



# 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

王巍<sup>1</sup>, 孙笑明<sup>2</sup>, 崔文田<sup>1</sup>, 李程<sup>2</sup>

1 西安交通大学 管理学院, 西安 710049

2 西安建筑科技大学 管理学院, 西安 710055

**摘要:** 关键研发者作为企业最重要的人力和智力资本, 其知识扩散影响着组织知识管理和创新绩效。已有关于关键研发者的研究尚未开展对其知识扩散机制的探索, 同时已有网络领域知识扩散的研究不仅忽略了个体属性的影响, 而且缺少从动力和能力的角度进行内部机理的全面阐述, 导致所得结论不够全面和深入。

基于全球33家医药企业1975年至2014年在美国申请的专利数据, 以关键研发者为研究对象, 从网络属性的角度, 构建关键研发者的自我中心网, 并计算相应的网络指标, 研究关系强度和结构洞对关键研发者知识扩散的影响; 从个体属性的角度, 将关键研发者的成长阶段划分为活跃期和沉寂期, 研究成长阶段对关系强度和结构洞与知识扩散之间关系的调节作用。

负二项回归结果表明, 关系强度对关键研发者的知识扩散具有正向影响; 占据结构洞对其知识扩散产生正向影响; 关键研发者的成长阶段对以上关系具有负向调节作用, 即相对于沉寂期关键研发者, 关系强度和占据结构洞均对活跃期关键研发者知识扩散的正向作用较弱。

研究结论兼具理论意义和实践意义。在理论层面, 弥补了已有研究的缺陷, 拓展了关键研发者和知识扩散的研究; 全面地阐释了知识扩散的动力和能力机制, 深化了对知识扩散的理论认识; 为解决当下结构洞和知识扩散的争议, 从权变角度提供了理论建议。在管理实践层面, 为组织创新管理者认识和把握关键研发者知识扩散的影响因素、高效地促进其知识扩散提供理论指导, 为组织创新管理者优化网络资源配置、提高研发产出提供相关建议。

**关键词:** 关系强度; 结构洞; 知识扩散; 关键研发者; 成长阶段; 负二项回归

**中图分类号:** F273.1

**文献标识码:** A

**doi:** 10.3969/j.issn.1672-0334.2019.04.008

**文章编号:** 1672-0334(2019)04-0105-12

**收稿日期:** 2018-01-01 **修返日期:** 2018-07-20

**基金项目:** 国家自然科学基金(71472146, 71402132); 中国博士后科学基金(185622)

**作者简介:** 王巍, 西安交通大学管理学院博士研究生, 研究方向为社会网络和创新管理等, 代表性学术成果为“知识范围和间接连接对关键研发者创造力的影响”, 发表在2017年第5期《预测》, E-mail: wangwei2014@stu.xjtu.edu.cn

孙笑明, 管理学博士, 西安建筑科技大学管理学院副教授, 研究方向为复杂组织网络、创新管理和专利大数据分析等, 代表性学术成果为“当前合作网络结构对关键研发者创造力的影响”, 发表在2014年第1期《管理工程学报》, E-mail: sun413@xauat.edu.cn

崔文田, 工学博士, 西安交通大学管理学院教授, 研究方向为创新网络、创新管理、供应链和运作管理等, 代表性学术成果为“Let the users tell the truth: self-disclosure intention and self-disclosure honesty in mobile social networking”, 发表在2017年第1期《International Journal of Information Management》, E-mail: cuiwt@mail.xjtu.edu.cn

李程, 西安建筑科技大学管理学院硕士研究生, 研究方向为创新管理等, E-mail: jdxcb@xauat.edu.cn

## 引言

作为知识的传播和转移<sup>[1]</sup>,知识扩散是衔接知识创造与知识应用的中间环节,是知识价值的体现<sup>[2]</sup>。关键研发者是企业最重要的人力和智力资本<sup>[3]</sup>,其价值体现在自身拥有的专业性和新颖性知识<sup>[4]</sup>,关键研发者的知识扩散不仅是组织内部知识整合的重要部分,决定着企业创新能力<sup>[5]</sup>,而且为其他研发人员吸收知识、提高创造力提供了有利条件<sup>[6]</sup>,有助于提升企业整体创新绩效<sup>[7]</sup>。因此,研究关键研发者的知识扩散具有重要意义。

已有关于关键研发者的研究尚未涉及其知识扩散机制<sup>[8]</sup>,导致对关键研发者的认识不够全面。当前网络领域关于知识扩散内部机理的阐释缺少兼顾传播知识动力和能力的全面论述<sup>[9]</sup>,致使理论分析不够系统。已有网络领域知识扩散的研究忽视了研发者个体属性的影响<sup>[10]</sup>,没有从职业生涯的角度<sup>[11]</sup>探讨网络结构对处于不同成长阶段的研发者知识扩散的影响差异,造成所得结论不够深入。为了弥补以上缺陷,本研究以关键研发者为研究对象,从网络属性的角度,选取网络嵌入性理论中最为经典的分析框架——关系强度和结构洞<sup>[12]</sup>,基于动力和能力的视角,研究其对关键研发者知识扩散的作用机制,以拓展对关键研发者的理论认识,系统地阐释知识扩散的内部机理。从个体属性的角度,基于关键研发者创造力的阶段性特征<sup>[11]</sup>,将其成长阶段划分为活跃期和沉寂期,研究成长阶段对关系强度和结构洞与知识扩散之间关系的调节作用,以验证网络结构的作用机制。

## 1 相关研究评述

科技部等四部委关于企业实行自主创新激励分配制度的若干意见中定义关键研发者是“关键技术成果的主要完成人、重大研发项目的负责人或者对企业主导产品和核心技术进行重大创新、改进的主要技术人员”,具有创造力突出<sup>[11]</sup>、合作关系众多<sup>[3]</sup>以及专业知识和研发经验积淀深厚<sup>[5]</sup>等特点。已有关于关键研发者的研究通常集中于创造力的影响因素<sup>[3]</sup>、流动性<sup>[13]</sup>及其对组织研发的作用方面,包括组织创新绩效<sup>[14]</sup>、二元创新<sup>[8]</sup>、专利续费<sup>[5]</sup>和研发联盟<sup>[7]</sup>等,忽略了有关知识扩散机制的探索,而关键研发者的知识扩散有利于提高研发团队的知识整合能力<sup>[5]</sup>和企业创新绩效<sup>[7]</sup>。因此,本研究重点探索关键研发者知识扩散的影响因素,并深入阐释其内部机理。

网络研究中,知识扩散被定义为行动者的知识、经验等影响其他行动者的过程<sup>[15]</sup>,代表着知识流出<sup>[16]</sup>,通常从关系强度和结构洞的角度开展网络领域知识扩散的研究<sup>[12]</sup>。关系强度的作用很大程度上根植于封闭式网络的思想<sup>[17]</sup>,即通过在研发人员之间建立信任<sup>[18]</sup>、互惠<sup>[19]</sup>、声誉<sup>[17]</sup>等机制,为知识扩散创造有利条件;结构洞的作用源于开放式网络的观点<sup>[20]</sup>,即占据结构洞的研发人员享有信息、控制

等优势,有利于自身知识扩散<sup>[10]</sup>。近年来,封闭式和开放式网络的研究由争论、对立逐渐发展为统一和融合<sup>[21]</sup>。为了响应这一理论趋势,本研究将关系强度和结构洞纳入分析框架,研究其对关键研发者知识扩散的作用机制。

关系强度是指行动者之间关系的强弱,一般用沟通频次、关系维持时间和情感依附程度等度量<sup>[15]</sup>。已有研究认为,关系强度反映了合作的频率和深度<sup>[22]</sup>,且关系强度越强,越有利于知识扩散<sup>[19]</sup>。从知识源的角度,强关系通过在研发人员之间形成信任和互惠准则<sup>[19]</sup>,规避了知识外泄和滥用的风险<sup>[23]</sup>,降低了投机行为发生的可能性<sup>[24]</sup>,打破了组织内研发人员之间保密和竞争的氛围<sup>[18]</sup>,使知识源愿意负担传播知识所需的成本<sup>[5]</sup>,并投入相应的时间和精力<sup>[22]</sup>,克服和解决传播知识过程中的困难<sup>[25]</sup>和问题<sup>[22]</sup>,从而有利于知识扩散<sup>[15]</sup>。从知识源和接收者的角度,强关系连接的研发人员之间彼此熟悉<sup>[22]</sup>、互动频繁且知识基础接近<sup>[15]</sup>,有助于知识源准确地判断知识接收者拥有的知识、面临的困境,以及如何帮助他们摆脱困境等<sup>[25]</sup>,因而其传播的知识应用价值较高<sup>[19]</sup>,清除了知识源与接收者之间的沟通障碍<sup>[26]</sup>,节省了接收者筛选、审查和整合知识耗费的时间和精力<sup>[27]</sup>,有助于他们高效地获取、同化和应用知识<sup>[24]</sup>,进而有利于实现组织内部知识共享。

