

冯小兵 © 著

关于中央对手方清算模式系统风险的 内部化问题研究



上海社会科学院出版社
SHANGHAI ACADEMY OF SOCIAL SCIENCES PRESS

本书获上海市高校 085 工程项目以及 2011 年
教育部一般项目资助

关于中央对手方清算模式 系统风险的内部化 问题研究

冯小兵 著

上海社会科学院出版社

图书在版编目(CIP)数据

关于中央对手方清算模式系统风险的内部化问题研究/
冯小兵著. —上海:上海社会科学院出版社, 2016
ISBN 978-7-5520-1626-0

I. ①关… II. ①冯… III. ①货币结算-金融风险防
范 IV. ①F820.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 274349 号

关于中央对手方清算模式系统风险的内部化问题研究

著 者: 冯小兵

责任编辑: 王 勤

封面设计: 周清华

出版发行: 上海社会科学院出版社

上海顺昌路 622 号 邮编 200025

电话总机 021-63315900 销售热线 021-53063735

<http://www.sassp.org.cn> E-mail: sassp@sass.org.cn

照 排: 南京理工出版信息技术有限公司

印 刷: 上海信老印刷厂

开 本: 787×1092 毫米 1/32 开

印 张: 3

字 数: 60 千字

版 次: 2016 年 11 月第 1 版 2016 年 11 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-5520-1626-0 / F·458

定价: 14.80 元

版权所有 翻印必究

目 录

第一章 绪 论	2
第二章 中央对手方互操作性的结构比较	6
一、背景	6
二、理论背景和模型	9
(一) 理论背景	9
(二) CCP 互操作模型	10
(三) 三个互操作性的 CCP	19
三、模拟和分析	23
四、结论和政策建议	28
五、讨论	29
附录	30
参考文献	32
第三章 银行 CCP 网系统风险的测定及其内部化研究	35
一、背景介绍	35
二、系统风险的测定和分配	39
(一) 利用传播模型进行系统风险度量	39
(二) 系统风险的内部化——夏普利值法	41
(三) 使用方法的难点以及解决方法	42

2 | 关于中央对手方清算模式系统风险的内部化问题研究

三、全球银行网的拓扑结构	43
(一) 数据库	43
(二) 全球银行网的拓扑结构	44
四、系统风险的计算及其内部化问题研究	46
(一) 各国系统风险的计算	46
(二) 系统风险的内部化	47
五、结论和政策建议	50
附录	51
参考文献	53
第四章 中央对手方互操作和系统稳定性	58
一、背景介绍	58
二、总体构架	60
三、理论建模——一个中央对手方的案例	64
(一) 一个简单的中央对手方案例	64
(二) 一个 N 个互操作的中央对手方的 案例	68
(三) 中央对手方之间的相关性	71
(四) 通过元中央对手方的中央对手方 互操作	73
(五) 交叉连接的中央对手方	74
四、结论	76
附录	76
参考文献	83
第五章 总结	85

本书首先在复杂系统理论框架下,利用传播动力学和相继故障模型,结合经济学理论对跨境中央对手方清算网络的系统风险进行建模测量,导出系统风险阈值;然后在克服现有文献对该系统稳定性研究中仅强调“清算效率”而忽略“系统风险”的基础上,进行稳定性研究。本书从网络结构“拓扑特征性”出发建立以“系统风险阈值”为核心,包括“净额清算”、“风险分摊及分散”在内的综合性指标体系;稳定性的动态研究则考查在外生冲击下网络结构变异后的连通性及指标。本书基于图谱分析和矩阵理论,由此得到的解析结果和仿真结果比较,有助于克服后者由人为制定仿真规则造成的偏差。网络动态演化是基于连边对结构的估计。区别于工程上的方法,研究从边的微观经济属性出发、利用分类数据回归对链接进行估计,测定演化网络稳定性。

