

# 风险投资网络能够促进中小企业创新能力提升吗?

——基于中国风投行业数据的实证研究

徐研<sup>1</sup> 刘迪<sup>2</sup>

(1. 河南财经政法大学 金融学院, 河南 郑州 450000; 2. 上海财经大学 公共经济与管理学院, 上海 200433)

**摘要:** 利用 CVSource 数据库和国家知识产权局的数据,以 2009—2018 年间所有在创业板上市并且有风险投资支持的企业为样本,实证分析了风险投资能否依托其所拥有的网络信息传导渠道,有效地促进中小企业创新能力提升。研究发现:风险投资的网络中心度越高,企业的创新能力越强。其中的原因,占据网络优势位置的风投将持续地提升其知识基础,也就可以更准确地认知、评价并整合外部新知识,从而更快速、有效地进行知识转移,为被投资中小企业带来创新溢出效应。进一步的研究显示,与风投网络相联系的其他企业的平均创新水平正向调节了风险投资网络中心度与企业创新能力的关系;联合投资行为使风险投资网络的上述影响不再显著;随着风投退出,风险投资网络中心度对企业创新能力的影响也逐步消失。研究拓展了对我国风投行业的网络特性的认识,也从社会网络视角,丰富了风险投资对中小企业创新能力影响机制的研究。

**关键词:** 风险投资; 社会网络; 网络中心度; 创新能力; 中小企业; 中介效应

**中图分类号:** F276; F425 **文献标识码:** A **文章编号:** 1671-9301(2020)03-0085-15

DOI:10.13269/j.cnki.ier.2020.03.007

## 一、引言

创新是当代企业发展的核心能力。在“双创”和“供给侧改革”的政策驱动下,我国涌现了大批富于创新能力的中小企业。但是这些企业在发展初期一般资源匮乏和缺乏必要的外部联系<sup>[1]</sup>。因此,近年来随着创新活动的复杂化和协同化增强,单个中小企业的创新能力日益受到挑战,亟须寻求伙伴并建立密切的社会网络,以推动信息和其他资源的交流。风险投资作为中小企业的主要融资方式,凭借其拥有的社会网络开始得到越来越多的中小企业的选择和认同。已有研究表明,在联合投资过程中风投机构之间以信任、互利为主要特征的接触与合作,构成了风险投资网络中特殊的联系<sup>[2-3]</sup>。清科私募通数据库显示,2019 年风投市场单起投资金额超 5 亿元人民币的案例中,由多家风投共同注资的项目所占比重达到 84%。在本文收集的 2009—2018 年在创业板上市并且有风险投资支持的企业中,有超过 52% 的企业接受过联合风险投资。鉴于此,现有研究指出风投机构已广泛地嵌入中国风险投资行业社会网络中<sup>[4]</sup>。但是截至目前,鲜有文献立足于社会网络,研究风险投资网络对被投资中小企业创新能力的具体作用。风险投资网络不仅是社会学意义上的网络联系,也普遍被

收稿日期:2019-09-25; 修回日期:2020-03-07

作者简介:徐研(1987—),女,河南郑州人,经济学博士,河南财经政法大学金融学院讲师,研究方向为投资理论与实践、科技金融;刘迪(1987—),男,河南信阳人,上海财经大学公共经济与管理学院博士研究生,研究方向为投资理论与实践。

基金项目:国家社会科学基金资助项目(18CJL030);河南财经政法大学信和·黄廷方青年学者资助计划(NG Teng Fong/Sino Outstanding Youth Fund of HUEL)

认为是风投机构之间信息和其他资源流动、传递的重要渠道<sup>[2]</sup>。那么,风险投资网络能否促进被投资中小企业的创新能力提升?进一步地,风险投资网络的运作效率越高、直接和间接联系越广泛,是否对提升被投资中小企业的创新能力起到了更重要的驱动作用?风险投资网络与被投资中小企业的创新能力之间的关系是否受到其他因素的影响?本文试图对这些问题进行探究。

本文主要在如下两个方面有所拓展:一是探索性地从社会网络理论的视角,补充了投融资方式对中小企业创新能力影响的研究。风险投资作为中小企业融资方式的代表,能发挥增值作用和监督管理职能,在促进中小企业创新研发及创新成果商业化方面具有重要影响。然而,现有研究主要是从风投个体及相应特征出发<sup>[5-6]</sup>,忽视了风投机构与被投资企业之间的具体互动并非局限于一对一的、直接的层面上。在风投的社会网络中,由于被投资企业的新技术、市场商机和项目经验等信息在一定程度上具有相当的可共享性和可转移性,其能够通过联合风险投资的行动者抱团形成的“圈子”之中的联系<sup>[4]</sup>,传递到其他被投资企业,继而被借鉴、学习,导致创新溢出效应。以往文献忽略了中国风险投资行业所呈现的明显网络性特征,而本文则较为全面严谨地揭示了风险投资的网络特性对中小企业创新能力的现实影响。

二是展开进一步的作用机理分析,从较微观的层面研究风险投资网络与中小企业创新能力之间的内在关联和影响过程。风险投资网络的一个重要特征是能够促进信息交流。然而,这也导致风投支持的企业重复接收大量相似、冗余信息的可能性增大<sup>[7]</sup>。被投资企业能否受益于风险投资网络的创新溢出,还取决于充当中介角色的风投机构的信息处理和知识整合能力<sup>[8]</sup>。但是,当前学界对风险投资网络特性的研究只停留在其信息传导这一层面<sup>[2]</sup>。位于网络中心的风投机构是如何拥有对信息资源更好的协调和控制力,学界并未就此问题进行深入研究。与以往文献不同,本文检验了风险投资网络中心度、知识基础与中小企业创新能力三者之间的关系,使风险投资网络支持中小企业创新能力提升的具体影响路径更为清晰。

## 二、文献综述与研究假设

### (一) 文献综述

#### 1. 社会网络环境下企业创新能力的影响因素

随着技术飞速发展,企业创新活动存在极大的不确定性,越来越呈现出开放式和网络式的特征。以往学者对社会网络环境下企业创新影响因素的研究主要围绕以下几个角度展开:空间临近性、信任、沟通和机制环境等。吕国庆等<sup>[9]</sup>采用我国装备制造业联合申请发明专利数据,实证分析了地理邻近和信任对企业创新网络及其动态演化的影响。云乐鑫等<sup>[10]</sup>也认为,创业者会主动利用社会网络结构并同时借助学习机制实现商业模式内容创新。然而学术界对社会网络中企业创新的关注点仍然集中于企业自身网络的特征和治理问题,对风投等其他组织培养和推动企业创新的认识不足。

目前,国内外少数学者对社会网络环境下风险投资与中小企业创新能力之间的关系做了探索性研究。现有文献一是基于产学研合作创新的视角,讨论“风投—企业”的协同创新关系作用于企业创新绩效的效应。解学梅和左蕾蕾<sup>[11]</sup>探索性地研究了网络状态下的协同创新,认为企业与其他企业、科研院所、技术中介等机构横向或纵向合作,构成了产学研协同创新网络,其中风险投资等中介机构发挥了纽带作用,促进了知识转移,提高了创新绩效。但上述研究仅限于二元关系的层面,以“风投—企业”合作程度的评分作为二元关系的度量,而并未运用社会网络分析方法从整体网络的视角研究风投影响与中小企业创新能力的微观机制。二是讨论了风险投资的社会网络及其发展资源的机制。相关研究发现,风险投资的网络位置越中心,就意味着与社会网络中其他投融资各方建立的联系数量更多、质量更高,获得信息和资源的途径更广。Baierl *et al.*<sup>[12]</sup>使用由162家非金融类企业设立的风投机构在6年内的投资数据进行分析,发现风投通过战略管理其网络中心度,使作为母公司的非金融类企业提升了创新能力,从而获得卓越的财务绩效。