结构洞是指互不相连的行动者之间的空隙<sup>[28]</sup>,孙笑明等<sup>[29]</sup>认为如果网络中某行动者连接的另外两个行动者之间不存在直接联系,该行动者占据的网络位置为结构洞。占据结构洞的行动者被称为中间人,被结构洞分隔的行动者被称为联系人<sup>[29]</sup>。已有研究在结构洞对知识扩散的作用机制方面存在争议。部分学者认为,占据结构洞的中间人拥有信息优势和控制优势<sup>[10]</sup>,他们能够触及到更大的网络范围<sup>[30]</sup>,整合网络内异质的信息<sup>[25]</sup>,获得多样化知识<sup>[20]</sup>,因而其知识对网络成员的吸引力较强<sup>[10]</sup>,有利于知识扩散。同时,中间人能够利用中介位置,控制网络中的知识流动<sup>[30]</sup>,有助于将自身的知识传播给其他研发人员<sup>[10]</sup>。也有学者认为,富含结构洞的网络中研发人员之间的信任程度较低,无法形成一致的行为准则<sup>[21]</sup>,且各自的研发领域可能不同,沟通交流的成本较高<sup>[17]</sup>,因而不利于知识扩散。

综上所述,已有关于关系强度、结构洞和知识扩散的研究集中于探讨网络属性的作用,忽略了研究对象个体属性的影响。由于关键研发者与一般研发人员在创造力<sup>[11]</sup>、专业知识和研发经验<sup>[5]</sup>以及拥有的合作关系<sup>[3]</sup>等方面存在差异,已有研究基于一般研发人员得到的关系强度和结构洞对知识扩散的作用机制,不一定完全适用于关键研发者,需要在考虑其特殊性的情况下,进行深入论证。因此,本研究充分考虑关键研发者的个体属性,将其成长阶段划分为活跃期和沉寂期,研究关系强度和结构洞对其知识扩散的影响,并验证成长阶段的调节作用。概念

模型见图1。

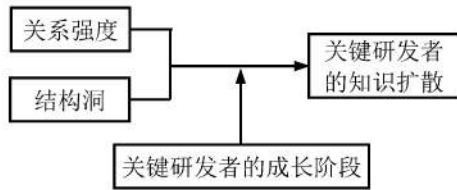


图1 概念模型

Figure 1 Conceptual Model

## 2 理论分析和研究假设

从关键研发者的角度,知识扩散由自身动力和能力决定<sup>[18]</sup>。一方面,关键研发者只有具备了知识扩散的动力,才会为传播知识付出所需的时间和精力<sup>[2]</sup>,主动地传播知识<sup>[9]</sup>。另一方面,关键研发者即使具备了传播知识的动力,还要有相应的能力,才能克服知识扩散过程中的困难<sup>[15]</sup>,顺利地传播知识<sup>[18]</sup>。因此,关键研发者传播知识的动力越大、能力越强,越有利于知识扩散。从关键研发者嵌入的创新合作网络的角度,作为知识扩散的渠道和工具<sup>[31]</sup>,网络结构中的关系强度和结构洞通过作用于关键研发者传播知识的动力和能力,进而对其知识扩散产生影响。此外,关键研发者所处的成长阶段不同,其创造力、知名度、拥有的研发合作关系等不同<sup>[3]</sup>,因而在知识扩散的过程中对关系强度和结构洞的依赖程度不同,使两者对其传播知识动力和能力的作用程度也不同<sup>[32]</sup>。因此,关键研发者的成长阶段对关系强度和结构洞与知识扩散之间的关系具有调节作用。

### 2.1 关系强度与关键研发者的知识扩散

一方面,不同于一般研发人员,关键研发者知识的专业性和新颖性较高<sup>[4]</sup>,对组织创新的价值较大<sup>[5]</sup>,因而他们对自身知识的保护意识较强,对传播知识的顾虑较多,而关系强度有助于消除关键研发者的顾虑,增强其知识扩散的动力。具体而言,关系强度越强,关键研发者与其他研发人员之间越容易形成信任和互惠准则<sup>[19]</sup>。信任是基于对方是否可信的社会判断,以及一旦对方失信,自身所需负担成本的评估<sup>[9]</sup>,使得关键研发者相信对方不仅会给予自身帮助,而且共享的信息是真实有效的<sup>[33]</sup>。互惠准则是研发人员之间通过频繁的互动形成的相对稳定的、以互利共赢为宗旨的行为准则<sup>[9]</sup>,使关键研发者确信当前给予他人的帮助,有助于在未来获得相应的反馈<sup>[18]</sup>。因此,信任和互惠准则缓解了关键研发者对知识扩散过程中投机行为<sup>[24]</sup>、潜在风险<sup>[23]</sup>和不确定性<sup>[33]</sup>的担忧,避免了由于防卫心理而有所保留<sup>[33]</sup>,降低了将有价值的知识传播给其他研发人员的机会成本<sup>[9]</sup>,提高了他们对合作共赢的期望<sup>[19]</sup>,进而增强了关键研发者传播知识的动力<sup>[33]</sup>。

同时,关系强度越强,越容易产生声誉机制,有

助于增强关键研发者知识扩散的动力<sup>[18]</sup>。关键研发者参与和主持的研发项目较多<sup>[8]</sup>,但自身时间和精力有限<sup>[3]</sup>,如果他们积极、主动地传播知识,通过在强关系相连的研发人员中建立合作共赢的良好声誉,有助于获得其他研发人员的支持和配合,进而有利于关键研发者完成研发任务,保持创造力。相反,如果关键研发者传播知识的动力较小,在声誉机制的作用下,其不合作的行为会被快速、大范围地传播<sup>[17]</sup>,形成不良声誉。而该声誉与强关系的互惠准则相违背,可能导致强关系相连的研发人员消极地参与关键研发者主持的研发项目,甚至不再给予关键研发者后续的帮助,造成关键研发者丧失了“群众基础”,不利于发挥创造力。因此,在声誉机制的作用下,关系强度越强,关键研发者传播知识的动力越大。

另一方面,由于自身突出的创造力<sup>[11]</sup>和组织内较高的知名度<sup>[34]</sup>,关键研发者拥有众多的研发合作关系<sup>[3]</sup>,因而在研发活动中需要接收、处理和传播大量的信息和知识,可能会超出自身认知和处理能力<sup>[3]</sup>,使他们无法充分投入到知识扩散的过程中,而关系强度通过提高其传播知识的能力,有助于关键研发者的知识扩散。首先,关系强度越强,关键研发者与其他研发人员之间沟通和互动越频繁<sup>[22]</sup>,不仅为面对面的深度沟通和交流创造了条件<sup>[35]</sup>,而且有利于形成专业术语<sup>[26]</sup>等共同语言<sup>[25]</sup>、一致的理解方式<sup>[22]</sup>以及约定俗成的惯例<sup>[24]</sup>,降低了产生误解和发生混淆的可能性<sup>[12]</sup>,消除了知识扩散过程中的障碍<sup>[26]</sup>,从而提高了关键研发者知识扩散的能力。其次,在信任、互惠准则和声誉机制的作用下,关键研发者会摒弃保密和竞争意识<sup>[33]</sup>,更愿意帮助强连接的研发人员<sup>[35]</sup>,他们会投入一定的时间和精力以清晰、准确地传播知识<sup>[2]</sup>,有助于知识的精细化传播<sup>[19]</sup>,提高了知识扩散的能力。最后,强连接的研发人员之间能够形成双向互动,即在关键研发者知识扩散的过程中,获取知识的研发人员拥有试错和反馈的机会<sup>[18]</sup>,有利于他们高效地吸收知识<sup>[20]</sup>,进而提高关键研发者知识扩散的能力。尤其是复杂的、难以编码的知识<sup>[35]</sup>,研发人员无法一次性地同化、理解,后续的反馈和讨论至关重要<sup>[18]</sup>。

