

DOI: 10.16538/j.cnki.fem.20260328.101

未来产业生态演化机理研究: 基于技术—组织— 场景三位一体的视角

尹西明^{1,2,3}, 陈 锋³, 陈 劲⁴, 吴善超⁵

(1. 北京理工大学 管理学院, 北京 100081; 2. 北京理工大学 国际组织创新学院, 北京 100081;
3. 北京理工大学珠海校区, 广东 珠海 519000; 4. 清华大学 经济管理学院, 北京 100084;
5. 中国科学技术协会 办公厅, 北京 100038)

摘 要: 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。虽然它是打造新支柱产业、培育壮大新质生产力的先手棋和突破口, 但鲜有研究揭示具有高度不确定性和场景依赖性的未来产业生态的演化机理。本文基于技术—组织—场景理论分析框架, 探究未来产业生态演化的逻辑及过程机制。研究发现: 第一, 未来产业生态演化的基本特征是开放性、动态性、协同性和涌现性。第二, 演化动力机制体现为技术、组织和场景三个子系统自下而上的创新涌现与复杂系统对各子系统自上而下的创新引领。第三, 未来产业生态的演化过程突破了传统产业“萌芽期—成长期—成熟期—衰退期”的生命周期模式, 转而遵循“萌芽期—成长期—成熟期—焕新时期”的模式, 能够在成熟期后通过产业再未来化实现产业跃迁。本研究为理解未来产业生态演化发展的特征、动力逻辑和演化过程提供了新理论视角, 也可为“十五五”时期超前布局和培育未来产业、加快创新引领、发展新质生产力提供科学决策和管理实践的启示。

关键词: 未来产业; 场景驱动创新; 技术—组织—场景; 复杂系统; 新质生产力

中图分类号: F270 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-4950(2026)05-0003-19

一、引 言

以前沿性、颠覆性技术为核心驱动, 代表科技创新与产业变革方向的未来产业, 成为我国培育新质生产力、抢占全球产业发展新高地的战略选择, 这类产业具有引领性、高成长性、颠覆

收稿日期: 2025-12-12

基金项目: 国家自然科学基金面上项目(72474025); 工业和信息化部重大项目(GXZK2025-107); 中国工程院前瞻性储备性重大战略研究项目(2023-JB-10); 中国工程院紧急重点战略咨询研究项目(2024-JZ-22)

作者简介: 尹西明(1991—), 男, 北京理工大学管理学院/北京理工大学国际组织创新学院/北京理工大学(珠海)研究员, 博士生导师;

陈 锋(1989—), 男, 北京理工大学(珠海)博士研究生(通信作者, chenfeng@bit.edu.cn);

陈 劲(1968—), 男, 清华大学经济管理学院教授, 博士生导师;

吴善超(1972—), 男, 中国科学技术协会办公厅研究员。

性和场景依赖性等特征,是我国产业从追赶走向引领的关键力量(李军凯等,2023;李晓华和王怡帆,2021)。为推进科技进步与产业引领,从中央到地方展开了一系列前瞻布局(钱贵明等,2025)。习近平总书记在2026年1月30日中央政治局集体学习时强调:“要站在推进强国建设、民族复兴伟业战略高度,发挥比较优势,推动我国未来产业发展不断取得新突破。”《中华人民共和国国民经济和社会发展第十五个五年规划纲要》进一步提出,要强化源头技术供给,加快构建应用场景和生态体系,培育壮大新兴产业和未来产业,并针对前瞻布局未来产业强调要“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”。但是,未来产业的发展并非单一企业或技术所能主导,而依赖于一个多元主体共生、结构复杂的创新生态系统(Jung等,2024)。基于此,如何理解和推动未来产业生态演化,成为“十五五”乃至更长时期培育壮大新质生产力的战略性、紧迫性理论和实践问题。

当前,学术界和政策界围绕培育未来产业展开了广泛探索,主要聚焦于概念特征(钱贵明等,2025)、政策制定(芮明杰,2025)、国内外竞争策略(耿红军等,2024)等领域。然而,与传统产业“萌芽期—成长期—成熟期—衰退期”相对线性生命周期不同(Adizes,1989),未来产业的演化呈现出典型的非线性与再生性(李晓华,2025)。在经历初步产业化并进入相对成熟的阶段后,未来产业并不必然走向衰退,而是基于新一轮颠覆性技术突破和场景重构进入“再未来化”的过程(王昶等,2025),即在成熟期基础上实现产业形态、生态结构的焕新,进而演化为“未来的未来产业”。这一循环式、跃迁式的演化过程,是未来产业与传统产业的重要区别。最新研究虽开始引入生态系统(余东华和陈海谦,2025;王珏,2025)理解未来产业的培育机制,但仍有待进一步完善。一是相关研究主要关注未来产业的市场培育、政策支持、体制机制等方面,对场景在未来产业生态演化与培育中的作用关注度不足。《国务院办公厅关于加快场景培育和开放推动新场景大规模应用的实施意见》中强调“场景是用于系统性验证新技术、新产品、新业态产业化应用以及配套基础设施、商业模式、制度政策的具体情境”“对促进新技术新产品规模化商业化应用具有重要牵引作用”。场景已成为颠覆性技术和产业互促并进驱动未来产业生态演化的“反应釜”和“竞技场”,融合场景的前瞻性以及牵引性有助于更全面地理解未来产业生态的演化动力机制(尹西明等,2025);然而,现有未来产业相关研究较少关注场景在其中的价值和作用机理。二是未来产业生态演化不仅面临技术、组织与场景的不确定性,还面临着产业化时间的不确定性和发展阶段的动力转换(李晓华,2025),可能伴随革命性技术突破,在成熟期后再次进入“再未来化”的新兴阶段,形成独特的生命周期。传统产业生命周期理论(Adizes,1989),难以充分解释未来产业在成熟期后通过技术颠覆和场景重构实现再跃迁的演化逻辑,亟须基于未来产业的演化特点重新剖析其演化过程。

技术—组织—场景(Technology-Organization-Context, TOC)分析框架源于场景驱动创新理论与TOE框架的结合(尹西明等,2025),聚焦技术、组织和场景在未来产业生态演化中的协同作用,更关注应用场景对技术创新的牵引作用,为理解未来产业生态培育和演化的内生驱动性以及多要素动态协同性提供了重要的分析框架(任保平和张雪珂,2025)。从研究对象看,未来产业生态的演化并非单一技术扩散或组织适配,而是在未来场景牵引下共同作用的动态协同过程,尤其是在产业由“成熟期”迈向“再未来化”的关键阶段,既存在新一轮颠覆性技术对既有路线的焕新,也伴随组织结构、新场景对技术可行性与商业模式的重新验证。这一多要素联动、跨阶段的演化特征,使得从技术、组织或场景的任何单一维度都难以系统揭示未来产业生态的内在演进逻辑(尹西明等,2025)。为此,TOC分析框架与本文研究问题具有高度契合性。其一方面将应用场景作为内生于产业生态演化的关键牵引力量,能够有效刻画场景在触发技术突破与塑造组织行为中的积极作用;另一方面,TOC强调技术、组织与场景之间的协同演化,为

分析未来产业生态在不同演化阶段中动力来源的作用机制,以及成熟期后通过场景重构实现“产业再未来化”提供了系统化工具。基于此,本文研究的核心问题在于:未来产业生态演化过程中,技术、组织与场景如何发挥协同作用形成内在动力源?其不同产业生命周期呈现出何种演化过程?为此,本研究针对未来产业生态演化的研究缺口和实践关切,基于技术—组织—场景三位一体的理论分析框架,探究未来产业生态演化的内在逻辑和过程机制,一方面拓展深化未来产业发展的理论基础,另一方面为“十五五”时期乃至更长周期内加快推动未来产业持续突破、打造新支柱产业、培育壮大新质生产力,实现中国产业体系从追赶走向引领提供实践启示。

二、相关研究回顾

(一)未来产业内涵相关研究

当前,很多学者从不同视角对未来产业的内涵展开探索,主要围绕技术经济、经济社会效益、产业生命周期、政策等维度。技术经济视角下,产业是社会分工背景下具有相同基础(如技术经济特征)但同时存在显著区别(如产品边界)的业态总称(Mirasgedis等,2008)。未来产业是基于重大颠覆性技术创新及其成果商业化、规模化应用的产物(朱金宜,2023);颠覆性技术对未来产业的培育具有决定性作用(杨丹辉,2022)。经济社会效益视角下,未来产业是以推动实现共同富裕和构建人类命运共同体为根本目标,以坚持高科技、高质量和可持续发展为基本原则(毛强和庞凯,2025;陈劲和朱子钦,2022),能够对经济社会产生重大影响的先导性产业(王小林和谢妮芸,2023)。产业生命周期视角下,未来产业是影响未来发展方向的先导性产业,虽尚处于萌芽期,但有可能成长为战略性新兴产业(李晓华和王怡帆,2021)、新支柱产业;也有学者认为未来产业尚处于初级孕育阶段,是影响未来社会发展的先导性产业,是支持未来经济发展的主要产业(敖青等,2021),具有抢占先机和赢得竞争优势的显著效用(刘温馨,2023)。大国博弈和政策制定视角下,全球前沿科技咨询机构(ICV)在《全球未来产业发展指数报告》(GFII 2022)中将未来产业定义为对人类的生产和生活具有重大影响,对社会经济产生全局带动作用,具有前瞻性和颠覆性特点,在主导全球经济增长、引导人类社会进步、提升国家竞争力等方面具有重大意义的产业。工业和信息化部等七部门在《关于推动未来产业创新发展的实施意见》中指出“未来产业由前沿技术驱动,当前处于孕育萌发阶段或产业化初期,是具有显著战略性、引领性、颠覆性和不确定性的前瞻性新兴产业”。

