



伙伴类型多样性对探索式创新绩效的影响

李健, 李送杰

湖南大学工商管理学院, 长沙 410082

摘要: 动荡环境下,越来越多的企业尝试与不同组织进行研发合作,企业合作研发伙伴的多样性特征随之凸显。作为伙伴多样性的重要维度,伙伴类型多样性与企业创新绩效的关系仍存在较大争议,并且缺乏从企业内部知识网络整体凝聚特征的视角探讨伙伴类型多样性影响企业创新绩效的边界条件。

整合知识基础观和开放式创新理论,基于合作研发主体的组织类型,研究伙伴类型多样性对企业探索式创新绩效的作用机理,分析企业内部知识网络整体凝聚特征(知识网络聚集度和知识网络密度)的复杂调节作用。选取中国361家整车或汽车零部件制造企业作为研究样本,运用UCINET 6.487构建样本企业内部知识网络,并采用负二项回归方法、运用Stata软件进行实证分析。

研究表明,伙伴类型多样性与企业探索式创新绩效之间呈倒U形关系,伙伴类型多样性较低时,提升知识网络聚集度会削弱伙伴类型多样性与探索式创新绩效之间的正向关系,而提高知识网络密度则增强两者之间的正向关系;伙伴类型多样性较高时,提升知识网络聚集度会削弱伙伴类型多样性与探索式创新绩效之间的负向关系,而提高知识网络密度则增强两者之间的负向关系。

在理论层面,厘清了伙伴类型多样性对探索式创新的影响,通过引入知识基础结构特征为伙伴类型多样性研究提供新的理论整合视角,深化了对知识元素整体整合模式及其对创新作用机制的理解;在实践层面,启示管理者在与越来越多的不同类型伙伴进行合作研发时留意“过犹不及”的风险,并关注技术知识基础在企业知识整合实践中的重要作用,根据知识网络凝聚特征调整开放式创新策略。

关键词: 伙伴类型多样性;知识网络聚集度;知识网络密度;探索式创新绩效;研发合作

中图分类号: F273.1 **文献标识码:** A **doi:** 10.3969/j.issn.1672-0334.2022.04.005

文章编号: 1672-0334(2022)04-0057-12

引言

动荡环境中,多元技术领域之间呈现交叉融合趋势,探索式创新成为企业提升长期适应性和生存能力的关键^[1]。由于探索式创新强调新知识的获取和创造,具有实现周期长、平均收益低和风险高等特点^[2],越来越多的企业尝试通过与大学、科研院所、

竞争者、供应商等不同类型的组织合作研发,以获取异质性创新资源,如蔚来汽车与长安汽车、西安交通大学、自动驾驶技术公司Mobileye合作研发汽车智能化驾驶技术,以形成市场竞争优势。尽管伙伴类型多样性与企业创新绩效之间的关系受到管理者和学者们的广泛关注^[3],但该领域仍存在两个亟须解决

收稿日期: 2020-01-08 **修返日期:** 2020-11-18

基金项目: 湖南省自然科学基金(2020JJ3017, 2018JJ3083); 国家自然科学基金(71673082)

作者简介: 李健,管理学博士,湖南大学工商管理学院副教授,研究方向为创新网络和知识管理等,代表性学术成果为“Exploring new knowledge through research collaboration: the moderation of the global and local cohesion of knowledge networks”,发表在2019年第3期《The Journal of Technology Transfer》, E-mail: lijian01@hnu.edu.cn

李送杰,湖南大学工商管理学院硕士研究生,研究方向为技术创新和知识网络等, E-mail: 18390986527@163.com

的重要问题。

首先,伙伴类型多样性对企业探索式创新的作用机制尚不明确。一方面,学者们无法就是否应综合考虑企业协同创新过程中面临的收益和成本达成共识,关于伙伴类型多样性的研究结论的合理性有待验证。另一方面,不同类型的创新在实现条件、组织和认知过程上存在明显差异^[4]。不同于一般性技术创新,实现探索式创新缺乏清晰的目的和可演绎的知识基础,且力求跨越现有知识边界、摆脱技术轨迹束缚^[5]。不同类型的合作伙伴为企业提供了获取跨领域技术知识的重要途径,但同时也对企业克服“核心刚性”、高效整合和应用新颖性知识的能力提出更高要求。因此,伙伴类型多样性作用于探索式创新这一特殊创新策略的机理有待进一步探讨。其次,已有研究忽视了知识基础特征对合作研发过程中企业知识整合实践的影响,缺乏关于伙伴类型多样性对具备不同水平知识基础结构性特征的企业探索式创新活动的差异性作用机理的深入探讨。知识基础观认为技术创新的产生是知识存量积累和知识重组的过程^[6],而知识基础的结构特征对企业知识重组的能力和潜力产生重要影响。YAYAVARAM et al.^[7]基于知识元素间的耦合模式,采用社会网络分析方法刻画知识基础结构性特征,研究发现适当的知识网络不可分解性有助于提升企业承受知识基础改变的能力。当前,聚焦于知识管理实践,探讨知识网络结构对企业技术创新活动的影响逐渐成为知识基础领域的研究热点。然而,相对于对自我网络特征的分析,探讨知识网络的整体网络特征对企业知识管理与创新活动影响的研究仍然较少^[8]。

本研究在剖析伙伴类型多样性对企业探索式创新绩效影响机理的基础上,基于知识基础观,提出并检验知识网络凝聚特征对二者之间关系发挥的复杂调节作用。

1 相关研究评述

1.1 研发伙伴类型多样性

作为一个多维概念,研发伙伴多样性反映了企业合作伙伴特征属性的差异。相关研究在厘清研发伙伴多样性内涵的基础上,从职能、行业、治理、技术、地理和伙伴类型等维度探讨伙伴多样性对企业经营活动的差异化影响机理。PENNEY et al.^[9]发现较高的伙伴行业多样性将推动焦点企业进入合作伙伴所在的行业;曾德明等^[10]的研究表明,企业合作研发伙伴技术多样性与企业探索式创新绩效存在正向关系。由于不同类型的伙伴可能拥有焦点企业创新活动所需的异质性资源^[11],本研究重点分析伙伴类型多样性对企业探索式创新绩效的影响机理。

目前,关于伙伴类型多样性与企业创新绩效之间关系的实证研究尚未形成一致性结论。基于资源基础观和组织学习视角,关于开放式创新的研究发现,与不同类型的伙伴合作可以拓宽企业的资源、能力和知识池,从而为企业创新奠定基础^[12]。VAN BEERS

et al.^[13]基于组织学习视角的研究认为,通过学习协作和创新技巧,提高伙伴类型多样性将促进企业的激进式创新;杨慧军等^[14]以本土制造企业为样本,研究发现合作者类型的数量与探索式创新绩效正相关。然而,考虑到增加伙伴类型多样性会对企业的协调管理和知识吸收等带来挑战,有学者提出伙伴类型多样性与企业创新活动之间具有负向关联^[15]。杨震宁等^[16]发现伙伴类型多样性与企业创新绩效之间呈倒U形关系。

近期有学者开始探讨情景因素对伙伴类型多样性与企业创新绩效之间关系的调节作用。张妍等^[17]基于对218家中国医药制造企业的问卷调查研究,发现研发合作经验增强伙伴类型多样性与创新绩效之间的积极关系;DEGENER et al.^[18]强调在与不同类型伙伴进行研发合作的复杂过程中,企业对合作关系的管理能力直接关系到其对异质性知识的吸收和利用效果,并通过实证进一步证实了组合协调能力和主动伙伴选择分别与伙伴类型多样性在影响企业创新绩效中的正向交互作用。

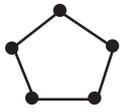
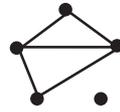
1.2 知识网络凝聚特征

