

doi: 10.19920/j.cnki.jmsc.2024.03.008

上下同欲者胜：开放式创新生态网络结构 对价值共创影响机理^①

解学梅¹, 王宏伟^{1*}, 余生辉²

(1. 同济大学经济与管理学院, 上海 200092; 2. 上海大学管理学院, 上海 200444)

摘要: 随着市场竞争日趋激烈, 创新主体的组织形态发生了重要变化, 开放式创新生态系统范式顺应而生。由此, 本研究基于将生态系统概化为隶属关系的观点, 探讨生态网络结构对开放式创新生态系统价值共创的影响机理及其情景因素, 并通过收集生物医药行业 145 家上市公司 2010 年—2018 年构成的 1 305 个观测值的平衡面板数据, 采用社会网络分析和多元回归等方法对其进行实证检验。研究结果表明: 1) 生态网络结构的两个维度(生态网络密度和生态网络结构洞) 均对价值共创具有显著的正向影响; 2) 稳定性在生态网络结构的两个维度与价值共创关系之间发挥中介作用; 3) 生态位宽度和生态位重叠度调节生态网络结构的两个维度与价值共创的关系, 且调节效应存在差异; 4) 生态网络惯例在“生态网络结构洞—稳定性—价值共创”中介路径中发挥正向调节作用; 但由于过强的网络规范共识会导致合作伙伴之间的路径依赖, 其调节“生态网络密度—稳定性—价值共创”中介路径中的边际效应减弱。本研究不仅完善了开放式创新生态系统价值共创的理论框架, 也为企业打造更加持续稳定的开放式创新生态系统提供了理论借鉴。

关键词: 开放式创新生态系统; 生态网络结构; 生态位; 生态网络惯例; 价值共创

中图分类号: F273.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1007-9807(2024)03-0133-26

0 引言

随着技术创新的不确定性和创新模式的融合性加剧, 单个企业的创新能力日益受到挑战^[1,2]。例如, 诺基亚、柯达等企业由于完全依赖封闭式创新模式, 最终被迫退出市场。在该背景下, 开放式创新(open innovation) 打破了原有狭义的创新观念, 要求企业与外部组织构建密切的合作关系, 以促进内外技术资源相互融合, 从而实现全面高效创新^[3,4]。随后, 在全球价值网络与生态发展驱动下, 企业、大学和科研院所的创新组织形态以及政府创新政策均开始发生重要变化。例如, 2016 年中共中央和国务院发布的《国家创新驱动发展战

略纲要》指出, 要建设各类创新主体协同互动和创新要素顺畅流动、高效配置的生态系统; 2020 年第十九届五中全会也强调, 要坚定不移贯彻创新、协调、开放、共享的新发展理念, 强化企业创新主体地位。由此, 为揭示“新常态”下的经济驱动力和增长机制, 创新生态系统理论愈加得到重视。创新生态系统是由共生依存的参与者组成的网络系统, 不同参与者承担的功能及其整合模式更加多元, 并通过互利共生和协同创新实现价值的共同创造^[5,6]。例如, 苹果、谷歌等公司的创新生态系统遍布全球, 并在价值共创过程中凝聚了众多参与者。因此, “上下同欲者胜”——创新生态系统成员基于共同愿望, 相互依赖、开放协同方能共同

① 收稿日期: 2020-12-13; 修订日期: 2023-01-13。

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(71922016; 71772118); 国家社会科学基金资助重大项目(20&ZD059)。

通讯作者: 王宏伟(1991年—), 女, 山东潍坊人, 博士。Email: whw19920225@163.com

步入共创、共享的新时代^[7]。

由此,一些学者开始关注开放式创新范式下创新生态系统的相关研究。首先,一些学者对开放式创新生态系统的内涵进行了探讨。例如,Gonzalo^[8]指出,开放式创新生态系统是指拥有共同创新愿景的利益相关者大量实施开放式创新活动而形成的创新生态系统;杨伟等^[9]指出,开放式创新生态系统十分复杂,生态成员之间通常具有共生竞合等非线性交互关系和复杂的网络特征,成员之间耦合互动形成的创新网络是创新生态系统的核心。综上,本文将开放式创新生态系统(open innovation ecosystem)界定为“在共生环境影响下,核心企业与其他创新主体基于价值共创导向共生依存,频繁实施开放式创新活动,不断吸收外部创新思想和优化自身生态位所形成的有机生态系统”。其次,一些学者对开放式创新生态系统的运行特征、模式等进行了探讨。例如,West和Wood^[10]认为,开放式创新生态系统中的核心企业能充分利用内外部资源进行协同创新,并在价值网络中发挥主导作用,从而满足开放式创新生态系统其他成员的需求。Xie和Wang^[11]认为,企业间协作、产学研合作、技术转让、资产剥离等多种开放式创新生态系统运行模式耦合而成的路径更能诠释高水平的产品创新。

纵观已有文献,现有针对开放式创新生态系统的研究仍处于探索阶段,尚不够深入和全面,尤其对开放式创新生态系统内在作用机制的研究较为匮乏。具体而言,现有文献主要存在以下几个方面研究局限需深入探讨。首先,尽管已有研究强调开放式创新生态系统对社会经济发展的重要性、倡导采用结构主义方法(Structuralist approaches)概念化生态系统的构造^[12],但目前对支持开放式创新生态系统价值共创的结构和实践的理解仍非常有限^[13,14]。其次,现有研究主要聚焦网络结构与创新绩效之间的关系^[15],较少从开放式创新生态系统层面,将生态网络结构纳入到生态系统价值共创的发展路径进行实证研究。再次,现有研究主要聚焦创新生态系统稳定性的前因变量^[16]以及创新生态系统共生演化的稳定性条件^[17],较少有研究从开放式创新生态系统的结构要素和本质特征出发,以价值共创为导向,探讨开放式创新生态系统稳定性发挥的作用。

最后,现有研究忽略了生态学理论与创新生

态系统整体效益的内在关系问题,鲜有研究涉及创新生态网络结构向价值共创转化的情景机制。一方面,在开放式创新生态系统中,每种物种均占有特定的生态位,具有不同生态位的创新主体通过资源互补和交叉互动的方式与其他创新主体联结成不同结构的创新生态网络,并通过自组织和自适应,实现不同创新主体的共同进化^[5,18,19]。由此,本研究拟从生态位视角探究生态网络结构促进价值共创的情景机理。另一方面,开放式创新生态系统存在一定不确定性与复杂性,而生态网络惯例所累积的信任体系可以推动组织之间构建深入、持久的资源交流模式^[20],影响共生依存关系以及开放式创新生态系统的稳定发展^[21]。由此,从生态网络惯例视角探讨生态网络结构影响生态系统稳定性、进而影响价值共创的路径有助于丰富开放式创新生态系统的理论研究。

综上,本研究在剖析现有研究局限基础上,拟挖掘生态网络结构视角下开放式创新生态系统价值共创的发展路径及其情景机制。具体而言,首先,参照Luo^[12]的研究,本文将开放式创新生态系统抽象为由技术依赖关系连接的创新网络,其中创新主体基于对核心企业目标价值的认同,与之进行合作共生的开放式创新活动,从而形成以核心企业为中心、以与之进行合作创新的组织为边界的松散网络结构;并拟从创新生态网络密度和结构洞两个维度出发,深入分析生态网络结构对创新生态系统价值共创的影响。其次,为有效实施实证研究,本研究将开放式创新生态系统稳定性概化为开放式创新生态网络稳定性,并探究其在生态网络结构的两个维度与价值共创关系之间的传导作用,揭开其内在的“理论暗箱”。再次,从生态位和生态网络惯例视角,挖掘开放式创新生态网络实现稳定发展以及价值共创的适应条件。由此,本研究在深化开放式创新生态系统理论框架的同时,对引导企业更好地设计、调整其参与的开放式创新生态系统结构,更高效地打造合作共赢局面具有重要现实意义。

1 理论与假设

1.1 理论框架

生态系统是由存在隶属关系和相互作用的利

己参与者进行价值共创所形成的共生网络^[22,24]。为诠释生态系统,Adner^[13]提出了“将生态系统视作隶属关系”(ecosystem-as-affiliation)以及“将生态系统视作结构”(ecosystem-as-structure)两种观点。“隶属观”将生态系统视为由其网络和平台从隶属关系所界定的相关行动者的群落,注重打破传统行业边界、提升相互依赖程度和产生生态系统共生关系的潜力,强调合作伙伴网络密度和参与者在网络中的中心地位等指标^[13]。该观点认为,核心参与者可以通过增加其生态系统中参与者的数量和密度提高其中心性、预期能力和议价能力^[13,25],并通过直接和间接网络外部性促进系统整体价值创造^[13]。“隶属观”强调参与者之间的联系,以生态系统能够产生的可能的价值主张为终点^[13,26];而“结构观”始于价值主张,并以确定需要相互作用以促成价值主张的一组参与者为终点^[13]。由于寻找互补参与者并与其建立联系需要投入大量成本,因此,协调资源一般来自核心企业现有创新网络或已建立的生态系统^[23,27]。鉴于开放式创新生态系统是生态系统研究的一个子类,故运用“生态系统隶属观”从企业现有创新网络视角对开放式创新生态系统展开研究对于本文探索现有资源与新兴资源的互补更具现实意义。综上,本研究将理论框架着眼于组织交互关系的结构维度,并通过生态网络密度和结构洞来刻画核心企业在开放式创新生态系统的参与结构;此外,鉴于以技术依赖为特征的参与结构有利于增强生态系统整体的价值共创能力^[12],本研究进一步探究生态网络结构的两个维度对开放式创新生态系统价值共创的影响机制(研究框架如图1所示)。

1.2 生态网络结构与价值共创

创新生态系统的本质特征是系统内生态成员之间构成的网络关系^[28];即生态网络(ecological network)是生态系统概念的具象化,是核心创新主体及其利益相关者基于共同目标在多元化生态环境中通过物质流、能量流、信息流、知识流等联结传导所形成的共生竞合、动态演化的网络^[29,30]。由此,本研究的开放式创新生态网络(open innovation ecological network)是指由核心企业与其他多类创新物种连接交织以及合作共生而形成的松散耦合网络,其中的创新主体以开放式创新为主要行为模式,通过围绕共享的技术、知识和技能共

同创造价值^[11,31]。鉴于开放式创新生态网络具有一般创新网络的结构特征,基于已有研究^[32-34],本文从生态网络密度和生态网络结构洞两个维度探讨开放式创新生态网络的结构特征;其中,生态网络密度(ecological network density)刻画了开放式创新生态系统中核心企业与其他创新主体间联系的紧密程度,密度越高,代表网络参与者之间的联系越紧密,越能促进高水平的知识共享和信息传播^[35,36];生态网络结构洞(ecological network structural holes)刻画了开放式创新生态系统组织联结过程中的“非重复关系”,即富含结构洞的参与者可以接近彼此之间不相连的合作伙伴,能够更大程度获得异质性的资源^[11,37]。

开放式创新生态网络结构能够影响创新资源的流动速度以及创新成果的产出效率,由此促进开放式创新生态系统的价值共创。一方面,从生态网络密度角度来看,首先,高网络密度所形成的合作关系更能促进核心企业对创新资源的不断获取^[15],有利于推动其生态系统共同创新目标的实现。其次,紧密联系的创新主体对彼此了解和信任的程度更高,能够提高联合解决问题的能力,由此提高合作决策和行动的效率^[36,38]。最后,在网络密度较高的生态系统中,核心企业与其他创新主体的共生依存程度较高,能够有效防范机会主义行为、降低合作风险,达到互利互惠的共赢局面^[39]。

另一方面,从生态网络结构洞角度来看,处于优势结构洞位置的核心企业通常具有资源信息优势和控制优势,从而促进以核心企业为中心的创新生态系统的价值共创^[14,40]。首先,开放式创新生态系统中各创新主体差异较大,所拥有的知识和资源类型不同,因而处于生态网络结构洞位置的核心企业不仅能够获取异质性战略资源,还能将信息加以整合并扩散至其他生态网络成员^[41],从而降低整体生态网络的信息冗余性和信息搜索的不确定性^[42],提升生态网络价值共创的效率。其次,生态网络结构洞桥接的是两两互不相连的创新主体,当核心企业跨越更多结构洞形成更多异构联系时,会使生态网络的其他成员对核心企业的依赖程度加大,占据控制优势^[43],这不仅有利于其他创新生态网络成员为核心企业的价值主张做出创新努力、增加异构资源重组的机会,还有利于降低组织间合作研发的不确定性和整体创新

生态网络的合作成本^[43],促进共生合作价值的高效产出.由此,提出以下假设.

H1a 在开放式创新生态系统中,核心企业的生态网络密度对开放式创新生态系统价值共创具有正向影响,即核心企业的网络密度越大,开放式创新生态系统价值共创的程度越高.

H1b 在开放式创新生态系统中,核心企业的生态网络结构洞对开放式创新生态系统价值共创具有正向影响,即核心企业占据越丰富的结构洞时,开放式创新生态系统价值共创的程度越高.

1.3 生态网络稳定性的中介效应

开放式创新生态系统稳定性的本质是系统成员构成的创新生态网络共生关系的稳定性^[28].开放式创新生态系统中各要素之间物质、信息、能量的流动频繁且复杂多元,合作单元必须具备创新能力、适应能力以及稳定的网络结构才能保持整个系统结构和功能的稳定性;并在此基础上进行相应的资源投入,从而在互利共生的稳定模式下实现创新突破.鉴于此,本文所研究的开放式创新生态系统稳定性本质上是由开放式创新生态网络稳定性刻画(为方便论述,后文将其称为生态网络稳定性或稳定性),并将其界定为面对创新生态环境的不确定性时,核心企业所在的合作共生网络维持自身联结持续性的能力^[44,45].网络关系的建立是稳定性的重要保障^[28],同时生态网络稳定性又是开放式创新生态系统实现价值共创的保障^[46].由此,本研究结合前文假设逻辑,进一步挖掘稳定性在生态网络结构与价值共创关系之间的中介作用.

首先,就生态网络密度而言,一方面,高网络密度可以增加合作主体之间的信任和默契程度、降低核心企业面临的不确定性^[15,36,39],从而保障开放式创新生态网络的稳定发展.另一方面,各创新主体之间保持稳定的合作关系不仅有利于知识的流动以及创新资源的合理配置,还有利于维持互利、互惠、互信的共生依存状态,从而形成生态网络成员之间资源的稳定交换关系,最终对价值共创产生积极影响^[16,28,47].归纳而言,创新主体能够通过增强与其他利益相关者的联系来确保开放式创新生态网络的稳定运行,并最终在稳定发展的创新生态网络中实现价值共创^[16,48].

其次,就生态网络结构洞而言,一方面,占据

结构洞位置的企业可以剔除冗余合作伙伴,把有限的精力投入到维系信息互补性较强的联系上^[43],从而确保核心企业创新生态网络连接的持续性以及整体网络的稳定性.另一方面,处于生态网络结构洞位置的企业充当着网络中信息与知识交换的媒介、拥有选择共生合作关系的优先权,能够更好地控制市场变革的节奏^[40,49],促进以其为核心的开放式创新生态网络的稳定发展.而稳定的生态网络关系有助于建立组织间专属的关系资本,提高网络成员关系的适应性与协调性,增强参与者对创新生态系统共性技术的研发投入^[50],从而有助于更深层次的合作,改善彼此的创新绩效.归纳而言,创新主体可以通过最小化合作伙伴之间的冗余联结以提升开放式创新生态网络的稳定性,进而实现价值共创^[51].由此,提出以下假设.