此外,强关系形成的筛选匹配机制<sup>[19]</sup>有助于关键研发者筛选其他研发人员的知识需求<sup>[25]</sup>,并结合自身的知识进行最佳匹配<sup>[36]</sup>,保证传播给他们有应用价值的知识<sup>[25]</sup>。该筛选匹配过程降低了关键研发者传播知识的成本,有利于精确、高效地传播知识,提高了其知识扩散的能力。

综上所述,关系强度分别增强和提高了关键研发者传播知识的动力和能力,有利于其知识扩散。因此,本研究提出假设。

H<sub>1</sub> 关系强度与关键研发者知识扩散之间呈正向关系。

### 2.2 结构洞与关键研发者的知识扩散

一方面,不同于一般研发人员,关键研发者参与

和主持的不同领域的研发项目较多<sup>[6]</sup>,通过与各研发团队建立合作关系,占据的结构洞也较多,而结构洞增强其传播知识的动力,有利于关键研发者的知识扩散。首先,当关键研发者作为中间人占据结构洞时,他们拥有信息优势和控制优势<sup>[10]</sup>,信息优势是指关键研发者能够快速获取并利用网络内异质的信息<sup>[37]</sup>,控制优势是指其为了自身利益而操控互不相连的研发人员之间的信息流动,并施加不同的管理策略<sup>[37]</sup>。以上优势为关键研发者获取、整合和传播知识创造了条件,有利于发挥创造力<sup>[21]</sup>。因此,为了维持占据结构洞的优势<sup>[20]</sup>,关键研发者会积极主动地传播知识,防止被结构洞分割的研发人员因无法获取所需知识而减少与自己后续的互动,甚至不再以自身为中介进行沟通交流,进而不利于在研发活动中获得他们的支持和配合,以及可能丧失占据结构洞的优势<sup>[38]</sup>,导致创造力下降。同时,关键研发者具有丰富的跨领域合作经验<sup>[6]</sup>,能够较好地利用占据结构洞的优势,为了提升该优势,他们会充分挖掘自身众多的合作关系<sup>[3]</sup>,积极寻求新的研发合作伙伴,构建创新合作网络,增加结构洞的数量,以获得更大的优势<sup>[21]</sup>。而有效的研发合作离不开研发人员之间高效的沟通和交流,使关键研发者知识扩散的动力较大。最后,占据结构洞的关键研发者因信息优势和控制优势而享有多样化知识的声誉,其知识对其他研发人员的吸引力较强<sup>[10]</sup>。由于知识扩散是知识价值的体现<sup>[2]</sup>,而关键研发者通常在组织内担任领导职务<sup>[39]</sup>,因而占据结构洞的关键研发者会充分利用这一声誉优势,以较大的动力传播知识,使其知识被其他研发人员接收<sup>[10]</sup>,从而提高自身在组织内的影响力,尤其是在研发活动中的话语权<sup>[20]</sup>,最终达到职业生涯晋升的目的<sup>[4]</sup>。

另一方面,关键研发者通过结构洞提高传播知识的能力,有利于其知识扩散。首先,由于控制优势的作用,无论是希望快速获取知识、还是希望获得异质性知识的研发人员,他们都必须依赖占据结构洞的关键研发者完成自己的目标<sup>[10]</sup>。而得益于突出的创造力<sup>[11]</sup>和丰富的研发经验<sup>[5]</sup>,关键研发者对自身的专业知识有充分而深刻的认识和理解<sup>[1]</sup>,借助控制优势的作用,他们拥有将知识传播给其他研发人员的有利条件,所以占据结构洞提高了关键研发者知识扩散的能力。其次,除了信息优势和控制优势,占据结构洞的关键研发者还拥有网络范围优势<sup>[30]</sup>,即借助结构洞跨边界、跨研发领域的特点<sup>[20]</sup>,关键研发者能够触及到更大的网络范围,增加了其知识扩散的范围,进而提高了知识扩散的能力。最后,缺少结构洞的稠密网络中研发人员的知识趋于同质化<sup>[21]</sup>,他们之间沟通顺畅,不存在转译知识的必要<sup>[25]</sup>。相反,通过结构洞相连的研发人员可能来自不同的专业领域<sup>[21]</sup>,彼此的知识异质性较强<sup>[25]</sup>,沟通和交流的成本较高<sup>[17]</sup>。作为研发项目的负责人或核心技术骨干,占据结构洞的关键研发者需要将自身有价值的知识转译,用其他研发人员能够理解的

方式进行传播,以顺利地沟通、协作,完成研发任务。因此,随着研发经验的积累,占据结构洞的关键研发者频繁地完成转译知识和跨领域沟通的任务,逐渐提高了知识扩散的能力。综上,占据结构洞分别增强和提高了关键研发者传播知识的动力和能力,有利于其知识扩散。因此,本研究提出假设。

H<sub>2</sub> 占据结构洞与关键研发者知识扩散之间呈正向关系。

### 2.3 关键研发者的成长阶段对关系强度和结构洞与知识扩散之间关系的调节作用

为了刻画关键研发者完整的职业生涯,借鉴生命周期理论<sup>[40]</sup>,本研究将其成长阶段划分为活跃期和沉寂期,活跃期是指创造力处于巅峰阶段,沉寂期则相反,包括创造力的上升阶段和衰退阶段。活跃期和沉寂期的关键研发者各自属性特征不同。创造力方面,活跃期关键研发者的创造力正值巅峰,且提升空间有限,而沉寂期关键研发者的创造力包括上升阶段和衰退阶段,其仍可能有较大的提升空间;知名度方面,活跃期关键研发者因杰出的创造力而在组织内拥有较高的知名度<sup>[34]</sup>,沉寂期关键研发者则因创造力不够突出而知名度相对较低;研发合作关系方面,活跃期关键研发者因突出的创造力而参与较多的研发项目,建立的研发合作关系也较多<sup>[3]</sup>,而沉寂期关键研发者拥有的研发合作关系则相对较少。因此,在知识扩散的过程中,具有不同属性特征的活跃期和沉寂期关键研发者对关系强度和结构洞的依赖程度不同,使两者对其传播知识动力和能力的影 响程度也不同,因而关键研发者的成长阶段对关系强度和结构洞与知识扩散之间的关系具有调节作用。

一方面,相对于沉寂期关键研发者,当其处于活跃期时,关系强度对其知识扩散动力的增强作用较小。首先,活跃期关键研发者在组织内拥有更高的知名度<sup>[34]</sup>,其知识被其他研发人员吸收和采纳的可能性较大<sup>[41]</sup>。同时,他们拥有更多的研发合作关系<sup>[3]</sup>,有助于建立广泛的合作网络<sup>[19]</sup>,而网络在知识扩散中起到渠道和工具作用<sup>[31]</sup>,为其知识扩散创造了有利条件。因此,在知识扩散的过程中,活跃期关键研发者对关系强度的依赖程度较小,使强关系形成的信任和互惠准则对其知识扩散动力的增强作用也较小。其次,活跃期关键研发者拥有的研发合作关系更多,有利于他们争取到较多的研发人员参与研发项目,拥有广泛的“群众基础”。因此,即使他们消极地传播知识,在强连接的研发人员中建立起了不合作的声誉,导致无法获得这部分研发人员的支持和配合,他们也能取得其他研发人员的帮助和响应,即声誉机制对其约束作用不明显<sup>[17]</sup>,使关系强度对其知识扩散动力的增强作用较弱。最后,强连接的研发人员之间具有沟通频繁、关系维持时间久等特征<sup>[15]</sup>,使他们的知识同质化明显<sup>[17]</sup>,双方知识基础接近,彼此研发领域相近或相同。而关键研发者的知识扩散有利于获取知识的一方吸收知

