



中国科技期刊卓越行动计划项目入选期刊

控制与决策

CONTROL AND DECISION



制造系统生态化概念、内涵及展望

孙晓晨, 李勇建, 张双, 侯林辉, 蔡幼馨, 周雪

引用本文:

孙晓晨,李勇建,张双,侯林辉,蔡幼馨,周雪. 制造系统生态化概念、内涵及展望[J]. 控制与决策, 2024, 39(8): 2465–2483.

在线阅读 View online: <https://doi.org/10.13195/j.kzyjc.2024.0153>

您可能感兴趣的其他文章

Articles you may be interested in

考虑企业社会责任和公平偏好的绿色供应链决策

Green supply chain considering fairness preference and corporate social responsibility

控制与决策. 2021, 36(7): 1743–1753 <https://doi.org/10.13195/j.kzyjc.2019.1102>

考虑供应商技术截断的“主-供”合作机制演化博弈分析

Evolutionary game analysis of “main manufacturer–supplier” collaboration mechanism considering supplier's technology truncation

控制与决策. 2021, 36(10): 2547–2552 <https://doi.org/10.13195/j.kzyjc.2019.1678>

不同担保模式下考虑零售商公平关切的闭环供应链博弈模型

Game models of closed-loop supply chain under different warranty modes considering retailer's fairness concerns

控制与决策. 2021, 36(6): 1489–1498 <https://doi.org/10.13195/j.kzyjc.2019.1328>

两周期双寡头竞争环境中再制造影响

Effect of remanufacturing on duopoly competition in two-period

控制与决策. 2021, 36(5): 1213–1222 <https://doi.org/10.13195/j.kzyjc.2019.0840>

风险规避制造商市场入侵策略

Market encroachment strategy of risk-averse manufacturer

控制与决策. 2021, 36(10): 2528–2536 <https://doi.org/10.13195/j.kzyjc.2019.1819>

制造系统生态化概念、内涵及展望

孙晓晨¹, 李勇建^{2†}, 张双¹, 侯林辉¹, 蔡幼馨¹, 周雪¹

(1. 天津大学 管理与经济学部, 天津 300072; 2. 南开大学 商学院, 天津 300071)

摘要: 当前我国传统制造业受到了多重压力,如何实现突围是我国经济发展的难题. 从整体上看,我国全产业链全要素在整体上完备充足,但从局部上,很多传统产品制造系统链条过长,在面临不确定时出现效率不高和能力不足问题,如何将整体充足的要素资源和闲置的能力整合服务于面临困境的制造体系值得研究. 商业生态系统是一种多边合作机制,在汇聚资源、促进跨领域多资源的互动和协同具有优势,作为一种复杂条件下协调跨组织关系的治理机制对于解决传统制造企业面临的困境具有重要意义. 然而,实际中制造企业受传统链式模式思维影响,对于如何借助商业生态系统模式解决企业发展中的问题较为模糊. 理论领域对商业生态系统已开展研究,但多是针对纯商业生态系统模式展开讨论,针对传统制造系统融合商业生态系统模式(即制造系统生态化)的研究尚处于起步阶段. 鉴于此,通过相关概念梳理、文献综述总结制造系统生态化的概念及内涵,并对制造系统生态化的未来研究提出展望.

关键词: 制造转型; 制造系统; 商业生态系统; 制造系统生态化; 模式融合; 价值创造

中图分类号: TP273

文献标志码: A

DOI: 10.13195/j.kzyjc.2024.0153

引用格式: 孙晓晨,李勇建,张双,等. 制造系统生态化概念、内涵及展望[J]. 控制与决策, 2024, 39(8): 2465-2483.

Concepts, connotations, and future research of ecologization in manufacturing systems

SUN Xiao-chen¹, LI Yong-jian^{2†}, ZHANG Shuang¹, HOU Lin-hui¹, CAI You-xin¹, ZHOU Xue¹

(1. College of Management and Economics, Tianjin University, Tianjin 300072, China; 2. Business School, Nankai University, Tianjin 300071, China)

Abstract: Currently, China's traditional manufacturing industry is under multiple pressures. How to break through pressures is a difficult problem for China's economic development. Overall, China's entire industrial chain and all elements are complete and sufficient; However, locally, manufacturing systems for traditional products often encounter low efficiency and insufficient capabilities when facing uncertainty because those manufacturing systems present as long chain forms. Therefore, it is worth studying how to integrate sufficient overall resources and idle capabilities to serve the manufacturing system facing difficulties. The business ecosystem is a multilateral cooperation mechanism that has advantages in gathering resources, promoting cross domain and multi-resource interaction and collaboration. As a governance mechanism that coordinates cross organizational relationships under complex conditions, it is of great significance in solving the difficulties faced by traditional manufacturing enterprises. However, in reality, manufacturing enterprises are influenced by traditional chain thinking and have a vague understanding of how to use the business ecosystem mode to solve problems in enterprise development. Theoretical research has been conducted on business ecosystems, but most discussions have focused on pure business ecosystem mode. The research on the fusion of business ecosystem mode into traditional manufacturing systems (i.e. manufacturing system ecologization) is still in its early stages. This paper summarizes the motivation, concepts and connotations of manufacturing system ecologization through relevant concept sorting and literature review, and proposes prospects for future research on manufacturing system ecologization.

Keywords: manufacturing transformation; manufacturing system; business ecosystem; manufacturing system ecologization; mode fusion; value creation

收稿日期: 2024-02-07; 录用日期: 2024-05-14.

基金项目: 国家自然科学基金项目(72132007, 72261147707).

†通讯作者. E-mail: liyongjian@nankai.edu.cn.

0 引言

我国制造业借助经济全球化主动融入全球价值链,参与国际分工,经过长期的稳健发展,已形成了独特的全球竞争优势,成为国民经济的重要支柱。然而,我国制造业企业融入全球价值链的发展路径导致多数企业位于价值链的中低端,对上下游环节的依赖程度较高,呈现多头对外依赖、分工嵌入型的特征^[1]。近几年,全球贸易环境恶化,各国经济增长乏力、消费信心下降、商品需求减少;各种危机等使得全球经济进一步受挫;与此同时,平台经济模式飞速发展,一些平台企业开始向制造业跨界。这些都使得我国传统制造企业面临着内在增长乏力、外在环境不确定性增强和互联网平台企业跨界竞争的多重压力,急需转型升级。从总体上看,我国拥有健全完备的工业体系,包括41个工业大类、191个中类和525个小类,是世界唯一拥有联合国产业分类中全部工业门类的国家,是全球唯一的全产业链全要素的工业国^[2],甚至在很多领域出现了产能过剩的情况。然而从局部看,很多传统的制造系统因为分工精细、链条过长,在面临不确定性时经常出现效率和能力不足的情况。如市场条件变化(消费需求难预测、多样化等)导致供需失衡、响应迟缓、个性化消费需求难满足、消费者粘性低等情况,或者剧烈的外部冲击(如贸易战)导致“断链”。如何将整体范围内充足要素和闲置能力整合服务于面临困境的局部制造体系值得关注。

商业生态系统是一种多边合作机制,能够促进跨领域、多资源之间的互动和协同,实现核心企业的价值主张^[3],是通过整合闲置资源和能力解决传统制造企业面临困境的重要手段。商业生态系统介于纯市场交易模式与链式层级模式之间,比纯市场模式的结构化更强,比层级链式模式结构化更弱^[4-5],在大规模分布式创新、风险转移、占领市场长尾需求、塑造可持续竞争力上有独特优势^[6]。例如苹果公司依托iOS软件平台生态,实现了大规模分布式创新,满足了消费者对于智能手机服务多样化、个性化的需求。同时,此举亦将公司开发APP所需承担的经营风险予以转移,使得苹果公司得以更加专注于iPhone硬件及iOS软件平台的提升。借助商业生态模式,制造企业可以弥合割裂的价值链、补齐价值链的短板和提高整体竞争力^[1]。

商业生态系统的概念最早由美国经济学家Moore^[7]在1993年提出,当前在互联网行业备受关注,但是在制造业的应用逻辑还不清晰。传统制造业建立在专业化分工和合作的基础上,呈现链式形态,

即原料供应商-零部件制造商、零部件制造商-成品制造商、成品制造商-分销商等二元关系层层相扣的层级链式模式。链中的每个企业都有其独特的资源优势和能力特长,通过链式结构整合了各有所长的企业,形成整体竞争力。经历长期的磨合和发展,这样的链式形态成为制造系统得以生存的关键依仗。但同时也使得传统制造企业做任何转型都无法颠覆现有模式。商业生态系统作为多边合作机制,与传统双边合作而成的链式模式有非常大的不同。对于制造企业而言,如何既保留传统模式的优势,又能利用商业生态系统模式解决当前面临的困境、促进转型升级是其关心的问题。

对于大多数传统制造企业而言,限于传统制造系统模式与生态系统模式的差异,其对生态系统模式认识不清。如塞班系统占用的内存资源少、功耗低、续航能力强,但诺基亚仅仅将塞班系统作为手机的升级功能,并未发展生态,很快被市场淘汰。黑莓手机安全性足够,曾经占据着智能手机约50%的市场份额,拥有正常运转的一切条件,如:创新的产品、良好的设计、狂热的用户、一致的好评,其仅吸引了8000名外部APP开发者,远远少于iPhone吸引的20万名外部APP开发者,最终在与苹果的竞争中失败^[6]。而三星在追赶苹果构建自身物联网生态系统时,也遭遇了失败^[8]。这些案例说明,传统制造企业如何借助生态系统模式实现自身提升仍然是一个难题,很多企业既担心没有实施生态系统模式被时代抛弃,又担心实施不成功而拖累企业发展,处于进退两难的境地。

尽管理论领域已经开展了对商业生态系统的研究,但仍然比较分散^[9-11],且多是针对纯商业生态系统模式进行研究。因为对生态系统模式认识模糊,很多企业无法复制成功的经验或规避陷阱。研究显示,大约三分之一的平台生态系统由于糟糕的治理而失败^[12-14]。尽管一些制造业较为成功地实施了生态化,但理论研究还相当缺乏,对传统制造业如何进行生态化没有进行系统性思考。本文通过文献梳理和实际案例提炼制造系统生态化的概念、框架和内涵,并通过研究现状明确未来需要重点关注的几个研究方向。本文着重回答:制造系统生态化是什么?制造系统生态化的动机是什么?制造系统链式模式与商业生态系统融合的内涵是什么?制造系统生态化未来理论研究方向有哪些?

本文内容安排如下:首先概括制造系统生态化的概念基础,包括制造系统与商业生态系统的概念和制造系统模式的演变;然后综述当前关于制造系统

实施生态系统模式的概念视角,并提出制造系统生态化的概念、框架和内涵;接着综述制造系统中实施生态系统模式的研究现状;最后结合本文的概念定义和研究现状提出制造系统生态化的未来研究方向。

1 制造系统生态化的概念基础

1.1 制造系统的概念

制造的概念可以分为两种:一种是“小制造”,仅指产品的生产过程;另一种是“大制造”,指产品设计、物料资源组织、计划、生产加工、市场营销和售后服务等一系列相关活动和工作^[15]。本文倾向采用大制造的概念。

关于制造系统,刘飞等^[16]综合英国学者Parnaby、美国麻省理工学院教授Chryssolouris、日本京都大学教授人见胜人的研究从结构、功能和过程3个角度进行了定义。在结构方面,制造系统是制造过程所涉及的硬件(包括人员、设备、物料等)及其相关软件所组成的统一整体;在功能方面,制造系统是一个将制造资源(原材料、能源等)转变为产品或半成品的输入输出系统;在过程方面,制造系统可看成是制造生产的运行过程,包括市场分析、产品设计、工艺规划、制造实施、检验出厂、产品销售等各个环节的制造全过程。

从运营管理的视角,一个生产制造系统是战略、环境、一系列输入、转化过程、输出以及监测和控制措施的集合体^[17]。其中:战略是指系统的目标,包括顾客价值、组织愿景和使命、实现使命的框架以及组织的竞争优势;环境是指对生产系统有影响的外在条件,如顾客、竞争对手、政府规制、技术迭代、经济环境等;输入具体指资本、原材料、设备、设施、供应商、劳动力、知识等;转化过程是对输入进行价值增值的过程,包括加工、运输、存储、检验等;生产系统的输出一般指某种产品或服务;监测和控制是指为保证系统按照既定标准运行而采取的行动。

