

投资组合网络、竞争性网络联结与技术创新

曹 婷¹ 李婉丽²

(1. 西北大学经济管理学院, 陕西 西安 710127;

2. 西安交通大学管理学院, 陕西 西安 710048)



内容提要:本文以我国 2009—2016 年中小板与创业板上市公司为研究样本,研究了以风险投资机构为信息桥构建的投资组合网络的创新作用机制与效果。研究表明:企业的技术创新水平随着其建立的网络联结数量的增长而得到了显著提升;企业在投资组合网络中感知到的竞争威胁主要通过竞争性网络联结传导,竞争性网络联结数量的增长会损害企业的技术创新;风险投资机构的联合投资行为可以减弱竞争性网络联结的负向影响。考虑到企业技术创新活动的异质性将其划分为渐进式创新与突破式创新后,发现突破式创新较少受到投资组合网络内竞争性信息泄露的负面影响。

关键词:投资组合网络 竞争性网络联结 技术创新

中图分类号:F830.9 **文献标志码:**A **文章编号:**1002—5766(2020)01—0058—17

一、引言

改革开放至今,中国经济发展迅速,经济总量已占据世界第二的高位。然而在发展过程中,中国经济也面临诸多挑战,长期发展动力不足等问题仍旧突出。企业想要获取长期竞争优势,唯有坚持创新并培育自身的核心竞争力。尽管我国研发支出总额巨大,但仍与发达国家在技术创新水平上存在显著差距。《科学与工程指标》^①通过计算科技研发相关数据横向对比了世界范围内在科学技术领域占据主导地位的国家或地区的研发投入状况,发现 2015 年中国的研发支出全球占比已达到 21%,净投入 4090 亿美元,仅次于美国 26% 的全球占比。然而创新水平的世界排名仍不容乐观,据世界知识产权组织(WIPO)2018 年发布的全球创新指数报告,我国创新指数在世界范围内仅排名 17。面对研发支出与技术创新水平排名间的较大差异,如何激发我国企业的创新活力,提高创新水平成为亟待解决的现实问题。为了激发万众创新与大众创业,发挥风险投资在缓解信息不对称、融资、治理以及提供网络资源方面的优势,一系列鼓励风险投资发展的政策自 2012 年起相继出台。十八大以来,创新驱动发展战略的实施以及体制机制改革的深化使得如何引导风险投资行业积极参与并推动创新成为当前经济环境下备受关注的热点问题。

风险投资行业在近 20 年间的快速发展带来了日益普遍的风险投资网络。“嵌入性”视角的兴起使得社会网络问题在创新领域得到了广泛的关注。一方面,网络组织的功能及影响具有权变特征,现有研究就社会网络影响企业创新的机制尚未达成一致的认识;另一方面,现有关于风险投资网络的研究多以风险投资机构间的联合投资网络为研究视角,忽视了风险投资通过构建投资组合分散投资风险形成的企业间网络对企业技术创新的潜在影响。投资组合网络的客观形成过程与学

收稿日期:2019-06-12

作者简介:曹婷,女,讲师,管理学博士,研究方向是风险投资与公司治理,电子邮箱:caoting@nwu.edu.cn;李婉丽,女,教授,博士生导师,研究方向是公司会计理论与政策,电子邮箱:liwanli@mail.xjtu.edu.cn。通讯作者:曹婷。

^①<http://www.nsf.gov/statistics/2018/nsb20181/downloads>。

术界广泛认可的连锁董事网络(Mizruchi, 1996)^[1]和股东关系网络(黄灿和李善民, 2019)^[2]类似, 因风险投资机构同时投资多家企业并介入其董事会而形成企业间关系网络。该网络得以形成的主观原因与风险投资机构打造企业交流平台的投资理念密不可分^①。投资组合网络的扩大一方面带来了网络联结的丰富, 有利于网络发挥资源效应与信息效应; 另一方面加剧了风险投资机构与被投资企业之间的委托代理冲突(Gifford, 1997^[3]; Kannianen 和 Keuschnigg, 2003^[4]), 加上风险投资机构所具有的信息中介优势, 导致被投资企业面临竞争性信息泄露的风险(Dushnitsky 和 Shaver, 2009)^[5]。当投资组合网络的资源效应、信息效应与竞争性信息泄露效应共同作用于企业的技术创新活动, 风险投资机构所构建的投资组合网络是否会如它们所倡导的那样为被投资企业带来价值增值, 改善被投资企业的技术创新, 值得深入探讨与研究。基于上述理论背景与现实背景, 本文以我国风险投资机构搭建的投资组合网络为研究背景, 以被投资企业的技术创新活动为研究对象, 探索投资组合网络作用于企业技术创新的具体影响机制, 试图探讨如下问题: 以风险投资机构为信息桥构建的投资组合网络究竟会对企业的技术创新造成怎样的影响? 风险投资机构的投资特征是否会赋予投资组合网络独特的作用机制, 影响传统社会网络作用机制的发挥? 本文可能的贡献在于以下两点:

第一, 现有社会网络创新机制的研究大量集中于政企网络、银企网络、战略联盟网络、董事网络和股东关系网络, 鲜有研究关注投资组合网络。不同于上述网络, 风险投资机构出色的价值筛选能力赋予投资组合网络自身丰富的创新资源属性, 从而导致网络组织的功能和影响相应改变。基于此, 本研究关注投资组合网络的成员企业构成, 结合委托代理理论和竞争性信息泄露假说从关系竞争性维度拓展了关系嵌入的相关研究, 以期发现投资组合网络独特的创新机制并丰富社会网络创新机制相关的理论研究和实证研究。

第二, Hochberg 等(2007)^[6]首次运用网络分析工具, 从网络嵌入的角度探讨了风险投资机构自我中心网络。不孤立地看待风险投资机构, 选择从投资组合网络的视角研究风险投资与企业技术创新的关系及影响机制, 不仅能够突破已有文献仅关注联合投资网络的视角局限, 更有助于全面了解我国风险投资行业对企业技术创新的作用路径, 为政府引导风险投资发挥促进企业创新作用的相关政策制定提供一定的理论借鉴与实证依据。

二、理论基础与假设提出

1. 文献回顾

现有研究将社会网络的作用概括为信息效应以及资源效应, 其中信息效应在各类网络中得到了广泛的检验与确认。社会网络通过促进信息在资本市场中的流动与传递带来一定的信息效应, 该信息效应的正向影响包括: 带来信息优势(李维安等, 2017)^[7]; 减小信息不对称(郭白滢和李瑾, 2019)^[8]; 带来经济利益交换(Nicholson 等, 2004)^[9]; 传播创新模式(Haunschild 和 Beckman, 1998)^[10]。与此同时, 信息效应也有可能在网络中传播有损价值的管理方法(Bizjak 等, 2009)^[11], 带来负面影响。资源效应的提出与网络资源理论的产生和发展密不可分, Gulati(1999)^[12]率先在研究中引入网络资源这一概念, 跳出以往社会网络研究对网络结构或网络关系的过分关注, 转而将研究的焦点置于每个网络节点所掌握的具体资源上。基于这一观点的实证研究主要通过检验个体

① 凯鹏华盈(KPCB)在公司网站上强调, 初创企业获得其投资后可以接触到现有投资组合中的其他企业, 与全球范围内的商业领袖建立联系, 获取合作机会; IDG 资本同样在其公司网站上提及“所投资的众多企业发挥协同效应, 激发潜在的合作机会和更多发展渠道”等投资理念; 达晨创投在激发投资组合网络协同效应的过程中身体力行, 邀请所有被投资企业加入其创建的俱乐部, 通过俱乐部和小联盟的方式让企业家在他们搭建的平台上有更多互动。

如何从直接合作者的显著资源中获益来间接证实社会网络的资源效应。

技术创新作为企业所有内部活动中风险最高的一种,其实施过程需要企业投入大量资源,成功与否也取决于企业能否有效获得各类与创新相关的资源。Ahuja 和 Katila(2001)^[13]认为,对于初创企业,由于其成立时间较短,内部积累资源有限,加之其自主研发能力较差,因此在创新过程中对外部资源的依赖程度较高。结合资源基础理论与社会网络理论,企业想要克服新进入者困境并以较低成本获取生存发展所需资源,不得不依赖于外部社会关系网络的建立。社会网络的信息效应与资源效应通过网络治理结构得以实现,“嵌入性”研究通常从关系嵌入和结构嵌入展开研究,网络成员的异质性与网络内资源的多样性同样会对嵌入企业的技术创新产生影响。

