

链主企业何以跨越现有产业未来化的鸿沟： 基于三一氢能的案例研究

卢锋华¹, 朱思文¹, 王 昶², 覃 思¹

(1. 湖南财政经济学院工商管理学院, 湖南 长沙 410205;

2. 中南大学商学院, 湖南 长沙 410083)

摘 要:链主企业作为产业链主导者,通过现有产业未来化培育未来产业,然而链主企业面临如何在现有产业中“长出”未来产业的生态跃迁难题。通过对三一氢能的案例研究发现:(1)链主企业发展未来产业遵循“架构者”战略逻辑,在生态播种期、生态建构期和生态扩张期,需要跨越产品化“魔鬼河”、商业化“死亡谷”和规模化“达尔文海”等鸿沟问题,推动未来产业创新生态非线性跃迁成为弥合鸿沟问题的关键所在。(2)链主企业通过技术锚定场景的动态适配过程、场景反哺技术的快速迭代过程、创新网络编排的协同演化过程等生态跃迁驱动过程,实现“技术—场景—网络”相协同的未来产业生态螺旋式跃迁。本文理论贡献在于从链主企业角度解析“老中育新”培植未来产业的鸿沟问题,并揭示了链主企业跨越现有产业未来化发展鸿沟的生态跃迁过程机制。

关键词:链主企业;现有产业未来化;跨越鸿沟;生态跃迁

中图分类号:F062.9 **文献标识码:**A **文章编号:**1005-0566(2026)09-0144-13

How can chain-leading enterprises bridge the gap in the future-oriented transformation of existing industries: A case study based on Sany Hydrogen Energy

LU Fenghua¹, ZHU Siwen¹, WANG Chang², QIN Si¹

(1. School of Business Administration, Hunan University of Finance and Economics, Changsha 410205, China;

2. Business School, Central South University, Changsha 410075, China)

Abstract: Chainleading enterprises cultivate future industries through the futureoriented transformation of existing industries. Nevertheless, they are confronted with the challenge of ecological leapfrogging in nurturing future industries out of existing industries. A case study of Sany reveals the following findings: (1) Chainleading enterprises follow the strategic logic of ecosystem architects for future industries. During the ecological sowing, construction and expansion stages, they need to cross the Devil's River of productization, the Valley of Death of commercialization, and the Darwinian Sea of scalingup. Nonlinear leapfrogging of the innovation ecosystem of future industries is critical to bridging these chasms. (2) Through the dynamic adaptation of technology anchored to scenarios, rapid iteration driven by scenario feedback on technology, and the coevolution enabled by innovationnetwork orchestration, chainleading enterprises achieve

基金项目:国家社会科学基金项目“链主企业赋能中小企业‘链式’数字化转型的机制与路径研究”(23BGL035);国家社会科学基金项目“数字技术赋能产业链‘链主’企业生态主导力提升机理与路径研究”(22BGL031);国家社会科学哲学社科领军人才项目“未来产业培育机制与实现路径研究”(25VRC067);湖南省社会科学基金一般项目(21YBA242)。

作者简介:卢锋华(1981—),男,湖南浏阳人,湖南财政经济学院工商管理学院副教授,博士,研究方向为创新战略与政策。通信作者:王昶。

the spiral leapfrogging of the future industry ecosystem underpinned by the synergy of “technology-scenario-network”. The theoretical contributions of this paper lie in exploring the unique path of nurturing the new within the old and revealing the ecological leapfrogging mechanisms of the future-oriented transformation of existing industries.

Key words: chain-leading enterprise; future-oriented transformation of existing industries; crossing the chasm; ecological leapfrogging

在新一轮科技革命和产业变革深入发展背景下,前沿技术突破和颠覆性创新加速涌现,未来产业成为世界各国关注重点和竞争焦点^[1-2]。我国高度重视未来产业的前瞻布局,党的二十届四中全会明确提出“前瞻布局未来产业,探索多元技术路线、典型应用场景、可行商业模式、市场监管规则”。链主企业作为产业链和创新链的核心枢纽角色,是我国前瞻布局未来产业的关键主体,国家工信部等明确部署了“依托龙头企业培育未来产业产业链”等举措。然而,链主企业作为产业链的核心主导者,与中小科创企业“无中生有”推动未来技术产业化路径不同,其在现有产业能力赋能下通过现有产业未来化“老中育新”路径来发展未来产业,技术路线和应用场景非线性跃迁的鸿沟问题有待破解^[3]。可见,探究链主企业跨越现有产业未来化发展鸿沟的生态跃迁过程机制,已成为政产学研界日益关注的重要议题。

目前,未来产业发展研究主要有三个层次:一是政府架构、政策体系的宏观角度,政策需从创新驱动、产业化和市场培育、要素支撑与保障、开放与国际合作等维度精准发力^[1,4];二是产业创新生态系统、产业链治理构建的中观角度,构建前沿知识创造、应用场景转化和产业价值实现等群落组成的未来产业创新生态系统^[5];三是企业布局前沿技术、未来产业的微观角度,企业是未来产业发展的创新主体,通过现有产业未来化来布局未来产业。链主企业作为引领产业链的创新主体,现有研究虽然对关键核心技术创新、新质生产力培育等领域进行了有益探索,但侧重于产业转型升级和关键核心技术突破等现有及新兴产业创新领域,很少涉及技术路线和市场应用不确定性都高的未来产业领域,对于链主企业如何“老中育新”培育发展未来产业的研究亟待深化。

与关键核心技术突破及商业化旨在解决研发与市场之间鸿沟不同,未来产业发展过程面临技

术路线和市场应用的双重不确定性,需要通过构建多层联动的未来产业创新生态系统来实现技术的突破与应用^[6-7]。链主企业“老中育新”推动现有产业未来化,既要充分利用其应用场景和资源能力优势,又要克服大企业的组织惯性束缚,发挥“架构者”角色构建从现有产业迁移到未来产业的创新网络,推动未来产业从前沿技术创新到产业应用落地。基于此,本文引入“架构者”视角,以链主企业如何跨越现有产业未来化的鸿沟问题为导向,选取三一氢能为案例研究对象,探索链主企业推动现有产业未来化的生态跃迁过程机制,以期为我国发挥链主企业优势抢占未来产业发展制高点提供理论指引与实践建议。

一、理论基础

(一)未来产业内涵及发展路径研究

未来产业是以重大前沿和颠覆性技术突破为基础,以未来发展场景为牵引,以企业为主体,以新技术新产品新场景大规模应用示范为基本路径的新型产业形态^[8]。发展特征上,未来产业发展本质上是前沿和颠覆性技术产业化的过程,其演进过程是从产品原型到大规模产业化的过程,发展过程呈现高不确定性和动态演化性^[9]。发展规律上,由于未来产业的核心驱动技术新颖程度高、技术和市场不确定性高,产业化过程中存在投资回报周期长、失败率高的问题,使多数企业和投资者望而却步,政策支持引导具有积极意义,处理好政府和市场的关系是产业政策促进未来发展的前提和基础^[1]。发展难点上,新技术研发迈向大规模产业化过程中面临“科研—工程—产品”链条的断裂,这是困扰科技创新体系的核心痛点,日本学者出川提出“魔鬼河—死亡谷—达尔文海”的创新理论模型。首先是从基础研究到新产品开发阶段的“魔鬼河”,需要克服基础研究的高投入和高失败风险;然后是从产品开发到商业化阶段的“死亡谷”,需要更大规模投