可见,风险投资网络为风投利用自身与其他各方资源帮助企业提升创新能力提供了机会。但这并不意味着,仅仅通过占据网络优势位置,风投机构就能帮助被投资企业建立创新能力。风险投资凭借所拥有的网络促进企业创新能力提升的基础是,通过对信息知识整合与协调,从外部网络汲取互补性的资源,并将其转化为企业所需求的及所能识别的知识。王伟光等<sup>[13]</sup>使用知识基础,具体测度了识别、吸收和应用创新网络中外部知识的能力。罗吉等<sup>[8]</sup>在研究中用赫尔芬达尔指数来对联合风险投资的行业、阶段和区域的多样化进行测度,并通过计算赫尔芬达尔指数来表征其整合利用多样性资源的能力。Ter Wal *et al.*<sup>[14]</sup>指出对于网络信息的解释、评估和整合利用能力会影响风险投资为被投资企业提供建议的质量。尽管在网络型的经济形态趋于普遍化的背景下,考察风投如何搜寻更多知识和信息资源,并将其整合协调后输出到被投资企业,以促成企业创新能力的提升具有重要意义,但目前鲜有文章站在社会网络的角度对此进行分析。本文旨在填补这一空白。

## 2. 风险投资的网络特性

风险投资是一种高成本高收益的权益投资行为,其投资对象往往为具有高风险高增长潜力的中小企业。联合投资是风险投资的常见投资组织形式<sup>[15]</sup>,多个风险投资机构联合投资于某一企业。通常由领投资风险投资机构负责对企业进行评估、筛选,在多轮次注资过程中,逐步引入有投资经验的其他风险投资机构等投资主体。联合投资带来了风险投资之间的社会网络。在这个网络中,单个风险投资机构为节点(Node),它们共同投资于某一企业的行为则形成了连接节点的纽带(Tie),即网络联系。

最早对风险投资网络展开研究的是Bygrave<sup>[16]</sup>。通过分析美国的风险投资网络,他发现风投机构是普遍联系在一起,并且在整个产业中最顶级的风投机构也是社会网络联系最丰富的。对于风投网络促进投资绩效提升的内在机制,相关研究一般从风险分散、信息共享、信号传递等视角来进行分析。在风险分散方面,Lerner<sup>[15]</sup>使用271个生物科技公司的样本进行分析,发现资历浅的风投机构追随经验丰富的领投资风险投资机构,可以有效地防范投资风险,提高投资组合盈利水平。在信息共享方面,Sorenson and Stuart<sup>[17]</sup>采用网络中心度的方法研究了风险投资社会网络如何促进信息传播,从而扩大投资对象的空间范围。在信号传递方面,Stiglitz and Sah<sup>[18]</sup>认为,通过汇集网络中其他投资者对投资意愿的表态,可以传递相关信号,从而预防“黑天鹅”事件,以及选择更具回报潜力的项目。由此可见,社会网络在风险投资驱动被投资企业绩效提升中起着重要的作用。

需要指出的是,中小企业的绩效实际上是其创新能力的一个后置反馈信号。伴随网络经济的兴起,中小企业需要借助外部网络汲取互补资源以提升自身创新能力已逐渐成为共识<sup>[19]</sup>。在这种“外溢”属性作用下,企业创新能力越来越多地受到外界知识生产行为的影响。然而,以往研究局限于风投网络如何降低市场风险和管理成本,对风投网络外部性的分析过于简单。

近年来,网络的溢出效应开始广泛地受到学者关注,其中有极少数学者提及风险投资网络外部性的经济影响和作用机制<sup>[20]</sup>。Cortinovis and Van<sup>[21]</sup>认为,网络联系是溢出效应的关键来源。然而,目前来看,已有关于网络环境下溢出效应的研究更多关注的是交通基础设施网络。张学良<sup>[22]</sup>利用1993—2009年的省级面板数据进行实证分析,发现交通基础设施将中国各地区的经济活动连成整体,具有网络属性。进一步地,资源要素通过交通基础设施网络更方便地进行空间流动和扩散,从而产生了空间溢出效应。与交通基础设施的网络性特征类似,诸多理论和实证研究表明了风险投资网络能够通过信息传导效应(Conduit)推动知识技术在被投资企业之间的流动与扩散<sup>[23]</sup>。理论方面,Coleman<sup>[24]</sup>和Burt<sup>[25]</sup>最早提出个体通过增进与其他参与者的“接近”(Closed)程度和占有“中介机会”(Brokerage Opportunities)两种机制来控制外部信息、资源,进而为企业价值增值。后来许多学者从信号传递、个体差异性角度对该理论进行了拓展<sup>[26]</sup>。实证方面,Hochberg *et al.*<sup>[27]</sup>认为网络促进风险投资股东交流旗下基金的运作经验,并传播项目可行性和回报潜力等内部信息,从而可更有效地评价投资机会。Noyes *et al.*<sup>[23]</sup>使用1996—2006年标准普尔500的年度数据测量了美国上市企

业在风险投资网络中的位置,发现占据中心位置、与其他风投支持的企业联系紧密的企业,更容易访问网络中各类有用的信息。由此可知,风险投资之间直接、间接的联系有利于联合投资行动者突破部门和空间的约束交流专利、专有技术、管理模式等新信息、新知识。基于该机制,占据网络中心位置的风投机构获得了更多知识和信息资源,并且整合协调、吸收放大知识后再输出到被投资企业<sup>[28]</sup>,从而创造了协同效应,加强了被投资企业的知识创造,并可能促进网络收益递增,即产生创新溢出效应<sup>[29]</sup>。有学者已从行业层面对风险投资创新溢出效应做了探索性研究。譬如,刘娥平等<sup>[30]</sup>发现,风险投资能推动同行业企业通过“学习模仿”等方式改进技术水平,使整个行业的要素生产率提升。但现有文献仅关注国家、行业等宏观层面的经济增长效应,忽略了风险投资作为网络构建者的主体地位,故无法反映出社会网络环境下个体间相互作用的微观基础。迄今为止,尚未有文献将风投个体置于整体网络背景下,并且从较微观的企业层面剖析网络带来的溢出效应对风投与企业创新能力关系的影响效果和影响机制。

## (二) 研究假设

在社会网络理论范式下,风险投资推动中小企业提升创新能力内在的基本逻辑是,风投帮助中小企业嵌入具有大量溢出效应、知识转移和学习特征的开放式的社会网络,由此中小企业依托风险投资网络与不同的组织、人员进行信息交流,推动了不同领域知识的相互汲取、整合、重构,有利于知识的协同放大,从而获得了无法依靠自身能力在短时间内实现的创新收益。

具体而言,一方面,被投资企业可能受益于风险投资网络的正向溢出效应,提高了创新能力。创新溢出是企业尤其是初创企业获取自我发展所需的信息和资源、提升创新能力的重要途径。而创新溢出是基于有效的知识转移<sup>[31]</sup><sup>①</sup>,网络环境下的知识转移是一个信息交换过程。因此,被投资企业可以借助于风险投资网络作为信息传导渠道,从而获得创新能力增长和网络收益递增。

另一方面,在网络环境下的创新溢出过程中,作为企业与风投网络形成联系的中间环节,风险投资机构利用网络获取和处理知识信息的能力、效率是至关重要的。风投在网络中的位置越中心,则代表着所连接的信息渠道也更多,其信息传导效应也就越强。因此,风险投资在获取、内化和利用网络资源方面就越可能体现出较为明显的优势<sup>[32]</sup>。所以,网络位置的比较优势所带来的知识吸收与整合协调能力优势,对风险投资更好地推动网络中的知识转移、创新溢出尤为重要。综上,本文提出以下研究假设:

风险投资的网络中心度越高,越能提升被投资企业的创新能力。

## 三、研究设计

### (一) 样本数据来源

本文初始样本为2009—2018年间所有在创业板上市并且有风险投资机构支持的企业,再剔除ST公司、金融行业公司以及相关数据缺失的公司,最后,取得了183家有风险投资背景上市企业的1048个观测值。由于模型要进一步检验风险投资网络联系断裂对企业创新能力的影响,考虑到样本的可比性,剔除了2017年之后上市不满2年的样本,共筛选出149家企业,并剔除了风险资本尚未投资时的观测值,最后取得了987个观测值。上市企业的财务数据来自国泰安(CSMAR)数据库。此外本研究通过国家知识产权局网站,手工收集了样本企业2009—2018年间在中国专利局申请的18004条专利申请记录。

