

创新生态系统视角下技术瓶颈的理论溯源、发展现状与未来研究方向^{*}

□ 宋 娟

摘 要：关键核心技术“卡脖子”问题已成为制约我国高质量发展与国家安全的重大挑战，在理论上溯源于创新生态系统中的技术瓶颈研究。虽然技术瓶颈、生态系统架构者及其动态架构能力、创新生态系统战略等，成为创新生态系统研究的核心问题，也是理解和应对关键核心技术“卡脖子”问题的重要理论议题。然而，缺乏对这些关键议题的系统梳理，阻碍了相关研究的深入。本文从创新生态系统理论视角，重点围绕关键核心技术“卡脖子”问题相关的核心理论研究议题：关键核心技术的知识结构特征与类型、技术瓶颈、架构者及其动态架构能力、创新生态系统战略，以及相应的研究方法五个问题，系统梳理管理学英文顶级期刊的代表性成果，以期厘清关键核心技术“卡脖子”问题的理论溯源与演进脉络，明晰其发展现状和面临的挑战，指明未来可能的研究方向。

关键词：创新生态系统；关键核心技术；技术瓶颈；架构者；动态架构能力

一、引言

近年来，中美贸易摩擦不断升级，逆全球化、科技脱钩盛行，对全球创新生态系统造成了巨大冲击（宋娟，2024；宋娟等，2023；Cui et al.，2023；Genin et al.，2022，2021；Luo，2022；Radziwon et al.，2022；Sahasranamam & Soundararajan，

^{*} 本研究得到如下项目资助：国家自然科学基金面上项目：“技术脱钩下创新生态系统技术瓶颈的协同突破路径与控制战略研究（项目编号：72572172）”；国家社会科学基金一般项目“创新生态系统视角下高速铁路关键核心技术瓶颈突破研究（项目编号：20BGL040）”；湖南省杰出青年科学基金项目“创新生态系统驱动部件与集成关键核心技术瓶颈突破的路径及战略研究（项目编号：2025JJ20075）”；中南大学“高端智库”项目“轨道交通装备关键核心技术创新突破的战略与政策研究（项目编号：2022znzk05）”。

2022; Wenzel et al., 2020; Verbeke, 2020), 创新生态链中断给很多企业致命打击(谭劲松等, 2021; 宋娟等, 2023; Verbeke, 2020; Wenzel et al., 2020), 更是暴露了我国创新生态系统的断点、卡点、堵点与关键核心技术被“卡脖子”问题(宋娟, 2024; 单宇等, 2023; 宋娟等, 2023; 谭劲松等, 2021; 陈劲, 2021; 陈劲、阳镇, 2021; Han et al., 2024; Luo & Van Assche, 2023; Vertinsky et al., 2023; Luo, 2022)。如何整合创新生态系统资源, 构建具有竞争力和控制力的创新生态系统支撑体系, 促进成员协同攻关以打赢关键核心技术攻坚战, 成为保障国家经济安全 and 高质量发展的首要问题。

关键核心技术“卡脖子”问题, 本质上属于创新生态系统研究中的“技术瓶颈”(Technological Bottlenecks)议题, 已成为当前学术界高度关注的前沿理论问题。该议题与生态系统架构者(Ecosystem Architect)及其动态架构能力(Dynamic Architectural Capability)、创新生态系统战略(Ecosystem Strategy)等关键概念密切相关, 共同构成理解与应对技术瓶颈挑战的重要理论基础。然而, 现有研究在这几个关键议题之间尚缺乏系统梳理, 尤其缺乏能够将其有机整合的综合分析框架。这种理论体系的割裂限制了学术对话的深入, 成为制约该领域进一步发展的障碍。

本文聚焦于梳理关键核心技术“卡脖子”问题相关的理论基础与研究进展, 尝试从创新生态系统视角出发, 围绕以下五个核心议题进行系统梳理: (1) 关键核心技术的知识结构特征与类型; (2) 技术瓶颈; (3) 生态系统架构

者及其动态架构能力; (4) 创新生态系统战略; (5) 相关研究常用的研究方法。

近年来, 以关键核心技术突破、创新生态系统为主题, 大量高水平研究在《管理世界》《南开管理评论》等中文期刊发表(如宋娟, 2024; 邵云飞等, 2024; 胡登峰等, 2024; 张艺等, 2024; 李阳等, 2024; 许晖等, 2024; 孙冰梅等, 2024; 聂力兵等, 2024; 张羽飞等, 2024; 张贝贝等, 2024; 李树文等, 2024; 宋娟等, 2023; 赵长轶等, 2023; 牛璐等, 2023; 王超发等, 2023; 阳镇, 2023; 吴超鹏和严泽浩, 2023; 单宇等, 2023; 胡旭博和原长弘, 2022; 胡登峰等, 2022; 郑刚等, 2022; 曲冠楠等, 2022; 谭劲松等, 2021; 吴晓波等, 2021; 欧阳桃花和曾德麟, 2021; 柳卸林等, 2021; 李显君等, 2020; 胡旭博和原长弘, 2022; 郑思佳等, 2021; 谭劲松等, 2021; 李维维等, 2021; 陈劲, 2021; 余江等, 2019等)。尽管中文文献对此议题有广泛关注, 本文仍主要聚焦于 UT - Dallas 24、FT50、ABS 四星等国际顶级期刊发表的英文文献, 基于以下两方面考量: 第一, 尽管学界已认识到创新生态系统中, 技术瓶颈研究的重要性, 并陆续有文章在 Strategic Management Journal 等顶刊中发表, 但整体而言, 瓶颈相关研究仍处于理论发展的前沿探索阶段, 相关研究相对分散和碎片化, 有待进行系统梳理, 以促进该领域的发展。与此同时, 中文文献虽然普遍关注关键核心技术“卡脖子”问题, 但该问题实质上属于创新生态系统中的技术瓶颈, 中文文献尚未充分对接或整合国际主流的技术瓶颈理论体系。因此, 系统梳理国际顶级期刊文献有助于厘清该领域的

核心概念、相关理论基础与演进脉络,能为本土理论体系构建提供借鉴。第二,破解“卡脖子”难题的现实需求,亟须将中国本土的实践经验嵌入全球创新研究的理论语境,推动跨语境的理论交流与本土化理论的构建。通过系统梳理 UT - Dallas 24、FT50、ABS 四星等国际顶级期刊的相关文献,以厘清技术瓶颈等与关键核心技术“卡脖子”问题相关的理论演化路径,明确当前研究的主要进展与挑战,并在此基础上,指出未来可能的研究方向。

二、研究方法

近年来,创新生态系统研究已成为学术界的关注热点,并涌现出大量研究成果。本文主要基于管理学领域的英文顶级期刊文献,构建以技术、产品、企业和产业层次为核心的分析框架,重点聚焦关键核心技术“卡脖子”问题所涉及的创新生态系统技术瓶颈、架构者及其动态架构能力、生态系统战略与研究方法等核心议题,进行系统梳理。

采用多步骤程序 (Multistep Procedure) 收集英文文献样本 (Altman et al., 2022; Chen et al., 2022; Jacobsen et al., 2022; Rietveld, 2021), 以确保所选文献的代表性 (见图 1)。

第一步,确定检索词。为了确保检索词列表能全面反映关键核心技术、创新生态系统、瓶颈、架构者包含的主题,逐步修正并改进搜索词的设置。通过检索词、文献阅读、修正补充检索词、新文献补充几个步骤反复,直到关键概念饱和,由此构建出尽可能全面的检索词。具体步骤如下:

首先,关键核心技术“卡脖子”概念溯源于创新生态系统中的技术瓶颈 (宋娟, 2024; 宋娟等, 2023), 为了尽量不遗漏核心文献,确定 * core technolog *、* bottleneck *、* ecosystem * 为检索词。

其次,创新生态系统成员之间的相互依赖性、互补性,模块化是生态系统独有特征 (Jacobides et al., 2018; Altman et al., 2022), 因此,将这些关键词 (如: * modular *、* complementarity *、* interdependence * 等) 加入检索词列表。

最后,以 Web of Science 为数据库 (Chen et al., 2022; Jacobsen et al., 2022), 采用这些检索词对创新管理、战略管理以及广义管理学领域内具有代表性的国际顶级期刊 (UT - Dallas 24, FT50) 的所有论文标题、摘要和关键词进行初步搜索,将相关性大的检索词加入检索词列表。挑选出被引数高、影响力大的重点文献,采用全文检索与精读方式,补充相关检索词。上述步骤反复迭代,直到关键检索词达到饱和。最终检索词列表包含 73 个主题词 (见附录表 1)。

第二步,期刊确定。由于本综述旨在梳理管理学领域有关的研究成果,不涉及底层纯技术性文章,因此,将目标期刊清单限定为 UT - Dallas 24 与 FT50 期刊;为了不遗漏重要文献,将上述清单中没有,但属于创新管理、战略管理以及广义管理学领域的 ABS3 星以上的专业期刊加入期刊清单 (见附录表 2)。在 Web of Science 数据库中,按检索词清单对期刊清单中的文献标题、摘要、关键词进行布尔检索。考虑到学者们不一定在文章的标题、摘要、关键词

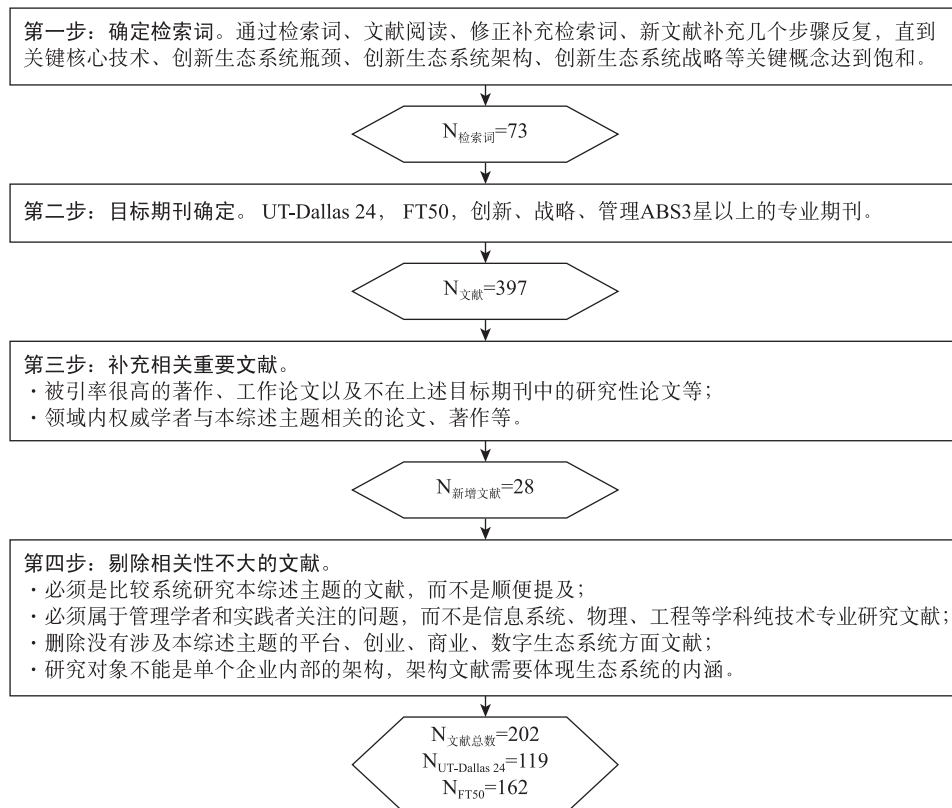


图1 英文文献收集步骤与标准

中涉及瓶颈、模块化、架构等关键概念，为了不遗漏重要文献，将关键检索词搜索范围扩展到全文文本。这一步共得到 397 篇英文文献。

第三步，本文还通过如下两个步骤补充相关文献。首先，补充不在上述期刊清单中，但是关于这些主题被引率很高的著作、工作论文以及研究性论文；其次，以创新生态系统战略、瓶颈、架构等领域的领军学者（例如，Carliss Y. Baldwin, Ron Adner, Rahul Kapoor, David Teece, Michael G. Jacobides, Andrew Shiplov, Annabelle Gawer, Natalie Burford, Andrew V. Shipilov, Nathan R. Furr, Carmelo Cennamo 等）为对象，按照“作者名”搜索他们发表的研究性论文和专著，将在上述期刊清单之外，但内容与创新生态系统、瓶颈、架构等关键概念相关的学术性论文和著作补充进文献库。这一步

共得到 28 篇新增英文文献。

第四步，为了确保样本文献具有较强的代表性和相关性，采用如下四个标准，剔除不太相关的文献；对于模糊不清的文献，通过审查全文、独立编码、团队讨论等方式，最终确定是否纳入文献库。（1）文献必须是比较系统研究创新生态系统瓶颈、架构、战略的研究性论文，而不是顺便提及。（2）所选文献需属于管理学者和实践者关注的问题，而不是信息系统、物理、工程等学科纯技术专业研究文献。（3）创新、创业、商业、平台、技术、企业生态系统等概念虽然有联系，但侧重点截然不同，需要区别对待（Daymond et al., 2022; Jacobides, 2022）。由于本文主题主要聚焦于创新生态系统理论领域，删除没有涉及上述主题的平台、创业、商业、数字生态系统方面文献。（4）由于

一些研究从组织或企业内部讨论架构，与本文创新生态系统研究所关注的组织间关系不同。因此，研究对象不能是单个企业内部的架构，而需涉及企业外部的多主体竞合行为，能够体现生态系统的内涵。

通过如上四个步骤，一方面，使重要经典文献都囊括了进来，确保所选样本文献的代表性、全面性，以对现有研究进行全面、准确的归纳，并提出新的理论见解；另一方面，确保样本文献足够相关，使得本综述能聚焦于核心研究问题。最终获得相关英文文献 202 篇，其中，UT – Dallas 24 期刊文献 119 篇、FT50 期刊

文献 162 篇、ABS4 文章 158 篇（附录表 3）。

三、综述框架与结构

为了较为系统地梳理与关键核心技术“卡脖子”相关的文献，响应 Autio（2021）、Ganco 等（2020）、Baldwin（2015，2018，2019）等学者提出的需要对创新生态系统进行跨层分析 的号召，本文构建一个跨层次综述框架（图 2）。每个层次选择创新生态系统最重要，且与关键核心技术“卡脖子”问题密切相关的主题 进行文献梳理。

