

基于平滑区制转移模型的银行体系脆弱性动态变化研究*

陈守东¹ 杨东亮² 田艳芬³

(1.吉林大学数量经济研究中心, 2.吉林大学东北亚研究中心, 3.长春大学, 长春 130021)

摘要: 金融脆弱性具有一定的周期性特征, 其外在表现为各种风险的积聚状态。本文依据脆弱性测度指标体系的结构化特点, 构建具有时效性的银行体系脆弱性核心测度指数, 识别中国银行体系的脆弱性; 运用平滑区制转移模型 (STAR) 研究中国银行体系脆弱性的动态演化路径。研究结果表明, 2007 年以来, 中国银行体系脆弱性较高, 并持续在较高的水平上振荡; 中国银行体系脆弱性的动态变化路径是非单调积聚的, 从高区制状态返回到低区制状态需要较长时间; 自助抽样结果表明中国未来一段时期的银行体系脆弱性将继续保持在较高水平。

关键词: 银行体系脆弱性; 核心测度; 平滑区制转移模型

中图分类号: F830 **文献标识码:** A

Dynamic Analysis of Bank System Fragility Based on STAR Model

Abstracts: Financial fragility is characteristics of certain business cycle, and the external performance is the accumulation of various risks. Based on the structure trait in the indicators system of banking fragility measurement, this paper constructs the core banking fragility index, so as to identify the state of the China's banking vulnerabilities. The smooth transition auto-regression (STAR) model is used to study the dynamic evolution path, and the bootstrap method is used to predict changes of the China's banking fragility. The results show that the China's banking fragility is higher since 2007, and persistent oscillation at a high level. The dynamic change is the non-monotonous accumulation, it is needed a long time period that the system state change from the higher regime to the lower regime, and the China's banking fragility will continue to remain at a high level in the certain future period.

Key words: banking fragility; core measurement; smooth transition auto-regression model

* [投稿日期]: 2010-12-06

[基金项目]: 吉林大学“985工程”项目、教育部人文社科重点研究基地重大项目(07JJD790131)、(08JJD790153)、(2009JJD790015)、国家社科基金重大项目(10ZD&060、10ZD&010)、国家自然科学基金项目(11071026)。

[作者简介]: 陈守东(1955—), 男, 天津人, 吉林大学商学院数量经济研究中心教授、博士生导师; 杨东亮(1980—), 男, 辽宁人, 吉林大学东北亚研究中心讲师; 田艳芬(1975—), 女, 内蒙古人, 长春大学经济学院讲师。

引言

从金融风险的视角出发，金融脆弱性是指金融体系趋于高风险的状态，泛指一切融资领域中的风险积聚。在银行占主导地位的金融系统中，银行体系的脆弱性受到更广泛的关注。银行体系的脆弱性是银行业高负债经营的行业特点决定的内在属性，是银行体系内的风险积聚状态。

在中国，银行在金融系统中占据主导地位，银行系统的稳健性关乎整个金融系统运行的稳健性。不稳健的银行体系是脆弱的，因此分析银行体系脆弱性的特征，构建脆弱性测度指数，预测脆弱性的动态变化，具有重要的理论价值与现实意义。

1 金融脆弱性的周期性

早期的金融脆弱性的相关理论研究认为金融脆弱性与宏观经济周期密切相关，尤其是与债务的清偿紧密相关。现代的金融脆弱性理论从借款人、银行机构及贷款人的角度分析脆弱性的形成机制。其分析视角也与经济周期密切相关，经典的 Minsky (1982) “金融脆弱性假说”认为：“私人信用创造机构特别是商业银行和其他相关贷款人的内在特性使得它们不得经历周期性危机和破产浪潮。这一分析是以资本主义繁荣与萧条的长波理论为基础，认为经济繁荣时期就已经埋下了金融动荡的种子。Kregel (1997) 从银行机构的角度研究了金融脆弱性的形成机制。Diamond 和 Dybvig (1983) 运用效用与均衡分析方法研究了银行风险形成的微观机制，指出存款者的不确定性流动性需求和缺乏流动性的银行资产，使得任何导致存款者改变提现的诱因均可引发挤兑危机。

金融系统在运行中表现出一定的周期性。众所周知，金融风险特指金融领域内的某种未来结果的不确定性；金融脆弱性是泛指一切融资领域风险的积聚状态；当金融脆弱性积累到一定程度，在受到外部冲击时，就会触发金融危机。因此，金融风险是与金融运行相伴而生的，金融危机是金融运行最为失败的结果与金融风险暴露最为剧烈的表现。已有的金融危机相关研究表明，金融危机在经济繁荣时期形成，在经济衰退时爆发，或者在经济运行中的脆弱链条处断裂，并引起经济的进一步衰退。当金融桎梏消去之后，经济复苏的脚步更加从容。经济周期为人所熟知，是一国经济运行中存在的客观现象，金融系统整体上蕴含的风险状态随经济周期的变动而变动，其脆弱性表现出一定的周期性。

