



网络特征和知识属性 对企业创新绩效的影响

宋耘, 王婕

中山大学 管理学院, 广州 510275

摘要:合作创新代表了诸多行业的经济现象,引致学界的研究兴趣不断上升。但已有研究主要聚焦于从单一层面探讨网络特征对企业创新绩效的影响,缺少对不同层次的变量共同影响企业创新绩效的机制的探索,研究结果有明显的分歧。

基于此,将代表网络微观层面特征的联系强度和代表网络宏观层面特征的网络密度纳入研究框架,同时引入代表知识特征的知识互补性,构建一个有中介的调节效应模型,探讨网络关系特征与网络结构特征在影响企业创新绩效时的交互作用,以及知识属性在网络特征影响企业创新绩效的机制中发挥的作用。借鉴成熟的网络特征和创新绩效量表,并采用自行开发的知识互补性量表,运用问卷调查方法,以321家广东省制造业企业为样本,应用Spss 25.0和Amos 22.0软件以及层次回归法和Bootstrap法进行数据分析,对提出的假设进行检验。

研究表明,①联系强度对企业创新绩效具有正向影响;②构建高密度网络对企业创新绩效具有积极意义;③知识互补性在联系强度影响企业创新绩效的过程中发挥部分中介作用;④网络密度负向调节知识互补性在联系强度对企业创新绩效影响中的中介作用。

研究结果一方面推进了对合作创新网络中知识互补性的作用机制的认识,另一方面通过在联系强度与知识互补性的关系中加入网络密度作为调节变量,对不同层次网络属性对创新绩效的交互作用机制进行有益探索,为企业构建组织间合作创新网络时应采取的具体策略提供进一步的明确指导,可从网络知识的角度为企业构建合作创新网络的密度以及调整与合作创新伙伴之间的联系强度提供实践参考。

关键词:合作创新网络;联系强度;网络密度;知识互补性;创新绩效

中图分类号:F270

文献标识码:A

doi:10.3969/j.issn.1672-0334.2020.03.006

文章编号:1672-0334(2020)03-0063-15

引言

自POWELL et al.^[1]开创合作创新网络这一新的研究领域并将网络视为创新中心以来,该领域的研究得到快速发展。已有研究从创新的复杂性、知识的异质性、网络结构和网络关系等不同视角,以及企业层面和网络层面等不同层面展开分析,揭示了有效评价组织间网络对创新的作用机制的必要性。

网络特征对企业创新过程的影响是合作创新网

络研究的一个重要主题。该类研究通过分析不同因素的作用,如伙伴企业的异质性、认知距离、网络位置可能带来的利益、网络结构和组成,来解释企业创新绩效的差异^[2-3]。大量研究将组织间网络特征分为关系特征和结构特征,探讨两种特征对企业创新绩效的影响^[4-5],但这些研究往往只进行单一层面的分析,强调在所研究层面发生的特定行为,鲜有对网络关系特征与网络结构特征之间可能的交互关系

收稿日期:2018-08-04 **修返日期:**2019-03-30

基金项目:国家自然科学基金(71872188);广东省哲学社会科学规划项目(GD18CGL02)

作者简介:宋耘,管理学博士,中山大学管理学院副教授,研究方向为企业升级和重构全球价值链等,代表性学术成果为“企业能力对企业自主品牌升级的影响研究——基于广东省制造业企业的调查分析”,发表在2017年第3期《广东财经大学学报》,E-mail:mnsy@mail.sysu.edu.cn

王婕,中山大学管理学院博士研究生,研究方向为全球价值链和企业创新等,代表性学术成果为“重构全球价值链:中国管理研究的前沿领域——基于SSCI和CSSCI(2002-2015年)的文献研究”,发表在2015年第11期《学术研究》,E-mail:wangj296@mail2.sysu.edu.cn

进行探索。

同时,合作创新网络的近期研究开始明确关注知识交换过程,知识成为一个新的研究主题^[6]。由于网络知识分享和知识创造的经验研究忽略了对创新过程的相关特征进行明确说明,导致经验研究的结果存在广泛争议。有研究认为有必要探索网络特征以外的知识转移维度,以得到对知识转移的前因和结果更完整的构图^[7]。

上述研究缺口提出了围绕合作创新网络与知识特征对企业创新绩效的交互影响过程进行分析的必要性。本研究把微观网络层面的关系属性和宏观网络层面的结构属性纳入同一研究框架,同时引入代表知识属性的知识互补性,通过分析两个不同层面网络特征的交互影响,以及知识互补性在这一过程中的作用,揭示网络特征在多层次交互中对企业创新绩效的作用机制。因此,本研究具体探讨网络关系特征与网络结构特征在影响企业创新绩效时的交互作用,以及知识互补性在网络特征影响企业创新绩效过程中发挥的作用。

1 相关研究评述

1.1 基于网络视角的企业创新机制

创新理论的近期发展将企业网络视为影响创新的重要因素,认为学习和创新常常在基于网络的交往过程中发生^[8],并确定了网络对企业创新的贡献,即进入新市场和获得新技术^[9]、降低新产品上市失败的风险^[10]、在创新过程早期识别可能的技术问题^[11],以及提供灵活性、速度、创新和能力,对不断变化的市场条件和战略机会做出平滑的调整^[12]。

关于组织间网络的研究分为两个互补层面的分析。微观层面:聚焦以特定组织为中心的网络,也称为组织联盟组合,由一系列组织之间的直接联系组成;宏观层面:聚焦网络特征,关注网络的整体结构。不同层面的要素对企业创新绩效的影响机制存在差异。微观层面的分析关注组织之间联系的性质,将网络联系分为强联系和弱联系,并强调网络联系的动态性^[13];宏观层面的分析对紧密网络与分散网络的特点进行比较,关注网络整体结构对创新绩效的影响^[14]。但已有研究未能在联系强度和网络密度对企业创新绩效的影响机制上达成共识,结论的相互冲突提供了对这一问题做进一步研究的机会。

总的来看,微观层面和宏观层面的研究审视了网络联系和网络结构在支持或阻碍知识利用和知识探索上的不同能力^[15],解释不同的网络机制和网络特征如何影响组织间网络中的知识转移和扩散^[16],以及网络的关系特征和结构特征与网络参与者及整个网络的创新绩效之间的关系^[17]。

1.2 基于知识视角的企业创新机制

已有研究确定了跨越组织边界搜寻外部知识对企业创新的重要性^[18],认为企业有效搜寻、获得知识的程度影响了他们创造知识的能力。有研究者甚至认为,创新优势并不是由企业内部资源决定的,而是

取决于对有价值的外部知识的识别和整合能力^[19]。

外部知识对企业创新的价值取决于知识属性,可以从知识的复杂性、缄默性和互补性等多个维度考察知识属性^[19]。越来越多的研究注意到企业创新过程中内、外部资源的互补作用^[20],认为在采用外部知识搜索战略成功实现知识转移时,需要考虑知识与需要完成的任务的契合度,即知识使用者弄懂和利用特定场景下的知识的程度,或满足知识接收者需要的程度^[21]。获取外部互补性知识能提高这一契合度,提高企业利用新转移的知识实现根本性的产品、服务和流程创新的可能性^[22]。

尽管企业能从外部知识资源与内部知识资源的互补中获益的观点已被广泛接受^[23],但关于知识互补性在企业创新过程中的具体作用的经验研究还很少。本研究认为,探讨知识互补性与网络特征的交互作用及其对企业创新绩效的影响,有助于更好地理解外部知识网络影响企业创新的机制。

2 理论分析和研究假设

2.1 社会网络理论和知识基础理论

社会网络理论认为社会网络是由各要素连接形成的稳定结构,这种结构对参与者的资源禀赋和行为决策产生重要影响。FREEMAN^[24]最早将社会网络理论用于企业创新的研究,提出创新网络的概念。近年来,社会网络理论的新流派将创新定义为一种复杂现象,认为创新绩效高度依赖于创新网络中参与者之间的复杂的交互结构^[25],组织间网络是一种自组织系统,自然出现并随时间演化^[26],是影响企业创新的重要因素。

社会网络理论不但承认外部资源在创新中的重要性,也高度关注企业如何通过网络关系获得这些资源。BARALDI et al.^[27]认为,在以产品创新为目的的网络中,识别需要联合的资源、谁控制着这些资源、如何组织这些资源拥有者是企业在开始网络层面的活动前要面对的关键问题,网络特征决定了企业获得外部资源的能力。

战略学者提出了知识基础观,认为企业之所以存在是因为它们在与市场有关的知识的利用、创造和商业化上具有优势^[28]。社会网络理论与知识基础观的结合点在于组织知识的来源。大家普遍接受,企业的知识资源可以跨越传统的组织边界,创新网络的一个重要特征就是知识流动,即网络内知识的共享、获取和利用^[29]。因此,知识在合作创新网络特征影响企业创新绩效的过程中理应扮演重要角色。