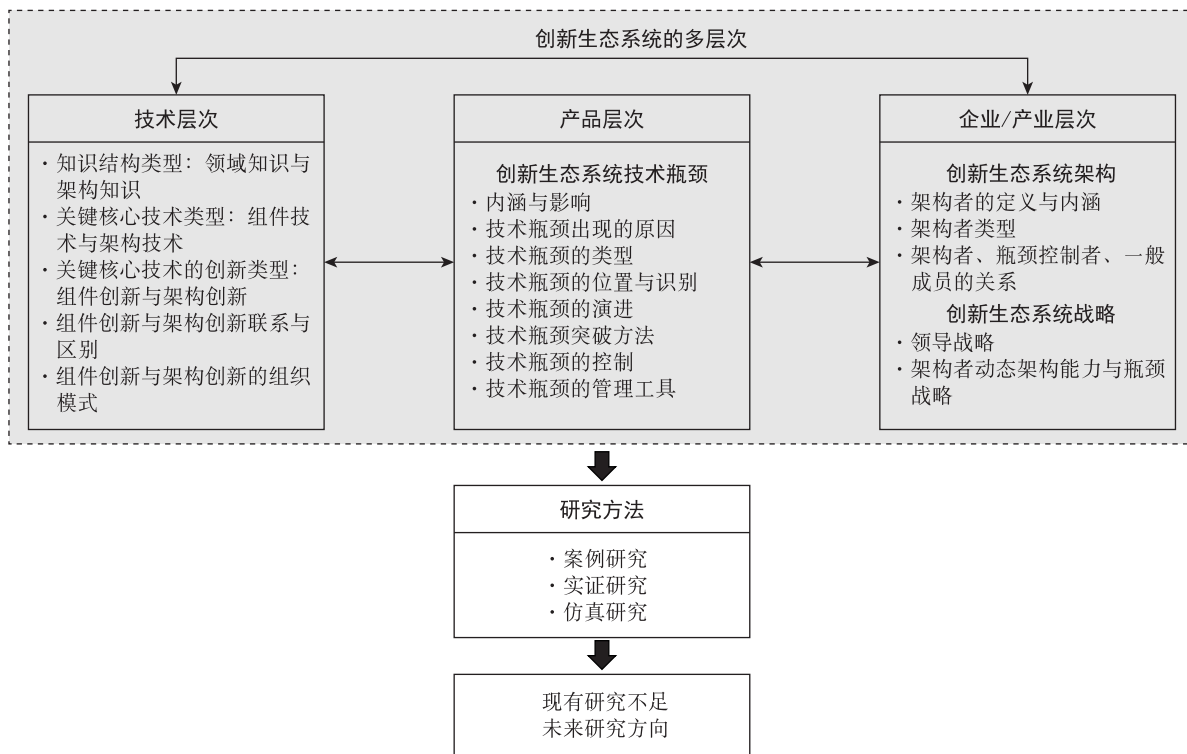


图 2 综述框架与思路

首先，微观技术层次：基于知识基础观理论，从知识结构角度对关键核心技术内涵、知识结构特征、类型、不同类型的组织模式进行梳理，以期对关键核心技术进行清晰的解构，

为后续关键核心技术突破提供理论指导。

其次，关键核心技术的“卡脖子”问题属于产品层面的技术瓶颈，直接决定着创新生态系统的成败。因此，有必要从产品层面对创新

生态系统的技术瓶颈进行系统梳理。创新生态系统的架构者及其动态架构能力，以及生态系统战略，是影响技术瓶颈能否被移除或有效控制的关键因素，同时也是创新生态系统研究中的重点与难点。本文将从企业层面和产业层面对这两个问题进行深入探讨。

此外，创新生态系统数据收集与分析是生态系统研究的难点，关键核心技术识别与突破更需要系统严谨的方法体系支撑，以便为后续研究提供方法指导，对该领域的研究方法进行了系统梳理。研究方法的梳理为后续创新生态系统理论发展与新的发现，以及关键核心技术识别与突破，提供方法参考。

本综述构建了一幅相互独立但紧密关联的研究地图，将关键核心技术相关的核心概念、主题、主体、影响因素及理论发展整合至同一框架，系统而全面地展现其理论脉络与关键要素。

四、知识结构视角下关键核心技术 技术的类型与特征

关键核心技术“卡脖子”主要溯源于创新生态系统技术瓶颈研究（宋娟，2024；宋娟等，2023）。关键核心技术是指在创新生态系统各个环节起关键性、决定性作用，能制约创新生态系统其他组件和整体效用发挥（宋娟，2024；宋娟等，2023），并且还受到严格技术封锁（宋娟，2024；单宇等，2023；宋娟等，2023），且可能对国家政治、经济和国防等领域构成安全风险的技术（胡登峰等，2022；余江等，2019）。关键核心技术“卡脖子”属于创新生态

系统中的技术瓶颈（宋娟，2024；宋娟等，2023）。

（一）关键核心技术的知识结构类型：领域知识与架构知识

根据知识结构的差异，技术知识包括两种类型：领域知识（Domain Knowledge），即在某一技术领域拥有的知识（Ahuja，2000）；架构知识（Architectural Knowledge），指结合来自不同领域的知识（Carnabuci & Operti，2013；Yayavaram & Ahuja，2008），即由不同技术领域知识元素结合而成的知识（Kogut & Zander，1992；Wang et al.，2014；Wang & Miller，2020；Yayavaram et al.，2018）。领域知识（Domain knowledge）的差异取决于两个因素：组织拥有的领域知识数量，以及每个领域中知识的相对数量（Yayavaram et al.，2018）。领域知识的耦合差异将导致架构知识的差异（Yayavaram & Chen，2015；Yayavaram et al.，2018）。区分领域知识和架构知识很重要，因为不同创新类型突破，所需的知识结构不同（Yayavaram et al.，2018）。

（二）知识结构视角下关键核心技术类型：组件技术与系统技术

根据在产品中所处位置及其知识结构的复杂性特征，关键核心技术分成组件技术与系统技术两种类型。底层的元器件、原材料、零组件技术，由领域知识构成（Yayavaram et al.，2018），例如光刻胶、永磁材料等。组件创新是通过对独立的知识组件重新设计，并与标准化接口结合的过程。以系统、子系统为代表的集成技术，由架构知识构成（Yayavaram et al.，2018；Albert & Siggelkow，2022），例如，永磁牵引系统等，相对于组件技术，这类关键核心

技术的知识结构更为复杂 (Brusoni et al., 2001; Yayavaram et al., 2018; Zhang et al., 2021), 其创新是对多个组件或子系统进行协调适配的过程。

对于元器件、零组件等底层关键核心技术, 企业往往通过加深其专业化知识基础, 以实现组件创新 (Surana et al., 2020); 对关键核心系统技术, 则需要跨越多个技术领域挖掘领域知识组合, 才能实现系统或架构创新 (Yayavaram et al., 2018)。

关键核心技术创新类型不同, 所包含的知识结构及其知识复杂性不同, 突破所面临的障碍因素不同 (Albert & Siggelkow, 2022)。因此, 只有对不同创新类型的知识结构进行解构, 剖析不同创新类型的知识结构特征, 并针对这些独特特征探究创新生态系统适配的耦合模式, 才能实现系统、组件关键核心技术突破。

(三) 关键核心技术创新类型: 组件创新与架构创新

根据创新范围不同, 关键核心技术创新主要包括: 架构创新 (Architectural Innovation) 与组件创新 (Component Innovation) 两种类型, 有学者也将组件创新称为模块化创新 (Habib et al., 2020; Henderson, 2021)。可以通过三种方式提高产品性能: 寻找性能更好的组件解决设计问题; 改变组件之间的底层交互, 即架构创新 (Henderson & Clark 1990; Galunic & Eisenhardt 2001); 关键核心技术创新也可能来源于组件和架构的同时更改 (Albert & Siggelkow, 2022)。

1. 组件创新

组件创新被定义为单个组件的改进, 而整

体设计和设计概念之间的联系保持不变 (Pil & Cohen, 2006; Habib et al., 2020)。

由模块组件组成的产品中, 模块内部, 组件之间高度相互依赖, 模块之间, 组件相互依赖性小, 这种结构有利于寻找高性能组件组合 (Sanchez & Mahoney 1996; Ethiraj & Levinthal 2004, a, b; Baldwin & von Hippel, 2011)。提高产品性能的一种常见尝试是寻找性能更高的组件设计。然而, 组件之间存在多种相互依赖关系时, 这种产品改进策略很有限。因为一个组件的创新会影响其他与之相互依赖的组件性能。因此, 核心组件性能改进可能会被其他组件性能变化所抵消 (Albert & Siggelkow, 2022)。

2. 架构创新

除了模块创新, 另一种提高技术、产品性能的方法是架构创新 (Albert & Siggelkow, 2022)。当组件交互发生变化时, 就会出现架构创新 (Henderson, 2021)。最早提出架构创新概念的学者是 Henderson 和 Clark (1990), 他们将架构创新定义为那些改变了组件之间连接方式, 即改变产品或系统架构, 同时保持许多组件相对不变的创新, 并指出架构创新并不意味着组件本身不受影响。在他们研究基础上, 后续学者进一步将架构创新界定为: 组件或子系统之间交互方式发生变化的创新 (Albert & Siggelkow, 2022)。

架构创新被视为创造系统层面变革以及市场和技术变革的一种方式 (Abernathy & Clark, 1985; Habib et al., 2020)。关于架构创新的研究解释了企业如何利用创新者和追随者等不同角色来处理主导设计的战略问题 (Anderson & Tushman, 1990; Ulrich 1995; Christensen et al.,

2002; Ulrich & Eppinger, 2008; Argyres et al., 2015; Park et al., 2018; Habib et al., 2020)。

根据创新触发点、后续组件创新程度,以及组件交互模式的变化不同,架构创新可以进一步分成:纯架构创新、组合架构创新和组件驱动的架构创新三种类型。

首先,纯架构创新指组件微小修改,但能使整个产品达到更高性能的创新(Albert & Siggelkow, 2022)。这种创新重新改变组件之间的交互模式和相互依赖关系,由此实现性能改进以解决特定问题。例如,英特尔开发的 Foveros 技术就是一种典型的纯架构创新,这种新的 3D 封装技术,促进二维到三维芯片架构转变的同时,缩短电信号传输距离,提高整个系统效率(Albert & Siggelkow, 2022)。

其次,如果组件和架构都发生了变化,则称为组合架构创新。组件驱动的架构创新,指组件创新激发的架构创新。例如,高强度、低合金钢的引入促进了新汽车车身架构的出现(Henderson & Clark, 1990)。组件中的重大变化可能导致全新的架构(Albert & Siggelkow, 2022)。架构创新可以通过增加现有组件设计的价值来促进性能改进,或者可以支持发现新的、更高性能的组件组合。哪种机制起作用取决于架构变化的程度(Albert & Siggelkow, 2022)。学者们越来越认识到架构创新的重要性(Henderson, 2021),但很少有研究探究组织应该如何寻找并实现架构创新(Albert & Siggelkow, 2022)。

(四) 组件创新与架构创新的联系与区别

相对于组件创新,架构创新更难。组件创新依赖现有设计规则,架构创新挑战并可能改变现有设计规则(Hofman et al., 2016; Habib

et al., 2020)。大多数情况下,组织关注的核心是组件知识,即产品中特定部分如何工作的知识;而关于这些部分如何组合的架构知识,往往被嵌入组织的隐性常规和流程中,使得架构知识既难获取,又难改变(Henderson, 2021)。此外,大多数组织对自身工作比较了解,但对组织外发生的事情了解较少,这也是架构创新更难的原因(Henderson, 2021)。

组件创新和架构创新相互作用,导致不同程度的技术突破(Habib et al., 2020)。组件变化可能是架构创新的触发因素(Carayannopoulos, 2009),新的组件可能会重塑现有架构,同时也为全新产品架构的产生奠定基础(Habib et al., 2020)。

(五) 组件创新与架构创新的组织模式

创新类型与组织模式选择是学者们关注的重点,这一领域研究强调创新类型应与组织模式适配(Pisano, 1990, 1991; Monteverde, 1995; Zhang et al., 2021; Argyres & Bigelow, 2010)。大多数研究主要考察组织模式对运营或财务绩效的影响(Macher, 2006),对于组织模式如何影响创新类型的研究相对较少(Zhang et al., 2021)。针对这一研究不足,Zhang 等(2021)实证分析了垂直整合对企业创新类型的影响,结果表明:垂直整合规模不仅会影响创新速度,还会影响创新类型。一方面,随着知识组件或领域知识相互依赖性的增强,企业在寻找技术解决方案方面比市场更有效(Nickerson & Zenger, 2004; Argyres & Zenger, 2012; Zenger et al., 2011);且多样化知识跨学科特征(Conner & Prahalad, 1996),使得垂直整合有利于架构或系统创新(Zhang et al., 2021)。与之

相反,垂直整合后企业专注于整合能力的提升 (Helfat & Campo – Rembado, 2016), 导致其减少对组件创新的投入, 进而阻碍组件创新 (Zhang et al. , 2021)。

五、创新生态系统中技术瓶颈的相关研究

(一) 技术瓶颈的内涵及其对创新生态系统的影响

最早提出瓶颈概念的学者是 Goldratt (1990), 他认为瓶颈是复杂系统中的组件, 其性能显著限制系统整体性能。后续学者进一步将瓶颈界定为: 瓶颈是需要解决的重要技术问题, 瓶颈具有对系统整体运行必不可少以及没有较好解决方案的双重属性 (Baldwin, 2015, 2018, 2019)。瓶颈是复杂产品或创新生态系统中一个或多个组件、子系统 (Casadesus – Masanell & Yoffie, 2007), 由于质量差、性能弱、成本高或稀缺性 (Baldwin, 2015; Shipilov et al. , 2020), 或者组件之间不能有效协调等问题所导致 (Zhou & Wan, 2017)。瓶颈与其他表示技术约束的术语如技术不平衡、创新挑战 (Adner & Kapoor, 2010; Adner & Kapoor, 2016) 等具有类似的含义, 技术“卡脖子”、组件约束等都是瓶颈表现形式。创新生态系统成员之间相互依赖性、互补性、共存共生特征, 使得其中一个或多个瓶颈的发生, 会制约其他组件和整个系统性能的发挥 (Draschbacher et al. , 2025; van Angeren et al. , 2025; Draschbacher & Rachinger, 2024; Cozzolino & Geiger, 2024; Burford et al. , 2021; Masucci et al. ,

2020; Shipilov et al. , 2020; Adner & Feiler, 2019; Baldwin, 2015, 2018, 2019; Hannah & Eisenhardt, 2018; Song, 2016)。

瓶颈是技术变革的关键驱动力和竞争优势的来源 (Ethiraj, 2007; Pisano & Teece, 2007; Baldwin, 2015, 2018, 2019), 是决定生态系统成员间竞合 (Hannah & Eisenhardt, 2018)、生态系统中企业的竞争力 (Baldwin, 2015, 2018, 2019; Bremner & Eisenhardt, 2022), 甚至整个创新生态系统盈利能力的关键 (Draschbacher et al. , 2025; van Angeren et al. , 2025; Draschbacher & Rachinger, 2024; Cozzolino & Geiger, 2024; Li et al. , 2019; Furr & Szerb, 2021)。

(二) 技术瓶颈出现的原因

厘清和理解技术瓶颈的形成原因, 对于优化创新生态系统、提高系统效率和突破瓶颈至关重要。学者们主要从技术自身突破难度、技术组件之间的协同匹配、成员之间的协同创新关系维度对技术瓶颈的形成原因进行了分析。首先, 大部分学者将技术瓶颈的形成原因归结为技术自身突破难度、技术组件之间的协同匹配问题。已有研究表明, 技术瓶颈的形成源于技术组件的性能缺陷, 例如, 高度的技术复杂性和严重的技术问题 (Draschbacher et al. , 2025), 或者技术组件之间的不协同或不匹配, 包括不同组件创新速度不同 (Adner & Kapoor, 2010)、基础设施薄弱或缺乏互补性资产 (Song et al. , 2024; Adner & Kapoor, 2016; Kapoor & Furr, 2015), 以及技术互补性与相互依赖性 (van Angeren et al. , 2025; Song et al. , 2024; Shi et al. , 2024; Shi et al. , 2023; Rietveld et al. , 2020; Kapoor & Furr, 2015; Adner &