在金融系统运行过程中，金融脆弱性所处的状态可用两个时期方法表述，如图 1 的所示：

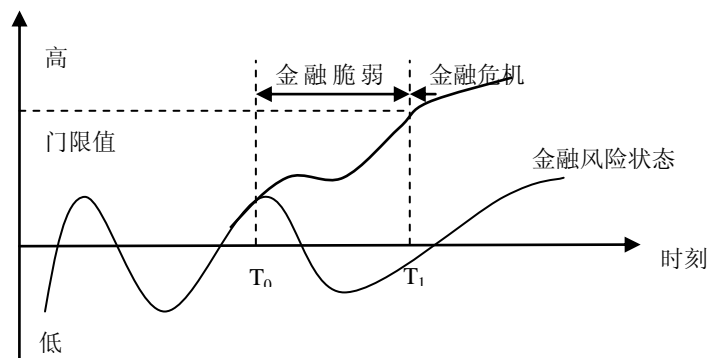


图 1 金融风险、金融脆弱性与金融危机关系图

在 T_0 时刻，金融系统中风险比较大，如果金融风险继续积聚，那么，此后的金融系统表现为金融脆弱性状态。一旦 T_0 时刻的高风险状态没有得到有效控制，且金融风险积聚超过门限，那么在 T_1 时刻，金融危机最终将一定会爆发。如果此时某一风险被有效控制，那么系统的风险将逐渐减弱，金融系统的风险将伴随着金融运行依然保持着稳健的周期性变化。事实上， T_1 时刻即将出现情形存在着众多的可能性变化，哪种情况即将出现是难以确定的。特别地，在 T_0 时刻，金融系统处于高风险状态被识别后，在 T_1 时刻发生前这段时期内，金融运行在多种内外因素的作用下发生了明显的改善，使得超过门限值发生金融危机的可能性消失，即 T_1 时刻没有发生危机，那么，我们所研究的金融系统在运行中温和地化解了风险，金融危机没有出现。但不可否认的是，该金融系统的确存在着金融风险积聚的这一过程，金融系统表现出了金融脆弱性，只不过是该金融系统的脆弱性没有升级，没有急剧爆发而已。

总体而言，对一国金融系统脆弱性的研究，本质上是研究金融体系中存在的多种风险耦合的表现，金融危机研究金融风险的集中爆发概率与时刻。对于金融系统稳健性而言，研究金融系统的脆弱性与金融危机爆发的可能性同样至关重要。为了研究金融系统的脆弱性，首先要设计合适的指标体系，测度金融体系的脆弱性程度。

2 金融脆弱性测度指标体系的结构性

中国银行体系在金融系统中占主导地位。在银行体系脆弱性测度方面，针对如何系统设计并选择指标方面尚未达成一致共识，这也是研究的重点和难点问题。

在系统设计上，1999 年国际货币基金组织和世界银行联合启动了一个主要用来判别金融体系脆弱性的“金融部门评估计划”，其判别指标分为两类：第一类是宏观审慎指标，如经济增长、通货膨胀、利率等；第二类是综合微观审慎指标，如资本充足性、盈利性指标、资产质量指标等。欧洲中央银行成立了专门的金融脆弱性工作小组，将金融脆弱性指标分为银行系统健全指标、影响银行系统的宏观经济因素、危机传染因素三类。2006 年，国际货币基金组织发布了《金融稳健性指标编制指南》，针对存款吸收机构的稳健性指标包括两类：核心类与鼓励类。其中核心指标包括资本充足性、资产质量、收益和利润、流动性及对市场风险的敏感性五类 12 个指标。

在银行体系脆弱性测度指标选择上，主要集中在两个方面。一方面的研究着重从与金融系统紧密相关的宏观经济变量的变化研究银行部门脆弱性的变化，代表性研究包括 Kaminsky 和 Reinhart(1996)与 Demirgüç-kunt 和 Detragiache(1997)，认为短期债务与外汇储备比例失调、巨额经常项目逆差、预算赤字大、短期资本比例占资本流入过高、汇率过高、货币供应量迅速增加、通货膨胀在 10 个月内的平均水平高于历史平均水平 8% 以上、M2 对官方储备比率连续 12 个月的上升后急速下降、高利率等指标可以反映出金融部门正趋于脆弱。另一方面的研究往往从金融系统内相关变量的变化测度其脆弱性，再从宏观经济变量的变化分析影响脆弱性产生因素。Aykut (2002) 研究指出银行在金融市场面临着使资产和负债价值变动的所有风险，主要风险包括流动性风险、信贷风险和汇率风险，分别选取银行存款，银行对私人部门贷款和银行外债作为度量指标，进一步通过加权获得银行部门脆弱性指数，来测度银行对危机易感性的变化，多国研究结果表明这种方法构建的银行体系脆弱性指数在衡量和监管银行部门脆弱性时似乎较为有效。Starr 和 Yelmaz(2007) 采用向量自回归方

