

人工智能三重赋能制造业升级转型的机理与路径分析： 以汽车产业为例

郭 玥^{1,2}, 余 江^{1,2}, 张贝贝¹

(1. 中国科学院科技战略咨询研究院, 北京 100190;

2. 中国科学院大学公共政策与管理学院, 北京 100049)

摘 要:人工智能是新一轮科技革命和产业变革的核心驱动力。本文以汽车产业的典型企业为例, 基于“行为赋能—模块赋能—系统赋能”的三重赋能逻辑, 剖析人工智能技术赋能产业升级转型的内在机理和路径。研究发现, AI 通过数据、算力、算法、模型和连接基础能力, 形成感知、分析、决策行为, 促进价值链模块的解构、整合和优化; 实现生态系统层面的合作网络拓展、多元价值共创、生态系统适应性和韧性增强, 最终形成多层次创新产出。研究进一步归纳出 3 种差异化赋能路径: 五向协同全方位转型路径、聚焦重点跨领域快速转型路径和外部赋能底层支撑转型路径, 研究结论系统性丰富了产业创新生态系统视角下 AI 赋能机制研究, 为 AI 赋能产业升级转型提供实践借鉴。

关键词:产业创新生态系统; 人工智能; 升级转型; 机理分析; 路径分析

中图分类号:F426; TP18

文献标识码:A

文章编号:1005-0566(2025)11-0056-13

Mechanism and path analysis of artificial intelligence triple empowering manufacturing upgrading and transformation: Multiple case study of the automotive industry

GUO Yue^{1,2}, YU Jiang^{1,2}, ZHANG Beibei¹

(1. *Institutes of Science and Development, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100190, China;*

2. *School of Public Policy and Management, University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China*)

Abstract: Artificial intelligence (AI) has emerged as a foundational driver of the ongoing technological revolution and industrial transformation. Drawing on case studies of leading firms in the automotive sector, this study develops a theoretical framework grounded in a tripartite empowerment logic—behavioral, modular, and systemic—to explicate the mechanisms through which AI enables industrial upgrading and transformation. The findings reveal that AI, by mobilizing core infrastructural capacities in data, computing power, algorithms, models, and connectivity, facilitates intelligent behaviors of perception, analysis, and decision-making. These capabilities restructure value chains through modular decomposition, integration, and optimization; simultaneously, they catalyze the expansion of collaborative networks, foster multi-actor value co-creation, and enhance the adaptability and resilience of innovation ecosystems—

收稿日期:2025-01-09 修回日期:2025-05-16

基金项目:国家自然科学基金重点项目(72334007,71834006);教育部哲学社会科学研究重大课题攻关项目(20JZD022)。

作者简介:郭玥(1996—),女,河北邯郸人,中国科学院科技战略咨询研究院博士研究生,研究方向为数字技术创新、产业政策。通信作者:余江。

culminating in multi-level innovation outcomes. Furthermore, the study identifies three distinct AI empowerment pathways: (1) an all-encompassing transformation via five-dimensional synergy, (2) a rapid, cross-domain transformation focusing on strategic leverage points, and (3) a foundational transformation driven by externally embedded AI capabilities. This research contributes to the theoretical enrichment of AI-enabled industrial transformation from an innovation ecosystem perspective and offers actionable implications for policy and practice.

Key words: industrial innovation ecosystem; artificial intelligence; upgrading and transformation; mechanism analysis; path analysis

产业是生产力变革的具体表现形式,培育和发展新质生产力必须加快建设现代化产业体系。习近平总书记高度重视促进人工智能与实体经济深度融合以加快发展新质生产力,为高质量发展提供新动能。大国科技博弈日益加剧,全球产业链重组,传统产业面临供应链中断、市场流失、技术迭代、人才失衡等多重挑战,亟须向高端化、智能化、绿色化方面转型。人工智能作为引领新一轮科技革命和产业革命的战略性技术^[1],将会成为带动传统产业升级转型、催生新兴产业,建设现代化产业体系的重要抓手。世界主要国家已布局AI相关产业政策,我国也正加速推进系统化部署。党的二十大报告指出,要构建人工智能等一批新的增长引擎。2024年1月,国务院常务会议强调,要以人工智能和制造业深度融合为主线,以智能制造为主攻方向,以场景应用为牵引,加快重点行业智能升级。

人工智能通过多维度赋能机制推动产业变革,不仅体现为替代劳动力和提升生产效率^[1-2],更延伸至数据场景融合、价值链优化、平台生态建设及跨界创新等方面^[3-4]。在传统产业领域,AI赋能实质是通用目的技术与传统产业专用性技术的多元化组合^[5]。现有研究已经关注到AI在经济发展中的重要作用,但聚焦技术和企业层面,对产业的关注和研究不足。因此,本文基于价值链和创新生态视角,结合汽车制造业升级转型实践,探索人工智能驱动产业升级转型的机理和路径,构建理论框架,为建设现代化产业体系提供理论参考和实践借鉴。

一、理论基础

(一)数字化转型

数字化转型作为技术范式革新的核心路径,正重构经济价值创造机制。从技术视角出发,数

字化转型由信息技术变革驱动,通过引入和整合移动、社交媒体和智能嵌入式设备等新数字化技术,为利益相关者提供更高效的经济价值创造过程^[6-7]。Adner等^[8]认为数字化转型的本质突破体现为三重技术属性:数字化表达使信息可计算化,泛在连接重构主体交互网络,数据聚合释放新型决策维度。这些特性改变了组织内部运作逻辑,重塑了产业竞争格局与协作范式,推动经济系统向智能化生态演进。数字技术的通用性具有产业渗透优势,推动全领域生产要素重组^[9];数据要素的非竞争性,通过降低交易成本、优化资源配置提升生产率^[10-11]。在企业层面上,数字化转型是企业通过新一代数字技术,实现业务升级和组织变革的根本性转型^[12],其实质是组织为了保证最高效率的价值增值,使组织内分工对技术变革进行适应性调整^[13],达到提升效率、创新管理、重塑商业模式和价值增长方式等多重目的^[14]。在产业层面上,数字技术的应用,改变了传统的商业逻辑,为产业发展注入新的活力^[15]。

(二)数字化转型与价值链

在价值链层面探讨数字化转型的研究相对较少。然而,数字化转型对制造业生产效率、全球价值链分工和劳动力需求的相关研究,间接证明了其对制造业企业价值链的赋能作用。数字化转型有利于促进制造业企业价值链上游研发创新和下游服务运营,推动了其向“微笑曲线”两端高附加值环节攀升^[16]。如人工智能通过提升生产效率、优化价值链连接、降低全球价值链成本及推动产业融合,系统性助力制造业企业价值链攀升^[17-18]。

(三)数字化转型与产业创新生态

在系统层面上,AI凭借其渗透性、广泛性和开放性逐渐驱动创新要素重组与生态网络重构,使

数据从支撑资源转化为直接参与价值创造的关键要素^[19-20]。AI 赋能下产业创新生态系统的价值共创机制沿双重路径进行优化。一是通过数字技术资源的产品化嵌入重构价值生产流程^[21-22]；二是优化主体间知识流动与资源匹配效率,形成响应市场的创新网络^[23]。在产业创新生态系统中,核心成员通过资源共享与多元互动实现阶段性演进^[24-26]。AI 深度赋能下,系统呈现非线性演化、异质协同与自生增长等演化特征,加快产业边界融合与新业态生成^[27-28]。