H2a 在开放式创新生态系统中,生态网络稳定性在生态网络密度与价值共创关系之间发挥中介作用.

H2b 在开放式创新生态系统中,生态网络稳定性在生态网络结构洞与价值共创关系之间发挥中介作用.

1.4 生态位的调节效应

生态位理论(niche theory)是生态学领域的关键概念,刻画了生物物种在生态系统中所占据的地位以及该物种与其他生物及环境之间的相互作用^[52].常用生态位宽度理论和生态位重叠度理论刻画;其中,生态位宽度(niche breadth)是指物种在生态环境中所能利用的资源总和;生态位重叠度(niche overlap)是指两个或两个以上的种群对同一种资源的共同利用程度^[53].

就生态位宽度而言,企业提升资源多样性是促进差异化发展、保障创新生态系统持续运作的有效途径^[54].在开放式创新生态系统中,核心企业的生态位宽度越大,对不同资源的利用程度就越高,由此能够有效提升企业寻求互补网络关系的积极性,进而影响其在创新生态系统内与其他企业的合作共生状态和价值共创效率^[55].然而,生态位宽度对生态网络结构与开放式创新生态系统价值共创之间关系的影响因网络联结形态的不同而存在差异.一方面,当企业拥有更广泛的创新资源时,生态网络密度大的创新主体可以更好地

发挥紧密联结关系所带来的优势,从而促进价值共创。生态网络密度越大,创新主体的互动合作越频繁,从而在信任层面^[15]、创新产出效率层面^[56]、合作关系管理层面^[39]都更加深入和高效。此时,企业生态位宽度越大,已有的合作基础就越能更好地吸收和转化多样化资源优势以增加价值产出;同时,差异化资源能够更好地促使核心企业与其他创新主体建立互补性合作^[5],从而在密集网络与较宽生态位的双重优势作用下实现价值溢出效应。另一方面,企业生态位宽度越大,核心企业所占据的生态网络结构洞优势则不再明显,此时其对价值共创的促进作用受到抑制。首先,两者所发挥的作用较为相似,拥有生态网络结构洞优势的核心企业若生态位宽度较大,则会造成资源紊乱,不利于其发挥控制优势,导致机会主义行为,不利于创新价值的共创。其次,核心企业基于庞杂的资源储备,由于认知能力限制以及对大量异质性知识运用经验的缺乏而难以对其进行充分吸收、利用和转化,从而增加信息筛选成本和降低创新效率^[57],由此限制了创新价值产出。

就生态位重叠度而言,较高的生态位重叠度意味着资源竞争更加激烈^[53]。各创新主体为了在严峻的环境下生存会进行较多的变革与创新,导致各创新主体之间的合作成本和风险提升^[58],组织间的合作关系面临巨大挑战,从而影响开放式创新生态系统的价值共创。然而,生态位重叠度对生态网络结构与开放式创新生态系统价值共创关系的影响也因网络联结形态的不同而存在差异。一方面,生态位重叠度越高,生态网络密度对价值共创的促进作用越弱。竞争激烈的创新环境要求企业拥有多样化的资源以应对挑战,而长期紧密的依存关系可能导致一定程度上的战略趋同和知识锁定,造成低水平重复研发,由此抑制企业创新的可能性^[34],难以发挥生态网络密度对价值共创的促进作用。此外,在激烈的竞争压力下,较高的生态网络密度可能会影响合作主体之间的关系质量^[59],使得创新主体无法以弹性状态灵活抵抗激烈的竞争环境,最终无法实现价值共创。另一方面,生态位重叠度越高,生态网络结构洞对价值共创的促进作用越强。当创新资源的竞争程度增加时,若核心企业能够利用其信息传递枢纽的地位发挥在信息获取和控制权上的优势,则竞争可以

对其创新产出产生激励作用^[60]。此外,拥有生态网络结构洞优势的企业更易以丰富的非冗余资源在激烈的竞争环境中实现资源重组和创新突破,创造更多的合作价值^[61]。

基于上述论述,提出以下假设。

H3a 生态位宽度在生态网络密度与开放式创新生态系统价值共创关系之间发挥正向调节作用。

H3b 生态位宽度在生态网络结构洞与开放式创新生态系统价值共创关系之间发挥负向调节作用。

H3c 生态位重叠度在生态网络密度与开放式创新生态系统价值共创关系之间发挥负向调节作用。

H3d 生态位重叠度在生态网络结构洞与开放式创新生态系统价值共创关系之间发挥正向调节作用。

1.5 生态网络惯例的调节效应

生态网络惯例(ecological network routine)是指在创新生态系统中创新主体与其他合作组织在不断的交互合作创新过程中形成的一种默契的行为模式和规范共识^[62,63]。当核心企业与其合作伙伴之间形成的生态网络惯例越成熟,核心企业越能利用自身的网络结构优势促进开放式创新生态网络的稳定发展,此时各创新主体之间能够进行频繁的知识流动与资源共享^[64]。在此情景下生态网络稳定性在生态网络结构与价值共创之间的中介作用将得以加强。

就生态网络密度而言,生态网络惯例越成熟,生态网络稳定性在生态网络密度与价值共创关系之间的中介作用越强。首先,约定俗成的网络惯例使知识转移具有路径依赖性,网络成员之间高水平的默契和规范有助于核心知识资源的有序转移^[65]。由此,生态网络惯例水平越高,与其他创新主体保持紧密联系的核心企业越能够降低组织知识搜寻成本和认知成本,强化对已有知识的转移和共享、建立互惠稳定的互动关系;进而通过创新生态网络稳定性的提高来增强生态网络成员的价值共创意愿^[65,66]。其次,随着网络惯例的成熟,组织成员之间的信任程度提高,企业能够提升与合作伙伴的互动频率与交流深度,降低机会主义和投机风险,从而确保更高的生态网络稳定性,此

时,密切联结的生态网络成员通过稳定的生态网络进行创新资源的合理分配和有效利用,能够提高合作效率,最终实现开放式创新生态系统不同创新主体的价值共创^[18,65,66].

就生态网络结构洞而言,生态网络惯例水平越高,开放式创新生态网络的稳定发展在结构洞与价值共创关系之间的中介作用越强.首先,当核心企业与其合作伙伴之间达成高水平的规范、共识等网络惯例时,处于结构洞位置的企业更易打造互补性资源池,从而为与合作伙伴进行知识创新和协同增值提供要素基础,保障开放式创新生态网络的稳定性发展;并通过生态网络资源的充分流动和组织间稳定的关系联结,促进核心企业与外部组织更加顺利地开展创新合作活动^[67].其次,成熟的生态网络惯例能够降低合作创新的高

失败率,有利于占据优势结构洞位置的企业维护其与网络成员之间的“关系纽带”、维持并协调生态网络稳定高效运行^[63,68],促进占据优势结构洞位置的企业通过稳定运行的网络与其合作伙伴进行交叉知识创造以及不同技术领域的融合,从而实现价值共创.

基于上述论述,提出以下假设.

H4a 在开放式创新生态系统中,生态网络惯例调节生态网络稳定性在生态网络密度与价值共创之间的中介关系,即生态网络惯例越规范,这一中介关系越强.

H4b 在开放式创新生态系统中,生态网络惯例调节生态网络稳定性在生态网络结构洞与价值共创之间的中介关系,即生态网络惯例越规范,这一中介关系越强.

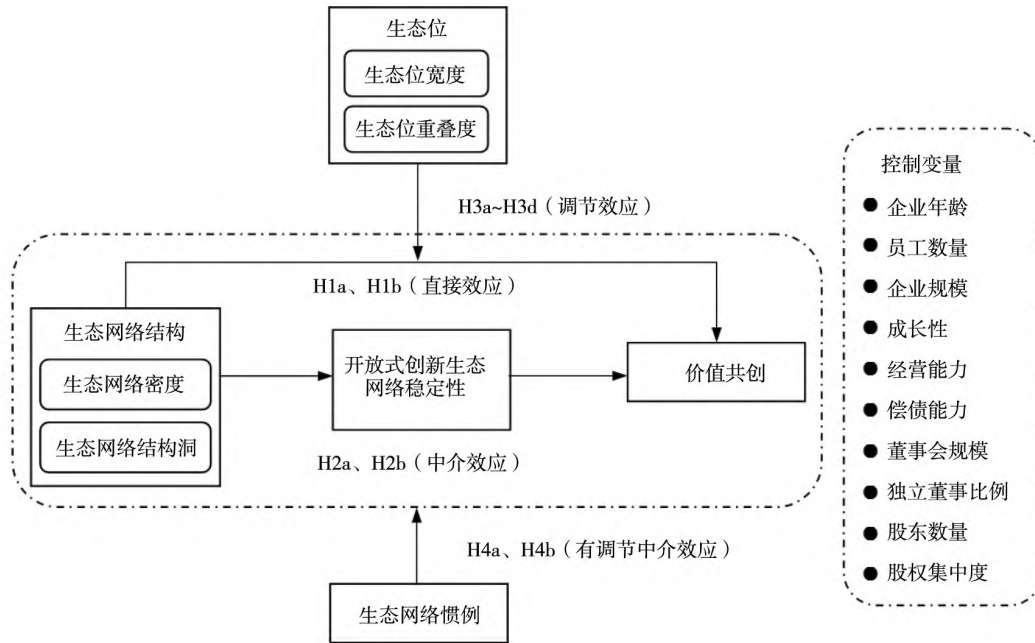


图1 理论模型

Fig.1 Theoretical model

2 研究设计

2.1 数据来源

样本来源于沪深A股上市生物医药行业企业.选择原因在于生物医药作为技术密集型产业更强调创新这一核心竞争力.本研究通过以下步骤筛选研究对象:1)通过Wind数据库获得企业名录;2)剔除ST和*ST企业以及同时在B股上市企业;3)剔除

无联合专利及数据披露缺失严重的企业,最终获得由145家生物医药上市企业2010年—2018年共1305个观测值构成的平衡面板数据.

2.2 变量测度

2.2.1 生态网络结构

创新生态网络是以核心企业为中心、以与之进行合作创新和合作研发的组织为边界构成的自我网络;其中本研究的核心企业是来自生物医药行业的上市企业,外围组织是与核心企业在功能

上互补、在技术上相互关联、在形式上彼此独立的群体,包括高校、科研院所、医院、其他企业、制药厂、重点实验室等相关主体。本研究根据每年联合专利申请情况构建以样本企业为核心、以与其合作申请专利的组织为网络成员的自我网络;在此基础上,运用社会网络分析法并采用 Ucinet 软件计算生态网络密度和生态网络结构洞。具体而言,结合 Leenders 和 Dolfisma^[32]、吴结兵和徐梦周^[34]的研究,以核心企业所构建的开放式创新生态网络中实际存在的联系与该生态网络联系容量的比值测度生态网络密度(DENSITY),测度公式如式(1)所示,其中 D_i 为生态网络密度; L 为生态网络中实际存在的联系数量; n 为生态网络中生态成员的个数。

$$D_i = \frac{L}{n(n-1)} = \frac{2L}{n(n-1)} \quad (1)$$

参考刘善仕等^[33]的研究,以应用较为广泛的限制度指数作为衡量生态网络结构洞丰富程度的指标,测度公式如式(2)所示;其中 SHD_i 表示开放式创新生态网络成员结构洞指数; C_i 表示生态成员 i 在开放式创新生态网络受到的总约束, C_i 越大,生态成员占据的结构洞越小,由此采用 1 与 C_i 的差值代表生态成员结构洞的丰富程度; C_{ij} 表示生态成员 i 与 j 之间的直接和间接关系投入的约束程度,即“约束指数”; P_{ij} 表示生态成员 i 与成员 j 的直接联系占成员 i 所有联系的比例强度; $\sum_q P_{iq} P_{qj}$ 则表示生态成员 i 通过成员 q 与成员 j 形成间接联系的比例强度。

$$\begin{aligned} SHD_i &= 1 - C_i = 1 - \sum_{j=1}^n C_{ij} \\ &= 1 - \sum_{j=1}^n (P_{ij} + \sum_q P_{iq} P_{qj})^2 \end{aligned} \quad (2)$$

2.2.2 稳定性

参考 Kumar 和 Zaheer^[44] 以及宋华和陈思洁^[45] 研究,开放式创新生态网络稳定性(STABILITY)是以核心企业每年在创新生态系统内基于专利申请的合作伙伴关系变动数与合作伙伴关系总数的比值作为波动值,再以 1 与波动值的差值对稳定性进行测度,具体如式(3)所示。其中 S_i 为稳定性; T^+ 表示核心成员第 T 年与第 $(T-1)$ 年相比增加的合作伙

伴数量; T_{total} 表示核心成员第 $(T-1)$ 年和第 T 年所拥有的非重复的合作伙

$$S_i = 1 - \frac{T^+ + T^-}{T_{total}} \quad (3)$$

2.2.3 价值共创

开放式创新生态系统的价值共创是指核心企业及其网络成员基于对共同目标价值的认同,通过开放式创新活动的共同努力,从而促进所认同的目标价值的实现并从中获益^[47,50]。价值共创成果体现在多个层面,包括技术层面和创新层面的提升,也包括经济效益的提高,甚至包括企业运行机制和战略层面的突破。因此,实证研究无法做到全面识别价值共创的成果,但可以尽可能地选用更具代表性的指标来增加研究的合理性与精准性。鉴于本研究是围绕某一特定核心企业构建开放式创新生态系统,且核心企业能够在该系统的价值共创过程中发挥关键作用^[50,69],而核心企业与生态系统成员的联合专利研发数据能够在一定程度上反映成员间进行价值共创行为所获得成果的公共部分;由此,本研究参考 Stek 等^[70] 和 De Silva 等^[71] 的研究,以核心企业与其他创新主体的联合专利申请数量作为价值共创(CO_VALUE)的测度。一方面,专利数据是生物医药行业的重要创新产出;另一方面,联合专利申请数量直接反映了开放式创新生态系统的价值溢出。