法区分了基于信息的银行挤兑和自我实现的银行挤兑,检验了在土耳其专业金融公司挤兑过程中一些存款者行为动机,发现在挤兑期间两种机制都发挥作用,存款保险在排除产生危机的预期问题上是一种明智的方法,因此国家出面提供存款保险可以减少挤兑的发生。

国内学者针对中国银行体系脆弱性进行了实际测度与深入分析。早期研究与 Demirgüç-kunt 和 Detragiache(1997)的研究模式相仿,在银行体系脆弱性测度变量中包含有宏观经济变量。伍志文(2003)选取了城乡储蓄存款变化率、银行对私人部门信贷增长率、通货膨胀率三个指标,运用年度数据对 1978-2000 年间中国银行体系脆弱性状况进行了测量,发现中国银行体系有 11 年是不稳定的,尤其是在 1992 年和 1998 年前后更为突出,存在着较大的风险。2006 年以后,较为流行的银行体系脆弱性测量理念源于 Aykut(2002)的研究,着眼点转向银行体系内部变量的变化。许长新和张桂霞(2007)选取了银行体系总存款、银行体系对私人部门的贷款、金融系统国外净资产三项指标,分析了 1986 年至 2003 年中国银行体系脆弱性年度变化状况。万晓莉(2008)选取了对中央银行对金融机构的信贷、存款占货币总量的比例、国内贷款与储蓄存款的比率、真实信贷增长率、银行机构真实外债增长率五项指标,利用季度数据对 1987-2006 年间中国银行体系脆弱性状况进行了测量,认为中国银行体系脆弱性程度总体上呈下降趋势,在 1994 年以后只有 2002 年 4 季度是极度脆弱的。

就近期研究成果而言,不同学者设计的银行体系脆弱性指标体系虽然略有不同,但从整体结构上,主要是从银行体系内部选择变量,构建脆弱性测度指数;从变量的内容上,主要包含三类风险,即银行体系的流动性风险、信贷风险与市场风险(主要是利率风险和汇率风险)。针对银行体系脆弱性测度指标体系的设计,已经体现出了结构化的思想。从结构化视角出发,分析三种不同风险的变动趋势,研究银行体系脆弱性的变化,有利于政府监管部门对银行体系稳健性进行实时的监控。

3 中国银行体系脆弱性的形成

银行体系脆弱性外在表现为各种风险的积聚状态。具体而言,研究银行体系的脆弱性的变化,要密切关注银行体系的信贷风险、流动性风险的上升态势。随着中国对外开放度的提高,中国银行体系中积累了巨额的净外币资产,在人民币升值情形下,应警惕汇率波动带来财富缩水的风险。

3.1 信贷风险

20 世纪 70 年代以来发生的历次金融危机表明,信贷风险膨胀是危机发生的主要原因之一。在经济繁荣期,宽松的货币政策易造成信贷规模膨胀,当大量资金投向金融和房地产市场时,就会带动股价和房地产价格大幅上涨,形成泡沫经济。过多的资产泡沫终将困难以为继而破灭,届时将会发生系列危机,造成金融体系运转失灵,宏观经济严重衰退。当前,中国经济历经多年的持续快速增长,信贷规模扩张,而且商业银行贷款与房地产业的关联度很高。在以间接融资模式占主导地位的格局下,80%左右的土地购置和房地产开发资金直接或间接地来自银行贷款。通过贷款买房的个人占全部购房人总数的 90%。大型商业银行与房地产直接相关的贷款占贷款总额的比例达到 20%以上。在其他各类抵押贷款中还有很大一部分是以房地产作为抵押物,

预计银行业共有 30% 以上的贷款风险敞口与房地产市场相关。¹目前中国住房按揭贷款证券化程度不高，因此其信用贷款的风险主要聚集在银行体系内。

东南亚金融危机的研究文献中，认为贷款的过快增长势必增加不良贷款数额，尤其在经济增长放缓或者部门经济萎缩时，银行信贷很容易变成不良贷款。银行对私人部门的信贷增长率逐渐成为银行信贷风险的衡量指标之一。²2002 年以来，中国的银行对私人部门的信贷平均值为在两位数以上，2006 年后，信贷投放速度平均为 16%，最高达 21%。³由于中国银行业对近年经济高速增长时期所投放的贷款尚没有经过一个完整的经济周期考验，不良贷款可能因经济波动而有所反弹。因此对于仍然在两位数以上信贷增长率，其蕴含的当前与未来的信贷风险不容忽视。