基于以上理论和相关研究,本研究构建合作创新网络特征和知识属性影响企业创新绩效的研究框架,见图1。

2.2 联系强度、网络密度、知识互补性与企业创新绩效的关系

2.2.1 联系强度对企业创新绩效的影响

联系强度是社会网络理论关注的主要指标之一,反映了企业与网络中其他成员的合作关系。作

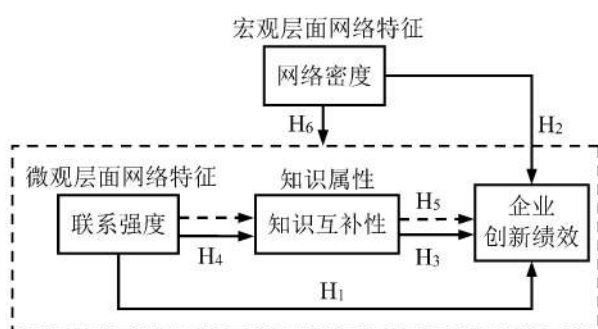


图1 研究框架

Figure 1 Research Framework

为合作创新网络的重要特征,联系强度对企业创新绩效的影响表现在3个方面:①影响组织跨边界转移知识的意愿,决定企业在网络中获取创新知识的数量和质量。组织间的知识转移需要双方具有知识分享的意愿,许多研究认为组织之间关系影响知识转移动机。当联系强度弱时,知识提供者担心知识保护问题,知识接收者则可能担心知识提供者存在的机会主义问题,因此双方都缺乏知识转移的意愿^[30]。但若能在二者之间建立起强联系,则有助于改变这一状况。强联系以维系时间长、投入资源多、合作频繁紧密为特征,在这一过程中产生的信任、互惠和社会认同,一方面使知识拥有者更愿意分享知识,另一方面也使知识接收者更愿意信任网络伙伴分享的知识^[31]。因此,通过强纽带与其他组织建立紧密联系的企业能更及时地从对方获取数量更多且质量更高的新知识^[32],并积极地对这些知识进行消化和利用,从而促进创新。②影响知识接收者对所获知识的理解,从而影响知识的创新转化。长时间的合作关系使知识提供者对知识接收者所处情景有更深入的理解,分享的知识会更有用,因此企业更容易将接收到的知识与内部能力结合,从而提高企业创新绩效^[33]。③为合作培养情感基础。强联系加强了合作双方的了解,提供了丰富的情感资源,有利于解决合作创新过程中可能产生的矛盾,提高合作创新效果。

综上,在创新所需知识越来越复杂的背景下,处于强联系状态中的组织常常频繁沟通、相互信任、共同解决问题,这有利于复杂和缄默知识的转移和吸收,进而对企业创新绩效产生积极作用。基于此,本研究提出假设。

H₁ 联系强度对企业创新绩效具有显著的正向影响。

2.2.2 网络密度对企业创新绩效的影响

网络密度是测量网络整体结构的指标,在特定的合作创新网络中,成员企业之间建立的直接联系越多,网络密度越大。网络密度决定了网络成员之间知识交换的深度和广度,从而对知识接收者的创新绩效产生影响。

紧密网络能给企业带来3个明显的好处:①有助于知识在更大网络范围内快速传播,企业能以较低

成本获得创新所需知识^[5];②紧密网络具有高集聚度或深度嵌入的特点,有助于网络成员之间产生信任和分享有价值的缄默知识,因此对企业的创新能力有益^[34],并对创新绩效产生积极影响;③紧密网络中任何参与者的机会主义行为都会在网络中迅速传播,从而影响该参与者的合作守信口碑。这种信息快速传播的网络环境形成了一种参与者之间相互制约的制度保障,促使网络成员在合作中恪守承诺。这种制度保障有助于消除网络成员对组织间知识交换可能带来的不期望结果(如自身利益受损)的顾虑,提高网络成员对知识交换的正面预期。因此,在紧密网络中,知识交换的深度和广度得到提升。深入而广泛的知识交换能够帮助企业克服自身知识资源的约束,发现外部技术机会。而外部知识与企业知识基础的结合进一步为企业提供了把握技术机会、实现产品和流程创新的可能性。

紧密网络经常遭遇的质疑是网络中关系稳定、不太能提供新的差异化的观点,随着网络知识的陈旧,要找到现有知识的新组合将越来越困难^[35]。同时,紧密网络会降低组织间的异质性,导致新颖性不足和技术锁定^[8]。但实际上,紧密网络可能存在的信息冗余可以通过嵌入不同网络得以克服,高密度网络的好处与获得差异化信息可能同时存在于企业网络中,二者的共同作用有利于企业创新。基于此,本研究提出假设。

H₂ 网络密度对企业创新绩效具有显著的正向影响。

2.2.3 知识互补性对企业创新绩效的影响

知识互补性是知识的重要特征之一,获得互补性知识是企业参与知识交换的关键动机^[36]。互补性一词最早出现在经济学领域中,TEECE^[37]将其引入企业战略管理研究领域,提出互补性资产的概念,强调这种外部资产与企业拥有的专有性资产的区别。知识领域的研究延续这一思路,提出互补性知识的概念,并从不同角度进行界定。MOWERY et al.^[38]强调互补性知识兼具差异性和关联性的特征;RYOO et al.^[39]将其定义为具有相关性且能创造协同价值的知识。已有研究对知识互补性的界定比较宽泛,常将知识互补性与知识相似性两个概念混用,还有的研究干脆忽略了定义。参考经济学上对生产投入要素互补性的界定^[40],本研究将知识互补性定义为两种知识在基础原理、内容和应用上存在差异,但又具有关联,且其结合能提高知识的边际收益,存在互补性的两种知识称为互补性知识,即具有差异性的同类知识。

虽然企业可以通过嵌入合作创新网络获得其他组织的知识,以克服自身的知识约束,但只有外部知识与内部知识相互结合时才能对创新产生价值^[41],这意味着外部知识必须与企业已有知识存在差异。同质化的外部知识不太可能对企业创新做出贡献,因为使用同样的知识要素创造的新的组合数量是有限的。只有差异化的知识才能与企业现有知识产生

碰撞,构成刺激,并最终创造新的知识。但技术距离过大的差异化知识也无法与内部知识结合,因其超越了由现有知识基础决定的理解能力,导致这类外部知识被忽略^[42]。互补性知识能同时满足差异性和可理解性的要求,互补性知识属于同一大类的知识领域,但属于不同的细分知识领域,因此兼具相似知识和差异化知识的优点。由于属于同一大类的知识领域,因此在对知识的认知结构和惯例上是相近的^[43],这促进了接收者对提供者知识的理解以及跨组织的知识转移和分享,中心企业因此接触到反映合作伙伴知识资产的崭新观点和替代方案。而属于不同的细分知识领域又能保证内外部知识具有的差异足以提供新的探索机会,刺激新的学习,并产生创新成果。

总的来看,一方面,知识互补性满足了创新对知识距离的要求,提高了知识交换的效果;另一方面,更广泛领域的共同知识帮助企业识别和理解外部知识的价值,降低了知识获取、吸收和应用的难度和成本,因此对企业创新绩效具有积极影响。基于此,本研究提出假设。

H₃ 知识互补性对企业创新绩效具有显著的正向影响。

2.3 联系强度、网络密度与知识互补性的交互作用

2.3.1 联系强度对知识互补性的影响

企业之间网络是获取互补性知识的重要途径,企业通过研发联盟和技术伙伴关系搜寻、获取互补性知识是企业之间合作的重要结果^[44]。联系强度作为企业之间网络的关键特征,对知识获取的影响与知识的性质有关,如果是零散知识的转移,可能只要求有限的交往^[45],但如果要分享具有互补性的知识,则需要双方建立深入而紧密的联系。原因在于:①只有在长时间的深入交往中,企业才能对网络伙伴的知识结构有准确的理解,从而得知哪些知识与企业内部知识具有互补性。②只有在强联系产生的信任和互惠关系中,知识提供者才愿意将接收者需要的互补性知识进行转移。相对于弱关系,企业更愿意与亲密的合作伙伴共享其真正需要的有效知识^[46]。③联系强度影响知识转移的深度,松散联系下转移的知识是浅层知识,缺乏系统性,知识之间的互补属性难以体现。紧密联系营造出的互惠关系才可能支撑完整知识的转移,将知识互补性充分展现出来。基于此,本研究提出假设。

H₄ 联系强度对知识互补性具有显著的正向影响。

2.3.2 知识互补性的中介作用

已有研究对网络规模和网络中心性与企业创新绩效之间的关系得出了相当一致的结论,与之形成明显差异的是,联系强度对企业创新绩效的影响机制尚不明确,已有研究结论相互冲突。这说明需要进一步探索知识转移对创新产生积极影响的具体条件,才能对经验研究中联系强度与创新绩效关系的不同结论提供令人满意的解释^[47]。