2.2.4 生态位

生态位宽度描述了生态成员对资源利用的范围和数量^[53]。首先,参考雷雨嫣等^[16] 的研究,从技术资源位、研发资源位、市场资源位三个维度构建资源矩阵;其中,技术资源位是由核心企业的专利申请数量作为测度,研发资源位是由核心企业的研发支出作为测度,市场资源位采用核心企业的利润总额作为测度。其次,对所收集的生态资源位数据集进行 MIN-MAX 标准化处理,所采用的标准化公式如式(4)所示,其中 x_{ih} 为原始数据, MAX_h 为指标最大值, MIN_h 为指标最小值, X_{ih} 为标准化后的指标数据。

$$X_{ih} = \frac{x_{ih} - MIN_h}{MAX_h - MIN_h} \quad (4)$$

参考 Papacostas 和 Freestone^[72] 的研究,生态位宽度(BREADTH)以广泛使用的 Levins 公式进

行计算,具体如式(5)所示;其中 B_i 为生态位宽度; $P_{ih} = X_{ih}/Y_i$ 为开放式创新生态系统成员 i 对第 h 类资源的利用值与该成员所利用资源总数的比例。

$$B_i = \frac{1}{\sum_{h=1}^3 P_{ih}^2} \quad (5)$$

生态位重叠度反映了两个生态成员分享或竞争同一资源的现象^[53]。参考姚艳虹等^[73]的研究,生态系统成员之间的生态位重叠度(*OVERLAP*)以广泛使用的 Pianka 公式进行计算,具体如式(6)所示;其中 O_{ij} 为开放式创新生态系统成员 i 和成员 j 的生态位重叠度; $P_{jh} = X_{jh}/Y_j$ 为成员 j 对第 h 类资源的利用值占其资源利用总数的比例;生态位重叠度的范围是 $[0, 1]$ 其中 0 表示生态位完全分离, 1 表示生态位完全重叠。计算结果为 $N \times N$ 矩阵,以矩阵中核心企业所在列的均值作为其生态位重叠度的取值^[53]。

$$O_{ij} = \frac{\sum_{h=1}^3 P_{ih} P_{jh}}{\sqrt{\sum_{h=1}^3 P_{ih}^2 \sum_{h=1}^3 P_{jh}^2}} \quad (6)$$

2.2.5 生态网络惯例

生态网络惯例能够刻画生态系统成员通过经验积累而形成的行为默契^[62,64]。本研究参考 Dosi 等^[62]和 Heimeriks 和 Duysters^[74]的研究,采用核心企业与其他创新主体累计到当年非初次联合申请专利的合作频次作为生态网络惯例(*ECO_ROUTINE*)的测度。

2.2.6 控制变量

开放式创新生态系统的发展可能同时受诸多其他因素的影响,因此本研究选择以下多个层面的控制变量以增加检验的可靠性与稳健性。1) 核

心企业年龄(*AGE*):以核心企业成立年限进行测度。2) 核心企业员工数量(*LGSIZE*):以核心企业当年员工数量取对数值进行测度。3) 核心企业规模(*LGSCALE*):以核心企业总资产取对数值进行测度。4) 核心企业成长性(*GROWTH*):以核心企业营业总收入同比增长率测度。5) 核心企业经营能力(*TATO*):以核心企业总资产周转率进行测度。6) 核心企业偿债能力(*LEV*):以核心企业资产负债率进行测度。7) 核心企业董事会规模(*BD-SIZE*):以核心企业的董事会人数进行测度。8) 核心企业独立董事占比(*INDIR*):以核心企业独立董事数占董事总数比例进行测度。9) 核心企业股东数量(*LGSH*):以核心企业股东数量取对数值进行测度。10) 核心企业股权集中度(*SCON*):以核心企业的第一大股东持股比例进行测度。

3 实证结果分析

3.1 描述性与相关性分析

本研究使用 Gephi 软件,以三年为一个时间窗口,对样本创新合作网络进行可视化呈现。图2结果表明:一方面,随着时间演进,我国生物医药行业开放式创新生态网络总体规模不断扩大,重要结点不断增加,并且以核心企业为中心的各主体之间的开放式创新合作关系越来越密切;另一方面,尽管现有开放式创新生态网络规模较大,核心企业占据优势位置,但除部分核心企业外,边缘创新主体仍然聚焦短期的两两合作。归纳而言,生物医药行业开放式创新生态网络的合作稳定性有待加强。因此,本研究针对开放式创新生态网络稳定性提出假设模型并进行实证检验具有现实必要性。

表1为各变量的均值、标准差以及 Pearson 相关

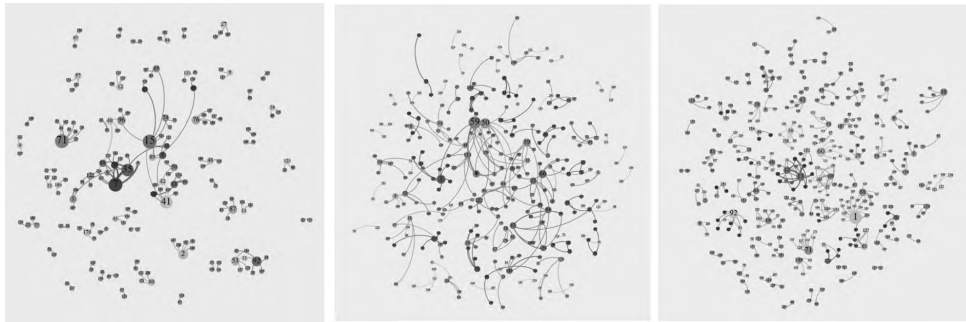


图2 2010年—2018年生物医药行业开放式创新生态系统合作网络演进图

Fig. 2 Evolution map of open innovation ecosystem cooperation network in biomedical industry, 2010 - 2018

表 1 描述性统计与 Pearson 相关系数矩阵
Table 1 Descriptive statistics and Pearson correlation coefficient matrix

| 变量 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 |
|-----------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|-----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|--------|
| 1. CO_VALUE | 1.000 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2. AGE | 0.047* | 1.000 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3. LGSIZE | 0.212*** | 0.269*** | 1.000 | | | | | | | | | | | | | | |
| 4. LGSCALE | 0.230*** | 0.365*** | 0.832*** | 1.000 | | | | | | | | | | | | | |
| 5. GROWTH | -0.046* | -0.143*** | -0.206*** | -0.223*** | 1.000 | | | | | | | | | | | | |
| 6. TATO | -0.048* | -0.037 | 0.293*** | 0.047* | 0.034 | 1.000 | | | | | | | | | | | |
| 7. LEV | -0.063** | 0.102*** | 0.233*** | 0.089*** | 0.109*** | 0.303*** | 1.000 | | | | | | | | | | |
| 8. BDSIZE | 0.095*** | 0.195*** | 0.431*** | 0.568*** | -0.241*** | -0.067** | -0.179*** | 1.000 | | | | | | | | | |
| 9. INDIR | 0.047* | 0.182*** | 0.305*** | 0.478*** | -0.228*** | -0.131*** | -0.185*** | 0.781*** | 1.000 | | | | | | | | |
| 10. LGSB | 0.113*** | 0.241*** | 0.453*** | 0.652*** | -0.200*** | -0.227*** | -0.164*** | 0.736*** | 0.714*** | 1.000 | | | | | | | |
| 11. SCON | 0.059** | 0.059** | 0.357*** | 0.443*** | -0.122*** | -0.088*** | -0.200*** | 0.558*** | 0.520*** | 0.584*** | 1.000 | | | | | | |
| 12. DENSITY | 0.579*** | 0.046* | 0.201*** | 0.224*** | -0.051* | -0.036 | 0.003 | 0.089*** | 0.046** | 0.106*** | 0.072*** | 1.000 | | | | | |
| 13. SHD | 0.246*** | 0.047* | 0.100*** | 0.148*** | -0.071** | -0.046** | -0.033 | 0.105*** | 0.110*** | 0.120*** | 0.096*** | 0.230*** | 1.000 | | | | |
| 14. BREADTH | 0.712*** | 0.116*** | 0.445*** | 0.473*** | -0.114*** | -0.009 | 0.015 | 0.247*** | 0.135*** | 0.251*** | 0.127*** | 0.553*** | 0.329*** | 1.000 | | | |
| 15. OVERLAP | -0.675*** | -0.045 | -0.197*** | -0.192*** | 0.052* | 0.008 | 0.007 | -0.070** | -0.021 | -0.077*** | -0.013 | -0.407*** | -0.112*** | -0.595*** | 1.000 | | |
| 16. STABILITY | 0.407*** | 0.063** | 0.101*** | 0.135*** | -0.050* | -0.067** | -0.043 | 0.084*** | 0.081*** | 0.107*** | 0.072*** | 0.293*** | 0.360*** | 0.427*** | -0.243*** | 1.000 | |
| 17. ECO_ROUTINE | 0.737*** | 0.132*** | 0.290*** | 0.331*** | -0.050* | -0.088*** | -0.052* | 0.150*** | 0.099*** | 0.166*** | 0.097*** | 0.518*** | 0.182*** | 0.632*** | -0.507*** | 0.392*** | 1.000 |
| mean | 3.015 | 15.062 | 3.262 | 9.332 | 0.237 | 0.695 | 0.336 | 7.228 | 0.310 | 3.346 | 0.269 | 0.335 | 0.363 | 1.339 | 0.984 | 0.124 | 12.965 |
| S.D. | 8.142 | 5.750 | 0.522 | 0.585 | 0.391 | 0.363 | 0.201 | 3.493 | 0.148 | 1.919 | 0.191 | 0.849 | 0.480 | 0.361 | 0.064 | 0.293 | 30.310 |
| VIF | - | 1.230 | 4.520 | 5.540 | 1.120 | 1.470 | 1.310 | 3.420 | 3.080 | 3.510 | 1.740 | 1.580 | 1.240 | 3.000 | 1.690 | 1.390 | 1.990 |

注：*** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$; 样本数为 1 305.

系数矩阵.结果显示,生态网络密度、结构洞、稳定性与价值共创之间存在显著的正相关关系,相关系数方向与研究假设关系基本相符.由此,各变量之间的相关关系得到初步验证.此外,本研究进行了多重共线检验,表1结果表明,各解释变量的方差膨胀因子(variance inflation factor, *VIF*)均小于5.540,远小于临界值10,表明多重共线性问题存在的可能性较小.

3.2 基准回归结果

3.2.1 直接效应与中介效应检验

Hausman 检验结果显示解释变量与个体效应显著相关,故本研究假设检验采用固定效应模型.表2是生态网络结构对价值共创直接效应的检验结果以及生态网络稳定性在这一关系中的中介作用检验结果.模型5和模型6结果显示,生态网络密度($\beta = 3.697, p < 0.01$)和结构洞($\beta = 2.157, p < 0.01$)对价值共创均具有显著的正向影响,即H1a和H1b得到验证.模型2和模型3的回归结果显示,生态网络密度($\beta = 0.037, p < 0.01$)和结构洞($\beta = 0.120, p < 0.01$)均对稳定性具有显著的正向影响.此外,无论是将生态网络结构的两个维度和稳定性分别纳入模型7或模型8对价值共创进行回归,还是全部纳入模型9进行全模型回归,结果均显示稳定性对价值共创具有正向影响($\beta = 3.913, p < 0.01$),且生态网络密度($\beta = 3.476, p < 0.01$)和结构洞($\beta = 1.128, p < 0.01$)对价值共创的正向影响程度减弱,说明稳定性在生态网络密度、结构洞与价值共创关系之间发挥中介作用,H2a和H2b成立.

3.2.2 生态位的调节效应检验

生态位对生态网络结构与价值共创关系的调节效应检验结果如表3所示.模型4结果表明,生态位宽度在生态网络密度与价值共创关系之间发挥正向调节作用($\beta = 1.692, p < 0.05$);生态位宽度在生态网络结构洞与价值共创关系之间发挥负向调节作用($\beta = -3.110, p < 0.05$),H3a、H3b得到支持.此外,基于模型2和模型3的结果对生态位宽度在生态网络结构与价值共创关系中的调节效应进行可视化;图3a表明,当生态位宽度组内

中心化取值高于-0.498时,生态网络密度对价值共创的边际效应随着生态位宽度取值的增大而增大;图3b表明,当生态位宽度组内中心化取值高于-0.004时,生态网络结构洞对价值共创的边际效应随着生态位宽度取值的增大而减小.模型8结果显示,生态位重叠度在生态网络密度与价值共创关系之间具有负向调节作用($\beta = -9.318, p < 0.01$);而在生态网络结构洞与价值共创关系之间具有正向调节作用($\beta = 28.285, p < 0.01$),H3c、H3d得到验证.同样,基于模型6和模型7的结果对生态位重叠度在生态网络结构与价值共创关系之间的调节作用进行可视化;图3c表明,当生态位重叠度组内中心化取值高于0.378时,生态网络密度对价值共创的边际效应随生态位重叠度取值增大而减小;图3d表明,当生态位重叠度组内中心化取值高于-0.034时,生态网络结构洞对价值共创的边际效应随生态位重叠度取值的增大而增大.

3.2.3 有调节的中介效应检验

为验证有调节中介关系,本研究运用 Bootstrapping 方法进行5000次重复抽样,并构建95%偏差校正置信区间,以检验有调节的中介效应模型.表4结果显示,当生态网络惯例水平较低时,生态网络结构洞通过生态网络稳定性影响价值共创的间接效应为0.318(CI = [0.028, 0.718]);当生态网络惯例水平较高时,结构洞通过生态网络稳定性影响价值共创的间接效应为0.825(CI = [0.431, 1.373]);因置信区间均不包括零,表明无论生态网络惯例取低值还是高值,生态网络结构洞通过生态网络稳定性对价值共创的间接效应均显著,且生态网络惯例取高值时,效应系数更高,因此,H4b得到验证.然而,生态网络惯例调节“生态网络密度-稳定性-价值共创”的边际效应减弱,H4a未得到验证.

3.3 Post-hoc 分析

为进一步探索H4a不成立的原因进行 Post-hoc 检验.生态网络惯例诠释了网络成员的行为默契与合作规范共识,代表着生态网络演化和发

展的程度;但达到一定程度后,固化的合作模式与过度的路径依赖会导致进入壁垒提高,由此降低知识流动与传播速度;尤其达到阈值后会抑制知识的转移,从而不利于网络的有序发展^[21,63].由于企业规模对网络惯例的形成和发展具有重要作用^[75];当企业规模较小时,难以占据优势的网络位置,易成为网络规则与网络惯例的“被动接受者”^[63].因此,本研究将样本划分为大型和中小型企业两个子样本来分别代表高低两种程度的生态网络惯例(大企业生态网络惯例均值为 17.421;中小企业生态网络惯例均值为 3.834),以进一步挖掘有调节中介关系边际效应减弱的内在原因.

表 5 分组回归结果表明,高低两个分组的生态网络惯例对“生态网络密度-稳定性-价值共创”这一中介关系调节的边际效应趋势是反向的,即就低水平的生态网络惯例而言,生态网络惯例调节作用的边际效应递增,而对高水平的生态网络惯例而言则递减;下降的原因可能在于生态网络惯例体现了创新主体在生态系统中长期积累的经验与行为规范^[63],而高密度网络在一定程度上也存在着声誉传递机制与合作准则的约束作用^[36,76],二者发挥的作用机制相似,由此导致其调节“生态网络密度-稳定性-价值共创”中介关系的边际效应减弱.

