doi:10.16018/j.cnki.cn32-1499/c.201604008

中国银行间同业拆借市场网络系统的研究
——基于复杂网络方法的探索

牛晓健,吕潇潇
(复旦大学 经济学院,上海　200433)

摘要:识别银行间同业拆借市场中系统重要性并进行相应监督管理,对提高金融市场稳定性、应对流动性危机等意义非凡。运用复杂网络理论,采用最大熵法则及阀值法,根据 2013-2015 年三年间中国银行同业拆借市场相关交易数据构建我国银行同业拆借网络,进行网络拓扑结构分析并定位网络关键成员。研究发现我国同业拆借银行网络呈现小世界网络模型特征,银行在网络中核心程度与银行现实规模对应;研究中定位了市场中系统重要性银行,并从网络结构特征出发对金融监管提出若干建议。

关键词:复杂网络;同业拆借;最大熵;小世界网络
中图分类号:F832　　**文献标识码**:A　　**文章编号**:1008-5092(2016)04-0032-07

随着全球经济体之间联系日益密切,以及科技的不断进步,金融市场发展迅猛,日益完善优化的交易渠道促使资本在全球范围内快速流转,流动范围不断扩大。随着传统金融产品的不断优化以及各类创新金融产品的横空出世,高频、高额、多向的交易导致各类金融机构之间形成一个庞大而复杂的网络。20 世纪以来经济危机、银行危机多发,影响程度、范围不断扩大,大型经济体之间错综复杂的关系逐渐成为其背后不可忽视的一个重要因素[1]。复杂网络作为研究现实世界中的各种复杂系统之间的共同属性的一种方法,其研究已经渗透到数理学科、生命学科和工程学科等众多不同的领域,近年来在经济金融领域异军突起,成为研究复杂金融系统的利器,发挥着传统方法不可替代的重要作用。

同业拆借市场作为现代银行系统不可或缺的一部分,是银行等金融机构之间资金流通、进行拆借的规范交易场所。在流动性充足、运行良好的同业拆借市场中,银行可以快速地并以较低的成本获得贷款弥补自身流动性不足;相反,在同业拆借市场失调或整体流动性紧张时,银行会面临较大的流动性风险,在极端情况下,可能出现资不抵债甚至导致银行破产。同业拆借市场业务频繁且规模庞大,其中以隔夜市场交易最为突出,加上银行之间复杂的拆借关系,商业银行及众多其他金融机构在同业拆借市场中形成一个庞大、交错的网络[2]。当市场资金流动性出现不足或某个重要金融机构资不抵债时,金融危机会有很大的机率在同业拆借市场网络中进行传播,波及网络中大部分交易主体,即所有参与同业拆借业务的商业银行与非商业银行性质金融机构均有可能受到危机影响。

次贷危机后,2010 年通过的《巴塞尔协议Ⅲ》对商业银行一级资本充足率、银行风险管理和市场纪律均提出了更高的要求。银行系统作为金融市场的重要组成部分,除了对银行个体进行严格的资本监管之外,只有从整体上重新认识银行网络的复杂性等问题,才能更科学地避免或减缓金

收稿日期:2016-10-12
基金项目:国家自然科学基金面上项目(71573051,71273064);2011 年度上海市哲学社会科学规划课题(2011BJB005);2011 年度上海市"曙光计划"项目(11SG09);《上海高等学校创新能力提升计划竞争性引导项目—上海国际型大都市建设的综合改革方案设计》和复旦大学中央高校基本科研业务费的支持。
作者简介:牛晓健(1971—),男,新疆阿克苏人,教授,博士,研究方向:金融复杂网络。

融危机的蔓延,减轻金融危机对各类机构以及实体经济的影响。基于复杂网络理论对中国银行同业拆借市场的网络进行研究,一方面,可以促进学界对银行系统网络结构以及违约风险在网络中传播机制的认识;另一方面,也为金融监管机构提供客观科学的政策建议:从网络模型研究中定位网络核心成员与其他地位相对不那么重要的成员,"个性化"定制更有效的监管措施,同时从整体出发降低银行系统、金融市场的风险,为中国经济保驾护航。