在中介变量的选择上,已有研究大多基于企业能力理论,选取吸收能力^[48]和知识整合能力^[49],对其在联系强度影响创新绩效中的作用机制做出了解释。这种研究设计固然有其合理性,但也存在明显的局限,即未考虑外部知识与企业内部知识的匹配问题,这构成了一个值得探讨的研究缺口。依据知识基础理论,企业构建合作创新网络是为了搜寻外部知识,因此需要考察什么样的外部知识才能被企业更好地吸收。有研究者注意到伙伴企业的知识基础相似性的影响,认为中等水平的相似性对企业之间的知识转移和企业知识创造最有利,因为当双方的知识重叠度很高时,相互之间将不存在向对方学习的必要性,而当知识重叠度很低时则难以沟通,导致无法向对方学习^[50]。这种既有重叠又存在差异的状态即为知识互补性。只有当企业从外部获取的知识能对自己的已有知识形成补充时,才能提高创新产出的数量和质量^[51]。因此,将知识互补性作为联系强度与企业创新绩效之间的中介变量是符合逻辑的。

联系强度决定了企业对外部网络知识的获取,而企业能从外部知识中学到什么,取决于现有知识与新来源知识能在多大程度上形成互补^[6]。知识互补性提高了外部知识的可用性,增强了获取知识的企业以有效方式利用新知识的能力。正如ROTHA-ERMEL^[52]所发现的,如果企业的网络战略是利用互补性知识,其创新绩效高于网络战略为获取全新知识的企业。在技术日益变得相互关联的背景下,创新越来越依赖于对来自合作创新网络的互补性知识的再结合^[33],加强与合作伙伴的联系强度的意义在于通过高频次和高质量的联系识别并获取互补性知识。这意味着影响企业创新绩效的是企业通过伙伴关系获得的外部知识与企业已有知识的互补情况,而非与合作伙伴的联系强度本身。基于此,本研究提出假设。

H₅ 知识互补性在联系强度影响企业创新绩效的过程中发挥中介作用。

2.3.3 网络密度的调节作用

网络的整体结构可能影响联系强度、知识互补性与创新绩效之间的关系。反映网络整体结构的常见指标有网络密度、结构洞、网络复杂性、网络规模等,而以网络密度和结构洞为代表的网络密度特征对企业创新绩效的影响尤其受到关注,且已有研究结论相互冲突。这提供了对网络密度在合作创新网络影响企业创新绩效过程中的作用机制做进一步研究的机会。

联系强度反映网络中两个节点之间关系的紧密程度,网络密度则反映网络中各个节点相互连接的程度。组织间的联系强度有助于解释不同类型知识转移的效果^[53],弱联系能加快简单知识在组织间的转移,但复杂知识的转移却要求强联系^[54]。与相似度高的知识相比,互补性知识由于存在更大的知识距离而显得更为复杂,并产生沟通和理解上的困难,强联系下形成的共同惯例、强烈的知识转移意愿以

及频繁的沟通有助于互补性知识在组织间的流动。当把联系强度放到以网络密度来测量的整体网络结构中考察时,会发现联系强度对互补性知识的转移存在不同的作用效果。首先,在低密度的网络中,企业需要通过与网络伙伴保持强联系来建立互信,才能识别和促成互补性知识的转移和吸收。但在高密度网络中,大量的直接联系和快速的信息传播产生的口碑效应构成一种制度保障,减少了机会主义行为的发生,使合作网络中普遍存在信任,导致通过强联系建立信任的必要性降低,继而导致联系强度对知识互补性的影响减弱。其次,在高密度的企业网络中,由于网络成员之间几乎都建立了直接联系,信息沟通充分,导致网络中的信息冗余程度高,从不同类型的合作伙伴处获得的信息重叠度高,通过建立大量的强联系获取互补性知识的好处呈递减态势。反之,在网络密度较小时,网络中信息的差异性明显,与不同合作伙伴的强联系能带来不同的互补性知识。因此,越是在低密度的合作网络中,越能彰显强联系对企业创新绩效的正向促进作用,也会增强从联系强度到知识互补性再到企业创新绩效的整个间接效应。基于此,本研究提出假设。

H₆ 网络密度负向调节知识互补性在联系强度对企业创新绩效影响中的中介作用。

3 研究设计和方法

3.1 数据来源

珠三角地区是中国重要的制造业中心之一,对于研究中国制造业发展具有较典型的代表性。本研究以珠三角地区的制造业企业为调研对象,首先通过问卷星向中山大学MBA学员发放预调研问卷,这些学员均为制造业企业的中高层管理人员。回收预调研问卷121份,根据分析结果和反馈,研究团队对问卷进行修改形成最终问卷,并于2017年6月至2018年2月,通过广东省发展与改革委员会和广东省生产力促进中心等部门以及个人社会网络,采用现场、

E-mail和问卷星3种方式向广东省内的制造业企业分别发放纸质版、电子版和网络版问卷。发放纸质版问卷167份,回收137份。正式调研共回收问卷397份,剔除重要信息填写不完整以及填写随意和内容矛盾的问卷,最终得到有效问卷321份,有效回收率80.856%。企业样本覆盖国民经济行业分类中26个制造业大类,平均研发投入占销售收入的比例为2.147%。样本基本情况见表1。

3.2 变量测量

本研究的量表主要采用Likert 5点评分法,1为完全不同意,5为完全同意;在创新绩效量表中,1为远低于行业水平,5为远高于行业水平。各变量的具体测量如下。

(1)知识互补性。目前学界尚未有知识互补性的量表,因此,本研究团队借鉴扎根理论的思想,与珠三角5家企业的7位高管和研发管理人员围绕网络知识互补性展开深度访谈;然后采用文献演绎法和归纳法,结合MAKRI et al.^[55]和MILGROM et al.^[40]对知识互补性的定义,开发知识互补性量表。已有研究对知识互补性的定义揭示了互补性知识的3个特征:①知识兼具相似性和差异性,具体表现为知识类型属于同一大类中的不同细分领域,知识接收者了解对方的知识特点和结构;②知识的可用性高,知识交换会产生更高的收益和价值;③两种知识的结合能创造新的知识。访谈中多位被访者也提到,知识互补性反映在知识基础、知识内容和知识交换应用的过程中。基于此,本研究初步拟定量表,交由专家小组开展研究和讨论,最终确定7个测量知识互补性的题项,见表2,并尝试性地将其划分为知识基础互补性、知识内容互补性和知识应用互补性3个维度。

(2)联系强度。综合UZZI^[56]、MARSDEN et al.^[57]和刘学元等^[48]的研究,将联系强度划分为接触时间、投入资源和合作交流范围3个维度,用3个题项测量接触时间,用4个题项测量投入资源,用4个题项测量合作交流范围。

表1 样本的描述性统计结果

Table 1 Results for Descriptive Statistics of Samples

企业属性		数量	占比/%	企业属性		数量	占比/%
企业所有制性质	国有企业	47	14.642	是否上市	上市企业	111	34.579
	集体或民营企业	148	46.106		非上市企业	210	65.421
	外商投资企业(包括中外合资和外商独资)	100	31.152	是否高新技术企业	高新技术企业	228	71.028
	其他	26	8.100		非高新技术企业	93	28.972
资产总额/人民币	4 000 万元以内	55	17.134	营业收入/人民币	300 万元以内	14	4.361
	4 000 万元~1 亿元	33	10.280		300 万元~2 000 万元	29	9.034
	1 亿元~4 亿元	75	23.365		2 000 万元~4 亿元	127	39.564
	4 亿元以上	158	49.221		4 亿元以上	151	47.041

(3) 网络密度。依据 FALCI et al.^[58] 对网络密度的定义, 参考常红锦等^[59] 对网络密度的测量, 本研究将网络密度分为沟通密度和传播密度两个维度, 用4个题项测量沟通密度, 用2个题项测量传播密度。为了使问卷填写者理解网络密度的含义, 问卷中图示说明密度非常小和非常大的两种网络。

(4) 企业创新绩效。本研究参考 BELL^[60]、RITTER et al.^[61] 和刘学元等^[48] 的研究, 将企业创新绩效分为突破性创新绩效和渐进性创新绩效, 用8个题项测量突破性创新绩效, 用6个题项测量渐进性创新绩效。

(5) 控制变量。本研究将企业所有制性质、资产总额、是否高新技术企业、营业收入、研发投入和所属行业作为回归模型的控制变量, 企业所有制性质、是否高新技术企业和所属行业为分类变量, 资产总额和营业收入为等级变量, 研发投入为连续型变量, 具体见表1。

4 数据分析和结果

4.1 知识互补性量表的检验

通过本研究团队讨论、专家咨询和预调研修正的知识互补性量表具有良好的内容效度。本研究首先对量表进行探索性因子分析, 结果见表2。该量表的 Cronbach's α 值为 0.891, 大于 0.700, 说明量表具有良好的信度。KMO 值为 0.829, 大于 0.700, Bartlett 球形检验 p 值小于 0.001, 公因子累积解释总方差变异达到 75.080%, 各题项的因子载荷均超过 0.700, 且不存在因子交叉载荷。由此可以判断量表具有良好的收敛效度和结构效度, 7 个题项能较好地解释知识互补性这一概念。

