DOI:10.20069/j.cnki.DJKX.202504006

新一代人工智能发展驱动产业深度转型升级研究
——生产函数变革与要素协同匹配视角

曹玉平，刘竟威，郑展鹏
河南大学 经济学院，河南 开封 475000

开放科学(资源服务)标识码(OSID)

摘要：新一代人工智能作为新质生产力的典型代表和重要源泉，是催生第四次产业革命的战略性通用元技术。在识别新一代人工智能全新技术—经济特征的基础上，系统性探究其驱动产业深度转型升级的理论机制、突出问题与对策建议。一方面，基于生产函数变革视角，全面阐释新一代人工智能发展对现代经济增长方程的投入要素、函数关系和经济产出等环节的深度变革效应，揭示新一代人工智能驱动传统产业系统性优化重组的理论机制。另一方面，基于要素协同匹配视角，利用信息经济学和创新经济学理论，深入阐释新一代人工智能驱动现代产业体系全方位构建的理论机制。从微观、中观、宏观、国际和未来五大维度辨识新一代人工智能在驱动中国产业深度转型升级中存在的突出问题。为此，建议在微观维度形成有利于智能化转型的创造性破坏生态，在中观领域推进智能经济协调均衡发展，在宏观层面缔造优良的新质生产力发展环境，在国际环境中构建自主可控的核心技术体系，并在未来视野下前瞻性擘画智能化转型方向。

关键词：新一代人工智能；产业转型升级；通用元技术；生产函数变革；要素协同匹配；新质生产力；智能化转型

文献标识码：A **文章编号**：1002-2848-2025(04)-0080-17

一、问题提出

人工智能(AI)正式提出于1956年的达特茅斯会议，在符号学派与统计学派的纷争扬弃中经历了三次沉浮，如今正处于其第三波发展热潮之中。2012年，AlexNet在ImageNet挑战赛上取得突破性胜利，开启了以机器学习革命为代表的AI新纪元，AlphaGo、ChatGPT、DeepSeek等颠覆性成果接连问世，引发了巨大的经济社会反响。在大数据、超级计算、脑科学等新技术新理论及广泛应用场景的协同驱动下，新一代AI形成了数据智能和类脑智能并进的理论、技术与方法体系，呈现出深度学习、人机协同、跨界融合、群智开放、自主操控等科技突破性特征，成为新质生产力的典型代表和重要源泉，已被诸多国家认为是掀起第四次产业革命的引擎。习近平总书记指出，“人工智能是引领这一轮科技革命和产业变革的战略性技术，具有溢出带动性很强的‘头雁’效应”，“加快发展新一代人工智能是我们赢得全球科技竞争主动权的重要战略抓手，是推动我国科技跨越发展、产业优化升级、生产力整体跃升的重要战略资源”。

收稿日期：2024-07-06。 **修回日期**：2025-05-10。

基金项目：国家社会科学基金一般项目“新一代人工智能发展驱动产业转型升级的机制、效应与对策研究”(21BJL062)；河南省高等学校哲学社会科学创新人才支持计划项目(2023-CXRC-07)；河南省高等学校哲学社会科学创新团队支持计划项目(2024-CXTD-03)。

作者简介：曹玉平，男，河南大学经济学院副教授，博士生导师，研究方向为产业经济学；刘竟威，女，通信作者，河南大学经济学院博士研究生，研究方向为创新经济学，电子邮箱为liujingwei@henu.edu.cn；郑展鹏，男，河南大学经济学院教授，博士生导师，研究方向为国际贸易学。

产业深度转型升级不仅有利于经济快速增长及高效发展，还有利于经济可持续发展与产业安全，是不断形成新质生产力和扎实推进经济高质量发展的核心内容。因此，加快产业升级换代步伐，动态提升产业结构层次，是现代经济发展的核心主题。当代国际经济竞争胜负的关键也取决于持续推进产业转型升级的能力，这种能力的变迁会直接体现为此消彼长的国际经济实力格局的演变，并最终表现为国家兴衰荣辱的历史[1]。当前阶段，中国新一代AI发展水平与世界前沿的差距要小于中国产业发展水平与世界前沿的差距；并且新一代AI作为战略性通用科技进展，高度契合中国经济由高速增长迈向高质量发展阶段的时代使命，为驱动中国产业深度转型升级、加快构建现代化产业体系提供了历史性机遇。因此，利用新一代AI推动中国产业深度转型升级既有战略必要性也具现实可行性。

在社会实践领域，虽然有人对新一代AI的经济社会影响满怀期待，也有人对此感到不安，但都不否认新一代AI将深刻重塑经济业态与结构。然而，在学术研究中，学者们对AI发展的经济效应有着更为复杂多元的观点。一些研究认为，新一代AI是通用元技术（general purpose meta technology，GPMT），在促进知识增长、技术创新与经济效率提升上具有强大作用[2-3]，甚至已开始乐观展望技术与经济奇点的来临[4]。但另一些研究则发现了“新索洛悖论”现象[5]①，并认为奇点到来还很遥远且具有不确定性[6-7]②。还有一些研究表明，AI对全要素生产率的影响具有异质性和非线性特征[8-9]。此外，围绕AI能否促进产业协调均衡发展，缓解鲍莫尔成本病③，也有肯定与否定等不同研究结论。

对于以上提到的新索洛悖论、奇点问题、鲍莫尔成本病等命题，从实证研究上看，可能源于遗漏变量、测量误差、样本选择、模型误设等导致的内生性偏差，从而只看到了相关关系而未能识别出因果关系。从理论研究上看，则必须全面把握新一代AI全新技术—经济特征，并在深刻理解产业深度转型升级内涵与实现路径的基础上，对新一代AI发展驱动产业深度转型升级的内在机理进行系统性经济学分析，更好地理解与之相关的典型事实与理论假说，从而为经验研究奠定分析基础。从政策研究上看，还需要深入辨识中国在利用新一代AI驱动产业深度转型升级中出现的突出问题，并提出针对性政策建议，以充分释放新一代AI对中国产业深度转型升级的强大势能。

二、基础内涵研究

与一般的技术创新相比，新一代AI具有全新的技术—经济特征，对此进行全面剖析才能为深入揭示其强大产业变革效应奠定认知基础。同时，也需要事先厘清产业深度转型升级的深刻内涵与实现路径，进而为系统性探讨新一代AI发展驱动产业深度转型升级的内在机制、突出问题与政策建议奠定分析基础。

（一）新一代AI的全新技术—经济特征

1.通用元技术

新一代AI是兼具通用目的技术（general purpose technology，GPT）与发明方法的发明（invention of a method of invention，IMI）两大功能的GPMT④。如表1所示，工业机器人、感知反应机器人、静态编码算法等传统AI在GPT或IMI上最多只具其一，而基于机器学习的新一代AI则既是GPT又是IMI[3]。GPT能在国民经济各行业中产生广泛的要素替代与互补效应[10]，IMI可深刻革新技术创新范式。因此，传统AI只能产生局部产业变革效应，缺乏驱动广泛产业深度转型升级的能量，新一代AI则具有引发新一轮全局性科技与产业革命的强大势能。

---

① 索洛悖论（Solow paradox）由索洛在20世纪80年代提出，指信息技术广泛应用与生产率缓慢增长相伴的现象。后来，有学者把AI飞速发展但各国生产率增长却大幅放缓的现象进一步称为新索洛悖论。

② 技术奇点（technological singularity）指自我迭代进化的人工智能超越人类思维能力，从而在有限的时间里引发智慧无限扩张的时间点；经济奇点则指经济开始以前所未有的速度持续加快增长的时刻。

③ 鲍莫尔成本病（Baumol’s cost disease）是指服务业生产率增速长期低于工业，但产业间工资水平却趋同，在服务需求缺乏价格弹性且富有收入弹性的条件下，引起服务相对成本持续攀升、经济结构性减速的现象。

④ GPT指具有用途广泛性、技术互补性与持续改进潜力的突破式创新；IMI指具有促进创新效率提升、知识重组增长、新思想生产等功能的创新机制的演进。

表1 通用目的技术与发明方法的发明[3]

功能		通用目的技术	
		否	是
发明方法的发明	否	工业机器人（如Fanuc R2000）	感知反应机器人（如无人驾驶）
	是	静态编码算法（如fMRI）	机器学习（如深度学习）

2.强大信息揭示与预测功能

基于统计学派的新一代AI改变了符号学派的理论驱动范式，可以在没有专家知识的情况下，利用海量数据、强大算力和先进算法，凭借数据驱动范式从混沌中进行统计归纳和模仿学习[11]，其在诸多领域已展现出强大的信息揭示与低成本预测功能，大幅降低信息不完全，缓解逆向选择和道德风险问题，并减少决策的盲目性、滞后性和片面性[2,12]，极大提高市场运行效率。例如，Google Flu Trends通过记录汇总流感信息搜索的IP地址，实现了对甲型H1N1流感疫情传播情况的动态监测和精准定位，为公共卫生机构提供了近乎实时的疫情热点信息，增强了及时决策防控和高效配置医疗资源的能力，而传统流感监测和预测手段通常依赖医院报告和实验室检验，可能会有时间上的延迟。