识,完成研发任务,提高创造力<sup>[6]</sup>。由于创造力的提升离不开对研发资源的占有和消耗,因而在双方专业领域相近且组织内研发资源有限的情况下<sup>[6]</sup>,作为知识接收者的研发人员占用的资源越多,作为知识源的关键研发者能够获得和利用的资源就越少,导致其创造力的发挥空间受到挤压,削弱了关键研发者在组织研发中的领导地位<sup>[2]</sup>,甚至可能造成关键研发者创造力下降,最终被本领域内新研发骨干取代<sup>[6]</sup>。而该问题在活跃期关键研发者中更为突出,因为他们的创造力提升空间有限,对本领域内强连接的研发人员吸收知识、提升创造力的顾忌较大,所以其知识扩散的动力也较小。

另一方面,相对于沉寂期关键研发者,活跃期关键研发者的关系强度对其知识扩散能力的提升作用较小。首先,虽然强连接的关键研发者与其他研发人员具有面对面的深度沟通和交流的条件<sup>[35]</sup>,但活跃期关键研发者参与的研发项目更多<sup>[8]</sup>,他们既要解决研发问题、完成研发任务,又要为研发团队制定科学合理的研发方案<sup>[6]</sup>,在自身时间和精力有限的情况下<sup>[3]</sup>,他们进行深度沟通和交流的机会不多,即关系强度对其知识扩散能力的提升作用较小。其次,活跃期关键研发者拥有的研发合作关系更多,在研发活动中,他们需要接收、处理和传播的信息和知识较多,可能超出自身极限,面临信息超载的风险<sup>[3]</sup>,导致他们无法充分投入到精细化的传播知识中<sup>[2]</sup>,从而降低了其知识扩散的能力。最后,关系的维持需要投入一定的成本,关系强度越强,需要耗费的时间、精力和承担的共同责任越多<sup>[19]</sup>。活跃期关键研发者拥有的研发合作关系更多<sup>[3]</sup>,其需要负担的维系关系的成本也更高。由于自身时间和精力有限<sup>[3]</sup>,必然导致他们对维系强关系的投入相对较少,使活跃期关键研发者不仅无法充分地与强关系相连的研发人员进行双向互动<sup>[18]</sup>,而且难以在传播知识过程中进行筛选匹配<sup>[19]</sup>,从而降低了其知识扩散的能力。

综上所述,相对于沉寂期关键研发者,关系强度对活跃期关键研发者知识扩散动力和能力的增强和提升作用均较小。因此,本研究提出假设。

H<sub>3a</sub> 关键研发者的成长阶段负向调节关系强度与知识扩散的正向关系。

一方面,相对于沉寂期关键研发者,活跃期关键研发者的结构洞对其知识扩散动力的增强作用较小。首先,活跃期关键研发者的创造力提升空间有限,占据结构洞对其创造力的积极影响较小,使他们维持和增强结构洞优势的动力不大,进而其知识扩散的动力较小。其次,活跃期关键研发者在组织内的知名度更高,其知识也更容易被接收<sup>[41]</sup>。因而在知识扩散的过程中,他们对结构洞信息优势和控制优势的依赖程度较小,致使结构洞对其知识扩散动力的增强作用较弱。最后,富含结构洞的稀疏网络中,研发人员之间的信任程度较低,且缺乏一致的行为准则<sup>[33]</sup>,可能会削弱占据结构洞的活跃期关键研

发者知识扩散的动力<sup>[25]</sup>。因为对于沉寂期关键研发者而言,其创造力仍有上升空间,为了谋求个人创造力的提高和职业生涯的进步<sup>[4]</sup>,他们依然具有维持和增强占据结构洞的优势、积极传播知识的动力,以体现自身知识的价值<sup>[2]</sup>,而结构洞缺乏信任和一致行为准则的问题对其知识扩散动力的削弱程度较小。而活跃期关键研发者不仅创造力的提升空间有限,且因其突出的创造力而拥有组织研发中的话语权,可能已经担任了领导职务<sup>[39]</sup>,所以他们维持和增强结构洞优势的动力较小。在结构洞缺乏信任和一致行为准则的作用下<sup>[21]</sup>,他们传播自身有价值的知识以帮助其他研发人员的动力可能更小。

另一方面,相对于沉寂期关键研发者,活跃期关键研发者的结构洞对其知识扩散能力的提升作用较小。首先,如前文所述,活跃期关键研发者的知识很容易被接收<sup>[41]</sup>,表明其自身传播知识的能力较强,占据结构洞的控制优势对其知识扩散能力的提升作用可能不大。其次,活跃期关键研发者拥有更多的研发合作关系,有利于他们大范围地传播知识<sup>[19]</sup>,使占据结构洞的范围优势对其知识扩散能力的提升作用较小。最后,占据结构洞的关键研发者在知识扩散的过程中需要处理转译知识和跨领域沟通的问题,而活跃期关键研发者参与的研发项目较多,且自身时间和精力有限<sup>[3]</sup>,所以他们无法充分投入到转译知识和跨领域沟通中,增加了其他研发人员吸收和同化知识的成本<sup>[35]</sup>,降低了自身知识扩散的能力。

综上所述,相对于沉寂期关键研发者,占据结构洞对活跃期关键研发者知识扩散动力和能力的增强和提升作用均较小。因此,本研究提出假设。

H<sub>3b</sub> 关键研发者的成长阶段负向调节结构洞与知识扩散的正向关系。

### 3 研究方法

#### 3.1 样本和数据

由于中国专利数据引用信息缺失严重,无法据此测算知识扩散<sup>[1]</sup>。因此,研究样本选取全球33家医药企业1975年至2014年在美国申请的专利数据,所有专利数据均来自美国专利与商标局的在线公开专利。样本包括62 404条专利,涉及52 861个研发人员。本研究采用ERNST et al.<sup>[32]</sup>对研发人员的分类方法提取关键研发者,具体而言,根据专利数量和质量将组织内的研发人员分为4类,见图2。专利质量用专利平均被引用次数测量,即总被引用次数除以专利数量。区分专利数量多与少、质量高与低的标准为样本均值的2倍,关键研发者是专利数量和质量均大于样本均值2倍的研发人员。按照该方法,本研究提取得到490个关键研发者,约占研发人员总数的0.927%,这些关键研发者共申请5 766条专利(包括两个以上的关键研发者合作申请同一条专利的情况),约占样本专利数量的9.240%。

之所以选取医药企业的专利数据作为研究样

专利质量	高	天才研发者	关键研发者
	低	低效研发者	多产研发者
		少	多
		专利数量	

图2 研发人员的类别

Figure 2 Category of Inventors

本,原因是:首先,医药企业属于知识密集型产业,通常会尽可能地将所有创新成果转化为专利<sup>[42]</sup>,以此来保护知识产权。其次,医药企业往往用专利测量研发人员的绩效<sup>[42]</sup>,这为提取关键研发者并识别其成长阶段提供了现实依据。再次,专利文献包含了发明人以及引用、申请和授权时间等信息,为研究知识扩散创造了条件。最后,已有研究表明,美国是世界上最大的医药市场,为了开展全球化竞争,各国的医药企业都竞相在美国申请专利,因而选取美国专利数据作为样本,得到的结论更具代表性<sup>[42]</sup>。

由于研发人员创造力的活跃期通常为3年~5年<sup>[10]</sup>,出于最大化数据观测值的需要<sup>[21]</sup>,本研究将490个关键研发者的专利按照3年固定时间窗口的方法进行拆分。具体而言,以某关键研发者为例,其专利申请日<sup>[21]</sup>的时间跨度为2002年至2008年,按照3年固定、重叠时间窗口划分方法,其时间窗口包括2002年至2004年、2003年至2005年、…、2006年至2008年。在各个时间窗口内,以专利著录项中发明人之间的合作关系为基础抽象出网络结构,即同一个专利包含的任意两个发明人之间都存在一条网络连接<sup>[10]</sup>,据此生成各个时间窗口内关键研发者的自我中心网,借助Ucinet软件计算关系强度和结构洞等网络指标。同样地,在各个时间窗口内分别计算关键研发者的知识扩散和成长阶段等变量。随着时间窗口逐年移动,重复上述计算,累积形成4 030个观测值,每个观测值中既包括关系强度等网络指标,也包括关键研发者的知识扩散等变量。

### 3.2 变量测量

#### 3.2.1 因变量:关键研发者的知识扩散

虽然专利引用信息只代表了知识扩散的一部分,但已有研究发现,专利引用与实际的知识扩散之间存在较高的相关性<sup>[1]</sup>。因此,专利引用成为被广泛接受的测算知识扩散的替代指标。本研究提取关键研发者专利中的前向引用信息,即Forward Citations,计算其专利被组织内其他研发人员引用的次数,以此作为关键研发者知识扩散的测量指标<sup>[10]</sup>。