入和应用场景检验;最后是从商业化到产业化阶段的“达尔文海”,需要提升产品综合竞争力和经受优胜劣汰的考验^[2]。

现有文献对未来产业发展路径的研究主要集中在宏观政策和中观产业层次,将未来产业的培育方式分为现有产业未来化与未来技术产业化两大方向:现有产业未来化指推动现有产业采用前沿技术实现转型升级并成为未来产业,其发展路径为“老中育新”实现变道超车;未来技术产业化指在基础科学理论创新突破的作用下催生的颠覆性技术及其商业化而诞生的未来产业,其发展路径为“无中生有”实现新赛道领航^[3,7]。两条发展路径适用于不同类型的企业,现有产业未来化发展路径通常适合于资源能力丰富的大型龙头企业,未来技术产业化发展则更适用于中小科创企业,学界对于未来技术产业化发展路径更为关注,而对于现有产业未来化的发展路径研究不够深入。

(二)链主企业布局未来产业研究

链主企业作为产业链的超界节点,对于推动产业创新发展、产业链资源整合、产业链企业协同发展发挥至关重要的作用^[10-11],其在产业创新生态系统演进过程中常扮演“架构者”角色^[12]。链主企业具有强大的技术创新能力和资源整合能力,以及丰富的场景资源,能够引领整个生态系统的创新方向和协同发展^[13],通过动态能力的构建和运用,能在复杂的创新生态系统中保持竞争优势,显著提升产业链的整体绩效^[14]。与科技型中小企业通过未来技术产业化“无中生有”路径发展不同,链主企业拥有资源能力优势,更适合采取现有产业未来化“老中育新”路径布局未来产业。

链主企业与未来产业发展相关研究主要包括技术创新、场景驱动和网络编排等视角。一是技术创新突破与商业化视角。链主企业对我国突破关键核心技术困境具有关键作用^[15],在引领产业生态系统发展方向和协调产业上下游关系方面发挥着重要作用^[16-18],针对面向具有颠覆式创新意义的关键核心技术,应采用以产业链链主牵引的

大中小企业融通创新模式^[19],新兴生态系统协同的动态能力有助于领导企业建立持续竞争优势^[20]。二是场景驱动创新视角。场景驱动创新的核心在于将技术与市场需求通过具体场景进行深度耦合,场景适配贯穿于技术创新全过程^[8]。场景驱动 AI 新创企业实现最优区分,其动态过程经历了单场景探索、多场景并行和跨场景协同阶段^[21],情境化 AI 对企业竞争优势形成具有驱动作用^[22]。三是网络编排的架构者视角。链主企业作为产业生态系统的关键架构者具有生态主导力^[12],通过主导型网络编排过程^[23],促进颠覆性技术进步、产业链协同配套和数字化转型^[24],以及提升链上企业全要素生产率^[25]。近年来,学界日益关注企业主体层次的未来产业培育机制问题,学者们解析了场景驱动企业颠覆性创新的作用机制^[26],构建基于“技术—组织—场景”框架的未来产业培育理论^[8],以及“技术—场景”驱动未来产业创新生态系统塑造等^[27]。

(三)理论框架提出

综上所述,现有文献从技术创新、场景驱动、网络编排等视角进行研究,为探讨链主企业如何跨越现有产业未来化发展鸿沟奠定了良好基础,但从链主企业角度探索现有产业未来化独特路径及过程机制的研究亟待深化。为此,本文紧扣链主企业的未来产业生态“架构者”角色,以现有产业未来化面临的“魔鬼河”“死亡谷”“达尔文海”三大鸿沟问题为动因条件,以“技术—场景—网络”协同演化为跨越现有产业未来化鸿沟的过程机制,最终实现未来产业生态跃迁的演化结果,提出“条件—过程—结果”理论范式的研究框架(见图 1)。

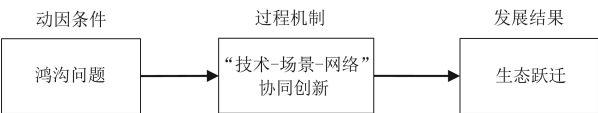


图 1 理论框架

二、研究设计

(一)研究方法

为适配探索性研究问题、稀缺性研究对象和

过程性研究内容,本文采用单案例研究法。首先,本文揭示链主企业如何跨越现有产业未来化的鸿沟问题及生态跃迁机制,研究问题属于“如何”问题,案例研究法适合回答“How”的问题^[28]。其次,链主企业发展未来产业是重要但稀缺的实践现象,采用单案例研究能对案例对象发展过程进行丰富细致的描述和归纳,保证研究深度,更有效地从管理实践中构建理论^[29]。最后,聚焦链主企业跨越现有产业未来化的机制,属于过程演化型的研究内容,采用纵向单案例研究有助于深挖各阶段行动过程的动态规律与逻辑机制。

(二) 案例选取

选取三一氢能为研究对象,主要有三个原因。一是案例企业的典型性。氢能产业作为我国“十五五”重点发展的未来产业之一,是全球能源转型的重大战略方向,需要关键核心技术攻关和应用场景创新^[30]。三一氢能是国内链主企业布局未来产业的典型企业,三一集团作为全球工程机械行业前五强的链主型企业,依托工程机械产业链优势,牵头组建湖南省唯一的制氢装备与技术工程研究中心,领航国内绿氢装备规模化突破,凭借卓越的市场表现与产品创新力荣获 2025 绿氢市场领

航奖、2026 国际电解槽大会“金氢奖”领军企业。二是理论构建的启发性。氢能装备新赛道与三一集团工程机械主业的技术和市场差异性大,三一集团现有主业既可赋能未来产业发展,也存在组织惯性制约生态跃迁。三一氢能通过构建未来产业创新生态,跨越现有产业未来化发展鸿沟,这一过程机制为大企业“老中育新”布局未来产业提供了新启示。三是数据资料的可获得性。研究团队与三一集团、三一氢能等建立了良好合作关系,通过多次实地调研与企业高管访谈,三一氢能相关二手资料披露充分,便于多种数据来源的交叉验证。

按照时间顺序组织案例数据资料,以故事线方式展示研究内容。三一集团从 2020 年开始前瞻布局氢能装备未来产业,定位为全球领先的氢能装备成套解决方案服务商。2020—2021 年是三一集团切入氢能装备新赛道的生态播种期;2022—2023 年是推动氢能装备全产业链布局的生态建构期;2024 年至今是迈向未来产业规模化发展的生态扩张期,推动供应生态、创新生态、应用生态的“氢友圈”协同共创。发展历程如图 2 所示。