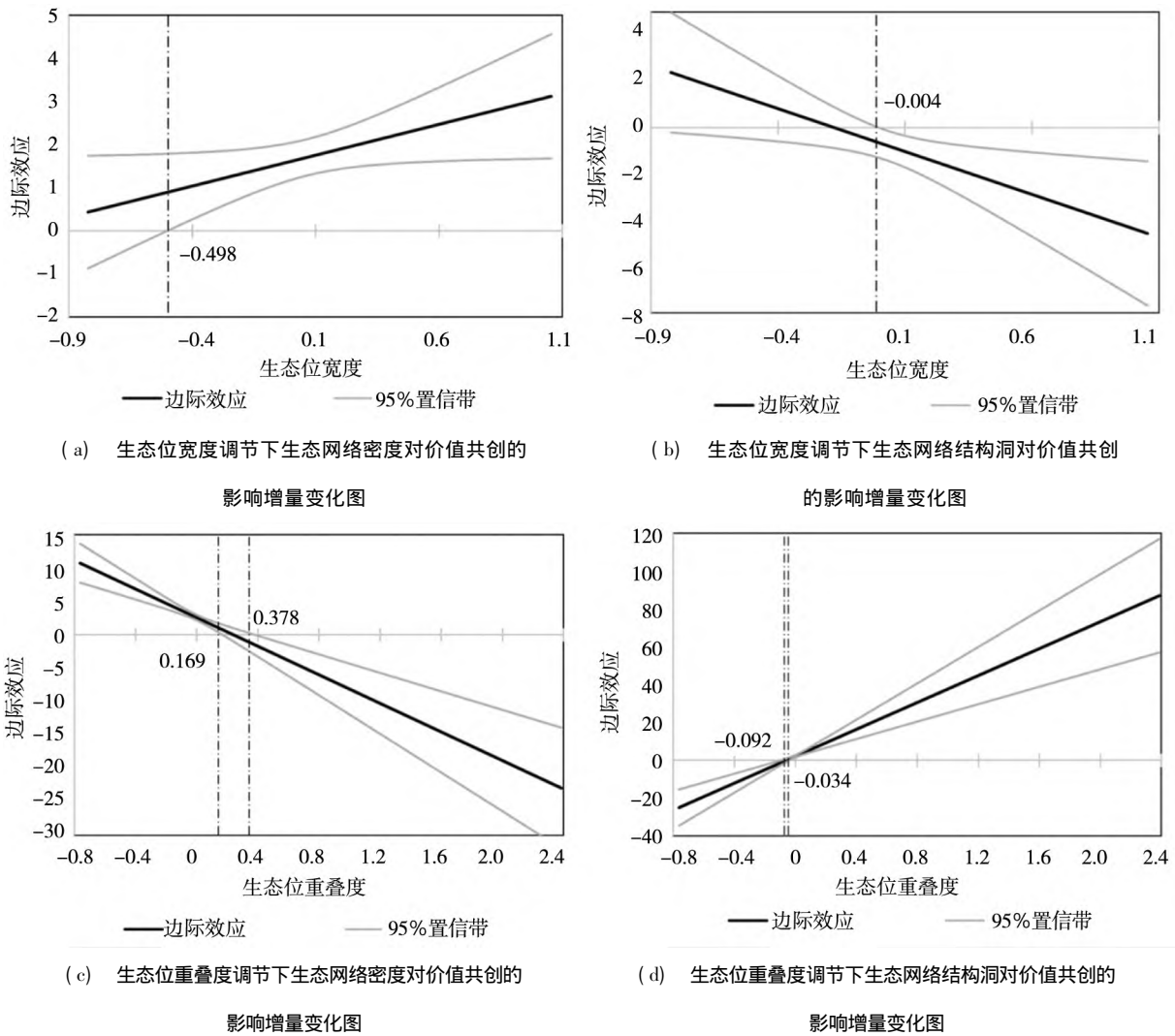


图 3 生态位调节下生态网络结构对价值共创的影响增量变化图

Fig. 3 The incremental change of the influence of ecological network structure on value co-creation under the moderation effect of niche

表2 直接效应和中介效应回归结果

Table 2 Regression results of direct and mediation effects

| 变量 | STABILITY | | | | | | | | | CO_VALUE | | | | | | | | | | |
|---------------------|---------------|------------------|------------------|-----------------|------------------|-----------------|-----------------|------------------|-----------------|------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|------------------|
| | model 1 | model 2 | model 3 | model 4 | model 5 | model 6 | model 7 | model 8 | model 9 | model 10 | model 11 | model 12 | model 13 | model 14 | model 15 | model 16 | model 17 | model 18 | model 19 | |
| 自变量 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| DENSITY | | 0.037*** (0.010) | | | 3.697*** (0.244) | | | 3.537*** (0.241) | | | | | | | | | | | | 3.476*** (0.241) |
| SHD | | | 0.120*** (0.016) | | | | | | | 2.157*** (0.406) | | | | | | | | | | 1.128*** (0.378) |
| STABILITY | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 3.913*** (0.696) |
| 控制变量 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| AGE | 0.020(0.029) | 0.018(0.029) | 0.026(0.028) | 1.008(0.732) | 0.800(0.668) | 1.111(0.724) | 0.722(0.657) | 0.989(0.712) | 0.788(0.655) | | | | | | | | | | | |
| LGSIZE | 0.068(0.055) | 0.066(0.054) | 0.069(0.053) | -0.644(1.398) | -0.793(1.276) | -0.633(1.381) | -1.083(1.255) | -0.959(1.359) | -1.045(1.251) | | | | | | | | | | | |
| LGSCALE | -0.028(0.054) | -0.021(0.053) | -0.028(0.052) | 0.114(1.371) | 0.824(1.253) | 0.126(1.355) | 0.916(1.231) | 0.257(1.333) | 0.898(1.227) | | | | | | | | | | | |
| GROWTH | 0.006(0.022) | 0.006(0.022) | 0.008(0.021) | 0.472(0.557) | 0.464(0.508) | 0.502(0.550) | 0.437(0.500) | 0.465(0.541) | 0.456(0.498) | | | | | | | | | | | |
| TATO | -0.009(0.042) | -0.014(0.042) | 0.011(0.041) | 1.200(1.075) | 0.691(0.982) | 1.549(1.064) | 0.751(0.965) | 1.498(1.047) | 0.938(0.964) | | | | | | | | | | | |
| LEV | 0.022(0.066) | 0.013(0.065) | 0.045(0.064) | 0.968(1.680) | 0.008(1.535) | 1.364(1.662) | -0.049(1.509) | 1.152(1.635) | 0.184(1.506) | | | | | | | | | | | |
| BDSIZE | 0.004(0.005) | 0.004(0.005) | 0.004(0.005) | -0.028(0.131) | -0.035(0.120) | -0.023(0.130) | -0.051(0.118) | -0.042(0.127) | -0.047(0.117) | | | | | | | | | | | |
| INDIR | 0.016(0.110) | 0.023(0.109) | -0.003(0.107) | 0.336(2.802) | 1.094(2.558) | -0.003(2.770) | 0.994(2.515) | 0.013(2.724) | 0.811(2.507) | | | | | | | | | | | |
| LGSH | 0.018*(0.010) | 0.017*(0.010) | 0.017*(0.010) | 0.496** (0.249) | 0.378*(0.228) | 0.482*(0.246) | 0.305(0.224) | 0.400*(0.243) | 0.307(0.223) | | | | | | | | | | | |
| SCON | 0.017(0.083) | 0.013(0.082) | 0.009(0.081) | -0.823(2.115) | -1.232(1.931) | -0.970(2.091) | -1.290(1.898) | -1.014(2.056) | -1.353(1.892) | | | | | | | | | | | |
| constant | -0.315(0.659) | -0.345(0.655) | -0.483(0.643) | -16.627(16.831) | -19.677(15.366) | -19.633(16.643) | -18.173(15.107) | -17.341(16.372) | -19.835(15.065) | | | | | | | | | | | |
| year dummy | controlled | controlled | controlled | controlled | controlled | controlled | controlled | controlled | controlled | | | | | | | | | | | controlled |
| R ² | 0.024 | 0.035 | 0.072 | 0.027 | 0.189 | 0.050 | 0.217 | 0.082 | 0.224 | | | | | | | | | | | |
| F-value | 1.660*** | 2.270*** | 4.910*** | 1.830*** | 14.830*** | 3.340*** | 16.680*** | 5.360*** | 16.400*** | | | | | | | | | | | |
| Hausmanest(chi2) | 9.210 | 45.690 | 177.620 | 34.980 | 71.710 | 104.150 | 65.050 | 116.580 | 155.800 | | | | | | | | | | | |
| Hausmanest(p-value) | 0.904 | 0.000 | 0.000 | 0.006 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | | | | | | | | | | | |
| N | 1 305 | 1 305 | 1 305 | 1 305 | 1 305 | 1 305 | 1 305 | 1 305 | 1 305 | | | | | | | | | | | |

注: *** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$; 括号内为标准误。模型1的Hausman检验结果虽不显著,但考虑到个体效应与解释变量很难不相关,且该模型的固定效应模型与随机效应模型结果相比无显著差异,故汇报固定效应模型结果。

表 3 生态位的调节效应检验结果
Table 3 Regression results of the moderating effect of niche

| 变量 | CO_VALUE | | | | | | | |
|-----------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| | model 1 | model 2 | model 3 | model 4 | model 5 | model 6 | model 7 | model 8 |
| 自变量 | | | | | | | | |
| DENSITY | 1.691*** (0.215) | 1.605*** (0.220) | | 1.518*** (0.224) | 2.441*** (0.209) | 2.556*** (0.207) | | 2.424*** (0.204) |
| SHD | -0.714** (0.321) | | -0.665** (0.332) | -0.563* (0.326) | 1.555*** (0.311) | | 1.951*** (0.324) | 1.631*** (0.305) |
| BREADTH | 18.211*** (0.768) | 17.562*** (0.736) | 20.783*** (0.742) | 18.352*** (0.786) | | | | |
| OVERLAP | | | | | -60.673*** (2.693) | -53.542*** (2.983) | -67.559*** (2.730) | -53.854*** (2.926) |
| DENSITY × BREADTH | | 1.431** (0.711) | | 1.692** (0.739) | | | | |
| SHD × BREADTH | | | -3.704** (1.511) | -3.110** (1.540) | | | | |
| DENSITY × OVERLAP | | | | | | -10.684*** (1.930) | | -9.318*** (1.927) |
| SHD × OVERLAP | | | | | | | 35.509*** (6.397) | 28.285*** (6.100) |
| 控制变量 | | | | | | | | |
| AGE | -0.332 (0.546) | -0.303 (0.546) | -0.431 (0.559) | -0.409 (0.545) | -0.142 (0.554) | -0.324 (0.553) | -0.177 (0.579) | -0.269 (0.542) |
| LGSIZE | -1.828* (1.038) | -1.767* (1.039) | -1.849* (1.063) | -1.755* (1.036) | -1.651 (1.055) | -1.636 (1.052) | -1.758 (1.101) | -1.699 (1.031) |
| LGSCALE | 0.440 (1.018) | 0.331 (1.020) | 0.196 (1.043) | 0.361 (1.018) | 2.081** (1.036) | 2.004* (1.034) | 2.081* (1.083) | 2.222** (1.014) |
| GROWTH | 0.735* (0.413) | 0.718* (0.414) | 0.777* (0.423) | 0.718* (0.413) | 0.706 (0.420) | 0.619 (0.419) | 0.754* (0.439) | 0.658 (0.411) |
| TATO | 0.207 (0.800) | 0.315 (0.799) | 0.433 (0.820) | 0.264 (0.799) | 0.418 (0.813) | -0.011 (0.810) | 0.605 (0.849) | 0.192 (0.795) |
| LEV | -0.685 (1.250) | -0.302 (1.254) | -0.328 (1.280) | -0.343 (1.255) | 0.025 (1.270) | -0.115 (1.266) | 0.612 (1.325) | 0.161 (1.242) |
| BDSIZE | -0.030 (0.097) | -0.032 (0.097) | -0.032 (0.100) | -0.039 (0.097) | -0.071 (0.099) | -0.081 (0.099) | -0.083 (0.103) | -0.086 (0.097) |
| INDIR | 2.897 (2.082) | 2.684 (2.082) | 3.078 (2.135) | 3.044 (2.080) | 1.419 (2.114) | 1.677 (2.108) | 1.153 (2.207) | 1.549 (2.067) |
| LGSH | 0.105 (0.185) | 0.118 (0.185) | 0.134 (0.190) | 0.130 (0.185) | 0.195 (0.188) | 0.163 (0.188) | 0.205 (0.197) | 0.130 (0.184) |
| SCON | -1.343 (1.570) | -1.308 (1.571) | -1.200 (1.608) | -1.255 (1.567) | -1.474 (1.595) | -1.266 (1.591) | -1.275 (1.666) | -1.385 (1.559) |
| constant | -15.791 (12.501) | -15.017 (12.529) | -14.920 (12.803) | -14.318 (12.501) | 49.127*** (13.085) | 46.899*** (13.070) | 57.600*** (13.635) | 43.858*** (12.814) |
| year dummy | controlled | controlled | controlled | controlled | controlled | controlled | controlled | controlled |
| R ² | 0.465 | 0.465 | 0.439 | 0.469 | 0.448 | 0.451 | 0.398 | 0.473 |
| F-value | 49.600*** | 49.520*** | 44.650*** | 45.640*** | 46.220*** | 46.740*** | 37.690*** | 46.500*** |
| Hausman test(chi2) | 40.510 | 74.680 | 48.740 | 85.270 | 36.710 | 994.730 | 51.020 | 573.330 |
| Hausman test(p-value) | 0.004 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.012 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| N | 1 305 | 1 305 | 1 305 | 1 305 | 1 305 | 1 305 | 1 305 | 1 305 |

注：*** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$; 括号内为标准误。

表4 基于 Bootstrap 方法有调节中介效应检验结果

Table 4 Regression results of moderated mediation effect based on Bootstrap method

| 自变量 | 路径 | 第一阶段调节 | | | | 有调节中介 | | | | |
|---------|---------------|--------|-------|--------|----------|-------|-------|--------|----------|------|
| | | 调节变量 | 效应值 | 标准误 | 95% 置信区间 | | 效应值 | 标准误 | 95% 置信区间 | |
| | | | | | LLCI | ULCI | | | LLCI | ULCI |
| DENSITY | low(-SD) | 0.032 | 0.016 | -0.001 | 0.064 | 0.139 | 0.074 | 0.016 | 0.314 | |
| | middle(mean) | 0.031 | 0.014 | 0.002 | 0.060 | 0.133 | 0.068 | 0.022 | 0.294 | |
| | high(+SD) | 0.029 | 0.016 | -0.003 | 0.060 | 0.128 | 0.079 | -0.003 | 0.306 | |
| SHD | low(-SD) | 0.067 | 0.034 | -0.002 | 0.134 | 0.318 | 0.173 | 0.028 | 0.718 | |
| | middle(Mean) | 0.120 | 0.019 | 0.083 | 0.157 | 0.571 | 0.142 | 0.334 | 0.886 | |
| | high(+SD) | 0.174 | 0.036 | 0.107 | 0.245 | 0.825 | 0.240 | 0.431 | 1.373 | |

注: *** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$; 样本数 1 305; Boot SE 代表标准误; LLCI 代表偏差校正置信区间下限(lower limit bias-corrected confidence interval); ULCI 代表偏差校正置信区间上限(upper limit bias-corrected confidence interval); 重复抽样 5 000 次。

