

数字化情境下的协同创新： 理论框架与研究展望

李振东 张冬冬 朱子钦 张月遥

【摘要】数字时代下的协同创新逻辑、组织基础与价值增效机制受到冲击,促使主体间组织架构与创新生态需要重塑。为了紧扣数字时代发展机遇,响应数字时代多主体价值共创新特征与新挑战下的协同创新治理需求,在全面梳理数字化情境下的协同创新理论基础与研究进展基础上,构建“前因—组织变革—运行机制”的数字化情境下协同创新理论框架,并提出:数字时代创新逻辑的变化、驱动的升级与价值的挖掘共同驱使协同创新活动的发起;数字化情境下协同创新活动的组织变革包括通过企业开放构建学习型组织、通过平台共生促进组织共享共益,及通过生态共演强化组织韧性。并且,从主体、平台与生态三个层面探寻动力生成机制,从战略、业务流程、管理三个层面构建全面协同机制。亦提出“政府引导支持、用户深度融入、高校科研院所智供、金融等其他机构辅助”的多元协同保障机制与角色定位体系。

【关键词】数字化情境;协同创新;多主体协同;价值共创

【作者简介】李振东(1989-),男,汉族,山东潍坊人,清华大学经济管理学院(北京 100084),清华大学技术创新研究中心,助理研究员,博士后,研究方向:数字化转型与数字创新(北京 100871);张冬冬(通讯作者)(1988-),女,汉族,河南潢川人,天津市科学技术发展战略研究院经济师,研究方向:科技创新战略,zhangdongdong@tj.gov.cn(天津 300462);朱子钦(1991-),男,汉族,湖南双峰人,清华大学经济管理学院(北京 100084),清华大学技术创新研究中心,助理研究员,研究方向:技术创新管理(北京 100871);张月遥(1997-),女,北京人,清华大学经济管理学院博士研究生(北京 100084),清华大学技术创新研究中心,研究方向:企业创新管理(北京 100871)。

【原文出处】《科学学与科学技术管理》(津),2022.8.47~65

【基金项目】国家自然科学基金青年项目(72002061);国家自然科学基金重点项目(72032008);中国博士后科学基金项目(2021M701854)。

0 引言

数字技术的迭代发展与应用场景的交互融合,持续冲击着既有创新逻辑、组织基础与价值增效机制,并不断演生新的创新范式与生态架构,这也给数字化情境下的创新管理带来了新变化、新挑战与新机遇。数字化情境下创新活动呈现对时空、组织与产业更大幅度的跨界性,创新过程涉及更多主体与

更为复杂的跨层交互关系,创新结果也呈现出更大风险性与难预测性,这些都指向数字化情境下创新管理需要重塑组织框架与逻辑范式。

Haken(1973;1977)系统地提出了复杂系统从无序到有序的协同理论,为解决数字化情境下多主体交互关系的复杂性、要素流动的无序性提供了理论基础。Ansoff(1980;1984)最早提出企业经营战略中

的协同理论,哈佛大学教授Gloor(2006)进一步将协同理论引入创新领域,给出了协同创新定义,协同创新是企业、政府、研究机构、中介机构等多元主体协同互动的网络创新模式,通过知识创造主体与技术创新主体间的深入合作和资源整合实现系统叠加的非线性效用的活动(陈劲等,2012;叶伟巍等,2014)。但是,数字化情境下的创新协同活动变得更加复杂,主体协同关系也从创新链式交互转向跨层多向网络式交互(Helfat et al., 2018),创新过程与结果的要素影响机制也发生深刻变化,因此需要在协同理论基础上,进一步分析数字化情境下协同创新的新特征、组织适应性变革与相应治理框架。

数字化情境下协同创新活动所涉主体不再局限于“政产学研金介”(房银海等,2021;Beltagui et al., 2020),而是政府以引导、支持角色,用户以创新深度参与角色,高校科研院所以基础研究创新主体角色,金融等服务机构以创新保障角色及社会更广泛资源方以外部支持角色融入创新共同体,共创价值增量。同时,数字化情境下的协同创新活动也不再是简单以满足用户显性需求为导向的需求拉动型创新,而是以基础研究+用户创新+原始创新+应用创新的多元驱动型创新活动。协同创新组织的变革也将以主体开放、平台共生、生态共演为导向,并最终形成自组织、自驱动与自演化的数字化情境下协同创新生态体系。数字化情境下协同创新的这些新变化既对已有创新管理理论提出了挑战,同时也为探索在数字化情境下突破协同创新的边界禁锢,促使主体融通、要素流通与机制畅通提供了更多可能。并且,数字技术深度嵌入协同创新有效增强了数字化情境下协同创新的价值增效与外部效应,并通过塑造平台化生态体系将在资源共享、价值共创与主体共益等方面带来极大提升。但目前针对数字化情境下的协同创新研究还很缺乏,既有相关研究聚焦在了基于数字平台的创新(王凤彬等,2019;Cennamo, 2018; Jacobides et al., 2018)、数字创新与战略管理(Nambisan et al., 2019; Yoo et al., 2010; 刘洋等, 2020; 余江等, 2017),及数字创新生态系统

(魏江等, 2021; Chae, 2019; Beltagui et al., 2020; 柳卸林等, 2021)等方面,尚缺失整体视角下对数字化情境下协同创新理论的构建与分析。因此,本文在对数字化情境下协同创新内涵与特征分析基础上,建构了包含前因、组织变革、运行机制等的理论框架,并提出未来进一步的研究展望。

1 数字化情境下协同创新的内涵特征

1.1 数字化情境下协同创新的内涵

数字化情境下的协同创新是在数字技术不断演进迭代及其技术在广泛领域、场景中的融合应用发展背景下,知识、技术、资金、信息及人才等创新资源以数字化形式在全时空高效汇聚、充分整合与共享基础上,以整体视角进行资源优化配置、能力优势互补的跨产业、平台与组织的多主体深层创新合作。首先,大数据、人工智能、物联网、区块链与云计算等一批数字技术的蓬勃发展,为构建更加直接、高效勾连的创新网络提供了可能,有助于通过构建多层次、交互与折叠的架构打破传统的平面点连式架构(Helfat et al., 2018),推动主体深度融通,以提升协同效率。其次,数字技术与产业深度融合背景下,企业战略、组织架构、业务流程与管理决策向数字化转型(刘洋等, 2020; Nambisan et al., 2019),而其中的知识、技术、金融与人才等创新资源得以数字化形式表达、流动(Kwak et al., 2018; Helfat et al., 2018),这为资源优化配置、能力优势互补提供了基础。最后,诸如区块链、云计算等数字技术又为分布式创新主体间协同提供了要素确权定价、绩效溯源分配等精准服务,促使各协同机制科学嵌套、畅通运行。因此,数字技术与应用的快速发展,在带动产业蝶变的同时,也推动了数字化情境下的协同创新持续向主体深度融通、要素精准流通与机制嵌套畅通的深层次发展。

数字化情境下的协同创新强调以数字技术融通各主体间战略机制、业务流程、管理决策的协同,共创价值增值。其中,数字化情境下协同创新的价值增值可能源于多个方面:从资源基础观视角,数字时代为中小企业提供了触达更丰富的资源渠道,充分