价值链理论和产业创新生态理论具有差异性和互补性。前者关注线性供应链的静态优化,后者关注多元主体的动态协同^[29]。Kapoor^[30]认为价值链从微观角度审视企业内部运作,生态系统从宏观角度探讨外部参与者对企业价值创造的贡献。生态系统的结构性边界可塑性使得企业能够跨越传统价值链的界限重构行业分工逻辑^[31]。数字技术的嵌入驱动二者协同演进,将企业价值链从内部延展至跨企业的创新生态系统^[32],且推动价值链模块化变革^[31],增强组织间的互操作性与自主性,实现高效协同。数字化转型既提升链内运营弹性,又通过分包协作赋能中小企业生态嵌入,促使企业服务模式从封闭体系转向多主体协作,为中小企业融入高端创新生态创造条件^[33]。可见,价值链的增值能力越来越依赖其所嵌入的生态系统。

综上所述,AI 技术对传统产业赋能机制颇受关注,但现有研究维度和视角较为分散和割裂,本文将聚焦中观产业层面,将数字化转型与价值链理论、产业创新生态系统理论相结合,构建“行为—模块—系统”的三重 AI 赋能理论框架,形成“微观行为迭代—中观模块协同—宏观系统演化”的传导链条,系统分析 AI 赋能传统产业升级转型的内在机理和实现路径。

二、研究设计

(一) 案例企业选择

本文采用探索性多案例研究方法,分析复杂情景和过程^[34],强化研究结论的普适性、稳健性和精炼性^[35]。本文选择吉利汽车(以下简称“吉

利”)、小米汽车业务(以下简称“小米”)以及阿里云在汽车领域的实践为研究对象,分别代表传统车企转型、科技企业跨界造车、技术服务商基础赋能三类 AI 赋能案例。所选案例企业均具有行业先进性,同时在产业链环节、AI 应用能力结构、战略转型动因与技术路径演化上具有差异性和互补性,有助于归纳总结 AI 赋能汽车产业的通用性机理和差异化路径。

吉利是中国领先的民营整车集团,具备完善的产业链控制与较高的市场占有率,在电动化和智能化转型中处于先导地位。吉利是较早推进数字化转型的传统车企,并通过构建平台和生态合作网络,利用数字技术赋能其他合作伙伴^[36]。

小米作为数字技术企业,通过生态协同与用户场景切入汽车产业,其借助“人—车—家”一体化战略,将 AI 深度嵌入产品体系。据报道,2025 年小米的研发投入预计达 300 亿元,AI 及相关业务占四分之一。小米从智能手机到智能设备再到智能电动汽车,是基于数字技术不断拓展产业生态和场景的典型示例。

阿里云作为国内领先的云计算和 AI 基础设施服务商,在“车路云”协同体系中发挥了重要作用,是技术服务型企业从外部赋能的典型示例。其构建了 ET 城市大脑、Apollo 车路协同平台、飞天云操作系统等多层次智能汽车关键基础设施,还与上汽奥迪、上汽、吉利、小鹏等多类型车企形成合作,国际数据公司(IDC)发布的《中国汽车云市场(2024 上半年)跟踪》显示,在汽车云领域,阿里云市场份额提升至 35.5%,连续四年稳居第一。

(二) 数据收集与分析

1. 数据收集

研究团队对三家目标企业开展了现场调研和深度访谈,访谈对象涉及企业高管、技术研发人员、战略政策规划人员、用户等。针对不同群体设计个性化提纲,围绕数字技术能力、转型战略、AI 应用、外部环境生态构建等主题,共获得一手资料约 7 万字。同时,收集企业网站报道、官方新闻发布、公开报道等二手资料共约 16.5 万字及相关行业报告 380 份;通过中国知网、WoS 等数据库收

集到有关三家企业的研究文献 25 篇。对研究数据进行三角测量和交叉验证,以提高研究发现的准确性、严谨性和可验证性。

2. 数据分析

在案例研究过程中,按照 Strauss^[37] 的编码技术和程序以保证研究信度和效度。首先,采用开放编码,标签化标记与案例素材相关的段落、句子、短语或单词,得到 AI 赋能行为、模块、系统层面的具体概念化特征。其次,进行轴向编码,将概念化和范畴化的维度要素进一步分组为智能化、网

络化等主范畴作为核心构念。最后把主范畴与其他范畴系统地整合成“故事线”,并通过资料与正在成型的理论互动来完善各个范畴及相互关系,从而建立理论模型。为确保理论饱和,本文采用两项策略验证:一是在数据编码与分析中持续迭代,遵循理论抽样原则,动态补充并比对一手与二手资料,直至不再出现新范畴;二是在初步编码后,补充三家企业的最新公开资料,亦未发现新增范畴,进一步验证理论饱和。具体的编码框架如图 1 所示。