在未来产业的特征方面,王珏(2025)从未来产业的培育逻辑强调其具有前沿先进性叠加颠覆不确定性、战略引领性叠加高度关联性、必然突破性叠加长期成长性、“高端锁定”替代“低端锁定”。钱贵明等(2025)从产业类型、产业演化、产业创新与产业技术等多重视角进一步提炼指出,未来产业具有处于产业初期、技术发展水平较高、系统创新性较强的特点。李军凯等(2023)认为未来产业不仅具有战略引领性、超强颠覆性、高成长潜力等典型特征,同时还衍生出发展周期长、资金投入大、跨领域多主体协同等特点。总体而言,普遍认为未来产业具有超强颠覆性、高速成长性、长周期性、战略引领性等特征。

综上,当前不同学者从不同视角对未来产业进行了解读,技术层面注重颠覆性技术的驱动作用;社会经济效益层面侧重面向未来场景的多元社会需求;产业生命周期层面侧重未来产业发展仍处于初级阶段;政策制定层面关注未来产业对经济发展以及谋求竞争新优势的核心作用。基于此,本文结合已有研究和当前相关政策体系的部署综合研判,认为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,具有高度不确定性、处于发展初期但具备高成长性、潜在经济

社会价值巨大的新型产业形态(参见表1)。

表1 未来产业内涵的多维解读

解读维度	主要观点
技术经济	未来产业是基于颠覆性技术持续涌现的新型产业形态(余东华和陈海谦,2025; Jung等,2024)
经济社会效益	未来产业是在重大民生场景融合应用,从而满足未来人类和社会可持续发展的新型产业形态(王小林和谢妮芸,2023;毛强和庞凯,2025;陈劲和朱子钦,2022)
产业生命周期	未来产业是正处于初级孕育阶段,未来会朝着战略性新兴产业发展并推动社会进步的产业形态(敖青等,2021;王珏,2025)
政府政策制定	未来产业是由前沿技术驱动,推动社会经济发展,具有战略性、引领性、颠覆性和不确定性的前瞻性新兴产业

(二)未来产业生态相关研究

生态系统是拥有差异性需求的异质性行动者之间为实现某种价值主张而构建的生态结构,内部存在着多元异质资源交互下的涌现效应(李晓华和王怡帆,2021)。而未来产业生态系统是围绕未来产业培育与演化形成的复杂系统,在创新环境中相互作用、相互影响下形成的动态性开放系统(芮明杰,2025)。

当前,针对未来产业生态的研究主要从理论视角和实践路径两个维度展开(如图1所示)。在理论层面,新制度主义经济学理论下的未来产业生态形成“技术—制度”共演机制(Pelikan, 2003),以多维嵌入与动态反馈实现从技术萌芽到产业主导范式的跃迁(李晓华和王怡帆, 2021;余东华和陈海谦,2025);强调未来产业生态的前瞻培育需要关注多维要素之间的动态规律,以深化技术创新活动与社会经济之间的深层互动(尹西明等,2025)。场景驱动创新视角下,未来场景牵引以及数智技术广域应用,能重构传统组织形式和商业模式,形成多企业、多要素交叉流动的协同共生产业网络(尹西明等,2025),技术与场景的双轮互动成为解构未来产业实现技术从科学研究走向规模化应用,最终形成新质生产力的重要举措。战略管理理论视角下,一方面关注波特产业竞争优势理论层面未来产业通过要素禀赋与市场需求的匹配性建立预见性竞争优势,快速实现市场的经济效益(Adner, 2017;李天健和李伟,2025);另一方面关注资源基础观层面未来产业需以战略前瞻引导资源编排以形成动态乃至先导能力,助力产业迭代跃迁(钱贵明等,2025)。复杂适应系统视角下,部分学者指出,未来产业生态的培育具有三个方面的特点,即主体间的协同演化、进化的不确定性和非线性的涌现机制(郝全洪,2021)。

未来产业生态实践的相关研究聚焦技术驱动、需求场景牵引以及生态治理三个层面。例如,王小林和谢妮芸(2023)认为颠覆性技术作为未来产业生态的核心引擎,通过突破传统技术范式、催生新经济形态,创造新的“技术—经济范式”实现产业能级跃升。王珏(2025)指出应用消费场景、应用试验场景、元宇宙等新兴场景是培育未来产业生态的重要牵引力。李军凯等(2023)强调未来产业生态培育需要政府、企业、高校、新型研发机构等组织共同参与生态共治。

总体而言,现有研究侧重于未来产业生态的特征、理论内涵以及实践重点,但仍存在两个主要的理论缺口:一是相较于传统技术所主导的生态系统,未来产业生态的演变呈现出高度的不确定性。技术革新加速未来产业生态的形成速度,并赋予其独特的演化特征,而其内在的演化机制尚不明确(李军凯等,2023)。另一方面,未来产业生态的演变过程并不是仅停留在“未来”,其实质上是其从产业萌芽期向战略性新兴产业、新支柱产业的生态涌现过程,这一过程体现了产业阶段性跃迁的特征,也是未来产业发展壮大的客观趋势。因此,明确不同产业阶段各要素之间的迭代关系及其特性(李晓华和王怡帆,2021),对于未来产业生态的培育和推动其加快发展壮大成为具有产业牵引力、竞争带动力和国际竞争力的战略性新兴产业和新型支柱产

业意义重大。未来产业生态的研究视角参见图1。

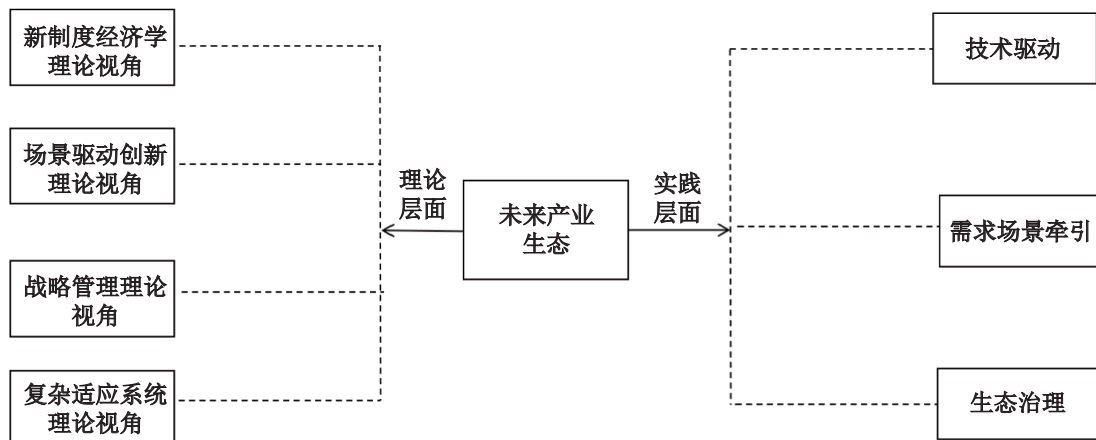


图1 未来产业生态的研究视角

(三)技术—组织—场景(TOC)理论分析框架

未来产业生态在技术轨迹、组织形态与价值实现路径上均表现出与传统产业显著不同的复杂性、动态性与系统性(沈华等,2021)。传统产业生态演化机制难以有效解释未来产业生态的演进规律。未来产业的培育本质上是一个由技术颠覆、组织融通与场景牵引三类内生动力协同驱动的复杂演化过程(余东华和陈海谦,2025)。首先,颠覆性技术是未来产业涌现的原始驱动力(李晓华和王怡帆,2021)。其次,单一企业或机构难以独立承担未来产业的高不确定性与高资源需求;未来产业的培育,离不开政产学研和用户等产业内外多种组织主体的协同推进,而组织融通则成为未来产业培育的重要推动力(尹西明等,2025)。最后,场景驱动创新理论认为,技术的价值需要在具体的场景中实现(尹西明等,2026),未来场景中涌现的颠覆性技术创新机会和机会窗口,是前瞻布局和发现未来产业技术的“识别器”(任保平和张雪珂,2025)。而制度环境则是未来产业培育的赋能器与调节器(李晓华和王怡帆,2021)。

基于此,尹西明等(2025)将制度环境因素作为影响未来产业发展的外生因素,聚焦于未来产业生态培育中的内生驱动性,提出了适用于未来产业前瞻培育的技术—组织—场景(TOC)框架。从复杂系统视角来看,未来产业生态是由技术子系统、组织子系统以及场景子系统协同构成的复杂生态网络。为此,未来产业生态培育需要跳脱出传统未来产业分析的视角,依托于技术—组织—场景(TOC)三位一体的融合分析框架来构建培育未来产业生态的系统框架(尹西明等,2025)。其中产业技术(T)维度强调颠覆性技术对未来产业生态的推动作用。这种颠覆性的技术与传统产业渐进式技术不同,其往往并不遵循主流技术发展轨迹,需要超越国家在技术方面已有的优势地位,面向更具突破性、颠覆性的前沿技术领域展开创新(杨震宁和安温婕,2025),从而避免对技术轨道的依赖。产业组织(O)维度强调形成以科技领军企业、科技先锋企业、开源社区、智能体等多元主体共同参与的通融性、开放性创新共同体(尹西明等,2025)。应用场景是新技术、新产品的创新试验场,也是未来技术产业化的加速场,产业场景(C)维度强调通过以未来应用场景为牵引打通科技研发与产业价值实现的通道,加速新技术新产品新业态大规模产业化应用和新兴产业培育。