表5 基于 Bootstrap 方法分组检验有调节中介假设结果

Table 5 Grouping regression results of moderated mediation effect based on the Bootstrap method

| 自变量 | 组别 (Size) | N | 调节变量 | 第一阶段调节 | | | | 有调节中介 | | | |
|---------|-----------|-----|---------------|--------|-------|----------|-------|-------|-------|----------|-------|
| | | | | 效应值 | 标准误 | 95% 置信区间 | | 效应值 | 标准误 | 95% 置信区间 | |
| | | | | | | LLCI | ULCI | | | LLCI | ULCI |
| DENSITY | SMEs | 428 | low(-SD) | 0.044 | 0.048 | -0.040 | 0.146 | 0.135 | 0.151 | -0.115 | 0.502 |
| | | | middle(Mean) | 0.071 | 0.038 | 0.001 | 0.152 | 0.217 | 0.131 | 0.019 | 0.563 |
| | | | high(+SD) | 0.098 | 0.041 | 0.020 | 0.180 | 0.298 | 0.152 | 0.071 | 0.678 |
| | GEs | 877 | low(-SD) | 0.033 | 0.019 | -0.006 | 0.067 | 0.274 | 0.156 | -0.028 | 0.562 |
| | | | middle(Mean) | 0.029 | 0.013 | 0.004 | 0.056 | 0.240 | 0.112 | 0.042 | 0.485 |
| | | | high(+SD) | 0.025 | 0.018 | -0.008 | 0.061 | 0.206 | 0.159 | -0.064 | 0.546 |

注: *** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$; 样本数为 1 305; LLCI 代表偏差校正置信区间下限; ULCI 代表偏差校正置信区间上限; 重复抽样次数为 5 000 次。根据国家统计局印发《统计大中小微企业划分办法(2017)》文件,员工人数 < 1 000 人为中小企业(small and medium enterprises ,SMEs); 员工人数 $\geq 1 000$ 人为大型企业(giant enterprises ,GEs)。

3.4 内生性与稳健性检验

3.4.1 内生性检验

生态网络价值共创的实现可能会吸引更多生态成员,从而导致生态网络密度和结构洞发生变化,由此本研究可能存在反向因果问题;此外,遗漏变量问题也可能造成回归结果存在偏误,因此,本研究进行如下内生性检验。首先,为克服潜在的反向因果问题,本研究将生态网络密度(DENSITY)和结构洞(SHD)分别滞后一期并重新检验主效应和中介效应是否成立,以排除因变量影响滞后自变量的可能性^[33]。表6的回归结果表明,滞后一期的生态网络密度和结构洞对稳定性和价值共创的影响依然显著,且稳定性发挥的中介效应也依然成立。其次,采用工具变量法来克服遗漏变量问题。按照Fisman和Svensson^[77]提出的以分组均值作为工具变量的思路,本研究采用样本所在的27个主要省份的生态网络密度和结构洞的均值作为工具变量,并使用两阶段最小二乘(2SLS)工具

变量法估计直接效应和中介效应。表6的模型7~模型12表明,直接效应和中介效应的检验结果依然显著。再次,关于调节效应的检验,本研究采用两步系统GMM(Two-step SYS-GMM)的Arellano-Bond估计量以缓解解释变量的内生性问题。两步系统GMM估计将因变量滞后一期值作为自变量引入回归模型,同时利用差分和水平方程变量的信息来构造工具变量(本文将因变量滞后一期值、自变量、自变量与调节变量交乘项设为内生变量)以对模型进行IV估计。两步系统GMM估计量的一致性取决于两个条件:一是扰动项不存在自相关,对此采用一阶序列和二阶序列相关检验进行识别;二是工具变量有效性,对此采用异方差稳健的Hansen统计量对是否过度识别工具变量进行判断。表7给出了两步系统GMM回归结果,结果表明,各模型的二阶序列相关以及Hansen检验值均显示残差项不存在序列自相关且所选工具变量有效,结果与

表 6 内生性检验：自变量滞后一期以及 2SLS 工具变量法检验结果

Table 6 Endogeneity test: The results of independent variable lag one stage and 2SLS instrumental variable method

| 方法 | 固定效应 (Fe) | | | | 两阶段最小二乘法 (2SLS) | | | | | | | | | |
|---------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|----------------------|----------------------|---------------------|----------------------|----------------------|------------|--|
| | CO_VALUE | | STABILITY | CO_VALUE | | STABILITY | CO_VALUE | | STABILITY | CO_VALUE | | STABILITY | CO_VALUE | |
| | model 1 | model 2 | model 3 | model 4 | model 5 | model 6 | model 7 | model 8 | model 9 | model 10 | model 11 | model 12 | | |
| 变量 | | | | | | | | | | | | | | |
| DENSITY | | | | | | | 0.253*** (0.041) | 8.751*** (1.138) | 7.561*** (1.251) | 0.535*** (0.073) | 14.239*** (2.180) | 12.314*** (2.689) | | |
| SHD | | | | | | | | | | | | | | |
| L1.DENSITY | 0.036*** (0.011) | 1.475*** (0.295) | 1.287*** (0.291) | | | | | | | | | | | |
| L1.SHID | | | | 0.155*** (0.017) | 0.862* (0.456) | -0.002 (0.465) | | | | | | | | |
| STABILITY | | | 5.216*** (0.805) | | | 5.572*** (0.843) | | | 4.695*** (1.220) | | | 3.600** (1.727) | | |
| AGE | 0.020 (0.029) | 0.904 (0.743) | 0.801 (0.728) | 0.033 (0.028) | 1.060 (0.751) | 0.875 (0.736) | 0.003* (0.002) | -0.003 (0.033) | -0.016 (0.031) | 0.001 (0.002) | -0.058 (0.043) | -0.063 (0.040) | | |
| LGSIZE | 0.053 (0.068) | -0.769 (1.773) | -1.045 (1.738) | 0.018 (0.066) | -0.949 (1.794) | -1.050 (1.757) | -0.014 (0.030) | 1.345** (0.552) | 1.413*** (0.504) | 0.046 (0.033) | 3.282*** (0.855) | 3.115*** (0.807) | | |
| LGSCALE | -0.047 (0.073) | 0.507 (1.895) | 0.751 (1.858) | -0.015 (0.070) | 0.286 (1.917) | 0.370 (1.877) | -0.032 (0.033) | -0.185 (0.717) | -0.033 (0.678) | -0.022 (0.034) | 0.753 (0.972) | 0.834 (0.918) | | |
| GROWTH | -0.006 (0.024) | 0.347 (0.633) | 0.381 (0.621) | -0.0120 (0.024) | 0.302 (0.640) | 0.369 (0.627) | -0.006 (0.017) | 0.419 (0.318) | 0.446 (0.305) | 0.011 (0.005) | 0.855 (0.538) | 0.814* (0.491) | | |
| TATO | -0.030 (0.051) | 1.255 (1.333) | 1.410 (1.307) | 0.005 (0.050) | 1.645 (1.349) | 1.617 (1.322) | -0.004 (0.029) | -0.372 (0.582) | -0.355 (0.529) | -0.037 (0.028) | -1.673** (0.703) | -1.540** (0.642) | | |
| LEV | 0.044 (0.080) | 0.851 (2.070) | 0.621 (2.029) | 0.092 (0.077) | 1.625 (2.091) | 1.110 (2.049) | -0.029 (0.044) | -3.682*** (1.085) | -3.545*** (1.032) | -0.039 (0.046) | -4.220*** (1.436) | -4.079*** (1.367) | | |
| BDSIZE | 0.003 (0.005) | -0.015 (0.142) | -0.031 (0.139) | 0.003 (0.005) | -0.020 (0.143) | -0.035 (0.141) | -0.004 (0.005) | 0.007 (0.092) | 0.024 (0.083) | 0.001 (0.005) | 0.125 (0.119) | 0.123 (0.110) | | |
| INDIR | 0.016 (0.115) | 0.741 (2.991) | 0.658 (2.932) | 0.045 (0.111) | 0.673 (3.024) | 0.423 (2.962) | 0.143 (0.088) | -0.440 (1.814) | -1.112 (1.700) | -0.025 (0.093) | -5.810** (2.565) | -5.720** (2.378) | | |
| LGSH | 0.017 (0.010) | 0.469* (0.271) | 0.383 (0.266) | 0.014 (0.014) | 0.505* (0.274) | 0.427 (0.268) | 0.007 (0.008) | 0.008 (0.177) | -0.023 (0.164) | -0.002 (0.009) | -0.259 (0.226) | -0.254 (0.208) | | |
| SCON | 0.026 (0.090) | -0.129 (2.326) | -0.263 (2.280) | -0.011 (0.087) | -0.319 (2.353) | -0.258 (2.304) | 0.019 (0.050) | -2.155* (1.175) | -2.245** (1.079) | -0.035 (0.057) | -3.748** (1.614) | -3.622** (1.503) | | |
| constant | -0.073 (0.752) | -18.950 (19.526) | -18.570 (19.137) | -0.582 (0.728) | -19.410 (19.797) | -16.170 (19.393) | 0.299 (0.241) | -0.254 (5.354) | -1.658 (5.067) | 0.064 (0.239) | -11.988* (6.944) | -12.220* (6.508) | | |
| year dummy | controlled | controlled | controlled | controlled | controlled | controlled | controlled | controlled | controlled | controlled | controlled | controlled | controlled | |
| Wald χ^2 | 3.860*** | 4.330*** | 3.600*** | 3.420*** | 5.770*** | 4.640*** | 85.930*** | 135.510*** | 218.040*** | 103.380*** | 83.230*** | 129.670*** | | |
| N | 1 160 | 1 160 | 1 160 | 1 160 | 1 160 | 1 160 | 1 305 | 1 305 | 1 305 | 1 305 | 1 305 | 1 305 | | |

注：*** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$; 括号内为标准误。L1.DENSITY、L1.SHID 分别表示网络密度和结构的滞后一期。

表7 内生性检验：基于两阶段一阶差分GMM和两阶段系统GMM方法的调节效应和有调节中介效应检验结果

Table7 Endogeneity test: The results of moderated effects and moderated mediating effects based on two-stage first-order difference GMM and two-stage system GMM methods

| 变量 | CO_VALUE | | | | | | | |
|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| | model 1 | model 2 | model 3 | model 4 | model 5 | model 6 | model 7 | model 8 |
| LI_CO_VALUE | 0.200*** (0.001) | 0.202*** (0.002) | 0.213*** (0.001) | -0.141*** (0.009) | 0.345*** (0.001) | 0.400*** (0.001) | 0.354*** (0.002) | 0.057*** (0.008) |
| DENSITY | 1.176*** (0.009) | -0.669*** (0.034) | 1.284*** (0.020) | 0.453*** (0.137) | 2.895*** (0.003) | 2.665*** (0.016) | 2.665*** (0.016) | 3.394*** (0.087) |
| SHD | 18.791*** (0.074) | 21.988*** (0.090) | -0.538*** (0.025) | -0.0910 (0.332) | 2.895*** (0.003) | 2.561*** (0.021) | 1.977*** (0.027) | 2.207*** (0.302) |
| BREADTH | 2.218*** (0.020) | -3.404*** (0.129) | 2.112*** (0.101) | 15.396*** (0.732) | | | | |
| DENSITY × BREADTH | | | -1.740*** (0.195) | -14.350*** (1.623) | | | | |
| SHD × BREADTH | | | | | -44.123*** (0.061) | -65.679*** (0.108) | -44.525*** (0.153) | -46.624*** (0.614) |
| OVERLAP | | | | | -15.337*** (0.027) | | -13.074*** (0.122) | -18.259*** (0.489) |
| DENSITY × OVERLAP | | | | | | | | |
| SHD × OVERLAP | | | | | | 48.106*** (0.110) | 20.321*** (0.641) | 12.180*** (1.754) |
| AGE | -0.165*** (0.011) | -0.011 (0.026) | -0.139*** (0.016) | -0.480*** (0.057) | -0.043*** (0.005) | -0.172*** (0.005) | -0.088*** (0.008) | -0.087 (0.054) |
| LGSIZE | -3.680*** (0.167) | -6.109*** (0.310) | -4.544*** (0.214) | 0.311 (0.642) | -1.464*** (0.095) | 1.645*** (0.109) | -1.224*** (0.110) | -0.211 (0.602) |
| LGSCALE | -2.994*** (0.203) | -1.532*** (0.251) | -1.974*** (0.258) | -0.900 (0.666) | 0.947*** (0.095) | -0.397*** (0.111) | 0.805*** (0.127) | 0.013 (0.531) |
| GROWTH | 1.207*** (0.071) | 1.435*** (0.115) | 1.277*** (0.096) | 0.423 (0.321) | 0.685*** (0.054) | 0.416*** (0.034) | 0.723*** (0.062) | 0.198 (0.151) |
| TATO | 1.970*** (0.142) | 1.805*** (0.166) | 2.052*** (0.105) | 0.148 (0.483) | 1.534*** (0.078) | 2.535*** (0.108) | 2.173*** (0.116) | -0.339 (0.412) |
| LEV | -2.440*** (0.171) | -5.815*** (0.216) | -3.718*** (0.237) | -0.814 (0.911) | -8.581*** (0.052) | -4.471*** (0.230) | -6.693*** (0.217) | 0.508 (0.496) |
| BDSIZE | 0.157*** (0.009) | -0.083*** (0.017) | 0.014 (0.011) | 0.128*** (0.047) | 0.080*** (0.005) | 0.112*** (0.007) | 0.004 (0.011) | 0.009 (0.034) |
| INDIR | -1.635*** (0.214) | 1.557*** (0.379) | 0.859*** (0.185) | -1.012 (1.080) | 1.082*** (0.170) | -1.152*** (0.257) | 1.553*** (0.230) | 0.958 (0.617) |
| LGSH | 0.375*** (0.032) | 0.164*** (0.021) | 0.323*** (0.024) | 0.205** (0.104) | 0.046*** (0.011) | 0.222*** (0.018) | 0.406*** (0.030) | 0.054 (0.068) |
| SCON | -5.387*** (0.379) | -0.824*** (0.193) | -1.994*** (0.343) | -0.228 (0.559) | -1.058*** (0.180) | 0.043 (0.191) | -1.127*** (0.184) | -0.702 (0.547) |
| constant | 18.353*** (1.387) | 7.421*** (1.842) | 11.545*** (1.763) | -10.450*** (5.063) | 41.643*** (0.729) | 65.687*** (0.904) | 40.748*** (0.982) | 48.042*** (4.119) |
| year dummy | controlled | controlled | controlled | controlled | controlled | controlled | controlled | controlled |
| AR(1) | -2.47 (0.014) | -2.410 (0.016) | -2.550 (0.011) | -2.674 (0.008) | -3.540 (0.000) | -3.300 (0.001) | -3.380 (0.001) | -3.223 (0.001) |
| AR(2) | 1.620 (0.105) | 1.68 (0.093) | 1.610 (0.107) | 0.759 (0.448) | 1.100 (0.269) | 1.270 (0.203) | 1.330 (0.182) | 0.605 (0.545) |
| Hansen test | 124.17 (0.285) | 126.72 (0.214) | 130.760 (1.000) | — | 124.700 (0.274) | 133.750 (0.112) | 133.470 (1.000) | — |
| Sargan test | — | — | — | 58.648 (0.215) | — | — | — | 62.458 (0.131) |
| N | 1 160 | 1 160 | 1 160 | 1 015 | 1 160 | 1 160 | 1 160 | 1 015 |
| 自变量 | 第一阶段调节 | | 调节变量 | | 第一阶段调节 | | 有调节中介 | |
| | N = 1 160 | | N = 1 160 | | Prob > chi2 | | 效应值 | |
| SHD | AR(1) | | low (-SD) | | 0.145 | | 0.540 | |
| | AR(2) | | middle (Mean) | | 0.158 | | 0.587 | |
| | Hansen test | | high (+SD) | | 0.171 | | 0.635 | |