#### 3.2.2 自变量

(1)关系强度。本研究计算关键研发者在其自我中心网内与其他研发人员之间的平均合作次数,即合作申请的专利数量,作为关系强度的测量指标<sup>[21]</sup>。

(2)结构洞。采用BURT<sup>[28]</sup>的结构洞效率指数测

量关键研发者占据结构洞的个数,计算方法为

$$\text{结构洞效率指数} = \frac{\sum_j (1 - \sum_q p_{i,q} m_{j,q})}{C_j} \quad (1)$$

其中, $i$ 为关键研发者; $j$ 为与 $i$ 相连的所有其他研发人员; $q$ 为除 $i$ 和特定的 $j$ 以外的每个第三方研发人员, $q \neq i, j$ ;  $p_{i,q}$ 为 $i$ 到 $q$ 的关系所占比例,即 $i$ 到 $q$ 的关系除以 $i$ 拥有的总关系数量; $m_{j,q}$ 为 $j$ 到 $q$ 的关系的边际强度,等于 $j$ 到 $q$ 的关系取值除以 $j$ 到其他研发人员关系中的最大值,对于二值网而言,该最大值为1,因此 $m_{j,q}$ 取1或0; $C_j$ 为与 $i$ 相连的研发人员的个数。对于没有合作伙伴的孤立关键研发者,该指数设置为0.100<sup>[10]</sup>。计算效率指数需要将自我中心网转为二值网,即研发人员之间的关系为1(两个节点之间有连线)或0(无连线)<sup>[28]</sup>。效率指数越大,表明关键研发者占据的结构洞越多。

#### 3.2.3 调节变量:关键研发者的成长阶段

本研究从关键研发者职业生涯的角度将其成长阶段划分为活跃期和沉寂期,并引入一个虚拟变量来描述。具体而言,针对每个关键研发者,基于他们在各个时间窗口内被授权的专利,判断其是否达到了关键研发者的标准,即专利数量和质量均大于样本均值的2倍,如果达到了标准,该虚拟变量取值为1,表示处于活跃期;否则,取值为0,表示处于沉寂期,作为参照类。按照该方法,本研究可以得到关键研发者在各个时间窗口内所处的成长阶段。

需要说明的是,虽然沉寂期关键研发者和一般研发人员都没有达到成为关键研发者的标准,但纵观整个职业生涯,一般研发人员的创造力始终未能达标,即基于整个职业生涯的专利数据计算出的专利数量和质量均未达到大于样本均值2倍的标准<sup>[32]</sup>,而关键研发者的创造力符合该标准。随着时间窗口逐年移动,关键研发者的创造力处于动态变化中,在他们职业生涯的某些阶段,即某几个时间窗口内,用该时间窗口内的专利数据测量的创造力达到了巅峰,符合关键研发者的标准,被定义为活跃期;而活跃期之外的、创造力没有达到关键研发者标准的阶段,被定义为沉寂期,包括创造力的上升阶段和衰退阶段<sup>[40]</sup>。本研究之所以将关键研发者的成长阶段区分为活跃期和沉寂期,理论上是为了对比关系强度和结构洞对处于不同成长阶段的关键研发者知识扩散的作用差异,得到更为深入、细致的结论。实践上,有助于企业从一个完整的职业生涯角度审视关键研发者的成长、成熟和衰退的全过程,为优化网络资源配置、促进关键研发者的知识扩散提供参考。

#### 3.2.4 控制变量

(1)标准化度数中心度。网络中心位置赋予了关键研发者多样化知识的声誉,有利于其知识扩散<sup>[10]</sup>。为了控制该作用,本研究引入关键研发者自我中心网的标准化度数中心度作为控制变量。

(2)知识宽度。关键研发者的知识宽度影响知

识扩散涉及的技术种类和范围<sup>[4]</sup>,为了控制其作用,本研究将关键研发者专利中分类号的小类数量作为知识宽度的测量指标<sup>[43]</sup>,引入回归模型。

(3)合作者的数量。为了控制关键研发者的合作规模对知识扩散的影响<sup>[6]</sup>,本研究将关键研发者专利中的合作者数量作为控制变量。

(4)自引所占比例。由于专利自引无法反映真正的知识扩散过程<sup>[1]</sup>,为了控制其影响,本研究引入自引所占比例作为控制变量,即关键研发者前向引用的专利中被自己引用的专利所占的比例。

(5)知识接近性。知识基础相近的研发人员之间更容易产生知识扩散<sup>[22]</sup>。为了控制该作用,本研究提取关键研发者的专利与其前向引用专利的分类号,计算两者之间的Jaccard相似系数,即分类号交集的数量除以并集的数量,以其作为控制变量。

(6)地理接近性。地理接近性越高,越有利于知识扩散<sup>[44]</sup>。本研究分别提取关键研发者的专利及其前向引用专利中的申请地址信息,求取时间窗口内与关键研发者专利的申请地址是同一城市的前向引用专利在所有前向引用专利中所占比例<sup>[44]</sup>,作为控

制变量,引入回归模型。

(7)社会接近性。社会接近性越高,知识扩散的效率就越高<sup>[44]</sup>。为了控制其影响,本研究借鉴SINGH<sup>[1]</sup>定义社会距离的方法测算社会接近性。

(8)知识技术控制。由于专利引用受到所属知识类别的影响<sup>[10]</sup>,即某些类别的知识更容易被采纳。为了控制该作用,本研究提取关键研发者专利的分类信息,统计各个分类号在所属专利中的被引用次数,计算时间窗口内关键研发者的专利中所有分类号被引用次数的均值,作为该时间窗口的知识技术控制,引入回归模型。

(9)时间因素。专利引用受到时间因素的影响,通常授权日越早的专利被引用的可能性越大<sup>[1]</sup>。为了控制其作用,本研究将各个时间窗口的起始年作为控制变量引入回归模型。

### 3.3 分析方法和实证结果

变量描述和相关性分析见表1。由表1可知,关系强度、结构洞和关键研发者的成长阶段均与知识扩散正相关。同时,表1中相关系数的绝对值均小于0.700,表明变量之间不存在较强的相关关系,初步

表1 变量描述和相关性分析结果

Table 1 Variable Description and Correlation Analysis Results

	知识扩散	关系强度	结构洞	关键研发者的成长阶段	标准化度数中心度	知识宽度	合作者的数量	自引所占比例	知识接近性	地理接近性	社会接近性	知识技术控制	时间因素
知识扩散													
关系强度	0.106***												
结构洞	0.011	0.084***											
关键研发者的成长阶段	0.045***	0.032**	-0.039**										
标准化度数中心度	-0.083***	0.521***	0.284***	-0.054***									
知识宽度	-0.035**	-0.012	-0.034**	-0.014	0.002								
合作者的数量	-0.032**	0.124***	-0.444***	0.108***	0.152***	0.029*							
自引所占比例	-0.072***	0.084***	-0.017	-0.013	-0.022	0.031**	0.030*						
知识接近性	0.026*	0.056***	-0.035**	-0.032**	0.031*	-0.102***	0.082***	0.250***					
地理接近性	-0.037**	-0.011	0.009	0.017	-0.044***	-0.038**	-0.017	0.355***	0.383***				
社会接近性	0.265***	0.074***	0.018	0.072***	-0.038**	-0.020	-0.026*	0.124***	0.170***	0.125***			
知识技术控制	0.161***	-0.018	0.024	0.0003	-0.046***	-0.154***	-0.162***	-0.102***	0.057***	-0.005	0.075***		
时间因素	0.104***	0.150***	-0.163***	-0.020	0.043***	-0.046***	0.301***	-0.021	0.070***	-0.028*	-0.032**	-0.013	
均值	33.914	1.356	0.462	0.790	0.766	6.052	2.406	0.224	0.079	0.102	0.399	20.310	1 979.986
标准差	85.012	1.221	0.258	0.408	0.305	4.244	1.900	0.287	0.104	0.161	0.176	13.287	8.199