在TOC框架下,组织的动态重构能力与基于未来视角形成的先导能力,能够助力未来产业生态快速捕捉场景中涌现的技术机会、及时响应场景变化,并通过开放协作推动未来产业实现技术突破。同时,未来产业生态的发展,需依托企业组织将颠覆性技术应用于新产品、新服务与

新市场的开发,以适配多元用户的新场景(邱锐等,2024)。基于此,TOC理论框架视角下的未来产业生态演化本质是技术、组织与场景的协同共演驱动产业生态形成和发展的动态过程。其一方面能够帮理解未来产业生态演化中如何通过技术、组织、场景实现从微小涨落到系统迭代的内部机制,另一方面能够诠释未来产业生态走向战略性新兴产业、新支柱产业的过程中内部各要素的阶段性演化特征,以明确不同产业阶段的演化表现。

三、技术—组织—场景驱动未来产业生态演化的逻辑

复杂系统管理以复杂系统思维为切入点,聚焦未来产业发展中复杂综合性问题的需求导向(Cilliers,1998),能够对未来产业生态演化过程中的复杂整体性问题开展前瞻预见与系统管理,具有鲜明的中国特色(盛昭瀚和于景元,2021)。融合复杂系统管理理论,TOC框架下的未来产业生态是由技术生态、组织生态与场景生态协同作用的复杂系统(尹西明等,2025)。耗散结构利用系统的开放性、远离平衡态、非线性作用、涨落有序等来揭示生态系统内部的涌现规律(尼科里斯和普利高津,1986)。未来产业生态演化的内在逻辑在于以系统的开放性、远离平衡态的动态性、非线性作用的协同性、涨落创新性的特征范式,助推自下而上的创新涌现与自上而下的系统引领。

(一)技术—组织—场景驱动未来产业生态演化的特征

在技术生态、组织生态与场景生态协同作用的态势下,作为复杂巨系统的未来产业生态具有开放性(钱贵明等,2025)、动态性(尹西明等,2025)、协同性(李晓华和王怡帆,2021)和产业涌现性(李军凯等,2023)的特征,契合了产业生态系统耗散结构的特点(尼科里斯和普利高津,1986)。开放性保证了产业生态与外部环境物质、信息之间的交换;动态性体现了系统内部技术、组织、场景的持续互动与结构调整;协同性反映了多主体、多要素之间的非线性相互作用;涌现性则揭示了系统在临界点附近由量变到质变的突变机制。技术—组织—场景驱动的未来产业生态的总体特征如表2所示。

表2 技术—组织—场景驱动未来产业生态的特征

特征	角色定位	具体表现
开放性	演化前提:为系统提供丰富要素输入与可能性	1. 技术开源化:开放创新,吸引全球智力,加速迭代 2. 组织无界化:平台型组织、DAO、智能体等扩展生态边界 3. 场景融合化:跨行业场景集成,形成多元解决能力
动态性	自适应机制:提供持续的内在调整与响应能力	1. 技术生态位跃迁:技术耦合与突破带动产业非线性增长 2. 组织动态响应:领军企业通过问题导向适应不确定性与前瞻需求 3. 场景需求闭环:多层次场景开发倒逼技术创新与组织变革
协同性	作用模式:保障系统演化中的整体效率与网络化效应	1. 节点幂律分布:关键节点(如领军企业、先锋企业)引领资源整合 2. 跨生态耦合机制:技术—组织—场景高效协同交互 3. 价值共创与共生演化:实现跨层级、跨领域、跨时空协同
涌现性	突变触发器:标志系统实现阶梯式跃迁与质变	1. 临界涨落机制:微创新被放大为巨涨落,引发系统重构 2. 序参量支配:主导技术标准或组织范式引领系统向更有序形态演进 3. 新质与范式涌现:产业体系突变为更高水平、更优效益的创新系统

第一,开放性是未来产业生态系统演化的前提。系统环境可以优化并提升系统功能,以环境条件与产业体系联系方式的变化,引起产业体系规模、结构以及性质的变化,最终改变产业体系的塑造能力(苗东升,2016)。产业的本质是企业,企业的本质是市场,市场的本质是开放(郝全洪,2021)。未来产业生态不仅面临全球科技竞争“范式转换”的技术垄断以及系统博弈(钱贵明等,2025),也面临国内新技术、新要素和新模式实现新质跃升的现实需求(汪旭晖和谢

寻,2025)。而根本改善未来产业生态演化前提的关键在于保持系统的开放性(Randhawa等,2018),主要表现为技术生态开源化、组织生态无边界化以及场景生态融合化。技术生态通过开源模式加速技术迭代、吸引全球开发者共建,形成更具颠覆性的技术生态子系统打破学科和产业间的壁垒。组织生态通过以科技领军企业为主导的平台型组织、DAO组织等联合体涌现出大量自组织、自适应的节点,扩展生态边界和能力范围。场景生态通过构建融合性的未来新场景,打破不同行业间的场景边界,形成能够解决未来场景下复杂问题的多元化能力和多维视角。基于系统动力学逻辑,技术生态、组织生态以及场景生态在开放条件下实现生产要素以及产品服务的全面市场化,促进未来产业生态内部动力、活力的形成。

第二,动态性是未来产业生态系统演化的自适应性机制。未来产业生态演化源于技术生态、组织生态与场景生态的深度交互与融合,这一过程势必引领新技术、新组织与新场景涌现,并推动未来产业生态逐步成长和壮大。因此,未来产业的演化不是依赖于传统渐进的优化和线性积累,而是依托于技术、组织、场景之间的动态失衡来实现突破。首先,多元技术耦合实现技术突破,打破原有技术平衡,催生跨领域的融合(Jung等,2024)。最终通过快速迭代实现产业的指数级增长,从而颠覆现有产业结构。相较于旧技术,技术生态内部的新技术实现了生态位跃迁(张越等,2023)。其次,科技领军企业、先锋企业等企业主体主导的组织生态子系统坚持问题导向与目标导向,通过服务于经济社会高质量发展开展核心技术突破以及场景化验证(李莉等,2020),能够动态响应未来产业生态的不确定性与前瞻性。最后,未来产业生态兼具国家创新体系理论所强调的整体观和系统观,场景生态子系统的建设和开发开放,需要从国家、产业、企业、用户等多维度着眼,统筹建设和开发、开放新场景,以应用场景中的痛点和真需求,凝练技术创新的真问题,形成组织持续攻关、技术动态迭代的真实需求。

第三,协同性是未来产业生态系统非线性的作用模式。幂律分布的节点保障系统内部保持非线性的作用力(Fehrer,2020)。从未来产业生态的演化视角,即使颠覆性技术实现了科技创新的显著突破,若不能适配场景需求以及缺乏与之相匹配的组织形态,最终也无法实现技术创新向产业创新的转化。颠覆性技术是塑造未来产业的关键路径,但组织生态与场景生态亦是实现未来产业演化的核心要素。未来产业生态的演化最终需要形成技术生态、组织生态与场景生态的协同交互机制,以实现非线性的作用效果。这意味着系统的演化不再依赖于单一要素的线性叠加与单项因果关系,而是将未来产业生态视为一个整体,关注其内在多主体、多要素之间的动态网络效应以及涌现性协同,最终助推未来产业生态的竞争力实现跨层级、跨领域以及跨时空的协同效用。组分性能的提升、要素质量的提高以及各子系统的迭代并不是非线性协同的意旨,未来产业生态关注于科技创新、实体经济以及产业创新的协同发展,实现各子系统的协调、同步、融合以及互动,最终助推未来产业生态科技创新与产业创新深度融合。

第四,涌现性是未来产业生态系统突变的触发器。未来产业生态的演化并非沿着平稳路径推进,系统内部的波动与不稳定性在特定条件下可能促成新的有序结构形成;这种由非线性涨落触发并表现为整体结构跃迁的过程,体现了未来产业生态的涌现性演化机制(Fehrer,2020)。突变式演进往往依托于最不稳定的技术创新率先突破,形成更具涨落现象的颠覆性技术创新范式。具体而言,未来产业生态的演化需要在技术、组织与场景等子系统量和质的长期积累基础上,聚焦未来国民经济发展的主战场,形成以突变式演进中序参量驱动的产业体系变革范式,持续展开临界点涨落巨变,以微涨落带动巨涨落,不断推动低端稳态向时空结构更有序、发展水平更高、质量效益更优的新型创新系统演进(郝全洪,2021)。

综上,未来产业生态关注于利用颠覆性技术实现产业迭代、利用组织创新优化生态韧性、利用场景快速敏捷试错,在不确定性中实现组织共生和创新涌现。开放性是未来产业生态演化

的前提,动态性代表系统演化的自适应性,协同性是系统演化的保障,三者持续循环的相互作用促进产业涌现性(苗东升,2016)的产生。各种多源要素在未来产业生态的特征作用下,通过系统的反馈不断进行自我调节,通过系统化迭代推进未来产业生态的演化发展。