投资组合网络作为企业间关系网络的一种,其形成源于风险投资机构构建投资组合的行为。企业间通过共享同一风险投资股东而形成企业间的关系网络,单个企业是这个网络中的节点(node),共同接受同一风险投资机构持股的行为构成了节点之间的联结(tie)。投资组合网络的相关研究始于 Lindsey(2008)^[14],该研究首次提出了投资组合具有促成网络内企业结成战略联盟的价值增值作用,Wang 等(2012)^[15]将 Lindsey(2008)^[14]的研究推进了一步,验证了投资组合内企业具有建立网络联结的主动性。Pahnke 等(2015)^[16]进一步探讨了网络联结性质对企业创新的影响。我国有关投资组合网络作用机制的研究刚刚起步,蔡宁等(2017)^[17]以投资组合网络作为研究背景,研究投资组合网络是否如其他关系网络一样能够带来信息传导效应。从现有研究的发展趋势来看,尽管现有文献对社会网络、投资组合网络的作用机制进行了许多有益的探讨,但尚存以下不足:(1)现有社会网络关系嵌入的研究大多仅考虑关系强度单一维度,本研究结合网络成员的行业分布从关系竞争性维度拓展了关系嵌入的相关研究,更有助于全面刻画网络信息效应和资源效应的作用机制。(2)鲜有研究关注投资组合网络的作用机制,结合社会网络的信息效应和资源效应将有助于克服独立看待每个风险投资事件局限性并揭开风险投资与企业技术创新之间关系的黑箱。

2. 投资组合网络联结与企业技术创新

基于关系网络的信息效应与资源效应,网络联结数量的增长有益于企业的技术创新。企业进行突破性技术创新产生的资源缺口较大且异质性较高,因此需要与外部建立充分的联系以获取弥补资源缺口的新颖技术资源。镶嵌理论认为,企业能够获取的资源受到其所处网络环境的影响(Granovetter,1985)^[18]。一方面,企业跨越组织边界进行学习需要广泛的技术搜寻,企业在网络中建立的网络联结数量的提升有助于企业拓展搜寻范围,获取更多外部合作伙伴;另一方面,企业的技术创新面临较大的技术不确定性,网络联结数量的增长通过丰富企业获取的创新资源使企业在解决复杂问题时拥有更多的应对策略。Becker 和 Dietz(2004)^[19]认为,扩展合作伙伴的多样性,有助于企业获取多样化的知识资源,增进了企业实现更高创新新颖性的潜能。Freel 和 De Jong(2009)^[20]同样认为,较多的合作伙伴增加了发现解决复杂问题的办法,具有丰富资源的联盟伙伴可以通过提供无形资源的方式提高企业获取外部资源的能力及其合法性。因此,本文提出如下假设:

H₁:企业在投资组合网络中建立的网络联结数量越多,企业的技术创新水平越高。

3. 竞争性网络联结与企业技术创新

由于专业所限,风险投资机构的投资领域不会过于广泛,一方面风险投资机构倾向于在某一特定行业不断进行投资,积累投资经验,打造该行业的佼佼者(Baum 和 Silverman,2004)^[21];另一方面风险投资机构为了分散投资风险往往跨行业构建投资组合。鉴于此,企业在投资组合网络中建立的网络联结按照是否跨行业可以被划分为两种,存在于同行业企业之间的竞争性网络联结与存在于非同行业企业之间的非竞争性网络联结。以往研究认为,风险投资促进企业技术创新的重要

理论支撑是风险投资机构不仅擅长在信息不对称时识别具有发展潜力、自身创新绩效较高的企业 (Baum 和 Silverman, 2004)^[21]; 而且具有优秀的指导培养企业技术创新的能力 (Popov 和 Roosenboom, 2012^[22]; Hellmann 和 Puri, 2002^[23])。不同于其他类型的关系网络, 风险投资机构的上述投资特征赋予投资组合网络如下作用机制:

第一, 基于委托代理理论, 投资组合网络中竞争性网络联结的增长加剧了企业与风险投资机构间的委托代理冲突, 不利于投资组合网络信息效应与资源效应的发挥。风险投资机构在投资组合网络中担任信息传递的桥梁, 较连锁董事与连锁股东而言, 风险投资机构除了为企业提供融资以外, 还与企业保持高频率的会面与交流, 为企业提供专业的辅导以及咨询, 与被投资企业建立了强关系。风险投资机构为了追求收益最大化往往需要平衡其为各个竞争企业提供的管理咨询, 甚至牺牲个别企业的利益 (Gifford, 1997^[3]; Kannianen 和 Keuschnigg, 2003^[4])。从委托代理冲突的角度来看, 网络联结数量的增长, 尤其是竞争性网络联结数量的增长, 加剧了风险投资机构在多个竞争性企业之间分配有限管理精力的冲突, 降低了企业获取的来自风险投资机构的价值增值服务 (Kannianen 和 Keuschnigg, 2003)^[4], 不利于企业的技术创新。

第二, 基于竞争性信息泄露假说, 投资组合网络中竞争性网络联结的增长降低了网络成员知识分享的意愿, 不利于投资组合网络信息效应与资源效应的发挥。网络成员的多样性在为企业实施技术创新带来互补性资源 (党兴华等, 2010)^[24]的同时, 还会通过影响网络成员知识分享的意愿来影响网络成员的技术创新。当网络中企业所处行业过于相似时, 所需的知识资源具有高度的可替代性, 使得知识资源在企业间更容易流通和传播。企业创新成果的非排他性虽然有利于提高整个社会的收益率 (Arrow, 1993)^[25], 但关键科技信息通过风险投资机构在同行业企业之间的扩散会使得原企业在行业竞争中失去先机 (Dushnitsky 和 Shaver, 2009)^[5]。在风险资本融资的背景下, 企业的创新知识被转移和窃取的风险尤其严重。由于风险投资机构在企业中获得了广泛的信息以及控制权, 企业在经营管理过程中所积累和掌握的对创新起关键作用的行业讯息、市场风口、政策趋势乃至研发核心知识等, 都可能通过风险投资机构这一信息中介传递到其他同行业企业, 继而被后者所借鉴、学习、模仿 (蔡宁等, 2017)^[17]。以往研究表明, 为了避免关系网络对企业创新的攫取, 企业首先会选择避免与竞争性企业处于同一网络 (Asker 和 Ljungqvist, 2010)^[26]。当企业已处于关系网络中且面临创新转移或攫取的威胁时, 创业者选择减少自身研发努力或与风险投资机构签订次优合同, 进而无法实现最优化企业价值的目标, 最终影响企业的技术创新水平。因此, 竞争性网络联结数量的增长加剧了企业面临的行业竞争以及知识被转移的风险, 不利于企业的技术创新。

综上, 尽管企业在投资组合网络中建立的网络联结数量越多, 越有利于其外部合作伙伴与资源的获取, 但竞争性网络联结数量的增多加剧了企业与风险投资机构间的委托代理冲突、企业面临的行业竞争压力以及知识转移风险, 因此, 本文提出如下假设:

H₂: 企业在投资组合网络中建立的竞争性网络联结数量越多, 企业的技术创新水平越低。

4. 联合投资的调节作用

联合投资作为风险投资机构最常见的投资方式, 一旦形成可以有效制约单个风险投资机构的创新攫取行为, 从而降低企业面临的创新攫取风险。当多个风险投资机构联合行动时, 每个风险投资机构个体都需要平衡个体利益与集体利益之间的冲突, 在做出决策时将不得不考虑辛迪加联盟内其他个体的偏好与反应, Bachmann 和 Schindele (2006)^[27]通过构建模型发现参与联合投资的风险投资机构有动机进行互相监督。联合投资时, 风险投资机构对企业创新知识的攫取只能在所有联合投资成员均参与的情况下进行, 这大大增加了风险投资机构的声誉资本总额, 从而减少其从创新知识攫取中获得的净收益总额。充分的联合投资可以消除企业面临的创新知识被攫取风险, 从而激励企业家付出更多努力, 提高企业创新成功的可能性。温军和冯根福 (2018)^[28]基于中国资本

市场数据验证了联合投资具有与声誉资本一致的调节作用,可以一定程度抑制风险投资机构的价值攫取行为。尽管竞争性网络联结数量的增长加剧了企业与风险投资机构间的委托代理冲突,使企业面临更高的竞争性信息泄露风险,但企业接受的联合投资可以制衡单个风险投资机构的攫取行为,负向调节竞争性网络联结对企业技术创新水平的负向作用,因此,本文提出如下假设:

H₃:联合投资负向调节竞争性网络联结对企业技术创新的负向影响。

三、研究设计

1. 样本选择与数据来源

相较于主板上市公司,中小板与创业板上市公司中风险投资支持上市的比例较高。Fung 等(2007)^[29]针对中国中小企业专利申请现状的统计表明,全国范围内中小企业专利申请数量占比达到了66%,且贡献了技术创新的74%以及新产品的82%,在国家技术创新和经济增长中扮演了重要的角色。基于上述原因,本文以创业板与中小板市场为背景检验风险投资对企业技术创新的影响。本文选取的企业样本为2009—2016年所有在中小板和创业板上市的公司,并按照如下标准进行筛选:(1)遵循Pahnke等(2015)^[16]研究的样本选择原则,仅以接受风险资本投资的企业作为研究样本;(2)金融行业的行业制度与其他行业存在较大差异,因此本文从初始样本中剔除了金融行业样本;(3)剔除数据不完整的公司年样本。最终样本包括551家上市公司,2417个企业年观测值。研究所需企业特征变量数据和专利数据来自国泰安数据库(CSMAR),风险投资数据来自清科私募通数据库(PEDATA),投中数据库(CVsource)和企业上市招股说明书。

为了获得企业上市前风险投资的相关数据,包括风险投资的投资金额、具体进入时间,本文使用上市公司招股说明书进行搜集整理。获得数据过程主要参照吴超鹏等(2012)^[30]的统计过程,最终确定了投资样本企业的风险投资机构919家。随后本文继续使用投中数据库(CVsource)获取以上风险投资机构自2000年起的投资记录,并据此计算样本企业在投资组合网络中建立的网络连接数量。样本的行业分布如表1所示,其中17.96%的样本观测值来自电子设备制造业,16.67%来自设备制造业。来自创业板的观测值在高科技行业占比较高,而来自中小板的观测值在传统行业占比较高。

表1 样本行业分布

行业代码	行业名称	全样本观测值	占比 (%)	创业板观测值	占比 (%)	中小板观测值	占比 (%)
A	农业	31	1.28	13	1.02	18	1.57
B	采矿	26	1.08	12	0.94	14	1.22
C13-16	食品加工制造	91	3.76	9	0.71	82	7.16
C17-19	纺织	26	1.08	4	0.31	22	1.92
C21-24	文娱用品制造	40	1.65	2	0.16	38	3.32
C25-26	石化加工制造	181	7.49	56	4.40	125	10.92
C27	医药制造	141	5.83	99	7.78	42	3.67
C28-29	化纤橡胶塑料制品	55	2.28	25	1.97	30	2.62
C30-33	金属加工	208	8.61	68	5.35	140	12.23
C34-35	设备制造	403	16.67	251	19.73	152	13.28
C36-37	交通运输设备制造	84	3.48	33	2.59	51	4.45
C38	电气机械制造	213	8.81	122	9.59	91	7.95
C39	电子设备制造	434	17.96	232	18.24	202	17.64
C40	仪器仪表制造	73	3.02	68	5.35	5	0.44

续表 1

行业代码	行业名称	全样本观测值	占比 (%)	创业板观测值	占比 (%)	中小板观测值	占比 (%)
C41-43	其他制造	26	1.08	2	0.16	24	2.10
E	建筑	59	2.44	24	1.89	35	3.06
I	信息传输,软件和信息技术服务	234	9.68	178	13.99	56	4.89
M	科学研究和技术服务	26	1.08	22	1.73	4	0.35
D、F、G、L、N、Q、R	其他行业	66	2.73	52	4.09	14	1.22
总计		2417	100.00	1272	100.00	1145	100.00

资料来源:本文整理

2. 变量设定

(1)被解释变量:现有研究多从研发投入和创新产出的角度来衡量企业的技术创新水平,研发投入方面的研究主要采用人均研发支出(Hill和Snell,1988)^[31]和研销比(Graves,1988)^[32]作为衡量指标;创新产出方面的衡量指标主要包括新产品的推出(Kochhar和David,1996)^[33]和专利数量的增加(Lee,2005)^[34]。鉴于研发投入指标容易受到测量误差的干扰,且经常成为管理层盈余操纵的工具,本文从创新产出这一较为客观的衡量维度出发,使用可比性较高的专利申请数量衡量企业的技术创新水平,并以变量 $FPatent_{it}$ 表示。

(2)解释变量:本文构建了网络联结数量变量($Sumtie_{it}$)衡量企业 i 于 t 年在投资组合网络中与其他企业建立联结的数量,使用企业 i 的风险投资股东自2000年到 t 年发生的投资事件构建投资组合网络并据此计算网络联结数量。未上市企业由于行业代码、企业特征以及专利等相关信息不好收集,准确性欠佳,未被包含在本文构建的投资组合中。在此基础上,本文将网络联结按照是否跨行业分为两种,包括竞争性网络联结变量($Itie_{it}$)和非竞争性网络联结变量($NClie_{it}$),将具有相同行业代码的企业定义为同行业,分别衡量企业 i 于 t 年在投资组合网络中与同行业企业建立的联结数量以及与非同行业企业建立的联结数量。本文遵循Pahnke等(2015)^[16]的做法,在原变量加上0.01的基础上进行自然对数转换以降低自变量的右偏。

(3)调节变量:为了研究联合投资这一投资形式对风险资本利用投资组合网络攫取企业创新是否起到干预作用,本文构建虚拟变量联合投资与否($Syndum_{it}$)以及联合投资规模($Syndication_{it}$)衡量企业接受的联合投资程度。如果对企业 i 进行投资的风险投资机构多于1家,则变量 $Syndum_{it}$ 为1,否则为0。变量 $Syndication_{it}$ 衡量对企业 i 进行投资的风险投资机构数量。

(4)控制变量:为了控制企业个体特征、公司治理特征以及风险投资特征对企业技术创新的影响,本文将它们作为控制变量,其中企业个体特征变量包括:企业年龄、企业规模、企业杠杆、企业产权性质、企业研发投入;公司治理特征变量包括:两职合一、董事会规模、董事会独立性、市场化水平;风险投资特征变量包括:风险投资的投资额、位置一致性、注册地虚拟变量、声誉。本文控制变量的定义和说明如表2所示。

表2 控制变量的定义和说明

控制变量类型	变量名称	变量符号	变量说明
企业个体特征变量	企业年龄	$Firmage_{it}$	企业建立时长
	企业规模	$Size_{it}$	营业收入对数化
	企业杠杆	Lev_{it}	资产负债率
	企业产权性质	SOE_{it}	国有产权赋值1,民营产权赋值0
	企业研发投入	$R\&D_{it}$	研发投入对数化

续表 2

控制变量类型	变量名称	变量符号	变量说明
公司治理特征变量	两职合一	$Dual_{it}$	董事会主席与 CEO 同一人为 1, 否则为 0
	董事会规模	$Boardsize_{it}$	董事会成员数量
	董事会独立性	$Independence_{it}$	独立董事占比
	市场化水平	$Marketindex_{it}$	市场化指数
风险投资特征变量	风险投资的投资额	$Investment_{it}$	标准化后的风险投资金额
	位置一致性	$Proximity_{it}$	风险投资机构所在地与企业注册地相同赋值 1, 否则为 0
	注册地北京	$Beijing_{it}$	企业注册地为北京赋值为 1, 否则为 0
	注册地上海	$Shanghai_{it}$	企业注册地为上海赋值为 1, 否则为 0
	注册地广州	$Guangzhou_{it}$	企业注册地为广州赋值为 1, 否则为 0
	注册地深圳	$Shenzhen_{it}$	企业注册地为深圳赋值为 1, 否则为 0
	声誉	$Reputation_{it}$	风险投资前期成功退出的事件数量

资料来源:本文整理

由于本文使用的样本数据跨年度且跨行业,除了上述控制变量外,本文还在实证过程中加入行业和年度的哑变量,控制行业和年度对企业技术创新的影响。

3. 模型构建

(1)投资组合网络联结对企业技术创新的影响:由于被解释变量专利申请数量是计数变量,因此本文在使用线性回归模型的同时辅以两种计数回归模型,即泊松回归模型和负二项式回归模型以获取更为稳健的回归结果。回归模型设定如方程(1)所示,方程(1)中系数 β_1 衡量企业在投资组合网络中建立的网络联结对其技术创新的影响。

$$FPatent_{it} = \alpha_1 + \beta_1 Sumtie_{it} + \beta'X + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

(2)竞争性网络联结对企业技术创新的影响:将方程(1)中的解释变量替换为竞争性网络联结数量 $Itie_{it}$ 后得到方程(2),其中系数 β_1 衡量企业在投资组合网络中建立的竞争性网络联结对其技术创新的影响。

$$FPatent_{it} = \alpha_1 + \beta_1 Itie_{it} (or Tierank_{it} or Itiweight_{it}) + \beta'X + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