抽象地看,无论从哪个视角定义,制造系统均是由众多要素组成,通过相互作用实现特定功能的有机整体,具有复杂系统的特征,其系统结构、组织形式、运营管理可依条件而改动。

1.2 商业生态系统的概念

Moore^[7]最早提出商业生态系统的概念,认为商业生态系统正在从商业元素的随机集合逐渐成长为更结构化的共同体;在商业生态系统中,公司之间共同发展,相互合作与竞争,支持新产品开发满足客户需求,并以此为基础进入下一轮创新,进而赢得持续的竞争力。Moore^[18]将商业生态系统定义为“基于相

互作用的组织和个人的经济共同体,是商业世界的有机体”,共同体中的成员朝着共同愿景一致行动,形成相互支持的角色^[19]。Iansiti等^[20-23]将商业生态系统定义为大量相互依赖的、松散联系的参与者构成的网络。Teece^[24]认为与客户、供应商、其他服务或技术提供商和机构的合作衍生出的动态能力是塑造商业生态系统的关键。Adner等^[25]将商业生态系统描述为供应商和互补商的结合结构,即供应商与互补商分别为客户提供核心产品和补充产品共同完成客户需求,明确了互补商在生态系统中的重要性。Gawer等^[26]和Thomas等^[27]将生态系统固定在一个特定情况——平台,互补者利用平台提供产品或服务资源,为其用户提供价值。Adner^[3]和Jacobides等^[5]将商业生态系统定义为协调跨组织关系的治理机制,主要针对复杂和快速发展的动态业务环境,允许多个合作伙伴之间进行互动,共同创造价值主张。

总而言之,商业生态系统首先是商业资源的集合体,通过生态核心企业的治理实现资源高效互补、灵活协同,通过组织的自我动态演化实现生态发展^[28],从而促进生态中企业竞争优势的提高。根据Adner^[3]和Jacobides等^[5]的观点,商业生态系统也可以是复杂和动态业务环境中协调跨组织关系的治理机制,这点对于制造系统而言具有重要意义。借助商业生态系统模式,制造系统可以克服传统层级链式模式的弊端,促进制造系统效能提升。

1.3 制造系统模式的演变

从工业革命开始,制造范式经历了一系列变化。福特开创了大规模生产模式,是一种纵向一体化模式,即所有价值活动都由制造商自己完成,以流水线形式组织的价值活动呈现链式形态。随着技术进步,价值活动越来越多地由多个企业分工执行,供应链模式应运而生。通过不同企业间的合作和分工完成,企业间进行优势互补使得供应链可以获得集体竞争优势。但价值活动的链式形态仍未改变,即制造商从上游获取半成品辅以自身增值活动生产出新的产品,供应商与制造商、制造商与分销商、分销商与客户构成的两两二元关系共同形成上下游的链条。在供应链模式下,成员间往往通过合同、投资等方式实现合作关系,适合可预测、稳定性强的业务环境^[29]。

相对于早期的纵向一体化模式,供应链可以被认为是一个自适应系统^[7]。但也存在很多难以有效解决的问题,如链条过长、难以协调使得供需严重不平衡,上下游企业依赖程度高使得组织结构缺乏弹性,核心企业对上下游资源控制强度增加使得组织创新力变

差,小批量、多样化、短生命周期且高度波动的客户需求冲击^[30]等,这些问题都困扰着传统制造业企业的发展。

从强调内生竞争优势的纵向一体化模式发展到通过专业化分工合作实现集体竞争优势的供应链模式,制造系统的变化随着客户需求、环境和技术的变化而不断演进^[31]。近年来,数字信息技术飞速发展,如云计算、5G、物联网、区块链、人工智能等,在很大程度上消除了企业之间、人与机器之间、生产者与消费者之间的界限^[32],使得生产要素在时间、空间维度得到了更全面和深层次的聚合,具有更多的自主和智能特性^[30]。各类IT平台的出现则支撑了要素聚合与要素之间的密集协作^[33-34],支撑不同业务部门合作竞争^[35]实现高效的价值创造。在此背景下,制造企业都在谋求如何克服传统模式的弊病。制造系统逐渐向比层级链式模式更开放的生态系统模式演变,如基于云的制造^[31]。

2 制造系统生态化的概念视角

从研究看,关于制造系统中实施商业生态系统的概念从视角上可分为两种:一是将系统全部要素生态化,构造统一的制造生态系统;二是将商业生态系统模式作为传统模式下困境问题的解决方案。

1) 第1种视角主要采用商业生态系统的理念,强调多利益相关者之间的多边互动。在制造生态系统中有不同的利益相关者,如供应商、分销商、物流合作伙伴、技术供应商、政策制定者,甚至是竞争对手^[36],它们在整个制造过程中扮演着重要的角色,从创新、设计、生产和分销,再到售后服务,所有这些利益相关者共同努力,以提高效率并优化产品和服务水平^[37]。一些研究指出,制造业链式模式正在向生态系统转变,其关键特征是来自不同行业的行动者之间的协作安排和相互依赖^[38-40]。

Li等^[41]认为制造业的生态系统应该是基于分布式知识和服务交换的开放形式,应从集成制造系统转变为开放式制造系统,不仅要连接企业、客户,也应该共享信息以及企业处理信息的知识和服务。Yang等^[42]关注了半导体制造生态系统,认为当相互竞争、相互提供技术或向第三方提供补充技术的企业通过合作减少了各种形式的浪费时,这些企业就组成了商业生态系统,并通过采用和共享精益生产的成果提高每家企业的盈利能力。Helo等^[30]讨论一个云制造生态系统,将制造资源(包括硬件和软件)和能力(即生产和制造的性能)转换为云,作为不同利益相关者(客户、制造商、经纪人、设计师和IT解决方案提供商)之

间的制造服务。

Jacobides等^[5]区分了3种生态系统类型:基于生产者的生态、基于平台的生态和多边平台生态。Kazantsev等^[43]研究了需求驱动的中小企业合作的生态系统,重点关注受需求驱动的中小企业合作的作用,该系统增加了中小企业与一级企业竞争(或合作)订单的可能性,而OEM将在多个供应商之间共享订单履行风险。Ates等^[44]认为制造生态系统中的参与者通过相互作用,共同创造整体的产品,可能会形成新的关系,现有的联系可能会消失,从而在生态系统水平上产生能力配置、价值分配和网络治理3种协同动态。

2) 第2种视角主要将商业生态系统作为手段或者补充。如Adner^[3]和Jacobides等^[5]将商业生态系统定义为协调跨组织关系的治理机制,主要针对复杂和快速发展的动态业务环境,允许多个合作伙伴之间进行互动共同创造价值,即商业生态系统被当作解决制造系统问题的解决方案,应对传统制造环境下复杂的、不稳定的、个性化、多样化的难预测市场变化等问题。Hammant等^[45]提供了一个太阳能电池板行业的生态化案例,借助服务环节的生态化(销售、融资和安装解决方案等多方互补生态)实现了竞争优势。这种视角也可以由实际案例支撑,如苹果借助软件平台实现了手机APP服务生态化,增加了消费者对苹果手机的粘性;小米公司针对手机周边瞄准“小物件”构建了“1+4+N”的消费生态,实现向“范围经济”的转变^[46]。

对比两个视角,更多的研究从纯商业生态系统视角理解制造系统中实施生态系统的模式,更多移植了商业生态系统的概念。而将生态系统作为复杂环境下协调跨组织关系的治理机制的视角的研究相对较少。该视角下的研究应首先明确原组织存在的问题,进而讨论生态系统模式如何与原组织形式融合解决存在的问题。

3 制造系统生态化概念、结构和内涵

当前阶段,传统制造系统以层级链式模式为主,该先决条件决定了制造企业不可能完全抛弃现有模式实行完全的生态化运营。长期的实践表明,传统层级链式结构仍是制造企业所依赖的根本模式,在降低成本、保证产品品质方面具有独特优势,是制造企业竞争力的根本保障。当前研究对完全的生态化模式与完全的链式模式孰优孰劣还没有准确的回答^[47]。因此,在传统制造系统实施商业生态系统,本质上是将制造系统的链式模式与商业生态系统模式

进行融合.现实案例显示,制造系统链式模式与生态系统模式结合可以实现较好的竞争优势.例如,小米手机早期竞争优势并不明显,因此改变单纯发展规模经济而逐渐向范围经济转变,围绕手机周边瞄准“小物件”之类的轻资产行业,大力支持众多初创公司开发长尾市场,构建了“小物件”的消费生态;而为实现创新产品的低成本生产,小米在后端采取了整合的供应链^[46].苹果手机的生产仍然是传统供应链模式,但是利用软件平台实现了手机APP服务生态化,增加了消费者对苹果手机的粘性.基于以上描述,本文提出现阶段制造系统生态化的概念.

制造系统生态化是以传统链式制造模式为主,通过融合生态系统模式克服传统模式的不足并相互适用的过程.制造系统生态化是制造系统链式模式与生态系统模式的融合.这里的“融合”可以理解为制造企业主动构建一个自己的生态系统,如苹果公司构建了苹果APP生态,也可以是其加入了一个外部生态.前者可以借助生态化实现自身更强的竞争优势,但需要支付较大的基础投资成本和开发风险;后者则在不承担风险的同时利用生态系统模式的灵活性,但长期看可能在与搭建生态的同行企业竞争中丧失优势.因此,不同企业遭遇的困难不同,进行生态化的动机不同,传统模式与生态系统模式融合的形式也会不同,例如小米公司选择消费产品的生态化,苹果公司则实施的是服务生态化.本文总结出制造系统生态化具有局部化特征.

局部化特征——制造系统生态化是制造系统链式结构的某个(或几个)环节实施的生态化,包括:处于链式结构供应端的制造过程生态、处于消费终端的消费场景生态化、衔接供应端与终端消费者的服务生态化,以及支撑全链条的创新生态化.

数字平台对当前制造系统实施生态化起到了关键的支撑作用.例如对消费生态化而言,可以借助消费物联网平台实现消费场景下人机物的实时态势感知,及时识别获取消费者需求.对面向终端消费者的服务环节而言,软件平台可以为互补成员提供接入市场的机会,及时发现需求、满足长尾市场、应对市场个性化多样化的快速需求,如苹果应用商店围绕智能手机提供软件APP服务.对生产端而言,可以实现基于网络的多方信息共享(如区块链平台)、分布式环境下企业间协同设计、制造资源共享(如云制造平台),以及专业数字化模型和工业APP对接服务,满足需求的高效匹配,降低搜寻成本和交易成本.不同形式的数字平台支撑了制造系统不同环节生态化的实

现,因此,本文归纳出当前制造系统生态化的平台化特征.

平台化特征——制造系统生态化是在数字平台支持下实现链式模式与生态系统模式的跨模式融合和有效治理.

基于上述对制造系统生态化概念和特征提炼,制造系统生态化的整体结构框架如图1所示.

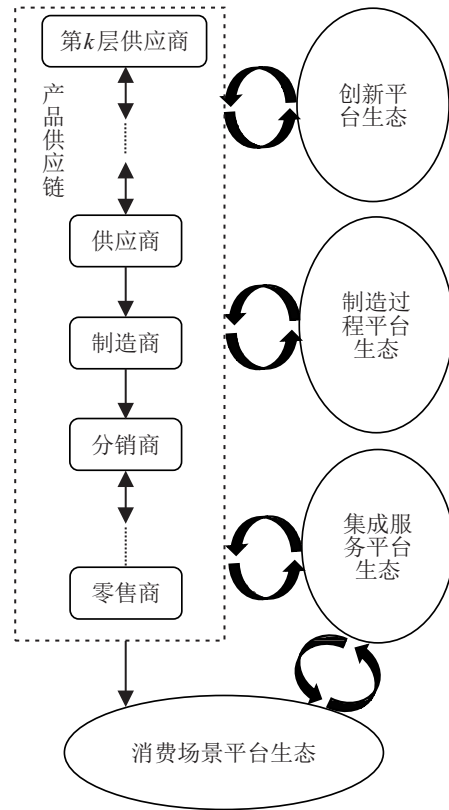


图1 制造系统生态化整体结构

制造系统各个环节进行生态化都需要深入考虑链式模式与生态系统模式融合的具体涵义.