它将有助于将风险控制的网络化理论拓展到后交易期,丰富风险研究理论内涵,促进相关部门完善金融基础设施建设。

第一章 绪 论

中央对手方(central clearing party)清算模式是指在清算过程中以原始市场参与人身份介入,充当原始方的买方和原始方的卖方,保证清算交易执行的实体模式。它的核心内容是合约更替(novation)。对系统风险目前理论界还没有有一个统一的定义,本研究采用的定义是,系统风险的核心是传染性,即一家银行的倒闭引致系统中其他银行“多米诺”式的倒闭,它对社会的影响是产生巨大负面外在性。有关系统风险的内部化问题包括测定和分配,国外文献按对所研究对象的不同处理方法可分为两大类:第一类是将对象视为组合资产来研究(portfolio approach),第二类是将对象视为复杂网络来研究(complex system approach)。在第一类文献研究中,早期人们认为系统风险的核心是,导致危机因素中除去共同基本面因素(common fundamental factors)以外的传染性,并通过理论模型和实证分析来证明它的存在性、传导机制及规模。后来研究人员开创性地将研究的对象视为组合资产,并引入罗伯特·默顿著名的期权定价模型解决了从股权价格(equity)向资产价格(asset)转换的问题。因此从实证上可以利用大量的市场交易数据通过相关性分析来定量研究上市银行中系统风险的传染度。这样就形成了第一类系统风险的研究体系。近期,在风险测度基础上研究人员依据夏普利

值将风险分摊到相应的风险源银行,将研究从单纯测定向分配过程推进了一步,这方面的研究目前尚在完善过程中。时至今日,大家除了对于模型中共同基本面因素进行内生化处理,或者采用非参数估计、极值理论等较为复杂的计量方法来计算所关心的指标外,第一类文献研究的框架基本没有太大改变。总结起来资产组合类研究的特点是以期权定价理论为基础建立理论模型,利用体现银行特征和具有直观经济含义的数据进行实证检验。这类研究尚存在的问题有三个:一是用来分析系统风险的模型主要考虑银行的大小(Too Big Too Fail Problem),反映银行间的链接关系不够;二是研究者大都选用部分银行为样本来分析整个体系的系统风险,从而使结论的可靠性受到一定影响;三是影响系统风险的共同基本面因素无法穷尽,研究结果难免产生偏差。

第二类是基于复杂网络理论的研究。这类研究成熟的成果虽然不多,但是已经开始引起各界的重视,其发展阶段具体分为以下三个:早期人们利用合同理论分析提出了由于风险分摊的原因,一个全连通的“完全银行债权结构”不利于危机传播,相反,一个不完全的结构即系统中的银行只和有限的邻居银行相连,则利于危机的传播。之后,人们进一步揭示了单体、多体货币中心银行结构以及双层银行结构和危机传染性的关系。这些研究虽然没有真正引入复杂网络理论,但已经开始注意到银行系统的结构对传染性的影响。然而他们的研究只单纯考虑了网络结构和风险分摊的关系,忽略了全球资本市场自由化也会导致经济体相互连接的加强和危机传染性的加深。由此产生的由资本市场开放导致

的风险分摊和风险传染之间内在关系问题,即使在最近期的研究中依然没有在理论或实证上得到解决。第二阶段,在这之后的5年中基于复杂网络理论的系统风险研究得到迅速发展。首先是2006年美国联邦储备银行和科学院认为,现有的经济模型对分析危机传染的途径、机制不力,也无法为宏观管理提供可靠的决策依据,希望来自其他领域的学者加入,共同寻求解决问题的新思维。第三阶段,2007年起始的全球性金融危机为第二类研究的发展提供了又一个契机。以发达国家央行为主的研究人员对这一领域的研究进行了拓展,他们利用网络的理论揭示了典型金融市场的结构和特性。他们的研究提出了各主体由于联系紧密度加深(*connectedness*)导致危机传染增强的危机机制(*Too Connected To Fail Problem*)。然而,存在并有待改善的三个问题是:(1)主要局限于揭示网络基本拓扑结构方面,属于静态研究范畴,没有将网络拓扑结构和网络的动态特征结合起来;(2)仅仅将复杂网络理论中的新发现机械地应用到银行网络并用数据验证已有结果,没有反过来从金融学自身对复杂网络理论进行拓展性的研究;(3)实证上主要针对数据可得性较强的清算和拆借市场,忽略了其他市场和主体的传染作用。

国内这方面的研究虽然有限但也已经开展起来,有了初步的成果。研究人员分别通过理论建模和数据分析以及实际调查等方法对中国清算支付系统及其他相关金融市场的系统风险进行了研究;对于中央对手方清算体系的研究则以介绍性论文为主。