激发了中小企业及资源匮乏型企业参与协同创新的积极性和活力(Autio et al., 2018),赋能协同创新;从能力视角,数字时代技术、产品迭代速度加快,协同创新过程能够提升组织对技术、市场趋势变化的识别与机会的感知等能力,从而更有效应对数字时代市场的强动荡性,提升创新价值;从交易成本视角,数字化情境下协同创新的主体深度融通,组织、制度等边界弱化(Nambisan et al., 2017),交易成本降低,得以专注创新效率的提升;从整体视角,数字技术强化了各主体间创新资源的优化配置、创新能力的优势互补,有效提升了协同创新绩效。因此,数字技术显著提升了多主体协同创新效率的同时,数字化情境也为协同创新提供了更大价值创造空间。

实现数字化情境下协同创新价值增值的基础前提是对企业、平台与生态的组织变革与制度协同。包括微观企业组织层面在结构、业务流程与管理模式等方面进行数字底色的双向开放式变革;在中观平台层面通过数字技术提升平台的架构能力(模块化、耦合化方向发展)与治理能力,赋能平台组织转型、使能企业协同创新,并有效降低交易成本与协调成本(陈剑等, 2020; 邱爱其等, 2021);在宏观生态层面嵌入数字时代跨产业领域、平台的多主体协同行为逻辑,深层连通异质性主体及其复杂关系等(张超等, 2021; Helfat et al., 2018)。同时,数字化情境下协同创新强调政用产学研等主体间的深度协同,这要以整体视角从战略机制、业务流程与组织管理等方面对多主体间的协同关系进行重构,并最终构筑数字化情境下协同创新的治理基础—制度协同,以应对数字技术蓬勃发展为企业创新管理带来的新变化、新挑战与新机会。

1.2 数字化情境下协同创新的新特征

较传统协同创新理论(陈劲等, 2012; 何郁冰, 2012; Etzkowitz et al., 2017),数字化情境下协同创新的主体融通中突出了用户深度参与,并以市场与用户为中心。用户直接参与协同创新不仅能缩短创新周期,而且可以降低创新风险与成本。数字技术及其应用的迭代发展促使企业与用户的交流由单向延

时传输转变为双向实时互动,这使数字化情境下用户深度参与协同创新成为可能。并且数字技术与传统产业的深度融合,促使组织研发生产流程更具弹性,更能满足用户定制化、个性化需求,提升了用户参与协同创新的价值增值空间。而这一变化也正促使“基础研究→应用研究→技术开发→生产经营”的线性创新理念,向用户需求驱动基础研究的巴斯德象限创新理念深度转变(余义勇等, 2020),有效缓解了科技与经济“两张皮”现象。

数字化情境下协同创新的平台化发展,形成了“实体平台+数字平台”的新型平台模式,并突出了数字平台在协同创新过程中的价值地位。数字化情境下创新产出的结构边界和创新过程的时间与空间边界变得更加模糊、创新过程也更具复杂性与不确定性,这都迫使数字化情境下的创新更应是多主体协同参与的过程,而平台则是承载各主体、协调各主体的主要组织形式。平台通过开放连接各类主体以协同完成价值创造的过程,已成为数字化情境下占据主导地位的经营运作模式(Subramaniam et al., 2019)。数字平台凭借其与各主体实现的无空间、时间限制的连接与触达,有效缓解了创新资源要素在地理、组织与制度等方面的流通障碍,尤其数字平台的开放性与灵活性为嵌入其中的各类主体提供了深度参与协同创新的通道。

数字化情境下的协同创新关注生态体系的塑造,以应对数字化情境下协同创新的自生长性与跨界协同性。新型平台模式为数字化情境下协同创新提供了一个载体、一个创新过程的交互空间,而创新全过程的发生是在一定系统环境中进行的,需要与外界环境进行作用交互、能量交换与价值协同(Hou et al., 2021)。尤其是数字化情境下的创新结果更具自生长性与创新产品的延迟绑定性(procrastinated binding),如售出后智能手机的系统持续升级、应用生态不断丰富等(陈冬梅等, 2020),这都促使数字化情境下的协同创新可能不是一个具有清晰边界的过程,而是持续性的、各类主体广泛参与的动态过程。并且,数字化情境下的协同创新不仅是同业组织间

跨地理空间的协同,更多时候是跨产业、跨平台的创新协同过程,这就需要从更高维的生态层面打造跨越产业领域、各类平台的数字化情境下协同创新生态体系,以全面协同各类主体,激活各类要素在各平台、主体间的流通,促进高质量的协同创新。

2 数字化情境下协同创新的理论框架

2.1 数字化情境下协同创新的前因

2.1.1 数字化情境下创新逻辑的变化

数字技术深度融入企业创新活动,冲击了传统创新管理与逻辑,需要协同各主体以应对数字化情境下创新的新变化。首先,数字化情境下的创新活动模糊了产品与行业的边界(Nambisan et al., 2017)。例如,智能手机部分兼容了电脑功能,物联网移动设备(小米、苹果的穿戴设备)等向医疗领域的拓展,及互联网企业联手传统车企跨界智能汽车研发等。因此,数字化情境下的创新将是跨领域、产业的多主体交互、异质资源的碰撞过程,需要以协同视角进行创新管理。其次,数字化情境下创新活动的结果变得更难预测与控制(Henfridsson et al., 2014a; Nylen et al., 2015; Yoo et al., 2012, 2010)。例如,数字产品和平台施行 API 开放,给更多的用户或开发商提供了接入其数字产品的机会,这很大程度上也使其产品变得更加丰富,超出了最初定义。又如华为鸿蒙操作系统能否成功的关键便是后生态应用的开发,而这很大程度上不受华为控制。因此,数字化情境下的创新应是一个由多主体参与、持续协同的创新过程。最后,摩尔定律下的数字技术快速迭代,应用场景不断丰富与交互创新,推动数字化情境下的创新活动也变得更具复杂性与新颖性,这同时也要求创新主体应具有持续学习与不断吸收外部资源、识别与开发机会的能力(Henfridsson et al., 2014b; Svahn et al., 2017),但这显然很难由单个企业完成,而应是跨越政用产学研等领域的多主体交互、协同创新过程。

2.1.2 数字化情境下创新驱动的升级

传统创新活动依赖需求驱动,属于外源性、诱致性创新驱动,是以迎合市场显性需求为导向的创新

活动。但在当前物质条件极大发展的市场环境下,用户需求愈发呈现多变与个性化,加剧了市场动荡性(Helfat et al., 2018),这使得传统需求驱动的创新模式面临极大挑战,企业可能始终处于创新追赶者或者被动创新者角色,亦存在滞后的创新成果不能对接当前市场需求的困境(余义勇等, 2020)。数字化情境下的协同创新为企业破解创新不对接或滞后于需求的问题提供了有效解决途径,一方面,数字技术提供了构建多主体深度融通的网络结构基础,通过与用户的双向即时交互提高了创新与需求的契合度。另一方面,高校科研院所等主体通过基础研究的创新产出,为企业提供驱动创新的原始技术,促使企业由需求驱动转为技术驱动创新活动。因此,数字化情境下的协同创新通过多主体交互,使创新企业可以融通各类主体、捕获更多异质资源以触发颠覆性创新,满足市场隐形需求。这使得数字化情境下的协同创新能够在“市场反馈—识别显性需求—满足需求”的传统创新驱动路径之外,通过“多主体交互—前沿技术/思想—创造隐形需求—满足需求”的创新驱动路径开拓蓝海。