知识基础与企业创新关系的研究可划分为两类,一类聚焦于知识基础的内容性特征,如规模^[6]、宽度和深度^[19]以及多元度^[20]等;另一类主要关注知识基础的结构特征对创新的影响,如基于社会网络分析法刻画企业知识基础的网络化特征^[21]。近年来,关于知识网络的研究主要探讨知识网络的自我网络结构与企业技术创新活动之间的显著关联。蔡虹等^[22]以中国电子信息企业为研究对象,实证分析发现知识网络的可分解性与企业技术合作关系的形成存在倒U形关系;杨博旭等^[23]认为,知识网络关系嵌入对企业创新绩效没有显著影响;付雅宁等^[24]基于对美国专利及商标局授权的纳米技术专利进行实证分析,发现知识网络结构洞会强化企业合作网络结构洞与探索式创新绩效之间的正向关系。

凝聚性这一网络结构性指标包括局部凝聚性和全局凝聚性,局部凝聚性即网络聚集度,全局凝聚性即网络密度。GULER et al.^[25]最早用凝聚性刻画组织内部发明人网络的凝聚水平,后被应用于企业内部知识网络^[26]。知识网络聚集度刻画网络中各个知识元素与其相邻知识元素之间直接联系的程度,知识网络密度是对知识网络中所有知识元素普遍联系程度的描述,二者含义不同。即使一个知识网络在局部网络中具有连接松散的节点组合(即较低的网络聚集水平),在整体水平上仍有可能表现出较为紧密的结构(即较高的网络密度)。表1给出知识网络聚集度和知识网络密度示例,网络A与网络B的网络密度相同,但其网络聚集水平存在明显差异。探讨不同类型知识网络凝聚特征在伙伴类型多样性与企业创新绩效之间关系中发挥的调节作用,有利于分析企业内部知识网络整体特征与伙伴类型多样性如何共同作用于企业探索式创新,并为从知识基础结构性特征视角阐释企业创新的观点^[27]提供支撑。

表1 知识网络聚集度和知识网络密度示例

Table 1 Illustration of Knowledge Network Clustering Coefficient and Density

网络特征	网络A	网络B
网络结构		
网络聚集度	0	0.670
网络密度	0.500	0.500

综上所述,已有研究为理解企业合作研发伙伴多样性提供了富有启发意义的成果,但还有以下不足之处:①关于伙伴类型多样性与创新活动之间关系的研究,学者们并未形成一致性结论,就“是否应单方面考虑协同过程中企业的收益或成本”无法达成共识是造成这一分歧的重要原因,并且已有研究缺少从企业层面对探索式创新这一特殊创新策略的关注。从知识产出看,创新可划分为利用式创新和探索式创新。探索式创新的本质是企业通过获取和应用新知识扩展现有知识基础,利用式创新更多通过重构企业现有技术知识来实现^[2]。与利用式创新相比,实现探索式创新的风险和不确定性更高,通过协同来共担风险、共享互补资源的需求相对较强^[28]。增加伙伴类型多样性能够为企业带来大量异质性知识,并催生新思路和新想法。但是,对异质性新知识进行重组的同时,企业也会面临严峻的知识吸收挑战和高额的管理成本投入。因此,现有伙伴类型多样性对企业创新绩效作用机理的研究结论无法直接为企业的探索式创新协同策略提供指导。②学者们试图通过发掘边界条件消除伙伴类型多样性与创新活动之间关系的分歧,但已有研究尚未关注企业获取合作伙伴知识后其内部的知识整合运用过程。尽管知识网络结构与企业的知识重组潜力和能力关联密切^[26],但其在伙伴类型多样性与企业探索式创新关系中发挥的重要作用暂未得到有效揭示。③目前探讨知识网络结构对企业创新活动影响的研究还很少,且主要关注节点水平下自我网络结构对创新活动的影响,缺乏对知识网络全局特征(如网络凝聚特征)在创新活动中如何发挥作用的深入分析。④研究方法上,已有关于伙伴类型多样性的研究仍以横截面的问卷调查数据为主,尤其缺乏基于中国制造企业的纵贯大样本二手数据的验证分析,难以反映伙伴类型多样性与企业创新之间关系随时间的动态变化。

对于上述不足,本研究通过面板数据实证分析伙伴类型多样性对企业探索式创新绩效的影响,并通过中国整车或汽车零部件制造企业专利申请数据构建企业知识网络,进一步探讨知识网络聚集度和知识网络密度的调节效应。

2 理论分析和研究假设

2.1 伙伴类型多样性与探索式创新绩效

伙伴类型多样性增加带来的异质性知识有助于提升企业探索式创新绩效。①增加伙伴类型多样性可以为企业带来更多新颖的非冗余知识。已有研究表明,不同类型合作伙伴拥有差异化、专业化的知识和经验^[29],如供应商拥有与生产工艺相关的知识^[30]、高校和科研院所拥有新的科学和技术知识^[31]等,将此类新颖的、非冗余的知识应用于创新活动中将有助于激发企业的跨领域技术创新想法,为企业实现技术上的重大突破带来机遇^[32]。②增加伙伴类型多样性能够促进企业知识整合认知方式的改变。技术发明可以被视为企业根据自我的“最优猜测”在不同知识元素之间建立联结的结果^[6]。YAYAVARAM et al.^[27]认为,获取来自新领域的知识为揭示企业未曾意识到的知识元素之间的关联、改变企业对知识元素之间已有联结的看法提供了契机。与伙伴类型多样性低的企业相比,拥有高伙伴类型多样性的企业会接触到更多新领域的新颖知识和解决问题的方案^[33],更有可能改变其关于知识元素之间关系的“最优猜测”,企业将得以运用新理念和 new 想法审视已有知识与新知识之间的可能组合,有助于摆脱自身“技术轨迹陷阱”,提升探索式创新绩效。

然而,增加伙伴类型多样性也为企业带来了更多挑战 and 成本。①在通过协同实现探索式创新的过程中,随着伙伴类型的增加,企业的管理成本投入增速随之提升^[9]。LEE et al.^[3]通过元分析方法发现,这些增长的管理成本包括缺乏信任带来的监督成本、接触信息的不连续导致的搜寻成本以及缺乏细节性理解产生的成本。由于探索式创新涉及新技术发展轨迹的构建和引入,因而尝试理解来自不同类型伙伴的大量新颖知识会使企业的管理成本投入进一步增加。②过高的伙伴类型多样性会导致知识过载,对企业探索式创新绩效产生消极影响。一方面, KOP-UT^[34]分析发现,企业获取的异质性新知识只有很少一部分能够被认真对待,管理者注意力分配问题由此产生。随着伙伴类型多样性的增加,注意力分配问题的凸显不利于企业关注和整合更多的新知识元素和创新性想法,阻碍了企业探索式创新绩效的提升。另一方面,从吸收能力理论视角,来自外部伙伴的异质性新知识至少要经过获取和整合这两个环节才能被应用于探索式创新活动。尽管客观来看这些新颖知识为企业实现探索式创新奠定了重要基础,但是考虑到焦点企业与不同类型伙伴知识基础的差异,过高的合作伙伴多样性会带来过多与企业已有知识存在较大认知距离的新知识^[35]。在这样的情况下,吸收一个新类型的伙伴带来的新颖知识对焦点企业吸收能力的要求将远超过以往。随着企业的吸收能力达到上限,不仅无法实现将隐性知识转化进入内部创新探索的过程^[36],企业还将受困于异质性知识的被动获取。