3.学习曲线效应与正网络效应

新一代AI具有学习曲线效应，随着使用时间和次数的增长，能不断积累训练数据、优化算法、增强算力和拓展应用场景，从而大幅提升其价值和功能，还可通过博弈机器学习方式，实现自我迭代更新，极大提高学习效率。如AlphaGo的多智能体系统凭借反复虚拟攻防对抗训练和无悔学习，以“左右手互搏”的方式不断优化对弈策略。此外，新一代AI还呈现出正网络效应。随着使用者数量日益增加，训练集变得越发丰富，还拓展了更广阔的应用场景，从而不断提升新一代AI的价值与功能。

总之，从以上三方面的全新技术经济特征来看，新一代AI技术不仅本身具有原创性和颠覆性，是新质生产力的典型代表。并且，其还能促进生产要素创新配置，加快技术创新步伐，故还是催生新质生产力的重要源泉。因此，通过改造提升传统产业、培育壮大新兴产业以及布局建设未来产业，新一代AI将成为驱动产业深度转型升级的重要力量。

（二）产业深度转型升级的内涵与实现路径

产业深度转型升级是通过驱动一系列基要生产函数持续变化，使传统产业由低附加值、低技术水平和低效率状态普遍向高附加值、高技术水平和高效率状态大幅跃迁的过程。这一演变是实现增长动力转换、经济结构优化和发展方式转变的关键所在，也是现代化经济体系逐渐构建的过程。基于存量调整（“革故”）和增量演进（“鼎新”）的逻辑，本文将深入探究产业深度转型升级的两大实现路径：一是推动传统产业系统性优化重组，充分利用新一代AI的产业变革效应，抓住优化重构传统产业生产函数的历史性机遇，大幅提高传统产业的技术水平、附加值和生产率；二是促进现代产业体系全方位构建，全面发挥新一代AI在促进实体经济、科技创新、现代金融与人力资源四维协同上的作用，形成完整、先进和安全的现代产业体系。

因此，本文将基于生产函数变革与要素协同匹配两大视角，从传统产业系统性优化重构和现代产业体系全方位构建两大实现路径出发，探讨作为新质生产力典型代表和重要源泉的新一代AI对产业深度转型升级的驱动机理。

三、新一代AI驱动传统产业系统性优化重组的理论机制

本部分将基于生产函数变革视角，针对现代经济增长方程的投入要素、函数关系及经济产出等环节，全面阐释新一代AI通过要素禀赋结构升级、全要素生产率提升、产消合一模式达成和智能经济转型等四个渠道驱动传统产业系统性优化重组的内在理论机制。

（一）要素禀赋结构动态升级

规模经济理论认为，规模扩大可增强产业发展的国际竞争优势，揭示了产业竞争格局是可以后天创造的。然而，内生于要素禀赋结构的比较优势事实上框定了能在什么层次和类型的产业上形成规模经济。在严重违背要素禀赋结构的情形下，规模经济效应很难实现。因此，要推动产业深度转型升级，必须从根本上提升要素禀赋结构，否则大规模市场优势将难以发挥。新一代AI所具有的全新技术—经济特征和功能，使其能够推动要素禀赋结构动态升级，为传统产业系统性优化重组奠定要素基础。

1.革新要素投入版图

新一代AI本身是具有技术前沿性、高附加值、创新驱动力等特征的高端新型要素，不仅能够部分或完全替代非熟练劳动、熟练劳动、信息和通信技术资本等生产要素，胜任大量人类难以处理的复杂和高强度工作，实现对人类体力和脑力的双重替代[13]，还可作为互补要素，与其他要素形成分工协作格局，大幅提升生产效率。例如，在医学影像分析中，通过深度学习算法，AI能够快速精准分析X光片、CT等数据，检测早期病变或异常。医生则负责对分析结果进行审查和最终诊断，并与患者沟通病情，确定治疗方案，大幅提高诊断效率。因此，新一代AI技术具有广泛而强大的要素替代与互补能力，为经济社会在生产要素方面提供了全新选择，革新了要素投入版图，驱动了要素禀赋结构动态升级，从而为产业升级提供强劲动力。

2.提升人力资本结构

新一代AI对中低技能重复性工作具有替代效应，会减少这类劳动者的报酬并提高其失业风险，但对高端人力资本存在互补效应，可增加高层次人才的需求和报酬[7,13]。例如，在金融领域，AI算法能够实现高频交易和风险分析，推动金融从业人员转向复杂金融产品开发和市场分析等更具创造性和战略性的工作，这要求具备更强的数据分析能力和丰富的跨学科知识，从而倒逼人力资本结构提升。此外，新一代AI及其产业化发展还会产生就业创造效应，在AI算法开发、大数据分析、智能系统维护等领域涌现了大量新兴岗位。劳动市场的上述变化会引起薪酬结构以及教育培训体系的深刻重塑，形成促进人力资本结构提升的倒逼或诱导机制[14]，进而驱动要素禀赋结构动态升级。

（二）全要素生产率大幅提升

全要素生产率反映了除资本和劳动投入外其他因素所带来的综合产出效应，其他因素主要包括技术创新、资源配置、规模与范围经济、制度与组织环境等。

1.技术创新加速迭代

作为通用目的技术，新一代AI将广泛渗透到国民经济和社会发展的各个领域，带来深刻的智能化革命，催生全新的应用场景、产品和商业模式，从而通过技术替代和创新互补加速诱致性技术变迁。作为IMI，新一代AI能够广泛发现潜在技术供给与需求，匹配整合创新资源，并在新想法的产生、筛选、实验和商业化开发等创新创业过程以及创新管理实践中发挥优化作用，进而加速各领域新科技成果的广泛产生[15]。例如，美国Atomwise公司利用深度卷积神经网络预测候选分子的生物活性，通过大规模分析和处理分子结构数据，模拟和预测其与生物靶点的相互作用，助力研究人员快速确定最具潜力的新药物。此项突破不仅缩短了研发周期，降低了试验成本，提高了新药物研发成功率，也为生物医药领域的前沿创新提供了新技术手段。此外，新一代AI在利用数据的同时也会产生新数据，为未来的创新奠定基础，形成“序贯创新”的良性机制。这些会系统有效地提升创新速率，降低创新风险，从而开启重组增长的新纪元。

2.资源配置优化

新一代AI不仅有助于缓解商品市场面临的信息不完全、竞争活力不足、公共物品、外部效应等市场失灵问题，促进商品市场高效运行，也为配对市场的稠密性、真实偏好揭示、稳定匹配、安全性、简单方便等要求提供了重大技术机遇，助力配对市场的应用场景扩展和繁荣发展[16]。商品市场与配对市场的高效运作，有利于实现资源潜在需求与潜在供给的智能对接，向人尽其才、物尽其用的境界靠拢，全面推进资

源优化配置。例如，美的公司的智能楼宇管理系统通过动态监控人员流量，对空调实时变频调控，实现空调耗能智慧化管理，仅1栋办公楼1日就可节省7 000余元电费开支，节省电能损耗24%左右。杭州数字资源管理中心通过“城市大脑”精确预测游客数量和来访时间，提前进行交通规划和人员调度，优化了资源配置。

3.规模与范围经济效应

新一代AI可帮助企业更充分地发挥内部和外部规模经济效应。在开发前期，新一代AI需要进行数据训练、算法设计和算力投入，完成后便可广泛应用于研发、生产、营销、库存管理等多个环节，实现人机分工与生产，呈现出高固定成本与低边际成本特征，平均成本便可随生产规模扩大而大幅下降，具有明显的内部规模经济效应。同时，通过知识共享平台构建、智能检索与生成等，新一代AI促进了产学研合作及虚拟互动，增强了知识溢出与技术扩散，从而提升了外部规模经济效应。

新一代AI可帮助企业通过多元化经营实现成本节约，充分利用范围经济效应。新一代AI在不同产品研发上具有通用性，企业可通过迁移学习与技术共享减少研发成本，促进多产品线的协同创新，并通过生产流程优化与资源智能调度，在多产品生产中共享设备、原材料和人力等资源，实现多元化高效共线生产。此外，新一代AI还能增强企业在市场营销、供应链管理和客户服务中的协同性，优化统筹不同产品的采购、库存与品牌管理，提升多元化运营效率。