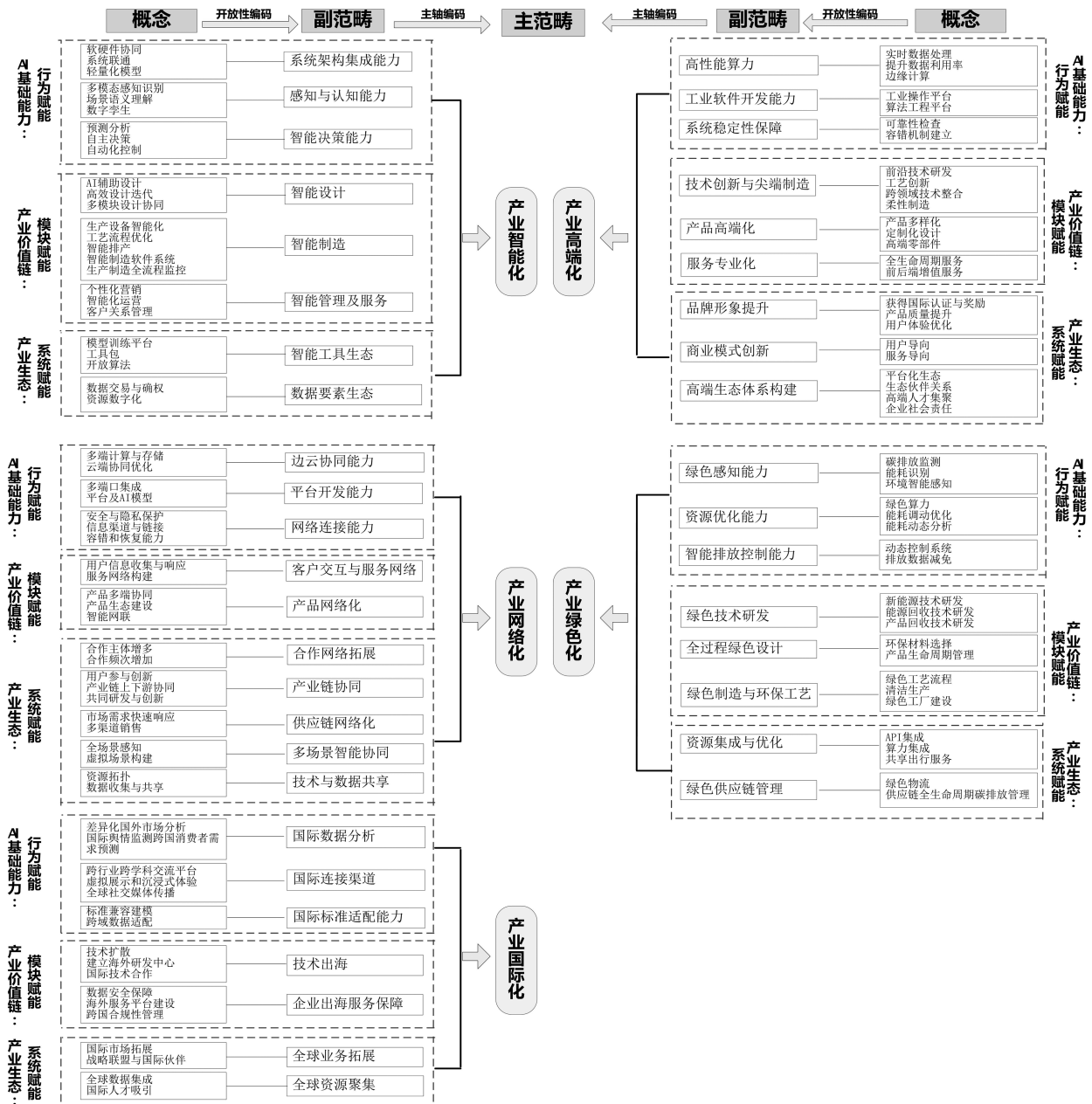


图 1 编码框架

三、案例分析

(一) 基于 AI 基础能力的行为赋能

在行为层次,人工智能技术具有自主性和互动性,进而拥有更强的系统整合能力和创新涌现能力。根据案例分析发现,人工智能技术基于数据、算法、算力、模型、连接主要发挥了“感知—分析—决策”能力,赋能汽车产业升级转型。感知能力,能够使系统在复杂环境中识别、解读信息,是实现用户交互与智能驾驶的基础,也直接影响着生态系统的创新效率和动态适应性。分析能力是将数据转化为决策的关键,是实现创新和资源配置的重要环节,对企业层面的运营效率与创新能力以及产业层面的技术生态与市场结构都有重要影响。决策能力建立在模型训练与自主学习基础上,是基于感知能力发展出的认知能力,能够有效促进主体协作和活动,推动生态系统快速响应与动态适应。基于这些能力 AI 可以全方位、多层次赋能汽车产业升级转型。

(二) 基于产业价值链的模块赋能

在价值链层次, AI 从原材料选择到零部件研发,再到最终产品销售以及售后服务,赋能汽车产

业全过程。其不仅提高了模块效率,还通过增强模块间协同,推动了模块的动态优化与集成,从而实现了超越传统模块分工的价值创造。价值链层面的赋能效果包括:价值链解构—价值链整合—价值链优化。

价值链解构是指对传统汽车产业价值链模块的重新划分和调整。AI 提升了上下游信息的可见性,打破了传统线性结构,使价值链呈现非线性、动态与协同特征。其网络效应模糊了行业边界,促进跨领域交叉创新,催生新产业形态并加速传统产业转型升级。价值链整合是协调和重组各个模块,有效融合分散的资源、能力和流程。AI 赋能使企业价值链活动范围更广泛,向上游供应源或下游消费者延伸,如基于用户的全生命周期管理、参与上游材料选择等。许多整车企业正从单一的汽车制造向提供移动出行服务转型,以获取实现倍速增长的“第二曲线”。价值链优化是指依托 AI 优化各个模块,并实现模块间的高效网络连接,提升整体附加值,从而在市场中获得更大的利润空间和竞争优势,包括提高生产线质量和稳定性、市场响应灵活、用户参与创新、产品多样性增加等。

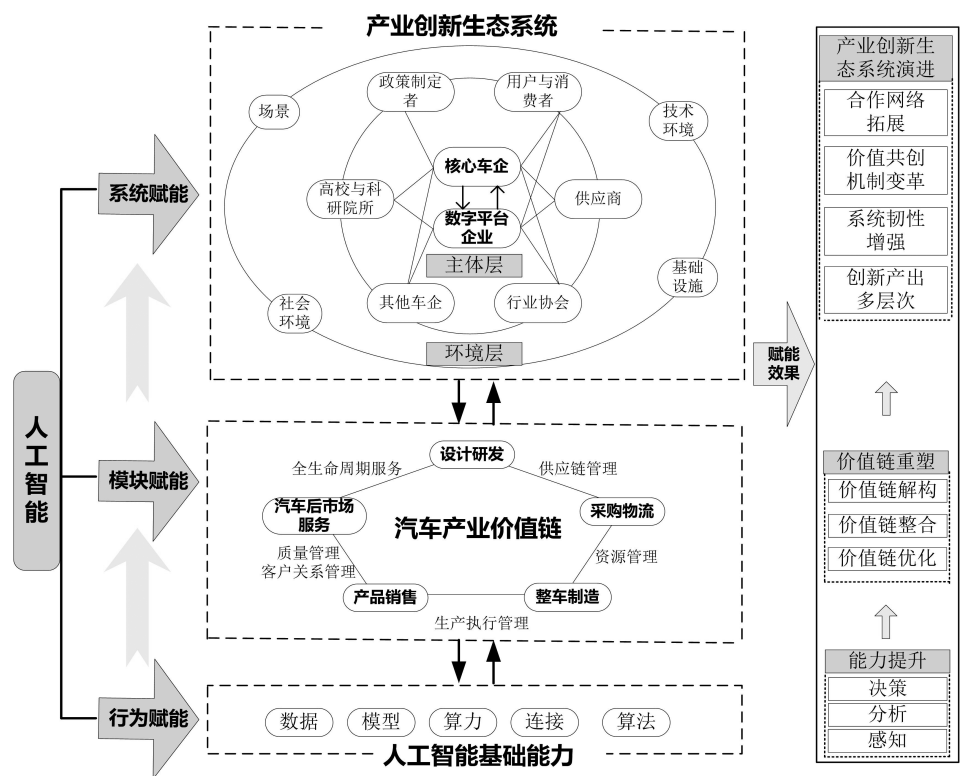


图2 人工智能技术赋能汽车产业升级转型的理论模型

(三)基于产业创新生态的系统赋能

在产业创新生态层面上,赋能效果表现为合作网络拓展、价值共创机制变革、系统韧性增强和创新产出多层次。

合作网络拓展表现为产业创新生态系统内主体扩容与多元化,强化人机协同和主体互动、促进合作网络智能高效协同。AI推动了生态系统内部主体角色和关系的调整和优化,新的参与者(如科技、通信、出行服务企业等)不断涌入,旧的参与者可能被淘汰或转型。组织形态也逐渐由实体型向虚拟化、智慧化、共生化演进。车联网与云平台技术使企业与客户、供应商等实时互动,打破传统组织限制,实现低成本高效率的协同运营。这种合作不仅是“点对点”的连接,更是系统之间的整体性融合嵌入。