注:\*\*\*为  $p < 0.010$ , \*\*为  $p < 0.050$ , \*为  $p < 0.100$ ,下同。

表2 关键研发者知识扩散的负二项回归结果  
Table 2 Negative Binomial Regression Results of Key Inventors' Knowledge Transfer

	知识扩散				
	模型 1	模型 2	模型 3	模型 4	模型 5
自变量					
关系强度		0.163***	0.201***	0.163***	0.197***
结构洞		0.398***	0.386***	0.658***	0.632***
调节变量					
关键研发者的成长阶段		0.099**	0.103***	0.107***	0.109***
交互项					
关系强度 × 关键研发者的成长阶段			-0.045**		-0.040*
结构洞 × 关键研发者的成长阶段				-0.345***	-0.323***
控制变量					
标准化度数中心度	-0.288***	-0.764***	-0.765***	-0.778***	-0.777***
知识宽度	0.013***	0.013***	0.014***	0.014***	0.014***
合作者的数量	-0.029***	-0.001	-0.003	-0.004	-0.005
自引所占比例	0.076	0.012	0.004	0.005	-0.002
知识接近性	1.207***	1.334***	1.346***	1.339***	1.349***
地理接近性	-0.061	-0.075	-0.073	-0.091	-0.088
社会接近性	2.039***	2.028***	2.028***	2.028***	2.028***
知识技术控制	0.010***	0.010***	0.010***	0.010***	0.010***
时间因素	显著	显著	显著	显著	显著
常数项	-1.287***	-1.347***	-1.396***	-1.454***	-1.491***
观测值数量	4 030	4 030	4 030	4 030	4 030
最大似然估计值	-15 956.964	-15 860.217	-15 858.284	-15 856.724	-15 855.272

排除了多重共线性的影响。本研究的因变量知识扩散属于计数型数据,对计数数据采用一般最小二乘法估计得到的结果是不一致和有偏的,此时采用泊松估计和负二项估计比较理想<sup>[20]</sup>。通过对因变量进行统计描述,发现数据表现出过度离散的特征,无法满足泊松估计均值等于方差的假定,因此采用负二项回归模型。借助Hausman检验,进一步确定使用固定效应的负二项回归模型。所有统计分析结果均运用Stata 13计算。

表2给出关键研发者知识扩散的负二项回归结果。为了排除多重共线性的干扰,本研究分别估算了方差膨胀因子和运行Stata的coldiag程序,发现方差

膨胀因子均不超过2.570,低于上限10;全模型的条件指数为19.760,不超过临界值30<sup>[45]</sup>。同时,交互项在生成之前,均进行中心化处理。模型1包含所有控制变量,只有自引所占比例和地理接近性不显著。在模型1的基础上,模型2加入关系强度、结构洞和关键研发者的成长阶段,回归结果表明,关系强度与知识扩散的回归系数为0.163, $p < 0.010$ ;结构洞与知识扩散的回归系数为0.398, $p < 0.010$ 。因此, $H_1$ 和 $H_2$ 都得到验证,即关系强度和结构洞均对关键研发者的知识扩散产生正向影响。同时,模型2中关键研发者的成长阶段与知识扩散的回归系数为0.099, $p < 0.050$ ,说明相对于沉寂期关键研发者,活跃期关键研发者更



容易扩散知识,证实了关键研发者的成长阶段对知识扩散的影响。模型3加入关系强度与关键研发者的成长阶段的交互项,回归结果表明,交互项与知识扩散的回归系数为 $-0.045$ , $p < 0.050$ 。因此, $H_{3a}$ 得到验证,关键研发者的成长阶段负向调节关系强度与知识扩散的正向关系,即相对于沉寂期,关系强度对活跃期关键研发者知识扩散的正向作用较小。模型4加入结构洞与关键研发者的成长阶段的交互项,回归结果表明,交互项与知识扩散的回归系数为 $-0.345$ , $p < 0.010$ 。因此, $H_{3b}$ 得到验证,关键研发者的成长阶段负向调节结构洞与知识扩散的正向关系,即相对于沉寂期,结构洞对活跃期关键研发者知识扩散的正向作用较小。模型5为包含所有变量的负二项回归结果。

为了验证实证结果的稳健性,一方面,本研究分别随机抽取样本观测值的50%和20%进行回归分析,发现自变量和交互项的回归系数与表2一致,显著性水平与表2基本相同,说明回归结果稳健可靠,且排除了网络自相关的干扰<sup>[21]</sup>。另一方面,按照3年固定、不重叠时间窗口的划分方法<sup>[21]</sup>,重新拆分样本数据。以某关键研发者为例,其专利申请日的时间跨度为2002年至2008年,按照该方法,其时间窗口包括2002年至2004年、2005年至2007年、2008年。负二项回归结果表明,自变量和交互项的回归系数和显著性水平与表2基本一致,说明实证结果稳定、可信。因篇幅限制,稳健性检验的结果不再展示。

### 3.4 结果讨论

首先,与已有研究验证过的关系强度有利于知识扩散的结论一致<sup>[19]</sup>,本研究发现,关系强度对关键研发者的知识扩散具有显著的正向影响。表明关系强度在知识扩散中的正向作用具有普适性,无论是一般研发人员,还是创造力突出的关键研发者,关系强度均有利于其知识扩散。因此,关系强度应该得到学者和组织管理者的重视,不仅在后续知识扩散的研究中充分考虑关系强度的影响,而且在推进知识共享的管理实践中注重提高研发人员之间的关系强度。

其次,与NERKAR et al.<sup>[10]</sup>的结论一致,本研究发现,结构洞有利于关键研发者的知识扩散。然而,部分学者从结构洞缺乏信任和一致的行为准则<sup>[21]</sup>、声誉机制的约束<sup>[25]</sup>以及沟通成本高的角度<sup>[17]</sup>提出结构洞不利于知识扩散的观点<sup>[17]</sup>,本研究认为之所以存在争议,可能是研究对象的属性特征不同所致。因为占据结构洞既有信息和控制等优势<sup>[37]</sup>,又有缺乏信任等劣势<sup>[21]</sup>,所以不同属性的研究对象平衡优势与劣势的能力不同,使结构洞对其知识扩散的作用也不同。本研究以关键研发者为研究对象,发现结构洞对其知识扩散具有正向影响,而考虑其成长阶段的调节效应后,结构洞对活跃期关键研发者知识扩散的正向作用减弱,表明结构洞对知识扩散的正、反两方面作用在不同成长阶段的关键研发者中出现融合的趋势,佐证了研究对象个体属性的影响。

最后,不同于已有网络领域知识扩散的研究过于重视网络属性的影响<sup>[15]</sup>,本研究从个体属性的角度,研究关键研发者的成长阶段对关系强度和结构洞与知识扩散之间关系的调节作用。研究发现,相对于沉寂期关键研发者,活跃期关键研发者更容易扩散知识,且关系强度和结构洞均对其知识扩散的正向作用较弱。表明对知识扩散的研究不能只重视网络属性的作用,还需考虑个体属性的调节效应。同时,由于网络具有动态变化的特征<sup>[38]</sup>,网络属性在不同成长阶段的研究主体中可能产生不同的影响,因而研究对象成长阶段的调节作用可能成为网络研究的新视角。

### 4 结论

鉴于关键研发者知识扩散的重要性和已有研究的不足,本研究以全球33家医药企业1975年至2014年在美国申请的专利数据为样本,提取关键研发者,研究关系强度和结构洞对关键研发者知识扩散的作用机制。研究结果表明,关系强度和结构洞对关键研发者的知识扩散产生正向影响,关键研发者的成长阶段负向调节关系强度和结构洞与知识扩散之间的关系,即相对于沉寂期的关键研发者,关系强度和占据结构洞均对活跃期关键研发者知识扩散的正向作用较弱。

本研究的理论贡献在于,①通过研究关系强度和结构洞对关键研发者知识扩散的作用机制,及其成长阶段的调节作用,不仅弥补了已有关于关键研发者的研究忽略其知识扩散的缺陷,拓展了对关键研发者的理论认识,而且填补了当前网络领域知识扩散的研究忽略个体属性的不足,验证了关系强度和结构洞对处于不同成长阶段的关键研发者知识扩散的作用差异,为后续知识扩散的研究提供了新的视角。②HANSEN<sup>[18]</sup>认为动力和能力是影响知识扩散的两大因素,然而已有研究通常聚焦于其中一个方面<sup>[9]</sup>,缺少完整的阐释,本研究从动力和能力的角度进行理论分析,加深了对知识扩散内部机理的理解。③为解决当下结构洞和知识扩散的争议,从权变角度提供建议,即结构洞在知识扩散中的作用可能因研究对象个体属性的不同而有所差异,后续研究应该有针对性地验证占据结构洞对拥有不同属性特征的研究对象的不同作用,更加全面、深入地理解结构洞在知识扩散中的作用机制。