Kapoor, 2010)、模块化与超模块化 (Schmidt & Foss, 2023; Stonig et al., 2022; Baldwin, 2019, 2018, 2015; Jacobides et al., 2018) 等因素都可能导致技术瓶颈的形成。还有学者从创新生态系统成员之间协同创新失败角度, 分析技术瓶颈的形成原因。这方面的研究表明, 生态系统成员间协调性差 (Jacobides et al., 2024)、生态系统成员研发合作中激励不一致 (Jacobides et al., 2024)、生态系统成员之间的相互依赖性结构断裂 (Song et al., 2024; Shi et al., 2023; Rietveld et al., 2020; Kapoor & Furr, 2015; Adner & Kapoor, 2010) 等协同创新失败都可能导致技术瓶颈出现。

(三) 技术瓶颈的类型

技术瓶颈主要包括: “必要条件瓶颈” (Sine Qua Non Bottleneck)、“流量瓶颈” (Flow Bottleneck)、“匹配瓶颈” (Matching Bottleneck) 三种类型 (Baldwin, 2015)。“必要条件瓶颈” (Sine Qua Non Bottleneck) 指影响系统正常运行和功能实现, 且难以通过现有替代方案绕开的技术难点 (Baldwin, 2015)。例如, 在半导体制造中, 光刻技术是典型的“必要条件瓶颈”。随着制程推进至 7nm 以下, 传统 DUV 光刻已无法满足精度要求, EUV 光刻成为唯一可行方案。然而, EUV 光刻涉及高功率光源、超高精度光学系统等多重技术难题, 制造门槛极高。目前, 全球仅 ASML 能够生产 EUV 光刻机, 且短期内无可行替代方案, 使其成为半导体产业链中最核心且难以突破的技术瓶颈。“流量瓶颈” (Flow Bottleneck) 是指创新生态系统内知识、技术或资源的流动受阻, 进而形成的技术难点 (Baldwin, 2015)。例如, 全球领先的半导体公

司如台积电, 尽管拥有先进的技术平台, 但在制程技术的创新中, 资金投入和高端技术人才的缺乏常成为阻碍技术突破和扩展产能的瓶颈, 限制了创新生态系统内技术和资源的有效流动。“匹配瓶颈” (Matching Bottleneck) 是指技术组件之间的协同匹配受阻, 导致系统集成和功能优化难以顺利实现的技术难点 (Baldwin, 2015)。匹配瓶颈反映了技术组件间复杂的相互关联与依赖关系。在半导体先进制程中, 光刻技术与新材料 (如高 k 金属栅极) 之间的匹配可能成为关键瓶颈。7nm 及以下制程要求光刻精度与新材料的电气性能和化学稳定性协同优化, 否则将限制工艺集成与性能提升。这种技术组件间的匹配受阻, 即“匹配瓶颈”, 成为半导体制造突破的核心难题。技术瓶颈的类型不同, 其形成原因不同 (Furr et al., 2020; Furr & Kapoor, 2018), 所需突破路径不同 (Chang et al., 2022)。因此, 要有效突破技术瓶颈, 首先应分析技术瓶颈的形成原因, 在此基础上, 分类设计协同突破路径。

(四) 技术瓶颈的位置与识别

创新生态系统可能存在多个技术瓶颈 (Hannah & Eisenhardt, 2018; Masucci et al., 2020; Furr & Szerb, 2021), 技术瓶颈可能位于核心企业自身, 也可能位于上游研发阶段或者下游商业化阶段 (Adner & Kapoor, 2010; Adner, 2012; Shipilov & Gawer, 2020), 技术瓶颈可能是上游的组件 (Ethiraj, 2007), 也可能是下游互补件 (Furr et al., 2020; Furr & Szerb, 2021)。不同位置技术瓶颈的突破需要不同的解决方法 (Hannah & Eisenhardt, 2018; Masucci et al., 2020; Furr & Szerb, 2021)。由于技术

瓶颈是决定创新生态系统成员能否实现价值创造和价值获取的关键 (Furr & Szerb, 2021), 因此技术瓶颈识别是创新生态系统研究的重点 (Kapoor, 2018; Hannah & Eisenhardt, 2018), 且应从整个创新生态系统视角, 才能有效准确识别技术瓶颈 (Ganco et al., 2020; Burford et al., 2022)。

(五) 技术瓶颈的演进

技术瓶颈突破与控制是生态系统核心企业获取竞争优势的关键, 技术瓶颈会随时间推移而演变 (Furr & Szerb, 2021)。例如新技术瓶颈的涌现, 或者技术瓶颈演变成财务瓶颈、商业化瓶颈等其他类型的瓶颈 (Baldwin, 2019; Hannah & Eisenhardt, 2018; Masucci et al., 2020)。瓶颈可能会在约束类型方面发生演变, 例如从技术约束到能力约束 (Furr et al., 2020), 或从生态系统的一部分到另一部分 (Hannah & Eisenhardt, 2018), 因此, 尽管一家企业可以通过占据瓶颈位置从生态系统中受益, 但如果该瓶颈被其他生态系统成员突破了, 与该部分生态系统相关的利益会逐渐消失 (Furr & Szerb, 2021)。技术瓶颈一旦找到解决方案, 就可能与组织边界和产权结合, 成为战略瓶颈和寻租来源 (Baldwin, 2015)。此时, 突破技术瓶颈的公司往往将技术瓶颈变成自己控制的战略瓶颈, 从而从瓶颈突破与控制中获取大量的利益, 成为生态系统主导者。例如, 日本禧玛诺公司通过改变自行车传动技术架构, 将传动系统六个模块整合在一起, 移除了技术瓶颈, 并将技术瓶颈变成了其控制的战略瓶颈。直到今天, 禧玛诺仍然是这个产业的主导者 (Baldwin, 2015)。

(六) 技术瓶颈突破方法

技术瓶颈能否突破是决定创新生态系统成败的关键 (Masucci et al., 2020; Baldwin, 2019)。要突破技术瓶颈, 首先就需要了解系统的技术架构以及所嵌入的产业结构 (Baldwin, 2015, 2019)。技术瓶颈所处位置不同, 所需突破方法不同 (Masucci et al., 2020)。Adner & Kapoor (2010) 对美国半导体光刻设备行业研究表明, 对于上游组件瓶颈, 可以采取垂直整合战略移除, 而如果瓶颈位于下游, 可以通过对互补产品直接投资予以移除。生态系统中的核心企业通常会通过垂直整合进入瓶颈组件, 以实现瓶颈的突破 (Baldwin, 2018)。由于能力的差异, 很多企业难以实施垂直整合战略, 且垂直整合战略可能触发价值捕获紧张关系 (Zhu & Liu, 2018), 最终损害共同价值创造 (Masucci et al., 2020)。此时, 可以采用替代策略 (Masucci et al., 2020) 或者边界拓展策略, 向占据生态系统瓶颈位置的互补者投入资源予以支持, 或者补贴潜在的互补者进入瓶颈位置等方式突破瓶颈 (Li et al., 2019)。

技术瓶颈突破有两种策略: 技术瓶颈隔离策略和技术瓶颈集中策略。首先, 对于密集型瓶颈, 可以采取瓶颈隔离策略移除。当技术瓶颈仅涉及少数组件时, 通常可以通过设计规则更改依赖关系, 以将瓶颈组件隔离在单独的模块中。隔离瓶颈有许多好处, 从技术角度来看, 可以重新设计瓶颈组件以实现更高性能, 且不会触发瓶颈之外的组件的负面交互。因此, 推动新一轮技术改进所需的成本和时间将减少 (Baldwin & Clark, 2000), 且整个系统性能将随瓶颈性能的提高而提高 (Baldwin, 2015)。

广泛型瓶颈可以通过瓶颈集中策略移除。广泛型瓶颈涉及多种不同类型的组件，所有这些组件都必须重新设计才能解决瓶颈问题（Iansiti & Clark, 1993）。移除广泛瓶颈需要对所有组件进行协调一致的更改。实现这种协调的一种方法是打破模块化边界，将瓶颈组件集成到单个大模块中（Baldwin, 2015）。例如，日本自行车传动系统制造商 Shimano 也通过使用综合的、大范围的控制策略，将自行车传动系统六个模块整合在一起，解决了与换挡有关的广泛匹配瓶颈问题（Extensive Matching Bottleneck）（Fixson & Park, 2008; Baldwin, 2015）。将所有技术瓶颈整合进单一模块内，是开发新技术系统的好方法。然而如果系统很大，它将需要很长时间才能完成。例如，欧洲核子研究中心的 ATLAS 粒子探测器项目，它以集成方式设计，整个瓶颈突破用了十八年时间（Tuertscher, Garud & Kumaraswamy, 2014）。

组件设计中的协调可以通过两种方式实现：通过整合，促进横向交流；或者通过模块化，通过设计规则实现分级协调。密集型瓶颈几乎总是从模块化中受益，广泛型瓶颈会根据情况采取两种方式（Baldwin, 2015, 2019）。对一个特定的技术架构及其技术瓶颈的位置了解越少，横向沟通和协调就越有利（Nickerson & Zenger, 2004; Baldwin, 2008）。

与瓶颈隔离策略相比，瓶颈集成策略需要更多资源。因为提高多个相互依赖组件的联合性能比只在少数组件上改进更难，但回报也更高。此外，由于技术架构不是模块化的，新系统的外部连接点很少（Fixson & Park, 2008），使得集成瓶颈策略为生态系统及其成员带来更

大竞争优势，因为竞争对手必须重建整个系统才能与其竞争（Baldwin, 2015, 2019）。

（七）战略瓶颈

通过解决技术瓶颈，并具备控制解决方案的能力就构成了战略瓶颈（van Angeren et al., 2025; Draschbacher et al., 2025; Baldwin, 2018, 2015）。战略瓶颈是技术系统中价值占有的来源。战略瓶颈包含两个条件：一是针对潜在技术瓶颈的独特解决方案；二是对解决方案的控制权（Baldwin, 2018, 2019）。战略瓶颈是一种有价值、稀有、无法模仿和不可替代的资源（Wernerfelt, 1984）。要创建并占有战略瓶颈，企业必须理解系统的架构，了解技术瓶颈的解决方案。战略瓶颈的技术威胁是技术瓶颈的突破，主要的法律威胁是失去对解决方案的控制。知识产权是保护战略瓶颈的重要手段（Baldwin, 2015）。战略瓶颈的价值越高，捍卫它的法律成本越高（Baldwin, 2015, 2018, 2019）。

（八）技术瓶颈的控制

瓶颈控制是指企业掌握瓶颈、成为瓶颈，并防止他人控制瓶颈（Draschbacher et al., 2025; Bohnsack et al., 2024; Albers et al., 2024; Baldwin, 2018, 2015）。目前，仅有少数学者（Draschbacher et al., 2025; Bohnsack et al., 2024; Baldwin, 2024, 2015; Furr & Szerb, 2021; Baldwin & Henkel, 2015）初步探讨了技术瓶颈的控制机制，提出可从事实控制（Fact of Control）和法律保护（主要包括知识产权保护）两个维度进行分析。基于事实的控制是利用权力（Based on Power）进行控制；基于法律的控制是指产权或控制是由法律明确赋予、

认定或授权 (Baldwin, 2015)。相比较而言,事实控制的力度强于法律控制 (Baldwin, 2015)。基于事实的控制包括模块化生产 (Modularity in Production)、降低可替代性等 (Furr & Szerb, 2021; Baldwin, 2015); 基于法律的控制包括专利、许可等知识产权策略, 以及组织边界等 (Draschbacher et al., 2025; Furr & Szerb, 2021; Baldwin, 2015)。

(九) 技术瓶颈的管理工具

要有效管理技术系统中的瓶颈, 企业需要借助两类核心工具: 技术架构 (Technical Architecture) 与产业架构 (Industry Architecture) (Baldwin et al., 2024; Bohnsack et al., 2024; Albers et al., 2024; Jacobides et al., 2016; Baldwin, 2015; Jacobides & Tae, 2015)。技术架构是分析技术系统内部模块化结构的工具, 它帮助企业理解系统中各组成部分的协作方式, 以及这些模块之间的相互依赖性 (Baldwin et al., 2024; Albers et al., 2024; Agarwal & Kapoor, 2023; Baldwin, 2015)。通过剖析技术架构, 企业能够精准定位瓶颈的具体位置, 并通过模块化或集成化的调整对系统进行优化 (Baldwin et al., 2024; Albers et al., 2024; Agarwal & Kapoor, 2023; Baldwin, 2015)。例如, 当某一环节过于复杂且限制了系统性能时, 企业可以尝试将其模块化, 从而降低解决问题的难度; 或者, 当瓶颈与系统其他部分高度耦合时, 集成化的设计能够更高效地实现整体性能的提升。技术架构为企业提供了一种深入技术系统内部的视角, 使其能够从结构上解决问题, 从而创造价值。

然而, 仅仅理解技术架构还远远不够。产

业架构是技术系统所在的外部产业环境, 涵盖了价值链的分布、市场规则及产权制度等内容 (Bohnsack et al., 2024; Baldwin et al., 2024; Albers et al., 2024; Adner, 2017; Baldwin, 2015; Baldwin & Clark, 2006)。产业架构分析帮助企业理解如何在产业生态中定位自身角色, 以及如何通过产权保护和行业合作捕获价值 (Baldwin et al., 2024; Albers et al., 2024; Baldwin, 2015; Kapoor & Lee, 2013; Jacobides et al., 2006)。一个经典的例子是, 企业通过专利、标准化制定或联盟合作等方式, 可以巩固自身在解决瓶颈后的技术优势, 从而使技术收益在未来不易被竞争对手侵占。与技术架构相比, 产业架构关注的是外部竞争格局和价值分配规则, 它为企业提供了战略上的保障, 使企业能够在复杂的产业生态中稳固自身的收益来源。

真正有效的瓶颈管理依赖于技术架构与产业架构的协同作用 (Bohnsack et al., 2024; Baldwin, 2015)。技术架构关注系统内部的效率和性能优化, 而产业架构关注技术成果如何在外部生态中保护和变现。这两者的结合能够帮助企业从技术开发到商业化的过程中无缝衔接。例如, 企业在解决一个核心瓶颈后, 可以通过产业架构设计保护其解决方案免受市场竞争的侵害, 从而确保持续的租金收益。这种双工具结合的方式, 不仅让企业在解决技术问题上更具针对性, 也使企业在商业化过程中具备更强的抗风险能力。

技术架构和产业架构的相互作用是企业技术在技术系统中创造和捕获价值的核心机制 (Bohnsack et al., 2024)。通过优化技术架构, 企业能够识别和解决系统中的关键瓶颈, 提升整体

性能,从而实现价值创造 (Baldwin et al., 2024; Albers et al., 2024; Agarwal & Kapoor, 2023; Baldwin, 2015)。而通过设计契合的产业架构,企业可以利用产权安排、标准制定及市场策略,确保价值流向自身,从而实现价值捕获 (Baldwin et al., 2024; Albers et al., 2024; Baldwin, 2015)。在现代技术密集型产业中,这种双重能力显得尤为重要。例如,在电动汽车领域,特斯拉不仅通过垂直整合掌控电池和动力系统关键模块,还通过打造超级充电网络和能源管理系统构建了完整的产业架构,牢牢掌控了价值链的上游和下游。