3.2 流动性风险

在银行经营所面临的所有风险中，流动性风险直接危及到银行的生存乃至整个金融体系的稳定。银行资产的流动性，主要表现为银行资产的变现能力及成本，资产变现能力越强，所付成本越低，则流动性越强。银行负债的流动性是指商业银行随时筹得所需资金的能力及成本，筹资能力越强，所付成本越低，则流动性越强。目前银行的负债资金来源中，被动吸收的存款类资金占有绝对优势，给商业银行的负债流动性风险管理埋下极大的安全隐患。一旦出现存款分流，则银行将处于完全被动的局面，资金来源的减少将直接导致流动性支付困难。Diamond-Dybvig(1983)首先论述了存款规模的大小预示着银行挤兑成本的高低。⁴通常，银行存款总额的变动是流动性风险变化的衡量指标之一。

3.3 汇率风险

中国银行体系的市场风险主要指其承受的利率风险和汇率风险。中国银行对外营业中的存、贷款利率变动受到较为严格的控制，因此，银行因利率风险遭受的可能损失在可控范围之内。汇率风险是指经济主体在持有或运用外汇的经济活动中，因汇率变动而蒙受损失的可能性。中国银行体系的外汇风险主要表现为交易风险和折算风险。中国在长期的对外交往中积累了较多的美元外汇储备。在美国经济动荡，美元持续走低的情形下，中国银行体系内的美元资产遭受资产大幅缩水的风险。据统计，自 2005 年 7 月 21 日人民币汇率形成机制改革以来，人民币即期升值 2%，至 2008 年 7 月 21 日，人民币累计升值 18.8%。商业银行的交易账户由于本币升值而产生的汇兑损益数额也大幅攀升。对银行账户而言，受外汇储备注资、引进外资、境外上市等因素的影响，商业银行的外币资产普遍大于外币负债，形成汇率风险正缺口。在人民币升值的情况下，这一缺口会给商业银行的当期收益或者所有者权益造成一定的负面影响，银行部门的净值损失与资本充足率下降直接加剧了商业银行的脆弱性。

4 中国银行体系脆弱性核心测度指数构建

¹ 资料来源于上海证券报，“房价整体下跌已成定局”，2008 年 4 月 24 日，作者贾图。

² 选择银行体系对私人部门贷款增长率衡量银行体系信贷风险的学者很多，如 Aykut Kibritcioglu(2002)，袁德磊等（2007）。在其构建的银行体系脆弱性测度指标中都有银行体系对私人部门信贷增长率这一指标。

³ 数据来源于中国人民银行统计数据库。

⁴ 详见 Douglas W Diamond, Philip H. Dybvig. Bank Runs, Deposit Insurance, and Liquidity. Journal of political economy. 1983, 91(3): 401-419.

4.1 银行体系脆弱性核心测度指标体系设计

国际货币基金组织指出，银行体系脆弱性测度需要全面的指标体系，但为了方便对银行体系稳健性进行监控，应设计核心指标体系。借鉴国内外测度指标选择经验，结合中国国情，兼顾数据的可得性，本文侧重从国际货币基金组织的设计理念出发，选择反映银行体系内流动性风险、信贷风险及汇率风险变动的指标，构建银行体系脆弱性核心测度。相应的变量有包括存款总额增长率、贷款总额增长率、私人部门贷款的增长率、国外净资产增长率、银行体系的存贷比、央行对金融机构信贷与国内信贷比六项，数据区间为 2001 年 1 月至 2009 年 4 月，数据频率为月度。⁵

4.2 中国银行体系脆弱性指数构建

银行体系脆弱性指数的构建方法有单一指数法与加权法，单一指数法选择反映银行体系脆弱性的一个或多个单一指标衡量银行体系脆弱性；而加权法通常把单个指标赋以相应的权重，把多个单一指标合成为一个综合指数。在加权法中，如何选择权重是研究的难点。以往的研究中多选择平均加权的方式，有的研究中关注了数据本身的特征，依据数据中包含信息量的多少对不同的指标赋以相应权重。