探索性因子分析的结果表明, 知识互补性量表

的 7 个题项聚集于同一个因子, 与最初研究设定的 3 个维度不符。因此, 本研究进一步运用验证性因子分析检验 3 个维度之间的区分效度, 检验结果见表 3。单因子模型不划分维度; 3 因子模型将 7 个题项按照原设计划分为 3 个维度, 第 1 题和第 2 题测量知识基础互补性维度, 第 3 题、第 4 题和第 5 题测量知识内容互补性维度, 第 6 题和第 7 题测量知识应用互补性维度。

由表 3 可知, 虽然单因子模型除 $\frac{\chi^2}{df}$ 不符合学者建议的标准外, 其他适配指标都达到要求, 但是各项拟合指标值均小于 3 因子模型, 表明将知识互补性划分为 3 个维度为更优的适配模型。3 因子模型的 $\frac{\chi^2}{df} = 2.879$, 小于 3; GFI、NFI 和 CFI 均大于 0.900, RMSEA 为 0.077, 小于 0.080。拟合指标均符合标准, 说明该量表具有良好的聚合效度。

综上, 知识互补性量表具有较好的信度和效度, 可被接受作为知识互补性的测量工具。

4.2 信度和效度检验

本研究对总量表和分量表均进行探索性因子分析。总量表的 Cronbach's α 值为 0.965, 大于 0.700, 说明具有良好的信度。KMO 值为 0.950, 大于 0.700; Bartlett 球形检验 p 值小于 0.001。探索性因子分析析出 4 个因子, 分别对应 4 个量表, 共解释 66.894% 的方差。第一主成分解释的变异为 23.548%, 未占总变异解释量的一半, 说明不存在同源性的问题。所有题项因子载荷大于 0.500, 不存在交叉载荷的题项, 表明量表具有良好的构念效度。除知识互补性外, 其余主要变量量表的探索性因子分析结果见表 4。

表 5 给出除知识互补性外其他主要变量量表的

表 2 知识互补性量表的探索性因子分析结果

Table 2 Results for Exploratory Factor Analysis of Knowledge Complementarity Scale

题项	题项来源	因子载荷
本企业与合作创新伙伴的知识特点和结构很了解	KIM et al. ^[62]	0.792
本企业与合作创新伙伴的知识基础属于同一大类知识领域中的不同细分领域	LIN et al. ^[63]	0.844
合作创新伙伴的知识对于本企业具有较高的可用性	RYOO et al. ^[39]	0.884
本企业与合作创新伙伴之间的知识交换能提高知识收益	MILGROM et al. ^[40]	0.908
合作创新伙伴的技术知识与本企业的技术知识相结合, 知识的价值会提高	陈祖胜等 ^[64]	0.882
合作创新伙伴的知识常常给本企业的技术、产品研发带来新的启发	RYOO et al. ^[39]	0.875
本企业与合作创新伙伴的知识结合起来常常碰撞出新的火花	CASSIMAN et al. ^[65]	0.876

表 3 知识互补性量表的适配度指标对比

Table 3 Comparison of Goodness of Fit Index for Knowledge Complementarity Scale

适配度指标	$\frac{\chi^2}{df}$	Sig.	GFI	NFI	CFI	RMSEA	CR	AVE
单因子模型	4.617	0	0.951	0.969	0.976	0.106	0.950	0.773
3 因子模型	2.879	0.001	0.976	0.985	0.990	0.077	0.944	0.708

表4 题项和探索性因子分析结果
Table 4 Items and Results for Exploratory Factor Analysis

变量	二级维度	题项	因子载荷
联系强度	接触时间	本企业与合作创新网络中的合作伙伴已建立多年的合作关系	0.793
		本企业与合作创新伙伴之间的正式交流非常频繁	0.848
		本企业与合作创新伙伴之间的非正式交流非常频繁	0.709
	投入资源	在与合作创新伙伴的合作中,本企业投入了大量的人力资源	0.846
		在与合作创新伙伴的合作中,本企业投入了大量的资金	0.860
		在与合作创新伙伴的合作中,本企业投入了大量的设备	0.778
		在与合作创新伙伴的合作中,本企业投入了大量的社会资源	0.784
	合作交流范围	本企业与合作创新伙伴的合作和交流涉及到生产、技术、营销、管理等多个方面	0.783
		本企业与合作创新伙伴之间从企业高层到一般员工都进行信息共享和交流	0.771
		本企业与合作创新伙伴之间开展了多个项目的合作	0.815
		本企业与合作创新伙伴之间互动交流的内容非常深入	0.852
	网络密度	沟通密度	本企业所在的合作创新网络中,企业之间的联系非常频繁
本企业所在的合作创新网络中,企业之间存在广泛的联系			0.840
本企业所在的合作创新网络中,企业之间总是能够通过直接联系的方式与其他网络内的企业相连			0.807
与本企业连接的其他合作创新伙伴之间主要通过本企业建立联系(反)			0.624
传播密度		新的知识和技术在本企业所处的合作创新网络内的传播速度非常快	0.852
		新的知识和技术在本企业所处的合作创新网络内往往能够在较大范围传播	0.842
企业创新绩效	突破性创新	本企业应用行业内最新技术和工艺的速度	0.846
		本企业成功推出新产品的速度	0.862
		本企业成功推出新产品的数量	0.840
		本企业新产品开发的成功率	0.810
		本企业新产品的技术含量和工艺水平	0.832
	渐进性创新	本企业新产品的市场反应	0.775
		本企业已获授权的发明专利和实用新型专利的数量	0.684
		本企业的新产品销售额占总销售额的比重	0.734
		本企业推出新产品型号的速度	0.769
		本企业推出新产品型号的数量	0.775
企业创新绩效	渐进性创新	本企业改善主导产品流程工艺的能力	0.797
		本企业生产方式的更新速度	0.778
		本企业提升现有主导产品的技术水平的能力	0.833
		本企业淘汰原有主导产品生产线的周期	0.726

适配度指标。所有变量Cronbach's α 值均达到0.800以上, KMO 值均在0.800以上; Bartlett's球形检验 p 值均小于0.010, 说明各量表都具有较好的信度和效度。此外, 所有量表的 CR 值均大于0.700, AVE 均大于0.500, 说明都具有良好的组合信度和收敛效度。

表5 量表的适配度指标
Table 5 Goodness of Fit Index of Scales

适配度指标	建议标准	联系强度	网络密度	企业创新绩效
Cronbach's α	大于0.700	0.945	0.891	0.953
KMO 值	大于0.700	0.941	0.829	0.942
χ^2/df	小于3	2.441	2.724	2.980
GFI	大于0.900	0.940	0.980	0.918
NFI	大于0.900	0.964	0.985	0.943
CFI	大于0.900	0.979	0.991	0.961
$RMSEA$	小于0.080	0.067	0.073	0.079
CR	大于0.700	0.961	0.925	0.960
AVE	大于0.500	0.693	0.680	0.632
χ^2		2 771.008	1 283.514	3 677.568
df		55	15	91
$Sig.$	小于0.010	0	0	0

注: χ^2 、 df 和 $Sig.$ 为Bartlett's球形检验指标。

4.3 描述性统计和相关性分析

主要变量的平均值、标准差和相关系数见表6, 主要变量之间都存在显著的两两相关关系, $H_1 \sim H_4$ 初步得到验证。同时, 每一个潜变量的 AVE 平方根均大于其与其他潜变量之间的相关系数, 因此通过了判别效度检验。

表6 均值、标准差和相关系数

Table 6 Mean, Standard Deviation and Correlation Coefficients

变量	均值	标准差	联系强度	网络密度	知识互补性	企业创新绩效
联系强度	3.650	0.802	0.832			
网络密度	3.390	0.769	0.743***	0.825		
知识互补性	3.782	0.716	0.719***	0.643***	0.856	
企业创新绩效	3.692	0.632	0.473***	0.451***	0.442***	0.795

注: 对角线上的数据为 AVE 的平方根值; ***为 $p < 0.010$, 下同。

4.4 假设检验

本研究对所有变量进行中心化处理, 采用回归方程模型验证假设。回归方程主要运用层次回归和Spss 22.0中的Process插件进行分析, 所有Bootstrap分析采用5 000次重复取样, 构造95%偏差校正的置信区间。为确保结果的可靠性, 本研究采用方差膨胀因子和容许度进行多重共线性诊断。所有模型各变量的方差膨胀因子 VIF 值在2.840~2.855之间, 容许度在0.350~0.352之间, 均在允许的范围之内。因此, 可以判定模型中各变量的多重共线性问题较弱, 回归结果可靠。回归分析结果见表7, 模型1~模型5的因变量为企业创新绩效, 模型6和模型7的因变量为知识互补性。模型1为仅包括控制变量的对照方程, 模型2检验联系强度与企业创新绩效之间的关系, 以验证 H_1 ; 模型3检验网络密度与企业创新绩效之间的关系, 以验证 H_2 ; 模型4检验知识互补性与企业创新绩效之间的关系, 以验证 H_3 ; 模型5检验知识互补性的中介效应; 模型6为仅包括控制变量的对照方程, 模型7检验联系强度与知识互补性之间的关系, 以验证 H_4 。表8检验中介效应, 以验证 H_5 ; 表9检验有中介的调节效应, 以验证 H_6 。