(3)联合投资的调节作用:方程(3)在方程(2)的基础上加入竞争性网络联结 $Itie$ 和联合投资与否 $Syndum$ 、联合投资程度 $Syndication$ 的交乘项,系数 β_3 衡量风险投资机构间的联合投资与否以及联合投资程度是否会调节竞争性网络联结对企业技术创新的影响。

$$FPatent_{it} = \alpha_1 + \beta_1 Itie_{it} + \beta_2 Syndication_{it} (or Syndum_{it}) + \beta_3 Itie_{it} \times Syndication_{it} (or Syndum_{it}) + \beta'X + \varepsilon_{it} \quad (3)$$

四、实证检验与分析

1. 变量描述性统计分析

如表 3 所示,我国 2009—2016 年风险投资支持的中小板与创业板企业的专利申请数量均值为 22.903,其中发明专利申请均值为 4.248,实用新型专利和外观设计专利申请之和均值为 18.388。创新程度不同的专利具有不同的行业分布特征,其中发明专利主要集中在电子设备制造业和信息传输服务业,而实用新型专利以及外观设计专利主要集中在医药制造业、金属加工业、文娱用品加工业和木材加工家具制造业。样本企业建立的竞争性网络联结数量均值为 0.404,最大值为 8,峰度超过 3。经过对数化处理后变量 $Itie$ 的峰度降低到 1.360,右偏现象得到了缓解。在样本企业

中,风险投资机构的联合投资现象较为普遍,60.2%的样本企业在接受风险投资的过程中涉及联合投资。注册地虚拟变量的统计结果表明2009—2016年接近33%的风险投资行为集中发生在北上广深四个城市,在经济发达地区聚集分布。此外,变量 $Proximity_i$ 的均值为0.48,意味着风险投资机构更倾向于选择地理位置接近的企业作为其投资目标。全要素生产率增长率均值为4.778,与杨汝岱(2015)^[35]计算得出的3.83相比略高,主要因为本文使用的样本多为成长性较高的创业板和中小板企业。主要变量之间的相关系数如表3中最右列所示。

表3 变量描述统计

变量名称	变量符号	观测值	均值	最小值	最大值	标准差	$FPatent$ 相关系数
技术创新水平	$FPatent$	2417	22.903	0.000	188.000	32.522	1
突破式技术创新水平	$FPatent1$	2417	4.248	0.000	63.000	8.939	0.283***
渐进式技术创新水平	$FPatent2$	2417	18.388	0.000	168.000	27.982	0.708***
风险投资额	$Investment$	2417	0.113	-0.670	7.684	0.760	0.093***
网络联结	$Sumtie$	2417	-0.374	-4.605	3.829	2.991	0.058***
竞争性网络联结	$Itie$	2417	-3.465	-4.605	2.081	2.125	-0.021
行业排序竞争性网络联结	$Itierank$	2417	2.888	0.000	4.727	1.048	-0.049**
加权竞争性网络联结	$Itieweight$	2417	-1.995	-4.605	0.233	1.895	-0.010
企业年龄	$Firmage$	2417	11.860	1.008	28.485	4.875	0.006
企业规模	$Size$	2417	20.535	17.894	24.026	0.982	0.298***
企业杠杆	Lev	2417	0.291	0.008	0.886	0.164	0.198***
企业产权性质	SOE	2417	0.060	0.000	1.000	0.238	-0.005
企业研发投入	$R\&D$	2417	16.465	0.000	21.344	4.014	0.114***
两权合一	$Dual$	2417	0.455	0.000	1.000	0.498	-0.015
企业董事会规模	$Boardsize$	2417	8.336	4.000	15.000	1.390	-0.022
董事会独立性	$Independence$	2417	0.370	0.200	0.600	0.048	0.011
市场化水平	$Marketindex$	2417	8.368	0.000	10.863	1.554	0.081***
位置一致性	$Proximity$	2417	0.480	0.000	1.000	0.500	0.038*
联合投资规模	$Syndication$	2417	2.190	1.000	19.000	1.580	0.002
联合投资与否	$Syndum$	2417	0.602	0.000	1.000	0.490	0.003
声誉	$Reputation$	2417	53.246	0.000	394.000	77.532	0.089***
注册地北京	$Beijing$	2417	0.119	0.000	1.000	0.324	-0.058***
注册地上海	$Shanghai$	2417	0.048	0.000	1.000	0.213	-0.008
注册地广州	$Guangzhou$	2417	0.041	0.000	1.000	0.197	0.023
注册地深圳	$Shenzhen$	2417	0.122	0.000	1.000	0.327	0.093***
非竞争性网络联结	$NCltie$	2417	-0.461	-4.605	3.829	2.973	0.050**
行业排序非竞争性网络联结	$NCltierank$	2417	2.907	0.000	4.732	1.157	0.066***
加权非竞争性网络联结	$NCltieweight$	2417	-1.341	-4.605	0.278	2.215	0.052**
全要素生产率的增长	$TFPg$	1851	4.778	3.564	7.140	0.332	0.050**

注:***、**、*分别表示在1%、5%、10%水平下显著

资料来源:本文整理

2. 投资组合网络联结对企业技术创新的影响

在研究投资组合网络联结对企业技术创新的影响时,本文同时使用了最小二乘回归模型

(OLS)、泊松回归模型(Poisson)和负二项式回归模型(Nbreg)对方程(1)进行了检验,实证结果如表4所示。模型1~模型3中检验了控制变量对企业技术创新的影响。尽管风险投资机构倾向于选择地理位置接近的企业作为投资标的,但地理位置的一致性对企业技术创新水平则没有显著提升,如表4中变量*Proximity*的系数所示。企业性质变量*SOE*的系数在模型1~模型9中均为负,且在模型1和模型7中显著。本样本中国企业较民营企业的技术创新水平相对较低。风险投资机构的声誉变量*Reputation*在OLS回归和Poisson回归中均与企业技术创新水平显著正相关,风险投资机构在行业中建立的声誉有益于被投资企业技术创新水平的提升。此外,随着企业规模的增长,负债率的降低、董事会独立性的提升以及研发投入的增长,其技术创新水平都会得到显著提升。

表4 网络联结对企业技术创新的影响

被解释变量	<i>F</i> Patent	<i>F</i> Patent	<i>F</i> Patent	<i>F</i> Patent	<i>F</i> Patent	<i>F</i> Patent	<i>F</i> Patent	<i>F</i> Patent	<i>F</i> Patent
回归方法	OLS	Poisson	Nbreg	OLS	Poisson	Nbreg	OLS	Poisson	Nbreg
模型序号	模型1	模型2	模型3	模型4	模型5	模型6	模型7	模型8	模型9
<i>Sumtie</i>				0.851*** (0.212)	0.043*** (0.012)	0.019** (0.009)			
<i>Itie</i>							-1.069*** (0.376)	-0.039*** (0.015)	-0.062*** (0.015)
<i>NCLtie</i>							0.492 (0.314)	0.032** (0.013)	0.027** (0.011)
<i>Proximity</i>	-1.460 (1.424)	-0.084 (0.067)	-0.020 (0.066)	-1.691 (1.429)	-0.110 (0.067)	-0.020 (0.065)	-1.433 (1.418)	-0.089 (0.067)	-0.026 (0.066)
<i>SOE</i>	-4.712* (2.779)	-0.075 (0.105)	-0.171 (0.106)	-4.373 (2.765)	-0.079 (0.104)	-0.169 (0.105)	-4.913* (2.826)	-0.064 (0.103)	-0.202* (0.104)
<i>Reputation</i>	0.054* (0.032)	0.002*** (0.001)	-0.001 (0.000)	0.045 (0.032)	0.001** (0.001)	-0.001** (0.000)	0.057* (0.033)	0.002*** (0.001)	-0.000 (0.000)
<i>Size</i>	16.435*** (2.678)	0.728*** (0.057)	0.684*** (0.043)	16.491*** (2.677)	0.729*** (0.056)	0.679*** (0.043)	16.497*** (2.689)	0.726*** (0.057)	0.681*** (0.043)
<i>Leverage</i>	-3.439 (4.958)	-0.422** (0.215)	-0.204 (0.235)	-3.587 (4.959)	-0.429** (0.213)	-0.180 (0.236)	-3.075 (4.936)	-0.387* (0.212)	-0.159 (0.235)
<i>Independence</i>	2.449 (22.238)	0.339 (0.854)	1.457* (0.744)	5.761 (22.236)	0.601 (0.840)	1.444** (0.737)	5.802 (22.362)	0.576 (0.852)	1.579** (0.743)
<i>R&D</i>	0.360 (0.335)	0.015 (0.022)	0.023** (0.010)	0.350 (0.335)	0.016 (0.021)	0.021** (0.010)	0.341 (0.335)	0.013 (0.022)	0.021** (0.010)
_cons	-340.220*** (56.037)	-16.768*** (1.277)	-16.850*** (1.003)	-342.348*** (56.081)	-16.912*** (1.275)	-16.677*** (0.992)	-348.348*** (55.845)	-17.025*** (1.310)	-17.095*** (1.018)
N	2417	2417	2417	2417	2417	2417	2417	2417	2417
调整R ² /伪R ²	0.151	0.387	0.062	0.153	0.393	0.062	0.152	0.391	0.063