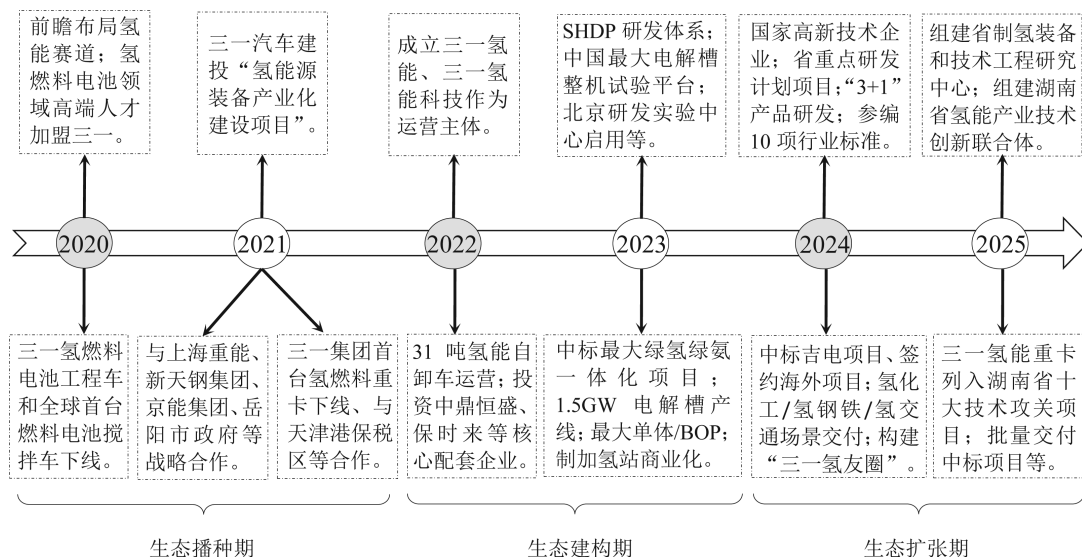


图 2 三一氢能的发展历程

(三) 数据收集与编码

本文采用多种来源收集数据进行“三角验证”,一手资料来源包括半结构化访谈、参与式观

察等,以及微信公众号、媒体报道、官方报道、文献资料等二手资料,以保证数据翔实可靠,多样化数据来源提升了案例资料的可验证性,见表 1。一方

面,研究团队分别于 2023 年 5 月、2024 年 12 月、2025 年 12 月到三一集团、三一氢能、三一重卡、树

表 1 数据来源

数据类型	数据来源	内容概要	访谈时长
一手数据	三一重卡负责人	三一新能源重卡及氢能重卡发展历程、应用场景、技术与模式创新等。	2.5 小时
	三一氢能负责人	三一氢能发展历程、技术路线与创新策略、应用场景、产业生态构建等。	3 小时
	树根互联副总	数智赋能、工业互联网平台等。	2 小时
二手数据	三一氢能、三一重卡微信公众号	三一氢能、三一重卡发展的关键事件。	累计整理 19.6 万字
	新闻媒体报道	企业高管采访、各类媒体报道资料。	
	各类研究报告	券商、智库机构等研究报告。	

根互联等展开实地走访和深度访谈,针对链主企业布局未来产业新赛道等进行半结构化访谈。另一方面,研究团队从媒体公开报道、三一氢能微信公众号、三一集团官网、行业智库机构等广泛搜索二手资料。

采用程序化的扎根理论进行数据分析编码:首先对三一氢能的案例资料抽取中心句,整理汇总为一阶编码;然后将相同特征的一阶编码归纳抽象形成二阶编码,从理论层面概括行为逻辑,进行理论对话并凝练行为构念;最后将二阶编码抽象成聚合维度,寻找行为构念背后的理论关联,形成播种生态、建构生态、扩张生态等核心构念。数据编码结构如图 3 所示。

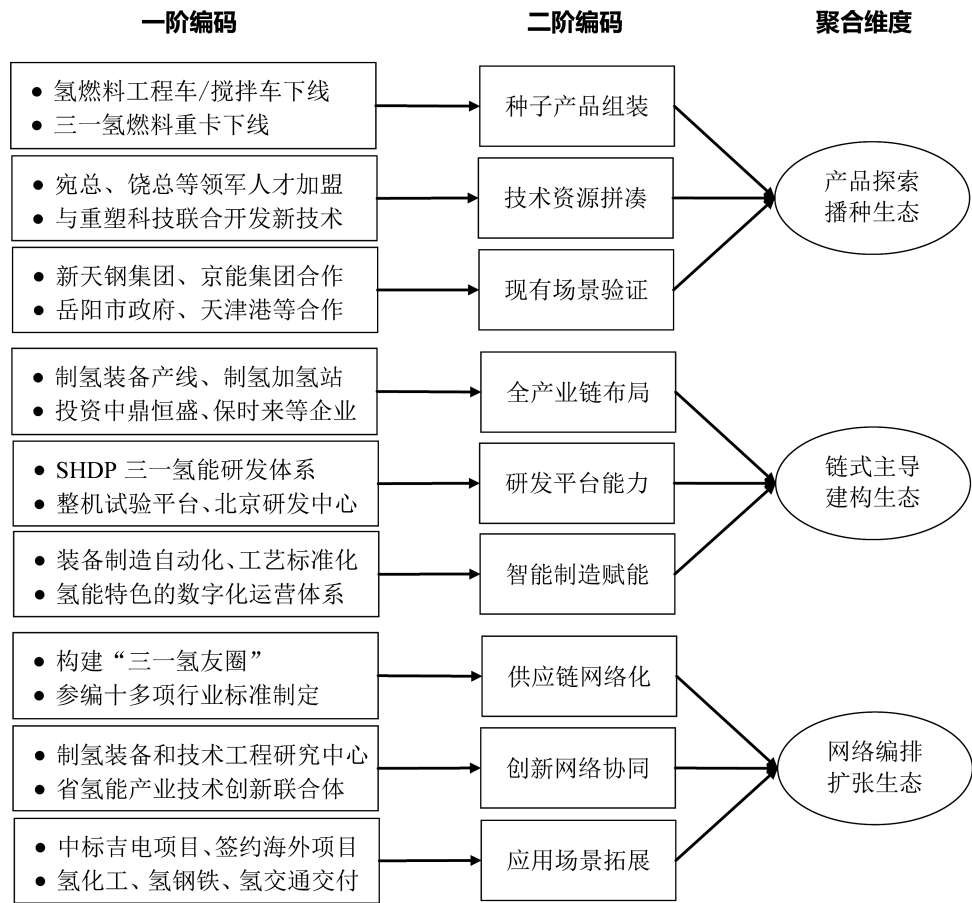


图 3 数据编码结构

三、案例分析

(一) 产品探索的生态播种期(2020—2021 年)