本文风险投资的数据来自CVSource数据库, CVSource数据库是国内风险投资研究领域最广泛使用的一级市场风投数据库。界定网络边界是构建风险投资网络的重要步骤,绝大多数相关研究采用时间窗来确定网络边界。以3年时间窗为例,若风险投资机构注资的时间为 $t$ ,那么定义不同的风险投资机构在 $t \sim t+3$ 年间不同的投资阶段投资于同一企业,或者有更多的风险投资机构分享相同的投资周期,这种联合投资形成了风投之间的网络联系,据此构建风险投资网络。我们参照Freeman *et al.*<sup>[33]</sup>对时间窗的选择,选取4年的时间窗确定网络边界。样本数据的时间跨度为2005年1月至

2008年12月 样本包括614家风投对中国境内初创企业进行的5024起风险投资事件,用其来构建中国风险投资行业的社会网络。

## (二) 变量设计

1. 被解释变量。被解释变量为企业的创新能力( $\ln Patent$ ),用企业申请专利数量的对数值来衡量。以往文献中衡量企业创新绩效的指标有研发投入、新产品的销售额、专利的申请数量等。相比而言,专利的申请数量是反映研发产出的指标,更能准确地衡量企业创新能力。

此外,我国专利类型分为发明专利、实用新型和外观设计专利,这3种不同的专利类型在技术含量和审查要求等方面有显著差异。参考黎文靖和郑曼妮<sup>[34]</sup>的研究,我们把实用新型和外观设计专利归类为非发明专利,并将分类考察风险投资网络中心度对发明专利申请数量的对数值( $\ln invpat$ )和非发明专利申请数量的对数值( $\ln patentud$ )的影响。为了避免某些样本企业的年度专利申请数量为0,导致取对数时产生缺失值,我们分别将企业专利申请数量、发明专利申请数量、非发明专利申请数量加1再取自然对数。

2. 解释变量。本文的核心解释变量为风险投资网络中心度( $Cen$ )。本文借鉴Hochberg *et al.*<sup>[27]</sup>、申宇等<sup>[35]</sup>的研究中风险投资网络位置中心程度的测量方法,采用接近中心度、信息中介度、程度中心度这三个指标来度量风险投资机构在社会网络中的相对位置。

接近中心度( $closeness$ )是通过测量某点到其他点的距离,来衡量网络中个体之间交流的有效性。其计算公式如下所示,其中 $x_{ji}$ 代表网络中的风险投资机构 $j$ 和风险投资机构 $i$ 之间的联系,将其抽象为0、1的数值, $L$ 是风险投资机构之间的距离表达函数。

$$closeness = \sum L(x_{ji})$$

信息中介度( $betweenness$ )是指某一个体需要建立多少联系才能获取网络中其他节点信息的路径比例,体现了风险投资充当信息流通中介的能力。其中 $g_{jk}(n_i)$ 表示网络中点 $j$ 与点 $k$ 之间经过点 $i$ 的最短距离, $g_{jk}$ 表示网络中点 $j$ 与点 $k$ 之间路径的总数。

$$betweenness = \sum g_{jk}(n_i) / g_{jk}$$

程度中心度( $degree$ )指标通过测度网络中点与点之间直接联系的数量,来描述个体可控范围的大小。程度中心度高的风险投资在网络中拥有更高的影响力。程度中心度通过算出节点的路径总和的绝对值,再除以整个网络中最多的联系总数得到。其中 $x_{ji}$ 表示网络中点 $j$ 和点 $i$ 之间是否有联系, $g$ 是网络中的节点个数。

$$degree = \sum x_{ji} / g - 1$$

本文用以上三个指标构建了风险投资网络的指标体系,但从网络信息传导的角度,这三种网络中心度指标在适用范围和内在涵义上有所区别。首先,接近中心度是网络运作的效率。该指标越大,则风投 $i$ 与直接、间接联系的其他投资机构之间信息传递的速度越快。其次,信息中介度衡量的是间接的联系。该指标越大,说明风投 $i$ 对信息的控制程度越高。最后,程度中心度衡量与风投 $i$ 直接联系的其他投资机构数量,该指标越大,说明风投 $i$ 的信息渠道越广泛。

3. 控制变量。本文认为影响被投资企业创新能力的其他因素可分为两类:风险投资特征和企业特征。故依据前人的研究方法,本文主要从以下方面控制影响企业创新能力的因素:(1)所在行业( $Indu$ ):将信息技术、计算机相关、电子、医药和通信行业标记为高新技术行业,并赋值为1,其他行业赋值为0;(2)企业规模( $Size$ ):以企业总资产的自然对数来测量;(3)财务杠杆( $Lev$ ):用企业的资产负债率来测量;(4)资产有形性( $Tang$ ):用有形资产占总资产比例来测量;(5)企业年龄( $age$ ):自企业成立年份起至观测时点的年数;(6)营利性( $Profit$ ):以净利润占总资产的比例来测量;(7)成长性( $Growth$ ):以销售收入增长率来测量;(8)企业研发投入强度( $R\&D$ ):选取被投资企业的研发投入与

总资产的比值来衡量,其中研发投入包括企业基础研究、应用研究以及试验发展三个方面的总经费投入;(9)投资规模( $VC\_share$ ):用风险投资机构的持股比例来测量;(10)联合投资( $VC\_synd$ ):多个风险投资机构联合持股则变量赋值为1,单独投资则变量赋值为0;(11)风投产权性质( $VC\_Gover$ ):若风投机构由政府(部分)出资并发起设立,则变量赋值为1,否则为0;(12)风投成立期限( $VC\_age$ ):以风投机构成立年份到观测时点的时间来测量。最后,本文还控制了回归所涉及的年份( $Year\ Dummy$ )和企业代码( $Firm\ Dummy$ )哑变量。

### (三) 模型设定

基于本文的研究假设,构建如下计量模型来研究风险投资网络对被投资企业创新能力的影响:

$$\ln Patent = \delta_0 + \delta_1 Cen + \delta_2 Indu + \delta_3 Size + \delta_4 Lev + \delta_5 Tang + \delta_6 age + \delta_7 Profit + \delta_8 Growth + \delta_9 VC\_share + \delta_{10} VC\_gover + \delta_{11} VC\_age + \delta_{12} YearDummy + \delta_{13} FirmDummy + \varepsilon_1 \quad (1)$$

其中,解释变量风险投资网络中心度( $Cen$ )为领投资风险投资的网络中心度变量(包括  $closeness$ 、 $betweenness$ 、 $degree$ )。借鉴蔡宁和何星<sup>[2]</sup>等的研究,控制变量选取企业层面变量(被投资企业所在行业、企业规模、财务杠杆、资产有形性、企业年龄、营利性和成长性)、风险投资特征变量(风投成立期限、风投产权性质、投资规模、联合投资),以及年份和企业代码哑变量(用以排除年度层面和个体层面不变因素的干扰)。此外  $\delta_0$  为截距项,  $\delta_1 \sim \delta_{13}$  为回归系数,  $\varepsilon_1$  为随机误差项,模型中其余变量与变量设计之中的定义相同。

### (四) 描述性统计分析

表1 主要变量描述性统计

变量符号	变量名称	极小值	极大值	均值	中位数	标准差
$\ln Patent$	申请专利数量	0	6.599	1.982	2.197	1.460
$\ln impat$	发明专利申请数量	0	6.503	1.338	1.386	1.281
$\ln patentud$	非发明专利申请数量	0	4.890	1.616	1.791	1.302
$closeness$	接近中心度	0.003	0.333	0.237	0.256	0.069
$betweenness$	信息中介度	0	21.281	3.297	1.628	6.874
$degree$	程度中心度	0.002	2.07	0.051	0.033	0.186
$KB$	知识基础	0	3.944	1.912	1.791	1.212
$VC\_share$	持股比例	0	51.96	3.704	1.18	5.962
$VC\_synd$	联合投资	0	1	0.529	1	0.499
$VC\_Gover$	风投产权性质	0	1	0.342	0	0.474
$VC\_age$	风投成立期限	1	32	11.025	11	5.517
$Indu$	所在行业	0	1	0.532	1	0.499
$Size$	企业规模	18.988	24.196	21.215	21.121	0.792
$Lev$	财务杠杆	0.011	1.037	0.274	0.248	0.167
$Tang$	资产有形性	0.259	1	0.880	0.939	0.132
$age$	企业年龄	8	28	17.092	17.000	3.958
$Profit$	营利性	-1.017	0.470	0.048	0.049	0.059
$Growth$	成长性	-69.731	1426.561	32.060	21.767	67.572
$R\&D$	企业研发投入强度	0	0.189	0.028	0.021	0.024