一、最大熵法则及复杂网络理论的运用

Boss,Elsinger,Summer 和 Thurner[3] 根据最大熵法则搭建了奥地利同业市场中银行间网络模型,发现模拟所得的网络高度还原了奥地利银行系统下分属不同地区与部门的银行关系,且得出根据同业拆借相关数据建立的网络比其他文献中根据经济学理论讨论构建的网络模型更加贴近现实,更具研究价值的结论。Upper 和 Worms[4] 运用最大熵法则与矩阵法,根据德国多家银行,包括所有地方性小规模银行的资产负债表中同业拆借及存放的数据构建了德国银行之间双边的信用关系网络,并在所得出网络的基础上研究该网络对随机冲击的稳定性以及冲击后危机传染路径。发现银行间同业拆借的信用风险可能会导致大量网络中并没受到直接冲击的银行也出现违约,且危机的传导方向、每个银行节点受到影响的概率与网络的模式有着紧密的联系。左振宇等[5] 采用阈值法构建银行网络,根据不同时间段的数据、不同阈值构建多个网络,并就节点度、互惠性、派系等网络性质对中国银行间网络的拓扑结构进行了详细的分析,通过数据实证证明复杂网络法在中国银行网络研究中的可行性。刘超等[2] 以金融危机时期(2007 - 2009 年)数据,运用相同的方法构建了中国同业拆借市场网络,分析网络距离、中心度等特性,与金融危机时期中国同业拆借市场现实情况进行比较并给出合理的经济学解释。

最大熵模型的概念,最先由物理学家 E · T · Jaynes 在研究信息学与概率论相关问题时提出,E · T · Jaynes 认为在根据不完整的信息进行推断时,在满足约束的前提下,最优的推断出现在熵最大时[7]。最大熵模型要求在已知约束条件下实现最优化与风险最小化,与金融学中在已知多种金融产品收益率、风险的条件下,追求投资回报率最高、风险最分散的投资组合问题相契合。由于银行间在同业拆借市场交易的详细数据无法获得,本文将以各银行资产负债表中同业拆借相关数据作为约束,运用最大熵模型求解网络中银行拆借矩阵。本文选取 SHIBOR 报价团中 14 家大型商业银行构建银行网络,相当于对我国同业拆借银行交易"核心团体"之间的同业拆借交易网络进行了刻画与分析。

二、复杂网络相关理论与网络结构特性指标

1. 复杂网络相关背景理论

复杂网络既是一个研究对象,也是一种对特定对象进行研究的方法。在网络理论的研究中,复杂网络是一个有着大量节点和节点之间错综复杂的关系共同构成的网络结构[8],严格意义上讲,复杂网络是发生在实际系统中,有着极其复杂的拓扑特征与特性的网络。借助强大的计算机技术与各种网络的海量数据库,学者们对大规模的网络进行了大量的实证研究,发现许多实际网络具有相同的定性性质。不同领域、不同时间节点的数据,多种不同实现网络构建的法则,事实上每个复杂网络都有其特定的性质。因此学者们运用大量特定参数以描述网络的拓扑结构及性质,为更好地进行复杂网络研究提供了理论基础与相应的工具。

(1)网络聚类系数

聚类系数描述了网络中节点与相近节点连接的密集程度,即网络中节点的聚集情况,用以衡量一个复杂网络的集团化程度。总的来说,一个网络的聚类系数越大,该网络对其中节点的影响可能就越大。

复杂网络可分为有向网络与无向网络,二者的聚类系数计算方法略有不同[9]。在无向网络中,两个节点之间最多存在一个链接(有或无)。一般地,假设无向网络中的一个节点 i 有 ki 个节点与它相连,则这些节点之间最多存在 $k_i(k_i - 1)/2$ 条边。假设网络中节点 i 与这 ki 个节点之间实际存在的边数为 E,E 与总的可能存在边数 $k_i(k_i - 1)/2$ 的比值即为节点 i 的聚类系数 C_i,即

$$C_i = 2E_i/(k_i(k_i - 1)) \quad (1)$$

相应地,在有向网络中,两个节点之间最多可存在两个链接(不相连、单向链接或双向链接),因此节点 i 在有向网络中,与 k_i 个与它相连的节点间

的链接总最大值为 $k_i(k_i-1)$。假设实际存在边数为 E_i,则该有向网络的聚类系数为

$$C_i = E_i/(k_i(k_i-1)) \quad (2)$$

已知网络中节点的聚类系数,对网络中所有节点聚类系数求算数平均数,可得网络整体的聚类系数 C,取值范围为[0,1]。根据节点聚类系数的定义可知,当 $C=0$ 时,网络中任意两两节点之间皆无链接,是一个只有孤立点而无链接的"网络";当 $C=1$ 时,网络中任意两个节点均有边相连,是一个完全网络。在银行网络中,完全网络意味着被考量的任意两家银行间均有同业交易来往,又因银行同业拆借网络为有向网络,则网络中任意两家银行互为对方的债务银行与债权银行。