链主企业布局未来产业初期面临生态启动困境,三一集团作为全国工程机械产业链主企业,布局氢能装备业务时,亟须破解未来产业的技术创

新和市场应用双重不确定性,推动未来技术产品化,是链主企业构建未来产业生态的起始点。

1. 种子产品探索

三一集团布局氢能装备新赛道的首要任务是确定新产品研制方向。氢能装备产业链包括制

取、储存、运输、应用四个环节,基于工程机械主业的应用端整机优势和成熟应用场景优势,三一集团选取了氢燃料电池搅拌车、氢燃料电池自卸车、氢燃料电池牵引车等工程车氢能化作为种子产品开展研发。这类车辆具有高能耗、固定路线和集中管理等特性,能更好发挥氢能技术的长续航和快速补能优势。2020年12月,全球首台氢燃料电池搅拌车和三一首台氢燃料电池自卸车在邵阳灯塔工厂下线,其搭载重塑科技的110 kW燃料电池系统。对此,项目负责人说:“我们仅用了50天时间,就完成了调研、技术选型、立项、详细设计和样机试制五大关键节点,体现了三一研发力量的雄厚。”2021年6月,三一首台氢燃料牵引车在长沙三一重卡超级工厂下线,其搭载亿华通的120 kW燃料电池发动机。该项目研发负责人表示:“三一首台氢燃料重卡对标国内最高性能标准,采用最高制造标准生产,属旗舰版车型,适用低速、倒短、港口等各类工况交通场景。”

2. 技术资源拼凑

氢能装备“种子产品”的技术不确定主要来自氢燃料电池系统,三一集团发挥链主企业的资源整合优势,通过拼凑内外部创新资源实现氢燃料工程车的快速研制。氢能装备研发技术复杂度高、跨学科领域集成难度大,尤其是工程车氢能化所涉及的大功率氢燃料电池技术急需外部技术力量支持。首先从招引科技领军人才入手,吸引了具备深厚技术积累与产业经验的宛总加盟,他牵头组建了氢燃料电池专项团队,为推动自主技术创新奠定了基础。2021年4月投建三一氢能源装备产业化建设项目,为进军氢气制备和储运环节做准备。同时,积极寻求氢燃料电池制造的战略合作伙伴。2021年1月,三一氢能与重塑科技签署燃料电池工程车辆开发合作协议,对氢燃料电池技术在工程车辆的应用进行联合开发,有效加速了氢能重卡等产品化落地。正如项目负责人所强调:“与专业伙伴深度协同,帮助我们快速补齐技术短板,降低研发风险,共同构建集成与迭代能力。”

3. 成熟场景验证

三一集团以成熟应用场景验证氢能工程车

“种子产品”的性能参数,快速实现对“种子产品”的性能调优。氢能工程车运行验证需要客户反馈和配套协调等应用生态支撑,现有应用场景的深度合作关系能有效牵引氢能工程车产品快速迭代和运行模式优化。配套合作方面主要与应用生态企业合作,2021年3月三一集团与新天钢集团开展车辆电动化、物流数字化、氢能源应用等方面深入合作,2021年12月与京能集团协同开展电力市场化等领域业务开发。应用场景方面选择氢交通场景为突破口,三一集团与岳阳市政府签订投放100台氢燃料工程车等氢能产业战略合作协议;三一与天津港保税区氢能产业链上下游企业达成战略合作。三一集团突破未来产业生态启动难题的核心逻辑是快速建立氢能装备产品化的正反馈循环,成熟场景验证“种子产品”能有效破解生态播种阶段的市场不确定和技术不匹配难题。正如三一氢能袁总所言:“氢能产业化的核心不在于技术本身多先进,而在于能否在真实场景中证明比传统方案更经济、更可靠。”

(二)链式主导的生态架构期(2022—2023年)

链主企业引领现有产业未来化的成长阶段面临生态建构难题,三一集团以产业生态“架构者”角色推动氢能装备全产业链布局,将集团的核心能力迁移到氢能装备新业务领域,为主导氢能装备产业链提供了关键支撑,该阶段是多主体协同创新的生态架构期。

1. 全链场景布局

围绕“氢能整体解决方案提供商”的战略定位,三一集团进行运营平台企业建设和全产业链布局。2022年8月,在长沙成立聚焦制氢、加氢装备研发制造的三一氢能公司,在北京成立专注于燃料电池系统与电堆研发、生产及销售的三一氢能科技公司,两家公司成为氢能装备全产业链布局的主导者。氢能整机装备方面进行产线建设,2023年3月完成1.5 GW氢能装备产线并投入运营,具备年产1.5 GW碱性电解槽和20套加氢站的能力;2023年9月在长沙建设国内最大的绿电制氢加氢一体站项目,参与修建上海青浦区首座2 000 Kg级加氢站,实现了加氢站整体解决

方案的商业化落地。核心零部件领域投资入股专精特新企业,2023 年投资了芜湖中鼎恒盛和苏州保时来电机等关键部件研发制造企业,增强了关键部件供应能力和产业链协同研发整体效能。三一氢能的应用场景从交通用氢领域拓展到化工和冶金制氢领域,正如三一氢能袁总所言:“我们已在化工、冶金、交通三大场景形成系统交付能力,并通过全链条布局持续推动产品迭代升级。”

2. 研发平台能力构建

三一氢能将提升自主创新能力作为布局全产业链的核心驱动力,围绕研发平台体系和产学研合作,系统推进核心研发平台能力构建。研发平台建设方面,基于 SHDP 三一氢能研发体系,构建并持续升级结构设计、电极研发、化工工艺设计、流场和电化学仿真、氢安全设计五大核心能力;2023 年 4 月北京研发实验中心顺利启用,专注于电解水制氢核心技术开发,开展基础研究领域的原始创新;2023 年 5 月建成国内最大的氢能装备整机试验中心并投入运行,能力覆盖 3 000~4 000 标方碱性电解槽、PEM 电解槽、方形槽和氢气压缩机等制氢加氢设备的整机试验,该中试平台为氢能新技术装备持续改进升级的提供了关键支撑。产学研合作方面,三一氢能积极与中南大学、清华大学等高校共建联合实验室,围绕材料、膜电极等基础领域深入推动产学研合作,持续为氢能装备发展注入创新源头活水。同时,围绕化工、冶金、交通等多场景需求,通过模块化设计实现规模制造与成本优化,有效提升了全链条研发效能,助力示范性项目迈向实质性商用。正如三一氢能袁总指出:“三一坚持以质量领先战略构建技术壁垒,致力于提供高可靠性、低 LCOH 的氢能解决方案。”

3. 智能制造赋能

三一氢能在构建氢能装备先进制造体系过程中,基于集团公司数十年装备制造和 46 座智能工厂建设积累的智能制造能力,赋能氢能装备业务数智化升级,塑造了智能制造与研发平台能力相协同的产业架构者地位。生产制造方面,通过建