价值共创机制变革的核心是AI促进潜在价值挖掘和新价值创造,进而带动价值创造、占有、分配和共享机制的连锁变化。AI嵌入汽车产业创新生态中,使价值来源从物理资产转向数据、算法、用户体验与客户关系,强化个性化服务与绿色制造,实现数据与环境双重价值挖掘。AI的固有属性如通用性、可复制性和非消耗性改变了传统价值占有逻辑,数据资源的流动性、循环利用性和共享性也促使企业向创新驱动、共享导向的资源配置转型。为此,在产业生态中形成适应资源动态管理和配置的智能化约束机制,通过智能合同和智能监管等手段,明确各方权责,提升系统治理能力。

产业创新生态系统韧性增强,指汽车产业面对外部冲击和内部变化时的适应、响应和恢复能力得到提升。AI通过精细化用户管理、个性化服务、提高系统兼容性等手段,强化系统的灵活性与稳定性。例如,云存储与隔离技术可缓解硬件故障风险,保障服务连续性;智能汽车可通过云端快速响应硬件问题,提升安全性。此外,AI的自主学习与模型调整能力进一步提升系统的自适应与自我优化水平,从而增强整体生态系统的动态韧性。

创新产出多层次是指人工智能技术的应用帮助汽车产业丰富了企业、产业和社会3个层面上的整体产出。在企业层面上主要体现在其产品、服

务、市场占有率和品牌影响力的变化上;在产业层次上体现为生产效率提升、商业模式创新、产业链协同、虚拟集聚加强等;在社会层次上体现为用户生活便利、驾驶安全提升、绿色低碳等。

四、AI赋能产业升级转型的路径

(一)AI赋能产业升级转型的五大路径

1. 产业全流程赋能的智能化路径

AI赋能的智能化转型贯穿汽车产业价值链的各个模块。在设计阶段,AI加速设计流程,提高设计质量,并提供数据支持和新思路助力方案优化和创新。在研发阶段,基于人机互动,可将隐性知识显性化,帮助研发团队打破传统的思维模式和认知局限,并利用大数据分析、算法优化和虚拟场景构建等手段,预测产品的性能和市场反应,及时响应用户需求,全方位提升研发质量、速度和效率。在制造阶段,AI助力智能工厂建设,通过实时监控、智能调度、自动化生产等,实现降本增效、节能减排、生产稳定性与柔性提升。在营销阶段,AI重构交易结构、强化用户交互,重塑商业逻辑,使汽车超越传统的出行工具范畴,成为消费者日常生活的重要组成部分,消费者在购买产品的同时,也在购买一系列相关的服务。在企业管理中,AI助力手动、线性和孤立的企业管理模式向智能化、高效化、互联化发展,强化组织应对复杂商业环境和挑战的能力。

2. 基于用户需求的高端化路径

随着汽车产业迈入电动化与智能化时代,市场竞争主体越来越多元,互联网企业与新创品牌涌入,传统车企纷纷布局子品牌,品牌格局面临重塑。依托电动化、智能化、网联化领域的技术优势,中国汽车企业的品牌形象逐渐提升,AI驱动产业向以用户需求为导向的高端化转型。在产业技术层面,AI通过提升软硬件性能与效率,缩短了技术创新周期,强化企业应对技术变革与市场变化的能力。以自动驾驶为例,AI技术贯穿上游数据采集与算法研发、中游系统集成与平台开发、下游车辆制造与服务全环节,形成了闭环技术创新生态,加快自动驾驶技术商业化落地。在产品层面,AI嵌入提升了产品的多样性、安全性、兼容性,形成更广泛的产品生态。云端技术突破传统的产

和服务边界,促进了跨产品、跨行业的协同创新。其中,智能座舱是汽车零部件高端化的典型代表,也是优化用户驾驶和乘坐体验的重要途径。在商业模式层面,AI 通过互补者关系强化生态合作,同时在供应链与竞争格局中形成新的价值网络。越来越多的车企从以供给侧管理为核心,转向以消费侧、使用侧为核心。相比以传统制造为核心,以服务为核心的价值链具有更长的生命周期,从而创造了更大的利润空间。例如,以 UBI 车险和 ADAS 车险为代表的新型车险模式依托 AI 的感知、分析和决策能力,获取关于驾驶员驾驶情况、车辆使用情况、驾驶环境等信息,从而实现更精准的车险定价,为解决传统车险行业痛点提供了新思路。

3. 产业生态拓展的网络化路径

网络化体现为价值链各模块的网络化连接和多系统融合嵌入。AI 的发展正模糊行业、用户与生产者、人机、产品与服务、虚拟与现实的边界。首先表现为人机协同的网络发展,通过推动“人—车—路—云”的高度协同的车联网建设,充分发挥网络效应,实现知识、技术、工具和产品的深度集成,提升生态系统整体效能。在合作广度拓展上主要体现为数字平台和产业创新生态系统的深度嵌入。类似于阿里云的数字平台企业为传统产业生态系统输入 AI 技术和数字资源实现系统层面的深度嵌入。其发挥数字资源规模化、研发资源集中、模式灵活可调整的优势,使传统产业创新生态的参与者,特别是中小企业,可在短期内提高绩效并加速成长。在垂直领域通过开放创新,深化全产业链融合。产业生态主体通过数据与模型开源、开放社区建设等方式促进开放创新。在基础能力层面,通用大模型加速在汽车领域的垂直应用与场景融合;在产业链层面,实现各环节的紧密协作和资源共享;在系统层面,以车企为核心凝聚产业资源,通过布局智慧交通、能源、娱乐、出行服务、智能驾驶和社交等领域,实现生态效益、用户服务和社会价值的最大化。

4. 以节能减排为核心的绿色化路径

人工智能技术通过感知、分析和决策实现能源利用和碳排放的精准控制,赋能制造端、使用端

和供应链多个方面的绿色化转型。一方面,可以提高碳利用效率并助力减碳。首先,通过技术优化和合理调控提高能源利用效率;其次,通过优化碳捕集技术,将废弃碳转化为燃料或新材料,并赋能电动化转型,降低汽车全生命周期的碳排放。另一方面,可以构建碳管理体系和平台,实现碳足迹追踪管理。通过 AI 整合多源数据,实现碳排放全过程透明化管理,并基于机器学习构建碳排放模型,量化各环节碳足迹。同时,可通过 AI 模拟,优化减排路径。支撑建立企业级碳管理平台,集中展示碳排放数据,助力分析决策和经验共享。

