

Doi: doi.org/10.70693/rwsk.v1i4.920

双重视角下人工智能驱动先进制造业高质量发展研究

卜谊榕¹

(¹安徽职业技术学院, 安徽 合肥 230601)

摘要: 本文从创新生态系统与数据要素视角, 探究人工智能驱动先进制造业高质量发展的协同机制及实践路径。数据要素通过“资源化—产品化—资本化”三级跃迁重构制造业价值链, 创新生态系统依托政府引导、链主企业主导、高校科研支撑的协同网络, 推动技术创新与产业化。双要素协同模式通过算法优化资源、数据激活生态、主体协同破瓶颈, 为制造业高端化、智能化、绿色化发展提供理论与实施框架。

关键词: 创新生态系统; 数据要素; 人工智能; 先进制造业

一、引言

在全球新一轮科技革命与产业变革交织的背景下, 人工智能技术与数据要素的深度融合正成为重塑制造业竞争格局的核心驱动力。本文基于创新生态系统与数据要素双重视角, 系统探讨人工智能驱动先进制造业高质量发展的协同逻辑与实践路径。研究聚焦于数据资源化—产品化—资本化的价值跃迁机制, 剖析“政产学研用”协同网络的构建路径, 揭示人工智能通过算法优化、数据赋能与主体协同重构制造业全链条的作用机理。研究旨在为突破传统制造系统的经验依赖与局部优化局限, 构建自感知、自决策、自进化的智能制造体系提供理论支撑与实施框架, 为新质生产力培育与产业竞争力提升提供创新范式。

二、人工智能驱动制造业高质量发展的理论基础

2.1 创新生态系统

创新生态系统理论源于生态学与经济学的交叉融合, 早期研究中, Frosch & Gallopoulos (1989) 首次将生态系统理论引入产业研究, 强调产业系统与自然环境的互动。随后, Cooke (1992) 提出“区域创新系统”理论, 将创新主体与制度环境结合。21 世纪以来, 学者进一步拓展理论边界, 提出“创新生态系统”概念, 强调开放性、协同性和动态演化性 (李万等, 2014)。创新生态系统是一个由政府、企业、高校、科研机构、金融机构以及中介组织等多元主体共同构成的开放式创新网络。各主体之间通过知识流动、技术转移、资源共享以及合作研发等多种方式紧密相连, 协同互动, 共同致力于技术创新与价值创造。在技术产业化加速背景下, 人工智能产业创新生态系统理论框架基本搭建, 该模型包含创新主体群落、创新生态环境及创新评价三大核心模块, 以提升企业与产业国际竞争力 (张治河等, 2023)。 (施锦诚等, 2024) 则从技术架构、组织架构和产业链架构的多重嵌入视角, 系统解析了大模型产业生态系统的结构特征, 并构建了涵盖产业链自主可控水平、技术创新能力强度、创新生态成熟度三个核心维度的综合竞争力评价体系。这些研究为人工智能产业生态系统的构建与优化提供了理论支撑和实践指引。

2.2 数据要素理论

数据要素是指通过数字化手段采集、存储、传输、处理和分析后, 能够形成具有经济价值、可量化且

基金项目: 安徽省科研计划编制项目人文社科类重点项目“融合应用“科技+绿色金融”赋能新质生产力发展”(项目编号:2024AH052674);

作者简介: 卜谊榕(1995—), 女, 助教, 研究方向产业经济、大数据财务会计;

可交易的数据资产。在数字经济时代，数据作为一种新型生产要素，与传统生产要素相互融合、协同作用，成为驱动产业发展与创新的关键力量。从作用机制来看，数据要素可以降低经营决策的信息不对称性，优化生产要素配置效率，加速技术创新迭代周期，显著提升数字化转型效能（徐晔等，2024）。在宏观经济层面，则通过降低交易成本、优化要素配置效率、提升全要素生产率，推动传统产业转型升级与新兴产业培育发展（孙明茜，2025）。在新一代信息技术革命推动下，人工智能、大数据、云计算等战略性新兴产业也构成未来产业创新发展的核心资源。数据要素与人工智能的双轮驱动（张夏恒等，2024）通过技术创新赋能实体经济数字化转型，显著提升全要素生产率（吴武清等，2024），为新质生产力培育提供核心动力源。