制造系统生态化的内涵——制造系统生态化是将制造系统链式结构与各种数字平台(物联网、云计算、区块链等)支撑的生态结构进行融合,全部或部分地实现:需求提升(新需求创造、长尾需求捕捉和个性化服务发现)、制造提升(敏捷性提升和精益性提升,以及二者的兼顾)和可持续的创新迭代.这里的融合分为3个层次:第1个层次是价值模式的融合,即二元价值链模式与多元价值网络模式的融合,该层次主要从微观入手构建结构内部及结构间众多资源要素的协同关系和动态演变,侧重反映融合模式下组织成员间合作创造价值的机理,是后两个层次的基础;第2个层次是组织模式的融合,即供应链组织与平台生态组织的融合,该层次是价值模式融合的宏观表现,融合架构下不同的企业汇聚了不同的资源要素,在组织内表现为不同的话语权和控制权,最终反映为不同

的获利水平,该层次侧重反映融合模式下的组织成员间通过竞争获取价值的机理;第3个层次是运作模式的融合,即供应链管理模式与生态结构治理模式的融合,该层次是在价值模式与组织模式融合的基础上,不同企业依据其所具备的资源要素和在组织内具备的权力,利用不同手段实现自身价值创造与价值获取平衡,该层次侧重反映融合模式下管理策略与治理机制的优化.3个层次是有机整体,不可分离考虑,但是在生态化过程的不同阶段,各个层次上的融合广度、深度和手段表现可有所不同.

4 制造系统生态化的研究现状

根据上一节制造系统生态化的整体结构,本节分别对消费生态化、服务生态化、制造生态化和创新生态化4个部分进行文献回顾.

4.1 制造系统消费生态化

制造系统的消费生态化主要以数字技术为支撑,针对场景化的产品进行个性化配置,与消费端深度融合共创价值,充分挖掘消费端产品或服务的价值.在消费生态化后的产品供应链中,消费者的行为主导生产.例如鼓励消费者参与产品的设计和制造以克服产销过程中的困境^[48].现有文献对制造企业消费生态化的研究可以从两个角度进行归纳:一是消费者参与产品的制造与设计;二是消费互联生态.

4.1.1 消费生态化的动因

传统的制造系统价值创造主要由企业端完成,随着市场成熟往往导致同质化竞争加剧,制造企业谋求服务化转型获取消费者好感,深入了解消费者的需求成为企业利润的重要来源.Vargo等^[49]认为价值是在企业与消费者的交互过程产生的,特别强调了消费者参与在价值创造中的作用.在此视角下,更深入地与消费者互动对价值创造十分重要.同时,消费者对自身需求被满足的实时性和集成性提出了更高要求.数字技术(如物联网、互动社区)使得制造企业价值链进入消费者周边生活和实时了解消费动态变得普遍,由此催生了消费生态化的产生.制造服务化转型、消费者需求特征的变化和新技术新模式的出现是消费生态化发生的原因.

4.1.2 消费者参与产品的制造与设计

随着数字技术的发展,用户消费和企业生产二者关系从完全受制造企业控制逐渐变为可以线上线下结合、与制造企业深度融合^[50],使消费者对生产过程的参与感逐渐加强.例如消费者以DIY、用户创新或大规模定制等形式参与产品生产的设计、制造和分

销等环节.董洁林等^[51]以小米为例,介绍了在消费电子制造业中消费者呈现的新特征.在价值主张上,认为互联网时代的消费者具有动机和能力参与到企业的运作中,既是企业战略发展的选择力也是原动力;在价值创造环节,消费者通过“无缝开放式创新”模式参与研发全过程,既能增加用户满足感,也能降低企业成本.

2012年,《经济学人》杂志提出“社会制造”^[52]一词.社会制造是指线上社交平台连接制造商与消费者,消费者通过互联网完全参与生产过程,共同创造个性化产品与服务^[53];消费者可以通过在线平台控制和管理制造资源与制造活动,促进个性化和社会化生产^[54-55].在此基础上,有学者提出了“制造即服务系统”,通过共享网络制造基础设施来制造产品,是现代制造业的范式转变,其目标是满足消费者对定制产品的高要求,导致制造模式从基于产品的制造向基于服务的制造转变^[56].

“制造即服务系统”的出现改变了现有的制造格局,能更好地抵御市场波动并实现广泛协作,在工业市场通常被用在CNC加工^[57]、智能制造和3D打印领域.智能制造在工业领域的应用众多,例如汽车行业的大型汽车创新项目Catena-X^[58]考虑了智能制造模式下生产能力和消费群体可能会产生的规模效应,构建了制造即服务系统,是消费生态化背景下汽车行业制造模式转变的代表性案例.3D打印等数字制造技术为消费者提供了制造能力^[48],甚至催生了围绕乐高积木、星球大战等流行产品的消费生态系统.将消费者集成到产品的制造和设计过程中,提供高效的定制服务等新型商业模式,有助于制造企业更好地服务客户,提高盈利能力^[59].

4.1.3 消费互联生态

制造商在智能连接功能中嵌入物理产品(例如智能家居生态、基于汽车的智能移动生态^[60]),带来了消费新场景.消费物联网是指面向普通消费者的物联网应用系统,如可穿戴设备、个人监护设备和智能家居等,允许创建大型网络将人、设备与组织连接起来,通过重塑用户与产品、设备之间的互动关系,创造单个设备无法完成的独特用户体验^[61],重塑消费者对企业的期望、看法和要求,提高了细分和瞄准所需受众的准确性^[62],影响购买和消费行为.Alrawi等^[63]研究了智能家居物联网生态中的移动App和云设备,并探讨了消费物联网中设备的安全与隐私问题.小米通过“生态链模式”推动了更多智能制造商的合作,以移动互联网的模式和全新的经营管理模式,迅

速占领了智能制造产品市场,布局企业和互联网消费者之间的物联网^[64]. Liu等^[65]分析了物联网技术支持下消费生态化的体育消费新逻辑. Shin等^[66]对快速发展的物联网智能生态系统进行社会技术分析,探讨了市场增长、用户体验、政策的相互作用,表明了消费者认知动机以及用户价值在物联网生态系统中的影响作用. 需求端的改变促使制造商与软件开发商、技术和服务提供商的广泛生态系统之间的关系改变^[67].

除物联网技术外,数字孪生技术也是影响制造企业消费生态化发展战略进步的重要技术之一^[68]. 数字孪生技术可以为制造企业提供基于产品供应链的全面视图,帮助制造企业摆脱单一产品生命周期的限制,形成网络促进产品的持续升级. Li等^[69]以海尔为例探究数字孪生平台网络的动力机制,构建了基于数字孪生平台的可持续商业模式五维框架. Prahalad等^[70]从客户价值共创的角度提出,企业可以将与消费者的互动拓展到销售和服务之外的其他方面,成为价值创造和价值提取的新环节. Kopalle等^[71]以数字孪生技术为基础,为传统制造企业开发一个框架,通过3个步骤开发了数字客户导向的能力,利用该能力创造更大的企业价值.

在消费生态方面,社交消费也是一种新消费场景. 数据显示,七成以上消费者的主要消费诉求为社交需求,蕴含社交、悦己等情感属性的兴趣消费平均月支出占比为27.6%^[72]. 消费者获取的不仅仅是产品或服务,通过社交可以获得新的生活方式或体验,从而提高消费者的购买意愿和催生使用服务需求. 社交消费生态的研究重点是消费者社区构建及内容分享机制,当前相关研究还较少.

4.1.4 消费生态化研究评述

消费生态化扩展了产品制造系统的范围,帮助制造商满足客户个性化需求,增强灵活性,并抓住竞争优势. 有如下几个方面的关键问题仍需要深入探讨:1)尽管已有部分文献对消费生态化场景进行了关注,但仍没有成熟的范式能够描述制造系统中的消费生态化,关于消费生态系统提升企业价值的机理研究尚且很少;2)消费生态系统最终是为制造系统提供价值源泉的,消费生态系统与制造系统联动实现高效的消费需求匹配还没有被深入探讨;3)由于消费者对产品创造也贡献了知识和技能,从而对最终价值分配也很敏感,如何实现企业与消费者、消费者与消费者的价值共创,这点还需要对消费生态系统治理机制方法进行研究.

4.2 服务生态化研究进展

关于服务生态系统的概念已有定义,但更多是针对平台经济模式,如出行服务、外卖服务等. 对制造系统的服务生态尚没有明确的定义,与之相关的概念是产品服务系统(product service system, PSS),侧重于制造企业向客户提供产品服务的整合形式^[73]. 相对于消费生态,产品服务生态的研究相对较多,当前关于PSS可以从服务视角或生态视角分别探讨^[74],本文侧重生态视角,可划分为服务生态构建、生态化路径及演化、生态主体价值创造和治理.

4.2.1 服务生态化的动因

生产效率快速提升,市场供大于求,产品同质化竞争加剧,市场由卖方转为买方,制造系统逐渐由“产品主导”向“服务主导”转换^[49,75]. 但是,在服务主导下客户化的服务需求千差万别,具有批量小、种类多、持续性低、不确定性强等特征,靠单一企业或固定结构组织无法在需求识别、服务创新和提供上具有充足的能力和效率. 但传统以市场交易为特征的外包第三方形式经常导致服务不到位等问题,严重影响产品品牌形象. 在数据技术(尤其是数字平台)快速发展的背景下,以制造企业作为核心、对多方服务资源进行整合后形成价值共创的服务生态成为趋势. 制造服务化转型、服务需求多样性、数字平台支撑是制造服务生态化动因.

4.2.2 制造服务生态构建

关于制造服务生态的构建,多位学者都提到了资源的整合^[76-78]. 生态系统需要汇聚众多参与者(包括部件制造商、子系统集成商、服务提供商和相关互补方)的产品和服务向消费者提供集成服务,其关键的挑战来自于整合企业外部的众多有形和无形元素^[79]. 王丽娜等^[80]基于海尔的服务化转型实践,发现互联网背景下制造企业服务化的关键在于用户的全流程参与,核心在于利益相关者的价值共创,目标是构建起制造企业的服务生态系统;而制造企业作为资源整合平台,需要实现多主体、多资源或多因素的优化配置. Tronvoll等^[81]建议制造系统领导者应该从垂直层次转向生态伙伴关系. Li等^[74]分析了数字技术时代制造企业和服务企业发展PSS生态系统的不同方法,研究结果表明,合作伙伴关系正日益成为一种重要的战略,特别是通过数字平台整合. 当PSS提供商没有必要的能力或资源时,他们会通过整合资源和能力与其他合作伙伴共同创建^[82]. 收购和建立战略合作伙伴关系是通常策略^[74,82-83]. 苏昕等^[84]发现在服务型制造产业生态系统的构建过程中,制造企业

应起到主导作用,并通过4种不同路径由非网络核心向网络核心位置攀升。

4.2.3 制造服务生态化路径及演化

在生态系统中,价值网络结构不是一成不变的,也不再是清晰的链式增值过程^[85],企业边界和企业间互动动态变化。令狐克睿等^[86]从制造企业服务化升级的路径角度出发,提出制造业服务生态是融合制造、服务、社会资源和互联网的网络化生态系统,包含制造商、服务商组成的供应系统,个体和社群组成的需求系统及政府等其他利益相关方,并通过广电集团、海尔和乐高3个实例,分别对应服务化程度和社会资源整合程度的不同变化方向组合,诠释了3条不同的服务化路径的发展模式和核心能力。陈旭等^[87]总结了服务生态化前后制造企业在经营理念、价值主张、制造逻辑和运营目标方面发生的变化。董华等^[88]则从“服务化悖论”的角度出发,讲述了大数据驱动下制造企业服务生态化过程中可能面临的问题及应对措施。

在服务生态系统中,若多个主体面临系统性冲突,感受到自身利益受到侵犯,则会在认知和协作关系方面发生演化^[89]。陈召杰等^[90]运用熵模型构建服务生态系统的演化模型,从生态、经济、网络多个角度对单一系统的演化趋势进行评估,针对不同类型的服务生态系统得出了统一的演化性能评价。

4.2.4 制造服务生态价值创造

价值共创是PSS核心^[91],核心企业需要将传统线性链式模式转向生态系统视角,从序列增值转向价值共创^[92]。刘晓彦等^[93]通过日日顺与琴趣两家制造企业的服务平台研究发现,价值创造过程由连接、互动、重组3个杠杆组成,连接产生网络效应,互动促进创新,重组高效匹配供需资源。邢宇辰^[94]从资源编排的视角出发,得到了制造企业数字服务化转型的价值创造模型:实现产品价值创造-平台价值创造-数字服务生态价值的跃升。Lacoste^[95]认为,PSS系统中的价值共创需要两个阶段的过程:首先,供应商通过分析或共创可持续性意识,与最终用户共同创造价值;其次,通过整合这种行为知识,供应商可以与直接客户共创一种可持续的混合产品或可持续服务,这样的可持续性服务是价值创造的核心和重要的增量要素。在明确服务生态系统价值创造模式的基础上^[96],陈菊红等^[97]借助演化博弈的方法,刻画了价值共创的演化均衡状态及其收益,发现价格弹性在服务生态系统的演化过程中起主导作用,直接影响服务化的收益状况和系统的均衡状态。