注：*** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$ ；括号内为标准误。AR(1)和AR(2)为Arellano-Bond一阶序列和二阶序列相关检验，对应括号内为 p 值；Hansen test 和 Sargan test 为工具变量过度识别检验，对应括号内为检验 p 值。效应值大小根据 Edwards 和 Lambert^[78] 公式计算得出。

表2~表4的基准回归模型结果一致。此外,由于模型3和模型7的Hansen检验 p 值为1,说明可能存在工具变量过多问题,因而本研究同时采用两阶段一阶差分GMM方法(Two-step DIF-GMM)做进一步验证。一阶差分GMM方法能够部分解决遗漏变量问题和自变量与因变量互为因果导致的内生性问题。模型4和模型8结果表明通过了二阶序列相关以及Sargan检验,并且两阶段一阶差分GMM和两阶段系统GMM的估计结果是一致的。综上,在考虑内生性问题后,表6和表7的结果与基准回归结果一致,表明本研究

不存在严重的内生性问题,研究结论得到进一步支持。

3.4.2 稳健性检验

除此之外,本研究还进行了一系列稳健性检验。首先,依次检验方法验证中介效应存在第一类错误率低的问题,由此本研究采用Sobel和偏差校正的非参数百分位Bootstrapping方法进一步检验中介结果的稳健性;表8结果表明,Sobel检验的 Z 值显著;Bootstrap 95%置信区间上下限均不包含0,即中介效应显著。综上,两种检验结果一致,表明中介效应结果稳健。

表8 稳健性检验: 基于Sobel和Bootstrapping方法的中介效应检验结果

Table 8 Robustness test: Results of mediating effect test based on Sobel and Bootstrapping methods

| 自变量 | 中介变量 | 因变量 | Sobel test Z值 | Bootstrap 效应值 | 标准误 | 95% 置信区间 | |
|---------|-----------|----------|------------------|------------------|-------|----------|-------|
| | | | | | | LLCI | ULCI |
| DENSITY | STABILITY | CO_VALUE | 3.089*** | 0.160 | 0.067 | 0.054 | 0.323 |
| SHD | | | 4.869*** | 0.571 | 0.143 | 0.324 | 0.880 |

注: *** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$; SE代表标准误; 样本数为1305; LLCI代表偏差校正置信区间下限; ULCI代表偏差校正置信区间上限; 抽样次数为5000次。Sobel test Z value = $a \times b / \sqrt{b^2 \times s_a^2 + a^2 \times s_b^2}$, 其中 a, b 为自变量和中介变量的非标准化回归系数, s_a 和 s_b 为对应的标准误差。

其次,不同省份差异化的外部监管政策可能会对生态系统中的相互依赖关系产生冲击^[79],由此为考察在不同制度环境和政府治理效率背景下各假设是否依然稳健,本研究加入省份固定效应。为减轻回归模型遗漏变量导致的偏误,本研究采用多维面板固定效应模型(Multiple high dimensional fixed effects)进行检验。表9结果表明,各变量系数及显著性并未因省份固定效应的加入而发生明显变化,说明研究结果比较稳健。

模型等方法进行了一系列稳健性检验,所有结果依然成立。由此,研究结论完善了开放式创新生态系统价值共创机理的理论框架。具体而言,主要研究结论与理论贡献如下:

第一,本研究从细分维度深入识别了开放式创新生态系统网络结构对其价值共创的作用机理。尽管已有研究强调了各种生态系统参与者之间的相互作用对生态系统价值共创的重要性^[14,80],但忽略了开放式创新生态系统中不同参与者之间形成的关系结构对价值共同创造的影响,尤其限于数据可得性,实证研究更少^[14]。由此,基于生态网络和创新生态系统都是相互依赖的参与者网络的类比^[12],本研究探究了生态网络结构特征(生态网络密度和结构洞)与创新生态系统目标(价值共创)之间的关联。研究结果表明,生态网络密度和生态网络结构洞对价值共创均具有显著的正向影响。该结果揭示,密集生态网络能够促进信息的快速流动以及企业对网络内资源的整合^[81];生态网络结构洞能够最小化合作伙伴之间的冗余联系,有利于对多样化和异质性的资源进行整合,提升成员间的信任程度与合作效率^[36,37];由此,二者均有助于促进开放式创新生

4 结束语

4.1 研究结论与理论贡献

本研究将开放式创新理论与创新生态系统理论相融合,通过对开放式创新生态系统的内涵界定,构建了生态网络结构视角下开放式创新生态系统价值共创的理论框架,并基于生物医药行业数据,采用社会网络分析、固定效应模型等方法实证探究了生态网络结构促进开放式创新生态系统价值共创的实现路径以及情景机制;采用两阶段最小二乘工具变量法和GMM方法有效控制了解释变量的内生性问题;并采用多维面板固定效应

表9 稳健性检验：基于多维面板固定效应的检验结果
Table 9 Robustness test; Results based on multidimensional panel fixed effect

| 变量 | CO_VALUE | | | | | | | | |
|--------------------|----------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| | STABILITY model 1 | model 2 | model 3 | model 4 | model 5 | model 6 | model 7 | model 8 | model 9 |
| DENSITY | 0.066*** (0.009) | 4.758*** (0.229) | 4.350*** (0.226) | 1.495*** (0.300) | | 1.284*** (0.303) | 2.655*** (0.276) | | 2.527*** (0.275) |
| SHD | 0.172*** (0.016) | 1.675*** (0.393) | 0.611 (0.396) | | -0.707 (0.453) | -0.362 (0.441) | | 1.839*** (0.431) | 1.555*** (0.408) |
| STABILITY | | | 6.201*** (0.661) | | | | | | |
| BREADTH | | | | 16.919*** (1.005) | 21.009*** (1.014) | 18.165*** (1.069) | | | |
| DENSITY × BREADTH | | | | 5.352*** (0.862) | | 6.040*** (0.882) | | | |
| SHD × BREADTH | | | | | -6.194*** (1.968) | -7.751*** (1.976) | | | |
| OVERLAP | | | | | | | -46.431*** (3.893) | -68.437*** (3.644) | -46.876*** (3.859) |
| DENSITY × OVERLAP | | | | | | | -22.119*** (2.267) | | -20.460*** (2.303) |
| SHD × OVERLAP | | | | | | | | 46.313*** (8.160) | 28.888*** (7.885) |
| AGE | 0.003 (0.002) | 0.008 (0.039) | -0.008 (0.038) | 0.023 (0.038) | 0.031 (0.039) | 0.027 (0.038) | 0.015 (0.038) | 0.024 (0.040) | 0.018 (0.037) |
| LG SIZE | 0.024 (0.032) | 1.878** (0.785) | 1.728** (0.759) | 2.516*** (0.773) | 2.553*** (0.792) | 2.489*** (0.768) | 2.399*** (0.761) | 2.440*** (0.800) | 2.411*** (0.753) |
| LG SCALE | 0.017 (0.032) | 1.557** (0.783) | 1.448* (0.758) | 3.396*** (0.773) | 3.850*** (0.786) | 3.235*** (0.769) | 3.507*** (0.760) | 4.130*** (0.794) | 3.474*** (0.753) |
| GROWTH | 0.006 (0.020) | 0.654 (0.488) | 0.616 (0.472) | 0.809* (0.481) | 0.798 (0.493) | 0.798* (0.478) | 0.690 (0.474) | 0.791 (0.498) | 0.728 (0.469) |
| TATO | -0.054** (0.027) | -1.824*** (0.644) | -1.493*** (0.624) | -3.134*** (0.635) | -3.454*** (0.648) | -3.071*** (0.632) | -3.478*** (0.622) | -3.409*** (0.654) | -3.349*** (0.617) |
| LEV | -0.04 (0.045) | -4.284*** (1.094) | -4.037*** (1.059) | -4.575*** (1.084) | -5.121*** (1.107) | -4.568*** (1.078) | -4.421*** (1.065) | -4.721*** (1.117) | -4.336*** (1.055) |
| BDSIZE | -0.002 (0.004) | 0.022 (0.097) | 0.037 (0.094) | 0.056 (0.096) | 0.068 (0.098) | 0.042 (0.096) | 0.029 (0.094) | 0.035 (0.099) | 0.033 (0.094) |
| INDIR | 0.121 (0.089) | -1.183 (2.170) | -1.935 (2.100) | -0.193 (2.139) | 0.147 (2.197) | 0.370 (2.131) | -0.640 (2.105) | -1.600 (2.212) | -0.802 (2.084) |
| LGSH | 0.002 (0.007) | -0.145 (0.181) | -0.155 (0.175) | -0.389** (0.180) | -0.481*** (0.183) | -0.375** (0.179) | -0.325* (0.176) | -0.350* (0.185) | -0.318* (0.174) |
| SGON | -0.034 (0.055) | -2.373* (1.343) | -2.163* (1.299) | -3.270** (1.326) | -3.597*** (1.357) | -3.228** (1.318) | -2.743** (1.307) | -3.677*** (1.370) | -2.906** (1.294) |
| constant | -0.207 (0.221) | -16.075*** (5.358) | -14.789*** (5.184) | -32.161*** (5.277) | -35.552*** (5.356) | -30.629*** (5.261) | -32.398*** (5.194) | -37.639*** (5.411) | -32.222*** (5.142) |
| year dummy, FE | controlled | controlled | controlled | controlled | controlled | controlled | controlled | controlled | controlled |
| location dummy, FE | controlled | controlled | controlled | controlled | controlled | controlled | controlled | controlled | controlled |
| R ² | 0.188 | 0.382 | 0.422 | 0.399 | 0.368 | 0.428 | 0.417 | 0.356 | 0.450 |
| F-value | 20.400*** | 56.620*** | 62.640*** | 56.510*** | 49.090*** | 50.720*** | 61.450*** | 46.410*** | 56.170*** |
| | | | | 第一阶段调节 | | | 有调节中介 | | |
| 自变量 | 调节变量 | 效应值 | 标准误 | 95%置信区间 | | 效应值 | 标准误 | 95%置信区间 | |
| | low(-SD) | 0.104 | 0.038 | LLCI | ULCI | 0.900 | 0.325 | LLCI | ULCI |
| | middle(Mean) | 0.171 | 0.019 | 0.133 | 0.209 | 1.480 | 0.219 | 1.086 | 1.940 |
| SHD | high(+SD) | 0.238 | 0.037 | 0.164 | 0.308 | 2.061 | 0.412 | 1.309 | 2.922 |

注：***p < 0.01, **p < 0.05, *p < 0.1; 样本数为1 305.

态系统的价值共创。该研究结果不仅实现了由任胜钢等^[81]、厉娜等^[82]提出的进一步用纵向数据探索网络动态性、网络结构特征对企业创新行为影响的研究展望,还推动了开放式创新范式与创新生态系统理论的融合^[35],丰富了开放式创新生态系统内在作用机制的实证研究,深化了开放式创新生态系统理论研究。

第二,本研究进一步挖掘了生态网络结构的两个维度向价值共创转化的内在机制,识别了开放式创新生态网络稳定性在其中发挥的传导作用。已有研究探讨了自我网络稳定性(Ego-network stability)的“黑暗面”(Darkside),识别了自我网络稳定性影响核心企业创新绩效的路径和情景机制,认为自我网络稳定性将导致网络知识库产生共性,造成一定程度的知识锁定和僵化,进而抑制核心企业的创新潜力^[44]。而本研究聚焦创新生态网络背景下的价值共创,更强调生态网络稳定性对加速网络知识溢出和转移的保障作用,并从网络成员间知识转移效率角度解释了网络稳定性正向影响价值共创的深层次原因。该结果进一步丰富了网络稳定性的作用机理,有助于理解网络稳定性在不同研究情境下对单个企业创造价值和整体网络价值共创所产生的不同影响。此外,已有对创新生态系统稳定性的研究较多从定性角度阐述其发展的重要性^[83],较少对稳定性发展的前因后果进行系统的探索。本研究尝试将生态系统稳定性概化为生态网络稳定性,并将其引入生态网络结构与价值共创之间的研究模型。研究表明,稳定性在生态网络结构的两个维度与价值共创关系之间发挥中介作用;该结果揭示,创新主体与其他成员保持密切联系或占据优势的结构洞位置可以促进合作创新的不断深入^[40,84],有助于开放式创新生态网络合作关系的稳定发展,促进开放式创新生态系统实现价值共创。综上,该研究结果识别了稳定性在生态网络结构与价值共创关系之间的中介传导机制,拓展了开放式创新生态系统的内在机制研究。

第三,本研究从生态位视角识别了生态网络结构两个维度与价值共创关系之间的情景机制。尽管已有研究揭示创新生态网络会受到生态位重叠度等法则约束^[16],然而已有研究多注重对生态

位进行评价^[55],鲜有文献采用实证研究方法探究生态学理论与创新生态网络及其整体效益的内在关系问题。由此,本研究从生态位视角深度识别了生态网络结构的两个维度向价值共创转化的边界条件。研究结果表明,生态位宽度正向调节生态网络密度与价值共创的关系,而在生态网络结构洞与价值共创关系中发挥负向调节作用;生态位重叠度负向调节生态网络密度与价值共创的关系,而在生态网络结构洞与价值共创关系中发挥正向调节作用。在表现形态上,生态网络密度和结构洞是生态网络的结构特征^[81],生态位宽度和生态位重叠度则体现了物种对创新资源的利用情况以及竞争关系^[53];但在功能形态上,生态网络密度和生态位重叠度将导致获取的信息和资源趋于同质化,结构洞和生态位宽度则能为企业带来异质性和稀缺性资源^[53,75]。而大量同质性资源不利于决策速度以及新知识的扩散,从而导致成员间的知识势能逐渐减少,降低对异质性知识的探索^[82];且大量异质性资源的协调和管理成本较高^[85],由此增加了企业的技术风险,两种情况均不利于价值共创的实现。因此,本研究将功能形态不同的两类变量组合,既能利用异质性知识进行组合创新并以密集关系网络缓解协调成本(生态网络密度×生态位宽度);又能发挥同质资源引起的竞争激励价值,并以丰富的非冗余关系实现异质性资源的获取和重组创新(生态网络结构洞×生态位重叠度),从而促进价值共创。综上,本研究通过引入生态位视角,区分了生态网络结构两个维度促进开放式创新生态系统价值共创的不同情景路径,拓展了开放式创新生态系统理论研究的边界。

第四,本研究从生态网络惯例视角识别了促进开放式创新生态系统价值共创路径的情景因素。已有研究多聚焦网络惯例对创新主体资源的获取^[86,87]、创新组织的稳定发展^[20]以及合作创新绩效^[64]等方面的影响;即主要局限于组织内部,而网络层面的惯例研究尚缺乏理论推演与实证验证^[65]。鉴于生态网络惯例对生态系统有序运行以及和谐稳定的保障作用^[63],本文突破以往研究局限,将生态网络惯例作为情景因素纳入开放式创新生态系统价值共创研究框架。研究结果表明,生态网络惯例对结构洞通过稳定性影响价值