5. 以技术出海为基础的国际化路径

人工智能时代,技术出海、服务出海、品牌出海正成为中国车企国际化的新路径。凭借在智能驾驶、智能座舱和智能网联等领域的前期布局,国内企业已实现关键技术自主化与市场化,产品和服务获得海外用户认可,成为国际化战略的新突破口。汽车国际化已从单纯整车出口,发展为产业链上下游企业积极拓展海外业务。然而,新能源汽车在数据收集与处理方面难度远超传统燃油车,不同国家的数据法规差异也对合规管理提出更高要求。海外数据中心等 AI 基础设施不仅有助于汽车企业快速适应当地市场需求,还能够实现数据本地化处理和管理,确保数据的安全性和合规性、实现海外办公的便捷性,推动国际化发展。

(二) 吉利、小米、阿里云转型模式

结合 AI 赋能效果汇总和各个案例提炼出来的副范畴对 3 个案例企业 AI 赋能转型的差异化模式和路径进行对比分析,分析框架如图 3 所示。

1. 吉利:五向协同全方位转型模式

吉利,作为传统汽车企业在制造与渠道方面具有积累优势,但在智能网联等前沿技术创新中依赖 Tier1 体系(技术供应商),其通过深度自研和外部合作,不断强化 AI 赋能,多方面实现转型。AI 基础能力的提升,支撑了其实现硬件产品、场景应用、出行服务多价值模块的协同,并帮助其构建以制造、软硬件、出行服务为多核心的创新生态。然而,这种转型路径存在投入高、周期长、资源配置困难的缺点。

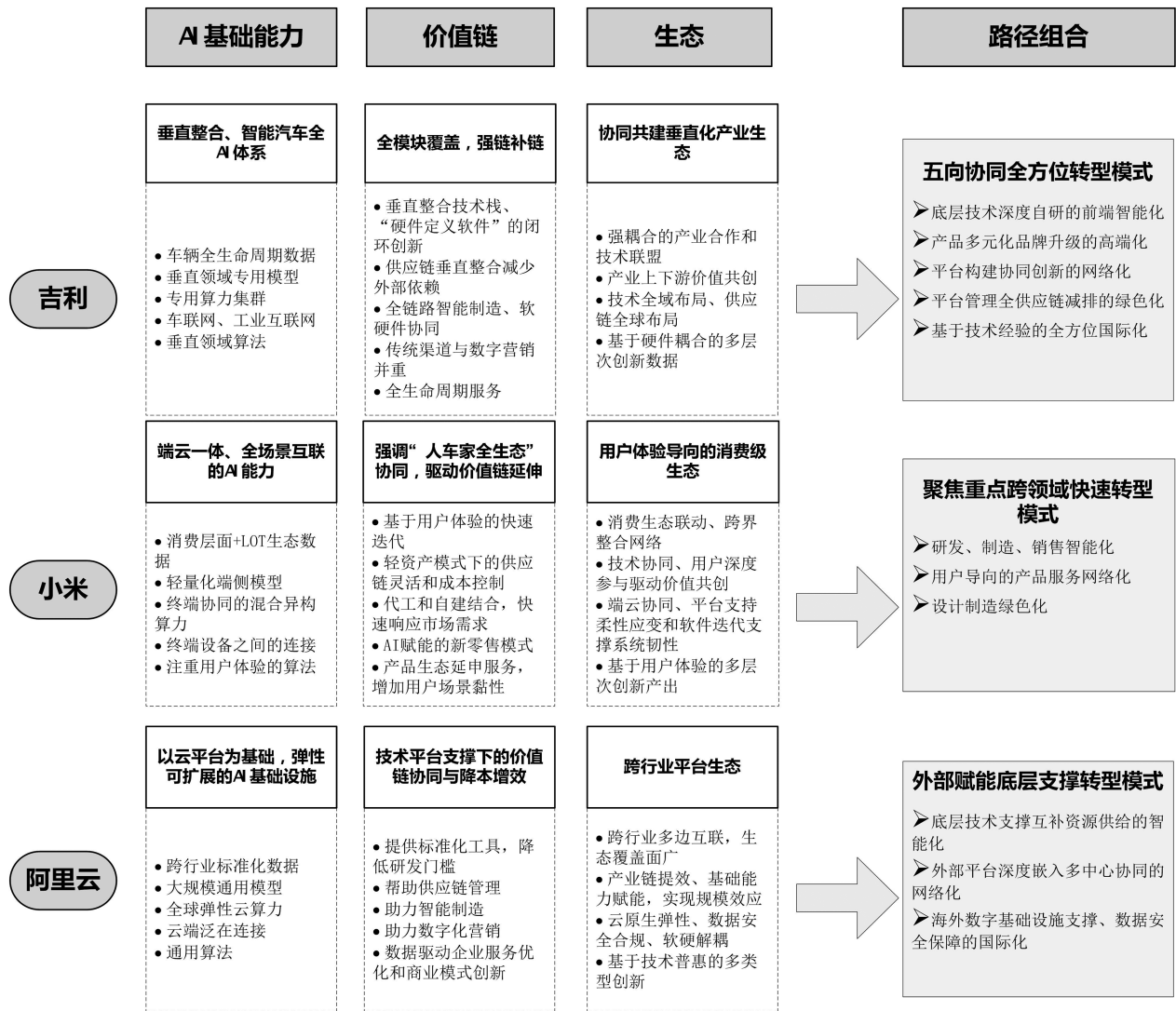


图3 吉利、小米、阿里云差异化转型模式对比分析

吉利的智能化转型聚焦产品设计、研发创新、智能制造与供应链优化等生产流程前端的自主投入,在营销与后市场环节,则通过与 AI 技术服务企业合作实现智能化。其依托星睿智算中心构建算力支撑、融合低轨卫星星座与超 750 万辆智能网联车辆的多模态数据,形成感知网络;通过星睿 AI 垂直大模型与“千里浩瀚”智驾平台的协同研发,强化智能化支撑能力。在设计与研发环节,吉利的智能架构兼容多元化能源并具备模块化优势,使研发效率提升 30%。制造环节,吉利融合 AI 技术打造智能制造系统,突破了传统生产线依赖经验和静态布局的局限,实现了三维空间分析和实时仿真模拟。如其自主研发的全流程汽车仿真生产

系统能有效规避制造风险,强化质量控制。可见,吉利依托 AI 核心能力构建,正逐渐成为智能化汽车产业生态的技术主导者。

在高端化转型方面,吉利依托全栈自研的吉利星睿 AI 大模型、H9 级智能驾驶系统、G-Cloud 云座舱和 ASIL-D 级安全认证等,持续强化人机交互体验与信任机制,为品牌高端化转型提供关键支撑。通过推出模块化架构平台(如 SPA、CMA),吉利实现了整车开发流程的解耦与标准化,其开放性和兼容性优化了价值链分工,使专业化供应商协同开发成为可能,从而降低系统集成成本、提升产品性能。在产品层面,吉利通过“几何”“中国星”“领克”“极氪”等多品牌布局覆盖 10 万~30

万元的不同细分市场,形成多层次产品生态。在品牌层面,凭借 AI 驱动的智能体验与核心技术,提升品牌影响力,以领克为代表的高品质产品成功进入合资品牌竞争圈,推动吉利高端化转型与全球品牌升级。