表1列出了各变量的描述性统计。

从表1中申请专利数量的标准差来看,风投支持的企业申请专利数量参差不齐,创新能力存在着较大差异。从样本的行业分布来看,信息技术、医药等高科技行业的被投资企业占53.2%。在企业的研发投入方面,样本企业的研发投入强度( $R\&D$ )均值为0.028。其中,投入最多的公司,研发费用达到其资产的18.9%,最少的为0。由此可见,各企业间研发投入的差距很大,与专利申请数量具有类似的差异。在风险投资的特征部分,风投成立的期限( $VC\_age$ )平均为11年;政府资本出资设立的风投( $VC\_Gover$ )参与比例为34.2%,该比例与彭涛等<sup>[36]</sup>的研究样本基本一致。联合投资哑变量( $VC\_synd$ )的均值为

0.529,说明有52.9%的风险投资支持的企业存在联合投资,这也表明近年来我国风险投资市场投资形式呈现多样化,风投机构之间的联系也更为频繁。接近中心度( $closeness$ )的平均值为0.237,标准差为0.069;信息中介度( $betweenness$ )的平均值为3.297,标准差为6.874;程度中心度( $degree$ )的平均值为0.051,标准差为0.186,可见各风险投资机构的网络位置并非呈现均匀分布。

## 四、实证结果与分析

### (一) 基准回归结果与分析

在验证本文研究假设时,我们进行了一系列的检验,以确定本文回归模型的可靠性。首先,通过

Sargan-Hausman 检验,验证了面板固定效应模型的合理性。然后,为了避免面板数据的组间异方差、组内自相关和组间同期相关问题,分别采用 Wald 和 Wooldridge 检验前两者,并运用 Firedman、Frees 和 Pesara 提出的方法检验是否存在组间同期相关。结果显示模型存在显著的组间异方差和组内自相关,但组间同期相关问题并不存在,因此我们采用可行广义最小二乘法 FGLS 来修正上述问题。本文将 FGLS 模型与固定效应模型下的估计结果进行比较,估计结果如表 2 所示。其中第(1)列至第(3)列为固定效应模型回归结果,第(4)列至第(6)列为 FGLS 模型回归结果。相比之下,FGLS 模型的估计有效性更佳,第(4)列至第(6)列的整体估计显著性明显提高。故我们最终采用 FGLS 模型进行回归结果分析,来检验风险投资网络中心度对企业创新能力的影 响。为了避免多重共线性,在第(4)列到第(6)列中逐次引入接近中心度(*closeness*)、信息中介度(*betweenness*)和程度中心度(*degree*)。

在表 2 第(4)列中,接近中心度(*closeness*)在 5%的水平下对被投资企业创新能力有显著的正向影响。这表明当风险投资机构的网络运作效率越高,网络成员之间越可有效地交流,对于提升被投资企业的资源交互效率越有帮助,有利于增强企业的创新能力。在第(5)列中,信息中介度(*betweenness*)在 5%的水平下对被投资企业创新能力有显著的正向影响。这是因为风险投资间接联系越广泛,充当信息流通中介的能力越强,对于包含隐性知识在内的外部信息的收集、整合、转移的能力就越强,就越有助于企业进行“交叉创新”,提升企业的创新能力。第(6)列给出了引入程度中心度的回归结果,程度中心度(*degree*)在 5%的水平下对被投资企业创新能力有显著的正向影响。程度中心度较高的风险投资直接参与了更多项目的联合投资,因此与联合投资机构、股东之间的直接联系广泛,接触到较大范围的信息渠道,能为企业创新提供更好的增值服务。

从控制变量来看,企业规模(*Size*)、财务杠杆(*Lev*)、营利性(*Profit*)的回归系数均显著为正,说明被投资企业的规模越大、财务杠杆越高、营利性越强,则创新能力越强。该结果与陆瑶等<sup>[37]</sup>的研究结果相近。从表 2 还可以看出,处于高新技术行业的企业创新能力更强。此外,企业

表 2 基准模型估计结果

变量	lnPatent					
	FE			FGLS		
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
<i>closeness</i>	1.892* (1.056)			1.987** (0.957)		
<i>betweenness</i>		0.024* (0.014)			0.027** (0.011)	
<i>degree</i>			0.130** (0.062)			0.138** (0.059)
<i>Indu</i>	0.241 (0.228)	0.192 (0.229)	0.219 (0.230)	0.284** (0.134)	0.257* (0.134)	0.276** (0.135)
<i>Size</i>	0.498*** (0.154)	0.460** (0.150)	0.461*** (0.151)	0.461*** (0.126)	0.419*** (0.123)	0.409*** (0.123)
<i>Lev</i>	0.758 (0.428)	0.721* (0.432)	0.710 (0.433)	1.073** (0.474)	1.017** (0.475)	1.063** (0.476)
<i>Tang</i>	-0.643 (0.674)	-0.521 (0.670)	-0.478 (0.666)	-1.125 (0.684)	-1.161* (0.683)	-1.170* (0.686)
<i>age</i>	-0.021 (0.025)	-0.022 (0.026)	-0.028 (0.026)	-0.013 (0.016)	-0.009 (0.017)	-0.017 (0.017)
<i>Profit</i>	4.840*** (1.369)	4.966*** (1.329)	4.932*** (1.340)	5.424*** (1.390)	5.461*** (1.392)	5.427*** (1.394)
<i>Growth</i>	-0.001 (-0.001)	-0.001 (0.001)	0.000 (0.001)	-0.001 (0.002)	-0.001 (0.002)	-0.001 (0.002)
<i>VC_share</i>	0.011 (0.016)	0.007 (0.016)	0.006 (0.015)	0.023** (0.010)	0.023** (0.010)	0.021** (0.010)
<i>VC_Gover</i>	0.147 (0.225)	0.079 (0.277)	0.154 (0.283)	0.276** (0.138)	0.193* (0.107)	0.310** (0.141)
<i>VC_age</i>	-0.012 (0.017)	-0.008 (0.020)	-0.013 (0.022)	-0.006 (0.012)	-0.007 (0.012)	-0.006 (0.013)
<i>Year Dummy</i>	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
<i>Firm Dummy</i>	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
常数项	-8.659*** (3.216)	-7.366** (3.062)	-7.274** (3.054)	-7.868*** (2.843)	-6.672** (2.693)	-6.294** (2.685)
Obs	987	987	987	987	987	987
Wald chi2	61.097	58.127	57.050	68.367	67.658	65.757

注:括号内为标准误,\*\*\*、\*\*、\* 分别代表估计值在 0.01、0.05、0.1 的置信度水平下显著;其中,第(1)列至第(3)列使用了企业层面的聚类稳健标准误。

资产有形性(*Tang*)的回归系数出现负值,这说明企业拥有越多的知识产权等无形资产,越可能提升自主创新能力。另外风投产权性质(*VC\_Gover*)和风险投资的持股比例(*VC\_share*)均出现正值,如黄福广等<sup>[38]</sup>的实证,政府(部分)出资并发起设立的国有风险资本社会网络丰富,而持有较高比例股份有利于风投机构参与企业公司治理,更能扶植企业成长。综上,本文的研究假设得到了实证支持。

为检验风险投资网络中心度对不同专利类型申请数的影响,本文分别以发明专利申请数量(*lninpat*)、非发明专利申请数量(*lnpatentud*)作为被解释变量,并采用FGLS进行回归。表3显示,风险投资的网络中心度越高,企业年度申请发明专利数和非发明专利数均更多,即风险投资网络有利于企业不同类型创新能力的提升。该结论进一步证实了研究假设。

## (二) 稳健性检验

### 1. 内生性处理

风险投资网络与被投资企业创新能力之间的关系,可能存在逆向因果带来的潜在内生性问题。即被投资企业创新能力的提升,并非由风险投资网络的创新溢出效应带来的,而是风险投资在项目选择时就会体现出明显的特征偏好(譬如项目团队本身拥有较强的创新能力,或具有其他的相似特征)。根据已有文献的惯常做法,我们采用Heckman选择模型,通过工具变量控制这一内生性问题<sup>[39]</sup>。