(2)度分布

度是单独节点的一个重要属性,定义相对简单。复杂网络中节点 i 的度 ki 为与该节点连接的所有节点的数目[8]11-12。直观上看,节点 i 的度值越大,在网络中与之直接相连的节点就越多,节点 i 在网络中的"地位"就越重要。与聚类系数相似,度在无向网络、有向网络中的定义也有一定的差异。

(3)平均路径长度

两个节点间的最短路径上所经过的边的数目定义为两个节点间的距离[8]10。虽然这个统计量直观上与节点自身性质相关,但最短路径实际是刻画复杂网络整体结构非常重要的一个统计量。最短路径越小,说明网络中互不直接相连的两个节点可通过较少的链接间接相连;在同业拆借网络中,最短路径小则有银行在市场上融通资金便利的实际意义。平均路径长度用以刻画网络整体的路径特征,又称为网络的特征路径长度(Characteristic Path Length)[8]10。计算方法如下所示:

$$L = \frac{1}{\frac{1}{2}N(N+1)}\sum_{i\geq j} dij \quad (6)$$

三、银行网络构建与分析

1. 网络矩阵计算

本文选取了 SHIBOR 报价团 18 家银行中能获得最新数据的 14 家银行,根据其 2013 - 2015 年资产负债表中同业拆借的数据建立银行网络模型。这些银行大多为国家控股大型商业银行,或为外资银行中国分行,资本力量雄厚,在同业拆借市场上均为活跃的交易主体;信息披露充分,受监管机构与广大投资者监督,是中国金融市场上的重要组成部分。

在同业拆借市场中,每一次业务对应交易双方、金额、贷款期限利率等详细信息都属于私密信息,无法获得。根据 2014 年颁发的《关于规范金融机构同业业务的通知》(又称"127 号文"),同业拆借相关款项在拆出和拆入资金会计科目核算,即每个银行在一定时间段内(本文选取一财年度交易总额)同业拆借相关款项的交易总额相关数据是可获得的。已知各银行每年的交易总额,根据最大熵模型定义,可将交易总额作为约束条件,假设在银行网络中所有交易主体会尽可能地将交易金额分散,即系统中熵值最大,以求银行间交易矩阵的最优解,根据最优解矩阵即可建立网络。

设网络中银行总数目为 N,则同业拆借市场中银行之间的链接关系可用 $N*N$ 的矩阵表示,本文取值 $N=14$,元素 x_{ij} 表示银行 i 对银行 j 的同业拆借资产头寸,即为银行 j 向银行 i 申请同业贷款的金额。同时,根据银行资产负债表中"拆出资金""拆入资金"会计条目下的详细数据,我们可以得到每家银行的银行间总资产 a_i 与总负债 l_i,其中

$$a_i = \sum_{j=1}^{N} X_{ij} \quad (7)$$

$$l_i = \sum_{j=1}^{N} X_{ji} \quad (8)$$

根据已有的 a_i、l_i 数据将矩阵标准化[10,11],运用求解社会核算矩阵的 RAS 方法求解银行同业拆借矩阵。假设 a 和 l 分别为边际分布函数 $f(a)$ 和 $f(l)$ 的实现值,又 X 中具体每个元素值与银行对应的 a 和 l 有关,则 X 为联合分布函数 $f(a,l)$ 的实现值。如果 $f(a)$ 和 $f(l)$ 相互独立,则标准化矩阵中 $x_{ij}=a_i\cdot l_j$。标准化后,矩阵的主对角线元素不为零,这意味着银行与自己存在借贷关系,这明显与现实不符。因此在该矩阵中,规定 $x_{ij}=0$,$i=j$。RAS 方法一般广泛应用于社会核算矩阵的平衡或更新过程,适用于新的行和与列和均为已知的情形。此处的行和、列和分别对应 a_i,l_i,因此根据已知数据作为约束,运用 RAS 方法通过一系列的矩阵迭代调整过程,即可求得最优解——银行同业拆借矩阵。