注:上表列示了方程(1)和方程(2)的回归结果;***、**、*分别表示在1%、5%、10%水平下显著;括号里面是对应系数的标准差;篇幅所限,仅列出关键解释变量和部分控制变量的回归结果,其余控制变量的回归结果备索

资料来源:本文整理

模型4~模型6检验了企业在投资组合网络中建立的网络联结总数对其技术创新水平的影响。变量*Sumtie*的系数均显著为正,企业在投资组合网络中建立的网络联结增加1会导致总专利数量增加0.851,如模型4所示。模型5和模型6中变量*Sumtie*的系数依然显著,其中负二项式回归中系数的经济含义可以被解释为网络联结数量增加1%会导致企业专利授予数量平均增加1.89%。由此,本文发现在不区分企业建立的网络联结是否跨行业时,网络联结的增长带来了网络内资源与信息的丰富,从而有利于企业技术创新水平的提升,假设H₁基本得到验证。

3. 竞争性网络联结对企业技术创新的影响

考虑到网络联结数量增长可能为企业带来的委托代理冲突加剧以及竞争性信息泄露,表 4 的模型 7 ~ 模型 9 应用方程(2)检验了竞争性网络联结以及非竞争性网络联结对企业技术创新的影响。模型 7 中,竞争性网络联结(*Itie*)的系数在 1% 的显著性水平下负向显著,竞争性网络联结增加 1 会导致专利申请数量减少 1.069。模型 8 和模型 9 中竞争性网络联结对企业技术创新的负向影响依然在 1% 的显著性水平下显著,模型 9 中系数的经济含义可以被解释为竞争性网络联结增加 1% 会导致企业专利申请数量平均减少 5.98%,与本文的假设 H_2 相一致。与此同时,本文发现非竞争性网络联结的增长则对企业技术创新产生了完全相反的影响,变量 *NCltie* 的系数显著为正。在分离了竞争性威胁可能会给网络内企业创新带来的影响后,非竞争性网络联结的增长有助于企业技术创新水平的提升,与网络联结总数量的作用保持一致。上述结果从反面印证了投资组合网络内企业所面临的竞争威胁会降低投资组合网络能够带给企业的资源效应、信息效应,从而削弱企业的技术创新。假设 H_2 进一步得到了验证。

4. 联合投资的调节作用

在验证了竞争性网络联结会削弱投资组合网络的资源效应、信息效应,从而损害企业的技术创新以后,表 5 使用方程(3)检验了风险投资机构的联合投资行为是否可以制衡单个风险投资机构的创新攫取行为,从而降低竞争性网络联结带来的委托代理风险以及信息泄露风险。在模型 1 ~ 模型 6 中竞争性网络联结变量 *Itie* 的系数均显著为负,与表 4 保持一致。交互项 *Syndum* × *Itie* 或 *Syndication* × *Itie* 的系数均为正,且在模型 1、模型 2、模型 5 和模型 6 中显著。同时接受多个风险投资机构投资的企业较仅接受一个风险投资机构投资的企业而言,技术创新受到的来自竞争性网络联结的负向作用得到了显著减弱,风险投资机构的联合投资行为可以显著抑制个体风险投资机构的创新知识转移行为。模型 4 ~ 模型 6 使用联合投资规模变量进行了进一步检验,得到了一致的研究结论。随着联合投资规模的扩大,联合投资缓解竞争性网络联结负向影响的作用增强。由此,假设 H_3 基本得到了验证。

表 5 联合投资对竞争性网络联结负向影响的调节作用

被解释变量	<i>FPatent</i>	<i>FPatent</i>	<i>FPatent</i>	<i>FPatent</i>	<i>FPatent</i>	<i>FPatent</i>
回归方法	OLS	Poisson	Nbreg	OLS	Poisson	Nbreg
模型序号	模型 1	模型 2	模型 3	模型 4	模型 5	模型 6
<i>Itie</i>	-2.218 *** (0.624)	-0.089 *** (0.026)	-0.081 *** (0.025)	-1.724 *** (0.639)	-0.091 *** (0.027)	-0.111 *** (0.023)
<i>Syndum</i>	2.564 (3.278)	0.029 (0.123)	-0.136 (0.125)			
<i>Itie</i> × <i>Syndum</i>	1.737 * (0.919)	0.068 ** (0.030)	0.030 (0.029)			
<i>Syndication</i>				-1.606 (1.259)	-0.027 (0.036)	0.016 (0.023)
<i>Itie</i> × <i>Syndication</i>				0.286 (0.219)	0.021 ** (0.009)	0.022 *** (0.007)
<i>NCltie</i>	0.480 (0.311)	0.031 ** (0.013)	0.025 ** (0.011)	0.393 (0.332)	0.027 ** (0.013)	0.025 ** (0.011)
N	2417	2417	2417	2417	2417	2417
调整 R ² /伪 R ²	0.154	0.396	0.064	0.155	0.397	0.063

注:上表列示了方程(3)的回归结果;***、**、* 分别表示在 1%、5%、10% 水平下显著;括号里面是对应系数的标准差;篇幅有限,仅列出关键解释变量的回归结果,控制变量的回归结果备索

资料来源:本文整理

5. 进一步的讨论

(1) 市场容量对投资组合网络作用机制的影响。投资组合网络中某一特定行业内竞争性网络联结数量的分布会受到市场容量的影响以及限制。为了尽量排除市场容量可能会对投资组合网络作用机制产生的干扰,同时提高本文研究结论跨行业的可比性,本文构建了竞争性网络联结行业内排序变量 ($Itierank$) 替换竞争性网络联结绝对数量 ($Itie$) 进行检验,检验结果如表 6 中模型 1 ~ 模型 3 所示, $Itierank$ 系数的方向与显著性均与表 4 中变量 $Itie$ 的系数保持一致。意味着行业市场容量不会改变投资组合网络对企业技术创新的基本影响。企业在所处行业内建立的竞争性网络联结数量排名提高 1,则专利申请数量减少 2.976;排名提高 1%,则专利申请数量降低 15.89%。对比表 6 中 $Itierank$ 和表 4 中 $Itie$ 的系数,本文发现排除了行业市场容量干扰后竞争性网络联结对企业技术创新的损害作用更强。

表 6 竞争性网络联结对企业技术创新的影响

被解释变量	$FPatent$	$FPatent$	$FPatent$	$FPatent$	$FPatent$	$FPatent$
回归方法	OLS	Poisson	Nbreg	OLS	Poisson	Nbreg
模型序号	模型 1	模型 2	模型 3	模型 4	模型 5	模型 6
$Itierank$	-2.976 (2.009)	-0.136* (0.077)	-0.173** (0.073)			
$NCItierank$	4.348*** (1.573)	0.267*** (0.068)	0.238*** (0.059)			
$Itieweight$				-4.397*** (1.006)	-0.137*** (0.039)	-0.149*** (0.043)
$NCItieweight$				3.896*** (0.870)	0.144*** (0.036)	0.141*** (0.036)
N	2417	2417	2417	2417	2417	2417
调整 R^2 /伪 R^2	0.152	0.395	0.063	0.155	0.394	0.063

注:上表列示了方程(2)中主要解释变量的回归结果;***、**、* 分别表示在 1%、5%、10% 水平下显著;括号里面是对应系数的标准差;控制变量的回归结果备案

资料来源:本文整理

(2) 网络联结强度对投资组合网络作用机制的影响。投资组合规模会影响风险投资机构分配给每个企业的关注度和注意力,从而影响企业以风险投资机构为信息中介建立的竞争性网络联结强度。强联结更有助于网络资源效应的发挥,而弱联结则有助于网络信息效应的发挥。考虑到网络联结强度的差异及其可能对研究结果造成的干扰,本文使用投资组合规模的倒数作为权重并假设竞争性网络联结强度随网络规模的增大而减小,在此基础上构建了竞争性网络联结的权重变量 ($Itieweight_u$),检验结果如表 6 中的模型 4 ~ 模型 6 所示。变量 $Itieweight$ 系数的方向与显著性仍然与表 4 中变量 $Itie$ 的系数保持一致,据此本文认为网络联结强度不会改变竞争性网络联结对企业技术创新的基本影响,与此同时,变量 $Itieweight$ 系数略大于变量 $Itie$ 的系数,在考虑了网络联结强度的情况下,竞争性网络联结的加权数量的增长对企业技术创新的损害作用更强。