为了更灵活地管理瓶颈,企业需要具备动态架构能力 (Baldwin et al., 2024; Baldwin, 2015)。这种能力强调企业管理者从抽象层面看待技术系统的复杂性,能够根据环境变化动态调整技术系统的架构。动态架构能力赋予管理者三种关键能力:一是通过抽象分析快速识别系统的瓶颈;二是调整系统的模块化与集成化结构,以应对不同的技术挑战;三是结合产权和组织边界的设计,将解决方案与企业长期利益绑定。这种能力尤为重要,因为在快速变化的技术环境中,静态的系统设计往往难以适应市场需求的变化,而动态调整的能力能够使企业在竞争中始终保持灵活性与优势。

六、创新生态系统中架构者及其动态架构能力相关的研究

(一) 架构者的定义及其在创新生态系统中扮演的角色

架构是对大型技术系统的抽象描述。架构

定义系统组件与组件之间的接口 (Fixson, 2005; Baldwin, 2015)。有学者提出“架构者”概念,以描述能影响整个创新生态系统构建、演进的核心组织、平台领袖 (Jacobides et al., 2018; Daymond et al., 2022)。“架构者”是生态系统基本、显著特征 (Jacobides et al., 2018),是确保生态系统稳定性和价值实现的关键主体 (Daymond et al., 2022; Furr & Szerb, 2021; Shipilov et al., 2020; Snihur et al., 2018)。架构者的目标是促进生态系统形成,并持续促进其发展,维护创新生态系统整体利益 (Daymond et al., 2022; Jacobides, 2022; Randhawa et al., 2020; Adner, 2017)。架构者被称为生态系统设计师 (Daymond et al., 2022; Furr & Szerb, 2021)、生态系统协调者 (Autio, 2022; Lingens et al., 2021; Thomas & Ritala, 2022)、生态系统领导者 (Khanagha et al., 2022; Adner, 2022; Zhang & Williamson, 2021; Rietveld et al., 2020; Adner et al., 2020; Dedehayir et al., 2018; Moore, 2016; Williamson & Meyer, 2012; Nambisan, 2011)、创新集成者 (Nambisan, 2011)、核心企业或核心成员 (Rietveld & Schilling, 2021; Jacobides & Lianos, 2022; Ganco et al., 2020; Foerderer, 2020; Adner, 2017; Nambisan & Baron, 2013)等。

架构者是创新生态系统最重要的角色 (Daymond et al., 2022; Furr & Szerb, 2021),是为系统或子系统定义架构的组织 (Daymond et al., 2022; Furr & Szerb, 2021)。“架构者”设定系统目标,确定并定义创新生态系统成员的角色,并为不同成员之间互联互通的接口设置标准 (Dattée et al., 2018; Shipilov et al.,

2020; Wang & Miller, 2020)。与其他生态系统成员不同,创新生态系统架构者定义了系统或子系统的相互依赖关系,确定谁可以参与生态系统,限定成员企业在生态系统中提供产品的范围(Furr & Szerb, 2021)。

架构者是创新生态系统构建者,也是推动创新生态系统演进的主要力量(Daymond et al., 2022; Khanagha et al., 2022)。在创新生态系统形成前,架构者构建生态系统未来“蓝图”,定义创新生态系统价值主张,相关的治理和互动结构(Dattée et al., 2018; Daymond et al., 2022)。架构者设置的创新生态系统愿景如果吸引人,将减少创新生态系统的不确定性,吸引成员企业加入,通过协调成员之间的竞合关系(Hoffmann et al., 2018; Jacobides & Lianos, 2022),加速创新生态系统形成(Ozcan & Eisenhardt, 2009; Dattée et al., 2018; Khanagha et al., 2022)。

架构者应考虑如何促进创新生态系统成员互动,并通过动态架构能力构建创新生态系统战略,以对创新生态系统进行递归、反复构建,推动创新生态系统的形成与演进(Daymond et al., 2022; Jacobides, 2022; Khanagha et al., 2022)。临时聚集(Fang et al., 2021)、技术承受能力(Autio et al., 2018; Jacobides et al., 2018)、法律问题(Jones et al., 2021; Jacobides et al., 2021a, b; Jacobides & Lianos, 2022),甚至竞争压力(Khanagha et al., 2022; Jacobides & Lianos, 2022; Cennamo & Santalo, 2019)等都可能成为架构者推动生态系统出现和演进的因素。

(二) 架构者类型

根据架构者的属性特征,架构者可分为:

公共生态系统设计师和私人生态系统设计师(Daymond et al., 2022)。

公共生态系统设计师,是指那些为生态系统的利益相关者创造价值,而不太关注为自己获取价值的组织(Thompson et al., 2018)。相比之下,私人生态系统设计师对利益相关者创造和获取价值感兴趣,他们作为设计师对焦点企业、技术或平台行使一定程度的控制权(Daymond et al., 2022; Tan & Tan, 2017)。

对于公共生态系统架构师,在生态系统新生期主要战略目标是促进生态系统成员的聚合和合作;而私人生态系统架构者,竞争战略是其推动生态系统演进的核心战略(Daymond et al., 2022; Adner et al., 2020)。

在生态系统演进过程中,公共生态系统架构师往往会促进生态系统成员共同突破瓶颈技术。例如,当创新生态系统面临技术、市场等瓶颈挑战时,生态系统设计师可以通过设计新的激励机制,帮助生态系统成员创造和利用机会,克服瓶颈带来的挑战(Adner & Kapoor, 2016)。

(三) 创新生态系统架构者、瓶颈控制者、一般成员的关系

Furr 和 Szerb (2021) 对创新生态系统架构者、占据瓶颈位置的成员、一般成员进行了比较分析,研究表明:与生产一般组件的创新生态系统成员(即非瓶颈、非架构)相比,生产瓶颈组件的创新生态系统成员有更大的竞争力。控制瓶颈比能力瓶颈对生态系统影响更大,占据控制瓶颈位置的成员比占据能力瓶颈位置的成员有更大竞争力。创新生态系统架构者比生产一般组件的创新生态系统成员有更大的竞争

力和机会,且位于上游的架构者比下游架构者有更大的生存机会。架构者比瓶颈成员将从生态系统获利更多(Furr & Szerb, 2021)。

虽然占据瓶颈位置有优势,但控制瓶颈的成员面临的一个困境是,瓶颈会随时间的推移而演变。瓶颈可能会在它们所代表的约束类型方面发生演变(Furr et al., 2020),或从创新生态系统的一部分转移到另一部分(Hannah & Eisenhardt, 2018),因此,如果其他成员具备瓶颈解决能力,则原有占据瓶颈位置的生态系统成员的独有优势和获取的利益将消失(Furr & Szerb, 2021)。与瓶颈相比,架构在特定的技术代内可能更持久。因为,一旦架构在特定的技术代中建立起来,架构的更改意味着需要对架构所规定的多个相互依赖部件的更改,且架构的改变往往需要向监管机构重新认证(Jacobides & Lianos, 2022),这些都会提高转换成本。因此,与瓶颈相比,架构往往更稳定,变化更少,通常只在技术代之间发生变化,而瓶颈则可能出现在同一技术代中的不同地方,并且瓶颈出现和移除不断发生变化。因此,生态系统架构者比占据瓶颈位置的成员有更大的生存能力(Furr & Szerb, 2021)。

当架构所设定的性能边界也成为一种制约时,或者架构者生产的产品是瓶颈时,此时架构者同时具备架构者和控制瓶颈的双重角色(Furr & Szerb, 2021),这种双重角色比生态系统瓶颈控制者,尤其是一般成员有更大的生存能力和竞争力(Furr & Szerb, 2021)。

七、创新生态系统战略

创新生态系统战略适合与否是生态系统能

否健康发展的决定性因素(Adner, 2017)。与提高自身竞争优势为核心的传统战略不同,创新生态系统战略核心在于如何平衡好成员之间合作与竞争关系(Hannah et al., 2018; Jacobides et al., 2021a, b, c),如何促进成员的协同与适配(Adner, 2022; Jacobides, 2022; Khanagha et al., 2022; Liu et al., 2022; Panico & Cennamo, 2022; Randhawa et al., 2020; Adner et al., 2020; Jacobides et al., 2018; Hannah et al., 2018; Adner, 2017; Tan & Tan, 2005, 2017)。

(一) 创新生态系统的领导战略

创新生态系统领导者战略指在一个竞争性的生态系统中,领导者有效协调生态系统成员关系,同时维持自身在创新生态系统中的领导地位(Adner, 2006, 2017, 2022; Zhang & Williamson, 2021; Rietveld et al., 2020; Adner et al., 2020; Williamson & Meyer, 2012),并由此获得巨大收益的战略与行为(Jacobides, 2022; Adner, 2017)。

领导者战略主要包括:如何吸引其他成员加入创新生态系统(Adner, 2006; Zhang & Williamson, 2021; Dattée et al., 2018),如何协调成员价值创造和价值获取(Adner & Kapoor, 2010; Adner, 2017; Dattée et al., 2018; Randhawa et al., 2020),如何协调成员竞争合作行为(Hannah et al., 2018; Hoffmann et al., 2018),促进创新生态系统的形成(Zhang & Williamson, 2021; Nambisan & Sawhney, 2011),引导创新生态系统转型升级(Khanagha et al., 2022; Randhawa et al., 2020);如何设计适配性结构和生态系统运行规

则 (Adner, 2022; Dattée et al., 2018), 促进成员之间的协同合作, 以提高生态系统整体能力 (Adner, 2012; Song, 2016; Adner, 2017; Jacobides et al., 2018; Panico & Cennamo, 2022)。对于领导者来说, 传统创新战略是以构建企业竞争优势为目的, 生态系统战略则主要集中于通过管理生态系统成员竞争合作关系以实现价值共创 (Hoffmann et al., 2018), 一方面提高生态系统的整体竞争力, 另一方面维持自身在生态系统中的主导地位 (Adner, 2022; Adner et al., 2020; Rietveld et al., 2020; Rietveld et al., 2019; Lee & Kapoor, 2017), 扩大自身市场占有率和利润水平 (Cennamo & Santalo, 2013; Leten et al., 2013; Adner, 2017; Jacobides et al., 2016, 2018)。学者们集中从知识产权等正式机制分析创新生态系统领导者的控制和管理问题 (Kretschmer et al., 2022; Jacobides, 2022; Klein et al., 2019; Stieglitz et al., 2016; Wareham et al., 2014; Alexy et al., 2013; Henkel et al., 2013; Pierce, 2009)。

(二) 创新生态系统架构者动态架构能力与瓶颈战略

瓶颈战略是企业获取并维持竞争优势的生态系统关键战略 (Hannah & Eisenhardt, 2018; Shipilov & Gawer, 2020), 创新生态系统瓶颈战略包括瓶颈突破与瓶颈控制战略。

生态系统的利润往往集中在少数掌握瓶颈的企业手中 (Baldwin, 2015, 2018, 2019; Kapoor, 2018; Furr & Szerb, 2021), 瓶颈问题一旦得到解决, 该解决方案与组织边界和产权相结合, 就可以用来获取租金流 (Baldwin, 2018, 2019; Ethiraj, 2007), 实现更大的价值

获取 (Hannah & Eisenhardt, 2018; Baldwin, 2015), 并能影响整个生态系统整体价值的转移 (Baldwin, 2018, 2019; Jacobides & Tae, 2015)。此外, 占据瓶颈位置的企业还有如下优势: 当企业占据瓶颈位置时, 其生产的产品或技术对整个生态系统产生制约作用, 该企业将具备更大的议价能力 (Furr & Szerb, 2021); 其次, 占据瓶颈位置的企业生产的产品、技术通常供不应求, 都会增加占据瓶颈位置企业的竞争力; 此外, 如果占据生态系统瓶颈位置的企业业绩不佳, 将会威胁生态系统其他成员的业绩, 因此瓶颈企业更有可能得到其他生态系统成员的支持 (Furr & Szerb, 2021)。为了缓解瓶颈对所嵌入的生态系统的制约, 核心企业往往对占据瓶颈位置的企业、产品、技术研发进行投资, 虽然这些瓶颈并不属于核心企业自身的经营范围 (Ethiraj, 2007)。

认识到瓶颈战略的重要性, 生态系统中的核心企业、架构者, 都将瓶颈突破与控制作为其生态系统核心战略。领先企业往往通过占据瓶颈位置、构建瓶颈战略, 获得战略瓶颈来控制关键核心技术, 达到维持市场主导地位 (Dattée et al., 2018; Shipilov et al., 2020), 实现从生态系统中获取更高价值目的 (Baldwin, 2018, 2019; Hannah & Eisenhardt, 2018; Dattée et al., 2018)。

架构能力是动态能力的重要子集 (Teece, 2007), 动态架构能力是生态系统架构者管理瓶颈的重要手段 (Baldwin, 2019)。动态架构能力由两部分组成: 对系统技术架构的理解; 对技术系统所处产业架构的理解 (Baldwin, 2015, 2018, 2019)。动态架构能力代表架构者有能力

从全局理解大型技术系统,以抽象的方式刻画复杂的技术系统,改变并优化生态系统结构 (Jacobides & Winter, 2005; Pisano & Teece, 2007), 管理瓶颈和模块的能力 (Baldwin, 2015, 2018, 2019)。动态架构能力是寻找和解决技术瓶颈,同时保持和保护战略瓶颈的能力 (Baldwin, 2018, 2019)。创新生态系统架构者的动态架构能力允许其通过调整生态系统战略、设置和控制不同技术、模块接口 (Furr & Szerb, 2021), 改变成员的相互依赖关系和决定成员的进入与退出等方式, 占据瓶颈位置、控制并应对瓶颈的变化 (Baldwin, 2018, 2019; Furr & Szerb, 2021)。模块化结构、组织边界和产权都是架构者实施动态架构能力的工具。例如, 在研发过程中, 可以通过对模块化边界的拓展或缩小, 以隔离或整合技术瓶颈; 生产过程中, 模块化生产可以用来保护战略瓶颈, 因为只有少数架构者或核心企业掌握完整产品的技术信息 (Baldwin, 2015, 2018, 2019)。

控制瓶颈的架构者能够控制核心资源, 确保从生态系统中获取绝大部分价值 (Dattée et al., 2018), 架构者确定并掌握对生态系统瓶颈等关键环节的控制 (Dattée et al., 2018)。对于创新生态系统架构者来说, 他们往往会聚焦于瓶颈问题, 而将那些不太可能成为技术或战略瓶颈的产品或技术外包出去 (Baldwin, 2019)。因此, 对架构者来说, 通过判断哪些技术、组件、产品现在或将来可能成为技术或战略瓶颈, 进而决定将哪些组件和活动纳入其控制范围, 是架构者的重要工作, 也是确保其维持生态系统领导地位的关键。在生态系统形成初期, 架构者就尝试明确生态系统的控制点, 并战略性

地引导价值创造的过程, 确保最终的价值获取 (Dattée et al., 2018)。

八、创新生态系统领域的主要研究方法

创新生态系统跨层嵌套等复杂特征 (Altman et al., 2022; Burford et al., 2021; Ganco et al., 2020; Jacobides et al., 2018), 导致边界界定、数据收集、瓶颈、架构等关键变量测度成为这个领域具有挑战性的问题 (Shipilov et al., 2020)。