共创的中介关系发挥显著的正向调节作用。该结果揭示,生态网络惯例作为创新主体在开放式创新生态系统发展过程中长期积累的合作经验与行为规范,有利于生态成员通过丰富的结构洞优势获取异质性资源并降低异质性知识的协调成本^[21],减少生态网络内部的不确定因素,提升成员间信任程度以及维护较为稳定的网络环境^[68],进而激发核心知识在网络中的流动与共享^[63],从而实现价值共创。而针对生态网络惯例对“生态网络密度-稳定性-价值共创”这一中介关系调节的边际效应减弱的结果,本研究基于 post-hoc 分析结果挖掘原因——即过于成熟的生态网络惯例与密集网络发挥的作用相似,均将导致企业的路径依赖和环境适应能力降低。综上,上述研究结果不仅拓展了开放式创新生态系统价值共创机理的干预路径和边界条件,而且通过将网络惯例引入生态网络结构层面进行探究而拓展了网络惯例研究的范畴,为深入挖掘影响开放式创新生态系统价值共创路径的情景机理提供了新的理论阐释。

4.2 管理内涵

上述实证研究结果为促进开放式创新生态系统中的企业实现价值共创提供了借鉴。具体如下: 1) 从生态网络结构视角,一方面,企业可以积极嵌入到相对密集的生态网络,与合作伙伴共享资源,以提高企业间的信任和互惠程度,共同创造价值;另一方面,企业可以与拥有异质性资源的组织建立合作关系,占据生态网络信息资源传递中介的结构洞位置,提高价值创造的效率和质量。2) 在保持良好的生态网络密度的同时积极寻找优势的结构洞位置,促进信息和资源的流动,以此保持创新生态网络竞争与合作关系的稳定性并实现创

新生态系统的稳定发展,进而促进多维创新主体的价值共创。3) 企业需要结合其生态网络联系的紧密度和异质性不断调整战略,在避免过度追逐冗余的同质资源和异质资源的基础上,寻找适合自身发展的生态位宽度,并尽量保持相对稳定的生态位重叠度,从而获得持续的竞争优势。4) 管理者应以建立企业间信任关系为出发点,在反复合作过程中与合作伙伴形成行为默契和规范共识,从而更好地维系组织间的关系机制和信任机制,促使各创新主体以更高的效率开发和利用知识资源,从而促进生态网络的稳定发展并实现共创价值的最大化。

4.3 研究局限与展望

本研究仍存在一些不足需要在未来研究中进一步完善: 1) 为定量描述开放式创新生态系统,本文基于将生态系统视作隶属关系的观点聚焦核心企业及其共生组织构成的生态网络;然而,Hou和Shi^[23]的研究表明,共同进化观(co-evolution-view)有助于理解价值主张与互补性的产生方式,结构观(structure view)指定生态系统隶属关系作为共同进化的前提,两种观点通过隶属关系产生联系并优势互补。由此,未来研究可以考虑将两种观点纳入同一整合框架对生态网络结构特征展开深入探索。2) 由于生态网络结构的复杂性和多维性,本研究仅从两个维度考察生态网络结构,未来研究可以融入更多维度进行探讨,进一步探究创新生态系统的演化及其网络治理问题^[88]。3) 在数据获取过程中,限于数据的可获得性,本研究仅以核心企业的联合申请专利来衡量创新生态系统的价值共创,未来研究可以增加更多创新产出变量,以对创新生态系统的价值共创进行更全面的衡量。

参考文献:

- [1] Michelino F, Lamberti E, Cammarano A, et al. Open innovation in the pharmaceutical industry: An empirical analysis on context features, internal R&D, and financial performances [J]. IEEE Transactions on Engineering Management, 2015, 62 (3): 421 - 435.
- [2] Wang P. Connecting the parts with the whole: Toward an information ecology theory of digital innovation ecosystems [J]. MIS Quarterly, 2021, 45(1): 397 - 422.
- [3] Cassiman B, Valentini G. Open innovation: Are inbound and outbound knowledge flows really complementary? [J]. Strategic Management Journal, 2016, 37(6): 1034 - 1046.

- [4]谭劲松,张红娟,林润辉. 产业创新网络动态演进机制模拟与实例分析[J]. 管理科学学报,2019,22(12):1-14.
Tan Jinsong,Zhang Hongjuan,Lin Runhui. modeling and analyzing the evolution mechanism of industrial innovation network [J]. Journal of Management Sciences in China,2019,22(12):1-14. (in Chinese)
- [5]De Vasconcelos Gomes L A, Facin A L F, Salerno M S, et al. Unpacking the innovation ecosystem construct: Evolution, gaps and trends[J]. Technological Forecasting and Social Change,2018,(136):30-48.
- [6]Granstrand O, Holgersson M. Innovation ecosystems: A conceptual review and a new definition [J]. Technovation, 2020: 102098.
- [7]黄丽华,朱海林,刘伟华,等. 企业数字化转型和管理: 研究框架与展望[J]. 管理科学学报,2021,24(8):26-35.
Huang Lihua,Zhu Hailin,Liu Weihua,et al. The firm's digital transformation and management: Toward a research framework and future directions [J]. Journal of Management Sciences in China,2021,24(8):26-35. (in Chinese)
- [8]Gonzalo L. Analysis of university-driven open innovation ecosystems: The UPM case study [J]. R&D Management,2012,12(2):321-336.
- [9]杨伟,刘健,武健. “种群-流量”组态对核心企业绩效的影响——人工智能数字创新生态系统的实证研究[J]. 科学学研究,2020,38(11):2077-2086.
Yang Wei,Liu Jian,Wu Jian. The impact of “population-flow” configuration on focal firm's performance: Empirical research on digital innovation ecosystems in artificial intelligence industry [J]. Studies in Science of Science,2020,38(11):2077-2086. (in Chinese)
- [10]West J, Wood D. Creating and evolving an open innovation ecosystem: Lessons from symbian Ltd. [J]. Social Science Electronic Publishing,2008,11(1):37-73.
- [11]Xie X M, Wang H W. How can open innovation ecosystem modes push product innovation forward? An fsQCA analysis [J]. Journal of Business Research,2020,(108):29-41.
- [12]Luo J. Architecture and evolvability of innovation ecosystems [J]. Technological Forecasting and Social Change,2017,(136):132-144.
- [13]Adner R. Ecosystem as structure: An actionable construct for strategy [J]. Journal of Management,2017,43(1):39-58.
- [14]Ketonen-Oksi S, Valkokari K. Innovation ecosystems as structures for value co-creation [J]. Technology Innovation Management Review,2019,9(2):25-35.
- [15]徐露允,曾德明,张运生. 知识网络密度与二元创新绩效关系研究——基于知识基础多元度的调节效应[J]. 研究与发展管理,2018,30(1):72-80.
Xu Luyun,Zeng Deming,Zhang Yunsheng. Research on the relationship of knowledge network density and firms' innovation performance: Moderating effects of knowledge base diversity [J]. R&D Management,2018,30(1):72-80. (in Chinese)
- [16]雷雨嫣,刘启雷,陈关聚. 网络视角下创新生态位与系统稳定性关系研究[J]. 科学学研究,2019,37(3):535-544.
Lei Yuyan,Liu Qilei,Chen Guanju. A study on the relationship between system stability and innovation niche in network perspective [J]. Studies in Science of Science,2019,37(3):535-544. (in Chinese)
- [17]欧忠辉,朱祖平,夏敏,等. 创新生态系统共生演化模型及仿真研究[J]. 科研管理,2017,38(12):49-57.
Ou Zhonghui,Zhu Zuping,Xia Min,et al. The symbiotic evolution model of the innovation ecosystem and its simulation analysis [J]. Science Research Management,2017,38(12):49-57. (in Chinese)
- [18]曾赛星,陈宏权,金治州,等. 重大工程创新生态系统演化及创新能力提升[J]. 管理世界,2019,35(4):28-38.
Zeng Saixing,Chen Hongquan,Jin Zhizhou,et al. The evolution of mega project innovation ecosystem and enhancement of innovative capability [J]. Journal of Management World,2019,35(4):28-38. (in Chinese)
- [19]谭劲松,赵晓阳. 创新生态系统主体技术策略研究——基于领先企业与跟随企业的演化博弈与仿真[J]. 管理科学学报,2022,25(5):13-28.
Tan Jinsong,Zhao Xiaoyang. Firms' technological strategies in an innovation ecosystem: A dynamic interaction between leading firms and following firms based on evolutionary game theory and multi-agent simulation [J]. Journal of Management

- Sciences in China, 2022, 25(5): 13–28. (in Chinese)
- [20] Colombo M G, Piva E. Firms' genetic characteristics and competence-enlarging strategies: A comparison between academic and non-academic high-tech start-ups [J]. *Research Policy*, 2012, 41(1): 79–92.
- [21] 吴言波, 邵云飞, 殷俊杰. 战略联盟知识异质性对焦点企业突破性创新的影响研究 [J]. *管理学报*, 2019, 16(4): 541–549.
- Wu Yanbo, Shao Yunfei, Yin Junjie. A mechanism study on the impact of strategic alliance knowledge heterogeneity on breakthrough innovation of core enterprise [J]. *Chinese Journal of Management*, 2019, 16(4): 541–549. (in Chinese)
- [22] Bogers M, Sims J, West J. What is an ecosystem? Incorporating 25 years of ecosystem research [J]. *Academy of Management Proceedings*, 2019, (1): <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3437014>.
- [23] Hou H, Shi Y. Ecosystem-as-structure and ecosystem-as-coevolution: A constructive examination [J]. *Technovation*, 2020: 102193.
- [24] Jacobides M G, Cennamo C, Gawer A. Towards a theory of ecosystems [J]. *Strategic Management Journal*, 2018, (39): 2255–2276.
- [25] Jacobides M G, Knudsen T, Augier M. Benefiting from innovation: Value creation, value appropriation and the role of industry architectures [J]. *Research Policy*, 2006, (35): 1200–1221.
- [26] Kamalaldin A, Sjödin D, Hullova D, et al. Configuring ecosystem strategies for digitally enabled process innovation: A framework for equipment suppliers in the process industries [J]. *Technovation*, 2021, (105): 102250.
- [27] Hou H, Cui Z, Shi Y. Learning club, home court, and magnetic field: Facilitating business model portfolio extension with a multi-faceted corporate ecosystem [J]. *Long Range Planning*, 2020, 53(4): 101970.
- [28] 王发明, 张赞. 平台企业主导的创新生态系统稳定性研究: 基于企业间网络关系视角 [J]. *科技进步与对策*, 2021, 38(8): 26–33.
- Wang Faming, Zhang Zan. Platform firm-led innovation ecosystem stability research: Based on a network relations perspective between firms [J]. *Science & Technology Progress and Policy*, 2021, 38(8): 26–33. (in Chinese)
- [29] Graça P, Camarinha-Matos L M. Performance indicators for collaborative business ecosystems: Literature review and trends [J]. *Technological Forecasting and Social Change*, 2017, (116): 237–255.
- [30] 李万, 常静, 王敏杰, 等. 创新3.0与创新生态系统 [J]. *科学学研究*, 2014, 32(12): 1761–1770.
- Li Wan, Chang Jing, Wang Minjie, et al. Innovation 3.0 and innovation ecosystem [J]. *Studies in Science of Science*, 2014, 32(12): 1761–1770. (in Chinese)
- [31] Vlasisavljevic V, Medina C C, Van Looy B. The role of policies and the contribution of cluster agency in the development of biotech open innovation ecosystem [J]. *Technological Forecasting and Social Change*, 2020, (155): 119987.
- [32] Leenders R T A J, Dolfsma W A. Social networks for innovation and new product development [J]. *Journal of Product Innovation Management*, 2016, 33(2): 123–131.
- [33] 刘善仕, 孙博, 葛淳棉, 等. 人力资本社会网络与企业创新——基于在线简历数据的实证研究 [J]. *管理世界*, 2017, (7): 88–98, 119, 188.
- Liu Shanshi, Sun Bo, Ge Chunmian, et al. Human capital network and firm innovation: A study based on the resume data of linkedIn [J]. *Journal of Management World*, 2017, (7): 88–98, 119, 188. (in Chinese)
- [34] 吴结兵, 徐梦周. 网络密度与集群竞争优势: 集聚经济与集体学习的中介作用——2001–2004年浙江纺织业集群的实证分析 [J]. *管理世界*, 2008, (8): 69–76.
- Wu Jiebing, Xu Mengzhou. Between the network density and the competitive advantage: Of the economy and of the the mediating effect agglomeration collective leaning [J]. *Journal of Management World*, 2008, (8): 69–76. (in Chinese)
- [35] Bacon E, Williams M D, Davies G. Coepetition in innovation ecosystems: A comparative analysis of knowledge transfer configurations [J]. *Journal of Business Research*, 2020, (115): 307–316.
- [36] Cheng C C, Shiu E C. What makes social media-based supplier network involvement more effective for new product performance? The role of network structure [J]. *Journal of Business Research*, 2020, (118): 299–310.
- [37] Chen K, Zhang Y, Zhu G, et al. Do research institutes benefit from their network positions in research collaboration networks with industries or/and universities? [J]. *Technovation*, 2020, (94): 102002.
- [38] Moreira S, Markus A, Laursen K. Knowledge diversity and coordination: The effect of intrafirm inventor task networks on