4.组织管理效率提升

新一代AI能够利用已有信息生成未知信息，填补缺失信息，降低管理过程中的信息不对称和交易费用，还可助力信息在组织间高效流动，减少信息漏损，缓解委托—代理问题，提高决策效率和准确性。这为组织的集权化或分权化重组提供了良好的信息技术条件，使得组织架构可以根据效率原则灵活调整，从而大幅提升全要素生产率[17]。例如，西门子公司通过应用新一代AI技术，提升了生产系统的智能化水平，实现了全球范围内的生产数据共享，建立了集权化与分权化相结合的高效管理模式：在战略层面保持集中统一，以确保全球业务的一致性；在运营层面赋予各地工厂自主权，以快速响应本地市场需求。

（三）产消合一模式达成

高档产品的需求收入弹性大于1，是从需求侧驱动产业转型升级的重要力量。随着收入增加，中国居民对高品质、个性化、健康、安全产品的需求暴涨，而对低档产品的需求锐减，适应消费新趋势为产业深度转型升级提供了巨大的潜在市场推力。新一代AI在消费端可通过大规模搜集用户体验和多样化偏好，及时识别和反馈个性化需求；在生产端可利用消费大数据进行柔性生产，并对潜在目标消费群体进行定向营销和动态定价。通过促进生产端和消费端的智能交互衔接，新一代AI能助力产消合一模式实现[18]。这有利于提高新产品与服务的市场需求契合度，缩短开发周期并增加决策精准性，引导生产者通过产品重组和升级赢得潜在市场，推动高端产品生产并淘汰低端落后产能，为缓解中国人民日益增长的美好生活需要和不平衡不充分发展之间的矛盾提供了重要的技术性辅助方案，从而推进供给结构优化调整和产业深度转型升级。

（四）智能经济转型效应

智能经济转型包括智能产业化和产业智能化两部分，前者是AI技术本身作为一个独立产业的发展和市场化，而后者则是将AI技术应用到传统行业以提升其智能化水平。智能产业化为产业智能化提供技术基础，而产业智能化则为智能产业化创造市场需求，两者协同联动促进传统产业系统性优化重组。

1.智能产业化

新一代AI通过研发创新和商业化开发已成长为规模可观的独立产业，如自动驾驶技术、AI芯片、生成式AI、智能机器人等。截至2024年11月，中国AI核心产业规模接近6 000亿元，相关企业约4 500家。虽然智能产业化的经济规模仍小于产业智能化，但新一代AI产业本身是知识密集型产业，具有高技术含量和高附加值特征，居于产业价值链的高端环节，其发展将直接带来产业深度转型升级。此外，智能产业

具有技术前沿性、广泛渗透性和协同创造性等特征，是推进广泛产业智能化转型的技术基础与“火车头”，从而能间接驱动产业深度转型升级。

2.产业智能化

传统产业通过引入和应用新一代AI，可提升其在供应链、生产流程、营销策略等方面的智能化水平，从而增强决策能力、优化资源配置，促进技术创新，实现传统产业转型升级。同时，新一代AI作为通用目的技术，可通过智慧农业、智能制造、智能服务等方式对传统产业各领域进行深刻的智能化改造，产生广泛而强大的聚变、裂变与衰变效应，使其焕发出全新的产品、业态和模式。此外，传统产业智能化的推进也将为新一代AI发展带来广阔应用场景和多方市场动态反馈，形成产业智能化和智能产业化循环演进的格局，通过创造性破坏效应驱动传统产业重构升级[19]。

四、新一代AI赋能现代产业体系全方位构建的理论机制

本部分将基于要素协同匹配视角，利用信息经济学和创新经济学理论，探究新一代AI通过人机分工新形态形成、信息不对称缓解、高效分离均衡实现以及搜寻匹配成本降低等4个渠道赋能现代产业体系全方位构建的内在理论机制。

《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》指出，“构建实体经济、科技创新、现代金融、人力资源协同发展的现代产业体系”。这一提法摆脱了以三次产业构成来刻画产业升级的传统做法，深刻体现了中国对现代经济增长内在动力及其实现路径的深入洞察，使人们对产业结构变迁的理解从简单线性思维进入到非线性系统思维阶段[20]。实体经济是国民经济的基石，科技创新是促进经济发展的第一动力，现代金融是经济的血液，人力资源是源头资源。科技创新、现代金融和人力资源需要以质的匹配性、量的均衡性、时间的及时性以及空间的聚合性投入到实体经济中，才能有效驱动现代产业体系构建。新一代AI为解决现代产业体系构建中的四维协同问题提供了新的技术性应对方案，成为驱动现代产业体系全方位构建的重要力量。

（一）形成人机分工新形态

新一代AI能够与人类智能协同互补，依据比较优势形成人机分工新形态。新一代AI在及时性与关注力要求高、数据丰富的常规预测、情绪化认知偏差规避、规律性复杂计算等活动上具有比较优势，而人类智能则在数据稀少的例外预测、价值判断、发散创造性思维等活动上存在比较优势[2]。波兰尼悖论（Polanyi’s paradox）和莫拉维克悖论（Moravec’s paradox）进一步揭示：对人类而言需要高阶认知技能的任务，如数学定理证明等显性知识，AI通常可以轻而易举地解决；而对人类来说十分简单的无意识直觉活动，如自如行走、情绪感知等隐性知识，AI却面临巨大的算力、数据和算法挑战[11,13]①。因此，如图1所示，对于显性知识复杂性与隐性知识编码性两个维度相结合的各种可能，新一代AI和人类智能具有互补性。人类智能在隐性知识领域更擅长，而AI则在显性知识上具有比较优势，使得人机分工与协作的新形态得以形成，从而全面提高生产率，驱动现代产业体系构建。

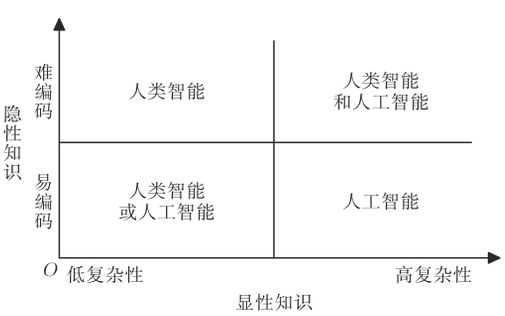


图1　人机分工协作新形态[11,21]

（二）缓解信息不对称

新一代AI通过汇集和分析市场交易大数据，具有强大的信息揭示功能，可以降低资金供需方、人才

① 一个典型的例子是：2016年，来自Google DeepMind的AI程序AlphaGo以总比分4∶1的成绩战胜了围棋世界冠军李世石，但AlphaGo移动棋子却是在人类帮助下完成的。

与雇主、科技研发与商业化应用之间的信息不对称程度，使得供需双方更容易地发现彼此，打通各类要素在不同地区、部门和体制间的市场化流转信息壁垒。这有利于现代金融、科技创新、人力资源和实体经济在数量、质量、结构等多维度上进行供需动态对接。并且，新一代AI通过信息收集和反馈，能够及时发现要素协同过程中的体制机制障碍和要素短板，推动政府进行改革，帮助企业和研究机构找准并攻克卡脖子技术难题，促进要素培育、引入和流动，实现要素协同。此外，新一代AI也减少了市场主体发现成功者并学习其成功策略的信息壁垒，有利于加快学习和调整速度，驱动要素动态协同。

（三）实现高效分离均衡

当以次充好的成本足够小时，低质量要素会把高质量要素挤出市场，形成逆向选择现象，导致要素市场部分或完全失灵，出现低效率混合均衡（pooling equilibrium），难以实现要素协同。新一代AI以要素市场大数据为基础，在强大算力和算法的支持下，增强了甄别要素真实质量的能力，大幅提升以次充好的成本，有利于形成高效率分离均衡（separating equilibrium），避免市场失灵。以科技成果转化为例，上述高效率分离均衡机制可在一个完全但不完美信息动态博弈中得到说明，如图2所示。

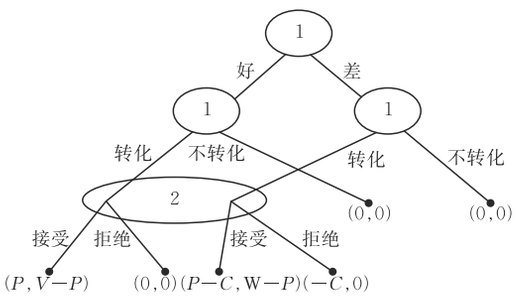


图2 科技成果转化博弈模型

假设科技成果转化市场上的成果拥有者（博弈方1）有两种类型的科技成果：有市场前景的好成果（g）和没有市场前景的差成果（b），它们均以相同价格P转让。对科技成果潜在需求方（博弈方2）而言，好成果价值为V，差成果价值为W，假设$V>P>W$。此外，假设差成果要伪装成好成果进行转化，需要额外付出成本C。同时，信息是不对称的：博弈方1知道自己的成果是好还是差，但博弈方2不知道。