笔者将以组合资产和复杂系统理论为研究框架,以银行业中的病毒传染模型为载体,利用第一类研究中的夏普利值测算和分配中央对手方清算系统的系统风险,尝试为金融监管部门提供一个“差异性资本要求”,使产生风险的个体真正承担起应负的责任,缓解由央行直接干预导致的“道德风险”负面外在效应。

最后本书所涉及的研究得以顺利开展,笔者要感谢本校的领导的全方位支持和同事的协助。在美国作为高级访问学者的一年中,笔者以本项目为目标和联邦储备系统银行规制和风险控制部的同事们进行了深入讨论,特别是本团队的成员和论文合作者马修·普里斯克特研究员。本研究也得到了国际相关问题研究的主要团队,特别是瑞士国家银行金融基础设施建设部的 T.Nellen、法国银行的 F.Renault 博士、笔者伦敦经济学院的校友 J.Zigrand 博士的大力支持,第一时间得到他们关于银行系统风险的工作论文;国内笔者与上海交通大学的导师——研究复杂网络的汪小帆教授、研究图论的张晓东教授、上海华东师范大学研究矩阵理论的詹兴致教授也有联系和合作,定期参加他们的讨论班和学术报告会。这些活动为本书的顺利完成提供了优良的外部环境。同时,感谢论文合作者韩国 S.K.K.物理系的 Beom.Jun Kim 教授和瑞士 E.T.H.理工学院的 Frank Schweitzer 教授安排经费邀请笔者访问并交流。最后,笔者也要感谢上海交通大学数学系的董燕博士、张洁博士以及本校的研究生金晨同学为本书完成所做的协助工作。

第二章 中央对手方互操作性的结构比较

中央对手方(Central Counter Party,以下简称 CCP),是指在证券交割过程中,以原始市场参与人的法定对手方身份介入交易结算,充当原买方的卖方和原卖方的买方,并保证交易执行的实体,其工作核心内容是合约更替和担保交收。尽管一个更加完整的中央对手方网络会通过互操作性,给使用者提供更具成本效益的清算与结算服务,但是它也会增加系统的违约传播。本书使用疾病传播模型进行研究,发现当某些条件满足时,垂直的互操作性中央对手方(CCP)网络比水平的互操作性 CCP 网络更具稳健性,且内部和外部传播速率的变化会导致不同均衡的产生。

一、背景

在完成交易后,证券公司进入清算阶段,即所谓的交易后阶段。它包括四个阶段,包括比较或匹配,清算或记账,结算,转移登记。交易后阶段被认为是金融系统的管道,这意味着它不重要,和交易息息相关却又处在交易的阴影之下。2007 年爆发的美国金融危机颠覆了整个金融世界,把清算和结算业务从幕后推到了台前。

一个 CCP 可以被定义为一个实体,它将自己置于一个或多个抽象交易的金融市场对手之间,变成每个卖家的买方,

和每个买家的卖方。因此法律程序将 CCP 置于买家与卖家之间,并称之为创新。

CCP 的一个功能是通过多边网络提高交易效率。它还重新安置了所涉及的信贷风险。CCP 不会从市场中消除信贷风险,它重新分配交易对手风险,用 CCP 自身的信贷风险来替代一个企业暴露出的双边信贷风险。

从清算系统的全局方面考虑,作为双边清算系统的可替代实物,CCP 与它共存了将近一个世纪并且很可能会继续下去。每个国家能够有它的中央对手方清算制度,在实践中形成了一个全球的中央对手方清算网络。欧洲 CCP 正在计划成立一个唯一的 CCP,这个 CCP 横跨整个欧洲。因为该地区的股票市场参与者想有能力选择自己的 CCP,通过集中清算业务来获得利益。这个唯一的 CCP 为用户提供最大的规模经济和最有效率的抵押品与资源的使用。这是通过在互操作性的形式下,与中央对手方清算制度产生联系所实现的。

互操作性是使 CCP 相互连接的操作,它使一个 CCP 的参与者能够清楚与另一个 CCP 参与者的交易。许多文献已经开始评估互操作性或者链式安排的益处,尤其是在净效率收益方面。然而很少有人重视另一方面,系统风险传播的增长。因此,这是本章研究的重点。