2.3 人工智能驱动

人工智能驱动是指将机器学习、深度学习、自然语言处理、计算机视觉等人工智能技术广泛应用于先进制造业的生产、管理、服务等全链条环节，实现生产过程的智能化控制、管理决策的智能化支持以及服务模式的智能化升级，从而提升先进制造业的生产效率、产品质量和创新能力，推动产业向高端化、智能化方向发展。例如，在智能工厂中，利用人工智能算法对生产线上的传感器数据进行实时分析，可实现设备的故障预测与预防性维护，避免生产中断；运用计算机视觉技术对产品进行质量检测，能够快速、准确地识别缺陷，提高产品质量；借助自然语言处理技术实现智能客服，提升客户服务效率与满意度。

三、人工智能与双要素的协同逻辑

3.1 数据要素视角下的价值挖掘

在数字经济蓬勃发展的时代，数据已成为关键生产要素，数据资产化成为激活数据要素市场的核心环节。数据交易市场的繁荣为数据资产化提供了流通渠道。通过数据资产化，企业能够将数据转化为可交易的资产，实现数据的经济价值，为 AI 驱动先进制造业发展提供资金支持与数据资源保障。

在先进制造业生产流程中，数据驱动决策发挥着关键作用。时序数据库能够高效存储和管理时间序列数据，为生产过程的实时监控与分析提供支持。机器学习算法则可以从海量数据中挖掘潜在模式与规律，为生产决策提供科学依据。李培根院士曾提出“暗数据”挖掘概念，强调从企业日常生产中产生的未被充分利用的数据中提取有价值信息。制造企业可以通过对生产线上传感器产生的“暗数据”进行挖掘分析，发现生产环节中存在的潜在质量风险点，提前调整生产参数，优化生产流程，从而提高生产效率与产品质量。

AI 算法在数据处理方面具有强大能力，能够实现数据价值的深度挖掘。在供应链管理中，AI 算法通过对市场需求数据、库存数据、物流数据等进行综合分析，并利用运筹学算法和机器学习模型来最终实现智能调度、库存优化和物流路径规划，优化供应链全流程。低代码平台的出现为数据产品创新提供了有力支持，降低了数据应用门槛，使更多企业能够参与数据产品的开发与创新。低代码平台还允许业务人员和技术人员协作开发，促进业务与技术的深度融合，使数据产品更贴合企业实际业务需求。通过数据产品创新，企业能够将数据转化为具有商业价值的产品与服务，拓展业务领域，提升市场竞争力，推动先进制造业数字化转型与创新发展。

3.2 创新生态系统视角下主体协同机制

在创新生态系统中，构建“政产学研用”协同网络是加速人工智能技术成果转化、推动先进制造业高质量发展的关键路径。政府在创新生态系统中扮演着至关重要的引导角色，其政策支持与基础设施建设对人工智能驱动先进制造业高质量发展起着关键的推动作用。政府通过制定税收优惠政策，对采用人工智能技术进行绿色生产的先进制造企业给予税收优惠，降低企业的运营成本，鼓励企业积极投入绿色制造技术研发与应用。在财政补贴方面，政府设立专项基金，对购置环保型人工智能生产设备的企业给予补贴，推动企业加快设备升级换代，提高生产效率与绿色化水平。政府还积极加强数字基础设施建设，为先进制造企业实现智能化生产提供了高速、稳定的数据传输保障，为人工智能技术的应用提供充足的数据资源。链主企业在先进制造业创新生态系统中处于主导地位，企业负责牵头技术攻关与供应链协同创新，对提升整个产业链的竞争力至关重要。高校与科研机构是创新生态系统中的重要技术支撑力量，通过产学研合作，为先进制造业提供前沿技术研发、人才培养等服务。高校与科研机构拥有丰富的科研资源与专业人才，能够开展基础研究与前沿技术探索。在人工智能与先进制造业融合领域，高校科研团队开展机器学习算法优化、智能控制理论等基础研究，为人工智能技术在先进制造业中的应用提供理论基础，同时进一步通过与

企业合作开展项目研发，将科研成果转化为实际生产力。高校还通过培养相关专业人才，为先进制造业输送新鲜血液，满足企业对人工智能与先进制造技术复合型人才的需求。人工智能通过技术赋能重构多主体协同的创新网络，并加速知识溢出效应的扩散。AI 技术的复杂性要求产学研主体突破传统的线性合作模式，转向开放化、网络化的协同创新。