2.1.3 数字化情境下创新价值的挖掘

数字技术为创新活动提供了更大价值创造空间,而协同创新模式成为充分发挥数字红利以提升创新价值的有效方式。首先,数字技术能为多主体深度融通、要素的充分流通提供技术保障,真正发挥协同创新的优势。这也能最大程度上发挥各主体优势、优化资源配置,并在很大程度上也能为中小企业参与重大创新活动、共享原始创新知识溢出提供渠道,提升整体创新价值。其次,传统的协同创新由于未有科学合理的责权利分配制度,难以形成跨产业、平台的主体嵌入,容易造成单链、孤链式协同创新模式。而数字技术深度嵌入创新过程,能以更加科学的方法解决任务划分、利益分配等机制痛点,提升各主体参与协同创新的积极性,改善创新效率。最后,数字技术能使传统创新网络在数字空间进行解耦与重构,并借助数字平台重塑组织与研发形式,开展数字孪生的多主体协同创新活动。这不仅能促使协同

创新活动降本增效(Helfat et al., 2018),而且开放性数字平台有助于创新知识交互与成果转化,提高协同创新的市场绩效。

从企业内外环境角度看,数字化情境下协同创新活动的发起既有外部环境因素,诸如市场竞争环境、技术环境与政策环境的倒逼推动,也有企业内部因素,诸如突破自身创新发展的困境、对于更高创新价值的捕获等自我驱动。这也使得数字化情境下协同创新活动的发起主体可能不同,其发起形式也可能是多样的。第一,由政府等非营利性组织发起,以帮扶中小企业发展或服务产业发展等为主要目的。第二,由第三方平台型企业发起,通过以服务产业发展获取自身收益为主要动力。第三,由核心企业发起,以技术锁定、稳定自身供应链体系为主要动力。第四,由多个企业共同发起,以标准共建或共性技术开发或降本增效为主要动力。

2.2 数字化情境下协同创新的组织变革

数字化情境下的协同创新应是建立在一定组织变革基础上的,以适应数字化情境下创新的新特征与新挑战。从获取竞争优势的角度,组织面临数字时代环境与竞争的骤变,及时的组织变革是应对组织僵化与组织熵增的有效方式。数字化情境下的组织变革应贯穿企业微观、平台中观与生态宏观的组

织结构,是对数字时代创新协同所涉主体及其主体间关联结构等的数字底色转型变革(房银海等, 2021),以期最终形成数字技术深度嵌入、数字协同机制高度贯通,及数字创新活动契合适配的组织基础。基于此,可以初步构建数字化情境下协同创新的组织架构如图1所示。

2.2.1 企业开放与组织学习

数字时代的环境动荡性骤增,要求组织应具有较好的敏捷性。数字时代的市场需求呈现多样性与频繁变动性,而市场竞争者创新能力普遍增强,潜在竞争者、头部企业的跨界降维竞争趋增,促使产品创新周期急剧缩短、知识高度离散化(陈春花等, 2021),这对企业的创新研发能力提出了挑战,要求组织应具有较好的敏捷性。敏捷型组织由于没有科层制的约束,强调以用户为中心的集成创新与开放性知识共享(钱雨等, 2021),这也为数字化情境下的协同创新提供了组织底层基础。例如,海尔的链群合约创新模式便凸显了组织的敏捷性特征,其自组织、自驱动与自演化的特点促使各链群相对独立但又耦合,能够协调各方资源对外界环境变化迅速做出反应,也正如此海尔集团近几年迅速孵化了三翼鸟、食联网与海尔生物等明星产业模块。

数字化情境下协同创新主体的深度互嵌,促使

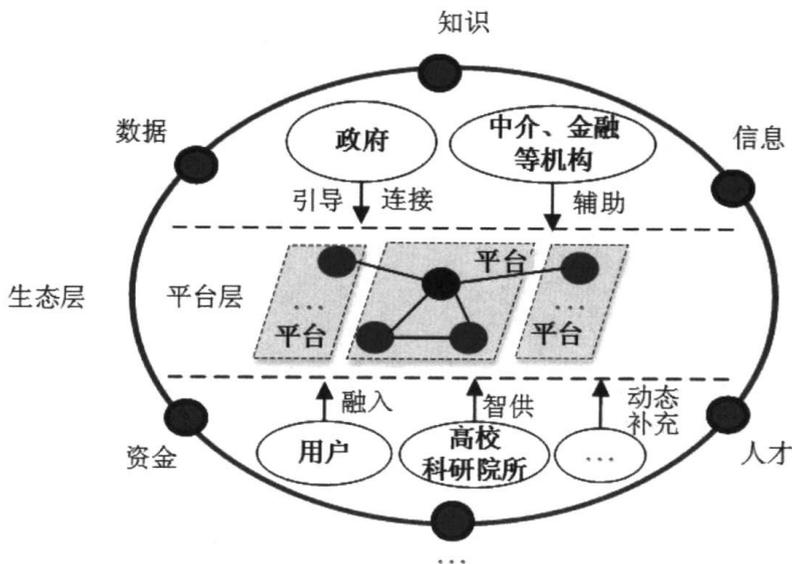


图1 数字化情境下协同创新组织架构

企业组织边界应更具弹性。数字化情境下的协同创新活动是以整体视角对各主体资源的整合与重配,这需要以各资源要素能够在各主体间畅通流动为前提,而组织的结构与制度等边界的强约束性将限制主体间的深度融通与要素流通。另一个视角,数字时代具有强动荡性,而面对剧烈技术、市场冲击需要组织结构更加扁平,提升组织韧性。面对市场需求的频繁变动,组织边界应更具弹性以使组织能够根据市场危与机迅速形成新的应对组织单元。正如海尔的链群合约模式,其组织没有明确边界,各人员可根据任务需要发起成立新的组织单元,极大地提升了海尔对于数字时代机会的应对能力。

数字创新活动的这些新特点驱使企业需重塑组织逻辑与框架,构建学习型与开放型组织结构。数字创新的复杂性和新颖性,使得企业应具有持续学习与吸收外部资源、识别机会与开发能力(Henfridsson et al., 2014b; Svahn et al., 2017)。摩尔定律在数字技术发展中也表现得更为明显,数字技术迭代速度在加快,相关应用也不断推陈出新,企业应构建一种更加注重探索与开发利用的学习型组织。同时,数字化情境下的协同创新强调主体间的全要素协同,企业组织结构还应具有双向开放特征,即通过协同创新网络共享自身知识,并获取外部知识等资源,强化创新主体间资源互换渠道的畅通,并保持外部渠道的知识流动畅通。

2.2.2 平台共生与组织共生

数字时代的平台价值愈发凸显,创新即时性、迭代快速化都促使企业应寻求一种跨越时空限制的协同创新机制(Cennamo, 2018),以提升创新效率、挖掘增量技术价值,并降低知识搜寻与交易成本等(Autio et al., 2018; 王凤彬等, 2019)。按平台发起主体与动机不同,数字化情境下协同创新的平台组织形式可分为供应链协同创新平台、产业协同创新平台、共性技术协同创新平台。其中,供应链协同创新平台是以供应链核心企业主导发起的面向上下游开放、开源、协同的融合性创新平台,关注各参与者在“技术—知识—能力”等方面的协同适配,通过对供应链

