

# 私募股权基金投资网络关系测度实证研究

郑鸣 陈石

(厦门大学经济学院金融系, 福建 厦门 361005)

**摘要:** 私募股权基金在联合投资过程中结成了以信任、分享和互利为主要特征的投资网络, 本文利用社会网络分析法, 从网络密度、捷径距离、网络中心度、结构洞、派系及核心-边缘结构等角度, 对私募股权基金联合投资形成的网络结构特征进行测度研究, 分析结果表明中国情境下的私募股权基金投资网络是个非凝聚性和地位不均衡的网络, 网络地位突出的基金通常具有较强的网络影响力和联合投资上的合作优势。

**关键词:** 私募股权基金; 联合投资; 网络关系

**Abstract:** In the course of joint investments, Private equity funds gradually develop the PE network with the features of trust, participation and mutual benefit. Based on the social network analysis, the paper makes an empirical study on the structural characteristics of PE network from the perspectives of density, distance, centrality, structural holes, and core-periphery structure. It demonstrates that the PE network in China is not cohesive and equal. The PE funds with outstanding network status usually have stronger influence and advantage on joint investment.

**Keywords:** private equity fund, joint investment, network relationship

**作者简介:** 郑鸣, 厦门大学经济学院金融系教授、博士生导师, 研究方向: 金融机构与风险管理、公司金融与投资银行。陈石, 厦门大学经济学院金融系博士生, 研究方向: 公司金融与私募股权投资。

中图分类号: F830.9 文献标识码: A

## 研究背景

在私募股权投资行业的实际运作过程中, 联合投资现象是普遍存在的。根据美国创业投资协会(NVCA)2009年的统计, 当年投资中有2/3是通过联合投资完成的。据中国风险投资研究院2008年的调查, 90%以上的投资机构或多或少地采取联合投资的策略。根据本文利用清科数据库的统计, 2007-2010年全部投资事件数为3061起, 其中联合投资事件716起, 占23.29%。

私募股权基金(Private Equity, 简称PE)起源于创业投资(Venture Capital, 简称VC), 20世纪80年代开始, 随着KKR、黑石等大型并购基金的发展, PE投资有了新的含义, 也有了通常的广义和狭义之分。广义PE投资为涵盖企业首次公开发行前各阶段的权益投资, 即对处于种子期、初创期、发展期、扩张期、成熟期和Pre-IPO各个时期企业所进行的投资, 相关资本按照投资阶段可划分为创业投资(VENTURE CAPITAL)、发展资本

(DEVELOPMENT CAPITAL)、并购基金(BUYOUT/BUYIN FUND)、夹层资本(MEZZANINE CAPITAL)、重振资本(TURNAROUND)、Pre-IPO资本(如BRIDGE FINANCE), 以及其他如上市后私募投资(private investment in public equity, 即PIPE)、不良债权(distressed debt)和不动产投资(real estate)等。狭义PE投资主要指对已经形成一定规模并产生稳定现金流的成熟企业的私募股权投资部分, 主要是指创业投资后期的私募股权投资部分。

联合投资也被称作辛迪加投资(Syndicate Investment), 是国内外PE投资普遍采用的机制之一(Lerner, 1994<sup>[17]</sup>; Manigart等, 2006<sup>[18]</sup>), 它是指由两个或更多的投资者共同分享投资周期, 或者指不同的投资者于不同的时间投资于既定的创业项目(Brander等, 2002)<sup>[6]</sup>。联合投资在已往的研究中是作为投资信息发现、资源分享和风险分散的一种重要投资策略而出现, 近年来与社会网络分析方法结合运用, 已逐步成为国内外PE联合投资研究的前沿(Sorenson, 2001<sup>[21]</sup>; Zheng, 2004<sup>[23]</sup>)。

## 文献综述

社会网络理论(Social Network Theory)发展于20世纪30年代,成熟于80年代,近年来随着概率论、图论以及各种几何学的发展和完善,社会网络分析方法作为一种应用性很强的社会学研究方法,得到了许多经济金融研究学者的重视。社会网络分析方法旨在通过关注存在于行动者集合中的社会关系来描述网络结构,进而分析网络位置变化及其经济效应。在经济学中,运用社会学的理论和方法来研究经济行为和经济体系,被称作“新经济社会学”,它把人与人之间以经济为媒介物所相互缔结的关系作为研究课题,目前社会网络研究已成为跨学科的一个重要研究领域。