尽管互操作性有利于在参与者间分散风险,但它也会通过 CCP 网络导致传染和风险传播,这一点是公认的。虽然场外交易(OTC)衍生品的清算和结算不是近期金融危机的中心原因,但衍生品市场基础结构方面的弱点加剧了危机。因此,一个具有挑战性的问题是,哪种网络能有助于提高净额

结算效率,亦分担信贷风险,并能同时有弹性地预防感染问题。在这里,我们需要一个 CCP 系统,它稳定同时能够容纳足够多的金融中介机构。中央对手方清算制度如何构建和相互联系很可能会影响它们彼此。

本章研究的贡献,就我们现有的了解而言,首先是在疾病传播模型中,通过适应性 CCP 基本再生数对系统风险扩散进行定量分析。这个模型考虑了以下三种情况:

第一,该模型提供了一种自然框架来检验不同的 CCP 结构所造成的 CCP 违约传输渠道有何不同,对于系统风险爆发有什么不同的影响。在这个模型中,我们详细说明了一个微分方程系统,来帮助代理商获取它们之间不同的传输渠道。我们进一步研究了,有微分方程的耦合系统产生的多样化 CCP 传输渠道之间的相互作用或者互操作性。系统中方程的数量由 CCP 网络中不同类型代理商的数量决定。

第二,模型允许非线性因素影响系统扩张,也就是基本再生数,是默认代理商、非默认代理商的传输速率、度、密度以及传输渠道的结构的一个非线性函数。

第三,该模型是动态的,它预测了随着时间推移,下一阶段基本再生数的结果。也就是,一代代延续下去,当时间足够长时便可以求得基本再生数。通过这一计算,我们可以确定最佳的交互操作 CCP 结构以及一个安全区域,这个区域能够通过监管者控制政策的实施来实现。

除了互联网络的文献,最接近这项研究的文献是 Renault 的。但是笔者发现,CCP 没有一个最佳结构是因为它取决于许多因素。与我们所不同的是,Renault 用的方法是压力测

试。在本章中,我们的具体目标如下。

第一,在疾病传播模型中使用基本再生数,来确定 CCP 网络结构对系统风险传播起着最小作用。

第二,试着当使用不同传播速率时,测定并证明一个用于不同 CCP 结构正式对比的方法有多大的不同。

第三,说明本项研究给出的政策建议。

二、理论背景和模型

(一) 理论背景

一直以来,人们不断地提出将疾病传播模型运用到经济学和金融学上去,而且 Klein 等人就此写了一篇摘要文献,只是还未引起太多关注。基本再生数的概念用 R_0 表示,这是流行病学理论的核心部分,对疾病根除和疫苗接种计划带来了重要意义。 R_0 衡量了疾病在系统中扩散的潜力。

在完全易感人群中,一个典型的感染个体产生出第二例预期数量。

临界值可以由矩阵理论得出并证明。

给定一个矩阵 $A \in C_{n \times n}$,

$$\lim_{k \rightarrow \infty} A^k = 0, \text{ iff } \rho(A) < 1 \quad (1)$$

C 代表含有任何复杂数字的矩阵, n 是矩阵的维度, k 是矩阵 A 的幂。 $\rho(A)$,所谓的基本再生数, R_0 代表矩阵的谱半径。 A^k 在限制性情况下代表,当违约代理经过 k 代之后消失为零后,会默认形成自由均衡状态,也就是在长期中违约并受感染的系统会发生什么。这个理论告诉我们,如果矩阵

在 k 次幂时谱半径小于 1, 违约危机不会扩散。尽管这个理论给出了一个漂亮的结果, 但它不是直接适用于 CCP 系统。在(1)中, k 代表传染病理论中的人口代数, 即第 k 代人口。然而在 CCP 系统中, 我们把它定义为一个结算和结算交易的周期。每笔交易在交易后阶段会经历的一个周期, 交易登记后开始, 结算后结束。这将花费更多的时间完成交易。它使得定价甚至最终义务转移方向具有更大的不确定性。在周期的任何阶段, 违约感染将会传播到整个系统。周期的持续时间变化很大。值得注意的是, 在传染病的相关文献中, 有一个临界值被称为感染率或者传播率 λ_c , 可以由同一个耦合系统方程求出。不同点在于 R_0 是一个数字, 而 C 是一个比率。它们具有不同的经济含义, 为相同的目的服务。