各主体进行功能、结构、流程等的重构,实现“同步—融合—合作—竞争—协同”的价值共创与技术锁定,如富士康BEACON工业互联网平台。但需要指出的是,随着供应链协同创新平台的不断演化,多数供应链协同创新平台都走向了对外开放、协同的开放式平台形式,如浪潮工业互联网与卡奥斯工业互联网,最早都作为企业协同供应链上下游研发制造的平台,后逐渐走向产业协同创新平台,赋能产业,推动更多企业共享共益。产业协同创新平台一般是由第三方或多方共同发起的产业协同创新服务平台。产业协同创新平台具有强开放性,平台不是为了价值绑定,而是通过提供治理与运行机制服务多主体协同创新过程,促进形成跨边网络效应与符合平台价值主张的价值共创(Saadatmand et al., 2019; Jacobides et al., 2018),如OrangeCDS工业协同设计平台、陀曼轴承行业工业互联网平台等。共性技术开发平台主要是由政府主导发起的针对重大技术或行业共性技术的协同创新平台(高航, 2015; 王宇露等, 2016),其创新产出多为共性技术,具有准公共品性质,这也使得参与者积极性不高,因此一般需要政府给予政策支持或激励,如各类以企业为主体的国家技术创新中心等。

数字化情境下协同创新的平台组织应具有数字底色,应是数字技术深度融合的共生共益型平台。但不同于嵌入在中心辐射型网络结构中的主体,数字化情境下协同创新平台中的主体具有更高的独立决策与创新能力,是彼此具有资源异质性与能力差异化的共生共融共益的创新共同体(梅亮等, 2021; Tiwana, 2015)。这尤其表现在按照市场逻辑与创新要素配置逻辑自组织的协同创新平台组织形式上,其协同创新参与主体具有显著个体异质性与互补性,彼此紧密交融、互为依赖,通过协同合作进行价值共创以捕获创新收益(Tiwana, 2015; 陈劲等, 2022)。并且,区别于交易平台、社交平台等,数字化情境下协同创新平台是以开放创新实现价值共创、组织共益为导向,弱化平台的场域效应,强化参与个体的创新能动性,其结构关系也应由竞合逻辑转向价值

共生共益逻辑(邬爱其等, 2021; Bogers et al., 2012)。因此, 无论哪种组织形式的数字化情境下的协同创新平台, 全部主体共生共嵌即平台, 协同创新即整体视角下的价值共创, 平台为介实现主体共益。

2.2.3 生态共演与组织韧性

数字化情境下的协同创新生态体系中主体间异质性增大, 如数字技术促使生态主体间具有空间、制度与产业的更大跨度, 并且其边界性弱化、关系复杂化, 这使其生态网络构建过程与一般平台的外延性发展不同, 而应是由外向内的自发收敛过程, 更加注重生态架构与环境的动态交互适配(Hou et al., 2021; 侯宏, 2019)。但由外向内收敛并不意味着生态封闭, 而是强调主体间关系结构的清晰化, 彼此能够更加紧密协同共创超额价值。同时, 这也符合共演逻辑, 数字化情境下的协同创新生态的自发收敛过程是在一定环境下基于共通制度逻辑、以价值共创为导向、以平台为载体的多主体、全要素的整体优化过程。生态的共演逻辑还表现出自组织、自进化特征(Hou et al., 2021; Tiwana, 2015), 主体协同创新更多的是基于制度、市场逻辑的自发组织行为, 而不断协同过程中会有参与创新的主体进入或退出生态, 生态主体也在这一过程中变得更加契合, 彼此深度嵌套、互为依赖, 其协同关系也更加高效。

Bak(1996)在《自然机理》(How Nature Works)一书中, 阐释了没有加入任何粘合剂的沙子之所以能够汇聚为沙堆的原因是因为重力与沙子不规则表面的摩擦力, 而在自组织的组织间的张力与联结效应扮演了类似角色, 因此自组织、自演化的数字化情境下的协同创新生态主体间一定程度的异质性有助于生态体系稳定与运行效率提升。而自组织的创新生态共演具有非线性特征, 是对“阿波罗化”组织形式的破坏(Seel, 2000), 因此其共演后的各主体也将是在资源、能力等方面高度异质的, 并具有较好的自洽性(孙金云等, 2016), 这将使生态具有更强生命力、组织具有更强韧性以应对数字时代环境的强动荡性冲击(杨伟等, 2022)。因此, 数字化情境下的协同创新应构建自组织、自驱动、自演化的共演生态体系, 一方

面有助于提升协同创新效率, 另一方面也能够赋予组织更强韧性以应对数字时代更为频发的不可预测的逆境事件(adverse events)(李平等, 2021; Sajko et al., 2021)。

2.3 数字化情境下协同创新的运行机制

数字化情境下的协同创新活动应通过有效构建动力生成机制、全面协同机制、价值共创与分配机制, 及支撑保障机制, 使创新所涉主体在组织变革基础之上, 实现高质量的价值共创共益。首先, 通过提供更具能动性的协同创新动力, 促使各主体在战略、业务流程与运营管理方面形成更强的协同意愿与更畅通的协同机制, 以使协同创新共同体能够从整体视角充分合理化资源配置、互补化能力优势, 使得创新各要素能够发挥最大价值。其次, 通过数字技术的深度融合, 实现要素确权定价、价值共创全过程跟踪与全数据记录, 以形成科学的价值分配机制。最后, 多元生态体系中的政府能够有效支持引导与连接协同创新各单元主体, 用户深度参与能够保障创新与需求的有效对接, 高校与科研院所等能够为协同创新活动持续注入基础研发供给与创新支持, 中介、金融等服务机构能够辅助服务协同创新过程, 并提供补充资源。由此, 可构建数字化情境下协同创新的运行机制如图2所示。

2.3.1 动力生成机制

动力生成机制是数字化情境下协同创新全过程所涉主体参与价值共创的动力源生成过程, 也是各主体加入创新共同体、按照一定协同机制实施变革的基础推力, 主要依托主体、平台和生态为载体。主体层面的动能, 企业或出于外部环境倒逼、或自身向上发展意愿, 推动企业实践高质量创新行为, 但数字时代赋予数字创新更具复杂性、交互性等新特征, 这使得企业向外寻求与异质主体协同创新的动力生成。平台层面的赋能, 数字平台的模块化特征将提升参与主体的基础数字能力与技术架构(魏江等, 2021), 而平台主体间的互补性将提升彼此的创新能力, 其互补性又可区分为独特(unique)和超模(supermodular)两种(Jacobides et al., 2018), 前者是指