设三一智联重卡产业园,推动氢能装备智能制造基地布局,2025 年入选国家工信部 5G 工厂名录;三一氢能推动工艺创新、标准化建设与服务能力整合,自主开发了多类专用工艺装备、机器人工作岛,探索自动化加工工艺,推动从工艺、制造到质量的全面数智化突破,显著提升了制造效率与精度控制水平。安装及后市场服务方面,为破解传统制氢设备安装周期长、场地需求大的痛点问题,三一氢能以撬装化为核心思路,将整套制氢流程压缩在模块化集装单元内,极大提高了项目落地效率;将制造体系延伸至产品后市场,通过接入数智化平台,集成 MES、WMS 等系统,构建覆盖质量追溯、异常预警与远程运维的数智化服务能力,实现了电解槽运行参数的远程监控、数据采集和智能调度,从而更好地适应复杂多元的应用场景。三一氢能饶总强调:“我们构建了电解槽全尺寸系统仿真优化能力,并开发出智能绿氢管理系统,实现项目全局优化设计,为三一氢能在绿色能源装备领域的持续领先奠定了坚实基础。”

(三) 网络编排的生态扩张期(2024—2025 年)

链主企业推动未来产业规模化落地需要突破生态扩张困境,三一氢能联合产业链上下游企业、科研机构等形成协同创新网络,提升氢能产业体系各环节的兼容性与整体效能,这一阶段是创新生态网络化的生态扩张期,最终实现为客户提供氢能整体解决方案。

1. 供应链网络化

为实现氢能供应链的高效协同与生态化发展,三一氢能积极构建开放、协同、规范的供应链网络化体系。首先是组建“三一氢友圈”。2024 年 3 月三一氢能牵头组建“三一氢友圈”生态联盟,整合材料、部件、制造与服务等多环节优质企业资源,构建起覆盖全链的协作网络,在促进成员共同发展的同时,使三一氢能更专注于电堆等核心技术研发突破。其次是供应链管理系统升级。三一氢能将“灯塔工厂”质量管理体系全面延伸至供应链管理,通过统一认证、全流程监控与自建试验平台,为合作伙伴提供实时数据反馈与技术支撑,系统

推动供应链整体能力提升与协同发展。最后是打造“3+1”产品矩阵。2024年11月,面对氢化工、氢冶金、氢交通等多元化应用场景,三一氢能构建了圆形槽、方形槽、PEM槽及BOP系统“3+1”产品矩阵,实现绿电—氢能—终端全产业链生态闭环。正如三一氢能负责人所说:“我们以开放姿态携手生态伙伴,共建氢能产业新生态,加速清洁能源规模化应用。”

2. 创新网络协同

氢能装备作为未来产业新赛道,三一氢能后来居上的关键是通过技术创新与产业创新的深度融合,建立了自主创新能力。首先是组建技术创新联合体。2023年3月,三一氢能牵头组建湖南省氢能产业技术创新联合体,联合国家电投、中煤集团等企业,围绕“制—储—加—用”全链条技术难题开展协同研发,并依托涟钢氢冶金、内蒙古风光氢储等百兆瓦级示范项目验证技术经济性,形成“需求对接—技术研发—成果转化”全流程合作机制。然后是构建链主企业主导的政产学研合作网络。2024年底三一氢能联合中南大学、长沙理工大学共建制氢装备与技术湖南省工程研究中心,聚焦电解槽效率提升、催化剂材料替代及系统寿命延长等关键技术攻关;2025年湖南省提出要大力推进三一集团氢能重卡等十大技术攻关项目,公司牵头研制适用于省际间中长途干线物流的全场景高性能氢能重卡,打造氢能利用标志性产品。最后是参与制定行业标准。2024年三一氢能参与制定1项国家标准、9项团体标准,2025年发布23项标准,对氢能产业链上下游企业统一关键技术参数与接口要求,为产业链协同发展奠定技术基准,推动行业规范发展。

3. 应用场景融合

三一氢能实现规模化发展的关键在于推动从单一产品供应向多场景解决方案的全面转型,持续拓展应用生态。首先是国内市场的标杆项目运营。2024年三一氢能重卡在北京、唐山、鄂尔多斯累计运营450万km,平均氢耗6.8kg/100km,较柴油车碳减排约92t/车·年;三一氢能重点布局化工、冶金与交通三大领域,携手国家电投、中煤

集团、深能集团等能源龙头企业战略合作,推动多个标杆性绿氢项目落地运营,2025年绿电制氢装备累计中标229MW领跑全行业。然后是海外市场网络拓展。三一氢能借助集团全球渠道资源,与澳大利亚达成合作提供全套撬装PEM制氢与加氢装备,服务于高压氢能工业车辆;随后拓展至中东、欧洲等区域,实现从国内示范到海外复制的体系化能力输出,构筑全球市场网络。最后是协同形成能源解决方案。三一氢能与三一重能(风电)、三一硅能(光伏)、三一重卡(电车/氢车)协同发展,探索开发风光绿电—绿氢—氢交通/氢工业/氢储能等规模化低碳运营场景,为客户提供GW级风光绿电制氢耦合控制及调度总体解决方案。2025年8月三一氢能完成数亿元A轮融资,公司负责人表示:“我们通过打造覆盖全球、深入场景、协同联动的市场体系,完成了从产品输出到系统解决方案的升级。”

四、案例讨论

(一)链主企业推动现有产业未来化的鸿沟问题分析

现有文献提出新技术产业化过程中的“魔鬼河”“死亡谷”和“达尔文海”三个障碍^[2],链主企业作为产业链主导者和架构者,“老中育新”面临企业主体层面架构未来产业生态的鸿沟问题,包括产品化“魔鬼河”、商业化“死亡谷”和规模化“达尔文海”(见表2)。

1. 生态播种期的“魔鬼河”鸿沟问题

链主企业在生态播种期面临新技术产品化的“魔鬼河”问题,这是链主企业从零开始构建未来产业生态需要破解的第一个鸿沟难题,该鸿沟存在于新技术构想与可工程化、具有商业价值的产品原型之间的研产断层。现有文献认为“魔鬼河”产生的原因在于基础研究与应用研究的衔接不畅,本文研究发现链主企业面临“魔鬼河”问题是如何从成熟业务中培育种子产品,从应用研究中寻找适配成熟场景的技术路线,以此快速取得新产品的创新应用。

由于未来产业具有多条技术路线并行发展特征,技术路线与应用场景不匹配成为企业陷入

新技术产品化进展缓慢、新技术难以从小试走向中试的主要原因,这要求链主企业兼顾技术研发和应用场景多轮真实验证来满足市场初步需求^[6]。三一集团培育种子产品采用的是低风险的集成创新策略,通过现有工程机械产品的氢能化应用实现新技术产品布局 and 固定线路运输场景验证。链主企业选择确定性最高的现有产品未来化升级、已有应用场景示范作为启动未来产业生态的破局点,通过外部技术资源拼凑推动种子产品快速研发,并借助成熟应用场景迭代种子产品。

2. 生态建构期的“死亡谷”鸿沟问题

链主企业在生态建构期面临新产品商业化的“死亡之谷”鸿沟问题,这一鸿沟的主要矛盾是种子产品研制与产业链架构、商业化落地之间的产销断层。现有文献聚焦于新技术转化与推广的“死亡谷”问题,本研究发现链主企业布局未来产业面临如何从成熟场景示范迈向商业化落地的鸿沟问题,该问题表现为新技术产品虽在应用场景示范中优化了性能参数,但与客户现有解决方案相比缺乏竞争优势。由于未来产业生态尚未形成,产业链协同不足导致上下游环节存在明显的能力和效率落差,因而需要链主企业在未来产业布局中成为“生态架构者”^[12, 31],推动多元主体在复杂的创新网络中协同攻关^[32]。