综上所述,增加伙伴类型多样性将会为企业带来呈线

性增长趋势的收益,但随着伙伴类型多样性水平的继续提升,企业面临的成本增长加速,导致整体上成本呈指数型增长趋势。线性收益曲线减去指数型成本曲线^[37],即得到伙伴类型多样性与企业探索式创新绩效之间的倒U形曲线关系。因此,本研究提出假设。

H₁ 伙伴类型多样性与探索式创新绩效之间呈倒U形关系。

2.2 知识网络凝聚特征的调节作用

2.2.1 知识网络聚集度的调节作用

以研发人员网络为实现路径,在内部惯例和研发经验形成的过程中,知识元素被嵌入到与临近知识元素之间的连接中^[38],形成局部聚集的知识网络。本研究认为,知识网络聚集度的提升会使伙伴类型多样性与探索式创新绩效之间的倒U形关系曲线变得更加平缓。①基于组织学习视角,企业在学习外部知识或技能的过程中存在路径依赖^[39]。知识元素的高度聚集反映企业在特定技术领域的持续关注和重点投入程度,是企业核心竞争能力的表征^[40]。因此,当企业研发伙伴类型多样性最低时,即企业仅有一类研发伙伴或企业处于封闭式创新阶段,如果其同时拥有更高的知识网络聚集度,该企业将很难实现技术发展轨迹的突破和更大范围的技术知识组合,探索式创新绩效会因此而被降低。②随着伙伴类型多样性的提升,知识网络聚集度高的企业,更有可能以“能否继续发挥企业核心技术的关键作用”为标准,整合来自不同类型合作伙伴的知识和新颖想法^[41]。因此,伴随知识网络聚集度的提升,在与不同类型组织合作研发时,企业将更倾向于获取和整合与自身核心技术领域相关的知识,从而忽视一部分有助于实现探索式创新的新颖想法和技术机会,最终导致通过增加伙伴类型多样性以提升企业探索式创新绩效的效果被减弱。

然而,增加伙伴类型多样性为企业带来的大量新知识仅意味着潜在的创新可能,如果不能实现企业知识基础与新知识元素的适配,仍将无法实现探索式创新^[11]。①考虑到知识网络聚集程度是企业核心技术能力的反映,知识网络聚集度高的企业能够依据自身在特定领域内的深刻认知,从而有效地识别出有高适配可能的新知识^[8],其整合利用内外部知识元素的能力明显增强。②知识网络聚集水平的提升意味着企业内部研发团队可能拥有更明确的技术优势^[42]。在不同研发团队相互竞争的情景下,通过创新不断提升团队核心技术优势被认为是发明人团队获取组织支持的重要路径^[43],这将推动企业内部研发团队对外部新知识的探索,继而增强企业获取和整合新知识的主动性。

综上,知识网络聚集水平的提高会降低伙伴类型多样性水平低时企业的初始收益,并减弱伙伴类型多样性增加为企业探索式创新带来的收益增长;但同时,整合和吸收知识的能力增强,知识网络聚集度的提升会降低企业在与不同类型伙伴合作研发过程

中不断提升的成本增速。因此,本研究提出假设。

H₂ 企业知识网络聚集度对伙伴类型多样性与探索式创新绩效的关系具有非线性调节作用,当伙伴类型多样性较低时,提升知识网络聚集度将削弱伙伴类型多样性与探索式创新绩效之间的正向关系;当伙伴类型多样性较高时,提升知识网络聚集度将削弱伙伴类型多样性与探索式创新绩效之间的负向关系。

2.2.2 知识网络密度的调节作用

组织内部知识网络的密度描述了组织知识基础中知识元素之间的普遍联系程度,反映了组织知识体系的复杂性和稳定性^[26]。本研究认为,知识网络密度的提升会强化伙伴类型多样性与探索式创新绩效之间的倒U形关系。①当企业伙伴类型多样性水平处于低值时,拥有较高知识网络密度的企业将面临较低的初始收益。考虑到企业内部知识网络与发明人网络之间的关联^[44],知识元素整体上更为普遍的联结意味着企业内部发明人之间相对紧密的研发合作。发明人之间较高的协同整合程度,会增强发明人对彼此创新成果的认同和共同所有权感知,这使发明人倾向于基于内部已有发明进行利用式创新^[45],因此会抑制探索式创新。②企业分解、重构并运用不同技术领域内知识的能力随着知识网络密度的提升而不断增强^[46]。当企业创新策略转变为开放式,随着企业对合作研发这一探索式创新实现方式逐渐认可,借助较为丰富的跨领域知识整合经验,拥有高知识网络密度的企业能够实现新颖性外部知识与内部知识的整合应用,显著提升企业将外部伙伴的异质性新知识用于探索式创新的利用效果。

另外,在竞争激烈的市场环境中,企业选择通过改变知识元素之间耦合关系实现技术革新^[27]。知识网络密度提升意味着企业知识基础整合水平和系统稳定性的提升,而YAYAVARAM et al.^[7]的研究表明,知识基础的高度整合会提升企业知识基础的复杂程度,此时知识基础中任何知识元素状态的改变都会引发决策者对整个知识网络变化情况的思考,继而使改良知识基础愈发困难。因此,随着伙伴类型多样性水平的提升,知识网络密度高的企业在尝试整合外部异质性知识的过程中,需要深入考虑知识重组实践对整个知识基础可能引发的系统性改变,从而导致企业评价和消化不同类型伙伴提供的新知识的效率降低。如前所述,已有研究表明,随着协同伙伴类型的增加,企业的管理成本投入过高问题^[3]、注意力分配问题^[34]将逐渐凸显。知识网络密度较高的情况下,将新知识融入企业现有知识基础会对现有知识体系稳定性带来挑战。因此,为开展有效的知识管理,管理者需要投入更多的精力和资源,这将加剧在与越来越多不同类型的组织协同时企业本就面临的管理成本投入过高问题和注意力分配问题。

综上,知识网络密度的提高会降低伙伴类型多样性水平低时企业的初始收益,但会强化伙伴类型多样性增加为企业探索式创新带来的收益增长;与此

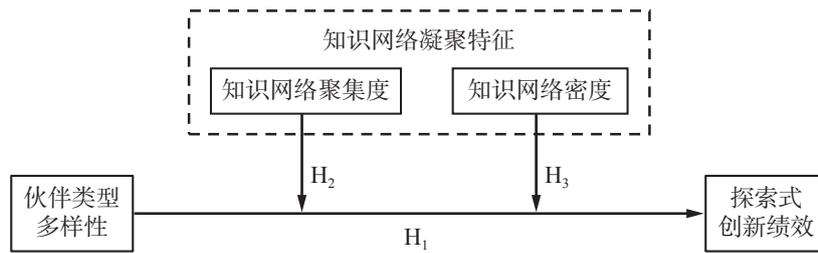


图1 概念模型

Figure 1 Conceptual Model

同时, 由于管理成本投入过高问题和注意力分配问题的恶化, 知识网络密度的提升会加大企业在与不同类型伙伴合作研发过程中的成本增速。因此, 本研究提出假设。

H₂ 企业知识网络密度对伙伴类型多样性与探索式创新绩效的关系具有非线性调节作用, 当伙伴类型多样性较低时, 提升知识网络密度将增强伙伴类型多样性与探索式创新绩效之间的正向关系; 当伙伴类型多样性较高时, 提升知识网络密度将增强伙伴类型多样性与探索式创新绩效之间的负向关系。