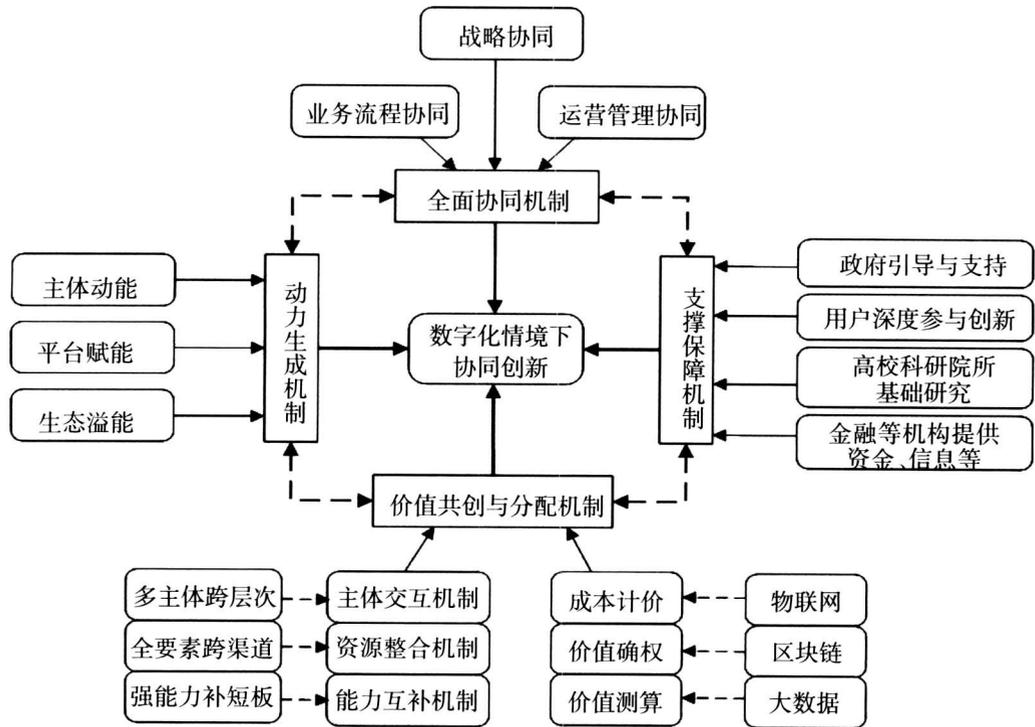


图2 数字化情境下协同创新运行机制

互补主体间的要素组合是发挥价值的必要条件，二者缺一不可互为依赖，而后者是指某一协同创新参与者可从其互补主体获取要素并发挥更大价值的强化型依赖(王凤彬等,2019)。因此,平台数字赋能与平台互补性功能都吸引着各类创新主体参与其中,在实现价值共创中提升个体创新能力。生态层面的溢能,数字化情境下的创新活动面临外部更强的不确定性,这对组织的韧性要求更高,同时创新系统还应具有耗散结构特点,通过与外部环境交互以提供“熵减”,促进创新系统内主体共生共演。如用户深度融入创新生态,促使协同创新提升了创新主体与市场的交互,进而改进创新与需求的对接有效性,这本身也为用户提供了需求的最大满足价值(张超等,2021; Teece,2010)。同样的,金融机构等创新服务体融入协同创新生态,既为创新提供了金融等支持,同时也是资本逐利性的天然动机体现。因此,构建数字化情境下开放共生共演的生态体系,将能有效维持和提升创新共同体活力,这也是主体参与协同创新的重要动力源。

2.3.2 全面协同机制

数字化情境下协同创新主体间应在战略、业务流程与管理等方面形成全面协同运行机制,以实现创新共同体的高质量创新行为与高绩效捕获。战略层面,主体间的组织规则、文化与价值导向的差异性过大则会导致协同运行通路的堵点增多,而这些机制层面的堵点在一定程度上具有难清除性与易复发性,降低了协同创新效率,而数字技术的快速发展与应用为从战略层面协同各主体提供了可能。数字化情境下协同创新参与主体间战略的协同是指从底层解耦企业间的竞争与合作关系以求同存异,及科学嵌套企业与用户、政府、高校、科研院所及金融等服务机构间的战略交互机制,促使各方能够为共同愿景协同合作、共创价值。其中,同业竞争企业间关于协同创新活动的战略协同,还应通过数字协同创新平台施以精准治理(如基于区块链的分布式创新),管理各方资源要素的确权定价与交易,及共创价值的分配问题,从而降低同业竞争者间创新合作风险,提升以信任为基础的战略协同意愿,最终在组织规则、

文化与价值导向方面趋向相容(刘志迎等,2020)。因此,政用产学研金维度的主体战略协同,应通过构建主体间一致性价值导向作为战略协同前提(何郁冰,2012),协调各方以实现整体价值共创为个体的基础价值主张。

业务流程层面,直接影响协同创新活动效率的是主体间的业务流程协同机制,数字化情境下协同创新体系内主体间的业务流程应具有更好地触达性与畅通性,以提升整体创新效率。数字平台为不同主体间业务流程协同提供了适配接口,这也有效解决了数字协同创新主体间较高的异质性及耗散结构带来的协同难题。平台参与者与潜在参与者可以通过平台模块接口的界面,按照一定的规则标准接入业务体系,并与其他主体业务并联(王凤彬等,2019),最终实现业务流程方面的协同。管理层面,数字化情境下协同创新的主体间深度融通、业务流程相互嵌套,因此需要从整体视角协同各主体间的管理活动,通过场景(scene)—意愿(desirability)—能力(ability)—过程(process)的四要素协同共生管理模型(陈春花等,2022),并在充分利用数字技术挖掘相关赋能管理经验基础上,为主体间管理活动构建目标一致的管理导向。此外,管理协同机制中还应包括对于管理冲突问题的协同机制,通过“管理冲突识别→协同管理行为执行与沟通→协同管理绩效评价与关系评估→协同管理反馈”的运行过程,以实现管理全过程的协同运行。

2.3.3 价值共创与分配机制

数字化情境下的协同创新最终将通过价值共创实现主体共益,而实现这一目标需首先厘清主体间的价值共创机制与价值分配机制。其中,数字化情境下协同创新的价值共创机制是从过程视角探讨数字化情境下主体、要素与内外环境间如何交互以实现价值共创的过程机制,主要包括主体间交互机制、资源整合机制与能力优化机制(Zaborek et al., 2019; 钟琦等,2021)。数字技术改变了主体间的关系结构与连接方式,主体间可以更大程度跨空间、行业等边界合作,主体间关系也由平面科层制结构向

跨层交互的扁平空间发展,这极大程度地丰富了创新共同体的资源、能力,有助于更多新颖创意形成,以及复杂创新过程的实现,提高了创新价值增量空间。数字背景下价值共创过程,强调以整体视角通过数字技术应用对创新共同体进行资源科学重配与各主体优势能力充分发挥。如在数字时代对于环境感知与机会应对的能力要求较高,则可以通过数字技术对各主体收集的信息进行实时汇总,并发挥优势主体的数据挖掘分析能力,以识别并应对危与机。因此,数字技术的深度融合,提升了价值共创过程在主体交互、资源整合与机会应对等方面的能力,充分挖掘了数字化情境下协同创新的价值共创来源。因此,数字化情境下协同创新的价值共创机制可以归纳为“多主体交互—创新思想—资源(能力)整合—价值共创实现”的路径过程。

数字化情境下协同创新的价值共创过程充分调动了各主体的创新能动性,而持续保障价值共创过程高效运行的一个前提便是共创价值分配机制的合理性。由于创新与需求可能不完全对接或主体间无形成成本难追索性,网络内主体的价值创造与收益获取可能存在非对称性(李靖华等,2017)或价值滑移(Lepak et al.,2007)。而且数字化情境下多主体的协同创新活动变得更加复杂,数字创新过程存在边界模糊性、数字创新产出存在延后绑定效应等,这些都加剧了多方共创价值的分配难度,但是数字技术的突破性发展与应用迭代在很大程度上弥补了现有分配机制的不足。例如,通过物联网等技术可以记录有形资产的持续投入以对成本计价、区块链等技术可以追踪分布式创新投入产出以对价值进行确权,大数据分析可以精准测算创新成果的价值空间等,这些共同构成了数字化情境下协同创新的价值分配机制的基础。

2.3.4 支撑保障机制

支撑保障机制是指数字化情境下的协同创新生态中非创新主体的参与者为支持协同创新价值共创活动而提供的一系列支持与服务活动,其本身也可视作协同创新活动的一部分,主要包括政府提供引