Bygrave(1987, 1988)<sup>[9][10]</sup>最早对联合投资网络进行研究,通过分析美国VC的联合投资网络,发现机构之间是紧密联系在一起的,并且最大的机构在整个行业中关系也是最多的。Sahlman等(1990)<sup>[20]</sup>、Kaplan等(2005)<sup>[16]</sup>、Cochrane(2005)<sup>[12]</sup>等研究指出,联合投资网络有助于信息传播,扩大交易的空间范围,从而使得有条件实现投资多样化。除了提高私募股权投资机构交易流质量之外,也有助于PE机构借助网络优势为被投资企业提供更多增值服务,可以使信息、知识以及资源的共享更加地方便和有效。归纳起来,已有网络测度研究主要包括三个方面:一是研究整体网络的结构性质;二是研究网络中参与人的位置与影响力;三是研究网络位置变化的影响因素。从方法上看,主要是从定量而不是定性角度,根据关系数据而不是属性数据,利用UCINET、MAGE等社会网络分析软件,选取权威数据库提供的数据,对现实中的投资网络进行测度实证研究。

### 一、整体网络测度

对整体网络的研究较为复杂,许多研究主要从网络规模、网络密度、网络捷径距离和派系等指标考察私募股权基金投资网络结构和特征。Antonio Gledson de Carvalho(2008)<sup>[4]</sup>强调了对网络强度的测度,认为网络强度的影响因素包括信息传递的价值、创业企业风险、基金规模、吸引高管人才的难度、成功实现投资回报的声誉。Zheng (2004)<sup>[23]</sup>根据Asset Alternatives and Venture One 提供的数据,使用UCINET软件研究了公司型创业

投资机构(简称CVC)的联合投资网络的四个属性:突出性(Prominence)、范围性(Range)、经纪性(Brokerage)和凝聚性(Cohesion),联合投资有助于形成一个创造社会资本的网络,研究结果指出联合投资网络不具有凝聚性,且最为突出的投资机构倾向与其他突出的投资机构联合。Hochberg等(2007)<sup>[15]</sup>还着重研究了网络的稳定性,测量投资机构是否在重复地与一小部分机构进行联合投资,分析网络是否具有排他性和稳定性。

### 二、网络个体在网络中的位置及影响力测度

这部分研究侧重考察私募股权基金个体在投资网络中的地位和影响力,其中代表性的研究是Castilla(2003)<sup>[11]</sup>根据PWC的数据,对硅谷地区和128公路地区的创业投资网络进行了结构测度;Hochberg等(2007)<sup>[15]</sup>使用社会学中图论的研究方法,根据Venture Economics提供的数据,用网络中心度(Centrality)来衡量,通过度数中心度(Degree)、接近中心度(Closeness)和中介中心度(Betweenness)来测度联合投资网络的结构特征。虽然这些指标的内涵不同,但都反映了节点处于网络中心位置的程度,可以衡量出联合投资网络中每家基金的影响力或相对重要性;而且这些指标高度相关,如果某一基金在网络中的程度中心度越高,其中介中心度通常也越高,由于私募股权基金之间的互惠性,发出邀请越多的基金,受邀请参加联合投资的机会也越多。王艳等(2010)<sup>[3]</sup>参考Hochberg等(2007)<sup>[15]</sup>的类似方法研究测度指出我国创业投资网络是低凝聚性的。

### 三、网络位置变化的影响因素测度

私募股权基金在投资网络中的地位和影响力并非一成不变的,还有些研究观察到了基金个体在投资网络中位置的可变性。Powell等人(2005)<sup>[19]</sup>提出四种网络策略,以帮助投资机构获得网络中心地位,即累积优势(Accumulative Advantage)、趋同性(Homophily)、跟随潮流(Follow-the-trend)以及多样连通性(Multiconnectivity);Ozdemir(2006)将投资网络作为一个社会交换网络,并认为投资机构以往的联合投资历史会影响投资机构发起联合的倾向;Bruce Kogut等(2007)<sup>[7]</sup>利用动态赋权图通过对成分(COMPONENT)、派系(CLUSTERING)、关系强度(STRENGTH)、中心度(CENTRALITY)等测度指标的分析揭示了美国联合投资网络的动态演化特征;Fund 等人(2008)<sup>[14]</sup>总结了投资机构由网络外部向网络内部移动的

影响因素包括社会资本和新基金创立者的社会地位、投资机构的资源禀赋、与其他处于网络核心位置的有声誉的投资机构建立关系的能力、已有联合投资的绩效、新基金追求业绩所表现出来的紧迫性和努力程度等。