首先, 创新生态系统具有复杂、跨层、边界界定模糊、竞争合作数据收集相对困难等特征, 而案例研究适合复杂、跨层次、动态演进问题尤其是新的研究领域 (Murmann, 2013; Eisenhardt & Graebner, 2007)。因此, 案例研究是该领域理论形成初期的主要研究方法。例如, Moore (1993) 首次采用描述性案例研究, 分析了商业生态系统四个演进阶段, 标志竞争战略理论从传统以企业自我为中心向生态系统转变。Adner (2006) 以苹果 iTunes、高清晰电视、米其林轮胎为对象, 研究了企业战略与创新生态系统战略匹配问题, 使得创新生态系统研究迅速成为战略管理学者关注的热点。后续几篇有影响力的文章, 例如 Baldwin & Joachim (2015)、Davis (2016)、Hannah & Eisenhardt (2018) 等也都采用案例研究方法, 对瓶颈、架构、竞合等问题进行了案例分析。

随着大数据技术、计算机仿真、社会网络等研究方法的发展, 学者们采用图论、计算机仿真、社会网络分析、回归分析等工具, 对创

新生态系统进行测度、仿真模拟、统计学分析。以 Ander、Kapoor 等学者为代表,利用专利数据、问卷调查、访谈、文本等一手和二手数据,采用统计学回归模型,测度创新生态系统相互依赖关系、瓶颈、架构等问题,实证检验这些变量对创新生态系统绩效的影响。例如, Ethiraj (2007) 实证分析了复杂产品系统中的瓶颈如何影响创新,将讨论特定瓶颈文章的数量测度瓶颈强度,使用专利数据测度企业在解决技术瓶颈上的投资程度。Adner & Kapoor (2010) 通过对行业专家的访谈确定瓶颈位置,将讨论技术挑战的期刊文章数量测度瓶颈强度。Kapoor & Lee (2013) 分析了生态系统成员间的相互依赖关系、互补强度如何影响新技术投资决策。统计学回归主要采用线性回归 (Burford et al., 2021)、最小二乘回归估计 (Adner & Kapoor, 2010, 2016; Kapoor, 2013)、比例风险回归模型 (Cox model) (Kapoor & Lee, 2013; Kapoor & Agarwal, 2017) 等,所采用的数据类型与来源多样化,主要包括:访谈、专利、文本数据等 (Adner & Kapoor, 2010, 2016; Kapoor & Lee, 2013; Kapoor & Agarwal, 2017; Ozalp et al., 2018 等)。

统计回归最大的局限是将生态系统相互依赖关系简化为二元关系。因为生态系统成员之间相互依赖具有多边属性 (Shipilov et al., 2020),将生态系统简化为二元关系存在很大局限性 (Shipilov et al., 2020; Adner, 2017);且利用访谈测度生态系统瓶颈位置、相互依赖关系研究只适用于单一行业研究 (Shipilov et al., 2020),要测度跨行业生态系统相互依赖关系,需要其他跨学科方法 (Shipilov et al., 2020)。

针对这些问题,有学者将图论、社会网络方法与回归分析相结合 (Shipilov et al., 2020; Burford et al., 2021),或者采用 NK 模型等计算机仿真建模 (Ganco et al., 2020; Davis, 2016),实证测度创新生态系统的瓶颈、相互依赖结构。

实证研究的核心思想和基础来源于相互依赖矩阵。现有研究主要采用三种方法构建相互依赖矩阵。第一种是请行业专家识别不同组件,专家评估组件的相互依赖强度。第二种是使用专利引用网络 (Lee & Alnahedh, 2016; Toh & Miller, 2017):不同技术子类在同一专利中被引用的次数越多,则基于这些子类的组件的相互依赖性越强。第三种是主题建模 (Kaplan & Vakili, 2015; Shipilov et al., 2020)。

九、现有研究不足与未来研究方向

近年来,技术瓶颈的管理、生态系统架构者及其动态架构能力、创新生态系统战略等,逐渐成为创新生态系统领域研究的重要前沿议题。对这些前沿文献进行系统梳理,不仅能够丰富和拓展创新生态系统的理论体系,还将为中国企业实现关键核心技术突破,以及构建本土理论体系提供坚实的理论支撑与方法指导。然而,当前研究主要建立在全球化背景下的稳定制度环境中进行理论建构,还没有充分考虑关税战、技术脱钩、地缘政治冲突等外部冲击对相关理论问题所带来的深层次影响,尤其是对于创新生态系统瓶颈管理问题,理论逻辑已发生本质变化,相关理论逻辑亟待重构。

在当前以技术脱钩和地缘政治冲突为特征

的制度环境下,中国创新生态系统在应对技术瓶颈的形成机理、突破路径和控制战略方面呈现出与西方显著不同的特征。这种差异不仅挑战了原有的创新生态系统理论逻辑,也为构建本土化创新生态系统理论体系提供了独特的研究机会。未来研究应以中国情境为出发点,将制度性外部冲击纳入分析框架,推动理论的本土化构建和原创性突破。具体来说,未来研究可从以下四个方向进一步深化和拓展。

（一）创新生态系统中技术瓶颈的形成机理有待探索

技术瓶颈的成因分析是创新生态系统研究的重要议题。然而,现有研究主要聚焦于技术或产品本身的突破难点、技术组件之间的协同匹配问题,以及成员间协同创新的失败问题。尽管这些研究揭示了技术复杂性对技术瓶颈形成的影响,但还存在如下局限:首先,技术脱钩等外部冲击放大了技术本身复杂性所导致的瓶颈,需要结合技术脱钩等外部冲击情境,对技术瓶颈的形成原因进行深入分析。其次,技术瓶颈的形成还可能来源于技术瓶颈控制方通过经济租金获取和地缘政治考量所人为制造的技术瓶颈。这种经济租金获取或地缘政治因素导致的人为制造的技术瓶颈,是瓶颈形成研究有待探索的重要问题。此外,技术瓶颈并非孤立存在,将通过创新生态系统相互依赖关系传导,并产生级联效应。现有研究尚未深入探讨这种级联效应如何形成、如何演化以及如何传导,而这些都是技术瓶颈形成需要厘清的问题。

（二）创新生态系统中技术瓶颈的协同突破路径亟待深入探讨

学者们从核心企业的角度,对关键核心技

术“卡脖子”难题和技术瓶颈突破进行了有益探索,但仍存在一些不足之处。首先,技术瓶颈的类型不同,面临的障碍因素不同,突破路径不同。虽然 Baldwin (2015) 对技术瓶颈的三种类型:“必要条件瓶颈”(Sine Qua Non Bottleneck)、“流量瓶颈”(Flow Bottleneck)、“匹配瓶颈”(Matching Bottleneck)的移除进行了探讨,但在技术脱钩冲击下,创新生态系统的技术架构与产业架构的相互依赖关系发生变化,这种变化将导致必要条件瓶颈、流量瓶颈和匹配瓶颈的形成原因以及所面临的障碍因素发生变化。在这一新的情境下,适应性的协同突破路径亟待进一步深入研究。其次,除了技术本身的突破难度外,技术瓶颈还可能源于技术瓶颈控制者通过经济寻租和政治考量人为制造的障碍。面对技术突破本身的高度复杂性以及发达国家对关键技术的战略性控制,如何构建有效的协同机制、协同突破这些人为制造的技术瓶颈,是技术瓶颈突破的难点,也是现有研究亟待攻克的理论难题。作为创新生态系统的治理核心,架构者如何提升其动态架构能力,整合多元化资源,引导生态系统成员协同攻关,是未来研究的重要方向。

（三）创新生态系统中技术瓶颈的控制研究亟待探索

尽管学者们普遍认识到技术瓶颈的战略性控制至关重要 (Draschbacher et al., 2025; Baldwin et al., 2024; Albers et al., 2024; Baldwin, 2015), 但是如何有效实现这一控制,仍是创新生态系统研究中亟待深入探究的核心难题 (Draschbacher et al., 2025; Jacobides et al., 2024)。Baldwin (2015) 指出,技术瓶颈

应从基于事实的控制（如模块化生产）和基于法律的控制（如知识产权保护）两个维度展开。然而，相关研究目前仍主要停留在概念提出阶段，关于这一问题的理论和实证研究仍然十分匮乏。尤其在全球关税战、技术脱钩以及全球技术治理日益碎片化的背景下，传统依赖市场逻辑的控制方式正面临前所未有的挑战。未来研究应进一步聚焦于：在创新生态系统中，架构者如何依托“事实控制”（Fact of Control）与“法律保护”双重手段，构建可持续的控制战略体系，从而实现技术突破向持续竞争优势的转化。

（四）数据收集、研究方法方面的未来研究方向

创新生态系统的数据收集与保护、实证研究问题。首先，大数据、万物互联背景下，创新生态系统中的数据隐私（Casadesus – Masanell & Hervas Drane, 2020）、数据共享（Kramer et al., 2019）、数据的公平性和可获取性等（Altman et al., 2022）问题日益突出。虽然生态系统研究没有明确提及数据管理能力，但许多学者认识到数据管理问题在生态系统研究中的重要性（Altman et al., 2022），这是未来需要重点研究的方向。其次，生态系统结构的相互依赖性与多重性使得关键核心技术、瓶颈等变量测度难度更大，研究方法也更需多元化，且如何获取大量、广泛、准确的多源异构数据，构建相应的邻接矩阵和测度指标体系，有效识别与测度瓶颈，是未来需要重点研究的方向。

十、结语

中国情境下的技术瓶颈问题具有显著的本

土特征与制度复杂性。关键核心技术被“卡脖子”是中国工业的通病，其形成机理不仅源于技术本身的高度复杂性与专利壁垒，更受全球政治经济格局中战略博弈的影响。这种背景决定了中国的技术瓶颈问题无法简单套用现有的西方理论框架，而亟须在扎根本土实践的基础上推动理论的本土化演进。

然而，中国情境为技术瓶颈研究提供了独特且具有动态张力的实践土壤，正在反向塑造该领域的理论新范式。一方面，面对全球技术脱钩的持续深化以及“自主可控”战略的全面推进，中国企业所面临的技术瓶颈呈现出多维度、系统性与动态演化等特征，远比传统文献中所强调的“单点技术难题”更为复杂。另一方面，在中国创新生态系统中，以架构者为核心的资源整合机制与协同能力，也为“瓶颈突破战略”“动态架构能力”等关键理论命题提供了丰富的实践案例与理论生长点。例如，在高速铁路等战略型产业中，中国企业突破西方技术封锁，构建了以生态系统架构者为核心的“协同突破”路径（Genin et al., 2022, 2021；宋娟等，2024；宋娟等，2023；谭劲松等，2021；宋娟等，2019）。这些实践不仅推动了技术瓶颈的局部突破，更展现出在高度不确定的制度环境下进行系统性重构的能力。这种依赖生态系统跨主体协调与结构性资源配置机制，呈现出区别于西方经验的新兴理论逻辑，构成了观察“非西方语境”下创新突破过程的重要窗口，也为本土管理理论的原创发展注入了新的动能。

作者简介

宋娟，博士，中南大学商学院，教授，博

博士生导师，湖南省自然科学基金杰出青年项目获得者。主要研究方向为创新管理、战略管理、国际商务管理。重点关注行业：高速列车、新能源汽车等高端装备制造业，半导体、人工智能等高技术产业。近几年形成的系列研究成果在 *Journal of International Business Studies*、《管理世界》等国内外顶尖期刊上发表。主持国家自然科学基金、国家自然科学基金、教育部博士点基金、湖南省杰出青年科学基金、湖南省社会科学基金等国家和省部级课题 11 项；作为骨干成员参与完成国家自然科学基金（重大、重点、面上）项目、国家社会科学基金（重大、重点、一般）项目、国家创新群体项目等国家级课题 20 余项；出版专著 1 本。

参考文献

- [1] 陈劲：《产业关键核心技术“卡脖子”问题的突破路径》，《中国经济评论》，2021 年第 2 期：64-67。
- [2] 单宇、刘爽、马宝龙：《国产替代过程中关键核心技术的适应性重构机制——基于海信集团 1969 ~ 2022 视像技术的纵向案例研究》，《管理世界》，2023 年第 4 期：80-100。
- [3] 胡登峰、黄紫微、冯楠、梁中、沈鹤：《关键核心技术突破与国产替代路径及机制——科大讯飞智能语音技术纵向案例研究》，《管理世界》，2022 年第 5 期：188-209。
- [4] 胡登峰、黄紫微、李博、王文海、陈丛波：《关键核心技术突破助推链长职能的培育机制研究——以中国建材补链强链为例》，《管理世界》，2024 年第 6 期：169-195。
- [5] 胡旭博、原长弘：《关键核心技术：概念、特征与突破因素》，《科学学研究》，2022 年第 1 期：4-11。
- [6] 李树文、罗瑾琰、张志菲：《从定位双星到布局寰宇：专精特新企业如何借助关键核心技术突破实现价值共创》，《南开管理评论》，2024 年第 3 期：94-107。
- [7] 李维维、于贵芳、温珂：《关键核心技术攻关中的政府角色：学习型创新网络形成与发展的动态视角——美、日半导体产业研发联盟的比较案例分析及对我国的启示》，《中国软科学》，2021 年第 12 期：50-60。
- [8] 李阳、许晖、王千金：《打破“小院高墙”：不确定情境下“单项冠军”企业如何实现关键核心技术创新突破？》，《南开管理评论》，2024 年第 1 期：1-23。[在线发表]。
- [9] 柳卸林、常馨之、董彩婷：《构建创新生态系统，实现核心技术突破性创新——以 IMEC 在集成电路领域创新实践为例》，《科学学与科学技术管理》，2021 年第 9 期：3-18。
- [10] 聂力兵、龚红、赖秀萍：《唤醒“沉睡专利”：知识重组时滞、重组频率与关键核心技术创新》，《南开管理评论》，2024 年第 8 期：86-97+160。
- [11] 牛璐、陈志军、刘振、徐鹏：《打破技术封锁：逆机会与资源稀缺双困局下的大企业创业——基于资源拼凑与编排的纾解》，《南开管理评论》，2023 年第 X 期：1-21。[在线发表]。
- [12] 欧阳桃花、曾德麟：《拨云见日——揭示中国盾构机技术赶超的艰辛与辉煌》，《管理世界》，2021 年第 8 期：194-207。
- [13] 邵云飞、陈燕萍、吴晓波、谭文：《从“研发”到“市场”：链主企业如何实现关键核心技术的商业化？》，《管理世界》，2024 年第 12 期：19-43。
- [14] 宋娟、谭劲松、王可欣、赵晓阳、仲淑欣：《创新生态系统视角下核心企业突破关键核心技术“卡脖子”——以中国高速列车牵引系统为例》，《南开管理评论》，2023 年第 5 期：4-17。
- [15] 宋娟、张莹莹、谭劲松：《创新生态系统下核心企业创新“盲点”识别及突破的案例研究》，《研究与发展管理》，2019 年第 4 期：76-90。
- [16] 宋娟：《创新生态系统视角下高速列车关键核

心技术突破研究》，北京：经济科学出版社，2024 年版。

[17] 孙冰梅、尹西明、陈劲、孙德强：《问题共答：创新联合体驱动关键核心技术持续突破的机制研究——以之江实验室为例》，《南开管理评论》，2024 年第 6 期：74-87。

[18] 谭劲松、宋娟、陈晓红：《产业创新生态系统的形成与演进：“架构者”变迁及其战略行为演变》，《管理世界》，2021 年第 9 期：167-191。

[19] 王超发、韦晓荣、谢永平、柴建、杨德林：《重大工程复杂信息系统的关键核心技术创新模式——以中国空间站为例》，《南开管理评论》，2023 年第 X 期：1-18。[在线发表]。

[20] 吴超鹏、严泽浩：《政府基金引导与企业核心技术突破：机制与效应》，《经济研究》，2023 年第 6 期：137-154。

[21] 吴晓波、张馨月、沈华杰：《商业模式创新视角下我国半导体产业“突围”之路》，《管理世界》，2021 年第 3 期：123-136+9。

[22] 许晖、李阳、王冶、韩连胜：《大型复杂产品系统自主创新的模式与机制——基于“华龙一号”的探索性案例研究》，《管理世界》，2024 年第 9 期：221-245。

[23] 余江、陈凤、张越、刘瑞：《铸造强国重器：关键核心技术突破的规律探索与体系构建》，《中国科学院院刊》，2019 年第 3 期：339-343。

[24] 张贝贝、尹西明、陈泰伦、余江、陈劲：《后发企业与创新联合体共演驱动产业关键核心技术持续突破的机制研究》，《科研管理》，2024 年第 8 期：83-94。

[25] 张艺、陈凯华、周志勇：《后发国家产业核心技术追赶的产学研合作创新机制——基于中国高铁产业的案例分析》，《管理世界》，2024 年第 11 期：20-48。

[26] 张羽飞、张树满、刘兵：《产学研深度融合影响领军企业关键核心技术突破能力的理论分析与实证检验》，《管理学报》，2024 年第 4 期：568-576+615。

[27] 赵长轶、谢洪明、郭勇、孔祥林：《大国重器研制的关键核心技术突破——东方电气集团 G50 重型燃气轮机纵向案例研究》，《管理世界》，2023 年第 12 期：20-39。

[28] 郑刚、邓宛如、王颂、郑杰：《企业创新网络构建、演化与关键核心技术突破》，《科研管理》，2022 年第 7 期：85-95。

[29] 郑思佳、汪雪锋、刘玉琴、陈虹枢：《关键核心技术竞争态势评估研究》，《科研管理》，2021 年第 10 期：1-10。

[30] Abernathy, W. J., & Clark, K. B. 1985. Innovation: Mapping the winds of creative destruction. *Research Policy*, 14 (1): 3-22.