(二)技术—组织—场景驱动未来产业生态演化的双重动力逻辑

系统科学理论认为,系统的运行依赖于目标与功能的约束作用(盛昭瀚和于景元,2021)。未来产业生态是由多元异质要素构建的复杂巨系统(尹西明等,2025)。在复杂系统的管理实践中,系统方法论的有效运行依赖于由多元要素共同构成的结构体系,以实现多要素的协同治理与动态调适。作为复杂巨系统,未来产业生态中技术生态子系统、组织生态子系统与场景生态子系统处于不断交互影响、制约以及依存的关系之中,将产生大量的非线性作用和多变的动力学现象(郝全洪,2021)。这种动力学现象表现为TOC三元子系统协同而形成的自下而上的创新涌现力(部分—整体相互作用)(Capra和Luisi,2014),以及未来产业生态积聚所形成的自上而下的系统引领力(整体—部分相互作用)(Peters,2016)。两种作用力相互耦合,形成未来产业体系微观层面的非线性作用以及宏观层面的涨落或突变,不断朝着战略性新兴产业和新支柱产业方向发展壮大(如图2所示)。

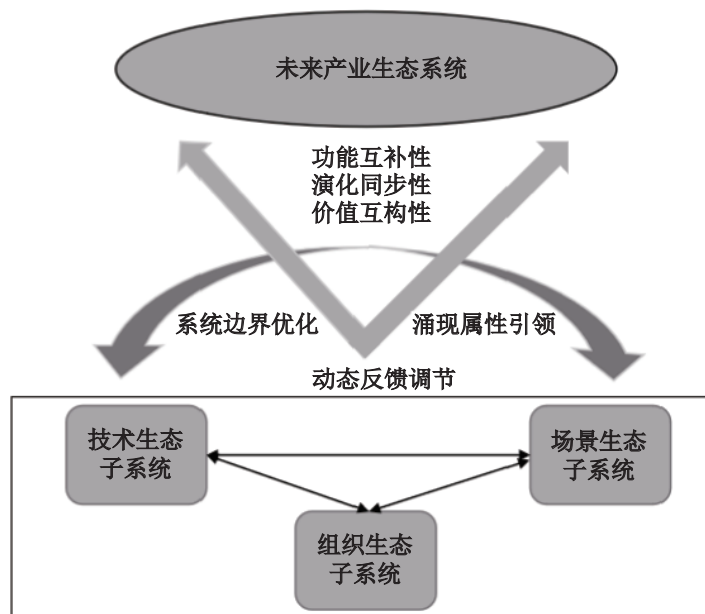


图2 TOC驱动未来产业生态演化的动力逻辑

1.自下而上的创新涌现

基于生物学隐喻,未来产业生态的培育过程可被阐释为内在物种及其联结群落对未来不确定性与挑战的动态适应过程(戈兴成和季璐,2023)。自下而上产生的创新涌现体现了系统内子元素的变异发展与系统整体效能的提升(Kozlowski和Chao,2012)。其中技术、组织以及场景这三个子系统是未来产业生态的核心驱动要素。向上涌现的过程是复杂巨系统内自下而上的部分—整体相互作用的重要体现(王新新和张佳佳,2021),本质上表现为三个子系统在功能互补性、演化同步性以及价值互构性三个维度的向上作用,以突破传统现象叠加的效应,从跨时空域的视角形成推进未来产业升级进化的内生动力。

首先,基于TOC三大子系统的功能互补性向上铸就未来产业生态系统的结构稳定性。三大

子系统内生协作,共同形成“技术赋能—组织响应—场景落地”的三角稳定架构。其中技术生态提供底层创新动能,通过颠覆性技术群解读未来产业“能否做”的问题(耿红军等,2024);其核心动能在于创造技术的可能性空间,为未来产业的系统提供原始的能量。有组织响应的生态协同,通过优化资源配置与系统机制,可实现未来产业的三个关键转化:将技术可供性转化为场景可能性,将离散化知识转化为系统化能力,将个体创新转化为集体智能(尹西明等,2025)。其目的是解决“如何做”的问题。场景子系统重新筛选需求边界与价值载体,具体体现为两方面:一是对技术路径的筛选,以验证技术组织与经济社会价值;二是对组织模式的筛选,以测试组织创新网络的敏捷性与场景适应性。其目的是解决“为谁做”的问题。基于此,三个子系统协同,通过技术突破催生新组织形态,新组织整合资源开拓场景构建,场景反哺技术牵引迭代,最终形成稳定的三角循环架构。在具身智能领域,深圳众擎机器人公司一方面抓全栈自研技术路线,另一方面抓专用场景开发,与南京多伦公司落地超2 000台PM01机器人用于智慧交通,依托深圳“半小时经济圈”供应链实现“客户下单到整机交付最快两周”,以技术、组织与场景的功能互补实现了价值创造。

其次,基于TOC三大子系统的协同演化与同步升级,实现未来产业生态系统的动态适应性。三大系统通过在演化节奏上实现时空域的耦合,避免技术、组织、场景三者之间的错配,以同步演化机制协同提升向上涌现力,助力未来产业快速培育(王新新和张佳佳,2021)。其表现在技术代际跃迁的突变性与组织结构韧性的共演适配、场景演化的融合性与技术代际跃迁预见性的共演适配,以及组织结构敏捷性与场景演化多元化的共演适配三个层面。三者通过相位锁定形成协同步调,以保障在未来产业生态进化中不同子系统的适配。一旦某一个子系统出现滞后以及错配,其他子系统能够基于功能互补协调、驱动落后子系统的快速涌现,最终形成“突变调试—快速协调—动态重构”的向上涌现机制,保障未来产业生态的适应性跃迁。2026年,成立仅两年的物理AI仿真基础设施企业——光轮智能(北京)科技有限公司宣布完成10亿元A++及A+++轮融资,正式成为全球具身数据领域的首个独角兽企业。该企业与英伟达共同定义了仿真资产的物理与工程标准,与李飞飞创立的World Labs深度合作,携手阿里巴巴通义千问共同构建可复现、可诊断的工业级评测闭环,将机器人开发周期从3~6个月缩短至2~3周,以数据基础设施突破推动产业同步迭代。

最后,基于TOC三大子系统的价值互构向上生成未来产业生态系统的进化涌现性。在三大子系统协同作用的过程中,它们不再是单一的价值传递关系,而是通过互构形成的 $1+1>3$ 的价值增强。在微观层面,技术生态从单点技术突破向颠覆性技术种群涌现,组织生态从链式协作转向有组织创新的生态化共治,场景生态从场景的离散应用转向未来场景的网络化牵引。这种子系统的相变过程也标志着未来产业生态新范式的涌现。在中观层面,三个子系统通过耦合达到临界阈值推进未来产业生态实现快速跃迁。颠覆性技术创新改变组织行为模式,组织变革重构技术应用场景,场景演化验证迭代技术优化,三大子系统的相互作用产生了超越简单加成的总体协同价值。在宏观层面,三个子系统形成超循环的自我强化价值回路,保障了未来产业生态获得指数级增长动力。在技术增强回路层面,颠覆性技术适配场景复杂度,场景复杂度优化组织能力,最终反哺技术创新;在组织适应回路层面,有组织创新提升技术扩散效率,进而推进场景应用速度,最终反哺组织韧性;在场景进化回路层面,未来场景牵引技术应用探索,进而推进组织价值重构,最终反哺新场景持续衍生。微观、中观以及宏观视角的价值互构机制形成三大子系统价值交换的“高速公路”,提升技术、组织、场景的协同价值,最终涌现出生态位创新。所有的技术攻关与体系设计,最终价值都需在真实场景中兑现。例如,上海闵行区规划到2030年实现具身智能核心产业规模突破250亿元,推动智慧医院、养老社区等复杂场景开放,实

现“技术—组织—场景”的良性循环。

2. 自上而下的系统引领

自上而下的系统引领力是未来产业生态的筛选功能对其子系统的向下扩散和引导作用,体现出整体一部分的向下作用力机制(Peters, 2016)。实际上,在复杂巨系统内,子系统是不断在涌现与湮灭的(Bunge, 2003),未来产业生态的涌现价值是强涌现的结果。强涌现是属于较低层次系统的相互作用之后形成的涌现效应,能够对其组成部分施加向下的扩散作用(王新新和张佳佳, 2021)。与之相对,弱涌现代表自身的短暂性演化,不涉及向下扩散和作用(Bunge, 2003)。基于此,向下因果力是未来产业生态各子系统持续交互过程中不可或缺的组成部分,其核心本质在于整体对部分的约束与引导作用。其中,未来产业生态对子系统的演化方向形成规范性引导,跳出传统科层制下的指令性控制逻辑,通过系统边界优化、涌现属性引领以及动态反馈调节三大机制,重构子系统的演化机制与行为模式。

首先,未来产业生态向下为各子系统划定自由而有序的行动空间。产业体系的发展需要依托于一定的时空域(Adizes, 1989)。未来产业生态作为复杂巨系统,内部各子系统边界会在互动博弈过程中达到动态平衡,降低各子系统协同中的熵增,形成序参量助力系统迭代。在技术生态层面,往往需要基于产业需要以及市场规律制定统一的技术标准以及规范,保证技术生态内部的多元技术能够轻松实现交互,避免重复开发以及无法适配的问题。在组织生态层面,需要基于未来产业生态规制内部组织价值观的构建,优化伦理原则、可持续发展目标以及价值共富的内在价值体系。在场景生态层面,定义场景创新的基本方向,关注于未来场景的准备门槛以及风险底线,引领子系统的创新符合未来场景的方向,规制盲目试错。2026年2月,工业和信息化部人形机器人与具身智能标准化技术委员会发布《人形机器人与具身智能标准体系(2026版)》,这是我国具身智能产业首个覆盖全产业链与生命周期的标准规范设计。该标准体系设基础共性、类脑与智算、肢体与部组件、整机与系统、应用、安全伦理6个部分,为多元技术路线的并行探索与交互、组织生态伦理规范、场景空间与安全风险等内容划定了自由而有序的行动空间。