银行体系的脆弱性主要是由银行体系的流动性风险、信贷风险及汇率风险积聚形成的，因此本文首先从这三个方面分析银行体系中每一种风险的变动态势。根据前文建立的银行体系脆弱性指标体系，用存款增长率（ x_1 ）、央行对金融机构信贷与国内信贷比（ x_2 ）、银行体系的存贷比（ x_3 ）刻画银行的流动性风险（ y_1 ），用贷款增长率（ x_4 ）、私人部门贷款增长率（ x_5 ）刻画银行体系的信贷风险（ y_2 ），用国外净资产增长率（ x_3 ）刻画银行体系的汇率风险（ y_3 ），用加权法计算分别得到银行体系脆弱性三个方面的测度指标，具体的，各种风险的计算公式如下：

$$y_{jt} = \frac{1}{m} \left(\frac{x_{jt} - u_{xj}}{\sigma_{xj}} \right) \quad j=1, m=3; j=2, m=2; j=3, m=1. \quad (1)$$

计算得到中国银行体系脆弱性三个方面的测度指标如图 2 所示。

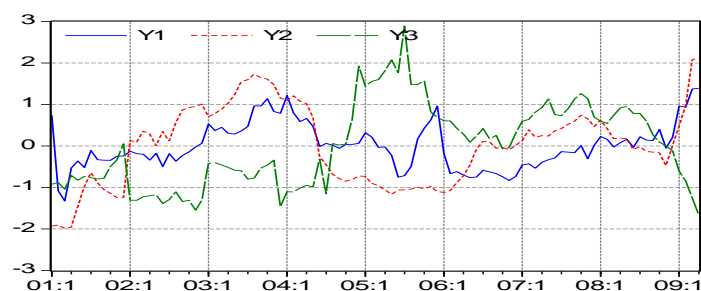


图 2 银行体系三种风险变化趋势图

图 2 表明，自 2007 年以来银行体系的流动性风险（ y_1 ）保持了缓慢上升的态势，其波动幅度和剧烈程度远低于银行体系的另外两种风险；在 2004 年上半年以前，信贷风险（ y_2 ）同流动性风险保持了基本一致的先上升后下降的变化趋势，2005 年下半年以来至 2007 年底

⁵ 所用原始数据均来自中国人民银行统计数据库，在整理后的数据中，四个增长率指标为同比增长率，所以没有考虑季节调整，对于两个比例指标，采用 HP 滤波剔除了长期趋势。

保持了持续上升的变化态势，2008年后发展趋势发生改变，转向下降。银行体系的汇率风险（ y_3 ）除在2005年保持高位水平外⁶，其他时间段内变化趋势表现出平稳，2006年以来的变化同信贷风险相似。

事实上，银行体系内三种风险彼此间存在着相互影响。例如当银行体系因流动性过剩而面临较小的挤兑风险时，容易促使银行过度放贷，当宏观经济不景气来临时，银行体系的信贷违约风险将会上升；另外，若银行遭遇汇率风险而导致资产损失时，很可能使得银行流动性风险增加。银行体系内的不同风险之间存在复杂的转化关系，使得银行体系的脆弱性在各时期表现出不同的状态特征，因此需要构造相应时点的银行脆弱性指数，以刻画银行体系的脆弱性所处的状态。这里，我们用加权法构造了一个能兼顾银行流动性风险、汇率风险和信贷风险的银行脆弱性测度指数。公式如下：

$$BF_t = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k \left(\frac{x_{it} - u_{xi}}{\sigma_{xi}} \right) \quad k = 1, 2, \dots, 6 \quad (2)$$

计算得到中国银行体系的脆弱性指数如图3所示。

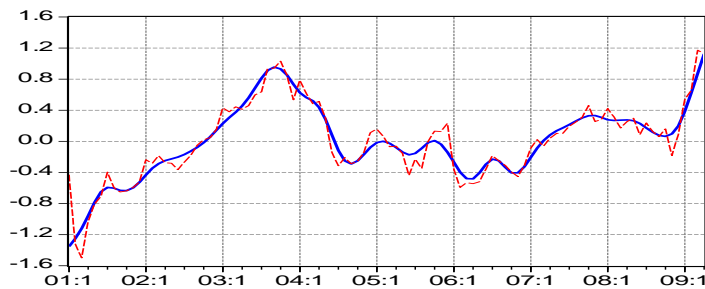


图3 中国银行体系脆弱性指数变动态势

图中实线与虚线分别表示经过季节调整 and 没有经过季节调整的银行体系脆弱性测度指数。两条曲线表述的银行体系脆弱性状态变化相似。自2001年以来，中国银行体系的脆弱性变动可以划分为三个阶段，第一阶段是从2001年3月至2003年8月，是银行体系脆弱性急剧上升阶段。这期间中国银行体系的信贷风险和流动性风险比较高，央行及时出台了一系列措施控制了信贷风险，并制定了流动性风险监管指标，控制银行体系流动性风险。自2003年9月起，银行体系脆弱性下降；自2006年3月，中国银行体系脆弱性呈现上升态势。中国经济高速发展阶段积累信贷风险以及汇率风险显现出来。在2007年美国次贷危机爆发后，中国银行体系的流动性风险也上升，银行体系脆弱性具有明显的上升趋势，在美国次贷危机逐步恶化成国际金融危机的2008年，中国银行体系脆弱性保持在较高的水平上振荡。