在网络化转型方面,基于工业互联网建设、加强软硬件集成等吉利与多家技术服务公司形成深度合作,如与阿里云合作优化云端算力和存储,与腾讯等企业共建车联网数字生态,通过工业互联网向生态伙伴提供数字化转型方案。其“自研+合作”模式既强化内部能力、整合外部资源,又缩短研发周期、促进跨界创新,形成汽车制造与 AI 企业的协同效应。通过平台的外溢效应,吉利带动上下游企业共建智能网联生态,推动整车制造商由“整合控制者”向“平台组织者”转型,展现出从线性价值链向多元协同生态系统的演化。

吉利以 AI 技术为支撑,构建“链内降碳—链外赋能”的绿色化转型路径。对内,依托云计算、大数据、边缘计算、物联网等技术及 SaaS 化能力,从绿色集约生产、能源动态配置、碳排放管控、循环材料筛选等方面切入,打通生产和运营环节的能源数据链条,多方位降低自身碳排放。西安“智能吉利 2025”全球灯塔工厂,不仅可实现高效柔性生产,也将在制造周期内实现零废水排放、零废物填埋、零有害物排放的“三零”绿色循环。对外,吉利通过 Geega 工业互联网与“碳云”平台,推动供应链企业碳识别与减排协同,形成覆盖 1 669 家合作伙伴的全产业链减碳生态。通过平台化协同,吉利实现了内部绿色制造与外部生态共治的双向驱动。

在国际化转型中,吉利通过 AI 能力积累与输出,推动其全球化战略由产品出海向体系能力出海升级。依托 AI 驱动的研发、制造与用户交互技术,吉利率先在国内外车展中应用数字人、虚拟导览与 AI 讲解员等新兴技术,重塑品牌体验并强化海外影响力。吉利以 AI 赋能下的技术经验为基础,逐步推动产品、服务、渠道与供应链的全链条国际化,打通从前端设计到后端交付的全球协同

机制。在生态层面,吉利通过技术架构的对外输出参与全球产业体系构建,如 2023 年与 LEVC 在英国发布的空间导向型纯电架构 SOA,标志其从“制造出海”向“架构出海”的战略跃迁。

2. 小米:聚焦重点跨领域快速转型模式

作为跨行业转型的新能源车企,小米依托在智能手机和 IoT 领域积累的技术、渠道与用户基础,形成以科技驱动和生态协同为重点的转型路径,呈现聚焦重点,快速拓展的特征。以“人—车—家”一体化链接战略为核心,小米延伸并重构价值链,快速布局跨界生态;凭借渠道与用户优势强化品牌影响力与市场导入能力,成功将其品牌影响力延伸至汽车领域,形成了强大的市场推广效应和用户黏性,但其也面临行业技术与市场积累不足、市场接受度有待检验等挑战。

在智能化转型方面,小米通过 AI 嵌入提升产品智能化水平和服务个性化水平。小米通过多模态与场景自适应算法融合视觉、语音、传感器等多源信息,精准识别用户需求和场景变化,并驱动端侧模型实时响应,提升服务体验。其轻量化大模型的端侧部署,不仅提升响应速度与数据安全性,而且适配移动场景下的实时服务需求。借助在消费电子领域积累的敏捷研发机制和用户运营经验,其将 AI 技术深度嵌入研发、制造、营销与售后环节,构建了高效协同的智能制造体系。最终,小米形成多终端、多场景的软硬件协同体系,实现跨行业、多设备的深度融合,打造出具有显著差异化竞争优势的智能生态系统。

在网络化转型方面,小米构建面向设备、场景与服务的广域智能网络,以“端—边—云”弹性计算架构实现手机、汽车与 IoT 设备间的算力协同,并以万卡级 GPU 集群支撑自动驾驶等复杂 AI 任务。在通信与感知层面,小米的设备直连与车路云协同融合的泛在连接体系,在弱网或断网环境下可通过本地组网维持核心服务,增强了系统韧性。此外,小米“智能家”平台依托开放接口与 AI 推理能力,实现多品牌设备互联互通与平台级智能交互,进一步支撑了硬件、软件和服务的深度耦

合。其澎湃 OS 系统能够连接 200 多种硬件终端,实现统一连接与协同控制,促使其构建产品生态。在平台与产业协同层面,小米通过开源 Vela 物联网平台与 AIoT 生态开放,推动软硬件一体化开发与后端创新。通过投资与合作,小米联合零部件企业实现价值共创与供应链稳定,减少对传统的汽车零部件供应巨头的依赖,并以小米社区、云服务等开放创新平台吸纳外部资源。至 2023 年,小米国际互联网已与 37 个国家和地区的 5 000 余家合作伙伴建立合作关系,形成全球化创新网络。

在绿色化转型方面,小米汽车基于传感器网络与实时能耗监测构建绿色感知与控制体系,重点体现在设计与制造环节。在设计环节,运用 AI 算法和仿真模拟技术,辅助环保材料筛选和工艺流程优化,提升产品全生命周期的环境绩效。在制造阶段,融合智能化与绿色化理念,将减排和可再生能源的应用理念融入工厂建设,如应用光伏能源、严格管控废水废气;在生产过程中依托 AI 进行实时监控、信息流通、资源调度与管理,提升生产过程的环境友好性。

3. 阿里云:外部赋能底层支撑转型模式

云计算与人工智能企业通过算力供给、算法开发和模型训练等底层技术,为软件公司和整车企业提供基础层支撑,助力不同类型和发展阶段的车企转型升级。阿里云聚焦人工智能的底层数据技术和大模型的开发,而非具体应用软件和领域技术,有效避免了“平台陷阱”的风险,有利于保证车企的自主创新能力和市场竞争力。其以“数据驱动—平台支撑—生态链通”的逻辑赋能企业转型升级,对被赋能的企业来说,这种转型模式具有投入少、转型速度快的优势,但也存在外部技术依赖高的风险。

阿里云的 AI 基础能力具备通用性和可拓展性,覆盖数据、模型与算法全链路。在数据层,其跨行业多模态数据治理框架提升了数据要素流通效率与复用价值;在模型层,以通用大模型为基石支撑垂直领域定制化开发,实现 AI 能力的灵活适配;在算法层,集成数据标注、模型训练至部署的

全流程优化算法,确保开发效率与智能水平。该能力体系通过模块化设计,为各行业提供高兼容性、强泛化的智能底座,可以帮助企业迅速构建和部署人工智能应用,助力传统企业突破产业边界。对于车企来说,通过与阿里云的深度合作,可以快速实现价值链各模块智能化、自动化,带来提效、增值、降本一系列收益。阿里云与车企的结合,实现了数字资源和产业资源的优势互补,体现了外部数字平台生态深度嵌入汽车产业创新生态的底层赋能路径。

基于数字平台生态系统嵌入,阿里云多维度赋能企业网络化转型。这种转型依托公共数字服务平台,实现跨产业深度融合。阿里云依托智能算力基础设施的规模化部署,形成高效云端协同网络。例如,其通过张北与乌兰察布超级智算中心构建全球最大智算集群,实现计算、存储及网络的深度协同优化,显著提升算力利用率。同时,其基于云端泛化链接技术打通开发、部署、共享全链路,建立资源动态调度网络。例如,阿里云为企业用户提供企业级混合云网络架构,将各业务场景纳入企业网内,帮助车企构建更加扁平化、分布式、网络化的组织模式。