导与支持、用户深度融入创新活动、高校与科研院所持续提供基础研究成果与创新支持,及金融机构等提供资金、信息等补充服务。数字化情境下协同创新活动是一项系统工程,参与主体具有多元化、异质化,这就需要政府为桥梁与平台,汇聚和引导各方主体,而且有时协同创新是以服务整个产业或地区为价值导向的,这就需要一定的政府政策支持以更好地提升主体参与的积极性。数字时代环境更具动荡性,市场需求呈现多样性与多变性,因此用户深度融入创新共同体能够提升创新成果与市场需求的有​​效对接效率、降低创新成本与风险(Zaborek et al., 2019)。在数字化情境下协同创新活动中企业是创新主体,但更具前沿的基础研究往往是由高校和科研院所主导的,因此需要高校、科研院所为企业从事更具挑战性的创新活动持续供给基础研究成果。此外,数字化情境下协同创新生态应具有耗散结构与持续熵减,而中介、金融机构能够促进协同创新生态与外部环境的交互,并持续为其提供资金、信息等资源的流入,保障了数字化情境下协同创新活动的持久活力。

至此,基于上述关于数字化情境下协同创新的前因、组织变革、运行机制等内容的分析,可以构建数字化情境下协同创新的理论框架,如图3所示。组织的创新逻辑变化、驱动升级与价值挖掘等前因,一方面引导协同创新活动目标以满足组织新需求,另一方面驱动组织变革形成企业开放、平台共生与生态共演的组织基础环境,以赋能数字化情境下协同创新运行机制的全面开展,而这又将强化组织向数字化情境下协同创新的方向变革,并适配与满足数字化协同创新的前因变化。

3 未来研究展望

第一,在协同创新前因动力方面,进一步挖掘协同创新的生成新情境与驱动新机制。数字技术与应用的蓬勃发展为创新范式迭代提供了更多可能,各种创新新范式渐进式涌现,并基于数字技术不断发展成熟,如基于区块链技术的分布式创新、基于赛博空间(cyberspace)与现实空间交互概念的空间创新、基于分布式信息共享的创新公地等。这些基于数字技术分形、演化而来的创新范式都在强调多主体的协同与整体视角下的资源要素重配,也都可能成为数字时代驱动多主体进行协同创新的原始情境与新鲜动能,因此,对于数字化情境下协同创新的前因情境与动力生成机制的研究,应以动态眼光不断检视数字技术应用新场景中的创新情境模式与动力机制,持续补充数字化情境下协同创新前因动力的生成机制理论。进一步地,也应审视外部环境,如政策引导、市场倒逼等因素对数字化情境下协同创新活动的传导路径与驱动机制,及剖析组织内部的动态能力等因素在适配外部环境开展协同创新活动时的内驱机理等。总体来看,数字化情境下协同创新生态体系更加复杂微妙,其协调方式可能是分布式、偶发的,甚至与初衷相悖的(Jacobides et al., 2018),这也使得目前对协同创新活动动力机制的研究结论莫衷一是,而关于协同创新的影响要素也不尽相同。但根据 Haken(1973; 1977)的协同理论,未来研究可以通过不断探索在数字化情境下协同创新活动中支配协同增效获取的“序参量”变化(陈春花等, 2021, 2022),深挖核心要素与主导地位的动力生成机制。

第二,在创新主体协同方面,进一步厘清数字技术可能给主体协同带来的影响。数字化情境下的协

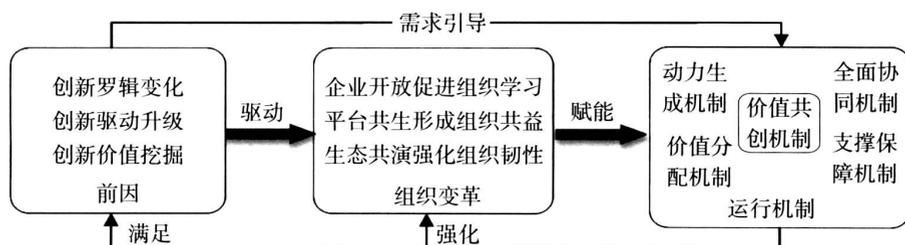


图3 数字化情境下协同创新理论框架

同创新为跨越“达尔文之海”提供了更为有效的路径机制,基于巴斯德象限的创新理论为解决创新与需求不对接问题提出了用户深度嵌入创新共同体、并以需求为导向的创新路径(余义勇等,2020)。但数字时代环境的VUCA特征更加突出,使得需求导向下的协同创新在应对多变环境时显得过于单一,进一步研究应该在新巴斯德象限创新理论基础上探索多种路径并发下的创新与需求衔接方式。尤其是进一步厘清从事基础研究的高校、科研院所等主体嵌入创新共同体的路径机制,这能够为数字创新企业提供原始创新动力,从而推动企业构建以满足市场隐性需求的颠覆性创新为目标的路径模式。此外,在主体协同关系的研究方法方面,数字化情境下的协同创新主体间关系变得更加错综复杂,而现有研究中较少综合考虑创新网络拓扑结构、创新主体的策略学习与多方收益博弈等因素(房银海等,2021),因此应在数字技术融合背景下探索基于复杂网络理论的Multi-level网络模型和Network of network模型的多主体跨层行为动力学与交互关系。

数字化情境下协同关系的另一研究方向是创新主体与平台的协同关系,企业利用数字平台内互补资源和能力池的程度(Ferreira et al., 2019),也就是企业对数字平台的一种协同能力,主要包括资源认知、关联程度和及时响应三方面(邬爱其等,2021)。尤其在数字化情境下协同创新活动转向平台化创新的大背景下,创新主体嵌入不同类型平台(集成化或模块化平台,公共平台或内部平台)(王凤彬等,2019)的战略选择不同(多重身份战略、多栖定制战略与平台镶嵌战略)(王节祥等,2021),都将影响创新主体与平台、其他主体间的协同关系,也影响着互补与依赖关系的解耦,因此需要进一步地分类研究。此外,数字技术深刻改变了传统协同创新的影响要素,如数字通信技术使得地理空间转变为扭曲空间(房银海等,2021),创新主体间出现空间折叠,使得地理空间因素影响力显著弱化,而又像数字孪生、产业大脑等数字技术在协同创新活动中的综合应用,使得主体参与协同创新的门槛与成本大幅降低,改善了主体间

关于创新投入的紧张关系等,这些都将进一步、持续地影响着数字化情境下协同创新主体间的协同关系。

第三,在协同创新管理方面,进一步探究数字技术可能给协同管理带来的挑战与契机。一般生态系统的协同管理方式具有分布式、偶发式特点,并且随着生态的共演其协同管理方式甚至可能会与最初设想相悖(Jacobides et al., 2018)。如果这种现象也出现在数字化情境下协同创新生态体系中,将使得未来有必要进一步探寻主体融通、要素互补间所蕴含的协同效应与治理过程间的联系,以及从整体层面对数字化情境下协同创新管理方式进行深入探索。

从生态视角看,数字化情境下的协同创新使创新链的上下游由链式关系变为多层网络关系,创新主体企业与用户、上下游企业、高校科研院所等主体的多向交互过程成为新的创新源(陈春花等,2022;刘洋等,2020;Yoo et al., 2010),因此塑造与治理多元主体协同的数字化情境下的协同创新生态体系成为创新关键,而这也使得数字技术深度嵌入的多元主体将走向共生共益新型关系(Barrett et al., 2015; Helfat et al., 2018; Zhang et al., 2017)。总的来看,如何从创新链式的协同创新管理转向跨层多向网络的协同创新管理将成为未来研究发力方向。目前平台化生态体系成为数字时代创新的研究热点(Kretschmer et al., 2022;王节祥等,2021;Hou et al., 2021),但是还很少研究区分平台性质、模式差异在生态体系塑造中的影响,而这利于生态体系的塑造与治理更有针对性,因此未来研究可就此展开深入研究。其中,数字化情境下政用产学研金等多主体全要素的新型关系及其交互机制,都是塑造平台化生态体系的先要条件,也是生态视角下的进一步研究的关注点。此外,在数字化情境下协同创新生态体系的治理方法方面,进一步研究可将协同创新生态系统视作一个“自适应性系统”(Furr et al., 2018),并基于复杂适应系统理论建构模型,通过仿真分析探索能够使平台生态系统治理与演化达到最优的主体关系结构,及最大创新增效的资源要素配置关系等。