5 中国银行体系脆弱性变动趋势的动态预测

银行危机的预警模型依赖于特定危机事件，是一种事后模型，因此危机预警模型的应用广度和时间连续性存在着一定的局限。中国并没有爆发过银行危机或者货币危机等金融危机，很难用危机预警模型分析中国银行体系危机发生的可能性与时刻。由于银行体系风险的积聚可能引发严重的银行危机甚至金融危机，因此，各国政府和学者非常重视对银行体系脆

⁶ 指标的突然变化原因很可能是因为自2005年7月21日，中国施行有管理的浮动汇率制度，改变了人民币对美元长期稳定的汇率水平，人民币升值，并不断产生升值预期。

弱性的研究。因此，对中国银行体系脆弱性进行动态建模分析与预测，以便刻画中国银行体系风险积聚状态的动态变化。

5.1 平滑区制转移模型(STAR)与样本外预测

针对单一时间序列，依赖序列自身的性质，可以建立多种模型，例如传统的对平稳性序列的线性模型，同阶非平稳序列的协整模型，以及目前较流行的非线性均值和方差模型⁷。这里，我们利用均值非线性模型中的平滑区制转移模型(STAR)进行建模分析⁸。

一般情形下，单变量平滑双区制转移模型可以表示成：

$$y_t = (a_{10} + \sum_{i=1}^k \alpha_{1i} y_{t-i})(1 - G(s_t; \gamma, c)) + (a_{20} + \sum_{i=1}^k \alpha_{2i} y_{t-i})G(s_t; \gamma, c) + \varepsilon_t \quad (3)$$

也可以简写成：

$$y_t = \phi_1' x_t (1 - G(s_t; \gamma, c)) + \phi_2' x_t G(s_t; \gamma, c) + \varepsilon_t \quad (4)$$

其中， ε_t 是个鞅差序列， $G(s_t; \gamma, c)$ 是取值为 0 与 1 之间的连续函数，称为转移函数，当其取 0 和 1 时分别代表两个不同的区制，但由于其可取 0 与 1 之间的其他任意数，也可以认为其是连续区制的，我们这里称它为平滑的双区制； s_t 是转移变量， c 可解释为两个区制的门限值， γ 是平滑参数，决定了两个区制间转移的平滑程度。

一般转移函数可以采用两种形式，一种是 Logit 函数形式，

$$G(s_t, \gamma, c) = (1 + \exp\{-\gamma(s_t - c)\})^{-1} \quad (5)$$

另一种是指数函数形式，

$$G(s_t, \gamma, c) = 1 - \exp\{-\gamma(s_t - c)^2\} \quad (6)$$

两种不同的转移函数形式具有一定的差别。当 $\gamma \rightarrow \infty$ 时，模型转化为门限自回归模型(TAR)。模型(3)还可以扩展为平滑多区制转移模型(MSTAR, MRSTAR)和参数时变的平滑区制转移模型(TVSTAR)等。

应用平滑区制转移模型进行建模的重要前提，是要对模型进行设定检验。Granger(1993)建议对于非线性时间序列建模采用“特殊到一般”的策略。据此，我们模型设定检验的原假设为线性模型，即检验 $H_0: \phi_1' = \phi_2'$ 或者 $H_0: \gamma = 0$ ，不考虑对其他非线性模型的设定检验。

由于原假设下存在不可识别的冗余参数(Davies, 1977)，似然比、沃尔德和拉格朗日乘数检验统计量的传统标准渐进分布无法获得，这也是非线性模型检验存在的普遍困难。Luukkonen(1988)提出通过对转移函数进行近似泰勒展开，重新参数化后，利用拉格朗日乘数检验统计量进行检验，并证明该统计量在原假设下有渐进的开方分布。借鉴 Granger 和 Terasvirta(1993)的研究，模型检验的具体步骤如下：

1. 对序列进行线性建模并估计，获得线性模型的残差平方和 $SSR_0 = \sum \hat{\varepsilon}_t^2$ 。

2. 估计备择假设下的辅助回归方程，获得辅助回归方程的残差平方和 $SSR_1 = \sum \hat{v}_t^2$ 。辅助回归方程因转移函数形式的不同而具有不同的表达式。当转移函数是 Logit 形式时，方程