Heckman选择模型有两种估计方法即二阶段法和极大似然法,后者的估计效率更高,因此本研究采用Heckman极大似然法进行估计。首先,在第一阶段选择方程中,采用被投资企业所在行业、企业规模、财务杠杆、资产有形性、成长性作为工具变量,拟合企业成为风险投资对象的可能性,然后利用极大似然法回归得出的结果计算逆米尔斯比率(*IMR*)。被投资企业所在行业、财务杠杆和资产有形性这三个变量的估计系数显著为正,企业的规模变量估计系数显著为负。由此可知,若其他条件相同,风险投资机构倾向投资于高新技术企业、资产有形性更高的企业和成长性较高的企业,此外,风险投资更偏好规模较小的企业<sup>②</sup>。由LR(似然比)检验看,逆米尔斯比率(*IMR*)系数显著。由此可知,存在样本自选择问题,故而Heckman模型有效。再将第一阶段计算得到的*IMR*代入第二阶段回归方程,考察在控制第一阶段可能性的前提下,风险投资网络对被投资企业创新能力是否还有影响。根据所引入回归变量的不同,表4的第(1)列至第(3)列报告了第二阶段回归方程的估计结果。模型的主要解释变量结果保持不变,这表明在控制了风险投资项目选择的内生性后,风投网络中心度对企业创新能力仍具有显著的影响。

### 2. 变换企业创新能力衡量指标的回归结果

我们用样本企业年度申请专利数量取自然对数的一阶差分作为新的企业创新能力衡量指标,重新对研究假设进行回归检验,以进一步验证上文的模型参数估计的稳健性。表4的第(4)列至第(6)列给出重新计算的企业创新能力的稳健性检验结果。结果表明,风险投资网络中心度与企业创新能力显著正相关。

表3 不同类型专利申请数的影响

变量	<i>lninpat</i>			<i>lnpatentud</i>		
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
<i>closeness</i>	1.914** (0.970)			2.232** (1.060)		
<i>betweenness</i>		0.025** (0.012)			0.031** (0.015)	
<i>degree</i>			0.133** (0.061)			0.146** (0.070)
常数项	-8.164*** (2.341)	-8.262*** (2.200)	-7.499*** (2.199)	-4.242* (2.544)	-5.062** (2.410)	-5.011** (2.390)
Obs	987	987	987	987	987	987
Wald chi2	69.37	76.66	68.64	32.26	31.53	31.67

注:括号内为标准误,\*\*\*、\*\*、\* 分别代表估计值在0.01、0.05、0.1的置信度水平下显著。表中的控制变量与表2相一致,包括年份和企业代码虚拟变量。限于篇幅,本表格未报告控制变量的回归结果,留存备案。

表4 稳健性检验

变量	lnPatent			$\Delta$ lnPatent			R&D		
	Heckman 模型检验			替代指标稳健性检验			替代性解释检验		
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
<i>closeness</i>	1.647** (0.734)			1.754* (0.929)			0.014 (0.018)		
<i>betweenness</i>		0.021** (0.010)			0.029** (0.013)			0.000 (0.000)	
<i>degree</i>			0.128*** (0.042)			0.098** (0.045)			0.001 (0.005)
常数项	-16.009*** (3.212)	-15.414*** (3.204)	-14.760*** (3.179)	-5.372** (2.767)	-3.845 (2.628)	-3.601 (2.607)	0.298*** (0.053)	0.306*** (0.051)	0.312*** (0.051)
Obs	987	987	987	987	987	987	987	987	987
<i>Lambda</i>	-1.911*** (0.098)	-1.994*** (0.097)	-1.903*** (0.101)						
LR	34.46	39.56	31.74						
<i>P</i>	0.000	0.000	0.000						
Wald chi2	148.65	162.51	139.27	19.83	16.81	16.54	74.09	75.33	73.45

注:第(1)列至第(3)列使用 Heckman 选择模型;括号内为标准误,\*\*\*、\*\*、\* 分别代表估计值在 0.01、0.05、0.1 的置信度水平下显著。表中的控制变量与表 2 相一致,包括年份和企业代码虚拟变量。限于篇幅,本表格未报告控制变量的回归结果,留存备案。

### 3. 考虑基于研发投入溢出效应的替代性解释

理论上存在一种基于研发投入溢出效应的替代性解释,即风险投资不仅可以为被投资企业直接提供资金支持,还能通过网络联系吸引其他投资者进入,从而为企业研发投入拓展外部融资支持渠道,激发企业的研发投入积极性,成为企业创新能力提升的必要途径<sup>[40]</sup>。若不排除该替代性解释,会造成本文实证结论和政策建议作用点的偏误。

我们引入企业研发投入强度(*R&D*)作为被解释变量,来识别风险投资网络对企业研发投入的外部融资支持效果。如果三个风险投资网络中心度变量与企业研发投入强度不相关,就能够排除该替代性解释。表 4 的第(7)列至第(9)列给出了企业研发投入与风险投资接近中心度、信息中介度和程度中心度之间关系的回归结果,这三个风险投资网络中心度变量均未通过显著性检验。这就验证了风险投资网络并非基于研发投入方面的溢出效应带动企业研发投入促使企业加快创新步伐的。这与本文的理论逻辑相一致。

## 五、影响机制检验

### (一) 中介效应的模型构建

如前文所述,尽管风投处于网络中心位置有助于被投资企业的信息、知识获取与共享,但是,如果风险投资存在信息处理的局限性,那么网络重复传递和接收大量相似和冗余信息的可能性就会增加,将影响网络个体之间的知识转移,乃至影响创新溢出效果<sup>[41]</sup>。根据本文的研究假设,风投利用网络信息渠道推动知识转移、创新溢出的关键在于其知识吸收与整合协调能力。管理学和社会学的研究将知识基础(Knowledge Base)作为测度网络资源整合、吸收能力的关键变量<sup>[8,13]</sup>,认为知识基础的提升能够强化风投个体的认识优势。那么可以预期,在风险投资网络与企业创新能力之间存在着一些纽带,即风投的网络中心度可能通过影响知识基础,从而对被投资企业的创新能力产生影响。

为研究知识基础对风投网络与中小企业创新能力之间的关系所起的作用,我们引入风险投资知识基础的中介变量来构建中介效应模型。知识基础,是指个体所拥有知识的集合,其内容特征主要表现为知识基础规模、知识多元化等方面<sup>[42]</sup>。风投机构的知识基础来源于其知识在不同行业领域的多元化分布规模。本文借鉴 Gompers *et al.*<sup>[43]</sup>的研究成果,采用风险投资在不同行业投资占比的信息熵来对其进行测度,熵值越大表示知识基础的多样化规模越高。其计算公式如下所示。其中,

$p_{im}$  表示风险投资  $i$  在行业  $m$  发生的投资事件占所有投资事件的比例,  $N$  为行业类别总数。

$$KB = \sum_{m=1}^N P_{im} \ln \frac{1}{P_{im}}$$

借鉴彭涛等<sup>[36]</sup>的研究, 本文建立以下回归模型, 验证知识基础是否充当风投网络影响企业创新能力的中介变量。首先, 将企业创新能力同时对风投网络中心度和知识基础进行回归, 运用中介效应检验方法进行进一步实证考察。对中介效应的检验方法文献多有讨论, 各方法在检验的第一类错误率和检验力方面各有优劣。温忠麟等<sup>[44]</sup>、Sobel<sup>[45]</sup>等学者提出可以运用依次检验方法、Sobel 检验方法等检验中介效应模型。由于依次检验的显著性结果包含的信息最丰富, 且第一类错误率最低, 当依次检验结果显著则其他检验方法的结果必然显著。所以, 在可选方法中应该首先尝试依次检验法。对中介效应的依次检验如模型(2-1)至模型(2-3)所示, 它们构成模型(2)。

$$\ln Patent = C + \alpha_1 Cen + \alpha_2 ControlVariables + \varepsilon_2 \quad (2-1)$$

$$Div = C + \beta Cen + \varepsilon_3 \quad (2-2)$$

$$\ln Patent = C + \gamma_1 Cen + \gamma_2 Div + \gamma_3 ControlVariables + \varepsilon_4 \quad (2-3)$$

