857.
- Xiang S F, Cheng Z X, Zhang M L, et al. Learning factory: Construction path, application and future development [J]. *Computer Integrated Manufacturing Systems*, 2025, 31(5): 1844–1857.
- [46] 任之光, 李金, 赵海川, 等. 大数据驱动的管理决策: 研究范式与发展领域 [J]. *管理科学学报*, 2023, 26(8): 152–158.
- Ren Z G, Li J, Zhao H C, et al. Big data-driven management and decision sciences: The research paradigm and directions [J]. *Journal of Management Sciences in China*, 2023, 26(8): 152–158.
- [47] 曾镛. 大数据驱动的商业模式创新研究 [J]. *科学学研究*, 2019, 37(6): 1142–1152.
- Zeng Q. The research on business model innovation driven by big data [J]. *Studies in Science of Science*, 2019, 37(6): 1142–1152.
- [48] 王萌萌, 吴艾晗, 邓琨升, 等. 基于学科交叉驱动的颠覆性技术预测研究 [J]. *情报杂志*, 2025, 44(3): 72–80, 138.
- Wang M M, Wu A H, Deng K S, et al. Research on predicting disruptive technology driven by interdisciplinarity [J]. *Journal of Intelligence*, 2025, 44(3): 72–80, 138.
- [49] Lee K F. *AI superpowers: China, Silicon Valley, and the new world order* [M]. New York: Houghton Mifflin, 2018.
- [50] Frey C B, Osborne M A. The future of employment: How susceptible are jobs to computerisation? [J]. *Technological Forecasting and Social Change*, 2017, 114: 254–280.
- [51] Borland J, Coelli M. Are robots taking our jobs [J]. *Australian Economic Review*, 2017, 50(4): 377–397.
- [52] 李旭光, 胡奕, 王曼, 等. 人工智能生成内容研究综述: 应用、风险与治理 [J]. *图书情报工作*, 2024, 68(17): 136–149.
- Li X G, Hu Y, Wang M, et al. A review of AI-generated content research: Applications, risks, and governance [J]. *Library and Information Service*, 2024, 68(17): 136–149.
- [53] 景慧昀, 魏薇, 周川, 等. 人工智能安全框架 [J]. *计算机科学*, 2021, 48(7): 1–8.
- Jing H Y, Wei W, Zhou C, et al. Artificial intelligence security framework [J]. *Computer Science*, 2021, 48(7): 1–8.
- [54] 陈晓红, 曹廖滢, 陈蛟龙, 等. 我国算力发展的需求、电力能耗及绿色低碳转型对策 [J]. *中国科学院院刊*, 2024, 39(3): 528–539.
- Chen X H, Cao L Y, Chen J L, et al. Development demand, power energy consumption and green and low-carbon transition for computing power in China [J]. *Bulletin of Chinese Academy of Sciences*, 2024, 39(3): 528–539.
- [55] Strubell E, Ganesh A, McCallum A. Energy and policy considerations for modern deep learning research [J]. *Proceedings of the AAAI Conference on Artificial Intelligence*, 2020, 34(9): 13693–13696.
- [56] 陈晓红, 许冠英, 徐雪松, 等. 我国算力服务体系构建及路径研究 [J]. *中国工程科学*, 2023, 25(6): 49–60.
- Chen X H, Xu G Y, Xu X S, et al. Computing power service system of China and its development path [J]. *Strategic Study of CAE*, 2023, 25(6): 49–60.
- [57] Tomašev N, Cornebise J, Hutter F, et al. AI for social good: Unlocking the opportunity for positive impact [J]. *Nature Communications*, 2020, 11: 2468.
- [58] Raji I D, Smart A, White R N, et al. Closing the AI accountability gap: Defining an end-to-end framework for internal algorithmic auditing [R]. *Barcelona: 2020 Conference on Fairness, Accountability, and Transparency*, 2020.