综合上述分析, 本研究的概念模型见图1。

3 研究设计

3.1 样本和数据

汽车产业“新四化”浪潮下, 越来越多的整车或汽车零部件制造企业与国内外同类型企业、供应商、科研院所等开展广泛的研发合作, 并且以申请专利的形式保护创新成果已经成为该行业惯例^[42], 因此本研究选取中国汽车产业中的整车或汽车零部件制造企业作为研究对象。借助国家知识产权局推出的重点产业专利信息服务平台, 本研究采集2002年1月1日至2012年1月1日中国汽车产业的所有专利数据。考虑到中国外观设计专利使用单独规范下的分类号进行分类, 本研究仅保留1041个组织的实用新型专利和发明专利数据。剔除样本期内只涉足一个技术领域的组织及非企业型组织, 最终提取到361家整车或汽车零部件制造企业的专利数据。企业性质和区域地理位置等数据来自国家企业信用信息公示系统、企业年报和国泰安数据库。借鉴WANG et al.^[44]和GUAN et al.^[8]的处理方式, 本研究构建企业内部知识网络, 知识网络中的网络节点即某一特定技术类别的知识元素, 节点之间连接表示不同知识元素被应用于同一专利中。

3.2 变量测量

3.2.1 因变量

以企业向国家知识产权局提交申请的专利中出现新技术类别的知识元素个数测量探索式创新绩效^[44], 知识元素所属技术类别通过国际专利技术分类号的前4位判断。

3.2.2 自变量

伙伴类型多样性是指焦点企业合作研发伙伴的

组织类型多样化水平。本研究以3年为时间窗口, 基于汽车行业专利的联合申请信息、网络公开信息和工商系统公布的相关信息等多种信息源, 借鉴DE LEEUW et al.^[11]的分类思路, 按照组织类型和地理位置(国内、国外), 将中国汽车产业中焦点企业的合作伙伴分为国内竞争者、国外竞争者、大学、科研院所、汽车零部件制造企业、商业实验室和子公司共7类。参照已有研究中对多样性的测量方法, 本研究采用熵指数方法^[9]计算伙伴类型多样性。计算公式为

$$Ptd = \sum_{m=1}^n S_m \log\left(\frac{1}{S_m}\right) \quad (1)$$

其中, Ptd 为伙伴类型多样性指数, 其值越大说明伙伴类型多样性水平越高; m 为合作研发中合作伙伴类型, $m = 1, 2, \dots, n$, n 为焦点企业合作伙伴类型的总数; S_m 为 m 类型的伙伴数量占焦点企业全部合作研发伙伴数量的比重。

3.2.3 调节变量

(1) 知识网络聚集度。参照GULER et al.^[25]和XU et al.^[26]的处理方式, 本研究利用加权平均聚集系数测量企业知识网络聚集度。计算公式为

$$Clu = \frac{\sum_i K_i \cdot \frac{\varphi_i}{\theta_i}}{\sum_i K_i} \quad (2)$$

其中, Clu 为知识网络聚集度, 其值越高表明网络局部聚集水平越高; i 为焦点网络节点; K_i 为与 i 节点直接相连的节点数量; φ_i 为 i 节点与临近节点之间的连接边数; θ_i 为 i 节点与临近节点之间的最大可能连接边数。借助UCINET 6.487中的Clustering Coefficient命令计算知识网络聚集度。

(2) 知识网络密度。利用社会网络分析方法, 本研究在构建361家整车或汽车零部件制造企业内部知识网络的基础上, 采用加权网络密度测量知识网络密度^[26]。计算公式为

$$Den = \frac{\sum_i \sum_j l_{i,j}}{\frac{n(n-1)}{2}} \quad (3)$$

其中, Den 为知识网络密度, 其值越高表明网络密度越高; j 为网络中的节点, $i \neq j$; $l_{i,j}$ 为 i 节点与 j 节点之

间的实际连接边数。

3.2.4 控制变量

本研究对企业年龄、企业性质和研发强度对探索式创新绩效可能存在的影响进行控制,企业性质包括国有企业和外资企业两类^[47],研发强度用过去5年中企业专利存量测量^[8]。同时,本研究还控制知识网络聚集度和知识网络密度对探索式创新绩效可能存在的直接作用。此外,由于政府层面出台的汽车产业发展政策可能会影响企业的探索式创新活动,本研究通过引入年份虚拟变量和区域位置变量对相关影响进行控制。其中,区域位置变量包括东部地区、中部地区和东北部地区3类。

4 分析方法和实证结果

4.1 模型选择

本研究的因变量为探索式创新绩效,属于计数的非负整数,且其均值为1.892,方差为25.472,二者相差较大,表明存在过度离散现象,因此本研究采用负二项回归方法检验假设。同时,由于固定效应模型不能估计不随时间变化的变量,且面板数据的Hausman检验未拒绝原假设,本研究最终采用随机效应模型进行数据分析。

4.2 描述性统计

表2给出各变量的描述性统计结果。其中,伙伴类型多样性的均值为0.096,表明样本企业的研发合作伙伴较为单一;研发强度平均值达到18.213,说明样本企业具备技术密集型特征;伙伴类型多样性与探索式创新绩效正相关但不显著,知识网络密度与探索式创新绩效显著负相关,知识网络聚集度与探索式创新绩效正相关但不显著,需要进一步通过分层回归对变量间关系进行分析;控制变量中,外资企业和研发强度均与探索式创新绩效显著正相关,国有企业与探索式创新绩效负相关但不显著。各变量的方差膨胀因子VIF系数在1.022~2.609之间,表明变量之间并不存在严重的多重共线性问题。

4.3 假设检验

各变量对探索式创新绩效的负二项回归分析结果见表3。模型1仅包括控制变量,外资企业与探索式创新绩效之间存在显著正向关系,国有企业与探索式创新绩效之间的关系不显著;知识网络密度与探索式创新绩效之间存在较强的显著负向关系。在模型1的基础上,模型2加入伙伴类型多样性,模型3加入伙伴类型多样性及其平方项,伙伴类型多样性的回归系数为2.232, $p < 0.050$; 伙伴类型多样性平方

表2 描述性统计结果

Table 2 Results for Descriptive Statistics

变量	探索式 创新绩效	伙伴类型 多样性	企业 年龄	国有 企业	外资 企业	研发 强度	知识网络 聚集度	知识网络 密度	东部 地区	中部 地区	东北部 地区
探索式创新绩效	1										
伙伴类型多样性	0.025	1									
企业年龄	0.073	0.013	1								
国有企业	-0.029	0.014	0.396	1							
外资企业	0.131	0.074	-0.069	-0.201	1						
研发强度	0.511	0.008	0.140	0.017	0.043	1					
知识网络聚集度	0.043	0.003	0.004	-0.065	-0.024	0.111	1				
知识网络密度	-0.203	-0.031	-0.100	-0.002	-0.109	-0.199	0.233	1			
东部地区	0.009	0.009	0.022	-0.026	0.099	-0.040	0.019	0.065	1		
中部地区	-0.002	-0.075	-0.129	-0.036	-0.010	-0.041	-0.017	-0.065	-0.633	1	
东北部地区	-0.004	0.043	0.191	0.201	-0.094	0.014	-0.027	-0.068	-0.403	-0.112	1
均值	1.892	0.096	10.400	0.141	0.197	18.213	0.470	0.572	0.696	0.149	0.066
标准差	5.047	0.239	7.671	0.349	0.398	52.476	0.763	0.625	0.460	0.356	0.249
最小值	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
最大值	53	1.080	58	1	1	597	7	4	1	1	1
VIF		1.022	1.324	1.281	1.093	1.445	1.107	1.354	2.609	2.293	1.740

注:相关系数绝对值大于0.100的显著性达到0.010水平;囿于篇幅,表中未展示年份虚拟变量的相关系数。

表3 探索式创新绩效的负二项随机效应回归结果
Table 3 Negative Binomial Random Effects Regression Results for Exploratory Innovation Performance