四、人工智能驱动制造业高质量发展的实践路径

4.1 人工智能对制造业全链条技术融合

人工智能对制造业全链条的技术融合，本质上是通过数据-算法-算力的三维技术范式，对传统制造系统进行系统性重构。这种重构以物理世界与数字世界的深度耦合为特征，通过算法对制造流程进行全局建模与动态优化，突破传统制造中存在的经验主义、局部优化和静态决策的局限，推动制造系统向具有自感知、自决策、自进化能力的智能形态演进。在设计环节，人工智能通过建立设计参数与性能目标的非线性映射关系，实现设计空间的智能化拓展。利用生成式设计模型将工程师经验与历史数据进行编码，再通过对抗训练和强化学习，AI 系统可以自主搜索满足多约束条件的最优解决方案组合，突破人类设计师的认知边界。这种设计范式创新驱动制造业从“经验驱动”向“智能驱动”重大转变。在生产环节，要强化 AI 技术在制造系统的动态调控能力。传统生产控制依赖预设的工艺参数，难以应对复杂工况。AI 通过构建生产过程的数字孪生体，实时融合设备传感器数据、环境参数与物料特性，运用时序预测模型进行多尺度建模。基于模型预测控制与深度强化学习，可优化工艺参数并动态调整生产节奏，使制造系统在扰动环境下保持稳定运行。这种动态优化机制不仅可以提高产品质量一致性，还通过实时能耗物耗最小化实现绿色制造。在服务环节，通过 AI 技术重塑制造价值链的价值创造逻辑。用 AI 赋能的主动服务系统取代传统被动式售后服务，融合设备运行数据、用户行为数据与环境数据，构建全生命周期服务知识图谱，进而实现预测性维护与服务资源精准配置。同时，利用 AI 需求挖掘算法通，分析用户操作日志等非结构化数据，提炼潜在需求特征并反馈至设计生产环节，形成“服务-设计-生产”的闭环价值流。

4.2 数据要素重构价值链

数据要素重构价值链的本质是数据资源化到资源产品化再到产品资本化的三级跃迁，将制造业从“物理实体运营”升级为“数字孪生运营”。在这一过程中，数据不仅是生产过程的记录载体，更成为驱动制造系统自适应、自演进的核心生产要素。

在数据治理体系构建方面，首先要建立统一的工业数据分类与元数据标准，定义数据接口规范，解决多源异构数据的对齐问题。其次要设计数据清洗、去噪、标注的自动化流程，构建覆盖“采集-存储-应用”的质量追溯体系。同时，要基于区块链与隐私计算技术，建立数据确权、分级授权、跨境流动的合规框架，实现“数据可用不可见”的安全共享模式，破解数据孤岛与隐私泄露矛盾。在数据技术支撑体系方面，要大力构建数据中台，提供标准化数据服务接口，支持快速开发预测性维护、智能排产等场景应用。

在数据价值转化体系方面，通过数字孪生技术构建虚拟制造系统，注入实时生产数据进行仿真推演，动态优化工艺参数并生成决策建议，形成“感知-分析-执行-反馈”的生产链条。同时开发数据订阅服务、数据质押融资等新型交易形态，将数据资源转化为可持续的现金流与资本溢价。最终要整合研发端、生产端、服务端，构建跨生命周期数据图谱，驱动产品迭代。

在数据生态协同体系方面，要推动制造业与金融、物流、能源等领域的数据联邦学习，通过多行业数据关联分析发现系统性优化机会；还要实现政产学研的深度联动，形成“数据开源社区-商业化应用-反哺基础研究”的创新循环。

4.3 多元主体共建创新网络

人工智能与先进制造的深度融合，本质上是跨领域、跨层级的系统性工程，需通过政府、企业、科研机构等多元主体的深度协同，构建开放共生、动态演化的创新生态系统。政府的核心作用在于通过顶层设计与制度供给，为生态协同奠定结构性基础。一方面，通过算力网络、数据开放平台等新型基础设施建设，降低人工智能技术的应用门槛，制定数据流通标准来促进跨域共享；另一方面，通过政策法规引导生态演进方向，如完善知识产权保护机制激发创新活力，设立专项基金支持共性技术攻关，构建兼顾安全与发展的监管框架。政府的角色从“管理者”转向“赋能者”，通过规则设计平衡各方利益，确保生态的可持续进化。在企业端要激活生态价值网络。企业作为技术落地的主体，需在生态中承担“链主”与“枢纽”的双重职能。龙头企业依托技术积累与场景优势，搭建开放共享的技术平台，将核心能力模块化、工具化输