其次,未来产业生态向下引领各子系统的涌现模式。基于生物学,环境会迫使生物进化出适应环境的特征(Chevin等, 2010)。各子系统在向上助力产业发展形成强涌现效应后,未来产业生态会使用整体特质反推子系统的调试行为(Bunge, 2003)。核心本质在于,子系统相互协同实现未来产业生态涌现之后,势必会形成全新的产业形态。此时,新产业形态所具备的独特特质,又会反过来成为技术、组织与场景必须适配的重要条件。一方面,未来产业生态本身面临较大的不确定性风险;为确保生态系统具备抵御风险的能力并能迅速响应市场变化,各子系统须避免过度依赖单一的合作机制与即时范式,打破内部壁垒,通过开放协作构建更加多元化的联结机制。另一方面,未来产业生态往往伴随未来场景牵引和颠覆性技术驱动,产业生态系统需要持续突破产业瓶颈,向新的产业形态跃迁;此时的产业生态子系统不能躺平于原有优势上,必须从技术、组织、场景多个视角进行颠覆性创新。根据东吴证券的统计,2025年我国的人形机器人核心企业出货量实现了爆发式增长,宇树科技实际出货量超过5 500台,本体量产下线超过6 500台;智元机器人出货量突破5 100台;人形机器人产业的蓬勃发展,反过来倒逼核心零部件降本增效、企业打破内部壁垒、场景实现跨界融合。如谐波减速器单价已下降42%,单机价值量从16 800元压缩至9 800元^①。

最后,未来产业生态向下调节各子系统动态反馈。复杂巨系统并不会采用固定不变的规则对其子系统加以约束,而是通过一定的反馈机制调节各个子系统的状态,引导各个子系统的发

^①36氪.<https://36kr.com/p/3721088135492104>[EB/OL].2026年3月13日。

展(Cilliers, 1998)。一方面,未来产业生态基于正负反馈的机制对子系统进行调节。当颠覆性技术创新偏离未来场景的目标与需求时,系统能够通过试错、刹车等机制抑制该种行为,形成负反馈机制调节生态系统的运行;同时,当子系统的发展与未来产业生态的演化目标相契合,此项有组织创新能够协同技术驱动以及场景牵引持续放大内在交互,形成正反馈机制推进优势行为的持续迭代。具身智能产业虽然在制造成本上展现优势,但仍面临部分企业过度追求概念炒作而忽视场景落地的问题(欧阳日辉和李晓壮, 2025)。而只有技术与场景进行精准适配,才能保证企业获得估值的持续提升。这形成了负反馈机制,抑制投机行为。同时,当企业发展与产业演化目标相契合时,政策资源持续倾斜。上海浦东新区近日发布具身智能供应链平台,汇聚超80万家供应商资源,提供从设计、制造到验证、服务的一站式支撑,这正是对符合演化方向的子系统给予正反馈支持。另一方面,未来产业生态基于模糊调节机制进行调节。未来产业生态本身伴随较大不确定性,此时系统能够通过试错与规制,以弹性规则在鼓励创新的同时防止系统失控。占据不同生态位的技术、组织、场景子系统通过共存、共生以及共演,进而带动未来产业生态的整体价值跃迁(Kozlowski和Chao, 2012)。北京亦庄推进“具身智能社会实验计划”,建设人形机器人超级工厂,打造供应链快速响应体系,以弹性规则为技术、组织、场景的互促并进提供空间。

四、技术—组织—场景驱动未来产业生态演化的过程机制

产业生命周期理论是分析产业动态演化的经典框架,通常将产业发展划分为“萌芽期—成长期—成熟期—衰退期”四个阶段(Adizes, 1989)。与传统产业不同,未来产业作为处于技术和产业变革前沿的新兴形态,有望在未来发展成为战略性新兴产业与新支柱产业,并遵循“萌芽期—成长期—成熟期—焕新时期”的生命周期路径。其“焕新时期”并非自然延续,而是技术革命、场景重构与组织变革三者深度协同、共同作用的结果。这一阶段标志着产业通过主动的“再未来化”,打破生命周期的衰退宿命,在成熟基础上完成体系重构与价值跃升,实现持续演进和迭代新生(陈劲和朱子钦, 2022)。但在产业演化过程中具有自身独特的表现,技术、组织与场景各生态子系统的互动关系呈现阶段性差异,表现为子系统与整体生态之间自下而上的创新涌现与自上而下的创新引领的递归互动过程(如图3所示)。

(一)萌芽期

波特的产业竞争优势理论强调要素禀赋与市场需求的匹配性(Adner, 2017)。未来产业的特殊性在于生产要素从传统物质资本转向知识资本与数据要素,创新能力成为新的比较优势;市场需求具有高度不确定性,需通过技术范式创新创造新需求曲线;产业关联效应突破线性链条,呈现技术融合驱动的生态网络特征(陈劲和朱子钦, 2022)。因此,在产业边界模糊化、技术轨道跳跃式演进的背景下,竞争优势的获取逻辑发生本质转变(Mirasgedis等, 2008)。此时,未来产业生态萌芽期的核心目标在于以探索前沿颠覆性技术的突破为核心竞争优势,进行前瞻性战略布局与场景验证。而伴随技术突破的不明朗、应用场景的模糊、商业模式的不成形、政策法规的缺失或不适用,未来产业生态的结构较为松散,演化面临高度不确定性。部分曾经被认为属于未来产业的新技术和新产业赛道,可能由于技术路线错误、发展不及预期、不符合场景需要或缺乏足够规模的市场支持等原因,淡出未来产业的图谱;部分更新的技术因取得突破性进展而展现出巨大发展潜力,进入未来产业的列表中(李晓华, 2025)。

可见,未来产业生态萌芽期的核心特征在于技术路线、市场需求、组织形态的“三重不确定性”。在此背景下,萌芽期的产业生态呈现松耦合状态,整个演化的机制在探索与突破的逻辑引领下实现内部技术、组织、场景三个子系统之间的协同作用。首先,技术子系统此时仍处于科

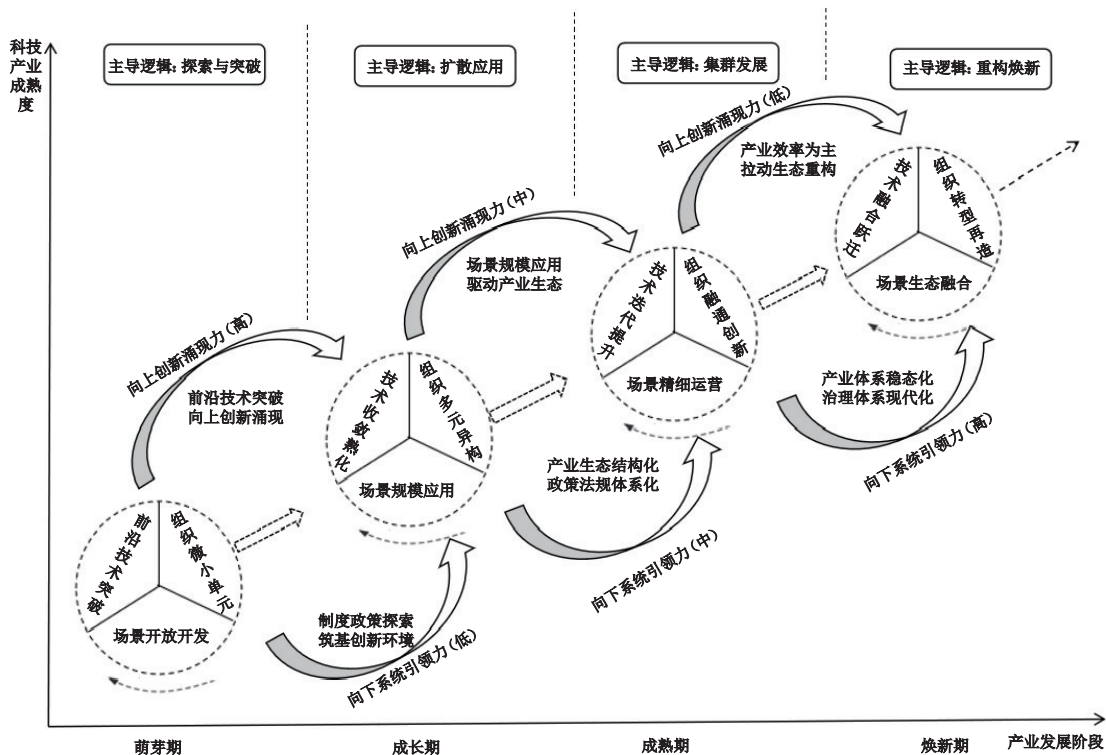


图3 TOC驱动未来产业生态演化的过程机制

学探索与概念验证阶段,多种颠覆性技术路径并行探索,具有高分散性与高不确定性。基于场景驱动创新理论(任保平和张雪珂,2025),此时关键在于聚焦未来场景牵引,实现根技术突破与传统技术融合发散,以先导示范场景为牵引加快颠覆性技术验证和产业发展技术路线的收敛,而非技术的商业化与产业化过程。其次,组织生态子系统以小规模、扁平化或网络化创新单元为主,以大型企业主导的产学研组织为辅。组织形式灵活,边界模糊,合作范式较为多元化。萌芽期组织生态更多关注以企业为主导的创新联合体快速形成竞争优势,保持系统的开放性以及灵活性,快速助推系统内部动态化以及涨落有序。最后,场景生态子系统聚焦于未来场景,聚焦新场景的开发与旧场景的开放。场景构建的核心需要服务于技术验证的需求以及早期资源集聚的目标。