1.市场完全失败的合并均衡

若需求方根据掌握的信息认为（其中一个必要条件是$C<P$）在成果拥有者选择转化（s）时一定是差成果，而不会是好成果，即$P(g|s)=0$，$P(b|s)=1$。此时，需求方选接受的期望收益为$P(g|s)(V-P)+P(b|s)(W-P)=W-P$，为负值，需求方肯定会拒绝，供给方选转化是相比不转化的弱劣策略，因此选不转化更明智。这种情况下的完美贝叶斯纳什均衡为：科技成果拥有方选择不转化，科技成果需求方选择拒绝。需求方的判断为：$P(g|s)=0$，$P(b|s)=1$。这是一种市场完全失败的合并均衡，许多具有潜在经济利益的科技成果交易完全没法实现。

2.市场完全成功的分离均衡

当$P<C$时，可达到市场完全成功的分离均衡。此时，科技成果拥有方一定不会将差成果进行转化，而好成果仍会选择转化，则需求方的判断为$P(g|s)=1$，$P(b|s)=0$，其选择接受的期望收益为$P(g|s)(V-P)+P(b|s)(W-P)=V-P$，为正值，接受是最佳选择。以上判断和策略组合构成完美贝叶斯纳什均衡，是市场完全成功的分离均衡。

上述分析表明，增加以次充好的成本是使科技成果转化市场由失灵走向成功的关键，而新一代AI借助科技成果转化数据库和强大计算能力，可以提供更丰富、更准确的科技成果潜在市场前景信息，大大减少了劣币驱逐良币现象，从而有利于缔造成功的科技成果转化市场。这一逻辑也很容易推广到对金融市场、人力资源市场、产品市场、服务市场等广泛情形的分析[①]。对于现代产业体系构建的四维协同问题，新一代AI可以帮助人力资源管理部门识别应聘者的真实才能，帮助金融机构判断潜在融资项目的发展前景，帮助政府或企业分析科技创新项目的成功概率，这都有利于驱动实体经济的健康发展，从而在科技创新、现代金融、人力资源与实体经济的四维协同发展中扮演催化促进作用，驱动现代产业体系构建。

① 例如，人工智能通过交易流水等商业大数据可更好判别企业真实的发展前景和还款能力，开展智能金融服务，以应对金融市场面临的逆向选择和道德风险问题，缓解新兴行业由于缺乏硬资产抵押导致的融资难题，也有利于减少金融结构发展滞后导致的实体经济融资障碍。

（四）降低搜寻匹配成本

产业转型升级理论较多强调了各类高端要素的不可或缺性，认为只要要素齐备，产业升级便可自然推进。然而，产业升级是一个复杂的系统过程，不仅需要各类要素的存在，更需要所有要素形成协同匹配、优化组合的局面，有要素但不协同仍然难以有效驱动产业升级。此外，各类要素本身具有异质性，对要素的需求也是高度差异化的。因此，要素供需双方必须在分散化的市场上以一对一的方式进行交易匹配，在搜寻过程中实现特殊偏好、技能与需求的协同匹配。这一搜寻匹配过程通常是费时、高成本且充满摩擦的，一定时间内要素闲置与要素急需会同时存在。

在信息不对称程度难以降低时，新一代AI能够降低搜寻匹配成本[22]，形成实体经济、科技创新、现代金融与人力资源四维协同的发展格局，从而通过技术、人才、资金等要素的优化聚合缔造优良的创新发展生态系统，极大释放现有创新资源的科创势能，为现代产业体系构建奠定微观基础。新一代AI发展驱动产业深度转型升级的理论框架如图3所示。

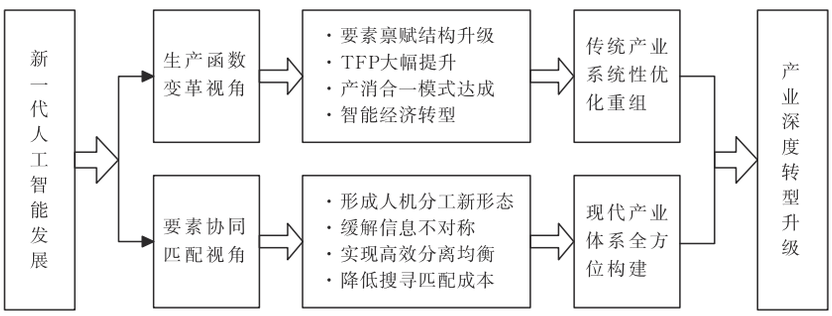


图3　新一代AI发展驱动产业深度转型升级的理论框架

五、新一代AI驱动产业深度转型升级的突出问题

在上述理论机制分析的基础上，本部分拟从中国新一代AI发展及产业转型的现实出发，基于微观维度、中观领域、宏观层面、国际环境和未来视野等五大方面，系统辨识新一代AI在驱动中国产业深度转型升级中存在的突出问题。

（一）微观维度智能化转型面临三重困境

新一代AI若要充分发挥理论上阐述的对产业深度转型升级的驱动效应，必须依托企业的智能化转型，这需要企业系统性革新现有经营模式，势必会经历一个创造性破坏的动态演变过程。此过程不仅耗时较长，还伴随着高昂的调整成本，可能在初期造成资源配置扭曲[23]，甚至出现“索洛悖论”现象。因此，出于害怕变革、认知滞后、路径依赖等原因，中国企业智能化转型面临三重困境，从而未能充分形成驱动产业深度转型升级的微观基础。

1.企业智能化转型缺乏方向

长期积淀而成的企业文化易导致路径依赖，使企业行为及决策模式固化，在面临智能化转型机遇时，会畏惧转型阵痛，对技术与市场变化反应迟缓，缺乏创新思维和转型动力。战略方案的缺位也使其不知如何推进智能化转型。企业要么缺乏明确的目标，盲目地孤岛式部署智能化，转型方向迷失；要么智能化转型方案与企业业务发展脱轨，转型缺乏指导性；抑或是跨业务领域拓展智能化转型的协调成本较高，使得企业无法凝聚合力全方位推进智能化转型。这些均会导致企业智能化转型方向不明，从而难以充分释放新一代AI发展的引领带动作用，错失提升生产率和竞争力的新机遇。

2.企业智能化转型深度不足

企业智能化转型对硬件和软件会提出全新要求，推倒重构现有技术不仅成本高昂，且充满不确定性，因此多数企业倾向于在现有基础上进行局部调整而非系统性开发，这可能引发兼容性问题，使得智能化转型难以深入。并且，智能化转型也亟须大量专业技术人才支持，但当前这类人才较为短缺。加之企业从招聘到技能培训的过程漫长，新一代AI应用可能因人才匮乏而受限，进一步制约了智能化转型的深入推进。

3.企业智能化转型不可持续

企业智能化转型是一个动态革新过程，需要不断将新一代AI的前沿科技进展应用到生产流程和管理实践中。部分企业虽表面上实现了一定程度的智能化转型，但由于未能从根本上适应性革新经营流程，从而难以针对市场变化和新技术涌现及时进行更新迭代，阻碍了智能化转型的可持续推进。加之传统金字塔型组织架构存在决策层级过多、信息漏损严重、资源配置缺乏灵活性等问题，亦会降低企业对市场和技术变革的反应速度，从而削弱持续推进智能化转型的能力。

（二）中观领域智能化转型存在两大失衡

新一代AI的广泛渗透性和强大变革潜力正深刻重塑区域经济格局与产业发展模式，但此过程并非均衡推进。无论是地区间，还是产业间，智能化转型发展的水平和速度都存在明显差异。

1.新一代AI科技及产业化发展存在地区间失衡

新一代AI作为GPMT，虽具有广泛渗透性，但由于科技、金融、人才、信息等因素的地区间差异，智能产业化及产业智能化在中国不同地区呈现出明显的进程差异和发展不平衡特征。京津冀、珠三角和长三角三大都市圈的AI企业数量占比高达84.23%，是中国AI科技与产业集群的主要分布区域。其中，北京和广东又构成了南北“双极”，如图4所示，两地在AI专利和企业数量占比方面遥遥领先。由于先天禀赋与后天条件的固有差异，智能经济发展不可能达到区际完全平衡的状态，但过大的区际发展失衡会造成智能鸿沟，不仅阻碍产业深度转型升级的广泛推进，也不利于区域经济协调均衡发展。