2. 银行网络构建

现实中的同业拆借市场是一个不完全市场,即市场中存在一部分的银行互相之间并无同业拆

借业务来往。但依照上文所述方法求解的矩阵,除了主对角线元素外,均为大于零的实数值,相当于系统中任意两家银行之间都存在借贷关系。为使网络更加贴近现实,我们采用阀值法构建网络模型,简单来说,即当某两家银行间同业拆借链接对应权重(或比例)大于所取的阀值 t 时,在网络中该两家银行之间可进行连接,否则该两家银行间不存在链接。原矩阵 xij 表示银行间的借贷头寸,通过处理后可将银行间链接对应值变为该链接在网络中所占权重。本文设定阀值 $t=0.001$,即在所建网络模型中,只存在权重高于 0.001 的链接,原链接权重低于 0.001 的,在网络中均不显示。

图 1 至图 4 分别为将银行网络可视化时,采用了阀值法与没有采用阀值法所建立网络。图 2 为阀值 $t=0$ 时的银行网络,图 3 中阀值 $t=0.001$,此时网络为完全网络。两图对比可见,在不完全网络中,节点 10、11、12、13 的链接明显减少,节点 1 -6 链接数目相对没有太大变化。前后变化说明采用阀值法既能使网络更贴近现实,同时还能突出网络中重要的节点,凸显网络结构。

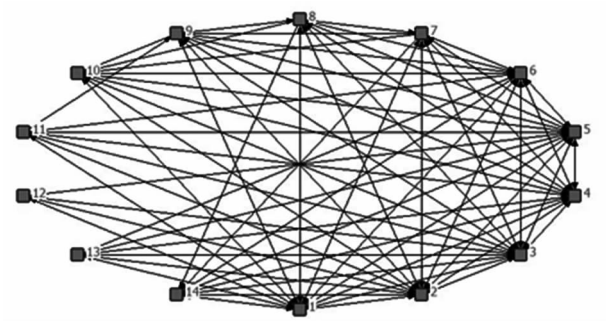

图 1　2013 年银行网络视图($t=0.001$)

Fig. 1　Structure Diagram of Interbank Network in 2013 ($t=0.001$)

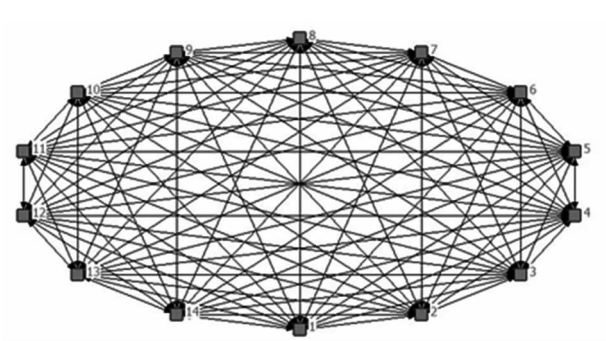

图 2　2014 银行网络视图($t=0$)

Fig. 2　Structure Diagram of Interbank Network in 2014 ($t=0$)

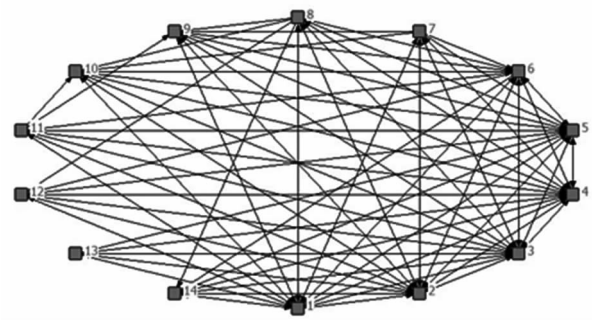

图 3　2014 年银行网络视图($t=0.001$)

Fig. 3　Structure Diagram of Interbank Network in 2014 ($t=0.001$)

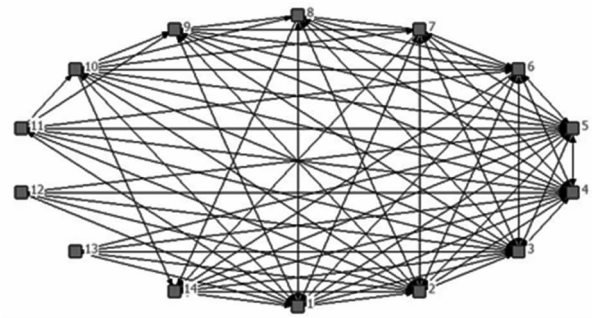

图 4　2015 年银行网络视图($t=0.001$)