三一集团深化布局氢能装备未来产业具有鲜明的生态架构导向,通过独立运营子公司进行产业链上下游关键环节自主可控与核心能力建设,迭代出能满足目标客户需求的解决方案,从而跨越新技术产品商业化的“死亡谷”。作为产业链的引领者,链主企业在生态建构期从“点状”产品思维升级为“线性”产业链思维,通过整机产品自主研发、智能制造能力建设、关键配套投资等战略性行动构建自主可控的产业链,成为“串珠成链”的架构者。这种未来产业生态架构引领策略,既能吸引更多企业成为产业链配套支撑力量,也能建立链主企业在新赛道上的生态主导力,从而促进未来产业生态从无到有加速形成。

3. 生态扩张期的“达尔文海”鸿沟问题

链主企业在生态扩张期需跨越新市场规模化

的“达尔文海”鸿沟问题,这一鸿沟的内涵是链主企业单一场景生态构建与多场景生态协同演进之间的跨界断层。其核心特征表现为产业链架构形成后,新技术产品的多场景规模化应用需要产业生态跨界融合,生态系统的复杂程度逐渐超越链主企业的主导力边界,行业缺乏统一技术标准与接口规范、基础设施覆盖不足及互联互通性较差、不同场景技术适配性与商业模式不成熟等问题成为生态扩张瓶颈。这要求链主企业的角色再次升维,成为塑造规则的架构者,通过构建开放的数字平台、设计公平的治理规则和共享基础设施等激发生态伙伴的协同创新能力^[19]。

三一氢能通过组建“氢友圈”、参编行业标准、共享实验平台等举措,建立公平的协作规则与共享基础设施,推动了氢能供应链、技术合作与市场拓展的发展,面向交通、化工和冶金等多场景协同提供解决方案,从而跨越市场规模化的“达尔文海”。随着未来产业链架构形成,未来产业规模化发展的关键转变为创新生态网络的构建,以链主企业为核心平台的产业生态形成内在扩张动力,链主企业的集成创新、原始创新需要与产业生态成员创新协同联动,产业生态成员组成协同创新网络支撑多场景应用和实现市场规模化。链主企业联合产业链上下游企业、科研机构及其他关键创新主体等,构建供应链网络、创新应用网络等创新生态体系,链主企业从产业链主导者向平台赋能、规则塑造的创新生态网络架构者转变。

表 2 链主企业推动现有产业未来化的鸿沟问题分析

鸿沟问题	发展目标	主要矛盾	产生原因	链主企业行动逻辑
魔鬼河	新技术产品化	从技术构想至新产品原型的研产断层	技术路线不匹配	现有产品未来化
死亡谷	新产品商业化	从产品突破至产业链架构的产用断层	产业链条不完善	串珠成链协同化
达尔文海	新市场规模化	从单一场景至多场景协同的跨界断层	场景拓展不确定	创新生态网络化

(二)链主企业推动现有产业未来化的生态跃迁过程

链主企业布局未来产业的路径是现有产业未来化,其优势在于资源能力和应用场景的支撑,未来产业生态跃迁的路径更具融合性。通过技术锚定场景、场景反哺技术、创新网络编排等生态跃迁

驱动过程,破解未来产业技术和市场的双重不确定性,实现“技术—场景—网络”共演的未来产业生态螺旋式跃迁(见图4)。

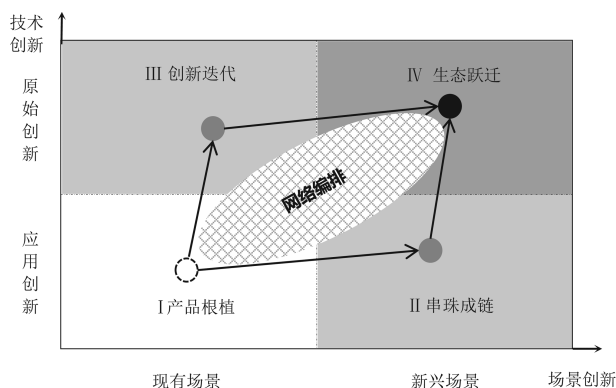


图4 链主企业推动现有产业未来化的“技术—场景—网络”生态跃迁过程

1. 技术锚定场景的动态适配过程

链主企业作为产业链的主导者,“老中育新”推动现有产业未来化的优势是市场端的成熟应用场景和供给端的资源能力优势,其布局未来产业的行动逻辑是在现有产业基础上进行前沿性/颠覆性新技术的融合创新。三一集团在氢能重卡、制氢加氢装备等技术路线选择上是按照技术成熟度从高到低布局,以应用研究为起点向基础研究深耕,技术路线锚定应用场景进行动态适配与协同创新,这种技术与场景适配策略能最大化发挥技术创新的价值。

技术锚定场景的动态适配过程中,链主企业以场景创新作为推动现有产业未来化的战略杠杆,技术创新与市场需求通过具体场景进行深度耦合。“动态适配”侧重于由内而外的场景锚定与拓展,从产业链下游应用端拓展到产业链中上游场景,为全产业链环节相应动态适配的未来产业技术。链主企业通过技术锚定场景的鲜明应用导向,尤其是在生态播种期为未来产业布局提供了低成本的试错空间、降低了市场不确定性,形成了技术与场景相协同的正反馈效应,加速了从0到1的现有产品未来化突破。与中小科创企业推动未来技术产业化的科技成果转化线性创新模式不同,链主企业采取技术研发与场景应用融合的协同创新模式,应用导向的基础研究更好地桥接了

市场需要。

2. 场景反哺技术的快速迭代过程

链主企业选择更接近产业化时点的未来产业技术路线,利用企业能够创设应用场景的独特优势,从外部整合和集成互补技术资源为行动起点,逐步建设企业在前沿技术领域的原始创新能力^[33]。由于未来产业“根技术”的高溢出性和高扩展性,更可能在产业上升期出现赢家通吃的情况^[34],建立先发优势的企业有望获得技术主导地位 and 生态引领优势,所以链主企业在未来产业生态建构期,依托全链应用场景反哺“根技术”原始创新能力提升。三一氢能基于氢交通、氢化工、氢冶金等全链应用场景布局的差异化技术需求,构建全场景高性能氢能重卡、“3+1”制氢装备产品矩阵,形成“场景实测数据—技术问题识别—联合攻关与产品迭代—场景再落地”的场景反哺技术迭代创新闭环。