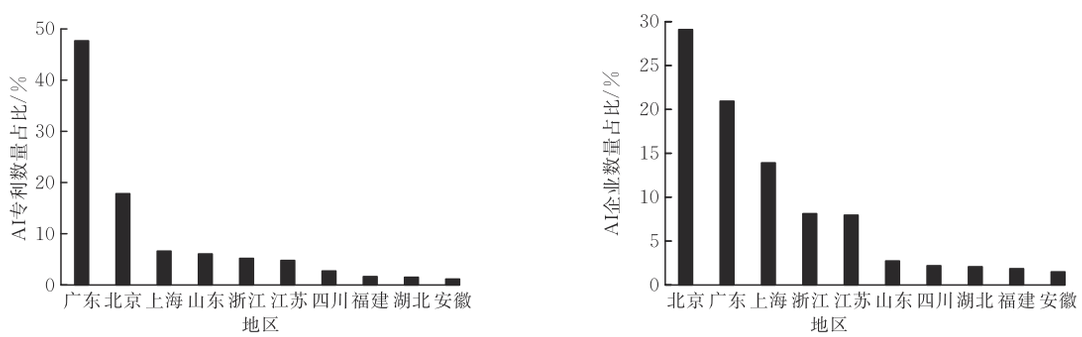


图4 中国AI专利及企业数量地区分布（前10名）

注：数据来源为《中国新一代人工智能科技产业发展报告·2024》。

2.智能化转型或AI应用渗透程度存在产业间失衡

产业数智化转型从低到高可分为数字化、网络化和智能化三大发展阶段。当前中国各产业的数智化转型水平参差不齐，部分产业已实现了智能化，部分产业尚处在数字化或网络化阶段，而还有部分产业则仍停留在手工劳动阶段。《2023—2024中国人工智能计算力发展评估报告》显示，中国AI应用渗透度在互联网、制造、教育等行业间存在明显差异。此外，从2023年AI技术合作关系的产业分布来看，第三产业排名第一，占比71.93%；第二产业排名第二，占比27.92%；第一产业排名第三，占比仅为0.15%。图5进一步显示，在服务业和制造业内部，AI技术合作关系分布也存在明显差距。由于产业属性差异以及当前AI技术水平限制，不同产业在AI技术利用程度上存在明显差别。例如，AlphaGo虽战胜了围棋世界冠军，但却没有能力移动棋子，表明目前的AI只能替代部分人类工作，还有很多工作

无法由AI完成。因此，技术、经济与社会可行性差异使得不同产业的智能化转型水平必然具有不平衡性。然而，若由于政策、科技、金融、人才、观念等的制约，使得本可以推进的智能化转型未能落实，此时产生的产业间智能化发展失衡是不合理的，不利于产业发展的效率提升和均衡协调发展，制约产业深度转型升级。

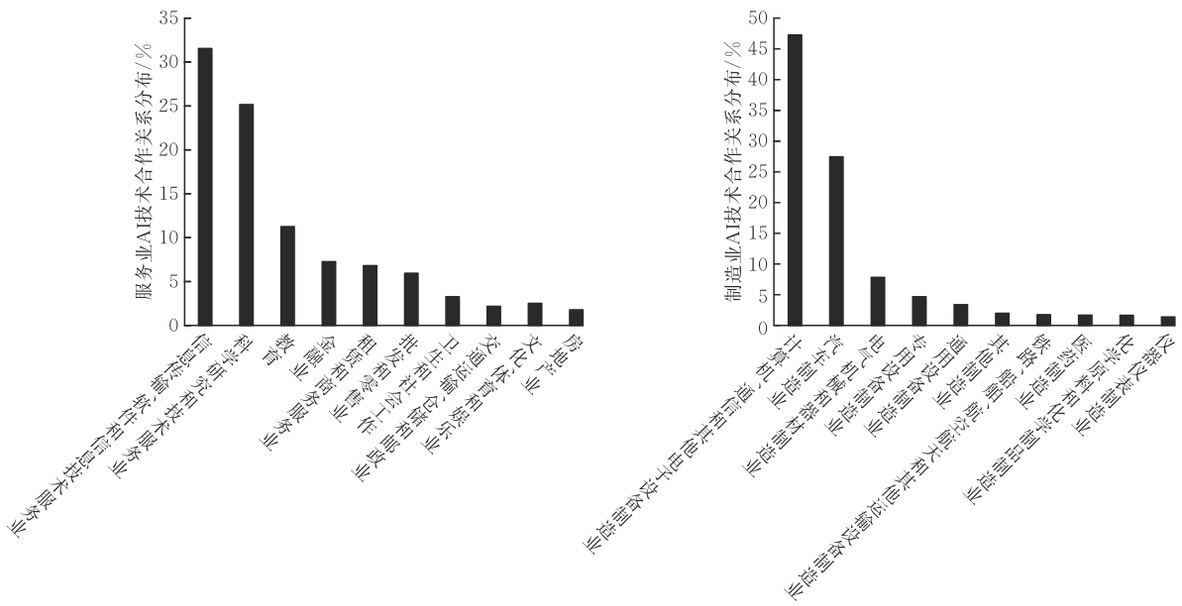


图5　服务业与制造业AI技术合作关系分布(前10名)

注：数据来源为《中国新一代人工智能科技产业发展报告·2024》。

(三)宏观层面智能化转型机制渠道不畅

前文从生产函数变革和要素协同匹配两大视角出发，分别从理论上系统阐述了新一代AI驱动传统产业优化重组和现代产业体系构建的内在机制。然而，从宏观层面来看，要落实理论上的驱动机制仍存在多重现实制约。

1.生产函数变革渠道不畅，新一代AI难以全面驱动传统产业优化重组

人工智能虽革新了要素投入版图，可广泛替代或互补诸多其他要素。然而，对于传统产业而言，如何在研发、生产、营销等业务活动中应用新一代AI，并通过产业组织变革充分发挥其在资源配置优化、规模与范围经济获取上的作用，目前普遍存在认知与能力瓶颈，这制约了传统产业智能化转型的广度与深度。此外，产业智能化转型具有高固定成本及低边际成本特征，当存在融资约束和未来不确定性时，传统产业可能陷入“不转型等死，转型找死”的发展困境[24]。并且，传统产业智能化转型面临更为严重的技术性失业风险以及收入分配恶化效应等经济社会问题，应对不足也会阻碍转型进程。上述因素使得新一代AI发展难以充分驱动生产函数变革，从而制约对传统产业的优化重组效应。

2.要素协同匹配渠道受阻，新一代AI未能充分推进现代产业体系构建

新一代AI应用渗透不到位，导致其未能充分应对现代产业体系构建中的四维协同问题。在应用后，也可能存在人机分工不到位以及人机交流障碍，这使其未能充分处理要素供求双方之间的信息不对称、搜寻匹配费用高、要素质量识别难等问题，加上要素在国家间、地区间和部门间流动重组不畅，造成有要素但不协同的局面[25]。同时，科技短板、人力资本结构供需不匹配，预算软约束体制、金融结构发展滞后等问题，使得要素协同缺乏要素与制度支撑。此外，中国实体经济与虚拟经济之间投资回报率的失衡，也极大阻碍了实体经济对科技创新、现代金融与人力资源等要素的吸收集聚能力，导致现代产业体系构建中四维协同受阻。

（四）国际环境中智能化转型受制于技术卡脖子难题

凭借新型举国体制的制度优势及海量数据信息、广阔应用场景的市场优势，中国在AI专利授权量、AI创业、垂类大模型应用等方面取得了卓越成绩。虽然中国在新一代AI总体发展水平上处于第一梯队，但尚存在一系列基础研究短板和AI核心技术卡脖子难题[26]。《中国新一代人工智能科技产业发展报告·2024》显示，中国AI应用层企业数最多，占比达到61.47%，技术层企业占比为28.60%，而基础层企业占比仅为9.93%。与美国相比，中国在一些方面还存在明显差距，具体如表2所示。

表2 中国与美国AI发展关键指标对比结果

发展指标	中国	美国
AI专利授权量占比（2022年）	0.61	0.20
前100名AI核心层相关专业学校数（2023年）	14.00	55.00
全球AI领域顶尖人才数（2023年）	277.00	1 131.00
主要国家AI企业融资规模占比（2022年）	0.12	0.58
基础模型数（2023年）	20.00	109.00
有影响力的机器学习模型数（2023年）	15.00	61.00
AI独角兽企业数（2023年）	108.00	131.00
AI企业数（2023年）	5 734.00	12 925.00
前100名全球AI最具创新力城市数（2023年）	19.00	33.00

注：数据来源为《人工智能全域变革图景展望：跃迁点来临2023》《2024年人工智能指数报告》。

1.新一代AI核心硬件基础薄弱，无法充分释放对产业转型的潜在势能

从国内市场看，中国在高端芯片、高精度传感器和关键部件等领域起步较晚，早期技术积累薄弱且自主研发力度不足，核心硬件高度依赖国外供应。从国际环境看，中美贸易战以来，美国及其盟友逐步加强对中国出口管制以及核心技术封锁遏制，芯片、光刻机等AI核心硬件的进口与发展受到严重制约。在这种外部环境制约的背景下，核心硬件卡脖子问题极大阻碍了新一代AI发展，无法充分释放其对产业深度转型升级的势能。