Fig. 4　Structure Diagram of Interbank Network in 2015 ($t=0.001$)

3. 网络结构指标分析

得出 2013 -2015 年银行同业拆借网络后,可用相关网络分析集成软件对网络拓扑结构进行分析,根据相关网络性质统计量分析网络构成即各银行在网络中的重要性。

1. 银行同业拆借网络度值分析

由于银行同业拆借网络为赋权网络,在计算节点度值时不能单纯地计算与该节点相连的节点个数,而应将链接权重同时纳入计算。前文提及,对数据矩阵进行适当处理后元素取值变为对应交易数额在整个市场中交易总额的比值,因此对该网络进行分析后得出的度数为[0,1]之间的取值。

由表 1 可知,在 2013 -2015 年三个同业拆借网络中,工商银行、中国银行、农业银行、建设银行与交通银行五家国家控股商业银行度数一直占据网络整体前五,其中工商银行连续三年居第一。与之对应的是,这五家银行在 2013 -2015 年三年内也占据了中国银行总资产排行榜中的前 5 名。

表 1 2013 – 2015 年同业拆借网络度比较

Table 1 A Comparison of Degrees for Interbank Offered Network (2013 – 2015)

2013		2014		2015	
银行	度	银行	度	银行	度
2 工商银行	0.255	2 工商银行	0.289	2 工商银行	0.222
1 中国银行	0.207	3 农业银行	0.199	3 农业银行	0.187
3 农业银行	0.152	1 中国银行	0.150	4 建设银行	0.148
5 交通银行	0.129	4 建设银行	0.137	1 中国银行	0.138
4 建设银行	0.095	5 交通银行	0.132	5 交通银行	0.134
6 招商银行	0.082	6 招商银行	0.065	6 招商银行	0.081
8 光大银行	0.057	8 光大银行	0.060	10 浦发银行	0.052
7 中信银行	0.056	9 兴业银行	0.047	8 光大银行	0.046
9 兴业银行	0.048	10 浦发银行	0.036	9 兴业银行	0.045
10 浦发银行	0.035	11 北京银行	0.032	7 中信银行	0.041
11 北京银行	0.023	7 中信银行	0.029	11 北京银行	0.029
14 华夏银行	0.019	14 华夏银行	0.023	14 华夏银行	0.027
13 渣打银行	0.013	12 汇丰中国	0.017	12 汇丰中国	0.009
12 汇丰中国	0.008	13 渣打银行	0.009	13 渣打银行	0.008
网络中心度 =24.5%		网络中心度 = 27.4%		网络中心度 = 25.46%	

我国股份制银行发展迅猛,资本规模不断上升,其对短期资金的需求也不断增大,热衷于通过各种同业市场、回购市场等交易以进行资产负债管理。其中招商银行为所有股份制银行中度值最高的节点,相应地招商银行也连续 3 年荣膺全国股份制银行总资产排行榜榜首。这一结论说明本文研究的银行同业拆借网络与现实银行网络有较强的相关性,资本力量雄厚的银行在同业拆借市场中也相对活跃,与其他商业银行、金融机构之间资金流动频繁密切,在银行系统中则处于核心的地位。

2013 – 2015 同业拆借网络的标准化中心势分别为 24.5%、27.4%、25.46%,均保持在较低的水平,说明我国同业拆借网络集中度不高。根据 Gai, Haldane 和 Kapadia(2011)[12] 对不同集中度网络分别进行危机冲击模拟的研究结果,相对分散的网络不易受选择性冲击影响,抵御危机传播的能力相对要强于结构集中的网络。

2. 银行同业拆借网络聚类系数

由表 2 可知,2013 – 2015 年三年间银行同业拆借网络的聚类系数均较高,加权平均聚类系数维持在 0.7 左右,2015 年网络的集中度较 2013 年集中度有一定的上升。这说明我国银行在同业拆借市场中联系较为紧密。一方面,银行间联系紧密意味着主体间资金融通渠道丰富,交易便捷,在流动性短缺或银行准备金需要补足时能轻松获得所需资金,市场资金利用率也相应提升;另一方面,银行之间如果联系过于紧密,银行容易受到网络中其他交易主体不良经营结果的影响,当某个银行出现违约时,容易通过复杂的链接将影响扩散至整个网络,制约同业拆借市场健康发展。相关监管机构可通过监控银行网络的聚集程度,在不影响资金顺利流动、利用的前提下,通过科学的制约或监督,把银行系统聚集程度控制在适合的范围内,保持市场活力的同时降低整个网络受金融危机冲击的可能性。