4.4.1 主效应检验

由表7回归结果可知, 联系强度对企业创新绩效有显著的正向影响, $\beta = 0.318$, $p < 0.010$, H_1 得到验证; 网络密度对企业创新绩效有显著的正向影响, $\beta = 0.317$, $p < 0.010$, H_2 得到验证; 知识互补性对企业创新绩效有显著的正向影响, $\beta = 0.341$, $p < 0.010$, H_3 得到验证; 联系强度对知识互补性有显著的正向影响, $\beta = 0.632$, $p < 0.010$, H_4 得到验证。

4.4.2 中介效应检验

本研究采用分层回归和Process插件对知识互补性在联系强度与企业创新绩效关系中的中介效应进行检验。由表7模型7可知, 联系强度对知识互补性的回归系数显著为正, 由模型2可知联系强度对企业创新绩效的回归系数显著为正, 由模型4可知知识互补性对企业创新绩效的回归系数显著为正。将联系强度和知识互补性同时纳入回归方程中, 由模型5可知, 联系强度和知识互补性的系数仍显著为正, $\beta_{\text{联系强度}} = 0.200$, $p < 0.010$; $\beta_{\text{知识互补性}} = 0.186$, $p < 0.010$ 。从模型

表7 回归分析结果
Table 7 Regression Analysis Results

	企业创新绩效					知识互补性	
	模型1	模型2	模型3	模型4	模型5	模型6	模型7
联系强度		0.318*** (0.040)			0.200*** (0.056)		0.632*** (0.038)
网络密度			0.317*** (0.042)				
知识互补性				0.341*** (0.045)	0.186*** (0.062)		
企业所有制性质	-0.008 (0.043)	0.037 (0.040)	0.023 (0.040)	0.017 (0.040)	0.034 (0.039)	-0.072 (0.052)	0.018 (0.037)
资产总额	0.013 (0.048)	-0.003 (0.044)	0.001 (0.044)	-0.003 (0.044)	-0.006 (0.043)	0.049 (0.057)	0.016 (0.041)
高新技术企业	0.424*** (0.091)	0.303*** (0.084)	0.340*** (0.084)	0.318*** (0.084)	0.290*** (0.083)	0.311*** (0.108)	0.070 (0.079)
营业收入	0.066 (0.069)	0.071 (0.063)	0.048 (0.063)	0.094 (0.063)	0.084 (0.062)	-0.081 (0.082)	-0.072 (0.059)
研发投入	0.094** (0.039)	0.060* (0.036)	0.055 (0.036)	0.082** (0.036)	0.066* (0.035)	0.036 (0.046)	-0.032 (0.034)
常数	-0.221 (0.307)	-0.270 (0.279)	-0.243 (0.281)	-0.249 (0.281)	-0.267 (0.275)	0.083 (0.366)	-0.014 (0.262)
行业	控制	控制	控制	控制	控制	控制	控制
R ²	0.207	0.347	0.337	0.338	0.367	0.119	0.549
调整的R ²	0.125	0.276	0.266	0.267	0.296	0.028	0.501
F值	2.527***	4.945***	4.732***	4.764***	5.208***	1.311	11.353***
最大VIF	2.840	2.840	2.844	2.849	2.855	2.840	2.840

注:样本量为321;括号内数据为标准误;**为 $p < 0.050$, *为 $p < 0.100$ 。

2到模型5,方程的R²从0.347提高到0.367,调整的R²从0.276提高到0.296,拟合度变优。以上结果表明,知识互补性在联系强度与企业创新绩效之间发挥中介作用,H₅得到验证。

本研究进一步采用Process插件中的模型4进行Bootstrap分析,通过间接效应和直接效应的分析进一步验证H₅,检验结果见表8。由表8可知,联系强度对企业创新绩效的直接效应值为0.200,置信区间为[0.091,0.310],联系强度通过知识互补性对企业创新绩效的间接效应值为0.117,置信区间为[0.028,0.215]。直接效应和间接效应的置信区间都不包含0,效应均显著,表明知识互补性是联系强度与企业创新绩效之间关系的部分中介变量,H₅进一步得到验证。

4.4.3 有中介的调节效应检验

本研究采用Spss 22.0的Process插件中的模型7,通

表8 中介效应的检验结果
Table 8 Test Results for the Mediation Effect

企业创新绩效	效应值	标准差	置信区间	
			下限	上限
直接效应:联系强度	0.200	0.056	0.091	0.310
间接效应:知识互补性	0.117	0.047	0.028	0.215

过有中介的调节效应指数和比较调节变量不同取值下的中介效应,检验H₆,检验结果见表9。

首先,根据有中介的调节效应指数判定是否存在有中介的调节。由表9可知,有中介的调节效应指数为-0.016,置信区间为[-0.041,-0.001],不包含0,表明网络密度对联系强度通过知识互补性影响企业

表9 有中介的调节效应检验结果
Table 9 Test Results for the Moderated Mediation Effect

调节变量: 网络密度	联系强度→知识互补性→企业创新绩效							
	中介效应				有中介的调节效应			
	效应值	标准差	置信区间		指数	标准差	置信区间	
			下限	上限			下限	上限
低值	0.092	0.037	0.217	0.365	-0.016	0.010	-0.041	-0.001
中值	0.080	0.033	0.022	0.150				
高值	0.068	0.030	0.018	0.133				

创新绩效的中介效应存在调节作用。其次,根据调节变量在不同取值下的中介效应判定有中介的调节效应的具体状况。Process插件自动将调节变量分为高、中、低3个值,分别为均值减少1个标准差、均值、均值增加1个标准差。由表9可知,当网络密度分别在低、中、高3个水平时,3个中介效应检验的置信区间均不包含0。可见,联系强度通过知识互补性影响企业创新绩效的中介效应始终存在。此外,有中介的调节效应指数为-0.016,且低网络密度下的中介效应值大于高网络密度下的中介效应值, $\beta_{低} = 0.092$, $\beta_{高} = 0.068$,表明网络密度对联系强度通过知识互补性影响企业创新绩效的中介效应存在负向调节作用, H_6 得到验证。

5 结论

5.1 研究结果

本研究运用层次回归法和Bootstrap法,分析合作创新网络特征和知识属性对中国制造业企业创新绩效的影响,着重考察网络关系特征和网络结构特征在影响企业创新绩效时的交互作用以及知识互补性在网络特征影响企业创新绩效过程中发挥的作用,实证研究结果如下。

(1)与合作创新伙伴的联系强度对企业创新绩效有显著的正向影响,以更多的社会交往、丰富的关系资本和更长的合作时间为特征的强联系有助于组织间的知识转移,为提高企业创新绩效提供良好的知识来源基础。正如已有研究指出的,合作创新网络之所以具有价值,是因为它提供了信息和资源在企业之间流动的渠道并促进共同解决问题^[49]。这一渠道是否通畅,与合作双方的联系强度有直接关系。频繁的交往和长时间的合作能增进合作双方的了解;对特定合作关系进行更多的专属投资,代表着对这段关系更高水平的承诺,它向合作伙伴传递了重视合作关系的积极信号;本着互惠原则开展合作则是让合作关系长期存在的基础;在更大范围进行知识的交流代表着组织间更深入的交往,有助于知识在组织间的扩散。

(2)合作创新网络的密度对企业创新绩效具有显著的正向影响,表明企业与网络中多个合作创新伙伴保持紧密联系有助于提高创新绩效。虽然有观点认为,松散网络对创新的价值来自于企业以新的方式把不同类型的知识组合在一起^[66],但随着创新需要的知识越来越复杂,松散网络难以支撑复杂知识和缄默知识转移的固有特性,降低了松散网络对企业创新绩效的贡献。而紧密网络虽然有很多冗余联系,但它能产生信任,并因此促进合作伙伴之间的深入合作和有价值的缄默知识的跨组织转移。至于紧密网络可能导致的过度嵌入和技术锁定,完全可以通过建立与其他网络的联系来克服。SCHILLING et al.^[67]的研究发现,紧密网络如果保持与其他网络的联系,会缩短网络的平均路径长度,提高企业创新绩效。而事实上,很多企业原本就同时嵌入了纵向网络、横向网络、区域网络等多种合作创新网络,从而保证了网络成员的多样性和外部知识的差异性。因此,在嵌入外部紧密网络的同时,注意搭建通往其他更开放网络的桥梁,是对提高企业创新绩效具有积极作用的安排。

(3)知识互补性在联系强度影响企业创新绩效的过程中发挥部分中介作用。这意味着要使企业之间的强联系对创新绩效产生积极影响,需要高度关注互补性知识的转移。之前已经有研究注意到合作创新网络中的知识属性,认为明确考虑网络联系的知识差异性是有用的^[3]。但差异性过大可能导致对知识理解上的困难,于永达等^[68]强调接近性对知识转移的影响,认为共同的认知基础有利于企业网络中的知识流动。获取互补性知识既能满足创新需要的知识差异性的要求,又能把知识差异性控制在企业现有知识基础所能理解的范围,使整合外部知识成为可能。对于把持续创新作为企业竞争优势来源的企业,知识协同日益重要。知识互补性高增强了获取知识的企业以有效方式利用新知识的能力,共同或相近的知识基础不但提高了创新搜寻过程成功的可能性,而且允许对新知识进行有效的创造性利用。因此,企业在构建创新网络时,需要高度重视