本文选取风险投资网络中心度、风险投资的知识基础作为被投资企业专利申请数量的解释变量。 $C$  为截距项,  $\alpha_1 \sim \alpha_2, \beta, \gamma_1 \sim \gamma_3$  为回归系数,  $\varepsilon_2 \sim \varepsilon_4$  为随机误差项, 模型中其余变量与变量设计之中的定义相同。其中, 中介效应由  $\beta \times \gamma_2$  衡量,  $\beta, \gamma_2$  全部显著表示中介效应显著<sup>[46]</sup>, 若  $\beta, \gamma_2$  中至少有一个不显著则需进一步进行 Sobel 检验, 若 Sobel 检验显著则表示中介效应显著。

## (二) 知识基础中介效应的机制检验

表 5 报告了知识基础中介效应的检验结果。首先本文依然采用可行广义最小二乘法 FGLS 对模型(2-2)进行回归, 结果如表 5 中第(1)列至第(3)列所示。回归结果表明, 接近中心度(*closeness*)和信息中介度(*betweenness*) 在 1% 的水平上显著为正, 程度中心度(*degree*) 在 5% 的水平上显著为正。由此可知, 风险投资的网络中心度与其知识基础正相关, 占据网络的中心位置有利于提升风险投资自身的知识基础。我们进一步对模型(2-3)进行回归, 考察风险投资网络中心度和知识基础( $KB$ )系数的符号和显著性水平。若风险投资网络中心度系数不显著, 知识基础系数显著为正, 说明知识基础起到完全中介效应; 若二者都显著为正, 则说明知识基础存在部分中介效应。回归结果如表 5 的第(4)列至第(6)列所示。结果表明知识基础的回归系数( $KB$ ) 均在 5% 的水平上显著为正; 接近中心度(*closeness*)、信息中介度(*betweenness*) 和程度中心度(*degree*) 的系数在统计上均不显著。相较于表 2 第(4)列到第(6)列的回归结果, 引入知识基础( $KB$ ) 后, 三个风险投资网络中心度指标的回归系数明显减小, 且不再显著, 因此风险投资网络中心度对企业创新能力的直接效应为 0。进一步地, 系数  $\beta, \gamma_2$  均显著为正, 表明以知识基础为中介变量的间接效应显著, 无须进行 Sobel 检验。

综合表 5 各列的回归结果来看, 知识基础的中介作用对风险投资网络如何促进中小企业创新能力提升具有较强的解释力。具体而言, 在风险投资优化网络以及改善自身在其中位置以驱动被投资中小企业建立创新能力的过程中, 知识基础发挥了完全中介的作用。

## 六、进一步分析

### (一) 其他企业创新水平的影响

交通基础设施网络的溢出效应理论认为, 空间溢出效应的自强化有赖于其他企业的示范和激励作用<sup>[47]</sup>。莫长炜和龙小宁<sup>[48]</sup>提出同地区同行业中其他企业的研发投入这一关键因素, 认为该因素可以反映外部创新对企业创新能力的影响。借鉴关于交通基础设施网络的空间溢出效应的研究, 本部分将在实证中纳入与风投网络相联系的其他企业创新水平的调节变量, 以检验其他企业创新水平对风险投资网络创新溢出进而对企业创新能力的影响, 并设定估计方程(3):

$$\ln Patent = \lambda_0 + \lambda_1 Cen + \lambda_2 pate\_other + \lambda_3 Cen \times pate\_other + \lambda_4 ControlVariables + \varepsilon_5 \quad (3)$$

表5 知识基础中介效应的检验结果

变量	KB			lnPatent		
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
<i>closeness</i>	7.839*** (0.662)			1.559 (0.980)		
<i>betweenness</i>		0.112*** (0.007)			0.016 (0.011)	
<i>degree</i>			0.360** (0.134)			-0.298 (0.288)
KB				0.491** (0.257)	0.527** (0.263)	0.487** (0.245)
<i>Indu</i>	0.308*** (0.094)	0.206** (0.085)	0.184* (0.108)	0.330** (0.135)	0.297** (0.134)	0.300** (0.136)
<i>Size</i>	0.041 (0.084)	-0.083 (0.074)	-0.229 (0.094)	0.466*** (0.125)	0.414*** (0.122)	0.402*** (0.123)
<i>Lev</i>	0.163 (0.316)	0.114 (0.286)	0.007 (0.366)	1.072** (0.472)	0.997** (0.472)	1.052** (0.475)
<i>Tang</i>	1.552*** (0.454)	0.985** (0.409)	1.037** (0.524)	-1.003 (0.684)	-1.034 (0.682)	-1.118 (0.686)
<i>age</i>	-0.040*** (0.012)	-0.014** (0.011)	-0.049*** (0.013)	-0.017 (0.016)	-0.011 (0.017)	-0.018 (0.016)
<i>Profit</i>	-0.052 (0.968)	-0.175 (0.875)	-0.059 (1.117)	5.264*** (1.387)	5.304*** (1.387)	5.321*** (1.393)
<i>Growth</i>	0.000 (0.001)	-0.000 (0.001)	0.000 (0.001)	-0.000 (0.002)	-0.000 (0.002)	-0.001 (0.002)
<i>VC_share</i>	-0.019*** (0.007)	-0.014** (0.006)	-0.026*** (0.007)	0.022** (0.009)	0.023** (0.010)	0.020** (0.010)
<i>VC_Gover</i>	0.620*** (0.097)	-0.002 (0.097)	0.663*** (0.113)	0.310** (0.138)	0.325** (0.152)	0.331** (0.142)
<i>VC_age</i>	0.027*** (0.009)	0.024*** (0.008)	0.038*** (0.010)	-0.003 (0.012)	-0.004 (0.013)	-0.003 (0.012)
<i>Year Dummy</i>	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
<i>Firm Dummy</i>	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
常数项	-2.077*** (1.970)	2.407** (1.686)	6.050*** (2.133)	-8.311*** (2.840)	-6.849** (2.681)	-6.292** (2.679)
Obs	987	987	987	987	987	987
Wald chi2	300.62	460.81	122.81	72.60	72.33	67.86
Sobel 检验			$\beta, \gamma_2$ 显著, 无需 Sobel 检验, 中介效应显著			

注: 括号内为标准误, \*\*\*、\*\*、\* 分别代表估计值在 0.01、0.05、0.1 的置信度水平下显著。

我们选取领投风投机构所持股的其他被投资企业平均专利申请数量(*pate\_other*) ,作为与风险投资网络相联系的其他企业创新水平的代理变量。模型(3)为基本模型回归过程中加入其他被投资企业的平均专利申请数量(*pate\_other*) ,以及其他被投资企业的平均专利申请数量与风险投资网络中心度的交互项( $Cen \times pate\_other$ ) 的表达式。式(3)中 *Cen* 表示风险投资的网络中心度变量(包括 *closeness*、*betweenness*、*degree*)。 $\lambda_0$  为截距项  $\lambda_1 \sim \lambda_4$  为回归系数  $\varepsilon_5$  为随机误差项。

考察其他企业创新水平的调节影响的回归结果如表6所示。在表6的第(1)列至第(3)列中,交叉项( $Cen \times pate\_other$ ) 的系数为正,且在1%的水平上显著。说明其他被投资企业的平均专利申请数量(*pate\_other*) 作为调节变量,正向影响了风险投资网络中心度与企业创新能力之间的关系。由此可知,其他被投资企业平均专利申请数量的提高会增强风险投资网络中心度对企业创新能力的正向影响,即风险投资网络所联系的其他企业创新水平越高,风险投资网络产生的创新溢出效应越强。

## (二) 联合投资形式的影响

风险投资网络对中小企业创新能力的影响,可能伴随其投资形式的改变而产生差异。在大量的联合投资事件中,风险投资的合作伙伴通常不止一个,往往拥有不同的资源且时常变换<sup>[37]</sup>。那么,领投资风险投资机构的网络信息渠道无形中得到拓展,这有利于弥补处于网络边缘位置的领投资风险投