研究结论的实践指导意义在于,一方面,有助于组织创新管理者从关系强度和结构洞的角度正确地认识关键研发者知识扩散的影响因素,高效地促进其知识扩散,实现组织内部知识共享,最大化关键研发者的作用。具体而言,组织创新管理者需要重点提升关键研发者与一般研发人员之间的关系强度,组织双方开展正式的研发合作,鼓励关键研发者积极参与体育和文艺娱乐项目等非正式交流活动,以达到增强关系强度、促进关键研发者的知识扩散以及强化知识管理的目的。同时,组织创新管理者需

要认识到,对于关键研发者而言,占据结构洞对其知识扩散有利,因而他们不需要将有限的精力过多地投入到为不同领域的研发人员建立联系、填充结构洞中<sup>[29]</sup>,提高了知识管理的效率。

另一方面,有助于组织创新管理者优化网络资源配置,提高研发产出。由于研发资源的有限性<sup>[6]</sup>,组织创新管理者应该根据关键研发者所处的成长阶段为其配置相应的研发合作网络。例如,当关键研发者处于活跃期时,在知识扩散的过程中,他们对网络结构的依赖程度较小,因而组织创新管理者可以将有限的网络资源分配给沉寂期关键研发者、一般研发人员等其他更需要的研发人员,以达到优化网络资源、提高研发产出的目的。

此外,本研究仍存在一些不足。由于研究条件有限,本研究仅选用专利引用信息作为知识扩散的测量指标,忽略了知识扩散的其他形式,如研发合作过程中的交流和讨论等,后续研究可以构建更全面、更契合实际的测量知识扩散的方式。同时,样本来自医药行业,研究结论的普适性受到一定限制,后续研究可以扩展样本范围,探索行业差异对研究结果的影响。

#### 参考文献:

- [1] SINGH J. Collaborative networks as determinants of knowledge diffusion patterns. *Management Science*, 2005, 51(5): 756-770.
- [2] 金辉. 内、外生激励因素与员工知识共享: 挤出与挤入效应. *管理科学*, 2013, 26(3): 31-44.  
JIN Hui. Empirical study of impacts of intrinsic and extrinsic motivation on employee knowledge sharing: crowding-out and crowding-in effect. *Journal of Management Science*, 2013, 26(3): 31-44.
- [3] OLDROYD J B, MORRIS S S. Catching falling stars: a human resource response to social capital's detrimental effect of information overload on star employees. *Academy of Management Review*, 2012, 37(3): 396-418.
- [4] BOH W F, EVARISTO R, OUDERKIRK A. Balancing breadth and depth of expertise for innovation: a 3M story. *Research Policy*, 2013, 43(2): 349-366.
- [5] LIU K. Human capital, social collaboration, and patent renewal within U. S. pharmaceutical firms. *Journal of Management*, 2014, 40(2): 616-636.
- [6] KEHOE R R, TZABBAR D. Lighting the way or stealing the shine? An examination of the duality in star scientists' effects on firm innovative performance. *Strategic Management Journal*, 2015, 36(5): 709-727.
- [7] GRIGORIOU K, ROTHARMEL F T. Structural microfoundations of innovation: the role of relational stars. *Journal of Management*, 2014, 40(2): 586-615.
- [8] TZABBAR D, KEHOE R R. Can opportunity emerge from disarray? An examination of exploration and exploitation following star scientist turnover. *Journal of Management*, 2014, 40(2): 449-482.
- [9] QUIGLEY N R, TESLUK P E, LOCKE E A, et al. A multi-level investigation of the motivational mechanisms underlying knowledge sharing and performance. *Organization Science*, 2007, 18(1): 71-88.
- [10] NERKAR A, PARUCHURI S. Evolution of R&D capabilities: the role of knowledge networks within a firm. *Management Science*, 2005, 51(5): 771-785.
- [11] KEHOE R R, LEPAK D P, BENTLEY F S. Let's call a star a star: task performance, external status, and exceptional contributors in organizations. *Journal of Management*, 2018, 44(5): 1848-1872.
- [12] 阮爱君, 陈劲. 正式/非正式知识搜索宽度对创新绩效的影响. *科学学研究*, 2015, 33(10): 1573-1583.  
RUAN Aijun, CHEN Jin. Impact of formal/informal knowledge search breadth on innovation performance: the moderating role of network embeddedness and absorptive capacity. *Studies in Science of Science*, 2015, 33(10): 1573-1583.
- [13] RAHKO J. Knowledge spillovers through inventor mobility: the effect on firm-level patenting. *Journal of Technological Transfer*, 2017, 42(3): 585-614.
- [14] ROTA M, SCHETTINO F, SPINESI L. Key inventors, teams and firm performance: the Italian case. *Structural Change and Economic Dynamics*, 2017, 42: 13-25.
- [15] PHELPS C C, HEIDL R, WADHWA A. Networks, knowledge, and knowledge networks: a critical review and research agenda. *Journal of Management*, 2012, 38(4): 1115-1166.
- [16] PARK C, VERTINSKY I. Reverse and conventional knowledge transfers in international joint ventures. *Journal of Business Research*, 2016, 69(8): 2821-2829.
- [17] REAGANS R, MCEVILY B. Network structure and knowledge transfer: the effects of cohesion and range. *Administrative Science Quarterly*, 2003, 48(2): 240-267.
- [18] HANSEN M T. The search-transfer problem: the role of weak ties in sharing knowledge across organization subunits. *Administrative Science Quarterly*, 1999, 44(1): 82-111.
- [19] UZZI B, LANCASTER R. Relational embeddedness and learning: the case of bank loan managers and their clients. *Management Science*, 2003, 49(4): 383-399.
- [20] PARUCHURI S, AWATE S. Organizational knowledge networks and local search: the role of intra-organizational inventor networks. *Strategic Management Journal*, 2017, 38(3): 657-675.
- [21] FLEMING L, MINGO S, CHEN D. Collaborative brokerage, generative creativity, and creative success. *Administrative Science Quarterly*, 2007, 52(3): 443-475.
- [22] TZABBAR D, VESTAL A. Bridging the social chasm in geographically distributed R&D teams: the moderating effects of relational strength and status asymmetry on the novelty of team innovation. *Organization Science*, 2015, 26(3): 811-829.
- [23] 崔蓓, 王玉霞. 供应网络联系强度与风险分担: 依赖不对称的调节作用. *管理世界*, 2017(4): 106-118.  
CUI Bei, WANG Yuxia. Linking intensity of supply network and risk allocation: the moderating effect of asymmetric dependence. *Management World*, 2017(4): 106-118.
- [24] 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.
- [25] TORTORIELLO M, MCEVILY B, KRACKHARDT D. Being a catalyst of innovation: the role of knowledge diversity and network closure. *Organization Science*, 2015, 26(2): 423-438.
- [26] 李梓涵昕, 朱桂龙, 吕凤雯, 等. 知识接收方视角下社会资本对知识转移的影响研究. *管理科学*, 2015, 28(3): 52-62.
- LI Zihanxin, ZHU Guilong, LYU Fengwen, et al. Research on the impacts of social capital on knowledge transfer in view of knowledge recipient. *Journal of Management Science*, 2015, 28(3): 52-62.
- [27] RUI H, ZHANG M, SHIPMAN A. Relevant knowledge and recipient ownership: Chinese MNCS' knowledge transfer in Africa. *Journal of World Business*, 2016, 51(5): 713-729.
- [28] BURT R S. *Structural holes: the social structure of competition*. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1992: 51-54.
- [29] 孙笑明, 崔文田, 崔芳, 等. 当前合作网络结构对关键研发者创造力的影响. *管理工程学报*, 2014, 28(1): 48-55.
- SUN Xiaoming, CUI Wentian, CUI Fang, et al. The influence of current collaborative network structure on the creativity of key inventors. *Journal of Industrial Engineering and Engineering Management*, 2014, 28(1): 48-55.
- [30] 裴云龙, 郭菊娥, 向希尧. 企业研发人员合作网络、科学研究与技术创新. *科学学研究*, 2016, 34(7): 1054-1064.
- PEI Yunlong, GUO Ju'e, XIANG Xiyao. Corporate research personnels' R&D collaboration network, scientific research and technological innovation performance. *Studies in Science of Science*, 2016, 34(7): 1054-1064.
- [31] MIGUELEZ E, MORENO R. Knowledge flows and the absorptive capacity of regions. *Research Policy*, 2015, 44(4): 833-848.
- [32] ERNST H, VITT J. The influence of corporate acquisitions on the behaviour of key inventors. *R&D Management*, 2000, 30(2): 105-120.
- [33] 包凤耐, 彭正银. 网络能力视角下企业关系资本对知识转移的影响研究. *南开管理评论*, 2015, 18(3): 95-101.
- BAO Fengnai, PENG Zhengyin. The influence of corporate relational capital on knowledge transfer based on network capability. *Nankai Business Review*, 2015, 18(3): 95-101.
- [34] TARTARI V, PERKMANN M, SALTER A. In good company: the influence of peers on industry engagement by academic scientists. *Research Policy*, 2014, 43(7): 1189-1203.
- [35] 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.
- [36] 吴伟伟, 刘业鑫, 于渤. 技术管理与技术能力匹配对产品创新的内在影响机制. *管理科学*, 2017, 30(2): 3-15.
- WU Weiwei, LIU Yexin, YU Bo. The inner impact mechanism of the fit between technology management and technological capability on product innovation. *Journal of Management Science*, 2017, 30(2): 3-15.
- [37] 张光曦. 如何在联盟组合中管理地位和结构洞? MOA模型的视角. *管理世界*, 2013(11): 89-100, 129.
- ZHANG Guangxi. How to manage the status and the structural holes in an alliance portfolio? A study from the perspective of the MOA model. *Management World*, 2013(11): 89-100, 129.
- [38] 魏龙, 党兴华. 网络闭合、知识基础与创新催化: 动态结构洞的调节. *管理科学*, 2017, 30(3): 83-96.
- WEI Long, DANG Xinghua. Network closure, knowledge base and the catalyst of innovation: the moderating effect of dynamic structural holes. *Journal of Management Science*, 2017, 30(3): 83-96.
- [39] CROSS R, THOMAS R J. How top talent uses networks and where rising stars get trapped. *Organizational Dynamics*, 2008, 37(2): 165-180.
- [40] 陈沉, 李哲, 王磊. 管理层控制权、企业生命周期与真实盈余管理. *管理科学*, 2016, 29(4): 29-44.
- CHEN Chen, LI Zhe, WANG Lei. Managerial control power, corporate life cycle and real earnings management. *Journal of Management Science*, 2016, 29(4): 29-44.
- [41] OLMOS-PEÑUELA J, CASTRO-MARTÍNEZ E, D'ESTE P. Knowledge transfer activities in social sciences and humanities: explaining the interactions of research groups with non-academic agents. *Research Policy*, 2014, 43(4): 696-706.
- [42] KHANNA R, GULER I, NERKAR A. Fail often, fail big, and fail fast? Learning from small failures and R&D performance in the pharmaceutical industry. *Academy of Management Journal*, 2016, 59(2): 436-459.
- [43] 王巍, 崔文田, 孙笑明, 等. 知识范围和间接连接对关键研发者创造力的影响. *预测*, 2017, 36(5): 36-42.
- WANG Wei, CUI Wentian, SUN Xiaoming, et al. The influence of knowledge scope and indirect ties on key inventors' creativity. *Forecasting*, 2017, 36(5): 36-42.
- [44] 王巍, 崔文田, 孙笑明, 等. 多维接近性对关键研发者知识搜索的影响研究. *科学与科学技术管理*, 2017, 38(10): 107-119.
- WANG Wei, CUI Wentian, SUN Xiaoming, et al. The influence of multidimensional proximity on key inventors' knowledge search. *Science of Science and Management of S. & T.*, 2017, 38(10): 107-119.
- [45] YANG H B, LIN Z, PENG M W. Behind acquisitions of alliance partners: exploratory learning and network embeddedness. *Academy of Management Journal*, 2011, 54(5): 1069-1080.