4.2.5 制造服务生态治理

PSS生态系统需要不同参与者之间进行多维交换、动态交互和能力共同开发^[98-99]。当PSS提供商与多个合作伙伴进行协调时,治理机制对管理复杂和动态的交互和交换至关重要^[98],能促进生态系统更好地创造价值^[79,82,91]。关于PSS生态系统治理机制的研究仍然很少^[92],合同治理和关系治理是通常讨论的两种机制。合同治理可以帮助锁定客户、明确角色和责任、降低风险并共同创造长期价值^[100-101],但是无法在动态的环境和关系变化中具备灵活性^[91-102]。而关系治理则更加灵活,具有适应性^[101],能为合作伙伴建立信任,从而专注于互利改进^[82],但不足以管理责任和减轻风险^[92]。

4.2.6 服务生态化研究评述

相对于消费生态,服务生态化的研究较为全面,但仍有如下问题需要进一步探讨:1)对上述服务生态系统的各个方向,更多是立足核心企业(即生态构造)视角,讨论如何创建一个平台,如何汇聚资源、配置优化,如何吸引用户和互补者并实现自身的价值优化,研究一直倾向于关注协调生态系统的单一行动者的战略和表现,很少从互补者视角讨论,本质上而言,生态互补者是生态系统中的大多数,他们才是生态系统生命力的根本;2)相关研究大都针对服务生态系统进行讨论,较少从战略上分析服务生态系统的构建对制造系统(或制造企业)本身竞争力提高的影响;3)在价值创造和生态治理方面,相关研究多集中于定性研究,定量研究相对较少。

4.3 制造过程生态化研究进展

制造过程生态化主要强调制造企业作为核心,对多方制造资源进行整合,针对各种复杂的生产问题形成解决方案。目前来说,支撑制造过程生态化最主要的形式是平台支撑下的云制造和共享制造等理念。

4.3.1 制造过程生态化的动因

当前全球化、科技发展、市场竞争等因素使得环境更加动态和不可预测,环境的VUCA(volatility, uncertainty, complexity, ambiguity)特征使得以预测为根本的传统模式效率不高^[47],需要有一种更网络化的组织形式,与客户、合作伙伴和供应商进行高度组织间的协作,以便快速适应市场。新的技术(如物联网、云计算、区块链等)促进了空间位置不同、经营状态不同、发展目标等不同的多资源方集成,是制造过程生态化的基础技术支撑。云制造、共享制造等理念的兴起,为制造过程生态化提供了运营范式。业务环境的变化、新的平台模式支撑、云制造等新理念的提

出使得多方制造资源进行汇聚形成生态,从而实现制造过程的生态化。

4.3.2 云制造

1) 云制造的概念.

云制造是网络化制造形式^[103]. 概括地说,网络化制造是按照敏捷制造思想,基于计算机网络建立网络联盟,将分散在各地的生产设备资源、智力资源和技术资源等进行快速有效的组织与协调,以快速响应市场^[15,104]. 范玉顺^[104]、刘飞等^[15]归纳了网络化制造的特征,以响应市场为主要目标,基于网络技术突破地域限制促进企业间协作并覆盖生产经营的所有活动,可以表现为不同形态和功能系统.

云制造平台是一种利用网络的服务平台,按用户需求组织网上制造资源,为用户提供各类按需制造服务的网络化制造新模式^[103],是一种面向服务、高效低耗和基于知识的网络化、敏捷化制造新模式和技术手段,它将促进制造的敏捷化、服务化、绿色化和智能化,重点强调了其资源共享、协同制造方面的属性^[105]. 此后不断更新,已发展到云制造3.0^[106]. Wu等^[107]将云制造定义为一种以客户为中心的制造模式,利用对多样化和分布式制造资源共享集合的按需访问来形成临时的、可重新配置的生产线,从而提高效率,降低产品生命周期成本,并允许最佳资源加载,以响应可变需求客户生成的任务. Chiappa等^[108]认为云制造系统是复杂且动态的结构,可以有效地远程连接客户和生产商,提高资源匮乏型生产商的生产能力,以满足客户的需求.

与传统意义的网络化制造相比,云制造也可以认为是一种网络化制造形式,但网络化制造缺乏良好的运营模式,无法实现动态智能的制造资源共享与分配以及与终端物理设备的联通,缺乏有效的安全管理措施等瓶颈问题^[109].

2) 与云制造相关的研究.

当前有关云制造的研究更多聚焦在微观运营视角,尽管未提及生态系统的概念,但实际上可以将其认为是生态系统模式的相关管理问题的研究,对支撑制造系统生态化有重要意义,如调度管理、资源管理、访问控制模型和定价机制.

首先关于调度管理问题. 云制造的目标是通过互联网向消费者提供按需制造服务,因此调度是实现其目标的关键手段之一^[110]. 在云制造领域中,可以将调度问题划分为狭义和广义两类. 狭义的调度是指将资源/服务进行分配,并监视、控制和优化资源/服务的状态和执行情况,以满足消费者个性化需求的过

程. 广义上的云制造调度除此之外还包括许多其他活动,如任务处理(特别是分解)、服务发现、分配、选择和组合等^[111-112],其中广义的调度是云制造领域最关注的研究问题^[113].

其次,对于资源管理问题,制造资源是云制造系统内的核心要素,云制造利用信息通信技术将资源以数字的形式实现资源间、资源与平台、资源与企业的有效连接互动^[114]. 由于云制造平台可以实现对分散资源的集中使用,从而满足消费者广泛的个性化需求,有效解决了大规模生产中的个性化生产与批量生产中的矛盾问题. 针对这一背景,李雪等^[115]构建了以云制造为基础的大规模定制产品生产模式,使用NSGA-II算法对资产配置问题进行研究. 许春安等^[116]考虑到制造资源需求企业和平台双方利益,建立考虑服务质量和柔性因素的资源配置模型,并采用改进NSGA-II算法进行求解分析. 进而,关于访问控制模型和定价机制方面,刘强等^[117]从使用角度分析了资源在平台中的使用和需求访问控制. 云制造改变了企业传统的运营和价值链结构,除了传统的定价机制外,学者们还从拍卖角度引导资源的合理分配,这种方法不仅确保了有效的资源利用,而且可以从静态^[118-119]、动态^[120]两种拍卖环境下为制造商提供最大化的收入方式. 此外,资源的评价方法将决定资源配置的优化方向,学者从优化目标^[121-122]、资源模糊表达性质^[123-124]等方面入手构建评价模型.

也有一些学者从云制造生态系统视角进行研究. 毕克克^[125]基于生态学给出云制造生态系统的概念模型,并研究了信任形成机理、评估方法、能力评价及等级划分方法,进而研究了系统的演化发展. 彭巍等^[126]构建了基于生态位的云制造生态系统主体竞争的合作演化模型. Helo等^[30]从商业生态系统视角对云制造生态系统进行了分析和设计.

4.3.3 共享制造

1) 共享制造的概念.

除云制造外,共享制造概念也与制造生态具有相似性. 云制造与共享制造都呈现出服务导向的商业属性^[127],但具有差异. 从运营模式上看,云制造包括私有云、公有云、混合云等多种方式^[128],而共享制造更强调社会化属性,更偏向于公有化模式;从研究范畴来看,云制造更偏重于技术的应用实现方式,而共享制造更强调管理运营模式;从实现途径来看,云制造依赖于资源上云,即资源数字化后的虚拟状态,强调线上线下的资源共享,而共享制造并非如此^[129]. Brandt^[130]于1990年首次提出了共享制造的

概念,但没有明确定义.共享制造是以共享经济为基础,将生产资源进行弹性的、集约化管理和匹配,因此具有共享经济的集约、高效、灵活等特性^[131].向坤等^[132]认为共享制造是运营共享经济理念,是在多个制造业主体的制造业全生产流程上将生产资源规模化、智能化、弹性化地与需求进行对接的一种生产模式和生产组织形态,是具有集约、高效、灵活等特点的一种共享经济模式.俞春阳^[133]将共享制造与云制造、协同制造、网络化制造等从共享方式、信息构架、共享范围、平台管理、资源调度、开放程度、服务特点等多方面进行对比,为共享制造提出了新的定义,即企业或个人利用新一代技术向需求者分享全部冗余资源和能力,为需求者按需获取这些资源和能力提供便利,从而实现双赢.

2) 与共享制造相关的研究.

与云制造的研究类似,共享制造的研究也多未从生态系统视角探讨,侧重运营管理问题.尽管如此,相关研究对于支撑制造过程生态化仍具有重要的意义.

首先对共享制造的质量管理问题.共享制造通过供需匹配和资源利用的精准性,提高中小企业的制造能力和质量水平.然而,共享制造也带来了质量不确定、质量改进难度高等问题.因此,共享制造各参与主体需要保持紧密的互动和协作,以提升产品质量水平和降低质量改进难度.张子鸣等^[134]探讨了共享制造对质量管理的影响和挑战.张旭梅等^[135]针对第三方共享制造平台上的生产性服务商质量信息披露与激励问题,构建了以平台为主导的供应链成员之间的动态博弈模型.Zhang等^[136]通过演化博弈分析,研究了共享制造质量的演化过程,发现动态奖励和动态惩罚机制可以有效改善系统演化的稳定性,并促进供应方质量的提高.

其次是共享制造下的产能匹配调度问题.曹端阳等^[137]研究了订单可拆分的第三方共享制造平台上的产能匹配问题,通过考虑产能供需数量、价格和最低匹配量等约束,以平台收益最大化为目标,构建了产能拆分匹配模型.晏鹏宇等^[138]详细论述了共享制造中“订单选产能”式单项匹配和“订单产能互选”式双向匹配两种模式下的运作管理方式、匹配与调度以及优化算法问题的研究进展.Wang等^[139]介绍了基于数字孪生技术的服务模型和共享制造中制造资源的最优分配,通过分解原始问题并采用分布式优化方法,实现了制造资源的最优分配.

进而产生共享制造下的风险管理问题.王新平等^[140]从风险偏好的视角分析共享制造企业中的机

会主义共享行为,并提出了规范共享理念、规范风险态度和完善平台监管职能等策略来解决这些问题.Burgos等^[141]讨论了基于区块链的共享制造概念中的信任和可扩展性问题,提出了使用区块链技术来解决制造业中的信任问题.

4.3.4 制造过程生态化研究评述

由文献综述可以看出,在平台支撑下的云制造和共享制造都具备将制造资源生态化的条件,但从具体研究看,相关领域的研究还存在如下问题:1)当前研究多在特定技术或平台下讨论相关的业务运营问题,如产能分享、任务调度、资源管理、质量管理、风险管理等,较少文章从生态系统的构建、治理视角进行研究;2)相关定量研究较多,但主要还是在单纯的云制造或共享制造模式下进行,将生态系统模式融合到传统制造模式的研究较少.

4.4 制造系统创新生态化研究进展

Adner^[142]首次明确提出创新生态系统这一概念,将其定义为企业通过合作整合生态系统中各企业创新成果,提供满足客户需求的全新解决方案.就制造企业创新生态化而言,也符合这种定义.由该定义,创新贯穿制造系统的任何环节.针对一般创新生态系统的研究已有很多,下面重点围绕制造企业的创新生态研究进行回顾.

4.4.1 制造创新生态化的动因

传统制造企业独立创新模式已无法应对日益激烈的竞争、技术快速变革、用户个性化需求等挑战,制造企业需要将视野扩展到创新生态系统中^[143].尽管很多创新活动核心企业自己也能完成,但现实中,企业无法在全部的市场和细分领域进行创新和投入.Su等^[144]提出成功的创新生态系统所具备的4个基本条件:工业标准化、数字平台、号召力、价值创造与创新.张娜娜等^[145]将海尔构建其基于数字平台的创新生态系统的过程,划分为奠定管理基础、打造创新平台、构建创新生态三个阶段,其中海尔搭建的数字平台为海尔搭建创新生态系统奠定了数字平台基础.因此,企业在构建生态系统的过程中,要重视战略的制定与数字平台的搭建.用户个性化需求多样和平台模式催生了创新生态系统实现.