对拥有互补性知识的研发伙伴的选择,从源头上保证获取互补性知识的可能性。

(4)网络密度负向调节知识互补性在联系强度对企业创新绩效影响中的中介作用,即在低密度网络中,联系强度对企业创新绩效的正向影响更多通过获取互补性知识来实现,这与低密度网络中存在更丰富的互补性知识有关。当网络密度较低时,网络中存在更多的异质知识^[69],这提供了丰富的互补性知识的来源,而企业与其他网络成员建立的强联系则能实现这些知识的转移。而在高密度网络中,虽然企业层面的强联系依然有助于知识的跨组织转移,但由于整个网络的知识多样化程度较低,缺乏丰富的互补性知识基础,导致强联系对互补性知识转移的作用弱化。因此,在低密度网络中建立与合作伙伴的强联系,对企业获取互补性知识是最有利的。另外,在不同的网络结构下,信息扩散存在差异。在低密度网络中,虽然信息多样化程度高,但由于信息在网络中的扩散速度慢,因此通过双边联系很难及时获得其他网络成员掌握的信息。而在高密度网络中,网络成员相互之间建立了广泛的联系,信息扩散率高,扩散速度快。已有研究认为,获取关键信息是合作创新网络带给企业的主要贡献之一^[70],快速的信息扩散提高了企业的创新绩效^[71]。因此,在高密度网络中,对企业创新绩效发挥作用的不仅是互补性知识,还有信息快速扩散带来的好处,由此降低了互补性知识在联系强度影响企业创新绩效过程中的作用。

5.2 理论贡献和实践意义

本研究的理论贡献在于:①本研究结合创新的网络视角与知识视角,探索了在引入知识互补性的情况下,网络特征对企业创新绩效的影响机制。已有对合作创新网络组织间层面的研究偏重网络结构属性和关系属性的单一层面对知识创造和知识转移的影响,很少有研究同时考察整个网络和知识属性^[72]。LIU et al.^[7]认为,有必要探索在组织间知识转移过程中知识属性所起的作用,以获得对知识转移结果更完整的理解。因此,本研究将知识互补性、网络关系属性、网络结构属性共同纳入分析框架中,更好地揭示了网络特征影响企业创新绩效的内在机理,深化了对合作创新网络的理论认识。②本研究检验知识互补性对网络关系特征影响企业创新绩效的中介效应。已有研究大多基于企业能力理论,关注吸收能力对知识跨组织转移过程的影响^[73],缺少对知识属性的探索。LEE et al.^[74]认为,组织间网络是获得和利用合作伙伴的互补性知识的方式,而向合作伙伴学习和分享互补性知识是企业获得租金的重要途径。本研究将知识互补性引入网络特征与企业创新绩效关系模型中进行研究,推进了对合作创新网络中知识互补性的作用机制的认识。③本研究以网络密度为调节变量、以知识互补性为中介变量,检验联系强度与企业创新绩效关系中的有中介的调节效应。已有研究很少讨论网络微观层面变量与网

络宏观层面变量之间的交互作用,DAGNINO et al.^[72]认为,这是导致关于组织间知识网络层面一些问题的研究结论相互冲突的原因,建议在考察网络要素与知识绩效之间的因果机制时考虑调节变量的作用。本研究在联系强度与知识互补性的关系中加入网络密度作为调节变量,是对不同层次网络属性交互作用机制的有益探索。

本研究的实践意义在于,虽然开放式创新有助于提高企业创新绩效已成为业界共识,但本研究得出的结论为企业在构建组织间合作创新网络时应采取的具体策略提供了进一步的明确指导。①总的来看,企业与合作创新伙伴保持密切的关系有利于提高企业创新绩效。②企业需要关注嵌入外部网络的整体结构,如果嵌入的是高密度网络,则要特别注意保持与其他网络的联系,以避免陷入技术锁定状态。③企业需要根据合作创新网络的整体结构对自己的网络关系策略进行调整。虽然从整体上看,建立与合作伙伴企业的强联系有助于对互补性知识的获取,并因此对创新绩效产生积极影响,但在不同的网络结构下这种影响程度存在差异。在低密度网络中,提高联系强度对互补性知识的获取影响更大,而且互补性知识对企业创新绩效的作用也更大。考虑到维系与合作伙伴的联系需要成本,在存在资源约束的情况下,企业应该优先把资源投入低密度网络中伙伴关系的建设,并注重对互补性知识的搜寻、获取和吸收。

5.3 研究局限和未来的研究方向

首先,本研究虽然探讨了网络关系属性、网络结构属性和知识互补性之间的交互作用对企业创新绩效的影响,但仍然属于静态分析,没有对网络的演化进行研究。后续研究可以结合跨层次分析与动态分析方法,关注合作创新网络在多层次交互和演进过程中的扩张路径。其次,在知识属性上,本研究只考虑了知识互补性的影响,后续研究可以就知识互补性和知识差异性在合作创新网络影响创新绩效过程中的作用进行对比分析,并考察认知距离等合作伙伴特征对突破性创新和渐进性创新的影响方式。

参考文献:

- [1] POWELL W W, KOPUT K W, SMITH-DOERR L. Interorganizational collaboration and the locus of innovation: networks of learning in biotechnology. *Administrative Science Quarterly*, 1996, 41(1): 116-145.
- [2] 张宝建, 孙国强, 裴梦丹, 等. 网络能力、网络结构与创业绩效: 基于中国孵化产业的实证研究. *南开管理评论*, 2015, 18(2): 39-50.
ZHANG Baojian, SUN Guoqiang, PEI Mengdan, et al. Network competence, network structure and entrepreneurial performance: study based on empirical analysis of China incubation industry. *Nankai Business Review*, 2015, 18(2): 39-50.
- [3] PHELPS C C. A longitudinal study of the influence of alliance network structure and composition on firm exploratory in-