2.数据、算力和算法发展不足，制约了产业深度转型升级效应的发挥

尽管中国具有海量数据优势，但数据要素市场发展滞后，存在数据烟囱、数据孤岛、虚假数据泛滥、采集分裂等一系列问题，导致高质量中文数据集匮乏。此外，顶尖人才欠缺、基础性与前沿性研究不足以及融资约束和先进设备进口受限等，使中国面临较为突出的算力瓶颈和核心算法缺位问题。这些因素制约了新一代AI的更新演进，进而未能充分发挥其对产业深度转型升级的驱动效应。

3.有影响力的基础性大模型匮乏，难以广泛驱动产业深度转型升级

ChatGPT等生成式AI的问世使大模型成为AI发展的前沿和焦点，中国也构建了一批大模型，呈现出“百模大战”的发展局面。与美国相比，中国在应用性垂类大模型发展上表现突出，诸如工业大模型、矿山大模型、物流大模型等在驱动产业深度转型升级上发挥了重要作用。

然而，诸如DeepSeek、启元重症大模型等基础性、有影响力的通用或垂类大模型，中国尚存在发展不足问题。随着科技发展与产业应用的不断深化，对大模型的技术要求会越来越高，基础性、原创性和通用性不足使得新一代AI难以充分驱动产业深度转型升级。

（五）未来视野下智能化转型的机遇与挑战应对不足

新一代AI是加快推动产业深度转型升级的新动能。然而，面对未来发展的复杂形势，智能化转型仍面临诸多深层挑战。以下将从技术、经济与社会可行性出发，以前瞻视角探讨智能化进程面临的关键制约因素，从而为抓住技术机遇和应对潜在挑战提供启发。

1.新一代AI的通用泛化能力有待强化，限制了产业智能化转型的平衡性

虽然新一代AI在专用场景上表现出色，但其自适应性、新环境迁移学习能力以及在通用场景下的应用能力仍有局限。面对新情景时，需重新进行模型训练，限制了智能化转型的广深推进。此外，当前AI在并行处理图文声像的多模态技术上发展不足，且无法实现直觉判断、灵活运动、情绪感知等对人类而言较为容易的低阶技能。这些问题表明，通用AI时代的来临仍面临诸多技术可行性障碍，故诸多工作任务依然无法用AI完成，也导致不同产业间AI渗透度差距悬殊。

2.新一代AI的高能耗问题突出，增加了产业深度转型升级的成本

新一代AI需通过海量数据、强大算力和先进算法才能统计归纳出最佳答案，其核心是粗放发展型的尘暴经验主义（dustbowl empiricism）。在这一模式下，高质量数据标注、大规模模型训练以及实时反馈的高频调用机制，导致新一代AI的能源消耗巨大，产业智能化转型成本极为高昂，严重限制了智能产业化与产业智能化的可持续发展。例如，AlphaGo仅计算单元的功率就高达2 000瓦，其对手李世石的大脑耗能仅为20瓦左右。因此，诸多领域的智能化转型虽具有技术可行性，但囿于经济可行性限制事实上无法落地，从而减缓了产业深度转型升级的进程。

3.新一代AI的负面影响应对不足，产业深度转型升级存在后顾之忧

新一代AI的功能强烈依赖高质足量的数据投喂，存在数据黑洞问题。当下数据虽在量上呈指数级增长，但高质量数据仍然欠缺，导致新一代AI容易学习到偏颇或错误数据，从而生产出大量虚假信息，大幅提高信息甄别成本。并且，新一代AI通过大规模训练获得答案，知其然但不知其所以然，模型的可解释性弱，黑箱性质使用户无法得知结论背后的逻辑和依据，也难以追溯责任归属，极易引发信任危机。此外，随着新一代AI的深化发展和广泛应用，有害数据、算法歧视、伦理编程等问题接踵而至，且AI难以拥有同情、道德约束和自我反思能力，可能导致其与人类在价值观与伦理方面产生冲突，人机对齐（the alignment problem）问题日益凸显[①]。这些使得新一代AI发展面临一系列社会可行性困境，给产业深度转型升级带来后顾之忧。

六、新一代AI驱动产业深度转型升级的对策建议

（一）微观维度形成有利于智能化转型的创造性破坏生态

企业是产业深度转型升级的核心主体和微观基础，要推动其智能化转型从初步探索走向深入发展，进而实现持续演进，企业亟须在方向引导、能力建设与组织变革等方面进行系统重塑，构建有利于发挥新一代AI创造性破坏效应的发展生态。

1.明确企业智能化转型方向

一方面，打造适应智能化转型的企业文化，助力企业智能化转型方向的确立。企业应摒弃固步自封的文化，打破对传统模式的盲目依赖和对变革的抵触心理，通过构建灵活开放的创新文化，鼓励企业积极探索新技术和新思维，迅速适应市场变化，在不断试错改进中确定适合自身发展的智能化转型方向。另一方面，制定完善的战略方案，明确企业智能化转型的具体路径。企业应全面评估现有技术设备、业务领域、人力资源等内部条件，同时分析行业趋势、市场需求、竞争对手等外部环境。以此为基础，优化调整发展目标，明确智能化转型的战略、方向和路径，凝聚跨部门协同推进的合力。

2.推动企业智能化转型深入发展

一方面，广泛开展互补技术研发。企业须对现有技术体系与新一代AI之间的互补性进行系统评估，据此制定科学合理的修补或重构方案。对互补性较强的技术应优化更新，对互补性弱的技术则依序推倒

① 人机对齐指如何确保人工智能可以捕捉到人类的规范和价值观，从而理解人类意图，并以人类想要的方式行动。

重构，确保企业技术体系与AI技术高度互补兼容，以此推进企业智能化转型深入发展。另一方面，强化人才引进和培育工作。高素质专业技术人才对确保企业智能化转型深入推进是不可或缺的，企业应根据发展规划和业务需求，明确智能化转型所需的人才类型，并进行前瞻性部署。既要拓宽人才引进渠道，也要健全内部学习制度，并完善人才流动机制与激励举措，实现人机高效协同，确保智能化转型深入发展。

3.增强企业智能化转型的可持续性

一方面，动态革新企业经营流程。将智能化转型视为一项持续性长期战略，而非阶段性短期任务。这意味着企业必须紧跟市场和技术的动态变化，从根本上对经营流程进行适应性革新，以满足重组增长、柔性生产、精准营销等需要，为可持续推进智能化转型创造良好的发展环境。另一方面，对组织架构进行扁平化调整。通过减少组织层级、缩短决策链条和降低信息漏损率，提高决策时效性。同时，完善横向沟通机制，打破部门壁垒，实现跨部门交流协作和信息共享，避免多层级信息传递的烦琐流程，为企业可持续推进智能化转型缔造适宜组织架构。

（二）中观领域推进智能经济协调均衡发展

在中观领域推进中国地区与产业间智能经济的协调均衡发展，既要因地制宜、强化协作，缩小区际智能鸿沟，也要因业制宜、灵活选择路径，弥合产业间转型差异。

1.多措并举推动落后地区智能经济发展，缩小区域间智能鸿沟

首先，因地制宜采取差异化智能经济发展之路。AI发展相对落后的地区应合理评估本地资源禀赋、产业基础及市场需求，培育根植性强的AI主导产业，同时结合区域优势打造特色应用场景，因地制宜推进产业深度转型升级。其次，以点带面强化跨区域帮扶合作。国家新一代人工智能创新发展实验区和国家人工智能创新应用先导区等的引领带动作用，增强其作为产业深度转型升级增长极的辐射力，鼓励先进地区与落后地区建立稳定的合作关系，为落后地区提供必要的技术支持和人才培训。最后，要通过政策倾斜助力落后地区智能经济发展。政府应加大对落后地区资金和人才的扶持力度，提高新型基础设施建设水平，强化区域技术承接能力，并积极引导新一代AI技术向落后地区扩散。通过以上举措缩小地区间智能鸿沟，以广泛发挥新一代AI对各地区产业深度转型升级的推动作用。

2.相机实施产业智能化转型的串联与并联路径，缩小产业间智能鸿沟

在智能化转型程度存在产业间差异的现实下，新一代AI为中国产业智能化转型提供了两条路径：一是循序渐进的串联发展路径，该路径对技术、要素、产业和市场条件等的要求较低，可以通过由浅入深、逐步培育的方式实现；二是跃迁突变的并联升级路径，该路径则需要技术发展领先于产业发展多个阶段，并且要素条件、产业基础和市场需求须具备支持跳跃升级的必要准备，通过时间压缩、合并叠加的发展方式推进智能化转型。然而，产业属性不同决定了产业间智能化转型必然存在差异，故各产业应在全面评估新一代AI计算资源与自身产业属性的基础上，结合经济可行性、社会接受性及前期产业基础，明确是否能够进行智能化转型、哪些领域应优先转型以及该选择串联还是并联路径进行转型，从而有效缩小产业间智能鸿沟，充分发挥新一代AI为产业深度转型升级带来的发展机遇。