作为研究前沿,私募股权基金投资网络其实是社会网络分析方法在PE投资领域的具体应用,将网络关系作为研究视角,弥补了过去私募股权基金投资的研究主要关注技术视角和制度视角的不足。技术视角主要强调筛选项目、估值定价、投资契约和投资后管理等投资策略和方法,制度视角则主要强调影响私募股权基金行业发展的金融环境、政策环境、法律法规、社会文化等制度因素。私募股权基金网络关系的研究说明了私募股权基金是嵌入于网络关系和社会结构的,这是社会学命题;投资机构对于联合投资的参与,反映了投资机构之间的利益关系,这是金融政治经济学所倡导的观点。本文研究借鉴了Zheng(2004)、Hochberg等(2007)、王艳等(2010)等采用的社会网络分析方法,但在研究范围上区别于上述研究,这主要基于在中国市场上有很多传统上的VC机构介入PE业务,或传统上被认为专做PE业务的机构也参与VC项目,实际业务中两者界限越来越模糊。因此,本文不在PE概念上做狭义PE与VC上的严格区分,选择广义的定义,包括VC、狭义PE和其他资产类私募股权基金,这样能更好地研究中国市场背景下的私募股权基金投资网络的结构特征。中国是个注重关系的国家,PE行业发展时间较短,联合投资是私募投资中的重要策略和作为,如何测度及研究反映中国PE行业的业态,是本研究的价值所在。

## 数据来源与处理

### 一、数据来源及选取

本文数据取自清科数据库2007-2010年的数据,总共随机选取了338起联合投资事件,涉及253个PE机构。尽管这些数据没有涵盖中国近四年中全部的联合投资事件,但它包含了不同的投资时间、机构类型、投资阶段和行业领域等,具有一定的代表性。从这些数据可以初步发现:

1. 在253家投资机构中,VC为61家,狭义PE为78家,VCPE为15家。在338起联合投资事件中,有187起投

资事件有狭义范围的PE机构的参与,占55.32%;VC参与占44.68%(151起)。更多的投资机构青睐于投资扩张期、成熟期的企业或项目,在有披露投资阶段的联合投资事件中共有108起,占31.95%。

2. 在中国市场上,新兴产业是联合投资关注的热点。在338起联合投资事件中,投资于IT、网络、生物医药、软件等新兴产业和传统产业的分别占65.68%和34.32%。

3. 在338起联合投资事件中,平均每起由2.645家投资机构参与,其中最少的有2家,最多的有10家。

### 二、数据初始处理方法

本文参考刘军(2009)<sup>[2]</sup>介绍的UCINET整体网分析方法,使用UCINET软件对PE投资网络进行测度和结构分析。使用UCINET软件需要对联合投资事件得原始数据做矩阵化处理,首先使用EXCEL使其变成一个 $253 \times 253$ 的赋权矩阵,权值为两个PE机构的合作次数,值越大代表合作次数越多,两家机构之间的关系也就越强,本文在核心-边缘分析中将使用该矩阵。其次,将赋权矩阵导入并转换成UCINET可识别的数据形式,并二值化处理成0-1稀疏矩阵,1代表两个投资机构至少联合投资过一次以上,0则代表两个机构没有合作过,除核心-边缘分析外的其他分析都是使用0-1矩阵,并假设PE机构之间的关系是无向的。

## 私募股权基金投资网络结构测度

在数据矩阵化初始处理之后,可开始对中国情境下的私募股权基金因为联合投资形成的投资网络进行测度,分析过程和结果如下:

### 一、投资网络密度分析

投资网络密度(Network Density)是指私募股权基金投资网络中实际存在的关系数量与所有理论上可能存在的关系数量之比,密度越高说明节点间联系渠道越多。由运算结果显示,该网络的密度为0.0245,一个由253个PE投资机构组成的网络最大可能联结数量为63,756( $253 \times 253 - 253$ ),而实际的联结数量仅为1574个。矩阵的稀疏性说明网络密度并不高,很多节点之间都没有联系,这与Zheng(2004)的分析结果是一致的,即联合投资网络不具有凝聚性。因为PE机构在找寻项目过程中存在竞争

关系，企业构建和维持关系可能需要成本，Hochberg等(2007)<sup>[15]</sup>关注到了投资网络所带来的收益能否抵消构建网络的成本问题，因此网络密度并非越大越好。

### 二、投资网络捷径距离分析

投资网络的最优捷径距离(Geodesic Distances)是两个节点之间的最短距离。其可以显示PE机构所拥有的机会与限制，距离越大机会越少，达成合作的机会就越小；同时也显示PE投资网络中信息传播情况，距离越大表示需要越长的时间才能将信息传播到整个网络。根据UCINET运行结果可以统计出整个网络最优捷径距离的分布情况(见表1)，可以发现网络中平均最优捷径距离为3.271，大部分关系之间都可以通过3或4步到达，很少一部分需要9步。在所有的最优捷径距离中，最短的为1步，最长的为7步，并且大部分投资机构之间连结都不是直接的，直接联系的只占2.9%，这也显示出私募股权基金投资网络是低凝聚性的。