快速迭代过程成为链主企业在生态建构期和生态扩张期引领未来产业生态跃迁的主导驱动力。在生态建构期,链主企业推动现有产业未来化的技术创新迭代速度加快,通过对成熟场景与产品后市场的数据收集与反馈,驱动产品技术性能持续优化与多应用场景产品迭代,促进产业链上下游企业在技术、标准与流程上的反复磨合,为产业链的协同商业化提供支撑,初步构建未来产业的商业化应用生态闭环。进入生态扩张期,在数智技术平台赋能下将生态运行中积累的大量数据、协作经验与隐性知识进行系统性萃取、编码与固化,将其转化为智慧开放的生态规则与共享的基础设施,从而显著提升生态伙伴的协同创新参与深度。

3. 创新网络编排的协同演化过程

链主企业在生态扩张期主动编排创新网络成为打破发展路径锁定的关键驱动力,由于未来产业跨界融合特性导致创新主体碎片化,需要链主企业主动编排规则、整合资源、治理网络,才能实现异质创新主体的高效协同,突破现有产业技术路径依赖。三一氢能作为网络编排的核心枢纽,依托集团工程机械产业基础,主动筛选、链接、重构产学研、上下游企业、场景运营等“氢友

圈”多元异质创新节点,表现为推动工程机械现有产业向氢能装备未来产业“老中育新”的主动组织行为。

协同演化过程是围绕新场景拓展与跨场景协同,构建链主企业与生态成员之间协同的异质性创新网络。本研究在尹西明等^[21]提出单场景探索、多场景并行和跨场景协同的基础上,进一步发现链主企业采取主导型创新网络编排模式,其场景开拓是沿着产业链从下游向上游拓展,跨场景协同则是“串珠成链”形成全产业链解决方案。链主企业未来产业生态跃迁动力机制为技术、场景和网络的协同联动,形成场景需求牵引技术创新、技术迭代支撑产品升级、创新网络协同演化共创的未来产业生态跃迁过程(见图4)。

(三)链主企业跨越现有产业未来化发展鸿沟的整合理论模型

按照“条件—过程—结果”的建模逻辑,构建

链主企业跨越现有产业未来化发展鸿沟的生态跃迁过程机制理论模型(见图5)。首先,链主企业在培育未来产业过程中面临着“魔鬼河”“死亡谷”“达尔文海”三重鸿沟,这些鸿沟制约链主企业的新技术产品化、新产品商业化和新市场规模化发展,迫切需要链主企业超越传统线性增长模式,转向更具协同性和融合化的生态非线性跃迁逻辑。其次,链主企业“老中育新”经历了生态播种期、生态建构期和生态扩张期,技术创新、应用场景和创新网络的立体化协同成为生态跃升的关键支撑,技术与场景的协同创新、链主与网络的协同演化发挥了双轮驱动作用,促进链主企业发挥资源能力优势和摆脱组织发展路径依赖,形成“技术—场景—网络”生态正反馈闭环。最后,链主企业作为现有产业未来化“架构者”,通过推动现有产品未来化、串珠成链协同化和创新生态网络化,实现未来产业创新生态从单点支撑向链式主导、网络共創方向的螺旋式跃升。

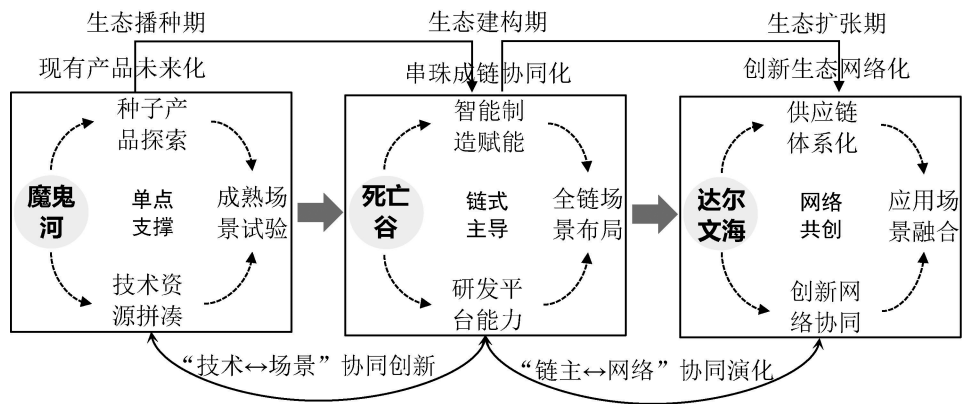


图5 链主企业跨越现有产业未来化发展鸿沟的生态跃迁机制模型

五、结论与展望

(一)研究结论

本文探讨了链主企业跨越现有产业未来化发展鸿沟的过程机制,得出以下结论:第一,链主企业通过现有产业未来化“老中育新”路径来培育发展未来产业,其遵循“架构者”战略逻辑,在生态播种期、生态建构期和生态扩张期面临产品化“魔鬼河”、商业化“死亡谷”和规模化“达尔文海”三个鸿沟问题,推动创新生态跃迁成为弥合鸿沟问题的关键所在;第二,链主企业聚焦现有产品未来

化、串珠成链协同化和创新生态网络化,通过技术锚定场景的动态适配过程、场景反哺技术的快速迭代过程、创新网络编排的协同演化过程等生态跃迁过程,驱动“技术迭代—场景嵌入—网络编排”相协同的未来产业生态正反馈效应和螺旋式升级。

(二)理论贡献

第一,本文从链主企业微观主体角度探讨现有产业未来化的“老中育新”发展路径。现有文献侧重于宏观政策和中观产业层次分析未来产业发

展路径,从微观企业主体层面解构未来产业培植机制的研究很少^[22],且更关注未来技术产业化的“无中生有”路径。本文研究聚焦于链主企业这一独特主体对象,进一步深化了阳镇等^[15]提出面向未来产业的产业链主通过创新生态深度融合主导实现“造链”的行动逻辑,具象化了科技成果转化理论中的产品化“魔鬼河”、商业化“死亡谷”和规模化“达尔文海”鸿沟问题,从生态播种期、生态建构期和生态扩张期解析了现有产业未来化的生态跃迁具体过程。

第二,本文基于“架构者”视角探索链主企业引领现有产业未来化的机制。现有文献主要基于优势产业和新兴产业发展研究链主企业“架构者”角色,鲜有研究未来产业布局的“架构者”战略逻辑与行动策略,对于链主企业从现有产业中培育出未来产业的生态跃迁机制缺乏探究。本文基于链主企业的未来产业生态“架构者”角色定位,构建了“技术—场景—网络”协同创新的分析框架,归纳出技术锚定场景的动态适配过程、场景反哺技术的快速迭代过程和创新网络编排的协同演化过程等生态跃迁驱动过程,揭示了链主企业跨越现有产业未来化发展鸿沟的生态跃迁机制。

(三)实践启示

第一,发挥政府层面的现有产业未来化引导与支持作用。一方面,政府施策方向上引导链主企业推动传统产业升级与未来产业培育双向赋能。引导链主企业做好传统产业升级与未来产业培育的衔接,发挥链主企业的资源能力和应用场景优势,将未来产业的新技术、新模式、新业态融入传统生产、研发、销售各环节,实现“以老带新、以新促老”可持续发展。另一方面,政府要促进链主企业“老中育新”发展未来产业。鼓励链主企业通过内部创业、投资孵化等方式裂变培育未来产业新主体,发挥央国企等大型链主企业在推动科技创新和产业创新深度融合上的引领作用,引导链主企业加快未来产业布局、构建未来产业创新生态。