	探索式创新绩效					
	模型 1	模型 2	模型 3	模型 4	模型 5	模型 6
知识网络聚集度	0.049 (0.095)	0.050 (0.095)	0.049 (0.095)	-0.324 (0.212)	0.051 (0.094)	-0.723** (0.301)
知识网络密度	-0.993*** (0.274)	-0.985*** (0.271)	-0.989*** (0.271)	-1.012*** (0.271)	-0.635 (0.583)	-0.228 (0.556)
伙伴类型多样性		-0.389 (0.326)	2.232** (1.049)	1.551 (1.031)	3.243* (1.890)	2.414 (1.609)
伙伴类型多样性平方			-5.407*** (1.902)	-4.054** (1.978)	-7.783** (3.619)	-6.836** (3.176)
伙伴类型多样性 × 知识网络聚集度				-2.664 (1.771)		-5.967** (2.618)
伙伴类型多样性平方 × 知识网络聚集度				7.628** (3.876)		16.090*** (5.878)
伙伴类型多样性 × 知识网络密度					2.871 (4.515)	6.040 (4.514)
伙伴类型多样性平方 × 知识网络密度					-6.850* (3.169)	-16.260* (8.767)
企业年龄	-0.026 (0.160)	-0.033 (0.159)	-0.018 (0.162)	-0.023 (0.160)	-0.017 (0.162)	-0.015 (0.158)
研发强度	0.466*** (0.092)	0.472*** (0.092)	0.466*** (0.091)	0.470*** (0.091)	0.465*** (0.091)	0.468*** (0.089)
国有企业	-0.160 (0.257)	-0.138 (0.257)	-0.155 (0.262)	-0.112 (0.263)	-0.163 (0.258)	-0.131 (0.261)
外资企业	0.407* (0.242)	0.445* (0.240)	0.437* (0.243)	0.418* (0.239)	0.433* (0.245)	0.382 (0.241)
东部地区	-0.123 (0.464)	-0.101 (0.455)	-0.086 (0.461)	-0.086 (0.454)	-0.088 (0.466)	-0.112 (0.464)
中部地区	-0.142 (0.489)	-0.141 (0.487)	-0.117 (0.491)	-0.141 (0.486)	-0.117 (0.495)	-0.176 (0.496)
东北部地区	0.071 (0.502)	0.094 (0.490)	0.095 (0.495)	0.073 (0.506)	0.099 (0.501)	0.069 (0.511)
常数项	-0.819 (0.700)	-0.865 (0.690)	-0.593 (0.683)	-0.685 (0.687)	-0.464 (0.678)	-0.531 (0.681)
瓦尔德卡方统计值	392.716***	419.173***	432.246***	431.677***	423.185***	441.741***
样本观测值	773	773	773	773	773	773
企业数量	361	361	361	361	361	361

注: 括号内数据为标准误差, 所有回归都包含Huber-White稳健标准误; 表中未展示年份虚拟变量的负二项回归系数; ***为 $p < 0.010$, **为 $p < 0.050$, *为 $p < 0.100$ 。

的回归系数为-5.407, $p < 0.010$; 曲线拐点处伙伴类型多样性的值为0.215, 处于伙伴类型多样性指标中心化后的取值范围中, 表明伙伴类型多样性与探索式创新绩效之间的关系呈倒U形, H_1 得到验证。图2

展示了伙伴类型多样性与探索式创新绩效之间的倒U形关系, 其倒U形的拐点较早来临, 探索式创新绩效在到达峰值后大幅度降低, 体现了探索式创新这一特殊创新策略对过度协同的高度敏感。

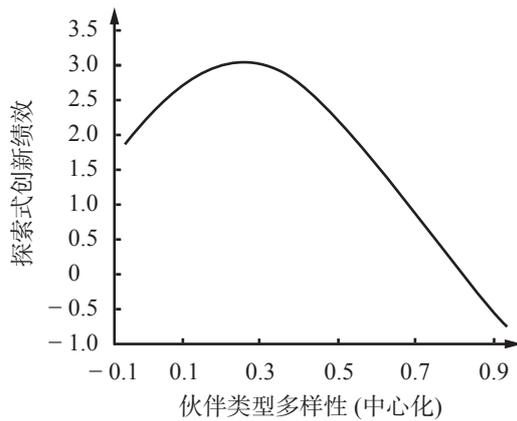


图2 伙伴类型多样性对探索式创新绩效的影响
Figure 2 Effect of Partner Type Diversity on Exploratory Innovation Performance

为检验知识网络聚集度和知识网络密度对伙伴类型多样性与探索式创新绩效之间关系的调节作用,基于 HAANS et al.^[37]关于倒U形关系被调节的检验方法研究,表3中,在模型3的基础上,模型4加入伙伴类型多样性及其平方项与知识网络聚集度的交互项,伙伴类型多样性平方 \times 知识网络聚集度的回归系数为7.628, $p < 0.050$,表明企业知识网络聚集度对伙伴类型多样性与探索式创新绩效的关系具有非线性调节效应。图3给出知识网络聚集度的调节效应图,将知识网络聚集度按照均值大小划分为高和低两类,高于知识网络聚集度均值1个标准差为高知识网络聚集度,低于均值1个标准差为低知识网络聚集度。由图3可知,在探索式创新绩效曲线上升的部分,随着伙伴类型多样性增加,与高知识网络聚集度的企业相比,低知识网络聚集度的企业通过研发协同获得的探索式创新绩效更高;在探索式创新绩效曲线下降的部分,随着伙伴类型多样性增加,知识网络

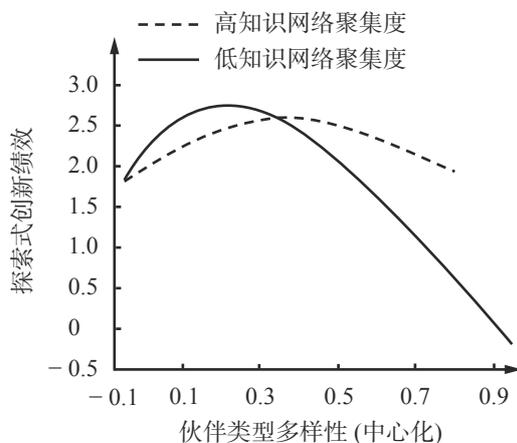


图3 知识网络聚集度对伙伴类型多样性与探索式创新绩效的调节效应
Figure 3 Moderating Effects of Knowledge Network Clustering Coefficient on the Relationship between Partner Type Diversity and Exploratory Innovation Performance

聚集度的增加减缓了伙伴类型多样性与探索式创新绩效之间的负向关系。 H_2 得到验证。

在模型3的基础上,模型5加入伙伴类型多样性及其平方项与知识网络密度的交互项,伙伴类型多样性平方 \times 知识网络密度的回归系数为-6.850, $p < 0.100$,表明企业知识网络密度对伙伴类型多样性与探索式创新绩效的关系具有非线性调节效应。图4给出知识网络密度的非线性调节效应图,将知识网络密度按照均值大小划分为高和低两类,高于知识网络密度均值1个标准差为高知识网络密度,低于均值1个标准差为低知识网络密度。在探索式创新绩效曲线上升部分,随着伙伴类型多样性增加,知识网络密度的调节作用并不十分明显;在探索式创新绩效曲线下降部分,随着伙伴类型多样性增加,知识网络密度的增加极大增强了伙伴类型多样性与探索式创新绩效之间的负向关系。 H_3 得到验证。