### 三、投资网络中心性分析

参考Hochberg等(2007)使用的网络中心性(Centrality)的研究方法，采用度数中心度、中介中心度以及接近中心度三个指标进行分析，虽然它们的内涵不同，但都反映了节点处于网络中心位置的程度，可以衡量出投资网络中每家机构的影响力或相对重要性。

#### 1. 度数中心度

度数中心度(Degree Centrality)是测量与某一网络节点直接连接的其他节点的个数，节点度数中心度越高，说明该节点越处于网络中心位置。一个点x的绝对度数中心度的表达式为： $C_{AD}(x)$ ，用于考察网络中单个PE机构所拥有的关系数目，关系越多，认为行动者越有影响力。

表2列出了测定结果的前10位，其中深圳创新投拥有最多关系，与46个PE机构进行过联合投资，相对度数中心度(Freeman, 1979)为18.182%(点的度数中心度与最大可能的度数之比， $\frac{C_{AD}(x)}{n-1}$ ，即46/252)，关系份额为0.029(该节点度数与整个网络度数和之比，即46/1574)，这说明深圳创新投比其他机构更占据中心位置，更具影响力。

表1 最优捷径距离统计

| 距离   | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     |
|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 关系对数 | 1574  | 9956  | 23124 | 14760 | 4090  | 1214  | 310   | 36    | 4     |
| 比例   | 0.029 | 0.181 | 0.420 | 0.268 | 0.074 | 0.022 | 0.006 | 0.001 | 0.000 |

通过表3可以发现，只有一小部分投资机构，如深圳创新投、IDG资本、启明创投、上海永宣、红杉等在联合投资网络中居于较突出的中心位置，大部分关系数目小于10。

#### 2. 接近中心度

接近中心度(Closeness Centrality)是测量某一网络节点通过各种关系与网络中所有节点的接近程度，即捷径距离之和。其表达式为： $C_{APi}^{-1} = \sum_{j=1}^n d_{ij}$ ，其中 $d_{ij}$ 是点i和j之间的捷径距离(捷径中包含的线数)。相对中心度为最小可能性距离(样本数-1)与接近中心度的百分比，其表达式为： $C_{RPI}^{-1} = \frac{C_{APi}^{-1}}{n-1}$ 。

一个节点接近中心度越小，说明该节点到达所有节点的距离越短。用于考察一个PE机构和处于网络最优位置的其他PE机构的联结程度。UCINET度量接近中心度时要求整个网络是连通的，因为该度量指标与距离成反比，当两个节点之间无联结的时候，则无法度量。本文根据度数中心度的大小，在所有的投资机构中选取前30个作为样本来计算。表4列出了前10位PE机构在样本网络中的接近中心度、相对接近中心度和度数中心度，在样本网络中IDG资本拥有最小的接近中心度和最大相对接近中心度(29/42)。

进一步利用NetDraw绘制30个样本数据形成的网络结构图(如图1)，可以直观地发现IDG资本、启明创投、红杉、集富亚洲和深圳创新投拥有最多的联系，因此处于样本网络的中心；而浙商创投、同创伟业具有相对较少的联系，所以处于样本网络的边缘。该样本网络是一个

表2 整体网络中前10位PE机构的度数中心度

| 排名 | 投资机构  | 度数中心度 | 相对度数中心度 | 关系份额  | 排名 | 投资机构  | 度数中心度 | 相对度数中心度 | 关系份额  |
|----|-------|-------|---------|-------|----|-------|-------|---------|-------|
| 1  | 深圳创新投 | 46    | 18.182  | 0.029 | 7  | 鼎晖    | 24    | 9.486   | 0.015 |
| 2  | IDG资本 | 44    | 17.391  | 0.028 | 8  | 达晨创投  | 22    | 8.696   | 0.014 |
| 3  | 启明创投  | 30    | 11.858  | 0.019 | 8  | 英特尔投资 | 22    | 8.696   | 0.014 |
| 4  | 上海永宣  | 29    | 11.462  | 0.018 | 8  | 高盛亚洲  | 22    | 8.696   | 0.014 |
| 4  | 红杉    | 29    | 11.462  | 0.018 | 9  | 纪源资本  | 20    | 7.905   | 0.013 |
| 5  | 集富亚洲  | 27    | 10.672  | 0.017 | 9  | 德同资本  | 20    | 7.905   | 0.013 |
| 6  | 凯鹏华盈  | 25    | 9.881   | 0.016 | 10 | 海纳亚洲  | 18    | 7.115   | 0.011 |