[31] Adner, R. 2006. Match your innovation strategy to your innovation ecosystem. *Harvard Business Review*, 84 (4): 98-107.

[32] Adner, R., & Kapoor, R. 2010. Value creation in innovation ecosystems: How the structure of technological interdependence affects firm performance in new technology generations. *Strategic Management Journal*, 31 (3): 306-333.

[33] Adner, R. 2012. *The wide lens: A new strategy for innovation*. London: Penguin.

[34] Adner, R., & Kapoor, R. 2016. Innovation ecosystems and the pace of substitution: Re-examining technology S-curves. *Strategic Management Journal*, 37 (4): 625-648.

[35] Adner, R. 2017. Ecosystem as structure: An actionable construct for strategy. *Journal of Management*, 43 (1): 39-58.

[36] Adner, R., & Feiler, D. 2019. Interdependence, perception, and investment choices: An experimental approach to decision making in innovation ecosystems. *Organization Science*, 30 (1): 109-125.

[37] Adner, R., Chen, J., & Zhu, F. 2020. Frene-

mies in platform markets: Heterogeneous profit foci as drivers of compatibility decisions. *Management Science*, 66: 2432 – 2451.

[38] Adner, R. 2022. Sharing value for ecosystem success. *MIT Sloan Management Review*, 63 (2): 85 – 90.

[39] Agarwal, S. , & Kapoor, R. 2023. Value creation tradeoff in business ecosystems: Leveraging complementarities while managing interdependencies. *Organization Science*, 34 (3): 1216 – 1242.

[40] Albers, S. , Gibb, J. , Stabenow, S. , & Daft, J. 2024. Breaking bottlenecks: Power distribution dynamics in industry evolution. *Organization Studies*, 45 (8): 1099 – 1132.

[41] Ahuja, G. 2000. Collaboration networks, structural holes, and innovation: A longitudinal study. *Administrative Science Quarterly*, 45 (3): 425 – 455.

[42] Albert, D. , & Siggelkow, N. 2022. Architectural search and innovation. *Organization Science*, 33 (1): 275 – 292.

[43] Alexy, O. , George, G. , & Salter, A. J. 2013. Cui bono? The selective revealing of knowledge and its implications for innovative activity. *Academy of Management Review*, 38: 270 – 291.

[44] Altman, E. J. , Nagle, F. , & Tushman, M. L. 2022. The translucent hand of managed ecosystems: Engaging communities for value creation and capture. *Academy of Management Annals*, 16 (1): 70 – 101.

[45] Altman, E. J. , & Nagle, F. 2020. Accelerating innovation through a network of ecosystems: What companies can learn from one of the world's largest networks of accelerator labs. *MIT Sloan Management Review*, 61: 24 – 30.

[46] Anderson, P. , & Tushman, M. L. 1990. Technological discontinuities and dominant designs: A cyclical model of technological change. *Administrative Science Quarterly*, 35 (4): 604 – 633.

[47] Ansari, S. , Garud, R. , & Kumaraswamy, A. 2016. The disruptor's dilemma: TiVo and the U.S. television ecosystem. *Strategic Management Journal*, 37: 1829 – 1853.

[48] Argyres, N. , & Bigelow, L. 2010. Innovation, modularity, and vertical deintegration: Evidence from the early US auto industry. *Organization Science*, 21 (4): 842 – 853.

[49] Argyres, N. S. , & Zenger, T. R. 2012. Capabilities, transaction cost and firm boundaries. *Organization Science*, 23 (6): 1643 – 1657.

[50] Argyres, N. , Bigelow, L. , & Nickerson, J. A. 2015. Dominant designs, innovation shocks, and the follower's dilemma. *Strategic Management Journal*, 36 (2): 216 – 234.

[51] Argyres, N. S. , & Silverman, B. S. 2004. R&D, organization structure, and the development of corporate technological knowledge. *Strategic Management Journal*, 25 (8–9): 929 – 958.

[52] Autio, E. 2022. Orchestrating ecosystems: A multi – layered framework. *Innovation: Organization and Management*, 24 (1): 96 – 109.

[53] Baldwin, C. Y. , Bogers, M. L. A. M. , Kapoor, R. , & West, J. 2024. Focusing the ecosystem lens on innovation studies. *Research Policy*, 53 (3): 104949.

[54] Baldwin, C. Y. , & Clark, K. B. 1997a. Sun Wars: Competition within a modular cluster. In Yoffie, D. B. (Ed.), *Competing in the age of digital convergence*. Boston: Harvard Business School Press.

[55] Baldwin, C. Y. , & Clark, K. B. 1997b. Managing in the age of modularity. *Harvard Business Review*, 75 (5): 84 – 93.

[56] Baldwin, C. Y. , & Clark, K. B. 2000. *Design rules: The power of modularity*. Cambridge, MA: MIT Press.

- [57] Baldwin, C. Y. , & Clark, K. B. 2006. Architectural innovation and dynamic competition: The smaller ‘span of control’ strategy. *Harvard Business School Working Paper*, No. 07 – 014. <http://www.people.hbs.edu/cbaldwin/>.
- [58] Baldwin, C. Y. , & Clark, K. B. 2006. The architecture of participation: Does code architecture mitigate free riding in the open source development model? *Management Science*, 52: 1116 – 1127.
- [59] Baldwin, C. , Hiennerth, C. , & von Hippel, E. 2006. How user innovations become commercial products: A theoretical investigation and case study. *Research Policy*, 35: 1291 – 1313.
- [60] Baldwin, C. Y. 2008. Where do transactions come from? Modularity, transactions and the boundaries of firms. *Industrial and Corporate Change*, 17 (1): 155 – 195.
- [61] Baldwin, C. , & von Hippel, E. 2011. Modeling a paradigm shift: From producer innovation to user and open collaborative innovation. *Organization Science*, 22 (6): 1399 – 1417.
- [62] Baldwin, C. Y. 2012. Organization design for business ecosystems. *Journal of Organization Design*, 1: 20 – 23.
- [63] Baldwin, C. Y. , MacCormack, A. D. , & Rusnak, J. 2013. Hidden structure: Using network methods to map product architecture. *Research Policy*, 43: 1381 – 1397.
- [64] Baldwin, C. Y. , & Henkel, J. 2015. Modularity and intellectual property protection. *Strategic Management Journal*, 36 (11): 1637 – 1655.
- [65] Baldwin, C. Y. 2015. Bottlenecks, modules and dynamic architectural capabilities. *Harvard Business School Finance Working Paper*, No. 15 – 028.
- [66] Baldwin, C. Y. 2019. Design rules, Volume 2: How technology shapes organizations: Chapter 16 Capturing value by controlling bottlenecks in open platform systems. *Harvard Business School Research Paper*, No. 20 – 054. <https://doi.org/10.2139/ssrn.3482538>
- [67] Baumann, O. , & Siggelkow, N. 2013. Dealing with complexity: Integrated vs. chunky search processes. *Organization Science*, 24 (1): 116 – 132.
- [68] Billinger, S. , Stieglitz, N. , & Schumacher, T. R. 2013. Search on rugged landscapes: An experimental study. *Organization Science*, 25 (1): 93 – 108.
- [69] Bohnsack, R. , Rennings, M. , Block, C. , & Bröring, S. 2024. Profiting from innovation when digital business ecosystems emerge: A control point perspective. *Research Policy*, 53 (3): 104961.
- [70] Bremner, R. P. , & Eisenhardt, K. M. 2022. Organizing form, experimentation, and performance: Innovation in the nascent civilian drone industry. *Organization Science*, 33 (4): 1645 – 1674.
- [71] Brusoni, S. , Prencipe, A. , & Pavitt, K. 2001. Knowledge specialization, organizational coupling and the boundaries of the firm: Why do firms know more than they make? *Administrative Science Quarterly*, 46 (4): 597 – 621.
- [72] Burford, N. , Shipilov, A. V. , & Furr, N. 2022. How ecosystem structure affects firm performance in response to a negative shock to interdependencies. *Strategic Management Journal*, 43: 30 – 57.
- [73] Carayannopoulos, S. 2009. How technology – based new firms leverage newness and smallness to commercialize disruptive technologies. *Entrepreneurship Theory and Practice*, 33 (2): 419 – 438.
- [74] Carnabuci, G. , & Operti, E. 2013. Where do firms’ recombinant capabilities come from? Intra – organizational networks, knowledge, and firms’ ability to innovate through technological recombination. *Strategic Management*

Journal, 34 (13): 1591 – 1613.

[75] Casadesus – Masanell, R. , & Hervás – Drane, A. 2020. Strategies for managing the privacy landscape. *Long Range Planning*, 53 (4): 101949. <https://doi.org/10.1016/j.lrp.2019.101949>

[76] Casadesus – Masanell, R. , & Yoffie, D. B. 2007. Wintel: Cooperation and conflict. *Management Science*, 53 (4): 584 – 598.

[77] Ceccagnoli, M. , Forman, C. , Huang, P. , & Wu, D. J. 2012. Co – creation of value in a platform ecosystem: The case of enterprise software. *MIS Quarterly*, 36 (1): 263 – 290.

[78] Cennamo, C. , & Santalo, J. 2019. Generativity tension and value creation in platform ecosystems. *Organization Science*, 30 (3): 617 – 641.

[79] Cennamo, C. , & Santalo, J. 2013. Platform competition: Strategic trade – offs in platform markets. *Strategic Management Journal*, 34 (11): 1331 – 1350.

[80] Chang, S. , Eggers, J. P. , & Keum, D. 2022. Bottleneck resources, market relatedness, and the dynamics of organizational growth. *Organization Science*, 33 (3): 1049 – 1067.

[81] Chang, S. J. , & Matsumoto, Y. 2022. Dynamic resource redeployment in global semiconductor firms. *Strategic Management Journal*, 43 (2): 237 – 265.

[82] Chen, H. , Mehra, A. , Tasselli, S. , & Borgatti, S. P. 2022. Network dynamics and organizations: A review and research agenda. *Journal of Management*, 48 (6): 1602 – 1660.

[83] Chen, K. – M. , & Liu, R. – J. 2005. Interface strategies in modular product innovation. *Technovation*, 25 (7): 771 – 782.

[84] Christensen, C. M. , Suarez, F. F. , & Utterback, J. M. 1998. Strategies for survival in fast – changing industries. *Management Science*, 44 (12, Part 2): S207 –

S220.

[85] Christensen, C. M. , Verlinden, M. , & Westerman, G. 2002. Disruption, disintegration and the dissipation of differentiability. *Industrial and Corporate Change*, 11 (5): 955 – 993.

[86] Conner, K. R. , & Prahalad, C. K. 1996. A resource – based theory of the firm: Knowledge vs. opportunism. *Organization Science*, 7 (5): 477 – 501.

[87] Cozzolino, A. , & Geiger, S. 2024. Ecosystem disruption and regulatory positioning: Entry strategies of digital health startup orchestrators and complementors. *Research Policy*, 53 (2): 104913.

[88] Cui, V. , Vertinsky, I. , Wang, Y. , & Zhou, D. 2023. Decoupling in international business: The ‘new’ vulnerability of globalization and MNEs’ response strategies. *Journal of International Business Studies*, 54 (8): 1562 – 1576.

[89] Dattée, B. , Alexy, O. , & Autio, E. 2018. Maneuvering in poor visibility: How firms play the ecosystem game when uncertainty is high. *Academy of Management Journal*, 61 (2): 466 – 498.

[90] Daymond, J. , Knight, E. , Rumyantseva, M. , & Maguire, S. 2022. Managing ecosystem emergence and evolution: Strategies for ecosystem architects. *Strategic Management Journal*, 44 (4): 1 – 27.

[91] Davis, J. P. 2016. The group dynamics of inter-organizational relationships: Collaborating with multiple partners in innovation ecosystems. *Administrative Science Quarterly*, 61: 621 – 661.

[92] Dedehayir, O. , Mäkinen, S. J. , & Ortt, J. R. 2018. Roles during innovation ecosystem genesis: A literature review. *Technological Forecasting and Social Change*, 136: 8 – 29.

[93] Draschbacher, T. , Rachinger, M. , & Engwall, M. 2025. To solve or to occupy: Addressing hybrid bottle-

necks in innovation ecosystems. *Technological Forecasting and Social Change*, 212: 123982.

[94] Draschbacher, T. , & Rachinger, M. 2024. How bottlenecks shape coordination choices during ecosystem evolution. *Academy of Management Proceedings*, 1: 11937.

[95] Ethiraj, S. K. , & Levinthal, D. 2004a. Modularity and innovation in complex systems. *Management Science*, 50 (2): 159 – 174.

[96] Ethiraj, S. K. , & Levinthal, D. 2004b. Bounded rationality and the search for organizational architecture: An evolutionary perspective on the design of organizations and their evolvability. *Administrative Science Quarterly*, 49 (3): 404 – 437.

[97] Ethiraj, S. K. 2007. Allocation of inventive effort in complex product systems. *Strategic Management Journal*, 28 (6): 563 – 584.

[98] Ethiraj, S. K. , Levinthal, D. , & Roy, R. R. 2008. The dual role of modularity: Innovation and imitation. *Management Science*, 54 (5): 939 – 955.

[99] Eisenhardt, K. M. , & Graebner, M. E. 2007. Theory building from cases: Opportunities and challenges. *Academy of Management Journal*, 50: 25 – 32.

[100] Fang, T. P. , Wu, A. , & Clough, D. R. 2021. Platform diffusion at temporary gatherings: Social coordination and ecosystem emergence. *Strategic Management Journal*, 42 (2): 233 – 272.