表 2 2013 – 2015 年银行同业拆借网络聚类系数比较

Table 2 A Comparison of Clustering Coefficients for Interbank Offered Network (2013 – 2015)

聚类系数	2013	2014	2015
网络整体	0.830	0.810	0.837
网络加权整体	0.756	0.732	0.773

3. 银行同业拆借网络的距离

在原始数据矩阵中,所有节点两两直接相连,每两个节点之间的距离均为 1,则此时网络的平均距离为 1。运用阀值法去掉交易份额低于阀值的银行交易链接后,某些银行节点之间无法直接相连,必须通过两者共同交易对手节点形成相连的路径,这些节点间的距离为 2 或更大。由表 3 可知,2013 – 2015 年 3 年中我国同业拆借网络的

平均距离保持在 1.3 左右,这说明对于一些聚类系数小的节点,在这个网络中最多通过一个节点即可与未直接相连的节点形成链接。

表 3　2013 – 2015 年银行同业拆借网络距离比较

Table 3　A Comparison of Distances for Interbank Offered Network (2013 – 2015)

	2013	2014	2015
平均距离	1.319	1.324	1.254
网络凝聚力	0.841	0.838	0.810
距离加权分散度	0.159	0.162	0.190

建立在距离数据基础上的网络凝聚力(Distance – based cohesion)指标,该指标值在 0 至 1 之内变动,越靠近 1 说明网络凝聚力越强,节点之间联系越紧密。数据显示 2013 – 2015 年网络凝聚力指标均高于 0.8,说明网络凝聚力强,银行间资金流动灵活方便。

银行同业拆借网络平均距离与凝聚力指标在一定范围内稳定于较高水平,这一特征与前面讨论的聚类系数显示的网络结构符合,进一步说明我国银行同业拆市场活力较强,市场效率较高,银行在同业拆借市场中能高效快速地筹措到所需的资金,弥补流动性不足或补充银行准备金。

4. 网络结构结果分析

根据对网络结构相关统计量指标的分析,我国同业拆借网络中的核心成员均为国家控股的大型商业银行,紧接着为规模较大的股份制银行。银行在同业拆借市场中活跃程度,以及在网络中所处地位的核心程度,均与银行实际总资产规模有着强正相关关系。这说明本文所建立的同业拆借网络与市场现实相符,能在一定程度上反映我国同业拆借市场中银行网络的结构及组成关系,一方面证明了复杂网络与最大熵法则等理论在银行网络研究中的运用具有学术价值,另一方面,也说明了银行网络将在学术研究或相关政策决议过程中有重要的参考价值。

由 2013 – 2015 年银行网络特征统计量,如聚类系数、平均距离、凝聚力指标等,可以发现我国同业拆借网络存在小世界网络的特征。小世界模型(Small World Network)的概念由 Watts 和 Strogtz[13] 于 1998 年提出。小世界网络的特征是平均路径长度小而聚类系数高。根据我们所得的数据,2013 – 2015 年三年间拆借网络聚类系数和凝聚力指标一直保持在 0.8 以上,平均距离在 1.2 ~ 1.4 之间波动,符合小世界网络的特征。

银行同业拆借网络呈现小世界网络特征,说明同业拆借市场中同业拆借关系分布较广,主体可在市场中通过交易满足自身的资金需求,资金、交易信息等资源在市场中能实现合理配置并高速流转,有利于我国金融市场的稳健成长。长时间以来国家控股商业银行一直稳居同业拆借网络中核心地位,国资背景下商业银行在金融市场资金吞吐量大,信用评级高,信息披露充分,受投资者及普通民众广泛监督,作为核心成员主导同业拆借市场运作有利于市场的稳定和规范。

四、结论

本文利用相关复杂网络理论,借助最大熵法则与阀值法,构建了 2013 至 2015 年我国同业拆借银行网络并进行结构分析。根据网络我们定位了银行系统内的核心成员,多为国家控股的大型商业银行。同时发现我国同业拆借网络中节点联系紧密,凝聚力较强,平均距离较低,呈现小世界网络的特征,说明同业拆借市场功能得到充分发挥,交易活跃且运转效率高。