表3 所有PE绝对度数中心度分布

| 度数中心度 | 1  | 2  | 3  | 4  | 5  | 6-10 | 11-20 | 21-30 | 31-40 | 41-50 |
|-------|----|----|----|----|----|------|-------|-------|-------|-------|
| PE机构数 | 41 | 45 | 31 | 22 | 14 | 59   | 31    | 8     | 0     | 2     |

较为密集的网络，密度为0.2644，这与整个投资网络的低凝聚性不同，主要是因为样本数据中的PE机构都是处在整个网络中突出的地位，这种凝聚性说明了网络位置突出的PE机构之间的合作是相对较多的。

### 3. 中介中心度

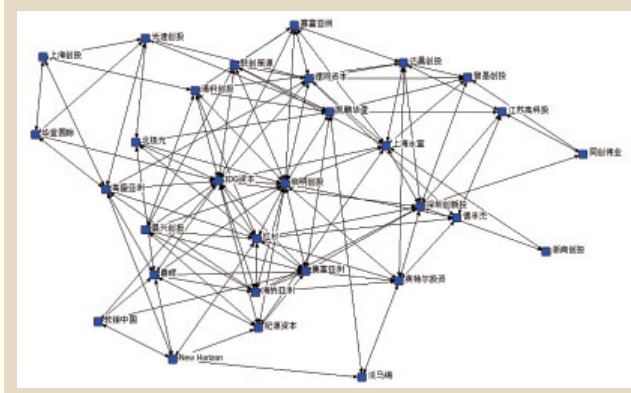
中介中心度(Betweenness Centrality)概念主要是由Freeman(1979)提出<sup>[13]</sup>，是度量节点充当中介角色的可能。假设点对X和Z之间存在n条捷径，一个点Y对于点对X和Z的中间度指该点对于此点对的捷径上的能力，定义为经过点Y并且连接这两点的捷径数与这两点之间的捷径总数之比，其测量Y在多大程度上位于X和Z的“中间”。中介中心度越高，说明控制其它节点交往的能力越强，在网络中的地位也越重要。

假设点j和k之间存在 $g_{jk}$ 的捷径数目，经过点i的捷径数目用 $g_{jk}(i)$ 表示，那么点i充当点j和k中介的能力(控制j和k交往的能力)： $b_{jk}(i) = \frac{g_{jk}(i)}{g_{jk}}$ ，即点i处于点j和k之间的

表4 样本网络中前10位PE的接近中心度

| 排名 | 投资机构  | 接近中心度 | 相对接近中心度 | 度数中心度 | 排名 | 投资机构  | 接近中心度 | 相对接近中心度 | 度数中心度 |
|----|-------|-------|---------|-------|----|-------|-------|---------|-------|
| 1  | IDG资本 | 42    | 69.05   | 17    | 7  | 清科创投  | 52    | 55.77   | 8     |
| 2  | 启明创投  | 43    | 67.44   | 16    | 7  | 高盛亚洲  | 52    | 55.77   | 9     |
| 3  | 红杉    | 46    | 63.04   | 12    | 8  | 英特尔投资 | 53    | 54.72   | 8     |
| 4  | 集富亚洲  | 48    | 60.42   | 11    | 9  | 鼎晖    | 54    | 53.70   | 9     |
| 5  | 深圳创新投 | 49    | 59.18   | 11    | 9  | 联创策源  | 54    | 53.70   | 7     |
| 5  | 海纳亚洲  | 49    | 59.18   | 9     | 9  | 赛富亚洲  | 54    | 53.70   | 7     |
| 5  | 德同资本  | 49    | 59.18   | 10    | 10 | 达晨创投  | 55    | 52.73   | 8     |
| 6  | 上海永宣  | 50    | 58.00   | 10    | 10 | 纪源资本  | 55    | 52.73   | 7     |
| 6  | 凯鹏华盈  | 50    | 58.00   | 9     | 10 | 北极光   | 55    | 52.73   | 6     |

图1



捷径上的概率。将点i对于网络中所有其他点对的中介中心度加总，可得该点的绝对中介中心度，表达式为：

$$C_{ABi} = \sum_j \sum_k b_{jk}(i), j \neq k \neq i \text{ 且 } j < k. \text{ 相应的点i的相对中介中心度为其绝对中介中心度与最大可能值(在星型网络情况下, } C_{MAX}=(N^2-3N+2)/2) \text{ 之比, 表达式为: } C_{RBI} = \frac{2C_{ABi}}{n^2 - 3n + 2}.$$