（三）宏观层面缔造优良的新质生产力发展环境

宏观层面亟须为传统产业优化重组与现代产业体系构建缔造优良的新质生产力发展环境，以下建议将探讨如何打通生产函数变革与要素协同匹配的关键通道，全面释放新一代AI驱动产业深度转型升级的潜能。

1.畅通生产函数变革渠道，强化新一代AI对传统产业的优化重组效应

一方面，增强新一代AI产业化与传统产业智能化之间的协同联动性。通过技术变革、科技金融支持、科技创业激励、战略科学家引育、要素流动重组、新基建布局等，推动新一代AI科技及其产业化发展，为传统产业的智能化改造提供可持续的技术支撑。同时，广泛促进传统产业深度智能化转型，为新一代AI发展提供广阔的需求场景。通过新一代AI产业化与传统产业智能化之间的协同联动，畅通生产函数变革渠道，为传统产业深度转型升级提供新质生产力。另一方面，充分应对传统产业智能化转型带来的

负面影响。技术革新往往带来破坏效应，而创造性效应的释放则是有条件的。因此，在利用新一代AI驱动传统产业深度转型升级的过程中，既要充分释放正面效应，也必须系统改革完善治理体系、教育培训模式、社会保障制度等，以全面应对可能引发的就业极化、收入分化、平台垄断、知识产权侵权等负面影响，从而消解新一代AI驱动传统产业优化重组的阻碍因素。

2.畅通要素协同匹配渠道，增强新一代AI对现代产业体系构建的驱动作用

新一代AI作为新技术手段，能为技术上难以解决的问题提供新的技术性突围方案，如缓解信息不对称、降低搜寻匹配费用、识别要素质量等，从而直接缓解现代产业体系构建中的要素协同问题。并且，其还可以及时识别产业深度转型升级中存在的突出制度或技术障碍，如卡脖子问题、人才缺口以及脱实向虚的原因等，从而间接推进现代产业体系构建中要素协同问题的解决。因此，应大力推进新一代AI发展及其产业化应用，并广泛培养相应的研究型人才，以及擅长与AI交互的应用型人才，形成人机协作分工的良好格局，畅通要素协同匹配渠道，充分释放新一代AI对现代产业体系构建的驱动作用。

（四）国际环境中构建自主可控的核心技术体系

在全球技术竞争格局日趋激烈的背景下，中国需要妥善把握自主创新与国际合作的关系。以下将围绕内外资源协同、开放与保护的动态平衡以及基础层与应用层发展兼顾等问题，探讨如何在国际环境中打造自主可控的核心技术体系。

1.构建核心技术突围的“双循环”创新格局

在当前中国面临核心技术封锁的国际背景下，应充分认识到西方发达国家也并非铁板一块，存在各自不同的发展诉求与价值观，且中西方在技术发展、市场空间、安全维护、人机对齐等方面存在诸多共同的利益与挑战。因此，应尽力挖掘潜在的国际研发合作空间，为中国卡脖子技术突围争取机会、资源和时间。在国内环境中，应充分发挥中国善于协同调度创新资源进行科技攻关的体制优势，形成国家级算力基础设施和统一算力大市场，从而在新一代AI科技发展的关键领域实现扬长补短。同时，中国需充分利用超大规模市场和完备产业体系优势，通过海量数据、广阔应用场景和规模经济效应助力新一代AI发展。总之，应整合国际国内创新资源，实现国内创新链和全球创新链的共轭环流，形成有利于AI核心技术突围的双循环创新格局，为中国产业深度转型升级奠定基础。

2.辩证处理开放发展与产业保护的关系

适度合理的科技扶持与产业保护对于提升产业竞争力是必要的，但过度盲目保护可能会滋生发展惰性问题。中国应采取开放保护的方式促进新一代AI科技发展及其产业化落地，形成竞争与保护动态协调的机制，在扶持的对象、方式、期限及目的等方面，充分贯彻经济效率、公平竞争、可持续发展和安全高效的原则，以产生强大的自生能力，实现从“输血”到“造血”再到“供血”的蜕变。

3.营造AI核心技术探索与利用兼顾的创新创业环境

中国在AI基础层发展上仍存在不足，亟须补足相关短板，协同推进AI核心技术探索与利用。对于基础性、零起步、共性、卡脖子及溢出效应大的AI技术探索领域，应充分发挥公共研发机构、国有企业等国家创新力量的攻关优势。而对于应用性、专用性、迭代优化性的AI技术利用领域，则需营造有效的市场环境，形成推动科技商业化与产业化发展的强大协同创新力与需求牵引力。有效市场与有为政府应有机配合，共同构建AI核心技术探索与利用的协同发展格局。

（五）未来视野下前瞻性擘画智能化转型方向

面对智能化转型的深度演进与未来不确定性，亟须以更具前瞻性的视角把握技术方向、布局核心能力和完善治理体系，以下提出针对性政策建议，助力智能化转型发展更具协同性、安全性与可持续性。

1.推动合成数据发展，为产业深度转型升级奠定数据基础

高质量数据不足、错误数据泛滥及隐私泄露等问题严重制约了新一代AI的蓬勃发展，而合成数据为

突破这一瓶颈带来了全新契机。合成数据是根据数学和统计科学原理生成虚拟数据，以模拟真实世界的特征和结构。合成数据为AI提供丰富多样的学习材料，大幅减少对高质量真实数据的依赖，能够通过灵活调控数据特征来设计更具针对性的训练集，有效提高模型泛化能力，并通过在虚拟环境中飞速迭代加快奇点时刻的来临。同时，合成数据也避免了新一代AI学习人类错误数据和有害数据而导致的负面效应。在隐私安全方面，其不涉及真实的个人或敏感信息，从而有效避免了隐私泄露。这些都会为产业深度转型升级奠定坚实的数据基础。

2.兼顾数据智能与类脑智能范式，拓宽产业智能化的边界

当前新一代AI的主流是统计学习驱动的数据智能，而认知仿生驱动的类脑智能仍处于探索阶段。数据智能面临能耗高、可解释性差、环境迁移难、自适应能力弱等困境，而类脑智能则为克服这些问题提供了新路径。类脑智能通过模仿人类大脑结构和认知推理机制，具备较强的自学习和自适应能力，可提高模型的可解释性，且能以低能耗执行任务，大幅降低智能化转型的经济成本。此外，类脑智能可以如人脑一般并行处理图文声像等多模态数据集，弥补了数据智能在认知推理方面的缺陷，从而能拓宽产业智能化的边界。

3.发展“知行合一”的具身智能，实现产业智能化的协调推进

现阶段新一代AI面临有脑无形（如大语言模型）或有形无脑（如机器人）问题，因而在需要手脑并用的诸多工作场景中缺乏通用性，而将大模型技术与机器人技术深度融合的具身智能为应对这一问题提供了解决方案。具身智能可与环境实时交互，实现自主规划、决策与行动，并通过感知反馈不断自我演进，弥补了大语言模型运动感知能力缺失及机器人智能不足的缺陷，可以应对默会知识密集的多维场景，从而实现产业智能化的广泛协调推进。

4.完善人机对齐的治理体系，为智能化转型营造优良社会伦理生态

为确保新一代AI发展与人类的价值观和伦理标准相一致，AI技术突破不可或缺，但建立健全治理体系亦是关键所在。须持续跟踪AI技术发展变化，前瞻性构建AI发展的伦理规范，明确责任归属及问责机制，并通过国际合作和公众参与等途径对AI法律、法规与标准进行动态优化调整，确保人机对齐，从而为新一代AI良性发展和产业深度转型升级营造优越的社会伦理生态。

参考文献：

[1] 刘志彪. 产业经济学[M].3版.北京：机械工业出版社，2024：308.

[2] 阿格拉沃尔，甘斯，戈德法布. AI极简经济学[M].闾佳，译.长沙：湖南科学技术出版社，2018：12-65.

[3] COCKBURN I M，HENDERSON R，STERN S. The impact of artificial intelligence on innovation[R]. National Bureau of Economic Research Working Paper，No.24449，2018.

[4] KURZWEIL R. The singularity is near[M]//Ethics and Emerging Technologies. London：Palgrave Macmillan，2014：393-406.

[5] BRYNJOLFSSON E，ROCK D，SYVERSON C. Artificial intelligence and the modern productivity paradox：a clash of expectations and statistics[R]. National Bureau of Economic Research Working Paper，No.24001，2017.