4.4.2 制造创新生态系统的构建与演化路径

创新生态系统战略为核心企业与其他创新主体确定价值共创的方向提供指引,是构建制造创新生态系统的战略基础和决定性因素^[145].能否构建起创新生态,关键看能否吸引更多其他成员参与,尤其对中小企业而言.当中小企业加入创新生态系统中时,其

获得外部资源和信息的便捷程度会得到显著改善,进而促进企业整体创新绩效的增长^[146]。

现有研究从开放式创新^[147]和风险规避^[148]的角度验证了中小企业加入创新生态的作用,但也有研究指出创新生态系统对中小企业的作用近年来似乎正在减弱^[149]。Jiang等^[150]研究发现中小企业加入创新生态系统的积极作用受其融入创新生态系统的广度与深度影响,因此盲目进入创新生态系统并不一定对中小企业的发展有贡献,如果过度融入创新生态系统可能会抑制创新能力的发展。孟韬等^[151]研究发现,制造企业应围绕资源利用率和资源使用率构建符合自身特色的意义导向创新生态系统。进而,制造企业要关注如何搭建一个成功的创新生态系统。

制造企业创新系统并不是一成不变的,而是动态演化的,会随着创新主体间的互动过程而发生变化。郑帅等^[152]通过对海尔集团进行纵向案例分析,研究核心制造企业在创新生态系统中的演化过程,研究发现根据3种不同的演化机制会呈现出不同的演化路径。Chen等^[153]运用生态学理论和共生视角构建了先进制造业创新生态系统演化的概念模型,研究发现先进制造业创新生态系统的演化和发展会受到各共生单元的利益以及生态平衡的影响。

4.4.3 制造创新生态系统的价值创造与价值获取

在创新生态系统背景下,价值创造是指为消费者或者其他利益相关者创造价值的协作过程与活动。价值获取是指个体企业实现获利,即企业如何通过提升自身竞争优势获得利润^[154]。在价值创造方面,刘洪民等^[155]的研究指出,制造企业推动价值创造方式从价值链向价值创新网络和价值创新生态转变,创新环境和平台运营是支撑平台价值创造活动、调动各多元主体协同价值取向的重要支撑和保障。潘杨等^[156]指出在船舶创新生态系统中,由各创新主体构建资源池,供应商在资源池的基础上构建价值链和业务链,进而构建创新链,通过汇集各个相关利益方实现价值共创。Kahle等^[157]以开发智能产品所需的创新生态系统为研究对象,提出了智能产品进行价值创造的“6C”框架。在价值获取方面,Bilberg等^[148]指出核心企业要战略性地为价值获取创造潜力,例如扩大客户基础或者签约新订单。

4.4.4 制造创新生态系统的治理

由于创新生态系统是一个复杂的、动态的系统,在共生竞合动态演化的过程中难免会出现利益分配不均或者机会主义行为等问题。这将对创新生态系统造成不良影响,因此创新生态系统需要有一个领

导者通过治理手段协调利益相关者,防止机会主义行为,并引领实现共同的价值主张^[158]。国内外学者对制造创新生态系统治理机制的研究主要集中在总体框架,以及具体的激励机制、资源管理3方面。

对于治理机制的总体框架,徐意等^[159]提出从关系治理机制、知识治理机制、社会责任治理机制和数据治理机制4个方面构建制造业供应链创新生态系统治理体系框架。

在激励机制方面,汤临佳等^[160]提出从系统发展战略治理、系统功能结构治理、成员行为规范治理、创新环境优化治理方面构建治理机制的总体框架。对于激励机制,和征等^[161]运用演化博弈理论,研究云制造创新生态系统的知识共享激励问题,得出不同情况下知识共享激励的影响因素。Qin等^[162]将绿色制造生态系统的创新主体分为3类,构建其在无激励、成本分担和协同情境下的微分博弈模型。

在资源管理方面,Marcon等^[163]研究了初创造企业在整个生命周期中如何根据不断变化的需求调整资源管理策略。在创新生态系统中存在“双元创新”,即同时存在利用式创新和探索式创新两类相互冲突的创新活动。因此,核心企业要决策如何为这两类创新活动配置资源。Xie等^[164]通过刻画生态位这一指标,以新兴产业的制造企业为研究对象,研究了两类创新活动对制造企业生态位的影响。Qin等^[165]通过构建3类创新主体的三方演化博弈,研究了创新主体间的博弈如何影响两类创新活动的资源分配。

4.4.5 创新生态化研究评述

与商业生态系统并列,创新生态系统属于生态系统中的一种类型^[158],研究相对较多,但对制造创新生态系统的研究尚处于初级阶段,如下问题值得关注:1)关于演化路径方面,现有研究集中于核心企业的演化路径与整个制造创新生态系统的演化路径,缺乏对非核心企业的演化路径研究,主要原因在于现实生活中制造创新生态系统的演化进程还不够完善;2)相关研究对制造创新生态系统价值共创方面的研究相对较多,对价值获取的研究较少,更有研究涉及二者平衡的问题;3)对制造创新生态系统的治理的理论体系还不够完善,如治理的动机、维度、手段、效果评价等都还需要进一步推进。

5 总结和展望

5.1 制造系统生态化研究现状总评述

从制造系统生态化的概念视角看,关于制造系统生态化或者制造生态系统仍然较少被关注,相关研究理论框架不明确、概念不成熟。有研究将制造生

态系统理解为一种特殊的商业生态系统^[30,41-44];也有研究将生态系统认为是一种应对复杂环境协调跨组织关系的治理机制^[3,5]。从制造系统生态化的研究现状看,多数研究将研究重心放到了生态系统中,对生态系统如何解决当前制造系统的困境问题研究较少,即,相关研究更多侧重纯商业生态系统视角,将生态系统作为制造系统当前困境问题的治理机制的研究较少。例如,就云制造生态系统而言,虽然制造生态系统和云制造的概念都已经被提出,但制造商仍然难以理解如何采用先进技术和生态系统模式解决自身问题^[30]。当前研究很少关注制造系统链式模式与商业生态系统模式融合的视角,相关研究也未深入展开。考虑到当前我国制造企业的制造模式和转型升级的需要,这方面的研究迫切需要展开。

5.2 制造系统生态化未来研究展望

本文立足大制造视角(即制造系统涉及产品设计与开发、物料资源组织、生产计划、生产加工过程、质量保证、经营管理、市场营销和售后服务等一系列相关活动和工作的总称^[15]),根据Adner^[3]和Jacobides等^[5]的观点,采用将生态系统模式作为当前制造系统困难问题解决方案的视角,提炼了制造系统生态化的概念、结构框架和内涵。结合制造系统生态化的研究现状,认为制造系统生态化仍处于起步阶段,相关理论体系还未建立,未来研究应重点关注如下方向:

1) 制造系统生态化的竞争优势分析。制造系统生态化的本质是制造系统链式模式对生态系统模式的融合,两种模式下竞争优势的理解和原则有所不同,实施阻力和风险也不同,实施生态化战略是否能提高原制造系统竞争优势是一个不明确的问题。

2) 制造系统生态化路径和策略研究。制造系统实施生态化需要综合考虑诸如企业关键诉求、资源优势、行业地位、市场竞争态势、经营环境情况等众多因素,不同的企业所处的条件不同,实施生态化的路径和策略也应有所差异。这方面的研究既要关注成功实施生态化的企业,又要关注一些失败的案例,并开展案例或实证研究。

3) 模式融合中价值创造机制。传统链式模式属于二元价值关系,而生态系统模式不再是参与合作的某一方占据主导或控制地位来主导价值分配,其强调如何共同面向客户进行价值共创,是一种多元价值网络。两种不同的价值创造模式进行融合的互动方式和治理机制需要进行细致的思考。

4) 制造系统生态化的运作问题。传统制造系统中局部环节引入生态系统模式,无疑会改变原系统的运作流程,从而导致相关管理决策改变。这方面的研究要结合具体的生态化形式和方式具体讨论。

5) 制造系统中价值创造与价值获取的平衡问题。制造系统生态化之后系统边界得到了扩大,而核心企业可能既是制造系统的主导者,也是生态系统的组织方,如何在两种差异化的价值模式中实现自身及利益相关方在价值创造与价值获取上平衡,是制造系统生态化发展保持可持续的关键。虽然学者们已经认识到平衡价值创造和获取对于生态系统成功的重要性,但实现两者之间的平衡对核心企业和互补成员而言都是挑战,相关研究的理论总结很少。

总之,制造系统生态化涉及了链式模式与生态系统模式的融合,属于较新的领域,相关的理论话题都值得深入探讨。

参考文献(References)

- [1] 中国宏观经济研究院. 新格局下优化制造业生态的策略选择[EB/OL]. (2021-07-01)[2024-02-02]. https://www.ndrc.gov.cn/xxgk/jd/wsdwhfz/202107/t202107011285228_ext.html.
- [2] 工信部. 我国新型工业化步伐显著加快[EB/OL]. (2023-03-02)[2024-02-02]. https://www.gov.cn/xinwen/2023-03/02/content_5744063.htm.
- [3] Adner R. Ecosystem as structure[J]. *Journal of Management*, 2017, 43(1): 39-58.
- [4] Foss N J, Schmidt J, Teece D J. Ecosystem leadership as a dynamic capability[J]. *Long Range Planning*, 2023, 56(1): 102270.
- [5] Jacobides M G, Cennamo C, Gawer A. Towards a theory of ecosystems[J]. *Strategic Management Journal*, 2018, 39(8): 2255-2276.
- [6] Amrit T. Platform ecosystems: Aligning architecture, governance, and strategy[M]. Beijing: Peking University Press, 2018: 62-67.
- [7] Moore J F. Predators and prey: A new ecology of competition[J]. *Harvard Business Review*, 1993, 71(3): 75-86.
- [8] Hogeun S. Platform rules: A case study of samsung's failure in the smartphone platform industry[M]. Austin: University of Texas, 2019.
- [9] de Vasconcelos Gomes L A, Flechas X A, Facin A L F, et al. Ecosystem management: Past achievements and future promises[J]. *Technological Forecasting and Social Change*, 2021, 171: 120950.
- [10] Mukhopadhyay S, Bouwman H. Orchestration and governance in digital platform ecosystems: A literature review and trends[J]. *Digital Policy, Regulation and Governance*, 2019, 21(4): 329-351.
- [11] Vesselkov A, Hämmäinen H, Töyli J. Design and