资机构信息渠道的不足。因此,我们预期,联合投资形式可能弱化领投资风险投资的网络中心度与企业创新能力关系的敏感性。

为了验证领投资风险网络中心度对企业创新能力的影响在联合投资形式和单独投资形式之间是否存在显著差异,我们引入了风投网络中心度和联合投资变量的交互项( $Cen \times VC\_synd$ )。回归结果如表7中第(1)列至第(3)列所示,显著为负的 $Cen \times VC\_synd$ 交互项回归系数表明,联合投资形式削弱了领投资风险投资机构网络中心度对企业创新能力的影响,符合上文的理论预期。

表6 其他企业创新水平异质性的调节影响

变量	lnPatent		
	(1)	(2)	(3)
<i>closeness</i>	1.655** (0.847)		
<i>betweenness</i>		0.021** (0.010)	
<i>degree</i>			0.095** (0.048)
<i>Closeness</i> × <i>pate_other</i>	0.278*** (0.023)		
<i>betweenness</i> × <i>pate_other</i>		0.003*** (0.001)	
<i>degree</i> × <i>pate_other</i>			0.067*** (0.021)
<i>pate_other</i>	0.027*** (0.003)	0.028*** (0.003)	0.028*** (0.003)
常数项	-7.016*** (2.189)	-5.415** (2.452)	-5.965** (2.408)
Obs	987	987	987
Wald chi2	405.532	184.327	183.113

注:括号内为标准误,\*\*\*、\*\*、\* 分别代表估计值在0.01、0.05、0.1的置信度水平下显著。表中的控制变量与表2相一致,包括年份和企业代码虚拟变量。限于篇幅,本表格未报告控制变量的回归结果,留存备案。

### (三) 风险投资退出的影响

根据2005年上市公司股权分置改革的方案,风险投资在企业顺利上市后经历3年左右的锁定期,就可以通过二级市场退出。那么,在风险投资退出之后,被投资企业还能否继续借助网络的溢出效应获得创新能力的提升呢?我们将进一步讨论风险投资的网络关系断裂对企业创新能力的影响。定义风投的退出为退出上市公司前十大股东,据此,本研究共取得了226个风险投资退出样本,并对退出样本进行回归。回归结果显示,退出之后,风险投资的接近中心度(*closeness*)、信息中介度(*betweenness*)和程度中心性(*degree*)不再对中小企业创新能力有显著的正向影响,见表8。这表明,随着风险投资的退出,相应企业获取知识、信息的联系断裂,难以依托风险投资网络的信息传导渠道获得网络中的正向创新溢出,风险投资网络及风投在其中的网络位置对中小企业创新能力的影响也不再有效。

表7 联合投资形式异质性的调节影响

变量	lnPatent		
	(1)	(2)	(3)
<i>closeness</i>	2.107* (1.156)		
<i>betweenness</i>		0.031** (0.012)	
<i>degree</i>			0.146** (0.064)
<i>Closeness</i> × <i>VC_synd</i>	-0.029** (0.013)		
<i>betweenness</i> × <i>VC_synd</i>		-0.055*** (0.019)	
<i>degree</i> × <i>VC_synd</i>			-0.024** (0.011)
<i>VC_synd</i>	0.522 (0.447)	0.188 (0.142)	0.122 (0.135)
常数项	-7.716*** (2.754)	-7.015*** (2.593)	-5.764** (2.586)
Obs	987	987	987
Wald chi2	66.77	74.04	72.06

注:括号内为标准误,\*\*\*、\*\*、\* 分别代表估计值在0.01、0.05、0.1的置信度水平下显著。表中的控制变量与表2相一致,包括年份和企业代码虚拟变量。限于篇幅,本表格未报告控制变量的回归结果,留存备案。

表8 风险投资退出异质性的调节影响

变量	lnPatent		
	(1)	(2)	(3)
<i>closeness</i>	-0.094 (1.201)		
<i>betweenness</i>		-0.000 (0.013)	
<i>degree</i>			-1.177* (0.635)
常数项	-11.924*** (3.171)	-11.993*** (3.045)	-11.488*** (3.035)
Obs	226	226	226
Wald chi2	73.97	73.96	78.09

注:括号内为标准误,\*\*\*、\*\*、\* 分别代表估计值在0.01、0.05、0.1的置信度水平下显著。表中的控制变量与表2相一致,包括年份和企业代码虚拟变量。限于篇幅,本表格未报告控制变量的回归结果,留存备案。

## 七、结论与政策建议

本文以 2009—2018 年间所有在创业板上市,并且有风险投资机构支持的企业为研究对象,实证检验了风投能否依托其网络信息传导渠道,有效地为中小企业带来正向的创新溢出效应,促进中小企业创新能力提升。结果表明,风险投资的网络中心度越高,就越能提升被投资企业的创新能力。对风投网络与中小企业创新能力之间的影响机制进行检验后发现,知识基础起到了完全中介的作用。网络中心度越高的风险投资机构,网络运作效率越高、直接和间接联系越广泛,能不断提升其知识基础。这有助于风险投资机构有效地收集和评价外部信息,从而更快速、有效地进行知识转移,推动创新溢出。进一步分析发现,与风险投资网络相联系的其他企业创新水平越高,风险投资网络对中小企业创新能力的驱动作用则越强;此外,联合投资弱化了领投资风险投资机构的网络中心度对企业创新能力的影响;随着风投退出,溢出效应衰退,网络中心度对中小企业创新能力的影响也逐步消失。

本文的研究发现给我们带来了以下启示:第一,创新不再单单是企业的个体行为,它已经成为一个多元主体参与的复杂过程,其中政府、企业以及风险投资为代表的金融中介都将广泛参与。构建一种良好的社会网络联系,将是提高创新绩效的重要途径。对企业而言,在筛选合作的风险投资机构时,应当思考如何利用风险投资的社会网络,优化自身的知识转移和信息共享渠道;对风险投资机构而言,应通过联合投资,主动置身于网络化发展的市场环境中,借助网络获取信息、寻求知识共享,从而积累良好的网络资源实现自我发展。第二,我们还发现,被投资企业受益于风险投资网络的溢出效应而提升创新能力的现象,会伴随风险投资的退出而消失。因此,被投资企业要借助风险投资社会网络带来的伙伴关系,积极建立、维护与其他企业、研究机构和中介机构等各个不同创新主体之间的沟通、协调机制,从战略层次上规划、培育丰富的社会网络联系,从而利用所“嵌入”的网络增强自身的开放创新能力。

### 注释:

- ①本文采纳李浩<sup>[31]</sup>的知识管理过程划分,认为知识转移过程涉及知识流动、知识交换、知识分享和知识获取,并将创新溢出归入知识的创造与应用过程,最终目标是推动企业创新和发展。
- ②因篇幅限制,未报告利用 Probit 模型对第一阶段选择方程进行估计的结果,若有需要可向笔者索要。

### 参考文献:

- [1]黄福广,王建业,朱桂龙.风险资本专业化对被投资企业技术创新的影响[J].科学学研究,2016(12):118-128.
- [2]蔡宁,何星.社会网络能够促进风险投资的“增值”作用吗?——基于风险投资网络与上市公司投资效率的研究[J].金融研究,2015(12):178-193.
- [3]FERRARY M,GRANOVETTER M. The role of venture capital firms in Silicon Valley's complex innovation network[J]. Economy and society,2009,38(2):326-359.
- [4]罗家德,秦朗,周伶.中国风险投资产业的圈子现象[J].管理学报,2014(4):469-477.
- [5]冯照桢,温军,刘庆岩.风险投资与技术创新的非线性关系研究——基于省级数据的PSTR分析[J].产业经济研究,2016(2):32-42.
- [6]余琰,罗炜,李怡宗,等.国有风险投资的投资行为和投资成效[J].经济研究,2014(2):34-48.
- [7]LEVINTHAL D A, MARCH J G. The myopia of learning[J]. Strategic management journal,1993,14(S2):95-112.
- [8]罗吉,党兴华,王育晓.网络位置、网络能力与风险投资机构投资绩效:一个交互效应模型[J].管理评论,2016(9):83-97.
- [9]吕国庆,曾刚,顾娜娜.基于地理邻近与社会邻近的创新网络动态演化分析——以我国装备制造业为例[J].中国软科学,2014(5):102-111.