(3) 竞争性网络联结对异质技术创新的影响。企业的技术创新活动根据其创新程度的不同,存在一定的异质性。当企业进行的创新活动仅涉及对现有产品和技术改造时,创新程度较低,现有研究将其称为渐进式创新;而当企业的创新活动突破了现有技术,并由此导致全新的产品和服务

时,创新程度较高,现有研究将其称为突破式创新(Henderson 和 Clark,1990)^[36]。企业突破式创新对主营业务非常关键,一定程度上可以决定企业在行业中的核心竞争力,因此企业对该类创新的保护意识较强,提高了该类创新相关知识的转移成本。企业为了获得竞争优势往往选择将创新知识植入其内部人员的交互以加强知识的专有性,植入性越强,越难以被其他企业复制、利用和吸收(Argote 和 Ingram,2000)^[37]。基于此,本文进一步检验投资组合网络对企业异质创新的影响,以期获得更加全面的研究结论。本文借鉴钟昌标等(2014)^[38]以及邹双和成力为(2017)^[39]的研究,结合发明专利、实用新型专利和外观设计专利所体现的创新程度不同,以企业*i*在*t*年申请的发明专利数量*Fpatent1_{it}*衡量突破式创新水平,以企业*i*在*t*年申请的实用新型专利以及外观设计专利总量*Fpatent2_{it}*衡量渐进式创新水平,主要解释变量的检验结果如表7所示。对比模型1和模型2可以发现,竞争性网络联结的增长对创新程度较低的渐进式技术创新产生的负向影响更为显著。模型3和模型4使用负二项式回归得到了一致的检验结果,竞争性网络联结数量增长1%会导致企业的突破式创新水平降低5.68%,而渐进式创新水平降低11.32%。本文进一步使用似不相关回归对组间系数差异进行了检验,其中Group1以突破式创新为产出,而Group2以渐进式创新为产出。Group1和Group2之间变量*Itie*的系数分别在10%和5%的显著性水平下拒绝组间系数相等的原假设,意味着竞争性网络联结(*Itie_{it}*)对渐进式技术创新水平(*Fpatent2_{it}*)的负向影响显著强于其对突破式技术创新水平(*Fpatent1_{it}*)的影响。考虑到行业市场容量对竞争性间接关联数量的影响,表7继续检验了竞争性网络联结行业排序变量的组间系数差异,与变量*Itie*的组间系数差异检验结果保持一致。

表 7 竞争性网络联结对企业异质技术创新的影响

被解释变量	<i>Fpatent1</i>	<i>Fpatent2</i>	组间系数差异检验	<i>Fpatent1</i>	<i>Fpatent2</i>	组间系数差异检验
回归方法	Poisson	Poisson	Group1 vs Group2	Nbreg	Nbreg	Group1 vs Group2
模型序号	模型 1	模型 2	P 值	模型 3	模型 4	P 值
<i>Itie</i>	-0.035** (0.016)	-0.106*** (0.029)	0.029	-0.059*** (0.016)	-0.120*** (0.028)	0.060
<i>Itierank</i>	-0.044*** (0.012)	-0.690*** (0.029)	0.000	-0.085 (0.063)	-0.045*** (0.155)	0.023
N	2417	2417		2417	2417	
伪 R ²	0.360	0.231		0.054	0.039	

注:上表中模型1~模型4列示了将方程(2)中的被解释变量替换为*Fpatent1*和*Fpatent2*后主要解释变量的回归结果;***、**、*分别表示在1%、5%、10%水平下显著;括号里面是对应系数的标准差;组间系数差异检验列示了变量*Itie*和变量*Itierank*在两种回归方式下组间系数差异检验的p值;控制变量的回归结果备索

资料来源:本文整理

6. 稳健性检验

(1)使用其他变量衡量企业技术创新。前文使用的专利申请数量指标主要从创新产出的维度衡量了企业的技术创新,为了完善对企业技术创新的衡量,提高研究结论的稳健性,本文将方程(2)的被解释变量替换为研发投入(*R&D_{it}*)、研发投入产出比(*Fpatent_{it}/R&D_{it}*),全要素生产率的增长(*TFPg_{it}*),分别从创新投入、创新投入产出比、创新应用的维度分别衡量企业的技术创新水平。其中全要素生产率的增长这一变量的选取基于 Hirukawa 和 Ueda(2011)^[40]的研究,相较于专利申请数量而言,全要素生产率的增长来源于企业已经采用的新技术创新,可以一定程度上降低风险投资与企业创新之间的内生性。本文采用 Olley 和 Pakes(1996)^[41]提出的生产函数系数估计模型控

制同时性偏差和选择偏差问题,对全要素生产率进行估计。

实证结果如表 8 所示,模型 1 ~ 模型 3 中竞争性网络联结变量($Itie_{it}$)的系数均负向且在模型 2 和模型 3 中显著。与之相对的非竞争性网络联结变量($NCltie_{it}$)则在模型 1 ~ 模型 3 中均为正向且在模型 2 和模型 3 中显著。上述结果表明,当本文使用创新投入产出比以及创新应用衡量企业的技术创新水平时,竞争性网络联结数量的增长均会对企业的技术创新造成显著负向影响,与假设 H_2 保持一致。然而当本文使用创新投入衡量企业技术创新水平时,则无法得到显著一致的结论,主要原因可能包括:一是仅使用研发投入衡量企业的创新投入具有一定的局限性,企业的创新过程不仅需要资金支持,更依赖人力资源的积累以及知识资源的投入等。而竞争性网络联结对企业技术创新的负向影响更多源自对创新相关无形资源的转移及攫取,因此,模型 1 中变量 $Itie_{it}$ 的系数不显著。二是上述结果可以理解为投资组合网络的创新机制主要在于改善企业对研发投入的转化以及应用,而非提高企业的研发投入。

表 8 稳健性检验 1

被解释变量	<i>R&D</i>	<i>FPatent/R&D</i>	<i>TFPg</i>
	模型 1	模型 2	模型 3
<i>Itie</i>	-0.064 (0.044)	-0.063 *** (0.021)	-0.008 ** (0.004)
<i>NCltie</i>	0.033 (0.028)	0.030 * (0.017)	0.008 *** (0.003)
N	2417	2288	1851
调整 R^2	0.221	0.149	0.306

注:上表列示了将方程(2)中被解释变量替换为变量 $R\&D$ 、 $FPateng/R\&D$ 、 TFP 后主要解释变量回归结果;***、**、* 分别表示在 1%、5%、10% 水平下显著;括号里面是对应系数的标准差;控制变量的回归结果备索

资料来源:本文整理

(2)内生性检验。本文主要存在的内生问题是风险投资机构的投资风格不同,有的风险投资机构倾向于对分散的行业进行投资,有的则倾向于在特定行业集中投资。这一投资风格在影响竞争性网络联结数量的同时有可能会对被投资企业的创新带来无法观测的影响。因此本文首先利用 PSM(propensity score matching)的方法首先计算企业被选入不同类型的投资组合的概率。本文选取 2009 年以后在中小板或创业板上市且接受风险投资持股的企业作为总样本,将其分成了处理组和对照组,处理组中的企业被倾向于集中行业投资的风险投资机构选中,在进入投资组合前该组合中至少已经存在一个同行业企业。其余企业则作为控制组样本。匹配过程基于时间、企业所处行业、企业所在区域、接受风投之前的专利申请情况、企业规模、收入增长率,使用最近邻一对一匹配,总共选出了 110 家处理组和控制组上市公司。挑选出的处理组和控制组上市公司除了位于投资风格不同的风险投资网络内,其余的创新情况和公司特征类似。匹配后本文使用倍差法(DID)区分如下三种影响:风险投资介入企业后对企业技术创新的影响,行业集中度高的投资组合网络环境对企业创新的影响以及竞争性网络联结对企业创新的影响。回归结果如表 9 所示, $Treated$ 变量在模型 1 ~ 模型 3 中均为正且在模型 1 中显著,行业集中度高的投资组合环境可以显著提高企业的技术创新。变量 $Post$ 的系数在模型 1 ~ 模型 3 中显著为正,因此风险投资介入企业后会给企业的技术创新带来显著正向影响。交互项 $Interaction$ 的系数在模型 1 ~ 模型 3 中均显著为负,即在分离了风险投资介入和其投资风格的影响后,竞争性网络联结的提高依然会给企业的技术创新造成显著负向影响,假设 H_2 在考虑内生性的情况下依然成立。