在技术—组织—场景的协同作用下,产业生态内部形成自下而上创新涌现与自上而下系统引领的关键动力(陈锋,2024;苗东升,2016)。在向上创新涌现层面,依托突破性技术为整个生态注入初始动力,以保证系统开始进入迭代演化,吸引早期行动者以更开放的状态参与资源投入之中,立足未来场景方向牵引技术突破与组织协同以实现涨落创新,形成未来产业生态雏形。而组织生态中的创新单元是推进产业生态协同的微观基础,内部组织之间的积极探索活动是实现涨落创新的直接驱动力(王新新和张佳佳,2021)。在向下系统引领层面,整个生态系统的高不确定性和松散性要求子系统内部高度交互,技术探索保持动态开放,组织交互保持灵活协同,场景牵引保持大胆创新。然而,由于此时未来产业生态仍处于胚胎萌芽期,面临资源稀缺、缺乏成熟治理和市场规则的不足,技术路线突破、组织形态规范与未来场景紧迫性面临强选择压力,需要以更具开放性的生态体系为组织间协作提供稳定保障,优化生态子系统的动态迭代,推进协同效应,以实现未来产业生态涨落创新突破临界点,向成长期进化。

总体而言,未来产业生态萌芽期的演化机制由“探索与突破”主导,其核心在于通过自下而上的突破性技术探索适配面向未来的场景构想。场景通过提供验证框架和资源集聚焦点,为多元技术路线和组织方案提供初步筛选。内在技术、组织、场景三个子系统之间相互作用形成“探索—反馈—调适”迭代循环。向上创新力是助推系统演化的主引擎,是推动整个演化机制的核心力量。而向下系统引领力相对薄弱,为系统演化提供初步保障。

(二)成长期

未来产业生态经历萌芽期的发展,已经实现颠覆性技术突破和产业发展路线的验证收敛,在技术、组织、场景各子系统的协同作用机制下,通过形成内在涨落的演化机制,推动自身进一步向成长期演化。未来产业生态进入成长期,能够实现技术商业化、规模化的市场应用,主导技术路线以及场景规模化应用模式逐渐明朗,构建初步的产业生态,在此基础上随着时空演化,部分未来产业持续朝着战略性新兴产业发展壮大。此时,未来产业生态的不确定性逐渐降低,政策支持力度逐渐加大,生态结构快速扩张并结构化,大量风险资本、产业资本涌入为未来产业生态演化成为战略性新兴产业并进一步迭代提供资源支持。

伴随成长期颠覆性技术突破的验证性应用,主导路线与核心应用场景趋于明朗(王珏, 2025)。此时整个系统演化的核心任务在于将初步验证的成熟模式进行规模化扩张,演化主导逻辑转变为“扩散应用”,内在机制表现为技术与场景的互锁与放大、组织网络的协同结构化,自上而下的系统引领力显著增强,为子系统间作用机制提供强大动力。首先,技术与场景的互补性持续增强。在技术生态层面经历了前期的颠覆性技术突破,核心主导技术路线逐渐收敛,性能得到快速提升,能够适配场景需要,实现规模化应用落地。在场景生态层面,核心应用场景被验证并实现规模化应用,传统定义的“未来”场景成为现实,驱动技术与组织进一步迭代。未来产业生态从传统的未来产业形态逐渐成长为战略性新兴产业。其次,组织形式实现多元化,初创公司获得快速成长,大型科技领军企业以及先锋企业加速涌入。合作模式从非正式转向更加多元的契约式战略联盟。价值链分工逐渐明晰,互补性协同成为主导,共同构建起结构不断优化价值网络。

同时,未来产业生态进入成长期之后,内部系统的递归互动表现为向上创新涌现力逐渐降低,向下系统引领力逐渐增强的过程。子系统通过技术主导加速场景商业化进程,组织规模扩张深化功能互补构建更为复杂的价值网络。但系统创新范式由萌芽期的颠覆性创新逐渐转向成长期的应用型创新,导致向上创新涌现力较前期下降。然而,伴随着未来产业生态逐渐成长,生态结构化、核心资源多元化、政策规范全面化等特点进一步助推未来生态系统的引导和协调作用加强。生态结构化能够推动技术标准化、组织行为竞合规范化以及场景拓展有效化(余东华和陈海谦, 2025)。核心资源多元化能够为技术加速迭代、组织边界扩张、场景探索提供向下支撑力。政策规范全面化能够进一步降低市场进入壁垒,优化技术选择、组织布局以及场景推广的向下引导。在向上创新涌现力与向下系统引领力的递归作用下,进入战略性新兴产业的未来产业生态将进一步向成熟期迈进。

成长期的演化机制遵循技术、组织、场景三大子系统之间互锁与放大的原则。该机制输出一个结构逐渐清晰、规模扩张、不确定性大幅降低的新兴产业生态。自上而下的系统引领力迅速增强并成为主导,驱动技术迭代支撑场景规模化,场景扩张反哺技术优化与成本下降,大规模、多元化的组织结构化价值网络形成等,推动未来产业向战略性新兴产业演进。

(三)成熟期

未来产业生态进入成熟期,将进一步巩固产业市场地位,优化效率,从新兴产业中涌现出

一批新的对国民经济起到核心支撑、能够有效带动产业升级的新型支柱产业群体,成为新支柱产业(李晓华和王怡帆,2021)。新支柱产业生态保持较低不确定性,技术、市场以及商业模式高度标准化,生态结构高度稳定且层次分明。核心企业占据主导地位,具有更加明晰的价值链分工,参与者进入壁垒较高,治理体系日渐完善。

进入成熟期的未来产业生态为追求效率最大化,往往以集群发展为主助推各子系统发展(张启媛等,2025)。此阶段的核心机制在于通过集群发展的主导逻辑实现子系统间的稳态耦合。技术生态高度标准化与模块化,创新模式也从最初以颠覆性创新为主转变为以渐进式改进为主,核心旨在优化性能,降低成本。而组织生态以平台型、大型成熟企业为主,组织开放性降低。场景生态逐渐趋于稳定,围绕现有模式进行精细化运营,广泛渗透以满足不同用户需求。高标准化与模块化的技术、平台型或大型企业主导的组织以及主流市场渗透的场景三者形成高度互补、紧密耦合的稳态结构,大幅提升了系统的运行效率,同时也抑制了颠覆性变革的发生。各子系统之间的互动模式放弃了探索式的挖掘,呈现出以效率优化为主的反馈模式。

此时的未来产业生态内部演化的递归互动表现为:向上创新涌现进一步减弱,向下系统引领进一步增强。成熟稳定的技术体系、完善的管理体系、稳定的供应链网络,以及广泛渗透的市场场景之间保持高度功能互补,但是内部稳态的结构影响,导致协同演化的力度不足,无法保持更具开放性的生态边界,以期吸纳更多资源保持涨落,助推系统进一步快速涌现。未来产业生态向上创新涌现力进一步减弱。然而,高度稳定的产业体系能够形成更强的系统引领力,引导各子系统迭代发展。高度稳定的系统边界和成熟的治理体系能够引导技术生态锁定现有标准,通过渐进式创新来优化价值实现;推进组织生态内部的合规性,提升子系统内部协同,鼓励效率优化;规范场景生态的边界,聚焦主流市场场景,规避边缘探索。同时,追求效率以及稳定回报的新支柱产业体系引导技术涌现,关注渐进式改进,组织行为侧重内部运营以及风险控制,场景拓展偏向市场深耕而非颠覆。未来产业生态成熟期,自上而下系统引领力更具主导地位,牵引产业迭代。

成熟期的演化受“集群发展”的主导逻辑引导,以子系统间的稳态耦合实现了以效率优化为主的反馈机制。高度标准化、模块化的技术,平台化、层级化的组织,以及渗透充分、模式稳定的场景,三者耦合形成一个追求运营效率最大化的稳态系统。向下系统引领力达到顶峰,催生一定的路径依赖与结构刚性,导致效率瓶颈的显现。为进一步打破路径依赖,系统会持续积蓄系统内部焕新的张力,为打破锁定、进入下一阶段创造条件。

(四)焕新时期

伴随产业的持续演化,为避免未来产业生态进入衰退期,突破产业空心化的困境,需要通过产业生态重构开启二次曲线,实现产业生态焕新,也即产业生态的未来化(陈劲和朱子钦,2022;尹西明等,2026)。生态系统的主导企业或政府组织会以新型治理体系推动产业生态进入焕新时期,突破产业发展的路径依赖,朝着高端化、智能化、绿色化跃迁,实现新一轮的产业融合与创新。此时产业生态内部新旧技术并存竞争,技术轨道面临分叉选择,总体不确定性再次跃升;需要重新配置资源,以便应对新支柱产业国际化布局以及新型未来产业创新涌现的需求。