表5和表6分别列出了前10位PE的中介中心度及所有PE绝对中介中心度的分布情况，显示深圳创新投、IDG资本等拥有较高的中介中心度，说明这些机构拥有较高的资源控制能力。从表6可以看出，119个机构的中介中心度为0，占有所有PE的47.04%，很少机构拥有较高中介中心度，这说明只有少数PE机构在整个投资网络中具有较强的控制其他机构交往的能力，大部分PE机构不具有控制力。

### 4. 三种中心度指标对比分析

比较上述三个中心度指标，测度的结果基本上是一致的，深圳创新投、IDG资本、红杉、启明创投在三个指标上都处于领先地位，其次是集富亚洲、凯鹏华盈等，处于网络中心位置的外资PE机构超过了半数。本土的深圳创新投、上海永宣、鼎晖、达晨创投等已进入前10强。这与王艳等(2010)得出的中国本土创业投资机构甚少处于网络中心位置的结果不同，说明尽管中国本土PE投资机构势力仍弱于外资，但发展十分迅速，外资PE机构在中国市场上的活跃，说明其对中国投资机会的看好。

从中心度指标的分布来看，只有少数PE机构拥有较高指标，大部分都较低，显示PE投资网络内部有较大的不均衡性。表7的统计分析也显示了这种不均衡性，度数中心度6.197表示平均每家PE投资机构与6-7家其他PE投资机构进行过联合投资，中介中心度246.177表示平均每家PE投资机构在网络中充当中介者的次数为246.177。两种中心度指标均具有较大的标准差，最大值和最小值

表5 整体网络中前10位PE的中介中心度

| 排名 | 投资机构  | 中介中心度   | 相对中介中心度 | 排名 | 投资机构  | 中介中心度   | 相对中介中心度 |
|----|-------|---------|---------|----|-------|---------|---------|
| 1  | 深圳创新投 | 6378.53 | 20.01   | 6  | 达晨创投  | 2217.16 | 6.96    |
| 2  | IDG资本 | 4804.69 | 15.07   | 7  | 鼎晖    | 2075.68 | 6.51    |
| 3  | 凯鹏华盈  | 2566.79 | 8.05    | 8  | 英特尔投资 | 1975.56 | 6.20    |
| 4  | 红杉    | 2314.44 | 7.26    | 9  | 江苏高科技 | 1856.13 | 5.82    |
| 5  | 启明创投  | 2280.22 | 7.15    | 10 | 上海永宣  | 1799.92 | 5.65    |

表6 所有PE绝对中介中心度分布

| 中介中心度 | 0   | 0-100 | 101-500 | 501-1000 | 1001-2001 | 2001-3000 | 4001-5000 | 6000以上 |
|-------|-----|-------|---------|----------|-----------|-----------|-----------|--------|
| 机构数量  | 119 | 53    | 50      | 17       | 8         | 5         | 1         | 1      |

差距很大，这都体现出网络中PE投资机构的地位是非均衡的。

#### 四、投资网络派系分析

刘军(2009)<sup>[2]</sup>指出建立在互惠基础上的凝聚子群主要是派系(Cliques)，网络中的派系越多说明网络中有直接联系的小群体越多，那么整个网络的密度就会越小。派系是指至少包含三个节点的最大完备子图，派系内所有节点之间都具有直接联系，所以派系内部的交流与合作会比派系之间更加频繁。利用UCINET分析派系的规模与数目(见表8)，投资网络中一共有207个派系，规模为3的派系占58.45%，规模大于10的派系只有2个。测度结果显示PE投资网络中存在派系较多，同样说明该网络不具有凝聚性。

#### 五、投资网络的结构洞分析

Burt(1992)<sup>[8]</sup>提出的结构洞(Structure Holes)是指两个无直接联系的社会网络之间的非冗余性的中介节点，是建立在双方没有直接接触，或间接看来不拥有共同关系的两类行为者(Actor)的“桥”，处于结构洞位置的个体，被认为具有极大的控制优势和信息优势。使用Burt(1992)给出的一个结构洞指标——有效规模(EffSize)进行测度，其值越大，说明行为者拥有越多的非冗余关系。前10位测度结果见表9，可以看出深圳创新投、IDG资本具有较大的非冗余关系，拥有较多的信息资源和较强的控制优势。与前文中心度指标对比，可发现位置突出的机构一般也处于结构洞的位置。但拥有很大的非冗余关系的机构是很少数的，结构洞的测度结果进一步说明了该PE投资网络中存在很大的不均衡性。