## Impact of Tie Strength and Structural Holes on Knowledge Transfer of Key Inventors: The Moderating Effect of Growth Stage

WANG Wei<sup>1</sup>, SUN Xiaoming<sup>2</sup>, CUI Wentian<sup>1</sup>, LI Cheng<sup>2</sup>

1 School of Management, Xi'an Jiaotong University, Xi'an 710049, China

2 School of Management, Xi'an University of Architecture and Technology, Xi'an 710055, China

**Abstract:** Key inventors are the most important human and intelligent capital of enterprises, and their knowledge transfer contributes to knowledge management and innovation performance. However, recent research on key inventors ignores the mechanism of knowledge transfer, and current network research on knowledge transfer not only neglects the influence of individual attributes, but also lacks a comprehensive exposition of internal mechanism from the perspective of motivation and ability, resulting in incomplete and non-depth conclusions.

Hence, based on American patent data of 33 pharmaceutical enterprises worldwide from 1975 to 2014, this paper extracted key inventors as objects. Then, from the view of network attributes, we built key inventors' ego networks, calculated relevant network indicators, and explored the effects of tie strength and structural holes on their knowledge transfer. In light of individual attributes, we divided the growth stage of key inventors into active period and inactive period, examined the moderating effects of growth stage on the relationships of tie strength, structural holes and knowledge transfer.

Negative binomial regression indicates tie strength has positive effects on knowledge transfer of key inventors. Structural holes lead to positive effects on their knowledge transfer, and growth stage of key inventors moderates above relationships negatively, namely both tie strength and structural holes exert weaker positive effects on knowledge transfer of active-period key inventors compared to inactive-period ones.

These results have both theoretical and practical significances. In theories, first, our results fill the gaps of recent studies, and enrich the research of key inventors and knowledge transfer. Second, our paper explains the motivation and ability mechanism of knowledge transfer comprehensively, and deepens the theoretical understanding on knowledge transfer. Third, our findings contribute to solving the existing debate on structural holes and knowledge transfer by proposing a new idea from contingency perspective. In practice, on the one hand, our results provide theoretical guidance to innovation managers for recognizing and grasping factors playing in knowledge transfer of key inventors and promoting their knowledge transfer effectively. Meanwhile, these findings provide suggestions to innovation managers for optimizing network resources and improving R&D output.

**Keywords:** tie strength; structural holes; knowledge transfer; key inventors; growth stage; negative binomial regression

**Received Date:** January 1<sup>st</sup>, 2018      **Accepted Date:** July 20<sup>th</sup>, 2018

**Funded Project:** Supported by the National Natural Science Foundation of China(71472146, 71402132) and the China Postdoctoral Science Foundation(185622)

**Biography:** WANG Wei is a Ph. D candidate in the School of Management at Xi'an Jiaotong University. His research interests include social network and innovation management. His representative paper titled "The influence of knowledge scope and indirect ties on key inventors' creativity" was published in the *Forecasting* (Issue 5, 2017). E-mail: wangwei2014@stu.xjtu.edu.cn

SUN Xiaoming, doctor in management, is an associate professor in the School of Management at Xi'an University of Architecture and Technology. His research interests cover complex organization networks, innovation management, and big data analysis on patents. His representative paper titled "The influence of current collaborative network structure on the creativity of key inventors" was published in the *Journal of Industrial Engineering and Engineering Management* (Issue 1, 2014). E-mail: sun413@xauat.edu.cn

CUI Wentian, doctor in engineering, is a professor in the School of Management at Xi'an Jiaotong University. His research interests cover innovation networks, innovation management, supply chain, and operations management. His representative paper titled "Let the users tell the truth: self-disclosure intention and self-disclosure honesty in mobile social networking" was published in the *International Journal of Information Management* (Issue 1, 2017). E-mail: cuiwt@mail.xjtu.edu.cn

LI Cheng is a master degree candidate in the School of Management at Xi'an University of Architecture and Technology. His research interest focuses on innovation management. E-mail: jdxcb@xauat.edu.cn

□