出,例如开放 AI 开发框架、工业算法库等资源,降低中小企业智能化改造成本;中小企业则聚焦垂直场景创新,通过接入平台资源快速实现技术适配,并将实践经验反哺生态优化。企业间通过数据共享、联合研发等协作机制,构建起从研发到市场的全链条价值网络。在科研端要突破生态能力边界。科研机构是生态系统的创新引擎,其核心使命在于突破人工智能与制造融合的底层技术瓶颈。一方面,聚焦基础理论研究和前沿技术探索,另一方面,通过产学研深度合作推动知识流动。科研端的创新不仅为生态提供技术储备,更通过知识溢出效应带动整体能力升级。

多元主体的协同并非单向传导,而是通过资源交互与反馈调节形成的动态平衡。政府通过政策工具引导资源流向关键领域,企业将市场需求转化为技术攻关方向,科研机构以前沿突破反哺产业升级,三者形成“需求牵引-技术供给-制度保障”的三角支撑结构。在此过程中,数据、算法、算力等要素通过标准化接口自由流动,技术扩散从“中心辐射”转向“多点互联”,最终形成去中心化的创新网络。这种网络具备自组织、自适应特性,能够通过主体间的持续互动,动态调整技术路线与协作模式,实现生态系统的韧性生长。

五、结论

本研究构建了创新生态系统与数据要素协同驱动人工智能赋能先进制造业高质量发展的理论框架。研究表明,数据要素通过“资源化-产品化-资本化”三级跃迁重构制造业价值链,而创新生态系统通过“政产学研用”协同网络实现技术扩散与价值创造。实践路径呈现为数据-算法-算力三维技术范式对制造全链条的系统性重构,以及政府引导、链主企业主导、科研机构支撑的多元主体协同机制。研究揭示,这种双要素协同模式通过算法优化资源配置效率、数据激活创新生态、协同突破技术瓶颈,为制造业向高端化、智能化、绿色化演进提供了理论支撑与实施路径,对新质生产力培育与全球产业竞争格局重塑具有重要启示。未来研究可进一步深化数据要素市场化配置机制与跨产业生态协同效应的实证分析。

参考文献:

- [1]唐露源,谢士尧,徐源.大模型产业创新生态系统构建及风险识别研究[J/OL].科学学研究,1-12[2025-04-01].
- [2]张治河,高中一.人工智能产业创新生态系统模型的构建与分析[J].科研管理,2023,44(10):10-21.
- [3]施锦诚,王迎春.大模型创新变革:新模式、新挑战与新趋势[J].中国科技论坛,2024,(07):31-40+51.
- [4]尹西明,钱雅婷,武沛琦,等.数据要素向新质生产力转化的理论逻辑与典型实践路径研究[J/OL].科学学与科学技术管理,1-27[2025-04-01].
- [5]徐翔,李帅臻,李涛.数据要素赋能新质生产力形成:逻辑、机理与路径[J].经济社会体制比较,2024,(06):41-50.
- [6]孙明茜.数据要素赋能绿色低碳发展的理论逻辑与实践路径[J].西南金融,2025,(02):44-55.

Study on High-Quality Development of Advanced Manufacturing Driven by Artificial Intelligence from Dual Perspectives

Yirong Bu¹

¹ Smart School of Finance and Economics, Anhui Vocational and Technical College, Anhui, China

Abstract: From the perspectives of the innovation ecosystem and data elements, this paper explores the collaborative mechanisms and practical pathways for artificial intelligence (AI) to drive the high-quality development of advanced manufacturing. Data elements reconstruct the manufacturing value chain through a three-stage transformation of "resourceization — productization — capitalization," while the innovation ecosystem relies on a collaborative network guided by the government, led by leading enterprises in the industrial chain, and supported by university research to promote technological innovation and industrialization. The dual-element collaborative model optimizes resources through algorithms, activates the ecosystem with data, and breaks bottlenecks via entity collaboration, providing a theoretical and implementation framework for the high-end development, intelligent transformation, and green development of the manufacturing industry.

Keywords: Innovation Ecosystem; data elements; artificial intelligence; Advanced Manufacturing