在赋能企业国际化方面,阿里云一方面基于其基础设施建设和数据治理能力,为汽车企业“出海”提供全方位数字化支撑;另一方面依托其跨产业平台生态,整合硬件供应商、软件服务商、物流等生态资源,助力车企在全球市场实现高效协同。例如,其在全球布局 89 个大型数据中心,可以有效应对数据安全与合规挑战,确保企业在不同国家的 IP 基础设施快速、合规部署。此外,阿里云依托分布式云基础设施、广泛覆盖的网络节点与强大的网络能力,支撑车企在海外市场的数字化运营与业务扩展,增强其全球化发展的韧性与敏捷性。

五、主要研究结论与局限

(一) 研究结论

本文以产业创新生态系统的视角切入,通过多案例分析,构建“行为—模块—系统”三重 AI 赋能产业升级转型的理论框架,从基础能力、价值

链、产业生态 3 个层面梳理了 AI 技术赋能汽车产业升级转型的机制逻辑,并归纳出差异化转型路径,弥补了以往研究中具体机理路径不清晰的不足,拓展了人工智能场景下传统产业数字化转型的理论体系。

(1)在基础能力层面, AI 基于数据、模型、算力、连接、算法等基础能力,发挥感知、分析和决策作用,构成产业升级的底层驱动力,不仅直接推动产业升级转型,还为其他层面的赋能提供支撑。

(2)在价值链模块层面, AI 作用于产业全链条,通过解构、整合与优化形成模块化、分布式的价值链结构,促使价值链向开放协同的动态价值网转变,促进资源整合,扩展利益空间推动汽车产业升级转型。

(3)在产业生态系统层面, AI 技术拓展主体间的创新合作网络,带来了价值创造、占有和分配机制的变革,增强系统适应性和韧性,在企业、产业、社会层面上形成多层次的创新收益。

(4)AI 赋能汽车产业转型的具体路径包括:产业全流程智能化、响应用户需求以实现高端化、构建产业生态的网络化、以节能减排为核心的绿色化,以及以技术出海为支撑的国际化。由于资源禀赋、战略定位、发展阶段及外部竞争格局企业选择的路径具有差异性。吉利以专业技术积累和市場经验,追求 5 个方向的全方位转型;作为新进入汽车产业的科技型企业,小米倾向于将 AI 技术与其传统优势相结合推动汽车业务拓展;作为数字技术企业,阿里云通过提供底层赋能,聚焦于智能化和网络化,以促进汽车产业的整体发展。目前, AI 赋能仍以智能化转型为核心,带动其他方向协同发展。

(二)理论贡献

本文系统性构建了“行为—模块—系统”多层次 AI 赋能产业升级转型的理论框架,聚焦了人工智能的核心作用,整合了价值链理论和产业创新生态系统理论,为理解产业升级转型的复杂性和动态变化提供了多维度的分析工具。主要理论贡

献有以下 3 个方面。

第一,归纳出 AI 技术赋能的协同效应和多维度作用,拓展了传统技术创新理论边界。传统技术创新研究中,聚焦产业内部技术的进步与革新,关注如何通过技术的改进和应用,提升单个企业或优化产业链上某一环节的效率与质量^[38-41]。然而,随着 AI 技术的发展,数据、算力、连接等新型要素在创新过程的重要性日益凸显, AI 赋能展现出整体性和系统性特征。本文从系统性与全局视角揭示了 AI 技术赋能的协同效应与多维度作用,为技术创新理论注入新的内涵。

第二,关注产业升级转型过程中的生态系统动态演化,弥补以往研究在跨行业协同、系统间互动、外界技术影响方面的不足^[24,26,28-29]。数字时代,创新生态由线性链条式互动演变为网络化协作,其主体互动范式正由企业间点对点的局部互动扩展至跨领域生态系统的整体嵌入。本文通过分析 AI 技术对各主体功能与互动关系的重塑,阐述了其在构建多层次、全局性产业生态系统中的关键作用,为理解产业变革提供了新的理论框架。

第三,聚焦技术嵌入驱动价值共创机制,丰富和延伸强调单向价值流动的传统产业升级理论内涵和外延^[31,42]。在 AI 赋能的背景下,产业链的价值创造不再局限于线性流程,而是转变为高度协同、动态适应的系统过程。产业链价值创造不再是简单的“生产—消费”关系,而是通过创新主体的协作和人工智能技术应用,推动了产业全周期的价值增值过程。通过促进价值链模块化与要素重组, AI 促进了产业生态的升级。

(三)研究启示

(1)推动人工智能驱动产业升级转型需要在国家层面统筹规划。一是要统筹建立 AI 赋能产业升级转型的政策框架,明确发展目标、重点领域,强化政策协同和监管体系。二是要加快新型 AI 基础设施建设,优化公共资源布局。数据方面,加强整合和治理,统一标准和规范,打通数据壁垒,强化数据安全与隐私保护;算力方面,针对算

力供给不足的现象,加大对高性能计算基础设施的投入,推动算力资源的合理分配和高效利用;算法和模型方面,坚持应用导向,促进跨学科合作,推动算法与行业需求相结合,同时完善伦理审查机制。三是要促进数字平台与产业生态的深度耦合,通过财政支持、税收优惠、标准制定等政策,营造有利于 AI 赋能产业发展的创新环境。

(2)在行业层面,应强化人工智能应用牵引。一是要组织制定 AI 应用的行业标准和规范,确保技术的兼容性和互操作性,并通过宣传与示范增强社会认知和接受度,激发市场需求。二是要加强行业引导,针对重点领域实施 AI 赋能转型的应用指引与示范工程,展示产业转型升级的成功模式和差异化路径。三是要共建开放共享的产业创新生态系统,促进技术协同与资源共享,如构建以行业龙头企业为引领的跨主体协同创新体系,通过异质性创新主体间的战略耦合实现产业生态系统的能级跃迁。

(3)在企业层面,应根据资源禀赋和战略定位,灵活匹配内外部资源,推动数字化转型和商业模式创新。一是要结合自身情况选择适当的转型路径,如权衡自主研发与合作开发、实施全方面转型还是聚焦关键环节的差异化突破等,以提升投入产出效率与发展韧性。二是要加强数字平台生态和产业生态融合。资源受限的中小企业应以平台嵌入为契机,快速迭代自身的技术能力与商业模式,强化数据治理、智能应用与用户运营等关键能力,逐步实现从“被动接受赋能”向“主动价值创造”的转变,提升在产业生态中的竞争力。

参考文献:

- [1] 郭凯明. 人工智能发展、产业结构转型升级与劳动收入份额变动[J]. 管理世界, 2019, 35(7): 60-77, 202-203.
- [2] ACEMOGLU D, RESTREPO P. The race between man and machine: implications of technology for growth, factor shares, and employment[J]. American economic review, 2018, 108(6): 1488-1542.
- [3] 戚聿东, 沈天洋. 人工智能赋能新质生产力: 逻辑、模式及路径[J]. 经济与管理研究, 2024, 45(7): 3-17.
- [4] TEECE D J. Profiting from innovation in the digital economy: Enabling technologies, standards, and licensing models in the wireless world[J]. Research policy, 2018, 47(8): 1367-1387.
- [5] 张昕蔚, 刘刚. 人工智能与传统产业融合创新机制研究: 基于对中国智能安防产业创新网络的分析[J]. 科学学研究, 2022, 40(6): 1105-1116.
- [6] LI L, SU F, ZHANG W, et al. Digital transformation by SME entrepreneurs: a capability perspective[J]. Information systems journal, 2018, 28(6): 1129-1157.
- [7] 曾德麟, 蔡家玮, 欧阳桃花. 数字化转型研究: 整合框架与未来展望[J]. 外国经济与管理, 2021, 43(5): 63-76.
- [8] ADNER R, PURANAM P, ZHU F. What is different about digital strategy? from quantitative to qualitative change[J]. Strategy science, 2019, 4(4): 253-261.
- [9] 田秀娟, 李睿. 数字技术赋能实体经济转型发展: 基于熊彼特内生增长理论的分析框架[J]. 管理世界, 2022, 38(5): 56-73.
- [10] GOLDFARB A, TUCKER C. Digital economics[J]. Journal of economic literature, 2019, 57(1): 3-43.
- [11] 许恒, 张一林, 曹雨佳. 数字经济、技术溢出与动态竞争政策[J]. 管理世界, 2020, 36(11): 63-84.
- [12] KARIMI J, WALTER Z. The role of dynamic capabilities in responding to digital disruption: a factor-based study of the newspaper industry[J]. Journal of management information systems, 2015, 32(1): 39-81.
- [13] 戚聿东, 徐凯歌. 技术革命、生产方式变革与企业组织结构调整[J]. 管理世界, 2024, 40(10): 1-16, 35.
- [14] 戚聿东, 肖旭. 数字经济时代的企业管理变革[J]. 管理世界, 2020, 36(6): 135-152, 250.
- [15] 肖旭, 戚聿东. 产业数字化转型的价值维度与理论逻辑[J]. 改革, 2019, 35(8): 61-70.
- [16] 郭金花, 朱承亮. 数字化转型、人力资本结构调整与制造业企业价值链升级[J]. 经济管理, 2024, 46(1): 47-67.
- [17] 郑琼洁, 王高凤. 人工智能对中国制造业价值链攀升的影响研究[J]. 现代经济探讨, 2022, 29(5): 68-75.
- [18] LENG J, ZHU X, HUANG Z, et al. Unlocking the power of industrial artificial intelligence towards Industry 5.0: insights, pathways, and challenges[J]. Journal of manufacturing systems, 2024, 73: 349-363.
- [19] 薛澜, 姜李丹, 余振. 如何构筑多元创新生态系统推

- 动科技创新促进动能转换:以黑龙江省为例的实证分析[J]. 中国软科学,2020,35(5):23-31.
- [20]肖静华,胡杨颂,吴瑶. 成长品:数据驱动的企业与用户互动创新案例研究[J]. 管理世界,2020,36(3):183-205.
- [21]孙元,吴梅丽,苏芳. 基于技术资源的创新生态系统演化及价值共创过程研究:以科大讯飞为例[J]. 南开管理评论,2024,27(8):40-50.
- [22]CLOUGH D R, WU A. Artificial intelligence, data-driven learning, and the decentralized structure of platform ecosystems[J]. Academy of management review, 2022, 47(1):184-189.
- [23]NAMBISAN S, LYYTINEN K, MAJCHRZAK A, et al. Digital innovation management[J]. MIS quarterly, 2017, 41(1):223-238.
- [24]谭劲松,宋娟,陈晓红. 产业创新生态系统的形成与演进:“架构者”变迁及其战略行为演变[J]. 管理世界,2021,37(9):167-191.
- [25]JACOBIDES M G, CENNAMO C, GAWER A. Towards a theory of ecosystems[J]. Strategic management journal, 2018, 39(8):2255-2276.
- [26]余江,李博,张贝贝,等. 知识密集型产业全球创新生态“本土化”机制研究:基于生态主导者视角[J]. 科学与科学技术管理,2024,45(8):109-125,143.
- [27]姜李丹,薛澜,梁正. 人工智能赋能下产业创新生态系统的双重转型[J]. 科学学研究,2022,40(4):602-610.
- [28]ADNER R, KAPOOR R. Innovation ecosystems and the pace of substitution: re-examining technology S-curves[J]. Strategic management journal, 2016, 37(4):625-648.
- [29]ADNER R. Ecosystem as structure: an actionable construct for strategy[J]. Journal of management, 2017, 43(1):39-58.
- [30]KAPOOR R. Ecosystems: broadening the locus of value creation[J]. Journal of organization design, 2018, 7(1):1-16.
- [31]JACOBIDES M G, CENNAMO C, GAWER A. Towards a theory of ecosystems[J]. Strategic management journal, 2018, 39(8):2255-2276.
- [32]CHEN Y, VISNJIC I, PARIDA V, et al. On the road to digital servitization: the (dis) continuous interplay between business model and digital technology[J]. International journal of operations & production management, 2021, 41(5):694-722.
- [33]占晶晶,崔岩. 数字技术重塑全球产业链群生态体系的创新路径[J]. 经济体制改革,2022,40(1):119-126.
- [34]毛基业,李亮. 管理学质性研究的回顾、反思与展望[J]. 南开管理评论,2018,21(6):12-16.
- [35]EISENHARDT K M, GRAEBNER M E. Theory building from cases: opportunities and challenges[J]. Academy of management journal, 2007, 50(1):25-32.
- [36]王核成,周泯非,郭文强,等. 焦点企业数字化能力如何影响价值共创与生态竞争优势:吉利集团嵌入式案例研究[J]. 南开管理评论,2024,27(5):89-104.
- [37]STRAUSS A L. Qualitative analysis for social scientists[M]. New York: Cambridge university press, 1987.
- [38]孟庆时,余江,陈凤,等. 数字技术创新对新一代信息技术产业升级的作用机制研究[J]. 研究与发展管理,2021,33(1):90-100.
- [39]张越,余江,杨娅,等. 颠覆性技术驱动的未来产业培育模式与路径研究:美国布局下一代集成电路产业的启示[J]. 中国科学院院刊,2023,38(6):895-906.
- [40]邵云飞,陈燕萍,吴晓波,等. 从“研发”到“市场”:链主企业如何实现关键核心技术的商业化?[J]. 管理世界,2024,40(12):19-43.
- [41]MAO J, TANG S, XIAO Z, et al. Industrial policy intensity, technological change, and productivity growth: evidence from China[J]. Research policy, 2021, 50(7):104287.
- [42]陈晓东,杨晓霞. 数字经济发展对产业结构升级的影响:基于灰关联熵与耗散结构理论的研究[J]. 改革,2021,37(3):26-39.

(本文责编:润 泽)