[101] Fixson, S. K. 2005. Product architecture and assessment: A tool to link product, process, and supply chain design decisions. *Journal of Operations Management*, 23: 345 – 369.

[102] Fixson, S. K. , & Park, J. K. 2008. The power of integrality: Linkages between product architecture, innovation and industry structure. *Research Policy*, 37 (8): 1296 – 1316.

[103] Foerderer, J. 2020. Interfirm exchange and in-

novation in platform ecosystems: Evidence from Apple's Worldwide Developers Conference. *Management Science*, 66: 4772 – 4787.

[104] Furr, N. , & Kapoor, R. 2018. Capabilities, technologies, and firm exit during industry shakeout: Evidence from the global solar photovoltaic industry. *Strategic Management Journal*, 39 (1): 33 – 61.

[105] Furr, N. , Kapoor, R. , & Eisenhardt, K. M. 2020. Bottlenecks and technology industry emergence. *Working Paper*.

[106] Furr, N. , & Szerb, A. 2021. Architects and bottlenecks: Ecosystem roles in the solar photovoltaic industry. *Academy of Management Proceedings*, 1: 11357.

[107] Galunic, D. C. , & Eisenhardt, K. M. 2001. Architectural innovation and modular corporate forms. *Academy of Management Journal*, 44 (6): 1229 – 1249.

[108] Ganco, M. , Kapoor, R. , & Lee, G. K. 2020. From rugged landscapes to rugged ecosystems: Structure of interdependencies and firms' innovative search. *Academy of Management Review*, 45 (3): 646 – 674.

[109] Gatignon, H. , Tushman, M. L. , Smith, W. , & Anderson, P. 2002. A structural approach to assessing innovation: Construct development of innovation locus, type, and characteristics. *Management Science*, 48 (9): 1103 – 1122.

[110] Genin, A. L. , Tan, J. , & Song, J. 2022. Relational assets or liabilities? Competition, collaboration, and firm intellectual property breakthrough in the Chinese high – speed train sector. *Journal of International Business Studies*, 53 (9): 1895 – 1923.

[111] Genin, A. L. , Tan, J. , & Song, J. 2021. State governance and technological innovation in emerging economies: State – owned enterprise restructuration and institutional logic dissonance in China's high – speed train sector. *Journal of International Business Studies*, 52 (4): 621 –

645.

[112] George, G., Lakhani, K. R., & Puranam, P. 2020. What has changed? The impact of Covid pandemic on the technology and innovation management research agenda. *Journal of Management Studies*, 57 (8): 1754 – 1758.

[113] Goldratt, E. M. 1990. *Theory of Constraints*. Croton – on – Hudson, NY: North River.

[114] Gulati, R., Puranam, P., & Tushman, M. 2012. Meta – organization design: Rethinking design in interorganizational and community contexts. *Strategic Management Journal*, 33 (6): 571 – 586.

[115] Habib, T., Kristiansen, J. N., Rana, M. B., & Ritala, P. 2020. Revisiting the role of modular innovation in technological radicalness and architectural change of products; The case of Tesla X and Roomba. *Technovation*, 98: 1 – 17.

[116] Han, P., Jiang, W., & Mei, D. 2024. Mapping US – China technology decoupling: Policies, innovation, and firm performance. *Management Science*, 70 (12): 8386 – 8413.

[117] Hannah, D. P., & Eisenhardt, K. M. 2018. How firms navigate cooperation and competition in nascent ecosystems. *Strategic Management Journal*, 39 (12): 3163 – 3192.

[118] Helfat, C. E., & Campo – Rembado, M. A. 2016. Integrative capabilities, vertical integration, and innovation over successive technology lifecycles. *Organization Science*, 27 (2): 249 – 264.

[119] Henderson, R. 2021. Innovation in the 21st century: Architectural change, purpose, and the challenges of our time. *Management Science*, 67 (9): 5479 – 5488.

[120] Henderson, R. M., & Clark, K. B. 1990. Architectural innovation: The reconfiguration of existing product technologies and the failure of established firms. *Administrative Science Quarterly*, 35: 9 – 30.

[121] Henkel, J., Baldwin, C., & Shih, W. C.

2013. IP modularity: Profiting from innovation by aligning product architecture with intellectual property. *California Management Review*, 55 (4): 65 – 82.

[122] Hoffmann, W., Lavie, D., Reuer, J. J., & Shipilov, A. 2018. The interplay of competition and cooperation. *Strategic Management Journal*, 39 (12): 3033 – 3052.

[123] Hofman, E., Halman, J. I. M., & van Looy, B. 2016. Do design rules facilitate or complicate architectural innovation in innovation alliance networks? *Research Policy*, 45 (7): 1436 – 1448.

[124] Holgersson, M., Baldwin, C. Y., Chesbrough, H., & Bogers, M. L. A. 2022. The forces of ecosystem evolution. *California Management Review*, 64 (3): 5 – 23.

[125] Iansiti, M., & Clark, K. B. 1993. Integration and dynamic capability: Evidence from product development in automobiles and mainframe computers. *Industrial and Corporate Change*, 3 (3): 557 – 605.

[126] Iansiti, M., & Levien, R. 2004. Strategy as ecology. *Harvard Business Review*, 82 (3): 68 – 81.

[127] Jacobsen, D. H., Stea, D., & Soda, G. 2022. Intraorganizational network dynamics: Past progress, current challenges, and new frontiers. *Academy of Management Annals*, 16 (2): 853 – 897.

[128] Jacobides, M. G., Cennamo, C., & Gawer, A. 2024. Externalities and complementarities in platforms and ecosystems: From structural solutions to endogenous failures. *Research Policy*, 53 (1): 104906.

[129] Jacobides, M. G., & Lianos, I. 2022. Ecosystems and competition law in theory and practice. *Industrial and Corporate Change*, 30 (5): 1199 – 1229.

[130] Jacobides, M. G. 2022. How to compete when industries digitize and collide: An ecosystem development

framework. *California Management Review*, 64 (3): 99 – 123.

[131] Jacobides, M. G. , Brusoni, S. , & Candelon, F. 2021. The evolutionary dynamics of the artificial intelligence ecosystem. *Strategy Science*, 6 (4): 412 – 435.

[132] Jacobides, M. G. , & Lianos, I. 2021. Regulating platforms and ecosystems: An introduction. *Industrial and Corporate Change*, 30 (5): 1131 – 1142.

[133] Jacobides, M. G. , & Lianos, I. 2021. Ecosystems and competition law in theory and practice. *Industrial and Corporate Change*, 30 (5): 1199 – 1229.

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

[135] Jacobides, M. G. , MacDuffie, J. P. , & Tae, C. J. 2016. Agency, structure, and the dominance of OEMs: Change and stability in the automotive sector. *Strategic Management Journal*, 37 (9): 1942 – 1967.

[136] Jacobides, M. G. , & Tae, C. J. 2015. Kingpins, bottlenecks, and value dynamics along a sector. *Organization Science*, 26 (3): 889 – 907.

[137] Jacobides, M. G. , MacDuffie, J. P. , & Tae, C. J. 2012. When value sticks around: Why automobile OEMs still rule their sector. Industry Studies Association Conference, 29 – 31.

[138] Jacobides, M. G. , & Billinger, S. 2006. Designing the boundaries of the firm: From “make, buy, or ally” to the dynamic benefits of vertical architecture. *Organization Science*, 17 (2): 249 – 261.

[139] Jacobides, M. G. , Knudsen, T. , & Augier, M. 2006. Benefiting from innovation: Value creation, value appropriation and the role of industry architecture. *Research Policy*, 35 (8): 1200 – 1221.

[140] Jacobides, M. G. , & Winter, S. G. 2005. The co – evolution of capabilities and transaction costs: Ex-

plaining the institutional structure of production. *Strategic Management Journal*, 26 (5): 395 – 413.

[141] Jacobides, M. G. 2005. Industry change through vertical dis – integration: How and why markets emerged in mortgage banking. *Academy of Management Journal*, 48 (3): 465 – 498.

[142] Jones, S. L. , Leiponen, A. , & Vasudeva, G. 2021. The evolution of cooperation in the face of conflict: Evidence from the innovation ecosystem for mobile telecom standards development. *Strategic Management Journal*, 42 (4): 710 – 740.

[143] Han, P. , Jiang, W. , & Mei, D. 2024. Mapping US – China technology decoupling: Policies, innovation, and firm performance. *Management Science*, 70 (12): 8386 – 8413.

[144] Kaplan, S. , & Vakili, K. 2015. The double – edged sword of recombination in breakthrough innovation. *Strategic Management Journal*, 36 (10): 1435 – 1457.

[145] Kapoor, R. 2018. Ecosystems: Broadening the locus of value creation. *Journal of Organization Design*, 7 (1): 1 – 16.

[146] Kapoor, R. , & Agarwal, S. 2017. Sustaining superior performance in business ecosystems: Evidence from application software developers in the iOS and Android smartphone ecosystems. *Organization Science*, 28: 531 – 551.

[147] Kapoor, R. , & Furr, N. R. 2015. Complementarities and competition: Unpacking the drivers of entrants’ technology choices in the solar photovoltaic industry. *Strategic Management Journal*, 36 (3): 416 – 433.

[148] Kapoor, R. , & Lee, J. M. 2013. Coordinating and competing in ecosystems: How organizational forms shape new technology investments. *Strategic Management Journal*, 34 (3): 274 – 296.

[149] Kapoor, R. 2013. Persistence of integration in the face of specialization: How firms navigated the winds of



disintegration and shaped the architecture of the semiconductor industry. *Organization Science*, 24 (4): 1195 – 1213.

[150] Kapoor, R. , & Adner, R. 2012. What firms make vs. what they know: How firms' production and knowledge boundaries affect competitive advantage in the face of technological change. *Organization Science*, 23 (5): 1227 – 1248.

[151] Klein, P. G. , Mahoney, J. T. , McGahan, A. M. , & Pitelis, C. N. 2019. Organizational governance adaptation: Who is in, who is out, and who gets what. *Academy of Management Review*, 44: 6 – 27.

[152] Khanagha, S. , Ansari, S. , Paroutis, S. , & Oviedo, L. 2022. Mutualism and the dynamics of new platform creation: A study of Cisco and fog computing. *Strategic Management Journal*, 43 (3): 476 – 506.

[153] Kogut, B. , & Zander, U. 1992. Knowledge of the firm, combinative capabilities, and the replication of technology. *Organization Science*, 3: 383 – 397.

[154] Kretschmer, T. , Leiponen, A. , Schilling, M. , & Vasudeva, G. 2022. Platform ecosystems as meta – organizations: Implications for platform strategies. *Strategic Management Journal*, 43 (3): 405 – 424.

[155] Kramer, J. , Schnurr, D. , & Wohlfarth, M. 2019. Trapped in the data – sharing dilemma. *MIT Sloan Management Review*, 60: 22 – 23.

[156] Lee, J. M. , & Kapoor, R. 2017. Complementarities and coordination: Implications for governance mode and performance of multiproduct firms. *Organization Science*, 28: 931 – 946.

[157] Lee, G. K. , & Alnahedh, M. A. 2016. Industries' potential for interdependency and profitability: A panel of 135 industries, 1988 – 1996. *Strategy Science*, 1 (4): 285 – 308.

[158] Leten, B. , Vanhaverbeke, W. , Roijakkers, N. , Clerix, A. , & Helleputte, J. V. 2013. IP models to

orchestrate innovation ecosystems. *California Management Review*, 55 (4): 51 – 64.

[159] Li, J. , Chen, L. , Yi, J. , Mao, J. , & Liao, J. 2019. Ecosystem – specific advantages in international digital commerce. *Journal of International Business Studies*, 50: 1448 – 1463.

[160] Lingers, B. , Miehé, L. , & Gassmann, O. 2021. The ecosystem blueprint: How firms shape the design of an ecosystem according to the surrounding conditions. *Long Range Planning*, 54 (2): 102043.

[161] Lipparini, A. , Lorenzoni, G. , & Ferriani, S. 2014. From core to periphery and back: A study on the deliberate shaping of knowledge flows in interfirm dyads and networks. *Strategic Management Journal*, 35 (4): 578 – 595.

[162] Liu, W. , Beltagui, A. , Ye, S. H. , & Williamson, P. 2022. Harnessing exaptation and ecosystem strategy for accelerated innovation: Lessons from the Ventilator Challenge UK. *California Management Review*, 64 (3): 78 – 98.

[163] Luo, Y. , & Van Assche, A. 2023. The rise of techno – geopolitical uncertainty: Implications of the United States CHIPS and Science Act. *Journal of International Business Studies*, forthcoming: 1 – 18.

[164] Luo, Y. 2021. Illusions of techno – nationalism. *Journal of International Business Studies*, 53 (3): 550.

[165] Macher, J. T. 2006. Technological development and the boundaries of the firm: A knowledge – based examination in semiconductor manufacturing. *Management Science*, 52 (6): 826 – 843.

[166] Marion, T. J. , Meyer, M. H. , & Barczak, G. 2015. The influence of digital design and IT on modular product architecture. *Journal of Product Innovation Management*, 32 (1): 98 – 110.

- [167] Mantovani, A. , & Ruiz – Aliseda, F. 2016. Equilibrium innovation ecosystems: The dark side of collaborating with complementors. *Management Science*, 62 (2): 534 – 549.
- [168] Masucci, M. , Brusoni, S. , & Cennamo, C. 2020. Removing bottlenecks in business ecosystems: The strategic role of outbound open innovation. *Research Policy*, 49 (1): 103823.
- [169] McIntyre, D. P. , & Srinivasan, A. 2017. Networks, platforms, and strategy: Emerging views and next steps. *Strategic Management Journal*, 38: 141 – 160.
- [170] Monteverde, K. 1995. Technical dialog as an incentive for vertical integration in the semiconductor industry. *Management Science*, 41 (10): 1624 – 1638.
- [171] Moore, J. F. 1993. Predators and prey: A new ecology of competition. *Harvard Business Review*, 71 (3): 75 – 86.
- [172] Moore, J. F. 1996. *The Death of Competition: Leadership and Strategy in the Age of Business Ecosystems*. New York, NY: Harper Business.
- [173] Murmann, J. P. 2013. The coevolution of industries and important features of their environments. *Organization Science*, 24: 58 – 78.
- [174] Nambisan, S. , & Sawhney, M. 2011. Orchestration processes in network – centric innovation: Evidence from the field. *Academy of Management Perspectives*, 25 (3): 40 – 57.
- [175] Nambisan, S. , & Baron, R. A. 2013. Entrepreneurship in innovation ecosystems: Entrepreneurs' self – regulatory processes and their implications for new venture success. *Entrepreneurship: Theory and Practice*, 37 (5): 1071 – 1097.
- [176] Nickerson, J. A. , & Zenger, T. R. 2004. A knowledge – based theory of the firm—The problem – solving perspective. *Organization Science*, 15 (6): 617 – 632.
- [177] Orton, J. D. , & Weick, K. E. 1990. Loosely coupled systems: A reconceptualization. *Academy of Management Review*, 15 (2): 203 – 223.
- [178] Ozalp, H. , Cennamo, C. , & Gawer, A. 2018. Disruption in platform – based ecosystems. *Journal of Management Studies*, 55 (7): 1203 – 1241.
- [179] Ozcan, P. , & Eisenhardt, K. M. 2009. Origin of alliance portfolios: Entrepreneurs, network strategies, and firm performance. *Academy of Management Journal*, 52: 246 – 279.
- [180] Park, W. Y. , Ro, Y. K. , & Kim, N. 2018. Architectural innovation and the emergence of a dominant design: The effects of strategic sourcing on performance. *Research Policy*, 47 (1): 326 – 341.
- [181] Panico, C. , & Cennamo, C. 2022. User preferences and strategic interactions in platform ecosystems. *Strategic Management Journal*, 43 (3): 507 – 529.
- [182] Pisano, G. P. , & Teece, D. J. 2007. How to capture value from innovation: Shaping intellectual property and industry architecture. *California Management Review*, 50 (1): 278 – 296.
- [183] Pisano, G. P. 1990. The R&D boundaries of the firm: An empirical analysis. *Administrative Science Quarterly*, 35 (1): 153 – 176.
- [184] Pisano, G. P. 1991. The governance of innovation: Vertical integration and collaborative arrangements in the biotechnology industry. *Research Policy*, 20 (3): 237 – 249.
- [185] Pierce, L. 2009. Big losses in ecosystem niches: How core firm decisions drive complementary product shake – outs. *Strategic Management Journal*, 30: 323 – 347.
- [186] Pil, F. K. , & Cohen, S. K. 2006. Modularity: Implications for imitation, innovation, and sustained advantage. *Academy of Management Review*, 31 (4): 995 –

1011.