从组织视角看,数字技术拉近了主体间时空距离,促使数字技术基础上的协同创新活动边界模糊化、主体参与动态化,这些都使得数字化情境下的协同创新需要新的管理逻辑。目前来看数字化情境下协同创新管理的相关研究还较少,对于其内涵虽有初步认识,但是多数研究更加关注企业数字技术架构搭建与组织的融合(Svahn et al., 2017)、数字技术与多主体交互等(Nylen et al., 2015),是对技术层面问题的关注,而对于与数字化情境下协同创新相关的组织逻辑、组织框架及管理机制的研究还较少。尤其是基于数字化情境下协同创新新特点所衍生出的新的创新逻辑,冲击着传统协同理论和一些核心创新管理原则(李垣等, 2019)。因此,未来研究可以从数字化情境下协同创新的组织环境适配机制、要素配置机制、利益分配机制、组织学习模式(经验式学习、替代性学习)与知识管理机制等方面开展进一步研究。

4 讨论与结语

数字技术与创新主体深度融合,并嵌入协同创新过程,深刻变革着创新逻辑与协同关系。为了紧扣数字时代发展机遇,响应数字化情境下多主体价值共创新特征、新挑战下的协同创新治理需求,有必要构建数字化情境下协同创新的理论框架与提出未来研究展望。为此,本文通过全面梳理数字化情境下协同创新相关研究进展,并与传统协同创新回溯对比基础上,提出了数字化情境下协同创新的内涵外延,及带来的新挑战与新特征,基于此构建了一个数字化情境下协同创新的理论框架,并提出:数字化情境下创新逻辑的变化、驱动的升级与价值的挖掘共同驱使协同创新活动的发起;数字化情境下协同创新活动的组织基础与变革包括通过企业开放构建学习型组织、通过平台共生构建共益型组织,及通过生态共演强化组织韧性。并且,从主体、平台与生态三个层面探寻动力生成机制,从战略、业务流程、管理三个层面构建全面协同机制。本文亦归纳出了“多主体交互—创新思想—资源(能力)整合—价值共创实现”的数字化情境下协同创新实现路径,提出了

“政府引导支持、用户深度融入、高校科研院所基础研究供给、金融等其他机构辅助与资源补充”的多元协同保障机制与角色定位体系。基于此,本文最后提出了在协同创新前因动力、主体协同与协同创新管理三个方面的未来研究展望。

通过数字时代协同创新的内涵新特征与组织变革分析,可以发现数字技术已经与创新主体深度融合,并嵌入协同创新全过程,持续冲击着传统创新理论和一些核心组织原则。新的情境变化促使着协同创新共同体需要识别新的价值来源、重构竞争优势,并对组织运行机制和架构做出一定变革。同时,本研究也欣喜地注意到数字化情境下的技术溢出与数字红利为突破原有协同创新边界禁锢与导向不一致问题提供了更多可能。并且,数字技术深度嵌入协同创新有效增强了协同创新的价值增效与外部效应,通过塑造平台化生态体系在知识共享、价值共创与主体共益等方面都有了极大提升。未来,数字技术自身的迭代与其应用发展还将不断打破既有协同逻辑、演化出更多创新范式,相随而生的是需要协同创新管理模式的革故鼎新。理论灯塔长明,践行者永远在路上,希望本文的理论总结与实践分析能为数字化情境下的协同创新研究贡献绵薄之力。

参考文献:

- [1]陈春花,梅亮.2021.组织管理整体论:组织系统演化的过程启示[J].科学与科学技术管理,42(10):3-19.
- [2]陈春花,朱丽,刘超,等.2022.协同共生论:数字时代的新管理范式[J].外国经济与管理,44(1):68-83.
- [3]陈冬梅,王俐珍,陈安霓.2020.数字化与战略管理理论:回顾、挑战与展望[J].管理世界,36(5):220-236+220.
- [4]陈剑,黄朔,刘运辉.2020.从赋能到使能:数字化环境下的企业运营管理[J].管理世界,36(2):117-128+222.
- [5]陈劲,阳银娟.2012.协同创新的理论基础与内涵[J].科学学研究,30(2):161-164.
- [6]陈劲,阳镇,张月遥.2022.共同富裕视野下的中国科技创新:逻辑转向与范式创新[J].改革,(1):1-15.
- [7]房银海,谭清美.2021.协同创新网络研究回顾与展望:

以复杂网络为主的多学科交叉视角[J]. 科学学与科学技术管理, 42(8): 17-40.

[8]高航. 2015. 工业技术研究院协同创新平台评价体系研究[J]. 科学学研究, 33(2): 313-320.

[9]何郁冰. 2012. 产学研协同创新的理论模式[J]. 科学学研究, 30(2): 165-174.

[10]侯宏. 2019. 从平台领导到生态共演: 产业互联网的制度视角[J]. 清华管理评论, (12): 94-103.

[11]李靖华, 林莉, 闫威涛. 2017. 制造业服务化的价值共创机制: 基于价值网络的探索性案例研究[J]. 科学学与科学技术管理, 38(5): 85-100.

[12]李平, 竺家哲. 2021. 组织韧性: 最新文献评述[J]. 外国经济与管理, 43(3): 25-41.

[13]李垣, 魏泽龙. 2019. 中国企业创新40年[J]. 科研管理, 40(6): 1-8.

[14]刘洋, 董久钰, 魏江. 2020. 数字创新管理: 理论框架与未来研究[J]. 管理世界, 36(7): 198-217+219.

[15]刘志迎, 沈磊, 冷宗阳. 2020. 企业协同创新实证研究: 竞争者协同创新的影响[J]. 科研管理, 41(5): 89-98.

[16]柳卸林, 王倩. 2021. 创新管理研究的新范式: 创新生态系统管理[J]. 科学学与科学技术管理, 42(10): 20-33.

[17]梅亮, 陈春花, 刘超. 2021. 连接式共生: 数字化情境下组织共生的范式涌现[J]. 科学学与科学技术管理, 42(4): 33-48.

[18]钱雨, 孙新波, 孙浩博, 等. 2021. 数字化时代敏捷组织的构成要素、研究框架及未来展望[J]. 研究与发展管理, 33(6): 58-74.

[19]孙金云, 李涛. 2016. 创业生态圈研究: 基于共演理论和组织生态理论的视角[J]. 外国经济与管理, 38(12): 32-45.

[20]王凤彬, 王骁鹏, 张驰. 2019. 超模块平台组织结构与客制化创业支持: 基于海尔向平台组织转型的嵌入式案例研究[J]. 管理世界, 35(2): 121-150+199-200.

[21]王节祥, 陈威如, 江诗松, 等. 2021. 平台生态系统中的参与者战略: 互补与依赖关系的解耦[J]. 管理世界, 37(2): 126-147+110.

[22]王宇露, 黄平, 单蒙蒙. 2016. 共性技术创新平台的双层运作体系对分布式创新的影响机理: 基于创新网络的视角[J]. 研究与发展管理, 28(3): 97-106.

[23]魏江, 赵雨菡. 2021. 数字创新生态系统的治理机制[J]. 科学学研究, 39(6): 965-969.