- governance of *m* health data sharing[J]. Communications of the Association for Information Systems, 2019: 299-321.
- [12] Floetgen R, Winder P, Fielt E, et al. Ownership structures and governance strategies for digital platform ecosystems: An empirical study[C]. The 31st European Conference on Information Systems. Piscataway: IEEE, 2023:1-18.
- [13] Pidun U, Reeves M, Schussler M. Why do most business ecosystems fail? Boston Consulting Group[EB/OL]. (2020-06-22) [2024-02-02]. <https://www.bcg.com/publications/2020/why-do-most-businesses-ecosystems-fail>.
- [14] Reeves M, Lotan H, Legrand J, et al. How business ecosystems rise (and often fall) [J]. MIT Sloan Management Review, 2019, 60(4): 1-6.
- [15] 刘飞, 雷琦, 宋豫川. 网络化制造的内涵及研究发展趋势[J]. 机械工程学报, 2003, 39(8): 1-6.
(Liu F, Lei Q, Song Y C. Connotation, state-of-the-art and research tendency of networked manufacturing[J]. Chinese Journal of Mechanical Engineering, 2003, 39(8): 1-6.)
- [16] 刘飞, 杨丹, 王时龙. CIMS制造自动化[M]. 北京: 机械工业出版社, 1997.
(Liu F, Yang D, Wang S L. CIMS manufacturing automation[M]. Beijing: China Machine Press, 1997.)
- [17] Jack R M, Scott M S. Operations management[M]. Beijing: China Renmin University Press, 2015.
- [18] Moore J F. The death of competition: Leadership and strategy in the age of business ecosystems[Z].
- [19] 陈剑, 刘运辉. 数智化使能运营管理变革: 从供应链到供应链生态系统[J]. 管理世界, 2021, 37(11): 227-240.
(Chen J, Liu Y H. Operations management innovation enabled by digitalization and intellectualization: From supply chain to supply chain ecosystem[J]. Journal of Management World, 2021, 37(11): 227-240.)
- [20] Iansiti M, Levien R. Strategy as ecology[J]. Harvard Business Review, 2004, 82(3): 68-78.
- [21] Iansiti M, Levien R. The new operational dynamics of business ecosystems: Implications for policy, operations and technology strategy[M]. Boston: Harvard Business School Press, 2002.
- [22] Iansiti M, Levien R. The keystone advantage: What the new dynamics of business ecosystems mean for strategy, Innovation[M]. Boston: Harvard Business School Press, 2004.
- [23] Iansiti M, Lakhani K. Managing our hub economy[J]. Harvard Business Review, 2018, 96(1): 17.
- [24] Teece D J. Explicating dynamic capabilities: The nature and microfoundations of (sustainable) enterprise performance[J]. Strategic Management Journal, 2007, 28(13): 1319-1350.
- [25] Adner R, Kapoor R. Value creation in innovation ecosystems: How the structure of technological interdependence affects firm performance in new technology generations[J]. Strategic Management Journal, 2010, 31(3): 306-333.
- [26] Gawer A, Cusumano M A. Industry platforms and ecosystem innovation[J]. Journal of Product Innovation Management, 2014, 31(3): 417-433.
- [27] Thomas L D W, Autio E, Gann D M. Architectural leverage: Putting platforms in context[J]. Academy of Management Perspectives, 2014, 28(2): 198-219.
- [28] 韩炜, 邓渝. 商业生态系统研究述评与展望[J]. 南开管理评论, 2020, 23(3): 14-27.
(Han W, Deng Y. Literature review and research future of business ecosystem[J]. Nankai Business Review, 2020, 23(3): 14-27.)
- [29] Ketchen D J Jr, Hult G T M. Bridging organization theory and supply chain management: The case of best value supply chains[J]. Journal of Operations Management, 2007, 25(2): 573-580.
- [30] Helo P, Hao Y, Toshev R, et al. Cloud manufacturing ecosystem analysis and design[J]. Robotics and Computer-Integrated Manufacturing, 2021, 67: 102050.
- [31] Bi Z M, Wang L H. Manufacturing paradigm shift towards better sustainability[M]. London: Springer, 2013: 99-119.
- [32] Eamonn K. Introduction: Business ecosystems come of age[J]. International Federation for Information Processing, 2015, 243: 399-406.
- [33] Borangiu T, Trentesaux D, Thomas A, et al. Digital transformation of manufacturing through cloud services and resource virtualization[J]. Computers in Industry, 2019, 108: 150-162.
- [34] Camarinha-Matos L M, Afsarmanesh H, Galeano N, et al. Collaborative networked organizations — Concepts and practice in manufacturing enterprises[J]. Computers & Industrial Engineering, 2009, 57(1): 46-60.
- [35] Senyo P K, Liu K C, Effah J. Digital business ecosystem: Literature review and a framework for future research[J]. International Journal of Information Management, 2019, 47(C): 52-64.
- [36] Tsai W. Analyzing the emergence of Alibaba group from business ecosystem perspective[J]. Journal of International Management Studies, 2016, 11(2): 1-10.
- [37] Valilai O F, Houshmand M. A platform for optimisation in distributed manufacturing enterprises based on cloud manufacturing paradigm[J]. International Journal of Computer Integrated Manufacturing, 2014, 27(11): 1031-1054.
- [38] Benitez G B, Ayala N F, Frank A G. Industry 4.0 innovation ecosystems: An evolutionary perspective on value cocreation[J]. International Journal of Production Economics, 2020, 228: 1-13.
- [39] Schmidt M C, Veile J W, Müller J M, et al. Ecosystems 4.0: Redesigning global value chains[J]. The International Journal of Logistics Management, 2021, 32(4): 1124-1149.
- [40] Schmidt M C, Veile J W, Müller J M, et al. Industry 4.0 implementation in the supply chain: A review

- on the evolution of buyer-supplier relationships[J]. *International Journal of Production Research*, 2023, 61(17): 6063-6080.
- [41] Li Z, Wang W M, Liu G, et al. Toward open manufacturing[J]. *Industrial Management & Data Systems*, 2018, 118(1): 303-320.
- [42] Yang J T, Weber C M, Gabella P. Enabling collaborative solutions across the semiconductor manufacturing ecosystem[J]. *IEEE Transactions on Semiconductor Manufacturing*, 2013, 26(4): 465-475.
- [43] Kazantsev N, DeBellis M, Quboa Q, et al. An ontology-guided approach to process formation and coordination of demand-driven collaborations[J]. *International Journal of Production Research*, 2024, 62(9): 3398-3414.
- [44] Ates A, Paton S, Sminia H, et al. Crafting strategic responses to ecosystem dynamics in manufacturing[J]. *Technological Forecasting and Social Change*, 2023, 194: 122727.
- [45] Hammant J, Disney S, Childerhouse P, et al. Modelling the consequences of a strategic supply chain initiative of an automotive aftermarket operation[J]. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 1999, 29(9): 535-550.
- [46] 商界评论. 小米降低成本的秘密: 巨大的供应链整合能力 [EB/OL]. (2018-06-15) [2024-02-02]. <https://finance.sina.com.cn/rol/2018-06-15/doc-ihcysrzr7881088.shtml>.
- [47] Legenvre H, Hameri A P, Golini R. Ecosystems and supply chains: How do they differ and relate[J]. *Digital Business*, 2022, 2(2): 100029.
- [48] Rayna T, Striukova L. From rapid prototyping to home fabrication: How 3D printing is changing business model innovation[J]. *Technological Forecasting and Social Change*, 2016, 102: 214-224.
- [49] Vargo S L, Lusch R F. From goods to service(s): Divergences and convergences of logics[J]. *Industrial Marketing Management*, 2008, 37(3): 254-259.
- [50] Rayna T, Striukova L. Involving consumers: The role of digital technologies in promoting 'prosumption' and user innovation[J]. *Journal of the Knowledge Economy*, 2021, 12(1): 218-237.
- [51] 董洁林, 陈娟. 互联网时代制造商如何重塑与用户的关系——基于小米商业模式的案例研究[J]. *中国软科学*, 2015(8): 22-33.
(Dong J L, Chen J. Xiaomi business model innovation: Redefining the relationship between a manufacturer and its customers[J]. *China Soft Science*, 2015(8): 22-33.)
- [52] Janicke M, Jacob K. A third industrial revolution[J]. *Long-term Governance for Social-ecological Change*, 2013: 47-71.
- [53] Shang X Q, Liu X W, Xiong G, et al. Social manufacturing cloud service platform for the mass customization in apparel industry[C]. *Proceedings of 2013 IEEE International Conference on Service Operations and Logistics, and Informatics*. Dongguan, 2013: 220-224.
- [54] Mohajeri B, Nyberg T, Karjalainen J, et al. The impact of social manufacturing on the value chain model in the apparel industry[C]. *Proceedings of 2014 IEEE International Conference on Service Operations and Logistics, and Informatics*. Qingdao, 2014: 378-381.
- [55] Leng J W, Jiang P Y. A deep learning approach for relationship extraction from interaction context in social manufacturing paradigm[J]. *Knowledge-Based Systems*, 2016, 100: 188-199.
- [56] Shah V, Vora J, Patel S, et al. A review on cloud manufacturing technologies of industry 4.0[C]. *Recent Advances in Mechanical Infrastructure*. Singapore, 2022: 305-316.
- [57] Zhang C L, Zhao F Y, Wang Z Q. Modeling of cloud 3D printing service hyper-network in service-oriented manufacturing systems[J]. *IEEE Access*, 2020, 8: 16225-16235.
- [58] Schöppenthau F, Patzer F, Schnebel B, et al. Building a digital manufacturing as a service ecosystem for catena-X[J]. *Sensors: Basel*, 2023, 23(17): 7396.
- [59] Ehret M, Wirtz J. Unlocking value from machines: Business models and the industrial Internet of Things[J]. *Journal of Marketing Management*, 2017, 33(1/2): 111-130.
- [60] Toyota. Reforming our company to become a mobility company[EB/OL]. (2019-12-07) [2024-02-02]. <https://global.toyota/en/company/messages-from-executives/details/>.
- [61] Hoffman D L, Thomas P N. The path of emergent experience in the consumer IoT: From early adoption to radical changes in consumers' lives[J]. *NIM Marketing Intelligence Review*, 2018, 10(2): 10-17.
- [62] Abashidze I, Dabrowski M. Internet of Things in marketing: Opportunities and security issues[J]. *Management Systems in Production Engineering*, 2016, 24(4): 217-221.
- [63] Alrawi O, Lever C, Antonakakis M, et al. SoK: Security evaluation of home-based IoT deployments[C]. *2019 IEEE Symposium on Security and Privacy*. San Francisco, 2019: 1362-1380.
- [64] 小米生态链谷仓学院. 小米生态战地笔记[M]. 北京: 中信出版社, 2019: 180.
(Xiaomi Ecological Chain Valley College. *Xiaomi ecological battlefield notes*[M]. Beijing: CITIC Press Group, 2019: 180.)
- [65] Liu D L, Cui L L, Sun J H, et al. Industrial ecological coverage and consumption scene reform: Exploration and thinking of sports consumption upgrading in the era of internet of things[R]. *China Sport Science*, 2022, 42(4): 1-10.
- [66] Shin D H, Jin P Y. Understanding the internet of things ecosystem: Multi-level analysis of users, society, and ecology[J]. *Digital Policy, Regulation and Governance*,

- 2017, 19(1): 77-100.
- [67] Culot G, Orzes G, Sartor M, et al. The future of manufacturing: A Delphi-based scenario analysis on Industry 4.0[J]. *Technological Forecasting and Social Change*, 2020, 157: 120092.
- [68] Liu J F, Zhou H G, Liu X J, et al. Dynamic evaluation method of machining process planning based on digital twin[J]. *IEEE Access*, 2019, 7: 19312-19323.
- [69] Li X, Cao J R, Liu Z G, et al. Sustainable business model based on digital twin platform network: The inspiration from haier's case study in China[J]. *Sustainability*, 2020, 12(3): 936.
- [70] Prahalad C K, Ramaswamy V. Co-creation experiences: The next practice in value creation[J]. *Journal of Interactive Marketing*, 2004, 18(3): 5-14.
- [71] Kopalle P K, Kumar V, Subramaniam M. How legacy firms can embrace the digital ecosystem via digital customer orientation[J]. *Journal of the Academy of Marketing Science*, 2020, 48(1): 114-131.
- [72] 东方网. 社交属性消费带动产业链生态品牌迈向社交布局 and 私域管理 [EB/OL]. (2022-09-28) [2024-02-02]. <https://caying.chinadaily.com.cn/a/202209/28/WS6333eb03a310817f312f036d.html>.
- [73] Baines T S, Lightfoot H W, Evans S, et al. State-of-the-art in product-service systems[J]. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers — Part B: Journal of Engineering Manufacture*, 2007, 221(10): 1543-1552.
- [74] Li A Q, Lahy A, Found P, et al. Developing PSS business ecosystems in the digital era[J]. *Industrial Marketing Management*, 2023, 109: 121-134.
- [75] Kuzgun E, Asugman G. Value in services—A service dominant logic perspective[J]. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 2015, 207: 242-251.
- [76] Rymaszewska A, Helo P, Gunasekaran A. IoT powered servitization of manufacturing—An exploratory case study[J]. *International Journal of Production Economics*, 2017, 192: 92-105.
- [77] Blau B, Conte T, van Dinther C. A multidimensional procurement auction for trading composite services[J]. *Electronic Commerce Research and Applications*, 2010, 9(5): 460-472.
- [78] 罗珉, 李亮宇. 互联网时代的商业模式创新: 价值创造视角[J]. *中国工业经济*, 2015(1): 95-107.
(Luo M, Li L Y. The innovation of business model in Internet era: From value creation perspective[J]. *China Industrial Economics*, 2015(1): 95-107.)
- [79] Li A Q, Rich N, Found P, et al. Exploring product-service systems in the digital era: A socio-technical systems perspective[J]. *The TQM Journal*, 2020, 32(4): 897-913.
- [80] 王丽娜, 张超, 朱卫东. 互联网时代制造业服务化价值共创模式研究——基于海尔的服务化转型实践[J]. *企业经济*, 2019, 38(8): 68-76.
(Wang L N, Zhang C, Zhu W D. Research on service value co-creation mode of manufacturing industry in Internet era—Based on haier's service transformation practice[J]. *Enterprise Economy*, 2019, 38(8): 68-76.)
- [81] Tronvoll B, Sklyar A, Sörhammar D, et al. Transformational shifts through digital servitization[J]. *Industrial Marketing Management*, 2020, 89: 293-305.
- [82] Kamalaldin A, Linde L N, Sjödin D, et al. Transforming provider-customer relationships in digital servitization: A relational view on digitalization[J]. *Industrial Marketing Management*, 2020, 89: 306-325.
- [83] Kowalkowski C, Gebauer H, Oliva R. Service growth in product firms: Past, present, and future[J]. *Industrial Marketing Management*, 2017, 60: 82-88.
- [84] 苏昕, 牟春兰, 张正. 服务型制造价值共创机理与实现路径研究——基于服务生态系统视角[J]. *宏观经济研究*, 2021(1): 96-104.
(Su X, Mou C L, Zhang Z. A study on the mechanism and realization path of service-oriented manufacturing value co-creation: Based on the perspective of service ecosystem[J]. *Macroeconomics*, 2021(1): 96-104.)
- [85] Spring M, Araujo L. Service, services and products: Rethinking operations strategy[J]. *International Journal of Operations & Production Management*, 2009, 29(5): 444-467.
- [86] 令狐克睿, 简兆权. 制造业服务化升级路径研究——基于服务生态系统的视角[J]. *科技管理研究*, 2018, 38(9): 104-109.
(Linghu K R, Jian Z Q. A research on the upgrading of manufacturing servitization from the perspective of service ecosystem[J]. *Science and Technology Management Research*, 2018, 38(9): 104-109.)
- [87] 陈旭, 焦楷, 王鹏飞. 从场景到生态: 服务型制造的企业运营管理变革[J]. *工程管理科技前沿*, 2022, 41(1): 82-89.
(Chen X, Jiao K, Wang P F. From scene to ecology: Service-oriented manufacturing enterprise operation management reform[J]. *Frontiers of Science and Technology of Engineering Management*, 2022, 41(1): 82-89.)
- [88] 董华, 江珍珍. 大数据驱动下制造企业服务化战略: 基于“服务悖论”克服的视角[J]. *南方经济*, 2018(10): 132-144.
(Dong H, Jiang Z Z. The servitization strategy of manufacturing enterprises driven by big data: Based on the perspective of “service paradox” [J]. *South China Journal of Economics*, 2018(10): 132-144.)
- [89] Mele C. Conflicts and value co-creation in project networks[J]. *Industrial Marketing Management*, 2011, 40(8): 1377-1385.
- [90] 陈召杰, 王俊峰, 薛霄. 基于熵模型的服务生态系统演化分析方法[J]. *计算机应用研究*, 2021, 38(1): 149-154.
(Chen Z J, Wang J F, Xue X. Entropy model-based analysis method of service ecosystem evolution[J]. *Application Research of Computers*, 2021, 38(1): 149-154.)
- [91] Rönberg Sjödin D, Parida V, Wincent J. Value