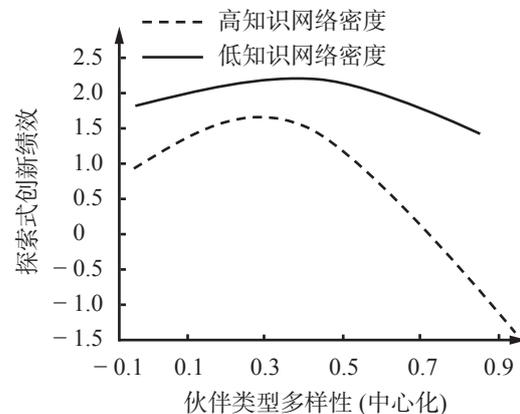


图4 知识网络密度对伙伴类型多样性与探索式创新绩效的调节效应
Figure 4 Moderating Effects of Knowledge Network Density on the Relationship between Partner Type Diversity and Exploratory Innovation Performance

将所有变量及其交互项纳入模型6,回归结果表明, H_2 和 H_3 进一步得到验证。

此外,考虑到已经有研究对伙伴类型多样性与企业创新绩效之间的关系进行了讨论,为证实进一步关注伙伴类型多样性对探索式创新这一特殊创新策略影响的必要性,本研究通过实证分析补充验证了伙伴类型多样性对企业利用式创新绩效的影响。与模型1和模型2类似,在考虑控制变量的基础上,伙伴类型多样性的回归系数为-0.688, $p < 0.050$,表明伙伴类型多样性负向影响利用式创新绩效。利用式创新以企业已有技术知识为支撑,主要通过提炼、整合和强化现有知识,以改进产品设计、拓展产品线、为顾客提供更优质服务,其风险和不确定性都较低^[48]。因此,一方面,伙伴类型多样性增加带来的大量异质性新知识对企业实现利用式创新作用不大,企业对通过协同以共担风险、共享资源的需求也不强;另一方面,在与不同类型伙伴合作研发以实现利

用式创新过程中,企业仍将投入管理和协调成本。总体看,企业在与不同类型组织协同进行利用式创新时,可能面临微弱收益和不必要的管理成本,这可能是造成伙伴类型多样性负向影响利用式创新绩效的重要原因。该研究结果与KOBARG et al.^[49]基于产品开发项目层面对协同宽度与渐进式创新绩效之间关系的推断相一致,为聚焦探索式创新这一特殊创新策略提供了侧面支撑。

5 结论

5.1 研究结果

为进一步理解企业合作研发伙伴的多样性特征与企业创新活动之间的关联,本研究基于开放式创新理论和知识基础观,深入分析伙伴类型多样性对企业探索式创新绩效的作用机理,并探讨企业内部知识网络聚集度和知识网络密度的调节作用,得到如下研究结果:

(1) 伙伴类型多样性与探索式创新绩效之间呈倒U形关系。由于不同类型的组织拥有差异化、专业化的知识和经验,与不同类型组织合作研发有利于促进企业知识整合认知方式的改变,拓展技术融合边界。然而,研发伙伴的组织类型多样性水平过高会带来组织间关系管理成本陡增、部分有价值的新颖知识无法被企业识别等问题,不利于提升企业的探索式创新绩效。

(2) 知识网络聚集度对伙伴类型多样性与探索式创新绩效的关系具有非线性调节作用。伙伴类型多样性水平高的企业在合作研发中将有机会获取更多异质性的新颖知识,此时进一步培育自身的核心技术领域不仅益处不大,反而会阻碍企业突破现有技术发展轨迹。但是随着伙伴类型多样性不断提升,企业对核心技术领域的持续关注和重点投入将有助于减弱过度协同危机造成的消极影响。

(3) 知识网络密度对伙伴类型多样性与探索式创新绩效的关系具有非线性调节作用。一方面,与已有研究结论相似,本研究发现受益于跨领域知识整合能力的增强,对拥有高密度知识网络的企业而言,通过增加研发伙伴的类型多样性来提升探索式创新绩效将更加有效。不同于XU et al.^[26]关于提高知识网络密度可能削弱研发协同宽度过高时伙伴类型多样性与企业创新之间负向关系的研究预期,本研究发现,提高知识网络密度将降低企业探索式创新绩效的整体净收益,并强化伙伴类型多样性过高时其与探索式创新绩效之间的负向关系。

5.2 理论贡献

(1) 明晰伙伴类型多样性对企业探索式创新绩效的作用机理。在伙伴类型多样性作用于企业创新的机制分析中,已有研究尚无法就“是否应综合考虑企业面临的收益与成本”达成共识。利用面板数据进行实证分析,本研究验证了综合衡量企业研发协同过程中的收益与成本这一观点的合理性,有助于理解伙伴类型多样性与创新绩效之间的复杂关系。不

仅如此,聚焦于伙伴类型多样性对探索式创新绩效的影响,本研究揭示了探索式创新对过度协同的高度敏感性,并在补充分析中实证发现伙伴类型多样性负向影响利用式创新,为企业层面伙伴类型多样性的后续研究基于不同类型创新策略展开讨论提供重要启示。

(2) 拓展了伙伴类型多样性研究的理论边界。以开放式创新为背景依托,近期关于伙伴类型多样性有效性边界条件的探讨多集中于企业对协同关系的管理能力,忽视了企业内部知识整合的实际效果。知识基础观认为,技术创新的本质是知识整合^[6],而知识基础特征反映了企业知识基础的重组潜力和承受改变能力。因此,本研究基于知识基础观,将知识基础结构性特征引入伙伴类型多样性对探索式创新绩效影响的机制分析中,为开放式创新理论指导下的研发协同战略研究提供了重要补充。

(3) 通过揭示不同类型知识网络凝聚水平的双刃剑效应,本研究丰富了对知识基础特征的研究。以YAYAVARAM et al.^[27]为代表,关于知识基础观的研究开始提倡关注组织知识元素整体整合模式及其对创新的影响。基于此,本研究聚焦于知识网络的整体网络特征,探究知识网络凝聚性对企业合作研发实践的影响,弥补了知识基础相关实证研究主要聚焦于知识基础内容性特征或自我网络特征的不足,有助于深入理解不同类型知识网络凝聚特征的差异化影响。

5.3 实践启示

(1) 增加合作研发伙伴类型这一开放式创新策略存在过犹不及的风险,尤其是对于探索式创新。合作研发过程中,管理者应重点关注管理成本投入和研发人员重组内外部技术的实际效果,以确保企业获得更高净收益。

(2) 内外兼修,综合考虑企业自身的知识基础凝聚程度与伙伴类型多样性的影响,制定更为有效的探索式创新协同策略。当企业已经培育出核心技术群时,合作研发过程中知识管理的重心应侧重于如何摆脱路径依赖,突破现有技术轨迹。对强调实现已有技术之间交叉融合的企业而言,与不同类型的伙伴合作是实现探索式创新的良策,但管理者需避免在整合外部技术时贪多求新,重视内外部技术交叉融合的实际产出。

5.4 研究局限

①受数理模型分析方法和理论框架限制,本研究未探讨伙伴类型多样性与探索式创新绩效之间倒U形关系中可能存在的中介变量,后续研究可尝试构建分析倒U形关系中中介变量作用机制的合适数理模型和理论框架,为伙伴类型多样性研究提供更为深入的考察。②在与不同类型的组织合作研发过程中,外部环境特征可能影响企业的知识整合有效性,未来研究可以综合考虑企业内外部因素,将企业内部知识网络特征与外部环境特征纳入同一分析框架。③本研究实证分析定位于汽车行业,后续研究

可以通过扩展样本类型来丰富本研究的框架。

参考文献:

- [1] PHELPS C C. A longitudinal study of the influence of alliance network structure and composition on firm exploratory innovation. *Academy of Management Journal*, 2010, 53(4): 890–913.
- [2] MARCH J G. Exploration and exploitation in organizational learning. *Organization Science*, 1991, 2(1): 71–87.
- [3] LEE D, KIRKPATRICK-HUSK K, MADHAVAN R. Diversity in alliance portfolios and performance outcomes: a meta-analysis. *Journal of Management*, 2017, 43(5): 1472–1497.
- [4] MCDERMOTT C M, O'CONNOR G C. Managing radical innovation: an overview of emergent strategy issues. *Journal of Product Innovation Management*, 2002, 19(6): 424–438.
- [5] 蔡宁, 潘松挺. 网络关系强度与企业技术创新模式的耦合性及其协同演化: 以海正药业技术创新网络为例. *中国工业经济*, 2008(4): 137–144.
CAI Ning, PAN Songting. The coupling relationship and synchrony evolving between strength of network tie and mode of innovation. *China Industrial Economics*, 2008(4): 137–144.
- [6] FLEMING L. Recombinant uncertainty in technological search. *Management Science*, 2001, 47(1): 117–132.
- [7] YAYAVARAM S, AHUJA G. Decomposability in knowledge structures and its impact on the usefulness of inventions and knowledge-base malleability. *Administrative Science Quarterly*, 2008, 53(2): 333–362.
- [8] GUAN J C, LIU N. Exploitative and exploratory innovations in knowledge network and collaboration network: a patent analysis in the technological field of nano-energy. *Research Policy*, 2016, 45(1): 97–112.
- [9] PENNEY C R, COMBS J G. A transaction cost perspective of alliance portfolio diversity. *Journal of Management Studies*, 2020, 57(6): 1073–1105.
- [10] 曾德明, 张丹丹, 文金艳. 基于专利合作的网络技术多样性对探索式创新的影响研究: 网络结构的调节作用. *情报杂志*, 2015, 34(2): 104–110.
ZENG Deming, ZHANG Dandan, WEN Jinyan. A study of the impact of network technological diversity on exploratory innovation based on patent cooperation: the moderating role of network structure. *Journal of Intelligence*, 2015, 34(2): 104–110.
- [11] DE LEEUW T, LOKSHIN B, DUYSTERS G. Returns to alliance portfolio diversity: the relative effects of partner diversity on firm's innovative performance and productivity. *Journal of Business Research*, 2014, 67(9): 1839–1849.
- [12] SARPONG O, TEIRLINCK P. The influence of functional and geographical diversity in collaboration on product innovation performance in SMEs. *The Journal of Technology Transfer*, 2018, 43(6): 1667–1695.
- [13] VAN BEERS C, ZAND F. R&D cooperation, partner diversity, and innovation performance: an empirical analysis. *Journal of Product Innovation Management*, 2014, 31(2): 292–312.
- [14] 杨慧军, 杨建君. 外部搜寻、联结强度、吸收能力与创新绩效的关系. *管理科学*, 2016, 29(3): 24–37.
YANG Huijun, YANG Jianjun. Research on the impact of external search, linking intensity and absorptive capacity on innovation performance. *Journal of Management Science*, 2016, 29(3): 24–37.
- [15] YOON W, LEE D Y, SONG J. Alliance network size, partner diversity, and knowledge creation in small biotech firms. *Journal of Management & Organization*, 2015, 21(5): 614–626.
- [16] 杨震宁, 吴剑峰, 乔璐. 企业研发伙伴的多样性、政治嵌入与技术创新绩效的关系研究. *经济管理*, 2016, 38(1): 51–61.
YANG Zhenning, WU Jianfeng, QIAO Lu. A study on the relationship among diversity of corporate R&D partners, political embeddedness, and technological innovation performance. *Business Management Journal*, 2016, 38(1): 51–61.
- [17] 张妍, 魏江. 研发伙伴多样性与创新绩效: 研发合作经验的调节效应. *科学学与科学技术管理*, 2015, 36(11): 103–111.
ZHANG Yan, WEI Jiang. R&D partner diversity and innovation performance: the moderating role of R&D cooperation experience. *Science of Science and Management of S.&T.*, 2015, 36(11): 103–111.
- [18] DEGENER P, MAURER I, BORT S. Alliance portfolio diversity and innovation: the interplay of portfolio coordination capability and proactive partner selection capability. *Journal of Management Studies*, 2018, 55(8): 1386–1422.
- [19] 于飞, 蔡翔, 董亮. 研发模式对企业创新的影响: 知识基础的调节作用. *管理科学*, 2017, 30(3): 97–109.
YU Fei, CAI Xiang, DONG Liang. Impact of R&D mode on firm innovation: the moderating effect of knowledge base. *Journal of Management Science*, 2017, 30(3): 97–109.
- [20] 陈培祯, 曾德明, 李健. 技术多元化对企业新产品开发绩效的影响. *科学学研究*, 2018, 36(6): 1070–1077.
CHEN Peizhen, ZENG Deming, LI Jian. The impact of technological diversification on new product development performance. *Studies in Science of Science*, 2018, 36(6): 1070–1077.
- [21] 潘李鹏, 池仁勇. 基于内部网络视角的企业知识结构与创新研究: “发散为王, 还是收敛制胜?”. *科学学研究*, 2018, 36(2): 288–295.
PAN Lipeng, CHI Renyong. The relationship between firm's knowledge structure and innovation from the perspective of interior network: “divergence or convergence?”. *Studies in Science of Science*, 2018, 36(2): 288–295.
- [22] 蔡虹, 刘岩, 向希尧. 企业知识基础对技术合作的影响研究. *管理学报*, 2013, 10(6): 875–881, 889.
CAI Hong, LIU Yan, XIANG Xiyao. The influence of knowledge base on technology collaboration: a test in Chinese electrical & electronic industry. *Chinese Journal of Management*, 2013, 10(6): 875–881, 889.
- [23] 杨博旭, 王玉荣, 李兴光. “厚此薄彼”还是“雨露均沾”: 组织如何有效利用网络嵌入资源提高创新绩效. *南开管理评论*, 2019, 22(3): 201–213.
YANG Boxu, WANG Yurong, LI Xingguang. Favoritism or equality: how to make effective use of network resources to improve innovation performance. *Nankai Business Review*, 2019, 22(3): 201–213.
- [24] 付雅宁, 刘凤朝, 马荣康. 发明人合作网络影响企业探索式创新的机制研究: 知识网络的调节作用. *研究与发展管理*, 2018, 30(2): 21–32.
FU Yaning, LIU Fengchao, MA Rongkang. Influence mechanism of inventors' collaboration network on firm's exploratory innovation: moderating effect of knowledge network. *R&D Management*,