表 9 稳健性检验 2

被解释变量	<i>F</i> Patent	<i>F</i> Patent1	<i>F</i> Patent2
	模型 1	模型 2	模型 3
<i>Treated</i>	0.2454* (1.84)	0.0249 (1.50)	0.1640 (1.50)
<i>Post</i>	18.1858*** (8.39)	3.8115*** (6.49)	11.5464*** (6.66)
<i>Interaction</i>	-6.1539*** (-2.59)	-1.5502** (-2.50)	-3.5467* (-1.90)
_cons	1.5568*** (2.86)	0.1815*** (2.88)	0.9615** (2.18)
N	944	944	944
R ²	0.0359	0.0272	0.0226

注:括号里面是对应系数的 t 统计值;***、**、* 分别表示在 1%、5%、10% 水平下显著;控制变量的回归结果备索资料来源:本文整理

五、研究结论与启示

1. 研究结论

通过上文的理论分析和实证检验,本文发现以风险投资机构为信息桥建立的投资组合网络通过网络的信息效应和资源效应为网络内企业提供了有益于技术创新的网络环境,企业的技术创新水平随着其建立的网络联结数量的增长而得到了显著提升。风险投资机构善于筛选具有创新潜力初创企业的投资特征赋予该网络丰富的创新资源属性,一方面为企业实施技术创新带来互补性资源;另一方面通过影响企业知识分享意愿来影响企业的技术创新。在将网络联结划分为竞争性网络联结以及非竞争性网络联结后,本文发现投资组合网络内企业所面临的竞争威胁会降低投资组合网络能够带给企业的资源效应、信息效应,从而削弱企业的技术创新,企业在投资组合网络中感知到的竞争威胁主要通过竞争性网络联结传导。与此同时,尽管竞争性网络联结数量的增长加剧了企业与风险投资机构间的委托代理冲突,使企业面临更高的来自风险投资机构的创新知识攫取风险,但企业接受的联合投资可以制衡单个风险投资机构的攫取行为,减弱竞争性网络联结对企业技术创新水平的负向影响。随着联合投资规模的扩大,联合投资行为对竞争性信息泄露的抑制作用越强。

进一步的分析及稳健性检验表明,在考虑了风险投资机构投资风格内生的情况下,竞争性网络联结依然会削弱企业的技术创新。考虑到行业的市场容量以及网络联结强度可能会对研究结论带来的干扰,本文构建了网络联结的行业排序变量和加权变量并得到了一致的研究结论。此外,考虑到企业技术创新活动具有异质性,为了更加全面地刻画投资组合网络对企业技术创新的作用效果及影响机制,本文根据企业创新活动的创新程度将其划分为渐进式创新和突破式创新。研究结果表明,投资组合网络内通过竞争性网络联结传导的竞争性信息泄露会导致企业的渐进式创新活动受到更多负面影响,而突破式创新由于其转移成本较高、难以被其他企业直接吸收利用而较少受到竞争性信息泄露的负面影响。除了使用专利申请数量这一经典创新产出指标衡量企业的技术创新水平,本文还分别使用创新投入、创新投入产出比以及创新应用三个维度衡量企业的技术创新,发现投资组合网络中网络联结的创新机制主要体现在改善企业对研发投入的转化以及应用上。

2. 研究启示

基于本文的研究结论,想要改善中小企业的技术创新,首先需要充分发挥投资组合网络的信息效

应与资源效应,从政府层面鼓励风险投资机构搭建投资组合内部交流平台。中国的风险投资机构主要集中在北京、上海、广东、深圳等经济发达地区,形成的风险投资网络具有一定的集群效应。由于地区经济的发达程度与市场管理制度的灵活程度会影响风险投资机构的自发聚集,因此,在经济欠发达地区,政府需要通过发挥公共资源投入的引导、示范和信号传递等作用引导风险投资的进入以及投资组合的构建以推动本地企业的创新和发展。另外,由于风险投资机构的网络化以及网络中心的建立并非一蹴而就,因此,还需要中央政府制定积极的税收优惠政策等引导和鼓励风险投资进行多样化投资。

此外,监管层在充分发挥投资组合网络改善企业创新的积极作用的同时还需要正视网络内存在的竞争性信息泄露风险。结合本研究对联合投资调节作用的检验以及创新活动异质性的分析,监管层首先应鼓励联合投资活动,引导其发挥相互制衡与监督的正面作用,以缓解投资组合网络内竞争性信息泄露带来的创新损害。其次,监管层还需进一步完善知识产权保护的立法,保障企业的渐进式技术创新。

从企业的层面来看,首先,企业应重视投资组合网络的构建,充分利用投资组合网络的资源属性提高自身技术创新。企业被纳入投资组合后,应借助该平台主动建立企业间联系,交换信息与资源,一方面实现资源互补;另一方面通过建立丰富网络联系占据网络核心位置,利用网络的信息效应有效缓解与外部资本市场的信息不对称。其次,企业在确认接受风险投资机构的投资前,应在了解风险投资机构价值增值能力的前提下充分考虑其所构建的投资组合现状、网络成员的行业构成以及网络成员的技术创新水平。在竞争性信息泄露风险较高的投资组合网络内事先强化自身的知识产权保护意识,有助于企业降低竞争性网络联结可能带来的创新损害。

参考文献

- [1] Mizuchi, M. S. What do Interlocks Do? An Analysis, Critique, and Assessment of Research on Interlocking Directorates[J]. *Annual Review of Sociology*, 1996, 22, (1): 271 - 298.
- [2] 黄灿,李善民. 股东关系网络、信息优势与企业绩效[J]. 天津:南开管理评论, 2019, (2): 75 - 88, 127.
- [3] Gifford, S. Limited Attention and the Role of the Venture Capitalist[J]. *Journal of Business Venturing*, 1997, 12, (6): 459 - 482.
- [4] Kannianen, V., and C. Keuschnigg. The Optimal Portfolio of Start-Up Firms in Venture Capital Finance[J]. *Journal of Corporate Finance*, 2003, 9, (5): 521 - 534.
- [5] Dushnitsky, G., and J. M. Shaver. Limitations to Interorganizational Knowledge Acquisition: The Paradox of Corporate Venture Capital[J]. *Strategic Management Journal*, 2009, 30, (10): 1045 - 1064.
- [6] Hochberg, Y. V., A. Ljungqvist, and Y. Lu. Whom You Know Matters: Venture Capital Networks and Investment Performance[J]. *The Journal of Finance*, 2007, 62, (1): 251 - 301.
- [7] 李维安, 齐鲁骏, 丁振松. 兼听则明, 偏信则暗——基金网络对公司投资效率的信息效应[J]. 北京: 经济管理, 2017, (10): 44 - 61.
- [8] 郭白滢, 李瑾. 机构投资者信息共享与股价崩盘风险——基于社会关系网络的分析[J]. 北京: 经济管理, 2019, (7): 171 - 189.
- [9] Nicholson, G. J., M. Alexander, and G. C. Kiel. Defining the Social Capital of the Board of Directors: An Exploratory Study[J]. *Journal of Management & Organization*, 2004, 10, (1): 54 - 72.
- [10] Haunschild, P. R., and C. M. Beckman. When do Interlocks Matter? Alternate Sources of Information and Interlock Influence[J]. *Administrative Science Quarterly*, 1998, 43, (4): 815 - 844.
- [11] Bizjak, J., M. Lemmon, and R. Whitby. Option Backdating and Board Interlocks[J]. *The Review of Financial Studies*, 2009, 22, (11): 4821 - 4847.
- [12] Gulati, R. Network Location and Learning: The Influence of Network Resources and Firm Capabilities on Alliance Formation[J]. *Strategic Management Journal*, 1999, 20, (5): 397 - 420.
- [13] Ahuja, G., and R. Katila. Technological Acquisitions and the Innovation Performance of Acquiring Firms: A Longitudinal Study[J]. *Strategic Management Journal*, 2001, 22, (3): 197 - 220.
- [14] Lindsey, L. Blurring Firm Boundaries: The Role of Venture Capital in Strategic Alliances[J]. *The Journal of Finance*, 2008, 63, (3): 1137 - 1168.