- co-creation process of integrated product-services: Effect of role ambiguities and relational coping strategies[J]. *Industrial Marketing Management*, 2016, 56: 108-119.
- [92] Li A Q, Claes B, Kumar M, et al. Exploring the governance mechanisms for value co-creation in PSS business ecosystems[J]. *Industrial Marketing Management*, 2022, 104: 289-303.
- [93] 刘晓彦, 简兆权, 刘洋. 制造企业服务平台如何创造价值?——日日顺与琴趣平台双案例研究[J]. *研究与发展管理*, 2020, 32(5): 82-96.
(Liu X Y, Jian Z Q, Liu Y. How does manufacturing's service platform create value?—A double-case study of RRS and qinqu[J]. *R&D Management*, 2020, 32(5): 82-96.)
- [94] 邢宇辰. 资源编排视角下制造企业数字服务化转型的价值创造路径及效果研究——以欧派家居为例[D]. 济南: 山东大学, 2023.
(Xing Y C. Research on the value creation path and effect of digital service transformation of manufacturing enterprises from the perspective of resource arrangement-taking Oupai home as an example[D]. Jinan: Shandong University, 2023.)
- [95] Lacoste S. Sustainable value co-creation in business networks[J]. *Industrial Marketing Management*, 2016, 52: 151-162.
- [96] Fischer T, Gebauer H, Fleisch E. Service business development: Strategies for value creation in manufacturing firms[M]. Cambridge: Cambridge University Press, 2012.
- [97] 陈菊红, 王昊, 张雅琪. 服务生态系统环境下利益相关者价值共创的演化博弈分析[J]. *运筹与管理*, 2019, 28(11): 44-53.
(Chen J H, Wang H, Zhang Y Q. Evolutionary game analysis of the value co-creation of the stakeholders in the environment of service ecosystem[J]. *Operations Research and Management Science*, 2019, 28(11): 44-53.)
- [98] Gaiardelli P, Pezzotta G, Rondini A, et al. Product-service systems evolution in the era of Industry 4.0[J]. *Service Business*, 2021, 15(1): 177-207.
- [99] Gebauer H, Paiola M, Saccani N. Characterizing service networks for moving from products to solutions[J]. *Industrial Marketing Management*, 2013, 42(1): 31-46.
- [100] Rabetino R, Kohtamäki M, Brax S A, et al. The tribes in the field of servitization: Discovering latent streams across 30 years of research[J]. *Industrial Marketing Management*, 2021, 95: 70-84.
- [101] Roehrich J, Lewis M. Procuring complex performance: Implications for exchange governance complexity[J]. *International Journal of Operations & Production Management*, 2014, 34(2): 221-241.
- [102] Sjödin D, Parida V, Kohtamäki M. Relational governance strategies for advanced service provision: Multiple paths to superior financial performance in servitization[J]. *Journal of Business Research*, 2019, 101: 906-915.
- [103] 李伯虎, 张霖, 王时龙, 等. 云制造——面向服务的网络化制造新模式[J]. *计算机集成制造系统*, 2010, 16(1): 1-7.
(Li B H, Zhang L, Wang S L, et al. Cloud manufacturing: A new service-oriented networked manufacturing model[J]. *Computer Integrated Manufacturing Systems*, 2010, 16(1): 1-7.)
- [104] 范玉顺. 网络化制造的内涵与关键技术问题[J]. *计算机集成制造系统*, 2003, 9(7): 576-582.
(Fan Y S. Connotation and key technologies of networked manufacturing[J]. *Computer Integrated Manufacturing Systems*, 2003, 9(7): 576-582.)
- [105] 李伯虎, 张霖, 任磊, 等. 再论云制造[J]. *计算机集成制造系统*, 2011, 17(3): 449-457.
(Li B H, Zhang L, Ren L, et al. Further discussion on cloud manufacturing[J]. *Computer Integrated Manufacturing Systems*, 2011, 17(3): 449-457.)
- [106] 李伯虎, 柴旭东, 侯宝存, 等. 云制造系统3.0——一种“智能+”时代的新智能制造系统[J]. *计算机集成制造系统*, 2019, 25(12): 2997-3012.
(Li B H, Chai X D, Hou B C, et al. Cloud manufacturing system 3.0—New intelligent manufacturing system in era of “Intelligence +” [J]. *Computer Integrated Manufacturing Systems*, 2019, 25(12): 2997-3012.)
- [107] Wu D Z, Greer M J, Rosen D W, et al. Cloud manufacturing: Strategic vision and state-of-the-art[J]. *Journal of Manufacturing Systems*, 2013, 32(4): 564-579.
- [108] Chiappa S, Videla E, Viana-Céspedes V, et al. Cloud manufacturing architectures: State-of-art, research challenges and platforms description[J]. *Journal of Industrial Information Integration*, 2023, 34: 100472.
- [109] Dove R. The 21st century manufacturing enterprise strategy[M]. Bethlehem: Lehigh University, 1991.
- [110] Liu Y K, Wang L H, Wang X V, et al. Scheduling in cloud manufacturing: State-of-the-art and research challenges[J]. *International Journal of Production Research*, 2019, 57(15/16): 4854-4879.
- [111] Cheng Y, Tao F, Zhao D M, et al. Modeling of manufacturing service supply-demand matching hypernetwork in service-oriented manufacturing systems[J]. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, 2017, 45(C): 59-72.
- [112] Tao F, Zhang L, Liu Y K, et al. Manufacturing service management in cloud manufacturing: Overview and future research directions[J]. *Journal of Manufacturing Science and Engineering*, 2015, 137(4): 040912.
- [113] Liu Y K, Xu X, Zhang L, et al. An extensible model for multitask-oriented service composition and scheduling in cloud manufacturing[J]. *Journal of Computing and Information Science in Engineering*, 2016, 16(4): 041009.
- [114] 王宏伟, 张宇飞, 彭功状, 等. 基于资源流的云制造研究综述[J]. *华中科技大学学报: 自然科学版*, 2022,

- 50(6): 11-30.
(Wang H W, Zhang Y F, Peng G Z, et al. Review of cloud manufacturing based on resource flow[J]. Journal of Huazhong University of Science and Technology: Natural Science Edition, 2022, 50(6): 11-30.)
- [115] 李雪, 李芳. 云环境下大规模定制中资源配置研究[J]. 工业工程, 2021, 24(1): 147-154.
(Li X, Li F. A research on resource allocation in mass customization under cloud environment[J]. Industrial Engineering Journal, 2021, 24(1): 147-154.)
- [116] 许春安, 李芳. 面向云制造服务的制造资源优化配置研究[J]. 工业工程, 2019, 22(3): 44-51.
(Xu C A, Li F. A research on optimal allocation of manufacturing resources for cloud manufacturing services[J]. Industrial Engineering Journal, 2019, 22(3): 44-51.)
- [117] 刘强, 王磊, 陈新度, 等. 云制造服务平台的资源使用及访问控制[J]. 计算机集成制造系统, 2013, 19(6): 1414-1422.
(Liu Q, Wang L, Chen X D, et al. Utilization and access control mechanism of resources in cloud manufacturing service platform[J]. Computer Integrated Manufacturing Systems, 2013, 19(6): 1414-1422.)
- [118] Kang K, Xu S X, Zhong R Y, et al. Double auction-based manufacturing cloud service allocation in an industrial park[J]. IEEE Transactions on Automation Science and Engineering, 2022, 19(1): 295-307.
- [119] Kang K, Zhong R Y, Xu S X, et al. Auction-based cloud service allocation and sharing for logistics product service system[J]. Journal of Cleaner Production, 2021, 278: 123881.
- [120] Yu K Z, Yan P Y, Kong X T R, et al. Sequential auction for cloud manufacturing resource trading: A deep reinforcement learning approach to the lot-sizing problem[J]. Computers & Industrial Engineering, 2024, 188: 109862.
- [121] 陈友玲, 王龙, 刘舰, 等. 基于i-NSGA-II-JG算法的云制造资源服务组合优选[J]. 计算机集成制造系统, 2019, 25(11): 2892-2904.
(Chen Y L, Wang L, Liu J, et al. Resource service composition optimization based on i-NSGA-II-JG algorithm for cloud manufacturing[J]. Computer Integrated Manufacturing Systems, 2019, 25(11): 2892-2904.)
- [122] Yuan M H, Zhou Z, Cai X X, et al. Service composition model and method in cloud manufacturing[J]. Robotics and Computer-Integrated Manufacturing, 2020, 61: 101840.
- [123] 徐林明, 林志炳, 李美娟, 等. 基于模糊Borda法的动态组合评价方法及其应用研究[J]. 中国管理科学, 2017, 25(2): 165-173.
(Xu L M, Lin Z B, Li M J, et al. A dynamic combined evaluation method based on fuzzy Borda and its application[J]. Chinese Journal of Management Science, 2017, 25(2): 165-173.)
- [124] Zhu M, Fan G D, Li J, et al. An approach for QoS-aware service composition with GraphPlan and fuzzy logic[J]. Procedia Computer Science, 2018, 141: 56-63.
- [125] 毕克克. 个体视角下的云制造生态系统发展及演化关键因素研究[D]. 天津: 天津大学, 2016.
(Bi K K. The research of key factors of development and evolution of cloud manufacturing ecosystem in perspective of individual[D]. Tianjin: Tianjin University, 2016.)
- [126] 彭巍, 郭伟, 赵楠, 等. 基于生态位的云制造生态系统主体竞争合作演化模型[J]. 计算机集成制造系统, 2015, 21(3): 840-847.
(Peng W, Guo W, Zhao N, et al. Evolution model for participants' cooperation and competition of cloud manufacturing ecosystem based on niche theory[J]. Computer Integrated Manufacturing Systems, 2015, 21(3): 840-847.)
- [127] 邹小红. 基于价值共创的共享制造供应链平台收益分配机制研究[D]. 泉州: 华侨大学, 2022.
(Zou X H. Research on value distribution mechanism of shared manufacturing supply chain platform based on value co-creation[D]. Quanzhou: Huaqiao University, 2022.)
- [128] Lu Y Q, Xu X, Xu J. Development of a hybrid manufacturing cloud[J]. Journal of Manufacturing Systems, 2014, 33(4): 551-566.
- [129] Yu C Y, Xu X, Yu S Q, et al. Shared manufacturing in the sharing economy: Concept, definition and service operations[J]. Computers & Industrial Engineering, 2020, 146: 106602.
- [130] Brandt E. Deborah wince-smith: A vision for shared manufacturing[J]. Mechanical Engineering, 1990, 112(12): 52.
- [131] 张玉明. 共享经济学[M]. 北京: 科学出版社, 2017.
(Zhang Y M. Sharing economics[M]. Beijing: Science Press, 2017.)
- [132] 向坤, 杨庆育. 共享制造的驱动要素、制约因素和推动策略研究[J]. 宏观经济研究, 2020(11): 65-75.
(Xiang K, Yang Q Y. A study on driving factors, restricting factors and promoting strategies of shared manufacturing[J]. Macroeconomics, 2020(11): 65-75.)
- [133] 俞春阳. 共享制造模式下的计划体系研究[D]. 杭州: 浙江大学, 2016.
(Yu C Y. Research on the planning system under the sharing manufacturing model[D]. Hangzhou: Zhejiang University, 2016.)
- [134] 张子鸣, 王新平, 苏畅, 等. 不同成本收益摊配机制下共享制造质量协同演化博弈[J]. 系统管理学报, 2024, 33(2): 341-355.
(Zhang Z M, Wang X P, Su C, et al. Evolutionary game analysis of shared manufacturing quality synergy under different cost-benefit allocation mechanisms[J]. Journal of Systems & Management, 2024, 33(2): 341-355.)
- [135] 张旭梅, 王波, 刘益, 等. 基于第三方共享制造平台的供应链质量信息披露与激励机制研究[J]. 中国管理科