- novation. *The Academy of Management Journal*, 2010, 53(4):890-913.
- [4] JACKSON M O, ROGERS B W, ZENOU Y. The economic consequences of social-network structure. *Journal of Economic Literature*, 2017, 55(1):49-95.
- [5] 张悦, 梁巧转, 范培华. 网络嵌入性与创新绩效的Meta分析. *科研管理*, 2016, 37(11):80-88.
ZHANG Yue, LIANG Qiaozhuan, FAN Peihua. A meta-analysis of the relationship between network embeddedness and innovation performance. *Science Research Management*, 2016, 37(11):80-88.
- [6] RANDHAWA K, JOSSEERAND E, SCHWEITZER J, et al. Knowledge collaboration between organizations and online communities: the role of open innovation intermediaries. *Journal of Knowledge Management*, 2017, 21(6):1293-1318.
- [7] LIU Y, LI Y, SHI L H, et al. Knowledge transfer in buyer-supplier relationships: the role of transactional and relational governance mechanisms. *Journal of Business Research*, 2017, 78:285-293.
- [8] CRESPO J, SUIRE R, VICENTE J. Lock-in or lock-out? How structural properties of knowledge networks affect regional resilience. *Journal of Economic Geography*, 2014, 14(1):199-219.
- [9] EBERSBERGER B, BLOCH C, HERSTAD S J, et al. Open innovation practices and their effect on innovation performance. *International Journal of Innovation and Technology Management*, 2012, 9(6):1-22.
- [10] 杨晔, 朱晨. 合作网络可以诱发企业创新吗? 基于网络多样性与创新链视角的再审视. *管理工程学报*, 2019, 33(4):28-37.
YANG Ye, ZHU Chen. Could the cooperative network induce innovation of enterprise: from the perspective of network diversity and innovative chain. *Journal of Industrial Engineering and Engineering Management*, 2019, 33(4):28-37.
- [11] COUSINS P D, LAWSON B, PETERSEN K J, et al. Breakthrough scanning, supplier knowledge exchange, and new product development performance. *The Journal of Product Innovation Management*, 2011, 28(6):930-942.
- [12] DITTRICH K, DUYSTERS G. Networking as a means to strategy change: the case of open innovation in mobile telephony. *The Journal of Product Innovation Management*, 2007, 24(6):510-521.
- [13] HUGGINS R, THOMPSON P. Entrepreneurship, innovation and regional growth: a network theory. *Small Business Economics*, 2015, 45(1):103-128.
- [14] CRESPO J, SUIRE R, VICENTE J. Network structural properties for cluster long-run dynamics: evidence from collaborative R&D networks in the European mobile phone industry. *Industrial and Corporate Change*, 2016, 25(2):261-282.
- [15] 汤超颖, 李美智, 张桂阳. 中国创新型企业内外部研发合作网络对组织二元学习平衡的影响. *科学学与科学技术管理*, 2018, 39(5):76-88.
TANG Chaoying, LI Meizhi, ZHANG Guiyang. The influence of the internal and external R&D cooperative network of Chinese innovative enterprises on the organizational ambidexterity. *Science of Science and Management of S.&T.*, 2018, 39(5):76-88.
- [16] 晁艺璇, 王崇锋, 刘欣荣, 等. 基于合作创新网络视角的创新策略选择研究: 以ICT产业为例. *软科学*, 2018, 32(6):39-44.
CHAO Yixuan, WANG Chongfeng, LIU Xinrong, et al. Research on the choice of innovation strategy from the perspective of cooperative innovation network: a case of the ICT industry. *Soft Science*, 2018, 32(6):39-44.
- [17] 何亚琼, 秦沛, 苏竣. 网络关系对中小企业创新能力影响研究. *管理科学*, 2005, 18(6):18-23.
HE Yaqiong, QIN Pei, SU Jun. Influence of networking ties on innovation capability of minor enterprise. *Journal of Management Science*, 2005, 18(6):18-23.
- [18] 汤超颖, 伊丽娜. 知识基础与合作网络对企业知识创新的交互影响研究. *科学学与科学技术管理*, 2017, 38(4):85-95.
TANG Chaoying, YI Lina. A study on the interactive effect of knowledge bases and cooperation network on firm knowledge innovation. *Science of Science and Management of S.&T.*, 2017, 38(4):85-95.
- [19] HSIAO Y C, CHEN C J, CHOI Y R. The innovation and economic consequences of knowledge spillovers: fit between exploration and exploitation capabilities, knowledge attributes, and transfer mechanisms. *Technology Analysis & Strategic Management*, 2017, 29(8):872-885.
- [20] SERRANO-BEDIA A M, LÓPEZ-FERNÁNDEZ M C, GARCÍA-PIQUERES G. Complementarity between innovation knowledge sources: does the innovation performance measure matter?. *BRQ Business Research Quarterly*, 2018, 21(1):53-67.
- [21] YOO D, NO S. Ontology-based economics knowledge sharing system. *Expert Systems with Applications*, 2014, 41(4):1331-1341.
- [22] DURMUŞOĞLU S S. Merits of task advice during new product development: network centrality antecedents and new product outcomes of knowledge richness and knowledge quality. *The Journal of Product Innovation Management*, 2013, 30(3):487-499.
- [23] BALLOT G, FAKHFAKH F, GALIA F, et al. The fateful triangle: complementarities in performance between product, process and organizational innovation in France and the UK. *Research Policy*, 2015, 44(1):217-232.
- [24] FREEMAN C. Networks of innovators: a synthesis of research issues. *Research Policy*, 1991, 20(5):499-514.
- [25] RZEVSKI G, SKOBELEV P. *Managing complexity*. Southampton, Boston: WIT Press, 2014:62-63.
- [26] MCKELVEY B, LICHTENSTEIN B B, ANDRIANI P. When organisations and ecosystems interact: toward a law of requisite fractality in firms. *International Journal of Complexity in Leadership and Management*, 2012, 2(1/2):104-136.
- [27] BARALDI E, STROMSTEN T. Controlling and combining resources in networks: from Uppsala to Stanford, and back again: the case of a biotech innovation. *Industrial Marketing Management*, 2009, 38(5):541-552.
- [28] KOGUT B, ZANDER U. What firms do? Coordination, identity, and learning. *Organization Science*, 1996, 7(5):502-

- 518.
- [29] DHANARAJ C, PARKHE A. Orchestrating innovation networks. *Academy of Management Review*, 2006, 31(3): 659-669.
- [30] LUO Y, WEN Y G, LIU T L, et al. General heterogeneous transfer distance metric learning via knowledge fragments transfer // *Proceedings of the Twenty-sixth International Joint Conference on Artificial Intelligence*. Melbourne, Australia, 2017: 2450-2456.
- [31] 李丹, 杨建君. 联结强度、企业间信任和技术创新模式与合作创新绩效. *软科学*, 2018, 32(6): 74-77.
LI Dan, YANG Jianjun. Ties strength, inter-firm trust, technology innovation mode and cooperative innovation performance. *Soft Science*, 2018, 32(6): 74-77.
- [32] 谢永平, 王晶. 技术不确定环境下联盟关系对创新绩效的影响研究. *科学学与科学技术管理*, 2017, 38(5): 60-71.
XIE Yongping, WANG Jing. The effect of alliance relationship on innovation performance under uncertain technology environment. *Science of Science and Management of S. & T.*, 2017, 38(5): 60-71.
- [33] ZHANG Y L, CANTWELL J. Exploration and exploitation: the different impacts of two types of Japanese business group network on firm innovation and global learning. *Asian Business & Management*, 2011, 10(2): 151-181.
- [34] WAL A L J T. Cluster emergence and network evolution: a longitudinal analysis of the inventor network in sophia-antipolis. *Regional Studies*, 2013, 47(5): 651-668.
- [35] PERRY-SMITH J E, SHALLEY C E. The social side of creativity: a static and dynamic social network perspective. *Academy of Management Review*, 2003, 28(1): 89-106.
- [36] 奉小斌, 陈丽琼. 外部知识搜索能提升中小微企业协同创新能力吗? 互补性与辅助性知识整合的中介作用. *科学学与科学技术管理*, 2015, 36(8): 105-117.
FENG Xiaobin, CHEN Liqiong. Can external knowledge search facilitate SMEs synergistic innovative capability? An empirical study of the mediating role of complementary knowledge integration and supplementary knowledge integration. *Science of Science and Management of S. & T.*, 2015, 36(8): 105-117.
- [37] TEECE D J. Profiting from technological innovation: implications for integration, collaboration, licensing and public policy. *Research Policy*, 1986, 15(6): 285-305.
- [38] MOWERY D C, OXLEY J E, SILVERMAN B S. Technological overlap and interfirm cooperation: implications for the resource-based view of the firm. *Research Policy*, 1998, 27(5): 507-523.
- [39] RYOO S Y, KIM K K. The impact of knowledge complementarities on supply chain performance through knowledge exchange. *Expert Systems with Applications*, 2015, 42(6): 3029-3040.
- [40] MILGROM P, ROBERTS J. Complementarities and fit strategy, structure, and organizational change in manufacturing. *Journal of Accounting and Economics*, 1995, 19(2/3): 179-208.
- [41] RUSANEN H, HALINEN A, JAAKKOLA E. Accessing resources for service innovation: the critical role of network relationships. *Journal of Service Management*, 2014, 25(1): 2-29.
- [42] NÄTTI S, HURMELINNA-LAUKKANEN P, JOHNSTON W J. Absorptive capacity and network orchestration in innovation communities: promoting service innovation. *Journal of Business & Industrial Marketing*, 2014, 29(2): 173-184.
- [43] FERRERAS-MÉNDEZ J L, NEWELL S, FERNÁNDEZ-MESA A, et al. Depth and breadth of external knowledge search and performance: the mediating role of absorptive capacity. *Industrial Marketing Management*, 2015, 47: 86-97.
- [44] 黄玮强, 庄新田, 姚爽. 基于创新合作网络的产业集群知识扩散研究. *管理科学*, 2012, 25(2): 13-23.
HUANG Weiqiang, ZHUANG Xintian, YAO Shuang. Study on knowledge diffusion of industry clusters based on the innovation cooperation network. *Journal of Management Science*, 2012, 25(2): 13-23.
- [45] LEFAIX-DURAND A, KOZAK R. Integrating transactional and relational exchange into the study of exchange orientation in customer relationships. *Journal of Marketing Management*, 2009, 25(9/10): 1003-1025.
- [46] 蒋天颖, 王峥燕, 张一青. 网络强度、知识转移对集群企业创新绩效的影响. *科研管理*, 2013, 34(8): 27-34.
JIANG Tianying, WANG Zhengyan, ZHANG Yiqing. The influence of network strength and knowledge transfer on innovation performance of cluster enterprises. *Science Research Management*, 2013, 34(8): 27-34.
- [47] BOGERS M, ZOBEL A K, AFUAH A, et al. The open innovation research landscape: established perspectives and emerging themes across different levels of analysis. *Industry and Innovation*, 2017, 24(1): 8-40.
- [48] 刘学元, 丁雯婧, 赵先德. 企业创新网络中关系强度、吸收能力与创新绩效的关系研究. *南开管理评论*, 2016, 19(1): 30-42.
LIU Xueyuan, DING Wenjing, ZHAO Xiande. Firm's strength of ties within innovation network, absorptive capacity and innovation performance in the Chinese manufacturing industries. *Nankai Business Review*, 2016, 19(1): 30-42.
- [49] 魏江, 徐蕾. 知识网络双重嵌入、知识整合与集群企业创新能力. *管理科学学报*, 2014, 17(2): 34-47.
WEI Jiang, XU Lei. Dual embeddings of knowledge network, knowledge integration, and innovation. *Journal of Management Sciences in China*, 2014, 17(2): 34-47.
- [50] SAMPSON R C. R&D alliances and firm performance: the impact of technological diversity and alliance organization on innovation. *Academy of Management Journal*, 2007, 50(2): 364-386.
- [51] LAURSEN K, MASCIARELLI F, PRENCIPE A. Regions matter: how localized social capital affects innovation and external knowledge acquisition. *Organization Science*, 2012, 23(1): 177-193.
- [52] ROTHÄRMEL F T. Incumbent's advantage through exploiting complementary assets via interfirm cooperation. *Strategic Management Journal*, 2001, 22(6/7): 687-699.
- [53] 孔晓丹, 张丹. 创新网络知识流动对企业创新绩效的影响研究: 基于网络嵌入性视角. *预测*, 2019, 38(2): 45-51.