在已知银行各自在网络中的度值时,可根据其度值高低,即根据其在网络中的重要程度,适宜地提高资本留存要求或降低监管力度。Gai 等[12] 发现对于核心地位不同的金融机构进行“一刀切”式的全面统一流动性要求时,网络的稳定性低于对等级不同的金融机构实施“定制化”监管和资本要求的网络。此举有利于在经济上扬时,提高市场上的资金利用率,避免在扁平化的监管下,规模偏小的金融机构在满足要求后交易热情丧失;另一方面,网络在受到冲击时,规模较大的商业银行因受到更严格的监督和留存要求,提升其在网络中的稳定性,维持网络完整,降低损失。国有商业银行在我国银行同业拆借网络中占据核心地位,为了避免出现严重问题时引起全国性的金融危机,政策应在加强对这类银行的监督与风险管理的同时,促进同业拆借市场的交易主体的多样化,降低其他金融机构在市场上融资的难度,以提高资金的有效运转和配置,实现资金在网络上的合理分配,降低交易在核心机构团体内的集中度,增强同业拆借市场抵抗攻击的能力。

参考文献:

[1] 贾晓辉. 我国人民币同业拆借市场研究[D]. 北京:首都经济贸易大学,2007.
[2] 李守伟,何建敏,庄亚明,等. 基于复杂网络的银行同业拆借市场稳定性研究[J]. 管理工程学报,2011(2):195-199.
[3] Boss M, Elsinger H, Summer M, et al. An Empirical Analysis of the Network Structure of the Austrian Interbank Market [J]. Financial Stability Report,2004(7):77-87.
[4] Upper C, Worms A. Estimating Bilateral Exposures in the German Interbank Market: Is There a Danger of Contagion? [J]. European Economic Reviews,2002,48(4):827-849.
[5] 左振宇,李守伟,何建敏. 我国银行网络拓扑结构特征的实证研究[J]. 华东经济管理财经透视,2012(2):98-101.
[6] 刘超,吴明文,马玉洁. 基于复杂网络的同业拆借市场特性研究——以金融危机时期(2007 - 2009 年)数据为例[J]. 财经理论与实践,2014(3):9-15.
[7] Garas A, Argyrakis P, Rozenblat C, Tomassini M, et al. Worldwide Spreading of Economic Crisis[J]. New Journal of Physics,2010,12(2):185-188.
[8] 汪小帆,李翔,陈关荣. 复杂网络理论及其应用[M]. 北京:清华大学出版社,2005.
[9] 刘军. 整体网分析讲义:UCINET 软件实用指南[M]. 上海:上海人民出版社,2009:11.
[10] 鹿雯. 我国银行间市场的风险传染效应研究——基于同业拆借和同业存放数据[D]. 南京:南京理工大学,2014.
[11] 郑星. 完善人民币同业拆借市场运行机制的探讨[D]. 南昌:江西师范大学,2011.
[12] Gai P, Haldane A, Kapadia S. Complexity, Concentration and Contagion: A Comment[J]. Journal of Monetary Economics, 2011,58(5):453-470.
[13] Watts D, Strogatz J, Steven H. Collective Dynamics of "Small-World" Networks[J]. Nature,1998,393(6684):440-442.

Mapping the China Interbank Market Network Based on Complex Network Theory

NIU Xiaojian, LÜ Xiaoxiao
(School of Economics, Fudan University, Shanghai 200433, China)

Abstract: Crucial as it is, interbank market has a profound influence on the resilience of the whole financial market when facing crisis, and it is equally important to identify the key players in the Interbank market so as to better monitor and regulate the whole system. We built the network model of Chinese interbank lending market in 2013 - 2015 by adopting basic ideas from Complex Network and Maximum Entropy Model. Complex Network is an effective approach to dig into the characteristics of complicated structures with substantial nodes and links. After analyzing the nature of the network we found that Chinese interbank lending network bears the features of Small-world network model. Furthermore, the ranking of banks in the networks is compatible with the ranking of assets of banks in real life. Besides, we successfully locate the key players in the network, and make policy suggestions accordingly.

Keywords: complex network; interbank lending; maximum entropy model; small-world network

(责任编辑:沈建新)