- 学, DOI: 10.16381/j.cnki.issn1003-207x.2022.0107.
(Zhang X M, Wang B, Liu Y, et al. Quality information disclosure strategies and incentive mechanism in the supply chain based on the third-party shared manufacturing platform[J]. Chinese Journal of Management Science, DOI: 10.16381/j.cnki.issn1003-207x.2022.0107.)
- [136] Zhang Z M, Wang X P, Su C, et al. Evolutionary game analysis of shared manufacturing quality synergy under dynamic reward and punishment mechanism[J]. Applied Sciences, 2022, 12(13): 6792.
- [137] 曹端阳, 张旭梅, 但斌. 考虑订单可拆分的第三方共享制造平台产能匹配策略[J]. 中国管理科学, DOI: 10.16381/j.cnki.issn1003-207x.2022.2182.
(Cao D Y, Zhang X M, Dan B. Research on capacity matching strategy of third-party shared manufacturing platform considering order splitting[J]. Chinese Journal of Management Science, DOI: 10.16381/j.cnki.issn1003-207x.2022.2182.)
- [138] 晏鹏宇, 杨柳, 车阿大. 共享制造平台供需匹配与调度研究综述[J]. 系统工程理论与实践, 2022, 42(3): 811-832.
(Yan P Y, Yang L, Che A D. Review of supply-demand matching and scheduling in shared manufacturing[J]. Systems Engineering—Theory & Practice, 2022, 42(3): 811-832.)
- [139] Wang G, Zhang G, Guo X, et al. Digital twin-driven service model and optimal allocation of manufacturing resources in shared manufacturing[J]. Journal of Manufacturing Systems, 2021, 59: 165-179.
- [140] 王新平, 张子鸣. 风险偏好视角下共享制造企业机会主义共享行为演化分析[J]. 软科学, 2023, 37(4): 68-77.
(Wang X P, Zhang Z M. Evolutionary analysis of opportunistic sharing behavior of shared manufacturing enterprises from the perspective of risk preference[J]. Soft Science, 2023, 37(4): 68-77.)
- [141] Burgos J B, Pustišek M. Tackling trust and scalability of the blockchain-based shared manufacturing concept[C]. The 17th International Conference on Telecommunications. Graz, 2023: 1-7.
- [142] Adner R. Match your innovation strategy to your innovation ecosystem[J]. Harvard Business Review, 2006, 84(4): 98-107.
- [143] Paulus-Rohmer D, Schatton H, Bauernhansl T. Ecosystems, strategy and business models in the age of digitization—How the manufacturing industry is going to change its logic[J]. Procedia CIRP, 2016, 57: 8-13.
- [144] Su Y S, Oh E T, Liu R J. Establishing standardization and an innovation ecosystem for the global bicycle industry—The case of Taiwan[J]. IEEE Transactions on Engineering Management, 2023, 70(4): 1574-1586.
- [145] 张娜娜, 蔡芸忆, 张文松, 等. 非数字原生企业创新生态系统构建机制研究——来自海尔的启示[J]. 科学学与科学技术管理, 2023, 44(9): 18-29.
(Zhang N N, Cai Y Y, Zhang W S, et al. Research on the construction mechanism of innovation ecosystem of non-born digital enterprises: A case study from haier[J]. Science of Science and Management of S & T, 2023, 44(9): 18-29.)
- [146] Radziwon A, Bogers M. Open innovation in SMEs: Exploring inter-organizational relationships in an ecosystem[J]. Technological Forecasting and Social Change, 2019, 146: 573-587.
- [147] Lavie D. The competitive advantage of interconnected firms: An extension of the resource-based view[J]. Academy of Management Review, 2006, 31(3): 638-658.
- [148] Bilberg A, Radziwon A, Bogers M. Creating and capturing value in a regional innovation ecosystem: A study of how manufacturing SMEs develop collaborative solutions[J]. International Journal of Technology Management, 2017, 75(1/2/3/4): 73.
- [149] Khurana I, Dutta D K, Singh Ghura A. SMEs and digital transformation during a crisis: The emergence of resilience as a second-order dynamic capability in an entrepreneurial ecosystem[J]. Journal of Business Research, 2022, 150: 623-641.
- [150] Jiang Z Y, Wang Z J. Impel or impede? Revealing the effect of the integration into innovation ecosystems on the development of SMEs[J]. Technological Forecasting and Social Change, 2024, 199: 123064.
- [151] 孟韬, 李东轩, 赵非非. “双碳”背景下制造业企业意义导向创新生态系统构建[J]. 科学学与科学技术管理, 2022, 43(7): 156-166.
(Meng T, Li D X, Zhao F F. Building a meaningful innovation ecosystem for manufacturing companies under the background of “carbon peak and neutrality” [J]. Science of Science and Management of S & T, 2022, 43(7): 156-166.)
- [152] 郑帅, 王海军. 模块化下企业创新生态系统结构与演化机制——海尔集团2005-2019年的纵向案例研究[J]. 科研管理, 2021, 42(1): 33-46.
(Zheng S, Wang H J. Structure and evolution mechanism of the enterprise innovation ecosystem in terms of modularity: A longitudinal case study on Haier Group from 2005 to 2019[J]. Science Research Management, 2021, 42(1): 33-46.)
- [153] Chen Z H, Tang T Z, Zhang F, et al. Symbiosis-evolution game and scenario-simulation analysis of advanced manufacturing enterprises from the perspective of an innovation ecosystem[J]. Sustainability, 2023, 15(11): 8647.
- [154] Ritala P, Agouridas V, Assimakopoulos D, et al. Value creation and capture mechanisms in innovation ecosystems: A comparative case study[J]. International Journal of Technology Management, 2013, 63(3/4): 244.
- [155] 刘洪民, 高佳伟, 陈思静. 新兴信息技术背景下的制造业企业平台变革与创新生态系统研究——基于组织边界重构与价值协同的视角[J]. 科技促进发展, 2021, 17(2): 276-283.

- (Liu H M, Gao J W, Chen S J. Reform of manufacturing enterprise platform and innovation ecosystem research under the background of emerging information technologies—From the perspective of organizational boundary reconstruction and value collaboration[J]. *Science & Technology for Development*, 2021, 17(2): 276-283.)
- [156] 潘杨, 明新国, 尹导, 等. 基于船舶全生命周期的创新生态系统运作机制研究[J]. *机械设计与研究*, 2019, 35(6): 163-167.
(Pan Y, Ming X G, Yin D, et al. Research on the operation mechanism of innovation ecosystem based on the life cycle of ships[J]. *Machine Design & Research*, 2019, 35(6): 163-167.)
- [157] Kahle J H, Marcon É, Ghezzi A, et al. Smart Products value creation in SMEs innovation ecosystems[J]. *Technological Forecasting and Social Change*, 2020, 156: 120024.
- [158] Cobben D, Ooms W, Roijackers N, et al. Ecosystem types: A systematic review on boundaries and goals[J]. *Journal of Business Research*, 2022, 142: 138-164.
- [159] 徐意, 王琦峰. 制造业供应链创新生态系统治理机制研究[J]. *物流技术*, 2023, 42(6): 6-9.
(Xu Y, Wang Q F. Research on governance mechanism of supply chain innovation ecosystem in manufacturing industry[J]. *Logistics Technology*, 2023, 42(6): 6-9.)
- [160] 汤临佳, 郑伟伟, 池仁勇. 智能制造创新生态系统的功能评价体系及治理机制[J]. *科研管理*, 2019, 40(7): 97-105.
(Tang L J, Zheng W W, Chi R Y. Function evaluation system and governance mechanism of intelligent manufacturing innovation ecosystem[J]. *Science Research Management*, 2019, 40(7): 97-105.)
- [161] 和征, 张志钊, 杨小红. 云制造创新生态系统知识共享激励的演化博弈分析[J]. *中国管理科学*, 2022, 30(7): 77-87.
(He Z, Zhang Z Z, Yang X H. Evolutionary game analysis of knowledge sharing incentive in cloud manufacturing innovation ecosystem[J]. *Chinese Journal of Management Science*, 2022, 30(7): 77-87.)
- [162] Qin H, Zou H, Sun J. Incentive strategy of dual innovation balance in green manufacturing innovation ecosystem: Based on hierarchical structure of innovation subject[J]. *PLoS One*, 2023, 18(9): e0291811.
- [163] Marcon A, Ribeiro J L D. How do startups manage external resources in innovation ecosystems? A resource perspective of startups' lifecycle[J]. *Technological Forecasting and Social Change*, 2021, 171: 120965.
- [164] Xie X M, Wang H W. How to bridge the gap between innovation niches and exploratory and exploitative innovations in open innovation ecosystems[J]. *Journal of Business Research*, 2021, 124: 299-311.
- [165] Qin H, Zou H, Ji H M. Research on enterprise interactive innovation balance decision in green manufacturing innovation ecosystem[J]. *Sustainability*, 2023, 15(10): 7767.

作者简介

孙晓晨(1978—), 男, 副教授, 硕士生导师, 从事供应链管理、平台运营等研究, E-mail: xcsun@tju.edu.cn;

李勇建(1973—), 男, 教授, 博士生导师, 从事现代物流与供应链管理、平台经济与运营管理、系统优化与决策分析等研究, E-mail: liyongjian@nankai.edu.cn;

张双(1994—), 女, 博士生, 从事3D打印运营管理的研究, E-mail: shuangzhang@tju.edu.cn;

侯林辉(1998—), 女, 博士生, 从事复杂系统、物流与供应链管理等研究, E-mail:houlinhui1029@163.com;

蔡幼馨(2000—), 女, 硕士生, 从事云制造运营管理的研究, E-mail: 13960299400@163.com;

周雪(2000—), 女, 硕士生, 从事制造服务生态系统管理的研究, E-mail: zhouxue_0301@tju.edu.cn.

科研团队简介

李勇建教授科研团队立足南开大学商学院, 长期专注于供应链与运营管理领域, 一直倡导将前沿性基础研究成果与国民经济发展和国家重大需求紧密相连。目前, 科研团队聚焦制造业与平台经济融合, 关注“制造链+平台”双模式的价值共创与治理机制、制造系统数治化与数智化转型等重大问题研究。

课题组负责人李勇建是国家杰出青年科学基金/中国青年科技奖获得者, 入选教育部新世纪优秀人才计划、天津市“131”创新型人才培养工程第一层次、天津市“131”创新型人才团队学术带头人, 兼任管理科学与工程学会常务理事、中国系统工程学会常务理事、管理科学与工程学会供应链与运营管理分会副主任、中国系统工程学会可持续运营与管理分会副主任、中国运筹学会随机服务与运营管理分会副主任、天津系统工程学会副理事长等学会职务。