⁷ 均值非线性模型主要包括门限自回归模型、平滑区制转移模型和马尔科夫区制转移模型三大类。

⁸ 平滑区制转移模型是由 Granger 和 Terasvirta(1993)提出的，Terasvirta(1994)给出了平滑区制转移模型的设定、估计和评估改进的详细步骤。Dijk(2002)给出了 STAR 模型族发展和应用的一个完整综述。

为

$$y_t = \beta'_0 x_t + \beta'_1 x_t s_t + \beta'_2 x_t s_t^2 + \beta'_3 x_t s_t^3 + v_t \quad (7)$$

式(7)根据参数关系等价于下面的精简方程

$$y_t = \beta'_0 x_t + \beta'_1 x_t s_t + \beta'_{20} s_t^2 + \beta'_{30} s_t^3 + v_t \quad (8)$$

当转移函数是指数函数形式时, 方程为

$$y_t = \beta'_0 x_t + \beta'_1 x_t s_t + \beta'_2 x_t s_t^2 + \beta'_3 x_t s_t^3 + \beta'_4 x_t s_t^4 + v_t \quad (9)$$

3. 根据辅助回归方程的残差平方和与线性模型的残差平方和, 可计算拉格朗日乘数检验统计量, F 统计量根据辅助回归方程中转移函数形式的不同而具有不同表达式, 由式(7)、式(8)和式(9)可得到相应的统计量表达式如下:

$$\begin{aligned} LM_3 &= \frac{(SSR_0 - SSR_1)/3(p+1)}{SSR_1/(T-4(p+1))} \\ LM'_3 &= \frac{(SSR_0 - SSR_1)/(p+3)}{SSR_1/(T-(2p+4))} \\ LM_4 &= \frac{(SSR_0 - SSR_1)/4(p+1)}{SSR_1/(T-5(p+1))} \end{aligned} \quad (10)$$

4. 通过 F 统计量即式(10)可对模型进行设定, 判断是否选择平滑区制转移模型。根据最小 p 值准则可确定延迟参数 d 、转移变量和转移函数形式。

在确定模型形式后, 通过给定 (γ, c) 的初值, 应用非线性最小二乘法对确定的平滑区制转移模型进行具体估计。

进一步可对非线性模型具体估计形式已知下的时间序列进行样本外预测。假定模型为 $y_t = g(x_{t-1}) + \varepsilon_t$, 那么, 最小均方误差的最优一期预测为

$$f_{t,1}^y = E[y_{t+1} | I_t] = g(x_t) \quad (11)$$

相对于一期预测而言, 非线性模型的两期预测存在着巨大困难, 假定 x_t 的生成过程为一阶自回归过程, 即 $f_{t,1}^x = ax_t$, 那么两期预测为

$$f_{t,2}^y = E[y_{t+2} | I_t] = E[g(x_{t+1}) | I_t] = E[g(f_{t,1}^x + e_{t+1}) | I_t] \quad (12)$$

对 e_{t+1} 的不同处理方法, 形成了非线性模型的多种预测方法, 这里, 我们采用的是自助法⁹, 令 z_j 为样本期的 $n-1$ 个残差值 e_{t+1} , 式(12)等价于

$$fb_{t,2}^y = \frac{1}{n-1} \sum_{j=1}^{n-1} g(f_{t,1}^x + z_j) \quad (13)$$

5.2 实证结果与分析

时间序列平稳性要求序列的生成机制不随时间变化, 且具有短记忆。由于对整个分布的

⁹ 其他非线性模型预测方法还包括: 朴素法、精确法、蒙特卡罗模拟法和直接法等, 其中, 朴素法是最简单的, 但该方法一般会得出有偏的预测值; 精确法和蒙特卡罗模拟法计算较为复杂, 未知的残差分布也将导致有偏的预测结果, 因此, 比较而言自助法比其他方法具有更好的性质。

检验很难，一般我们可以对既定的模型进行检验。这里，我们应用线性自回归模型对中国银行体系脆弱性指数进行平稳性检验，即单位根检验，发现该指数是不平稳的。但这很可能是由于该指数的非线性生成过程导致的，当序列呈现出状态相依特征，即在不同的区制内有着不同的动态结构时，虽然序列在某个区制内(局部)是非平稳的，但序列整体却仍是平稳的。

由于中国银行体系脆弱性指数水平值的线性生成过程是不平稳的，我们利用脆弱性指数的一阶差分序列 $\{\Delta y_{t-1}\}$ ，即脆弱性指数的变化幅度进行建模分析，同时在方程中加入一阶滞后的脆弱性指数水平值，具体的模型建立步骤如下：