- [10]云乐鑫,杨俊,张玉利. 创业企业如何实现商业模式内容创新? ——基于“网络—学习”双重机制的跨案例研究[J]. 管理世界, 2017(4): 119-137.
- [11]解学梅,左蕾蕾. 企业协同创新网络特征与创新绩效: 基于知识吸收能力的中介效应研究[J]. 南开管理评论, 2013(3): 47-56.
- [12]BAIERL R, ANOKHIN S, GRICHNIK D. Coopetition in corporate venture capital: the relationship between network attributes, corporate innovativeness, and financial performance [J]. International journal of technology management, 2016, 71(1-2): 58-80.
- [13]王伟光,冯荣凯,尹博. 产业创新网络中核心企业控制力能够促进知识溢出吗? [J]. 管理世界, 2015(6): 99-109.
- [14]TER WAL A L, ALEXY O, BLOCK J, et al. The best of both worlds: the benefits of open-specialized and closed-diverse syndication networks for new ventures' success [J]. Administrative science quarterly, 2016, 61(3): 393-432.
- [15]LERNER J. The syndication of venture capital investments [J]. Financial management, 1994, 23(3): 16-27.
- [16]BYGRAVE W D. The structure of the investment networks of venture capital firms [J]. Journal of business venturing, 1988, 3(2): 137-157.
- [17]SORENSEN O, STUART T E. Syndication networks and the spatial distribution of venture capital investments [J]. American journal of sociology, 2001, 106(6): 1546-1588.
- [18]STIGLITZ J E, SAH R K. The architecture of economic systems: hierarchies and polyarchies [J]. American economic review, 1986, 76(4): 716-727.
- [19]DANTAS E, BELL M. The co-evolution of firm-centered knowledge networks and capabilities in late industrializing countries: the case of petrobras in the offshore oil innovation system in Brazil [J]. World development, 2011, 39(9): 1570-1591.
- [20]彭华涛,谢冰. 联合风险投资的网络特性与价值溢出机理分析 [J]. 管理工程学报, 2005(4): 45-47.
- [21]CORTINOVIS N, VAN OORT F. Between spilling over and boiling down: network-mediated spillovers, local knowledge base and productivity in European regions [J]. Journal of economic geography, 2019, 19(6): 1233-1260.
- [22]张学良. 中国交通基础设施促进了区域经济增长吗——兼论交通基础设施的空间溢出效应 [J]. 中国社会科学, 2012(3): 61-78+207.
- [23]NOYES E, BRUSH C, HATTEN K, et al. Firm network position and corporate venture capital investment [J]. Journal of small business management, 2014, 52(4): 713-731.
- [24]COLEMAN J S. Foundations of social theory [M]. Cambridge, Mass: Harvard University Press, 1994.
- [25]BURT R S. Structural holes: the social structure of competition [M]. Cambridge, Mass: Harvard University Press, 2009.
- [26]OZMEL U, REUER J J, GULATI R. Signals across multiple networks: how venture capital and alliance networks affect interorganizational collaboration [J]. Academy of management journal, 2013, 56(3): 852-866.
- [27]HOCHBERG Y V, LJUNGQVIST A, LU Y. Whom you know matters: venture capital networks and investment performance [J]. The journal of finance, 2007, 62(1): 251-301.
- [28]ANTONELI C. The evolution of the industrial organisation of the production of knowledge [J]. Cambridge journal of economics, 1999, 23(2): 243-260.
- [29]BELLAVITIS C, FILATOTCHEV I, SOUITARIS V. The impact of investment networks on venture capital firm performance: a contingency framework [J]. British journal of management, 2017, 28(1): 102-119.
- [30]刘娥平,钟君煜,施燕平. 风险投资的溢出效应 [J]. 财经研究, 2018(9): 52-65.
- [31]李浩. 社会资本视角下的网络知识管理框架及进展研究 [J]. 管理世界, 2012(3): 158-169.
- [32]HARDY C, PHILLIPS N, LAWRENCE T B. Resources, knowledge and influence: the organizational effects of interorganizational collaboration [J]. Journal of management studies, 2003, 40(2): 321-347.
- [33]FREEMAN L C, ROEDER D, MULHOLLAND R R. Centrality in social networks: II. experimental results [J]. Social networks, 1979, 2(2): 119-141.
- [34]黎文靖,郑曼妮. 实质性创新还是策略性创新? ——宏观产业政策对微观企业创新的影响 [J]. 经济研究, 2016(4): 60-73.

- [35]申宇,赵静梅,何欣.校友社会网络、基金投资业绩与“小圈子”效应[J].经济学(季刊) 2015(1):403-428.
- [36]彭涛,黄福广,熊凌云.地理邻近对风险资本参与公司治理的影响[J].管理科学 2015(4):46-58.
- [37]陆瑶,张叶青,贾睿,等.“辛迪加”风险投资与企业创新[J].金融研究 2017(6):163-179.
- [38]黄福广,彭涛,邵艳.地理距离如何影响风险资本对新企业的投资[J].南开管理评论 2014(6):83-95.
- [39]逯东,朱丽.市场化程度、战略性新兴产业政策与企业创新[J].产业经济研究 2018(2):65-77.
- [40]赵息,林德林.股权激励创新效应研究——基于研发投入的双重角色分析[J].研究与发展管理 2019(1):93-114.
- [41]赵云辉,李亚慧,郭毅.社会网络结构对跨国公司知识转移的影响研究——看门人角色的中介作用[J].中国软科学 2018(5):147-159.
- [42]YAYAVARAM S, CHEN W R. Changes in firm knowledge couplings and firm innovation performance: the moderating role of technological complexity[J]. Strategic management journal 2015 36(3):377-396.
- [43]GOMPERS P, KOVNER A, LERNER J. Specialization and success: evidence from venture capital[J]. Journal of economics & management strategy 2009 18(3):817-844.
- [44]温忠麟,张雷,侯杰泰.中介效应检验程序及其应用[J].心理学报 2004(5):614-620.
- [45]SOBEL M E. Asymptotic confidence intervals for indirect effects in structural equation models[J]. Sociological methodology 1982 13:290-312.
- [46]曹平,王桂军.选择性产业政策、企业创新与创新生存时间——来自中国工业企业数据的经验证据[J].产业经济研究 2018(4):30-43.
- [47]王建优.产业聚集的机理分析[J].南京社会科学 2003(1):22-27.
- [48]莫长炜,龙小宁.产业集群、技术外溢与企业创新绩效[J].厦门大学学报(哲学社会科学版) 2018(1):44-54.

(责任编辑:雨珊)

## Can venture capital syndication networks promote the innovation ability of SMEs?

### An empirical study of data from China's VC industry

XU Yan<sup>1</sup>, LIU Di<sup>2</sup>

(1. School of Finance, Henan University of Economics and Law, Zhengzhou 450000, China;

2. School of Public Economics and Administration, Shanghai University of Finance and Economics, Shanghai 200433, China)

**Abstract:** Using the CVSource and data of China National Intellectual Property Administration, this paper empirically analyses whether venture capital can effectively promote the SMEs' innovation ability by relying on its own network information transmission channels, taking all the enterprises listed on the GEM and supported by venture capitals from 2009 to 2018 as samples. The results show that when a network position is central, the enterprise's innovation ability is more likely to be strong. The main reason is that VCs occupying the dominant position in the network will improve their knowledge base, so that they can recognize, evaluate, and integrate new external knowledge more accurately, so as to transfer knowledge quickly and effectively, and bring innovation spillover effect to the invested SMEs. Further researches show that the average innovation level of other enterprises linked with the venture capital network positively regulates the relationship between the network centrality of venture capital and the invested enterprise's innovation ability. Syndication will weaken the influence mentioned above. With the withdrawal of venture capital, the impact of venture capital network centrality on the SMEs' innovation ability is gradually disappearing. This paper expands the understanding of the network characteristics of venture capital industry in China. It enriches the research on the impact of venture capital on the SMEs' innovation ability from the perspective of social network.

**Key words:** venture capital; social network; network centrality; innovation ability; SMEs; mediating effect