- KONG Xiaodan, ZHANG Dan. Impact of innovation network knowledge flow on enterprise innovation performance: network embeddedness perspective. *Forecasting*, 2019, 38(2): 45-51.
- [54] 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.
- [55] MAKRI M, HITT M A, LANE P J. Complementary technologies, knowledge relatedness, and invention outcomes in high technology mergers and acquisitions. *Strategic Management Journal*, 2010, 31(6): 602-628.
- [56] UZZI B. Social structure and competition in interfirm networks: the paradox of embeddedness. *Administrative Science Quarterly*, 1997, 42(1): 35-67.
- [57] MARSDEN P V, CAMPBELL K E. Reflections on conceptualizing and measuring tie strength. *Social Forces*, 2012, 91(1): 17-23.
- [58] FALCI C, MCNEELY C. Too many friends: social integration, network cohesion and adolescent depressive symptoms. *Social Forces*, 2009, 87(4): 2031-2061.
- [59] 常红锦, 党兴华, 史永立. 网络嵌入性与成员退出: 基于创新网络的分析. *研究与发展管理*, 2013, 25(4): 30-40.
CHANG Hongjin, DANG Xinghua, SHI Yongli. Network embeddedness and members' withdraw: analysis based on the innovation networks. *R&D Management*, 2013, 25(4): 30-40.
- [60] BELL G C. Clusters, networks, and firm innovativeness. *Strategic Management Journal*, 2005, 26(3): 287-295.
- [61] RITTER T, GEMÜNDEN H G. The impact of a company's business strategy on its technological competence, network competence and innovation success. *Journal of Business Research*, 2004, 57(5): 548-556.
- [62] KIM K K, SHIN H K, LEE M H. The influence of partner knowledge complementarities on the effectiveness of IT outsourcing. *Journal of Organizational Computing and Electronic Commerce*, 2010, 20(3): 213-233.
- [63] LIN Z (JOHN), YANG H B, ARYA B. Alliance partners and firm performance: resource complementarity and status association. *Strategic Management Journal*, 2009, 30(9): 921-940.
- [64] 陈祖胜, 任浩, 林明. 知识互补性对研发网络内异位势企业间联盟的影响: 基于知识基础结构的调节效应. *预测*, 2015, 34(2): 28-33, 21.
CHEN Zusheng, REN Hao, LIN Ming. The impact of knowledge complementary on alliance choice of firm within the network: an analysis based on the moderation of knowledge structure. *Forecasting*, 2015, 34(2): 28-33, 21.
- [65] CASSIMAN B, VEUGELERS R. In search of complementarity in innovation strategy: internal R&D and external knowledge acquisition. *Management Science*, 2006, 52(1): 68-82.
- [66] BURT R S. Structural holes and good ideas. *American Journal of Sociology*, 2004, 110(2): 349-399.
- [67] SCHILLING M A, PHELPS C C. Interfirm collaboration networks: the impact of large-scale network structure on firm innovation. *Management Science*, 2007, 53(7): 1113-1126.
- [68] 于永达, 闫盛枫. 邻近性与自主合作创新网络演进: 以集成电路产业链为例. *科技进步与对策*, 2017, 34(14): 66-76.
YU Yongda, YAN Shengfeng. Proximity and evolution independent collaboration innovation network: evidence from IC industry chain. *Science & Technology Progress and Policy*, 2017, 34(14): 66-76.
- [69] 罗鄂湘, 韩丹丹. 合作网络结构洞对企业技术创新能力的影响研究: 以我国集成电路产业为例. *工业技术经济*, 2018, 37(3): 44-50.
LUO Exiang, HAN Dandan. The impact of cooperation network structure hole on enterprise technological innovation capability: taking China's IC industry as an example. *Journal of Industrial Technological Economics*, 2018, 37(3): 44-50.
- [70] OZER M, DEMIRKAN I, GOKALP O N. Collaboration networks and innovation: does corporate lobbying matter?. *Journal of Strategy and Management*, 2013, 6(3): 286-308.
- [71] 吴绍棠, 李燕萍. 企业的联盟网络多元性有利于合作创新吗: 一个有调节的中介效应模型. *南开管理评论*, 2014, 17(3): 152-160.
WU Shaotang, LI Yanping. Is enterprise' alliance network diversity helpful for cooperative innovation? A model of moderated mediator. *Nankai Business Review*, 2014, 17(3): 152-160.
- [72] DAGNINO G B, LEVANTI G, MINÀ A, et al. Interorganizational network and innovation: a bibliometric study and proposed research agenda. *Journal of Business & Industrial Marketing*, 2015, 30(3/4): 354-377.
- [73] LUO B N, LUI S S, KIM Y. Revisiting the relationship between knowledge search breadth and firm innovation: a knowledge transfer perspective. *Management Decision*, 2017, 55(1): 2-14.
- [74] LEE S, PARK G, YOON B, et al. Open innovation in SMEs: an intermediated network model. *Research Policy*, 2010, 39(2): 290-300.

Impact of Network Characteristics and Knowledge Attribute on Enterprise Innovation Performance

SONG Yun, WANG Jie

Business School, Sun Yat-sen University, Guangzhou 510275, China

Abstract: Cooperative innovation is an economic phenomenon in many industries and leads to the increasing interests in academic research. However, the existing literatures mainly focus on exploring the influence of network characteristics on innovation performance from a single aspect and lack the exploration on the mechanism of the co-influence from different levels variables on the innovation performance. As a result, the research conclusions diverged markedly.

Based on this, the study introduces knowledge attribute as an independent variable in the research framework and constructs a mediated-moderation model of cooperative network characteristics influencing on innovation performance. The framework constitutes the element of tie strength which represents the micro characteristics of network, the network density which represents the macro characteristics of network, and the knowledge complementarity which represents the characteristics of knowledge. The study focuses on: ①The interaction effect of network relationship characteristics and network structure characteristics on enterprise innovation performance. ②The role that knowledge attribute plays in the process of network characteristics influencing enterprise innovation performance. Using the mature scales of network characteristics and innovation performance and the self-developed knowledge complementarity scale, a survey was conducted on the manufacturing enterprises in Guangdong province. Using 321 valid sample data, we empirically test the hypotheses with hierarchical multiple linear regression and bootstrap analysis by Spss 25.0 and Amos 22.0.

The results show that: ①The tie strength has positive influence on the innovation performance. ②Enterprises could promote innovation performance through constructing a high-density network. ③The knowledge complementarity plays an intermediary role in the influencing process of the tie strength on the innovation performance. ④The network density moderated the mediating effect of knowledge complementarity in the relation between tie strength and innovation performance.

The study first advances the understanding of function mechanisms of knowledge complementarity in cooperative innovation networks. The study also introduces network density as a moderating variable in the relationship between tie strength and knowledge complementarity, and makes a beneficial exploration on the interaction mechanism of different levels of network characteristics on innovation performance. In practice, our conclusion provides further clear guidance for the specific strategies that enterprises should adopt when constructing the inter-organizational cooperative innovation networks. Specifically, our findings provide practical reference for enterprises how to construct the density of cooperative innovation network, choose cooperative innovation partners and adjust the tie strength with cooperative innovation partners from network knowledge perspective.

Keywords: collaborative innovation network; tie strength; network density; knowledge complementarity; innovation performance

Received Date: August 4th, 2018 **Accepted Date:** March 30th, 2019

Funded Project: Supported by the National Natural Science Foundation of China (71872188) and the Philosophy and Social Science Planning Project in Guangdong Province (GD18CGL02)

Biography: SONG Yun, doctor in management, is an associate professor in the Business School at Sun Yat-sen University. Her research interests include enterprise upgrading and reconstruct the global value chains. Her representative paper titled "The effect of firms' competence on the upgrading of self-owned brand; a study based on the questionnaire analysis of Guangdong's manufacturing firms" was published in the *Journal of Guangdong University of Finance & Economics* (Issue 3, 2017). E-mail: mnssy@mail.sysu.edu.cn

WANG Jie is a Ph. D candidate in the Business School at Sun Yat-sen University. Her research interests include global value chains and enterprise innovation. Her representative paper titled "Restructuring the global value chains as a frontier of Chinese management research, based on the literature of SSCI and CSSCI (2002-2015)" was published in the *Academic Research* (Issue 11, 2015). E-mail: wangj296@mail2.sysu.edu.cn □