[24]邬爱其, 刘一蕙, 宋迪. 2021. 跨境数字平台参与、国际化增值行为与企业国际竞争优势[J]. 管理世界, 37(9): 214-233.

[25]杨伟, 劳晓云, 周青, 等. 2022. 区域数字创新生态系统韧性的治理利基组态[J]. 科学学研究, 40(3): 534-544.

[26]叶伟巍, 梅亮, 李文, 等. 2014. 协同创新的动态机制与激励政策: 基于复杂系统理论视角[J]. 管理世界, (6): 79-91.

[27]余江, 孟庆时, 张越, 等. 2017. 数字创新: 创新研究新视角的探索及启示[J]. 科学学研究, 35(7): 1103-1111.

[28]余义勇, 杨忠. 2020. 如何有效发挥领军企业的创新链功能: 基于新巴斯德象限的协同创新视角[J]. 南开管理评论, 23(2): 4-15.

[29]张超, 陈凯华, 穆荣平. 2021. 数字创新生态系统: 理论构建与未来研究[J]. 科研管理, 42(3): 1-11.

[30]钟琦, 杨雪帆, 吴志樵. 2021. 平台生态系统价值共创的研究述评[J]. 系统工程理论与实践, 41(2): 421-430.

[31]Ansoff H I. 1980. Strategic issue management[J]. Strategic Management Journal, 1(2): 131-148.

[32]Ansoff H I. 1984. Implanting Strategic Management[M]. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice Hall.

[33]Autio E, Nambisan S, Thomas L D W, et al. 2018. Digital affordances, spatial affordances, and the genesis of entrepreneurial ecosystems[J]. Strategic Entrepreneurship Journal, 12(1): 72-95.

[34]Bak P. 1996. How Nature Works: The Science of Self-organized Criticality[M]. New York: Copernicus.

[35]Barrett M, Davidson E, Prabhu J, et al. 2015. Service innovation in the digital age: Key contributions and future directions [J]. Mis Quarterly, 39(1): 135-154.

[36]Beltagui A, Rosli A, Candi M. 2020. Exaptation in a digital innovation ecosystem: The disruptive impacts of 3D printing[J]. Research Policy, 49(1): 103833.

[37]Bogers M, West J. 2012. Managing distributed innovation: Strategic utilization of open and user innovation[J]. Creativity and Innovation Management, 21(1): 61-75.

[38]Cennamo C. 2018. Building the value of next-generation platforms: The paradox of diminishing returns[J]. Journal of Management, 44(8): 3038-3069.

[39]Chae B. 2019. A General framework for studying the evolution of the digital innovation ecosystem: The case of big data [J]. International Journal of Information Management, 45: 83-94.

[40]Etzkowitz H, Zhou C. 2017. The Triple Helix: University-Industry-Government Innovation and Entrepreneurship[M]. London: Routledge.

[41]Ferreira J, Fernandes C I, Ferreira F. 2019. To be or not

to be digital, that is the question: Firm innovation and performance[J]. *Journal of Business Research*, 101(8): 583–590.

[42]Furr N, Shipilov A. 2018. Building the right ecosystem for innovation[J]. *Mit Sloan Management Review*, 59(4): 59–64.

[43]Gloor P A. 2006. *Swarm Creativity: Competitive Advantage Through Collaborative Innovation Networks*[M]. New York: Oxford University Press.

[44]Haken H. 1973. *Introduction to Synergetics*[M]. Wiesbaden: Springer.

[45]Haken H. 1977. Synergetics[J]. *Physics Bulletin*, 28(9): 412.

[46]Helfat C E, Raubitschek R S. 2018. Dynamic and integrative capabilities for profiting from innovation in digital platform-based ecosystems[J]. *Research Policy*, 47(8): 1391–1399.

[47]Henfridsson O, Mathiassen L, Svahn F. 2014a. Managing technological change in the digital age: The role of architectural frames[J]. *Journal of Information Technology*, 29(1): 27–43.

[48]Henfridsson O, Yoo Y. 2014b. The liminality of trajectory shifts in institutional entrepreneurship[J]. *Organization Science*, 25(3): 932–950.

[49]Hou H, Shi Y. 2021. Ecosystem-as-structure and ecosystem-as-coevolution: A constructive examination[J]. *Technovation*, 100: 102193.

[50]Jacobides M G, Cennamo C, Gawer A. 2018. Towards a theory of ecosystems[J]. *Strategic Management Journal*, 39(8): 2255–2276.

[51]Kretschmer T, Leiponen A, Schilling M, et al. 2022. Platform ecosystems as meta-organizations: Implications for platform strategies[J]. *Strategic Management Journal*, 43(3): 405–424.

[52]Kwak K, Kim W, Park K. 2018. Complementary multi-platforms in the growing innovation ecosystem: Evidence from 3D printing technology[J]. *Technological Forecasting and Social Change*, 136: 192–207.

[53]Lepak D P, Smith K G, Taylor M S. 2007. Value creation and value capture: A multilevel perspective[J]. *Academy of Management Review*, 32(1): 180–194.

[54]Nambisan S, Lyytinen k, Majchrzak A, et al. 2017. Digital innovation management: Reinventing innovation management

research in a digital world[J]. *MIS Quarterly*, 41(1): 223–238.

[55]Nambisan S, Wright M, Feldman M. 2019. The digital transformation of innovation and entrepreneurship: Progress, challenges and key themes[J]. *Research Policy*, 48(8): 103773.

[56]Nylen D, Holmstrom J. 2015. Digital innovation strategy: A framework for diagnosing and improving digital product and service innovation[J]. *Business Horizons*, 58(1): 57–67.

[57]Saadatmand F, Lindgren R, Schultze U. 2019. Configurations of platform organizations: Implications for complementor engagement[J]. *Research Policy*, 48(8): 103770.

[58]Sajko M, Boone C, Buyl T. 2021. CEO greed, corporate social responsibility, and organizational resilience to systemic shocks[J]. *Journal of Management*, 47(4): 957–992.

[59]Seel R. 2000. Culture and complexity: New insights on organisational change[J]. *Organisations & People*, 7(2): 2–9.

[60]Subramaniam M, Iyer B, Venkatraman V. 2019. Competing in digital ecosystems[J]. *Business Horizons*, 62(1): 83–94.

[61]Svahn F, Mathiassen L, Lindgren R. 2017. Embracing digital innovation in incumbent firms: How Volvo cars managed competing concerns[J]. *MIS Quarterly*, 41(1): 239–253.

[62]Teece D J. 2010. Business models, business strategy and innovation[J]. *Long Range Planning*, 43(2–3): 172–194.

[63]Tiwana A. 2015. Evolutionary competition in platform ecosystems[J]. *Information Systems Research*, 26(2): 266–281.

[64]Yoo Y, Boland Jr R J, Lyytinen K, et al. 2012. Organizing for innovation in the digitized world[J]. *Organization science*, 23(5): 1398–1408.

[65]Yoo Y, Henfridsson O, Lyytinen K. 2010. The new organizing logic of digital innovation: An agenda for information systems research[J]. *Information Systems Research*, 21(4): 724–735.

[66]Zaborek P, Mazur J. 2019. Enabling value co-creation with consumers as a driver of business performance: A dual perspective of polish manufacturing and service SMEs[J]. *Journal of Business Research*, 104: 541–551.

[67]Zhang X, Meng Y, Chen H, et al. 2017. A bibliometric analysis of digital innovation from 1998 to 2016 sciencedirect[J]. *Journal of Management Science and Engineering*, 2(2): 95–115.