[6] NORDHAUS W D. Are we approaching an economic singularity? Information technology and the future of economic growth[R]. National Bureau of Economic Research Working Paper，No.21547，2015.

[7] AGHION P，JONES B F，JONES C I. Artificial intelligence and economic growth[R]. National Bureau of Economic Research Working Paper，No.23928，2017.

[8] DEWAN S，KRAEMER K L. Information technology and productivity：evidence from country-level data[J]. Management Science，2000，46(4)：548-562.

[9] 钱贵明，阳镇，陈劲. 数字平台视角下新质生产力的形成机制与推进策略[J]. 西安交通大学学报（社会科学版），2024，44(5)：15-26.
QIAN G M，YANG Z，CHEN J. The formation mechanism and promotion strategy of new quality productive forces from the perspective of digital platforms[J]. Journal of Xi'an Jiaotong University(Social Sciences)，2024，44(5)：15-26.

[10] BRESNAHAN T F，TRAJTENBERG M. General purpose technologies “engines of growth”?[J]. Journal of Econometrics，1995，65(1)：83-108.

[11] AUTOR D. Polanyi's paradox and the shape of employment growth[R]. National Bureau of Economic Research Working Paper，No.20485，2014.
[12] 王树斌，侯博文，李彦昭. 新质生产力要素机制、创新逻辑与路径突破：基于系统论视角[J]. 当代经济科学，2025，47(1)：120-133.
WANG S B，HOU B W，LI Y Z. New quality productivity forces element mechanism，innovation logic，and path breakthrough-through the lens of system theory[J]. Modern Economic Science，2025，47(1)：120-133.
[13] 蔡跃洲，陈楠. 新技术革命下人工智能与高质量增长、高质量就业[J]. 数量经济技术经济研究，2019，36(5)：3-22.
CAI Y Z，CHEN N. Artificial intelligence and high quality growth & employment in the era of new technological revolution[J]. Journal of Quantitative & Technological Economics，2019，36(5)：3-22.
[14] 尹洪英，李闯. 智能制造赋能企业创新了吗：基于中国智能制造试点项目的准自然试验[J]. 金融研究，2022，65(10)：98-116.
YIN H Y，LI C. Can intelligent manufacturing empower enterprise innovation? A quasi-natural experiment based on China's intelligent manufacturing demonstration project[J]. Journal of Financial Research，2022，65(10)：98-116.
[15] FÜLLER J，HUTTER K，WAHL J，et al. How AI revolutionizes innovation management：perceptions and implementation preferences of AI-based innovators[J]. Technological Forecasting and Social Change，2022，178：121598.
[16] 罗斯. 共享经济：市场设计及其应用[M]. 傅帅雄，译. 北京：机械工业出版社，2016：221-226.
[17] GARICANO L. Hierarchies and the organization of knowledge in production[J]. Journal of Political Economy，2000，108(5)：874-904.
[18] 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，2024，40(5)：40-59.
HUANG Z，TAO Y Q，LIU Z D，et al. How does intelligent manufacturing improve enterprise capacity utilization? Based on the perspective of integration of production and consumption[J]. Journal of Management World，2024，40(5)：40-59.
[19] 陈龙，刘刚，戚聿东，等. 人工智能技术革命：演进、影响和应对[J]. 国际经济评论，2024，29(3)：9-51.
CHEN L，LIU G，QI Y D，et al. AI technology revolution：evolution，impact and countermeasures[J]. International Economic Review，2024，29(3)：9-51.
[20] 贺俊，吕铁. 从产业结构到现代产业体系：继承、批判与拓展[J]. 中国人民大学学报，2015，29(2)：39-47.
HE J，LYU T. From industrial structure to modern industry system：theoretical inheritance，criticism and extension[J]. Journal of Renmin University of China，2015，29(2)：39-47.
[21] WIRTZ J，KUNZ W，PALUCH S. The service revolution，intelligent automation and service robots[J]. European Business Review，2021，29(5)：909-922.
[22] 杜传忠，曹效喜，任俊慧. 人工智能影响我国全要素生产率的机制与效应研究[J]. 南开经济研究，2024，40(2)：3-24.
DU C Z，CAO X X，REN J H. Research on the mechanism and effect of artificial intelligence on total factor productivity in China[J]. Nankai Economic Studies，2024，40(2)：3-24.
[23] BRYNJOLFSSON E，JIN W，WANG X P. Information technology，firm size，and industrial concentration[R]. National Bureau of Economic Research Working Paper，No.31065，2023.
[24] 王海，闫卓毓，郭冠宇，等. 数字基础设施政策与企业数字化转型："赋能"还是"负能"?[J]. 数量经济技术经济研究，2023，40(5)：5-23.
WANG H，YAN Z Y，GUO G Y，et al. Digital infrastructure policy and digital transformation of enterprises："empowerment" or "negative energy"?[J]. Journal of Quantitative & Technological Economics，2023，40(5)：5-23.
[25] 刘志彪. 建设实体经济与要素投入协同发展的产业体系[J]. 天津社会科学，2018，38(2)：109-114.
LIU Z B. Building an industrial system of coordinative development about real economy and investment elements[J]. Tianjin Social Sciences，2018，38(2)：109-114.
[26] 胡乐明，杨虎涛. 产业发展战略选择的内在逻辑：一个连接演进的解析框架[J]. 经济研究，2022，57(6)：45-63.
HU L M，YANG H T. The inner logic of industrial development strategy selection：an analytical framework based on the evolution of connection[J]. Economic Research Journal，2022，57(6)：45-63.

编辑：郑雅妮，高原

Research on New Generation Artificial Intelligence Driving Deep Industrial Transformation and Upgrading —From the Perspective of Production Function Transformation and Factor Collaborative Matching

CAO Yuping, LIU Jingwei, ZHENG Zhanpeng

School of Economics, Henan University, Kaifeng 475000, China

Summary Deep industrial transformation and upgrading not only balances rapid economic growth with high-efficiency development but also ensures economic sustainability and industrial security. As a typical representative and important source of new quality productive forces, new generation artificial intelligence (AI) possesses powerful potential to catalyze the fourth industrial revolution. Accelerating the research, development and industrial application of new generation AI is both an important strategic deployment to promote China's leapfrog technological development and overall productivity enhancement. Against this backdrop, and an inevitable path to seize opportunities in industrial transformation. Against this backdrop, there is an urgent need to systematically study the intrinsic mechanisms by which new generation AI drives China's deep industrial transformation and upgrading, and to comprehensively identify prominent challenges and countermeasures in this process.

Based on a comprehensive understanding of the general-purpose meta-technological characteristics of new generation AI, this paper adopts two complementary analytical perspectives. First, from the perspective of production function transformation, it systematically explains how AI reshapes input factors, functional relationships, and output paths in the modern economic growth equation, thereby driving the systematic optimization and restructuring of traditional industries. Second, from the perspective of factor collaborative matching, it reveals in depth the theoretical mechanisms through which AI promotes the comprehensive construction of a modern industrial system—by forming new patterns of human-machine division of labor, mitigating information asymmetry, achieving efficient separating equilibria, and reducing search and matching costs.

Although new generation AI has powerful theoretical potential to drive deep industrial transformation and upgrading, it faces numerous obstacles in practice. This paper further identifies prominent issues in the processes of intelligent industrialization and industrial intelligence from five dimensions—micro, meso, macro, international, and future-oriented—and proposes corresponding countermeasures: creating a micro-level ecosystem conducive to creative destruction in intelligent transformation; promoting coordinated and balanced development of the intelligent economy at the meso level; establishing an excellent development environment for new quality productive forces at the macro level; building an autonomous and controllable core technology system in the international environment; and proactively planning the direction of intelligent transformation from a future perspective.

This paper makes three main marginal contributions: First, it comprehensively reviews the novel techno-economic characteristics of new generation AI, establishing a cognitive foundation for explaining its effects on deep industrial transformation. Second, based on the perspectives of production function transformation and factor collaborative matching, it constructs a theoretical framework for new generation AI driving traditional industrial optimization and restructuring, as well as modern industrial system construction. Third, it systematically identifies prominent issues in new generation AI driving China's deep industrial transformation and upgrading, and proposes targeted countermeasures.

Through characteristic recognition, theoretical exposition, pain point identification, and countermeasure proposal, this paper provides a theoretical analytical framework and practical response measures for deeply understanding the new driving force and creative destruction effects of new generation AI in China's deep industrial transformation and upgrading. It has important implications for China to seize opportunities in disruptive technological change, innovate industrial development ecosystems, and construct a modernized industrial system.

Keywords new generation artificial intelligence; industrial transformation and upgrading; general-purpose meta-technology; production function transformation; factor collaborative matching; new quality productive forces; intelligent transformation