- absorption speed[J]. *Strategic Management Journal*, 2018, 39(9): 2517–2546.
- [39] Phelps C C. A longitudinal study of the influence of alliance network structure and composition on firm exploratory innovation[J]. *Academy of Management Journal*, 2010, 53(4): 890–913.
- [40] Zaheer A, Bell G G. Benefiting from network position: Firm capabilities, structural holes, and performance[J]. *Strategic Management Journal*, 2005, (26): 809–825.
- [41] 杨隽萍, 于晓宇, 陶向明, 等. 社会网络、先前经验与创业风险识别[J]. *管理科学学报*, 2017, 20(5): 35–50.
Yang Junping, Yu Xiaoyu, Tao Xiangming, et al. Social network, prior experience, and entrepreneurial risk recognition[J]. *Journal of Management Sciences in China*, 2017, 20(5): 35–50. (in Chinese)
- [42] Koka B R, Prescott J E. Designing alliance networks: The influence of network position, environmental change, and strategy on firm performance[J]. *Strategic Management Journal*, 2008, 29(6): 639–661.
- [43] 陈培祯, 曾德明. 网络位置、知识基础对企业新产品开发绩效的影响[J]. *管理评论*, 2019, 31(11): 128–138.
Chen Peizhen, Zeng Deming. The impacts of network positions, knowledge base on firms' new product development performance[J]. *Management Review*, 2019, 31(11): 128–138. (in Chinese)
- [44] Kumar P, Zaheer A. Ego-network stability and innovation in alliances[J]. *Academy of Management Journal*, 2019, 62(3): 691–716.
- [45] 宋 华, 陈思洁. 高新技术产业如何打造健康的创新生态系统: 基于核心能力的观点[J]. *管理评论*, 2021, 33(6): 76–84.
Song Hua, Chen Sijie. How to build a healthy innovation ecosystem in Hi-tech Industry: A perspective based on core competency[J]. *Management Review*, 2021, 33(6): 76–84. (in Chinese)
- [46] 陈菊红, 王 昊, 张雅琪. 服务生态系统环境下利益相关者价值共创的演化博弈分析[J]. *运筹与管理*, 2019, 28(11): 44–53.
Chen Juhong, Wang Hao, Zhang Yaqi. Evolutionary game analysis of the value co-creation of the stakeholders in the environment of service ecosystem[J]. *Operations Research and Management Science*, 2019, 28(11): 44–53. (in Chinese)
- [47] 王 琳, 陈志军. 价值共创如何影响创新型企业的即兴能力? ——基于资源依赖理论的案例研究[J]. *管理世界*, 2020, 36(11): 96–110, 131, 111.
Wang Lin, Chen Zhijun. How does value co-creation affect the improvisational capabilities of innovative enterprise?: A case-study based on resource dependence theory[J]. *Journal of Management World*, 2020, 36(11): 96–110, 131, 111. (in Chinese)
- [48] 金治州, 陈宏权, 曾赛星. 重大工程创新生态系统共生逻辑及治理[J]. *管理科学学报*, 2022, 25(5): 29–45.
Jin Zhizhou, Chen Hongquan, Zeng Saixing. Logic of symbiosis in the mega project innovation ecosystem and relevant governance[J]. *Journal of Management Sciences in China*, 2022, 25(5): 29–45. (in Chinese)
- [49] 钱锡红, 杨永福, 徐万里. 企业网络位置, 吸收能力与创新绩效——一个交互效应模型[J]. *管理世界*, 2010, (5): 118–129.
Qian Xihong, Yang Yongfu, Xu Wanli. Network position, absorptive capacity and innovation performance: An interactive effect model[J]. *Journal of Management World*, 2010, (5): 118–129. (in Chinese)
- [50] 王发明, 朱美娟. 创新生态系统价值共创行为影响因素分析——基于计划行为理论[J]. *科学学研究*, 2018, 36(2): 370–377.
Wang Faming, Zhu Meijuan. An analysis of the factors influencing value co-creation of innovation ecosystem: Based on the theory of planned behavior[J]. *Studies in Science of Science*, 2018, 36(2): 370–377. (in Chinese)
- [51] Zhang G, Duan H, Zhou J. Network stability, connectivity and innovation output[J]. *Technological Forecasting and Social Change*, 2017, (114): 339–349.
- [52] 彭文俊, 王晓鸣. 生态位概念和内涵的发展及其在生态学中的定位[J]. *应用生态学报*, 2016, 27(1): 327–334.
Peng Wenjun, Wang Xiaoming. Concept and connotation development of niche and its ecological orientation[J]. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2016, 27(1): 327–334. (in Chinese)
- [53] 徐梦周, 潘家栋, 周梦天. 科技园区孵化器生态位优化的实证研究[J]. *科学学研究*, 2020, 38(4): 638–644, 653.
Xu Mengzhou, Pan Jiadong, Zhou Mengtian. An empirical study on the niche optimization of incubator in science and tech-

- nology parks [J]. *Studies in Science of Science*, 2020, 38(4): 638–644, 653. (in Chinese)
- [54] 单汨源, 李果, 陈丹. 基于生态位理论的企业竞争战略研究 [J]. *科学学与科学技术管理*, 2006, (3): 159–163.
Shan Miyuan, Li Guo, Chen Dan. Research on enterprises' competitive strategies based on ecology niche theory [J]. *Science of Science and Management of S. & T.*, 2006, (3): 159–163. (in Chinese)
- [55] 陈红花, 尹西明, 陈劲, 等. 基于整合式创新理论的科技生态位研究 [J]. *科学学与科学技术管理*, 2019, 40(5): 3–16.
Chen Honghua, Yin Ximing, Chen Jin, et al. Research on scientific and technological innovation niche based on holistic innovation theory [J]. *Science of Science and Management of S. & T.*, 2019, 40(5): 3–16. (in Chinese)
- [56] Gupta S, Woodside A, Dubelaar C, et al. Diffusing knowledge-based core competencies for leveraging innovation strategies: modelling out-sourcing to knowledge process organizations(KPOs) in pharmaceutical networks [J]. *Industrial Marketing Management*, 2009, 38(2): 219–227.
- [57] 曾德明, 韩智奇, 邹思明. 协作研发网络结构对产业技术生态位影响研究 [J]. *科学学与科学技术管理*, 2015, 36(3): 87–95.
Zeng Deming, Han Zhiqi, Zou Siming. The structure of collaborative innovation networks and its impact on industry technological niche [J]. *Science of Science and Management of S. & T.*, 2015, 36(3): 87–95. (in Chinese)
- [58] Connelly B L, Tihanyi L, Ketchen Jr D J, et al. Competitive repertoire complexity: Governance antecedents and performance outcomes [J]. *Strategic Management Journal*, 2017, 38(5): 1151–1173.
- [59] Lin J, Monga C, Te Velde D W, et al. DPR debate: Growth identification and facilitation: The role of the state in the dynamics of structural change [J]. *Development Policy Review*, 2011, 29(3): 259–310.
- [60] Osarenkhoe A. A coopetition strategy: A study of inter-firm dynamics between competition and cooperation [J]. *Business Strategy Series*, 2010, 11(6): 343–362.
- [61] Ozmel U, Reuer J J, Gulati R. Signals across multiple networks: How venture capital and alliance networks affect inter-organizational collaboration [J]. *Academy of Management Journal*, 2013, 56(3): 852–866.
- [62] Dosi G, Faillo M, Marengo L. Organizational capabilities, patterns of knowledge accumulation and governance structures in business firms: An introduction [J]. *Organization Studies*, 2008, 29(8–9): 1165–1185.
- [63] 孙永磊, 党兴华, 宋晶. 基于网络惯例的双元能力对合作创新绩效的影响 [J]. *管理科学*, 2014, 27(2): 38–47.
Sun Yonglei, Dang Xinghua, Song Jing. Impacts of ambidextrous competence on cooperative innovation performance based on network routines [J]. *Journal of Management Science*, 2014, 27(2): 38–47. (in Chinese)
- [64] 卢艳秋, 叶英平. 产学研合作中网络惯例对创新绩效的影响 [J]. *科研管理*, 2017, 38(3): 11–17.
Lu Yanqiu, Ye Yingping. Impact of network routines on the innovation performance in industry-university-institute innovation [J]. *Science Research Management*, 2017, 38(3): 11–17. (in Chinese)
- [65] 贾君, 徐建中, 林艳. 跨界搜寻、网络惯例、双元能力与创新绩效的关系研究 [J]. *管理评论*, 2019, 31(12): 61–72.
Guan Jun, Xu Jianzhong, Lin Yan. Impacts of boundary-spanning search, network routines and ambidextrous competence on innovation performance [J]. *Management Review*, 2019, 31(12): 61–72. (in Chinese)
- [66] 解学梅, 王宏伟. 开放式创新生态系统价值共创模式与机制研究 [J]. *科学学研究*, 2020, 38(5): 912–924.
Xie Xuemei, Wang Hongwei. The mode and mechanism of value co-creation of open innovation ecosystem [J]. *Studies in Science of Science*, 2020, 38(5): 912–924. (in Chinese)
- [67] 何郁冰, 伍静. 企业生态位对跨组织技术协同创新的影响研究 [J]. *科学学研究*, 2020, 38(6): 1108–1120.
He Yubing, Wu Jing. Research on the impact of enterprise niche on inter-organizational technology collaborative innovation [J]. *Studies in Science of Science*, 2020, 38(6): 1108–1120. (in Chinese)
- [68] 殷俊杰, 邵云飞. 创新搜索和惯例的调节作用下联盟组合伙伴多样性对创新绩效的影响研究 [J]. *管理学报*, 2017, 14(4): 545–553.
Yin Junjie, Shao Yunfei. Alliance portfolio partner diversity and innovation performance: The moderating role of innovative search intensity and alliance routine [J]. *Chinese Journal of Management*, 2017, 14(4): 545–553. (in Chinese)

- [69] Palmié M, Miehé L, Oghazi P, et al. The evolution of the digital service ecosystem and digital business model innovation in retail: The emergence of meta-ecosystems and the value of physical interactions [J]. *Technological Forecasting and Social Change*, 2022, (177): 121496.
- [70] Stek P E, Van Geenhuizen M S. The influence of international research interaction on national innovation performance: A bibliometric approach [J]. *Technological Forecasting and Social Change*, 2016, 110(1): 61–70.
- [71] De Silva M, Howells J, Meyer M. Innovation intermediaries and collaboration: Knowledge-based practices and internal value creation [J]. *Research Policy*, 2018, 47(1): 70–87.
- [72] Papacostas K J, Freestone A L. Latitudinal gradient in niche breadth of brachyuran crabs [J]. *Global Ecology and Biogeography*, 2016, 25(2): 207–217.
- [73] 姚艳虹, 陈彦文, 周惠平. 技术创新网络中企业生态位对二元式创新的影响 [J]. *科技进步与对策*, 2017, 34(19): 1–7.
Yao Yanhong, Chen Yanwen, Zhou Huiping. Research on impact of enterprise niche on dualistic innovation in the technological innovation network [J]. *Science & Technology Progress and Policy*, 2017, 34(19): 1–7. (in Chinese)
- [74] Heimeriks K H, Duysters G. Alliance capability as a mediator between experience and alliance performance: An empirical investigation into the alliance capability development process [J]. *Journal of Management Studies*, 2007, 44(1): 25–49.
- [75] 徐可, 何桢, 王瑞. 技术创新网络的知识权力, 结构权力对网络惯例影响 [J]. *管理科学*, 2014, 27(5): 24–34.
Xu Ke, He Zhen, Wang Rui. The impacts of knowledge power and structure power on network routine in technology innovation network [J]. *Journal of Management Science*, 2014, 27(5): 24–34. (in Chinese)
- [76] 朱亚丽, 徐青, 吴旭辉. 网络密度对企业间知识转移效果的影响——以转移双方企业转移意愿为中介变量的实证研究 [J]. *科学学研究*, 2011, 29(3): 427–431.
Zhu Yali, Xu Qing, Wu Xuhui. An empirical research on the effect of network density on inter-enterprise knowledge transfer: The mediating effect of willingness of two parties [J]. *Studies in Science of Science*, 2011, 29(3): 427–431. (in Chinese)
- [77] Fisman R, Svensson J. Are corruption and taxation really harmful to growth? Firm level evidence [J]. *Journal of Development Economics*, 2007, 83(1): 63–75.
- [78] Edwards J R, Lambert L S. Methods for integrating moderation and mediation: A general analytical framework using moderated path analysis [J]. *Psychological Methods*, 2007, 12(1): 1–22.
- [79] Burford N, Shipilov A V, Furr N R. How ecosystem structure affects firm performance in response to a negative shock to interdependencies [J]. *Strategic Management Journal*, 2021, 43(1): 30–57.
- [80] Dattée B, Alexy O, Autio E. Maneuvering in poor visibility: How firms play the ecosystem game when uncertainty is high [J]. *Academy of Management Journal*, 2018, 61(2): 466–498.
- [81] 任胜钢, 吴娟, 王龙伟. 网络嵌入结构对企业创新行为影响的实证研究 [J]. *管理工程学报*, 2011, 25(4): 75–80.
Ren Shenggang, Wu Juan, Wang Longwei. Empirical research about the impact of embedded network structure on the innovation behavior of firms [J]. *Journal of Industrial Engineering and Engineering Management*, 2011, 25(4): 75–80. (in Chinese)
- [82] 厉娜, 林润辉, 谢在阳. 多重网络嵌入下企业探索式创新影响机制研究 [J]. *科学学研究*, 2020, 38(1): 169–179.
Li Na, Lin Runhui, Xie Zaiyang. Research on impact mechanism of exploratory innovation under multiple embedded in knowledge network and cooperation network [J]. *Studies in Science of Science*, 2020, 38(1): 169–179. (in Chinese)
- [83] Azzam J E, Ayerbe C, Dang R. Using patents to orchestrate ecosystem stability: The case of a French aerospace company [J]. *International Journal of Technology Management*, 2017, 75(1–4): 97–120.
- [84] 聂富强, 张建, 伍晶. 网络嵌入性对风险投资联盟成功退出投资对象的影响: 机理与证据 [J]. *研究与发展管理*, 2016, 28(5): 12–22.
Nie Fuqiang, Zhang Jian, Wu Jing. Impact of network embeddedness on venture capital union's successful exit: Mechanism and evidence [J]. *R&D Management*, 2016, 28(5): 12–22. (in Chinese)

- [85]王 巍,孙笑明,崔文田,等. 关系强度和结构洞对关键研发者知识扩散的影响: 成长阶段的调节效应[J]. 管理科学, 2019, 32(4): 105 - 116.
Wang Wei, Sun Xiaoming, Cui Wentian, et al. Impact of tie strength and structural holes on knowledge transfer of key inventors: The moderating effect of growth stage[J]. Journal of Management Science, 2019, 32(4): 105 - 116. (in Chinese)
- [86]Lavie D, Haunschild P R, Khanna P. Organizational differences, relational mechanisms, and alliance performance[J]. Strategic Management Journal, 2012, 33(13): 1453 - 1479.
- [87]李 雯,解佳龙. 创新集聚效应下的网络惯例建立与创业资源获取[J]. 科学学研究, 2017, 35(12): 1864 - 1874.
Li Wen, Xie Jialong. Research on network routine establishment and resource acquisition of start-up enterprises under innovation cluster effects[J]. Studies in Science of Science, 2017, 35(12): 1864 - 1874. (in Chinese)
- [88]黄季焜,陈 彬,邓祥征,等. 区域社会经济的协调发展管理研究热点分析[J]. 管理科学学报, 2021, 24(8): 163 - 170.
Huang Jikun, Chen Bin, Deng Xiangzheng, et al. Analysis of research hotspots in management of coordinated development of economy and society[J]. Journal of Management Sciences in China, 2021, 24(8): 163 - 170. (in Chinese)

Success comes to those who share in one purpose: Influence mechanism of open innovation ecological network structure on value co-creation

XIE Xue-mei¹, WANG Hong-wei^{1*}, YU Sheng-hui²

1. School of Economics and Management, Tongji University, Shanghai 200092, China;

2. School of Management, Shanghai University, Shanghai 200444, China

Abstract: With the increasingly fierce market competition, the organizational form of innovation entities has undergone important changes and the innovation ecosystem paradigm has emerged. Based on the conceptualization of ecosystems as affiliation relationships, this study discusses the influence mechanism of ecological network structures on value co-creation in the open innovation ecosystems and the impact factors. Moreover, the social network analysis and multiple regression analysis are used to empirically test the conceptual model by collecting balanced panel data from 145 listed companies in the biopharmaceutical industry from 2010 to 2018. The results show that: 1) The two dimensions of the ecological network structure (ecological network density and ecological structural holes) have a significant positive effect on value co-creation; 2) Stability plays a mediating role in the relationship between the two dimensions of the ecological network structure and value co-creation; 3) Niche breadth and overlap moderate the relationship between the two dimensions of the ecological network structure and value co-creation, but the moderating effects are different; 4) Ecological network routine plays a positive moderating role in the mediating relationship of “ecological structural holes-stability-value co-creation”, but its moderating marginal effect on the mediating relationship of “ecological network density-stability-value co-creation” is weakened as excessive consensus on network norms will lead to path dependence among partners. This research not only improves the theoretical framework of the value co-creation in open innovation ecosystems, but also provides theoretical references for companies to build a more sustainable and stable open innovation ecosystem.

Key words: open innovation ecosystem; ecological network structure; niche; ecological network routine; value co-creation