在单独感染区间的情况下, R_0 是传播速率与感染平均持续时间的乘积函数, 式(2)是详细导出:

$$R_0 = \rho(FV^{-1}) \quad (2)$$

该式中 $\rho(\cdot)$ 表示矩阵的谱半径。 V^{-1} 的第 j 行第 l 列元素, 即 (j, l) 项是个体在它的生命周期中, 花费在区间 j 的平均时长。 F 的 (i, j) 项是区间 j 的受感染个体在区间 i 产生出新的感染体的比率。所以 FV^{-1} 的乘积的 (i, l) 项是区间 l 中的受感染个体在区间 i 中产生的新的感染者的预期数量。在这项研究中, 基本再生数被用来量化系统风险在经济危机中的多米诺效应。

(二) CCP 互操作模型

在本章研究中, 代理商被定义为 CCP 网络的参与者, 他

们包括不同国家的 CCP 和不同的 CCP 成员。代理商之间的优势代表了这样一种情况,通过内部或者外部连接构建交易渠道。内部连接是在 CCP 和它们成员内部的交易渠道。外部连接是在两个或者更多不同 CCP 之间的交易渠道。病毒代表违约,这种情况下 CCP 参与者无法观察它们的债务责任和履行它们的义务。违约的主要原因是破产或者流动性不足。违约参与者可以通过内部或者外部救援再次在财政上复苏,基本上是通过资本注入的形式。每个代理人只有两种情况,“易受感染者”也就是非违约,被感染者也就是违约。

本章研究的难点是如何确定一个 CCP 网络,因为在现实中并没有这么一个网络存在。2010 年 7 月通过美国国会的“多德弗兰克法案”,规定主要市场参与者交易所有标准衍生物都必须在受监管的 CCP 内进行清算。欧盟委员会也采取了类似的措施。CCP 之间通过互操作性缔订合约,而互操作性更进一步帮助交易公司从大量的跨境 CCP 里选出一个合适的 CCP 进行操作。为了进行互操作,CCP 之间进行了安排,这样一个 CCP 使用者可以和它签订合同的另一个对手进行清算交易。此时使用者可以利用 CCP 直接进行清算交易,不管这个交易在哪里进行,减少了交易成本和风险。CCP 互操作性是未来发展的趋势,但它在实践中会遇到很多困难。例如,世界上许多国家甚至还没有一个 CCP;在一个有 CCP 的国家,交易者已经习惯于使用双边清算机制,也许不愿意迅速转变到 CCP 系统。形成一个全球的 CCP 网络需要花费很长时间。

因此我们建立了 5 个可能的 CCP 网络布局,主要分为两类:一个是垂直传播模型;另一个是水平传播模型。

例 2.0:以单一的 CCP 星形网络为基准:

在这个网络中,节点“ $a_1, a_2 \cdots a_n$ ”代表 n 个参与者,就像市场中的衍生交易者。“ C_a ”代表包含 n 个参与者的 CCP。传染和传播过程定义如下:在每一步,一个违约参与者与“ C_a ”相互连接并且互相交易,它会以 λ_1 速率首先感染“ C_a ”。另一个参与者与“ C_a ”相连并交易,他将会以 λ_2 速率被感染并且违约。通常情况下两者传播速率是不同的。一个 CCP 一般有三条防御线。CCP 从参与者中收取成员费;CCP 需要它的成员完全公开 CCP 内暴露和跨 CCP 暴露。当 CCP 的参与者没有这三条防御线时,CCP 需要以互助形式先行融资的方式增补资金。一个 CCP 只有当其结算对手出现足够多的违约,而其因此耗尽所有资源才算违约,于是 CCP 把冲击传播给其他人。

另一方面,通过合并和收购的形式或者政府资金注入,违约成员或者 CCP 可以得到救助,并以 μ 的速率恢复到非违约状态。在实际中, μ 很小,然而 SIS 模型就是运用它产生的。当系统中所有代理商都违约时,违约危机就发生了。传播渠道如图 2-1 所示。

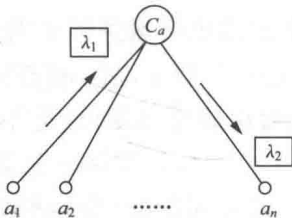


图 2-1 单个 CCP 传播渠道