焕新时期未来产业生态的核心机制在于通过重构焕新现有系统资源,激发各子系统更新活力。为适应产业焕新的需求,技术生态中新旧技术范式激烈碰撞与融合,技术轨道中开始涌现出颠覆性创新,以适配差异化的未来焕新渠道。核心目标在于通过技术探索实现更高级别的能力,助力产业向高端化、智能化、绿色化以及全球化发展。组织生态内部形态更加多元,为适应产业发展中网络化、生态化、敏捷性的组织需求,组织之间的合作模式更加开放与融通,形成更

具规模的产业联合体,围绕场景化创新需求,凭借生态领导优势,推动产业智能化融合(刘温馨,2023)。而场景生态逐渐扩展,现有场景向高端化、智能化、绿色化以及全球化升级,催生全新的融合性、智能化产业场景生态,进一步促进智慧模式、智慧业态和智慧赛道发展。技术、组织、场景在重构焕新的逻辑引领下实现新一轮的深度协同与功能互补,其互动模式从成熟期的效率优化回归到类似萌芽期的探索突破,但是聚焦在更高资源基础和更明确战略方向上的探索。

进入焕新时期,一方面,涌现的新兴技术范式或融合性创新构成焕新的核心驱动力,有组织创新的组织生态持续转型,升级或新生的融合性场景为其焕新提供价值导向与市场拉力。三个子系统功能互补、动态重构,共同实现价值跃迁,引领新支柱产业的全面焕新。另一方面,原有成熟的治理结构对子系统涌现构成阻力;在新旧力量持续博弈下,生态面临转型压力,对技术方向突破融合、组织开放敏捷、场景高端智能产生强烈变革需求,引领各子系统向更加智能化、高端化以及前沿化发展。

未来产业生态演化的过程深刻区别于传统产业的生命周期终局。传统产业在步入成熟期后,往往面临技术固化、市场饱和与组织刚性递增的局面,最终因难以适应变化而进入衰退期(Adizes,1989)。而未来产业则通过“焕新时期”形成再生机制:其一方面在成熟场景中加速技术迭代与融合,验证并熟化新兴技术;另一方面会释放更多场景,为新技术在已有场景中验证熟化、培育新产品新业态提供土壤,从而形成“产业焕新释放技术创新场景—场景驱动技术创新—技术突破孕育未来新产业形态”的新一轮良性循环。可见,未来产业的“焕新时期”标志着其生命周期的根本性突破——从一次性的线性发展转变为依托技术革命、场景开放与组织重构的循环跃迁过程。在这一阶段,产业通过自我更新与再未来化,不断重塑价值边界,实现从成熟走向再成长,从而在动态演进中持续占据战略前沿。

五、结 语

(一)研究总结与理论贡献

本研究聚焦于未来产业生态的演化机理,基于技术—组织—场景(TOC)三位一体的理论框架,针对“十五五”时期未来产业发展的现实需求,解析未来产业生态的演化逻辑和过程机制。

第一,构建了融合技术—组织—场景(TOC)理论框架与复杂系统科学的理论内涵,解释了未来产业生态作为一个“有机生命体”的复杂系统演化范式,突破了既有的未来产业分析组态、线性以及层级化的理论局限,响应了部分学者从生态视角分析未来产业演化的呼吁(李军凯等,2023;张启媛等,2025)。本研究提出了一个以双向动力为引擎、全生命周期为演化路径的未来产业生态演化理论模型,为理解高度不确定性和日益流变环境下未来产业生态的动态发展(李晓华,2025),提供了理论分析和科学决策的参考。

第二,基于技术—组织—场景(TOC)三位一体的视角,进一步拓展了场景驱动创新理论在未来产业布局和培育中的应用。场景驱动创新理论认为,技术的价值需要在具体的场景中实现(尹西明等,2025)。未来产业需要以企业为主体,以未来场景牵引技术机会识别,以前沿科学问题凝练牵引产学研多元组织融通创新,实现前沿颠覆性技术前瞻布局、精准突破和快速产业化(尹西明等,2026)。TOC框架能够弥补以往研究中对场景关注度不足与技术—组织—场景互动解释欠缺的局限,从而更加切合未来产业生态演化的逻辑本质。通过技术—组织—场景的三维互动聚焦于未来产业生态“为何演化”与“如何可能演化”的特征内涵,解析三个子系统如何赋能宏观复杂系统的涌现,宏观复杂系统又如何引领三个子系统的互动行为。这些分析有助于扩

展场景驱动创新理论的产业应用边界,并为深化面向未来产业发展的场景驱动创新理论和模式研究提供新的理论参考。

第三,拓展未来产业研究视角,构建未来产业生态演化的系统性逻辑。以往研究多聚焦于未来产业内部的发展态势(钱贵明等,2025),而本研究突破这一分析视角,不再单纯聚焦于未来产业构成的孤立分析,而是引入未来产业生态演化的宏观视角,将未来产业置于更广阔的、动态的生态系统中进行考察,勾勒出未来产业生态从萌芽期到成长为新兴产业,再进一步壮大为新支柱产业,最终实现支柱产业焕新的演化过程逻辑。这响应了李晓华(2025)等学者提出的从产业生命周期视角解读未来产业发展的提议。一方面,本研究创造性地解读了未来产业从无到有、从小到大、从弱到强的发展规律,融入“焕新时期”阐释了未来产业生态的发展将通过创新实现焕新,突破传统产业生命周期理论分析框架下“产业终将走向衰退”的惯性认知;另一方面,本研究为理解未来产业在经济社会中持续逐步崛起与壮大提供了清晰的逻辑,有助于更准确地把握未来产业在经济社会大系统中的角色与演化趋势,从而更好地培育壮大新质生产力。

(二)管理启示

未来产业生态是一个自组织、不断迭代的复杂系统。系统在非平衡的状态下,通过开放环境发挥非线性协同作用,以实现产业形态周期性的创新涌现。在这个过程中,向上涌现创新力与向下系统引领力是决定性力量,这种演化呈现着突变与渐变以及内部结构不断复杂化的螺旋式迭代效应。基于未来产业生态在不同阶段演化的差异性,需要进一步优化技术—组织—场景的协同共演模式,推进自下而上的涌现和自上而下的引领相结合,以便让未来产业快速成长为新的支柱产业。

在萌芽期,需要为未来产业构建更开放的创新底座,聚焦技术、组织、场景进行前瞻布局,以企业主导打破学科技术壁垒、创建场景牵引范式,激发向上涌现力的快速涨落。萌芽期的未来产业其核心任务在于扩大系统的可能性空间,防止过早锁定演化路径。一方面,可以通过设立未来场景开发与验证的商业化补贴机制,降低新技术与新模式的试错成本;另一方面,需要建设跨学科、跨场景的基础研究与共性技术平台,提升对颠覆性技术的早期识别与孕育能力,为后续产业跃迁奠定基础。

在成长期,需要为未来产业设计动态收敛机制,引导生态协同演进,使其逐步形成可扩展、可复制的产业结构。具体而言,可推动关键技术的模块化与接口标准化建设,实施以场景为核心的监管沙盒制度,并培育具备互补能力的生态伙伴网络,从而实现创新涌现力与系统引领力的协同互促,推动未来产业向战略性新兴产业阶段跃迁。

在成熟期,需要进一步为产业生态注入变革动力,激发技术创新激励,优化大型组织企业对中小型企业的引领作用,激励支柱产业向边缘场景与创新渗透,以期实现上下系统引领力助推战略性新兴产业向新支柱产业迭代。在企业层面,可通过分拆独立创新单元、设立前沿技术试验平台等方式,提升对颠覆性技术的响应能力;在政策层面,可通过适度干预打破新支柱产业的路径依赖,促进技术向关联产业和新场景有效地扩散,推动战略性新兴产业迈向新一轮结构性升级。

在焕新时期,以体系重构推动“产业再未来化”。相关政策应关注体系重构与可持续演进能力培育,着力建设绿色化、智能化、高端化、全球化的产业发展体系。可通过成立行业协会或平台型组织,优化关键技术轨道突破和发展路径,并以科技领军企业为核心,组建产业创新联合体,围绕未来发展场景探索“产业技术—产业组织—产业场景”三位一体的产业体系重构,加快实现产业形态的焕新迭代,最终形成多元融合、韧性更强的未来产业生态。

(三)研究展望

首先,推动未来产业生态前瞻培育与演化的跨层次理论整合。未来产业生态前瞻培育是一个多层次的动态过程,涉及技术、组织、场景等内生要素,制度等外部要素的多维复杂互动。后续研究需要推动未来产业生态演化的理论整合,以反映未来产业培育中复杂多变的要素互动和跨层次动态。需要超越单一要素的分析局限,采纳多要素视角,探讨多要素协同在技术逻辑与市场逻辑双重引领下的角色、互动及其理论意义。通过构建包含宏观(如制度赋能、地域差异)、中观(如某一特定未来产业、生态要素关系等)、微观(如未来产业相关企业、用户行为等)多层次的分析框架,结合自组织理论、网络治理理论、行为经济学等多重理论视角,为未来产业生态演化提供新的研究视角与理论深度。