[187] Radziwon, A., Bogers, M. L. A. M., Chesbrough, H., & Minssen, T. 2022. Ecosystem effectuation: Creating new value through open innovation during a pandemic. *R&D Management*, 52 (2): 376 – 390.

[188] Randhawa, K., West, J., Skellern, K., & Jossierand, E. 2020. Evolving a value chain to an open innovation ecosystem: Cognitive engagement of stakeholders in customizing medical implants. *California Management Review*, 63: 101.

[189] Rietveld, J., Schilling, M. A., & Bellavitis, C. 2019. Platform strategy: Managing ecosystem value through selective promotion of complements. *Organization Science*, 30: 1232 – 1251.

[190] Rietveld, J., Ploog, J. N., & Nieborg, D. B. 2020. The coevolution of platform dominance and governance strategies: Effects on complementor performance outcomes. *Academy of Management Discoveries*, 6 (3): 488 – 513.

[191] Rietveld, J., & Schilling, M. A. 2021. Platform competition: A systematic and interdisciplinary review of the literature. *Journal of Management*, 47 (6): 1528 – 1563.

[192] Sahasranamam, S., & Soundararajan, V. 2022. Innovation ecosystems: What makes them responsive during emergencies? *British Journal of Management*, 33 (1): 369 – 389.

[193] Sanchez, R., & Mahoney, J. T. 1996. Modularity, flexibility, and knowledge management in product and organization design. *Strategic Management Journal*, 17: 63 – 76.

[194] Santos, F. M., & Eisenhardt, K. M. 2005. Organizational boundaries and theories of organization. *Organization Science*, 16 (5): 491 – 508.

[195] Schmidt, J., & Foss, N. J. 2023. Modularity, adaptation problems, and the governance and problem – sol-

ving capabilities of core firms in ecosystems. *Journal of Management*. <https://doi.org/10.1177/01492063231215023>.

[196] Shi, X., Liang, X., & Ansari, S. 2024. Bricks without straw: Overcoming resource limitations to architect ecosystem leadership. *Academy of Management Journal*, 67 (4): 1084 – 1123.

[197] Shi, X., Liang, X., & Luo, Y. 2023. Unpacking the intellectual structure of ecosystem research in innovation studies. *Research Policy*, 52 (6): 104783.

[198] Shipilov, A., & Gawer, A. 2020. Integrating research on interorganizational networks and ecosystems. *Academy of Management Annals*, 14 (1): 92 – 121.

[199] Snihur, Y., Thomas, L. D. W., & Burgelman, R. A. 2018. An ecosystem – level process model of business model disruption: The disruptor's gambit. *Journal of Management Studies*, 55 (7): 1278 – 1316.

[200] Song, J. 2016. Innovation ecosystem: Impact of interactive patterns, member location and member heterogeneity on cooperative innovation performance. *Innovation: Management, Policy & Practice*, 18 (1): 13 – 29.

[201] Song, Y., Gnyawali, D., & Qian, L. 2024. From early curiosity to space wide web: The emergence of the small satellite innovation ecosystem. *Research Policy*, 53 (2): 104932.

[202] Stieglitz, N., Knudsen, T., & Becker, M. C. 2016. Adaptation and inertia in dynamic environments. *Strategic Management Journal*, 37: 1854 – 1864.

[203] Stonig, J., Schmid, T., & Müller – Stewens, G. 2022. From product system to ecosystem: How firms adapt to provide an integrated value proposition. *Strategic Management Journal*, 43 (9): 1927 – 1957.

[204] Tan, J., & Tan, D. 2005. Environment – strategic co – evolution and co – alignment: A staged model of Chinese SOEs under transition. *Strategic Management Journal*, 7: 141 – 157.

- [205] Tan, J. , & Tan, D. 2017. Far from the tree? Do private entrepreneurs agglomerate around public sector incumbents during economic transition? *Organization Science*, 28: 113 – 132.
- [206] Teece, D. J. 2007. Explicating dynamic capabilities: The nature and microfoundations of (sustainable) enterprise performance. *Strategic Management Journal*, 28 (13): 1319 – 1350.
- [207] Thomas, L. D. W. , & Ritala, P. 2022. Ecosystem legitimacy emergence: A collective action view. *Journal of Management*, 48 (3): 515 – 541.
- [208] Thompson, T. A. , Purdy, J. M. , & Ventresca, M. J. 2018. How entrepreneurial ecosystems take form: Evidence from social impact initiatives in Seattle. *Strategic Entrepreneurship Journal*, 12 (1): 96 – 116.
- [209] Toh, P. K. , & Miller, C. D. 2017. Pawn to save a chariot, or drawbridge into the fort? Firms' disclosure during standard setting and complementary technologies within ecosystems. *Strategic Management Journal*, 38 (11): 2213 – 2236.
- [210] Tuertscher, P. , Garud, R. , & Kumaraswamy, A. 2014. Justification and interlaced knowledge at ATLAS, CERN. *Organization Science*, 25 (6): 1579 – 1608.
- [211] Ulrich, K. T. 1995. The role of product architecture in the manufacturing firm. *Research Policy*, 24: 419 – 440.
- [212] Ulrich, K. T. , & Eppinger, S. D. 2008. *Product design and development*. New York, NY: McGraw – Hill Education.
- [213] van Angeren, J. , Miric, M. , & Özalp, H. 2025. Platform ecosystems, bottlenecks, and M&A activity: Implications for platform regulation. *Academy of Management Perspectives*. <https://doi.org/10.5465/amp.2023.0447>.
- [214] Verbeke, A. 2020. Will the COVID – 19 pandemic really change the governance of global value chains? *British Journal of Management*, 31 (3): 444 – 446.
- [215] Vertinsky, I. , Kuang, Y. , Zhou, D. , & Cui, V. 2023. The political economy and dynamics of bifurcated world governance and the decoupling of value chains: An alternative perspective. *Journal of International Business Studies*, 1 – 27.
- [216] Wang, R. D. , & Miller, C. D. 2020. Complementors' engagement in an ecosystem: A study of publishers' e – book offerings on Amazon Kindle. *Strategic Management Journal*, 41 (1): 3 – 26.
- [217] Wang, C. L. , Rodan, S. , Fruin, M. , & Xu, X. Y. 2014. Knowledge networks, collaboration networks, and exploratory innovation. *Academy of Management Journal*, 57 (2): 484 – 514.
- [218] Wareham, J. , Fox, P. B. , & Cano Giner, J. L. 2014. Technology ecosystem governance. *Organization Science*, 25 (4): 1195 – 1215.
- [219] Wen, W. , & Zhu, F. 2019. Threat of platform – owner entry and complementor responses: Evidence from the mobile app market. *Strategic Management Journal*, 40: 1336 – 1367.
- [220] Wenzel, M. , Stanske, S. , & Lieberman, M. B. 2020. Strategic responses to crisis. *Strategic Management Journal*, 42 (2): 7 – 18.
- [221] Wernerfelt, B. 1984. A resource – based view of the firm. *Strategic Management Journal*, 5 (2): 171 – 180.
- [222] Witt, M. A. , Li, P. P. , Valikangas, L. , & Lewin, A. Y. 2021. De – globalization and decoupling: Game changing consequences? *Management and Organization Review*, 17 (1): 6 – 15.
- [223] Williamson, P. J. , & Meyer, A. D. 2012. Ecosystem advantage: How to successfully harness the power of partners. *California Management Review*, 55 (1): 24 – 46.
- [224] Yayavaram, S. , & Ahuja, G. 2008. Decom-

posability in knowledge structures and its impact on the usefulness of inventions and knowledge – base malleability. *Administrative Science Quarterly*, 53 (2): 333 – 362.

[225] Yayavaram, S. , & Chen, W. R. 2015. Changes in firm knowledge couplings and firm innovation performance: The moderating role of technological complexity. *Strategic Management Journal*, 36 (3): 377 – 396.

[226] Yayavaram, S. , Srivastava, M. K. , & Sarkar, M. B. 2018. Role of search for domain knowledge and architectural knowledge in alliance partner selection. *Strategic Management Journal*, 39 (8): 2277 – 2302.

[227] Zenger, T. R. , Felin, T. , & Bigelow, L. 2011. Theories of the firm – market boundary. *Academy of Management Annals*, 5 (1): 89 – 133.

[228] Zhang, Y. C. , & Tong, T. W. 2021. How vertical integration affects firm innovation: Quasi – experimental evidence. *Organization Science*, 32 (2): 455 – 479.

[229] Zhang, M. Y. , & Williamson, P. 2021. The emergence of multiplatform ecosystems: Insights from China’s mobile payments system in overcoming bottlenecks to reach the mass market. *Technological Forecasting and Social Change*, 173: 121128.

[230] Zhou, Y. M. , & Wan, X. 2017. Product variety, sourcing complexity, and the bottleneck of coordination. *Strategic Management Journal*, 38 (8): 1569 – 1587.

[231] Zhu, F. , & Liu, Q. 2018. Competing with complementors: An empirical look at Amazon. com. *Strategic Management Journal*, 39: 2618 – 2642.

附录

表 1 研究情境的差异与本土理论发展的机会

分析维度	已有研究情境	中国情境	现有理论的不足	本土理论的发展机会
制度环境	稳定、全球协作、市场逻辑为主	关税战、技术脱钩、政治博弈等外部冲击频发	理论逻辑依赖全球市场协同	纳入制度冲击因素，重构理论基础
技术瓶颈的成因	技术复杂性、系统匹配失败	技术脱钩放大复杂性 + 人为瓶颈（经济寻租、地缘政治考量）	忽略制度性制造瓶颈的动因，以及瓶颈的动态演进，瓶颈的传导与级联效应	探索地缘政治因素与技术瓶颈形成、演进的交互机制与级联效应
技术瓶颈的表现形式	多为内生型（技术或协同难度）	同时包含外生型（战略封锁、人为操控）	默认瓶颈为技术自身属性	引入“外生瓶颈”概念，丰富分类与识别方法
技术瓶颈的突破路径	基于市场逻辑，强调企业技术能力提升	面临封锁，强调系统协同、技术突破、战略突围	单点突破	从创新生态系统整体视角下，探索封锁环境下的协同突破路径
瓶颈控制战略	以知识产权、标准等“法律控制”为主	需应对“事实控制” + “法律控制”的双重挑战	理论上重市场主导控制方式	构建多维控制战略：包括政治规避、能力替代、路径重构等
架构者及其动态架构能力	注重协调与标准制定，主导技术方向	面临资源受限与技术封锁，需整合有限资源突围	强调技术架构稳定性	探索“危机中重构”的动态架构能力模型
创新生态系统战略	以全球市场为导向进行系统布局	需局部自立自强，战略性构建自主生态系统	假设全球协作是可持续的	研究自主可控导向下的生态系统演化路径

表 2

检索词列表

主题	检索词	主题	检索词
Innovation Ecosystem	* ecosystem * eco - system * eco * system * complementor * * modular * orchestrat * complementarit * coordina * interdependen * align * coherenc * appropriability innovation ecosystem value creation value capture alignment	Ecosystem Strategic	manage * govern * * strateg * bottleneck strategy component strategy system strategy ecosystem control ecosystem management ecosystem structure
Bottleneck	constrain * * bottleneck * restrict * stuck * neck * * technolog * * innovation * chokepoint block component constraints key core technology crucial core technology technical problems innovation challenges flow bottleneck matching bottleneck Sine Qua Non Bottleneck extensive bottlenecks intensive bottleneck sales bottleneck technology bottleneck capacity bottleneck control bottleneck component knowledge architectural knowledge domain knowledge architectural innovation component innovation modular innovation systemic innovation autonomous innovation	Architect	architect * * lead * follow * keystone * hub * * integrat * dominan * structure design focal firm innovation integrator hub firm keystone form leader ecosystem captain ecosystem champion dynamic architecture capacity dynamic architecture ability

表3

期刊及其文献数量统计

序号	期刊名称	期刊类别	文献数量 (篇)
1	Strategic Management Journal	UT – Dallas 24 ; FT50; ABS4	44
2	Academy of Management Journal	UT – Dallas 24 ; FT50; ABS4	7
3	Academy of Management Review	UT – Dallas 24 ; FT50; ABS4	5
4	Administrative Science Quarterly	UT – Dallas 24 ; FT50; ABS4	8
5	Organization Science	UT – Dallas 24 ; FT50; ABS4	28
6	Journal of International Business Studies	UT – Dallas 24 ; FT50; ABS4	7
7	Management Science	UT – Dallas 24 ; FT50; ABS4	13
8	MIS Quarterly	UT – Dallas 24 ; FT50; ABS4	1
9	Journal of Operations Management	UT – Dallas 24 ; FT50; ABS4	1
10	Organization Studies	FT50 , ABS4	1
11	Research Policy	FT50 , ABS4	16
12	Journal of Management	FT50 , ABS4	5
13	Journal of Management Studies	FT50 , ABS4	3
14	Academy of Management Annals	FT50 , ABS4	4
15	Academy of Management Perspectives	FT50 , ABS4	2
16	Entrepreneurship Theory and Practice	FT50 , ABS4	2
17	Strategic Entrepreneurship Journal	FT50 , ABS4	1
18	Harvard Business Review	FT50 , ABS3	4
19	MIT Sloan Management Review	FT50 , ABS3	3
20	Journal of Product Innovation Management	ABS4 , 创新管理专业期刊	1
21	R & D Management	ABS3 , 创新管理专业期刊	1
22	Technological Forecasting and Social Change	ABS3 , 创新管理专业期刊	3
23	Technovation	ABS3 , 创新管理专业期刊	2
24	Industrial and Corporate Change	ABS3 , 管理类专业期刊	6
25	British Journal of Management	ABS4 , 管理类专业期刊	2
26	California Management Review	ABS3 , 管理类专业期刊	8
27	Management and Organization Review	ABS3 , 管理类专业期刊	1
28	Long Range Planning	ABS3 , 战略管理专业期刊	2
29	Journal of Organization Design	创新与战略管理等领域其他期刊	2
30	Strategy Science		2
31	Innovation Organization and Management		1
32	Academy of Management Proceedings		1
33	Academy of Management Discoveries		1
34	Innovation – Management Policy & Practice		1
35	著作, 工作论文等其他		13
合计	189 + 13 = 202		