第二,强化链主企业的未来产业生态“架构者”引领能力。一方面,链主企业立足自身应用

场景和资源能力布局未来产业新赛道。依托链主企业智能制造和核心技术等核心能力,向未来产业“老中育新”细分赛道延伸布局,促进未来产业创新生态的螺旋式跃迁,跨越现有产业未来化发展鸿沟。另一方面,链主企业要成为引领未来产业创新生态发展的“架构者”。链主企业要积极搭建未来产业创新创业孵化平台,鼓励各业务板块围绕未来产业开展创新创业,开放研发平台、生产基地、供应链体系等核心资源能力,为未来产业生态成员企业提供技术支持、产能共享、渠道服务,打造成引领和孵化未来产业新主体的航母。

(四)研究展望

尽管本文对链主企业推动现有产业未来化发展过程机制进行了探讨,但仍有一些不足之处有待进一步研究。第一,当前研究是基于三一氢能的单案例探讨。虽然提供了新的洞察,但装备行业特性和单一案例可能限制结论的普遍适用性。未来的研究可扩展到更多企业和行业,通过多案例研究和定量研究等深化本文归纳的理论模型。第二,尽管研究强调了“架构者”理论视角在链主企业推动现有产业未来化进程中的重要性,但链主企业引领未来产业发展的生态主导力、产业先导能力等仍有待进一步深入探讨。

参考文献:

- [1]杨丹辉.未来产业发展与政策体系构建[J].经济纵横,2022(11):33-44.
- [2]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.
- [3]王昶,赵必武,耿红军,等.跨越未来产业发展鸿沟的路径与政策[J].科技导报,2025,43(2):117-124.
- [4]张启媛,王宏起,李晓莉,等.政府架构下未来产业创新生态系统形成机理研究[J].科研管理,2025,46(8):47-56.
- [5]李军凯,高菲,龚轶.构建面向未来产业的创新生态系统:结构框架与实现路径[J].中国科学院院刊,2023,38(6):887-894.
- [6]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.
- [7]耿红军,李京栋,王昶.未来技术产业化的政策作用路

- 径研究[J]. 经济学家, 2024(12):64-73.
- [8]尹西明,陈锋,吴善超. 技术—组织—场景(TOC):培育未来产业的新理论[J]. 中国软科学, 2025(9):42-54.
- [9]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.
- [10]盛朝迅. 产业生态主导企业培育的国际经验与中国路径[J]. 改革, 2022(10):34-44.
- [11]吉迎东,赵铭,赵文. 基于扎根理论的产业链链主企业生态主导力评价:一个量表开发[J]. 科技进步与对策, 2024,41(6):86-96.
- [12]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”变迁及战略行为的演变[J]. 管理世界, 2021,37(9):167-191.
- [13]王进富,李婷婷,张颖颖. 链主企业生态主导力提升产业链韧性路径研究:以比亚迪和中国新能源汽车产业链为例[J]. 科技进步与对策, 2024,41(21):151-160.
- [14]RONG K, LIN Y, DU W J, et al. Business ecosystem-oriented business model in the digital era [J]. Technology analysis & strategic management, 2023(4):1-18.
- [15]阳镇,方莹莹,陈劲. 科技创新与产业创新深度融合:基于产业链链主的视角[J]. 学习与实践, 2025(9):68-79.
- [16]ADNER R. Ecosystem as structure: an actionable construct for strategy [J]. Journal of management, 2017(43):39-58.
- [17]JACOBIDES M G, CENNAMO C, GAWER A. Towards a theory of ecosystems [J]. Strategic management journal, 2018,39(8):2255-2276.
- [18]FOSS N J, SCHMIDT J, TEECE D J. Ecosystem leadership as a dynamic capability[J]. Long range planning, 2023, 56(1):102270.
- [19]阳镇,王文娜. 产业链链主视角下的关键核心技术突破:角色适配性、模式选择与推进体系[J]. 改革, 2024(9):100-114.
- [20]LINDE L, PARIDA V, WINCENT J, et al. Dynamic capabilities for ecosystem orchestration a capability-based framework for smart city innovation initiatives[J]. Technological forecasting and social change, 2021,166:120614.
- [21]尹西明,武沛琦,钱雅婷,等. 先立后破:场景驱动如何助力 AI 新创企业实现最优区分:基于微言科技的纵向单案例研究[J]. 南开管理评论, 2025,28(12):14-26.
- [22]KEMP A. Competitive advantage through artificial intelligence: toward a theory of situated AI[J]. Academy of management review, 2024,49(3):618-635.
- [23]REYPENS C, LIEVENS A, BLAZEVIC V. Hybrid orchestration in multi-stakeholder innovation networks: practices of mobilizing multiple, diverse stakeholders across organizational boundaries[J]. Organization studies, 2019,42:61-83.
- [24]曹景林,郭熠倩,苏淼淼. 链主主导的产业链治理能够提升新质生产力吗:以战略性新兴产业上市公司为例[J]. 科技进步与对策, 2024,41(22):13-24.
- [25]于苏,于小悦,王竹泉. “链主”企业的供应链治理与链上企业全要素生产率[J]. 经济管理, 2023,45(4):22-40.
- [26]武建龙,董阔,杨仲基,等. 场景驱动企业颠覆性创新的作用机制研究:基于创新生态系统视角的双案例分析[J]. 中国软科学, 2024(10):164-174.
- [27]张启媛,王宏起,李晓莉,等. “技术—场景”驱动的未来产业创新生态系统塑造路径研究[J]. 中国科技论坛, 2025(11):44-54.
- [28]EISENHARDT K M, GRAEBNER M E. Theory building from cases: opportunities and challenges [J]. Academy of management review, 2007,50(1):25-32.
- [29]SANDBERG J H, TSOUKAS H. Grasping the logic of practice: Theorizing through practical rationality[J]. Academy of management review, 2011,36(2):338-360.
- [30]黄晓林,严安平,李维思,等. 面向未来产业构建的氢能产业关键核心技术识别方法研究[J]. 科技管理研究, 2024,44(14):135-143.
- [31]施锦诚,王迎春. 架构者视角下新兴技术创新生态系统演化机制[J]. 科研管理, 2025,46(8):111-122.
- [32]吴晓波,邵貽玥,林福鑫. 突破关键核心技术创新“死亡之谷”的路径机制[J]. 科学学研究, 2026,44(1):129-140.
- [33]HAN J, CHO K. Emerging industrial root technologies: a structural topic model-and topic matrix analysis-based approach[J]. Asian journal of technology innovation, 2022,30(1):178-197.
- [34]LEE H. Unraveling the effect of pre-entry knowledge of founders on experimentation in nascent industries: a configurational approach [J]. Journal of business research, 2023, 167:114-155.