#### 六、投资网络的核心-边缘结构分析

核心-边缘(Core-periphery)结构分析目的是研究社会网络中哪些个体处于核心地位，哪些个体处于边缘地位，处于核心区域的节点在网络中占有比较重要的地位。它是依据网络中节点之间联系的紧密程度，将网络中的节点分为核心区域和边缘区域。所用数据为含有关

表7 两种中心度的统计指标

|         | 平均值     | 标准差     | 最大值      | 最小值   | 总和    |
|---------|---------|---------|----------|-------|-------|
| 绝对度数中心度 | 6.197   | 6.533   | 46.000   | 1.000 | 1574  |
| 相对度数中心度 | 246.177 | 652.773 | 6378.530 | 0.000 | 62529 |

表8 派系规模和机构数量

| 派系规模 | 3   | 4  | 5  | 6 | 7 | 9 | 10 | 12 |
|------|-----|----|----|---|---|---|----|----|
| 数量   | 121 | 60 | 14 | 8 | 1 | 1 | 1  | 1  |

系强度信息的赋权矩阵，各种权重的关系数目见表10，最小的合作次数是1次，占关系总数的83.23%，合作次数最多的为5次。

利用Borgatti和Everett(1999)<sup>[5]</sup>推荐的离散的核心-边缘关联缺失模型，将核心之边缘间的关联度视为缺失值，UCINET分析结果显示有36家PE机构处于核心区，217家PE机构处于边缘区。核心区机构间的密度为0.434，边缘区机构间的密度为0.014，整个赋权网络平均密度为0.0306，显示核心区机构间联系明显大于边缘区机构间的联系。核心和边缘机构之间的联结密度为0.046，显示核心区与边缘区的联结较边缘区机构之间的联结更紧密，即边缘区机构更倾向于和核心区的机构进行联合投资。

### 私募股权基金联合投资网络关系特征结论

本文利用社会网络分析方法和相关网络测度指标，对中国情境下的私募股权基金因联合投资形成的投资网络的特征进行了实证测度，结论如下：

#### 一、私募股权投资网络整体是低凝聚性的

整个网络密度只有较小的0.0245，网络中直接联结的关系只占2.9%，说明大部分PE机构之间都是间接联系的。该网络中共有207个派系，小群体派系越多，则密度越小，整体网络特征为低凝聚性。这是因为PE机构之间是既合作又竞争的关系，在投资初创期项目时，基于减少投资风险、分享经验和资源的动机，合作可能占优；而在争取中后期项目的投资过程中，更多的是竞争关系。另外，网络关系的建立、维护需要付出的成本，网络关系数量并非越大越好。

#### 二、私募股权投资网络中的地位 and 势力是不均衡的

表9 整体网络中前10位PE的结构洞测量指标

| 排名 | 投资机构  | EffSize   | 排名 | 投资机构  | EffSize   |
|----|-------|-----------|----|-------|-----------|
| 1  | 深圳创新投 | 41.130436 | 6  | 上海永宣  | 22.310345 |
| 2  | IDG资本 | 38.772728 | 7  | 集富亚洲  | 21.814816 |
| 3  | 红杉    | 25.000000 | 8  | 鼎晖    | 20.416666 |
| 4  | 启明创投  | 24.133333 | 9  | 达晨创投  | 20.000000 |
| 5  | 凯鹏华盈  | 22.600000 | 10 | 英特尔投资 | 18.545454 |

表10 联合投资次数分布

| 合作次数 | 1    | 2   | 3  | 4  | 5  |
|------|------|-----|----|----|----|
| 关系数  | 1310 | 174 | 64 | 16 | 10 |

三种中心度测度指标和核心-边缘结构的分析结果都说明,只有少数一些PE机构在网络中处于突出或中心位置,外资PE机构在网络中心地位占优,大部分机构都处于边缘地位,本土PE机构的势力仍较外资薄弱。外资PE机构在中国的活跃也说明了中国PE行业的发展前景被普遍看好,本土PE机构网络地位的提高也说明了中国本土PE机构的发展壮大。

### 三、网络位置突出的机构通常居于结构洞位置

从结构洞和中心度两者分析结果排序基本一致性中可以看到,在私募股权基金投资网络中位置突出的PE机构往往占据结构洞位置,它们一般具有比较大的非冗余关系,给它们带来更多的信息收益和控制优势。信息收益体现在PE机构可以获取来自企业、合作者、竞争者、中介机构、政府机构等更多方面的信息资源。控制优势体现在PE机构拥有行使信息“桥梁”权利的选择权,处于结构洞两端的节点的信息流动能够为PE机构带来收益的前提下,PE机构可以通过这种有选择性的对信息流动内容、