- 2018, 30(2): 21–32.
- [25] GULER I, NERKAR A. The impact of global and local cohesion on innovation in the pharmaceutical industry. *Strategic Management Journal*, 2012, 33(5): 535–549.
- [26] XU L Y, LI J, ZHOU X. Exploring new knowledge through research collaboration: the moderation of the global and local cohesion of knowledge networks. *The Journal of Technology Transfer*, 2019, 44(3): 822–849.
- [27] YAYAVARAM S, CHEN W R. Changes in firm knowledge couplings and firm innovation performance: the moderating role of technological complexity. *Strategic Management Journal*, 2015, 36(3): 377–396.
- [28] LAVIE D, STETTNER U, TUSHMAN M L. Exploration and exploitation within and across organizations. *Academy of Management Annals*, 2010, 4(1): 109–155.
- [29] 张妍, 魏江. 战略导向、研发伙伴多样性与创新绩效. *科学学研究*, 2016, 34(3): 443–452.
ZHANG Yan, WEI Jiang. Strategic orientation, R&D partner diversity and innovation performance. *Studies in Science of Science*, 2016, 34(3): 443–452.
- [30] 冯泰文, 孙林岩. 新产品开发过程中的外部参与对企业绩效的影响. *管理科学*, 2013, 26(2): 28–39.
FENG Taiwen, SUN Linyan. Impact of external involvement in the new product development process on firm performance. *Journal of Management Science*, 2013, 26(2): 28–39.
- [31] 郭建杰, 谢富纪, 王海花, 等. 产学研协同中自我中心网络动态性、区域间合作网络对企业创新的影响研究. *管理学报*, 2019, 16(7): 1026–1034.
GUO Jianjie, XIE Fuji, WANG Haihua, et al. Research of the effect of ego-network dynamics, inter-regional collaboration network on innovation of enterprises in industry-university collaboration. *Chinese Journal of Management*, 2019, 16(7): 1026–1034.
- [32] VAN DEN BERGH J C J M. Optimal diversity: increasing returns versus recombinant innovation. *Journal of Economic Behavior & Organization*, 2008, 68(3/4): 565–580.
- [33] HARGADON A, SUTTON R I. Technology brokering and innovation in a product development firm. *Administrative Science Quarterly*, 1997, 42(4): 716–749.
- [34] KOPUT K W. A chaotic model of innovative search: some answers, many questions. *Organization Science*, 1997, 8(5): 528–542.
- [35] HAGEDOORN J, LOKSHIN B, ZOBEL A K. Partner type diversity in alliance portfolios: multiple dimensions, boundary conditions and firm innovation performance. *Journal of Management Studies*, 2018, 55(5): 809–836.
- [36] GRIMPE C, KAISER U. Balancing internal and external knowledge acquisition: the gains and pains from R&D outsourcing. *Journal of Management Studies*, 2010, 47(8): 1483–1509.
- [37] HAANS R F J, PIETERS C, HE Z L. Thinking about U: theorizing and testing U- and inverted U-shaped relationships in strategy research. *Strategic Management Journal*, 2016, 37(7): 1177–1195.
- [38] HENDERSON R M, CLARK K B. Architectural innovation: the re-configuration of existing product technologies and the failure of established firms. *Administrative Science Quarterly*, 1990, 35(1): 9–30.
- [39] DOSI G. Sources, procedures, and microeconomic effects of innovation. *Journal of Economic Literature*, 1988, 26(3): 1120–1171.
- [40] CARNABUCI G, BRUGGEMAN J. Knowledge specialization, knowledge brokerage and the uneven growth of technology domains. *Social Forces*, 2009, 88(2): 607–641.
- [41] 徐露允, 曾德明, 张运生. 知识聚集、协作研发模式与探索式创新绩效: 基于我国汽车产业的实证研究. *管理评论*, 2019, 31(6): 68–76.
XU Luyun, ZENG Deming, ZHANG Yunsheng. Knowledge cluster, patterns of R&D collaboration and exploratory innovation performance: an empirical study on Chinese automotive industry. *Management Review*, 2019, 31(6): 68–76.
- [42] 李健, 余悦. 合作网络结构洞、知识网络凝聚性与探索式创新绩效: 基于我国汽车产业的实证研究. *南开管理评论*, 2018, 21(6): 121–130.
LI Jian, YU Yue. Structural holes in collaboration network, cohesion of knowledge network and exploratory innovation performance: an empirical study on the Chinese automakers. *Nankai Business Review*, 2018, 21(6): 121–130.
- [43] HOISL K, GRUBER M, CONTI A. R&D team diversity and performance in hypercompetitive environments. *Strategic Management Journal*, 2017, 38(7): 1455–1477.
- [44] WANG C L, RODAN S, FRUIN M, et al. Knowledge networks, collaboration networks, and exploratory innovation. *Academy of Management Journal*, 2014, 57(2): 484–514.
- [45] CARNABUCI G, OPERTI E. Where do firms' recombinant capabilities come from? Intraorganizational networks, knowledge, and firms' ability to innovate through technological recombination. *Strategic Management Journal*, 2013, 34(13): 1591–1613.
- [46] WANG J B, YANG N D. Dynamics of collaboration network community and exploratory innovation: the moderation of knowledge networks. *Scientometrics*, 2019, 121(2): 1067–1084.
- [47] 陈元志, 陈劲, 吉超. 中国不同类型企业技术创新效率的趋势与比较. *科研管理*, 2018, 39(5): 1–10.
CHEN Yuanzhi, CHEN Jin, JI Chao. A comparison of the technical innovation efficiency of different types of enterprises in China. *Science Research Management*, 2018, 39(5): 1–10.
- [48] BENNER M J, TUSHMAN M L. Exploitation, exploration, and process management: the productivity dilemma revisited. *Academy of Management Review*, 2003, 28(2): 238–256.
- [49] KOBARG S, STUMPF-WOLLERSHEIM J, WELPE I M. More is not always better: effects of collaboration breadth and depth on radical and incremental innovation performance at the project level. *Research Policy*, 2019, 48(1): 1–10.

Effects of Partner Type Diversity on Exploratory Innovation Performance

LI Jian, LI Songjie

Business School, Hunan University, Changsha 410082, China

Abstract: With the increase of environmental turbulence, more and more firms are trying to cooperate with different organizations in terms of research and development (R&D), and the diversity of R&D partners is highlighted. As an important dimension of partner diversity, the relationship between partner type diversity and firms' innovation performance is still controversial. Probing into the boundary conditions of the effect of partner type diversity on firms' innovation performance from the perspective of the overall cohesion characteristics of knowledge network (knowledge network clustering coefficient and knowledge network density) is also neglected.

Integrating the lens of knowledge-based view and open innovation, and based on the R&D partners' organizational type, this study deduces the mechanism that partner type diversity influences firms' exploratory innovation performance. Meanwhile, it investigates the moderating role of the clustering coefficient and density of knowledge networks. Employing a sample of 361 Chinese vehicle or parts manufactures, firms' knowledge networks were constructed by UCINET 6.487 and research hypotheses in this study were tested by Stata.

Negative binomial regression shows that partner type diversity has an inverted U-shaped association with firm's exploratory innovation performance. Moreover, when partner type diversity is relatively low, improving the knowledge network clustering coefficient weakens the positive relationship between partner type diversity and exploratory innovation performance, increasing the knowledge network density strengthens this positive relationship; when partner type diversity is relatively high, improving the knowledge network clustering coefficient weakens the negative relationship between partner type diversity and exploratory innovation performance, increasing the knowledge network density strengthens this negative relationship.

The results have both theoretical and practical implications. In theory, it clarifies the effect of partner type diversity on exploratory innovation performance and provides a new perspective about theoretical integration by introducing knowledge-based view. Not only that, this study deepens our understanding of the overall integrated mode of knowledge elements and its effects on firm innovation. In practice, the findings suggest that managers should pay attention to the risk of "too much of a good thing" during cooperation with more and more diverse-type partners, focus on the important role of technological knowledge base in the practice of knowledge integration, and adjust the open innovation strategy according to the characteristics of knowledge network cohesion.

Keywords: partner type diversity; knowledge network clustering coefficient; knowledge network density; exploratory innovation performance; R&D cooperation

Received Date: January 8th, 2020 **Accepted Date:** November 18th, 2020

Funded Project: Supported by the Natural Science Foundation of Hunan Province (2020JJ3017, 2018JJ3083) and the National Natural Science Foundation of China (71673082)

Biography: LI Jian, doctor in management, is an associate professor in the Business School at Hunan University. His research interests include innovation network and knowledge management. His representative paper titled "Exploring new knowledge through research collaboration: the moderation of the global and local cohesion of knowledge networks" was published in the *The Journal of Technology Transfer* (Issue 3, 2019). E-mail: ljian01@hnu.edu.cn

LI Songjie is a master degree candidate in the Business School at Hunan University. His research interests include technological innovation and knowledge network. E-mail: 18390986527@163.com □

(责任编辑: 刘思宏)