- [15] Wang, H., R. J. Wuebker, S. Han, et al. Strategic Alliances by Venture Capital Backed Firms: An Empirical Examination [J]. *Small Business Economics*, 2012, 38, (2): 179 – 196.
- [16] Pahnke, E. C., R. McDonald, D. Wang, et al. Exposed: Venture Capital, Competitor Ties, and Entrepreneurial Innovation [J]. *Academy of Management Journal*, 2015, 58, (5): 1334 – 1360.
- [17] 蔡宁, 邓小路, 程亦沁. 风险投资网络具有“传染”效应吗——基于上市公司超薪酬的研究 [J]. *天津: 南开管理评论*, 2017, (2): 17 – 31.
- [18] Granovetter, M. Economic Action and Social Structure: The Problem of Embeddedness [J]. *American Journal of Sociology*, 1985, 91, (3): 481 – 510.
- [19] Becker, W., and J. Dietz. R&D Cooperation and Innovation Activities of Firms—Evidence for the German Manufacturing Industry [J]. *Research Policy*, 2004, 33, (2): 209 – 223.
- [20] Freel, M., and J. P. De Jong. Market Novelty, Competence-Seeking and Innovation Networking [J]. *Technovation*, 2009, 29, (12): 873 – 884.
- [21] Baum, J. A., and B. S. Silverman. Picking Winners or Building Them? Alliance, Intellectual, and Human Capital as Selection Criteria in Venture Financing and Performance of Biotechnology Startups [J]. *Journal of Business Venturing*, 2004, 19, (3): 411 – 436.
- [22] Popov, A., and P. Roosenboom. Venture Capital and Patented Innovation: Evidence from Europe [J]. *Economic Policy*, 2012, 27, (71): 447 – 482.
- [23] Hellmann, T., and M. Puri. Venture Capital and the Professionalization of Start - Up Firms: Empirical Evidence [J]. *The Journal of Finance*, 2002, 57, (1): 169 – 197.
- [24] 党兴华, 李雅丽, 张巍. 资源异质性对企业核心性形成的影响研究——基于技术创新网络的分析 [J]. *北京: 科学学研究*, 2010, (2): 299 – 306.
- [25] Arrow, K. J. Innovation in Large and Small Firms [J]. *The Journal of Entrepreneurial Finance*, 1993, 2, (2): 111 – 124.
- [26] Asker, J., and A. Ljungqvist. Competition and the Structure of Vertical Relationships in Capital Markets [J]. *Journal of Political Economy*, 2010, 118, (3): 599 – 647.
- [27] Bachmann, R., and I. Schindele. Theft and Syndication in Venture Capital Finance [R]. Working Paper, 2006.
- [28] 温军, 冯根福. 风险投资与企业创新: “增值”与“攫取”的权衡视角 [J]. *北京: 经济研究*, 2018, (2): 185 – 199.
- [29] Fung, H. g., Q. Liu, and J. Yau. Financing Alternatives for Chinese Small and Medium Enterprises: The Case for a Small and Medium Enterprise Stock Market [J]. *China & World Economy*, 2007, 15, (1): 26 – 42.
- [30] 吴超鹏, 吴世农, 程静雅, 王璐. 风险投资对上市公司投融资行为影响的实证研究 [J]. *北京: 经济研究*, 2012, (1): 105 – 119, 60.
- [31] Hill, C. W., and S. A. Snell. External Control, Corporate Strategy, and Firm Performance in Research - Intensive Industries [J]. *Strategic Management Journal*, 1988, 9, (6): 577 – 590.
- [32] Graves, S. B. Institutional Ownership and Corporate R&D in the Computer Industry [J]. *Academy of Management Journal*, 1988, 31, (2): 417 – 428.
- [33] Kochhar, R., and P. David. Institutional Investors and Firm Innovation: A Test of Competing Hypotheses [J]. *Strategic Management Journal*, 1996, 17, (1): 73 – 84.
- [34] Lee, P. M. A Comparison of Ownership Structures and Innovations of US and Japanese Firms [J]. *Managerial and Decision Economics*, 2005, 26, (1): 39 – 50.
- [35] 杨汝岱. 中国制造业企业全要素生产率研究 [J]. *北京: 经济研究*, 2015, (2): 61 – 74.
- [36] Henderson, R., and K. B. Clark. Architectural Innovation: The Reconfiguration of Existing Product Technologies and the Failure of Established Firms [J]. *Administrative Science Quarterly*, 1990, 35, (1): 9 – 30.
- [37] Argote, L., and P. Ingram. Knowledge Transfer: A Basis for Competitive Advantage in Firms [J]. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 2000, 82, (1): 150 – 169.
- [38] 钟昌标, 黄远浙, 刘伟. 新兴经济体海外研发对母公司创新影响的研究——基于渐进式创新和颠覆式创新视角 [J]. *天津: 南开经济研究*, 2014, (6): 91 – 104.
- [39] 邹双, 威力为. 风险投资进入对企业创新绩效的影响——基于创业板制造业企业的 PSM 检验 [J]. *天津: 科学学与科学技术管理*, 2017, (2): 68 – 76.
- [40] Hirukawa, M., and M. Ueda. Venture Capital and Innovation: Which is First? [J]. *Pacific Economic Review*, 2011, 16, (4): 421 – 465.
- [41] Olley, G. S., and A. Pakes. The Dynamics of Productivity in the Telecommunications Equipment Industry [J]. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 1996, 64, (6): 1263 – 1297.

Portfolio Network, Competitive Network Ties and Technological Innovation

CAO Ting¹, LI Wan-li²

(1. School of Economics and Management, Northwest University, Xi'an, Shaanxi, 710127, China;

2. School of Management, Xi'an Jiaotong University, Xi'an, Shaanxi, 710048, China)

Abstract: Since the reform and opening up policy, China's economy has been developing rapidly and its economic aggregate has become the second largest in the world. However, in the process of development, China's economy is also faced with many challenges, such as the weak competitiveness of enterprises, the low-end position in the industrial chain, and the lack of momentum in long-term development. The only way for enterprises to maintain long-term competitive advantages is to promote technological innovation and cultivate core competitiveness.

With the rapid development of venture capital industry, the network formed by venture capital is pervasively common. The "embeddedness" perspective has brought attention to social network issues in the field of innovation. On one hand, the functions of networks are subject to contingency, and the existing research has not reached a consensus on the innovation mechanism of social networks. On the other hand, the existing research on venture capital network mostly takes the syndication network as the research perspective, ignoring the potential impact of inter-firm portfolio network formed by VC's diversification investment. The establishment and expansion of portfolio network can bring rich network ties as well as intensified agency conflicts which expose network firms to the threat of competitive information leakage. When the network resource effect and information effect are interacted with the competitive information leakage effect, will the portfolio network improve network firm's technological innovation as VCs advocated in their investment vision, is worthy of our in-depth research.

The possible contributions of this paper are as follows: First, existing research barely focuses on portfolio network. The excellent value screening ability of venture capital institutions endows the portfolio network with rich innovative resource attributes. Based on this, this paper focuses on the composition of portfolio network members and combines the principal-agent theory and competitive information leakage hypothesis to enrich the theoretical and empirical research about social network relationship embeddedness. Second, analyzing from the perspective of portfolio network not only makes up for the limitation in existing literature focusing only on the syndication network, but also generates a more comprehensive understanding of China's venture capital industry, which can provide theoretical reference and empirical basis for the government to guide the venture capital industry to play the role of promoting enterprise innovation.

Based on data from firms listed on ChiNext board or SME board between 2009 to 2016, we undertake the empirical tests and the results show that the technological innovation level of enterprises has been significantly improved with the increase of the number of network ties established. The competitive threats perceived by enterprises in the portfolio network are mainly transmitted through competitive network ties. The syndication behavior of venture capital institutions can weaken the negative influence caused by competitive network ties. Considering the heterogeneity of enterprise technological innovation activities, it is found that breakthrough innovation is less affected by competitive information leakage in portfolio network.

The findings of this paper suggest that in order to improve the technological innovation of small and medium sized enterprises, it is necessary for regulators to encourage venture capital institutions to set up the internal communication platform in their portfolios. Besides, regulators should also be fully aware of the risk of competitive information leakage caused by competitive network ties in VC's portfolios and further improve the legislation on intellectual property protection to protect the progressive technological innovation of enterprises. From the perspective of enterprises, they should make full use of the resource attribute of portfolio network and strengthen their awareness of intellectual property protection in advance to reduce the potential innovation damage caused by competitive network ties.

Key Words: portfolio network; competitive indirect tie; innovation

JEL Classification: D22, D85, G24

DOI:10.19616/j.cnki.bmj.2020.02.004

(责任编辑:刘建丽)