方向的影响,实现结构洞带给该PE机构的控制优势。

### 四、网络位置突出的机构互相青睐合作

在私募股权基金投资网络中位置突出的PE机构倾向于与其他网络位置突出的机构联合投资。核心-边缘分析显示核心区机构间的密度高达0.434,这说明网络位置突出的机构之间的合作是很频繁的;30个网络位置突出的样本机构具有较大的网络密度,也说明网络位置突出的机构之间的关系具有较高的凝聚性。

### 五、经验缺乏的机构倾向于与网络位置突出的机构合作

在核心-边缘分析中,边缘区和核心区机构间的联结密度要大于边缘区机构间的密度,这说明边缘区的机构更倾向于与核心区的机构联合投资。通过与网络位置突出的机构合作,可以增加投资经验、获得更多的资源及提高声誉、提高基金绩效等。新成长起来的本土PE机构可以通过与网络位置突出的外资机构进行联合投资获得许多的好处,并有助于其网络地位的提高。

## 参考文献：

- [1]刘志阳,葛倩倩. 创业投资网络研究综述[J]. 经济社会体制比较,2009,(3):180-185.
- [2]刘军.整体网分析讲义-UCINET软件实用指南[M].上海:世纪出版集团,2009.
- [3]王艳,侯合银. 创业投资辛迪加网络结构测度的实证研究[J]. 财经研究,2010(3):46-54.
- [4]Antonio Gledson de Carvalho, Charles W. Calomiris, João Amaro de Matos. Venture capital as human resource management[J]. Journal of Economics and Business, 2008, 60: 223-255.
- [5]Borgatti S P, Everett M G, Freeman L C. Ucinet for windows: Software for social network analysis [M]. Harvard, MA: Analytic Technologies, 2002.
- [6]Brander J, R Amit, W Antweiler. Venture-capital syndication: Improved venture selection vs. the value-added hypothesis [J]. Journal of Economics & Management Strategy, 2002, 11 (3):423-452.
- [7]Bruce Kogut, Pietro Urso, Gordon Walker. Emergent properties of a new financial market: American venture capital syndication, 1960-2005 [J]. Management Science, 2007, 7 (53) : 1181-1198.
- [8]Burt R S. Structural holes: The social structure of competition [M]. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1992.
- [9]Bygrave W D. Syndicated investment s by venture capital firms: A networking perspective [J]. Journal of Business Venturing, 1987, 2 (2):139-154.
- [10]Bygrave W D. The structure of the investment networks of venture capital firms [J].Journal of Business Venturing, 1988, 3(2):137-158.
- [11]Castilia E J. Networks of venture capital firms in Silicon Valley [J]. Int. J. Technology Management, 2003, 25(1/2) : 113-135.
- [12]Cochrane, John. "The Risk and Return of Venture Capital." Journal of Financial Economics. 2005, 75: 3-52.
- [13]Freeman L C. Centrality in social networks: conceptual clarification[J]. Social Network, 1979,(1):215-239.
- [14]Fund B.R., Pollock T.G., Baker T. & Wowak. A. Who's the new kid? The process of developing network centrality and embeddedness in venture capitalist deal networks[J].Advances in Strategic Management, Forthcoming, 2008.
- [15]Hochberg Y V, A Ljungqvist, Y Lu. Whom you know matters: Venture capital networks and investment performance [J].Journal of Finance ,2007, 62 :251 - 301.
- [16]Kaplan, Steven N., and Antoinette Schoar. "Private Equity Returns: Persistence and Capital Flows." Journal of Finance. 2005,60:1791-1823.
- [17]Lerner J. The syndication of venture capital investments [J]. Financial Management, 1994, 23: 16-27.
- [18]Manigart S, Lockett A, Meuleman M, et al. Venture capitalist s' decision to syndicate[J]. Entrepreneurship Theory and Practice, 2006, (march):131-153.
- [19]Powell. W, White, D, Koput, K. & Owen-Smith, J. Network dynamics and field evolution:The growth of interorganizational collaboration in the life sciences [J]. American Journal of Sociology, 2005.
- [20]Sahlman, William A. "The Structure and Governance of Venture Capital Organizations." Journal of Financial Economics. 1990, 27:473-521.
- [21]Sorenson O, Stuart T E. Syndication networks and the spatial distribution of venture capital investments [J]. American Journal of Sociology, 2001, 106 (6) : 1546-1588.
- [22]Sorenson O, Stuart T E. The evolution of venture capital investment s networks [R].Working Paper, 2005.
- [23]Zheng J K. A social network analysis of corporate venture capital syndication [R].University of Waterloo, 2004.