其次,拓展未来产业生态演化研究方法的探索。技术—组织—场景为理解未来产业生态演化提供了新视角,但需要进一步细化其内涵以及测量方式。未来研究可进一步加强对技术、组织、场景的动态测量,并分析其演化对未来产业生态的复杂动态作用。一方面,可以基于定量的回归分析、时间序列、聚类分析等进行多维度的模型构建,揭示这些因素如何影响未来产业生态的演化;另一方面,可以通过案例研究,对未来产业生态演化中技术—组织—场景的动态迭代过程进行探索,还可以采取定性与定量相结合的方法挖掘未来产业生态演化中多种要素的互动关系、最优策略选择等。

最后,加强差异化制度情境下未来产业生态演化的相关研究。中国独特的市场、文化等因素深刻影响未来产业生态,尤其是政府在推动未来产业生态演化中扮演了重要角色。因此,有必要对差异化制度、不同资源禀赋地区的未来产业生态演化机制进行研究,完善中央—地方和国内—国际协同的未来产业创新发展理论和政策体系。未来可进一步探讨“有为政府”如何通过搭建平台、开放场景、制定标准等方式来“有效赋能”市场创新主体,形成未来产业生态演化的持久动力。

主要参考文献

- [1]敖青,陈相,刘永子.广东未来产业培育方向与发展路径研究[J].特区经济,2021,(4):16-20.
- [2]陈锋.平台直播生态的自组织演化与价值共毁治理路径[J].中国经济学,2024,3(11):251-283.
- [3]陈劲,朱子钦.未来产业[M].北京:机械工业出版社,2022:22-23.
- [4]戈兴成,季璐.数字经济产业创新生态系统的形成与演化分析[J].经济体制改革,2023,(1):125-134.
- [5]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.
- [6]郝全洪.系统科学视角的发展现代产业体系的理论逻辑[J].西北大学学报(哲学社会科学版),2021,51(1):101-108.
- [7]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.
- [8]李莉,林海芬,程露,等.内外向开放式创新非对称对产业创新网络抗毁性的影响[J].管理学报,2020,17(10):1514-1522.
- [9]李天健,李伟.数字产业集群发展:竞争优势重塑与政策范式重构[J].经济学家,2025,(2):35-44.
- [10]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.
- [11]李晓华,王怡帆.未来产业的演化机制与产业政策选择[J].改革,2021,(2):54-68.
- [12]刘温馨.抢抓未来产业新机遇[N].人民日报,2023-08-16(18).
- [13]毛强,庞凯.新质生产力与现代化产业体系的内在契合与互动路径[J].改革,2025,(2):62-76.
- [14]苗东升.系统科学精要[M].4版.北京:中国人民大学出版社,2016.
- [15]尼科里斯G,普利高津I.探索复杂性[M].成都:四川教育出版社,1986.
- [16]欧阳日辉,李晓壮.具身智能产业发展的机理分析与推进策略[J].改革,2025,(9):47-63.
- [17]钱贵明,阳镇,陈劲.未来产业竞争视域下的企业创新范式转型[J].科学学与科学技术管理,2025,46(3):156-167.
- [18]邱锐,郁培丽,王层层.数字产业创新生态系统价值创造研究综述[J].外国经济与管理,2024,46(11):36-50.

- [19]任保平,张雪珂.构建未来产业投入增长机制的战略要求与实现路径[J].*北京交通大学学报(社会科学版)*,2025,24(2):26-37.
- [20]芮明杰.未来产业成长路径与范式探讨[J].*经济纵横*,2025,(1):1-8.
- [21]沈华,王晓明,潘教峰.我国发展未来产业的机遇、挑战与对策建议[J].*中国科学院院刊*,2021,36(5):565-572.
- [22]盛昭瀚,于景元.复杂系统管理:一个具有中国特色的管理学新领域[J].*管理世界*,2021,37(6):36-50,2.
- [23]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.
- [24]王珏.未来产业:指标体系与生态架构[J].*新疆师范大学学报(哲学社会科学版)*,2025,46(3):81-92.
- [25]王小林,谢妮芸.未来产业:内涵特征、组织变革与生态建构[J].*社会科学辑刊*,2023,(6):173-182.
- [26]王新新,张佳佳.价值涌现:平台生态系统价值创造的新逻辑[J].*经济管理*,2021,43(2):188-208.
- [27]汪旭晖,谢寻.“数据要素-数字技术”双轮驱动的数字产业集群演化机理:一个多案例研究[J].*科研管理*,2025,46(10):9-20.
- [28]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.
- [29]杨震宁,安温婕.技术交易的“数实融合”:数字技术交易网络与制造业全要素生产率[J].*外国经济与管理*,2025,47(11):99-116.
- [30]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.
- [31]尹西明,陈泰伦,金珺.引领未来产业发展的产业先导能力:理论逻辑与过程机制[J].*科学学与科学技术管理*,2026,47(01):30-41.
- [32]余东华,陈海谦.“十五五”时期新质生产力与未来产业互动发展路径探析[J].*改革*,2025,(9):36-46.
- [33]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.
- [34]张越,余江,杨娅,等.颠覆性技术驱动的未来产业培育模式与路径研究——美国布局下一代集成电路产业的启示[J].*中国科学院院刊*,2023,38(6):895-906.
- [35]朱金宜.未来产业,创造更“酷”的世界[N].*人民日报海外版*,2023-01-13(08).
- [36]Adizes I. Corporate life cycle: How and why corporations grow and die and what do about it[M]. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1989.
- [37]Adner R. Ecosystem as structure: An actionable construct for strategy[J]. *Journal of Management*, 2017, 43(1): 39-58.
- [38]Bunge M. Emergence and convergence: Qualitative novelty and the unity of knowledge[M]. Toronto: University of Toronto Press, 2003.
- [39]Capra F, Luisi P L. The systems view of life: A unifying vision[M]. Cambridge: Cambridge University Press, 2014.
- [40]Chevin L M, Lande R, Mace G M. Adaptation, plasticity, and extinction in a changing environment: Towards a predictive theory[J]. *PLoS Biology*, 2010, 8(4): e1000357.
- [41]Cilliers P. Complexity and postmodernism: Understanding complex systems[M]. London: Routledge, 1998.
- [42]Fehrer J A, Nenonen S. Crowdfunding networks: Structure, dynamics and critical capabilities[J]. *Industrial Marketing Management*, 2020, 88: 449-464.
- [43]Jung T, Cho J, Han D I D, et al. Metaverse for service industries: Future applications, opportunities, challenges and research directions[J]. *Computers in Human Behavior*, 2024, 151: 108039.
- [44]Kozlowski S W J, Chao G T. The dynamics of emergence: Cognition and cohesion in work teams[J]. *Managerial and Decision Economics*, 2012, 33(5-6): 335-354.
- [45]Mirasgedis S, Hontou V, Georgopoulou E, et al. Environmental damage costs from airborne pollution of industrial activities in the greater Athens, Greece area and the resulting benefits from the introduction of BAT[J]. *Environmental Impact Assessment Review*, 2008, 28(1): 39-56.
- [46]Pelikan P. Bringing institutions into evolutionary economics: Another view with links to changes in physical and social technologies[J]. *Journal of Evolutionary Economics*, 2003, 13(3): 237-258.
- [47]Peters L D. Heteropathic versus homopathic resource integration and value co-creation in service ecosystems[J]. *Journal of Business Research*, 2016, 69(8): 2999-3007.
- [48]Randhawa K, Wilden R, Gudergan S. Open service innovation: The role of intermediary capabilities[J]. *Journal of Product Innovation Management*, 2018, 35(5): 808-838.

A Research on the Evolutionary Mechanism of Future Industry Ecosystems: An Integrated Perspective Based on Technology-Organization-Context

Yin Ximing^{1,2,3}, Chen Feng³, Chen Jin⁴, Wu Shanchao⁵

(1. School of Management, Beijing Institute of Technology, Beijing 100081, China; 2. School of International Organization and Innovation, Beijing Institute of Technology, Beijing 100081, China; 3. Beijing Institute of Technology (Zhuhai), Zhuhai 519000, China; 4. School of Economics and Management, Tsinghua University, Beijing 100084, China; 5. General Office, China Association for Science and Technology, Beijing 100038, China)

Abstract: Future industries are a novel industrial form based on major cutting-edge and disruptive technological breakthroughs, driven by future development contexts, led by enterprises, and primarily achieved through large-scale application of new technologies, products, and contexts. They serve as a strategic initiative and breakthrough for building new pillar industries and fostering the growth of new quality productive forces. However, few studies have explored the evolutionary mechanism of future industry ecosystems. Based on the Technology-Organization-Context (TOC) framework, this paper explores the logic and process mechanism of future industry ecosystem evolution. The results show that: First, openness, dynamics, synergy, and emergence are the fundamental characteristics of future industry ecosystem evolution. Second, the driving mechanism of the evolution manifests as the bottom-up innovation emergence of the three subsystems (technology, organization, and context) and the top-down innovation leadership of the complex system over these subsystems. Third, the evolutionary process of future industry ecosystems transcends the traditional lifecycle model of “germination-growth-maturity-decline”, instead following the pattern of “germination-growth-maturity-renewal”. This enables industrial leapfrogging through future-oriented industrial transition after the maturity stage. This paper provides a novel theoretical perspective for understanding the characteristics, driving logic, and evolutionary process of future industry ecosystems. It also offers scientific decision-making and management practice insights for advanced planning and cultivation of future industries during the “15th Five-Year Plan” period, as well as accelerating the development of innovation-led new quality productive forces.

Key words: future industries; context-driven innovation; Technology-Organization-Context (TOC); complex system; new quality productive forces

(责任编辑: 宋澄宇)