1. 建立脆弱性指数的线性方程

为了避免残差水平相关，采用 6 阶滞后，经估计得到线性方程如下¹⁰，

$$\Delta y_t = 0.016 - 0.004y_{t-1} + 2.684\Delta y_{t-1} - 3.1\Delta y_{t-2} + 1.81\Delta y_{t-3} - 0.428\Delta y_{t-4} \quad (14)$$

(0.012) (0.003) (0.097) (0.235) (0.235) (0.099)

由式(14)中 y_{t-1} 的估计值接近于 0，可知脆弱性指数水平值的线性生成过程是不平稳的。对线性方程拟合残差的水平值和平方差值进行 LM 相关性检验，发现残差平方值序列相关，这意味着已建立的线性方程中仍存在着条件异方差性结构，线性模型是不完备的。

2. 模型设定检验

以线性模型为原假设，以平滑区制转移模型为备择假设进行模型设定检验。对所选择的转移变量进行了筛选，发现 $\Delta_6 y_{t-1}$ 是最为合适的，其表示脆弱性指数滞后一期值与滞后七期值的差，反应了半年内脆弱性指数的环比变化。由式(7)、式(8)和式(9)，得到 $\Delta_6 y_{t-1}$ 下式(10)中各统计量的概率值为 0.424、0.042 和 0.090，由此可判断 LM'_3 的概率值最小，在 5% 置信水平下拒绝线性模型假设，平滑区制转移模型优于线性模型。同时，可判断转移函数形式是 Logit 形式。

3. 建立脆弱性指数的平滑区制转移模型

根据模型设定检验结果，估计得到方程如下，

$$\Delta y_t = [0.004 - 0.009y_{t-1} + 2.753\Delta y_{t-1} - 3.561\Delta y_{t-2} + 2.599\Delta y_{t-3} - 1.097\Delta y_{t-4} + 0.249\Delta y_{t-4}] \quad (15)$$

(0.015) (0.005) (0.116) (0.325) (0.438) (0.328) (0.118)

$$\times [1 - G(\cdot)] + [-0.013y_{t-1} + 2.242\Delta y_{t-1} - 1.782\Delta y_{t-2} + 0.575\Delta y_{t-3}] \times G(\cdot)$$

(0.005) (0.124) (0.226) (0.125)

其中，

$$G(\cdot) = (1 + \exp\{-8.893(\Delta_6 y_{t-1} - 0.242)/\sigma_{\Delta_6 y_{t-1}}\})^{-1} \quad (16)$$

(4.255) (0.062)

对平滑区制转移模型拟合残差的水平值和平方差值进行 LM 相关性检验，发现残差水平值序列和平方差值序列均不相关。对构建的两区制平滑区制转移模型进行多重非线性检验，发现该模型已不再存在非线性结构。

4. 中国银行体系脆弱性变化的动态特征

由建立的脆弱性指数平滑区制转移模型，可分析中国银行体系脆弱性的动态变化特征。式(16)给出区制转移变量的门限值为 0.242，据此，可把中国脆弱性变化划分为两个不同的区制，分别为低增长区制(区制一)和高增长区制(区制二)。在区制一内， y_{t-1} 的估计值不显著

¹⁰ 在文中所建立的方程中，剔除了估计参数的 t 值小于 1 的自变量。

异于 0，表明在区制一内的脆弱性指数水平序列是非平稳的，不具备均值回复的特征。在区制二内， y_{t-1} 系数显著为负，此时的脆弱性指数水平序列是平稳的，但是其系数值较小，表明脆弱性指数下降的速度十分缓慢，从区制二返回到区制一内需要较长的时间，这与中国的脆弱性表现相一致。同时，建模结果表明中国银行体系的脆弱性具有局部非平稳而全局平稳的特征，总体上，中国的脆弱性动态变化是非单调积聚的。

由估计得到的平滑区制转移函数式(16)，可得到以转移变量 $\Delta_6 y_{t-1}$ 和时间为横轴的区域变化(图 4 和图 5)。

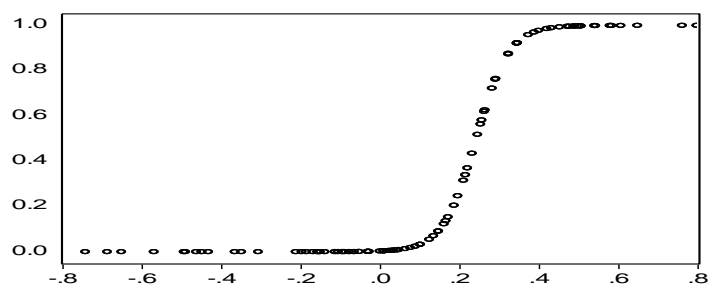


图 4 以转移变量 $\Delta_6 y_{t-1}$ 为横轴的区域变化图

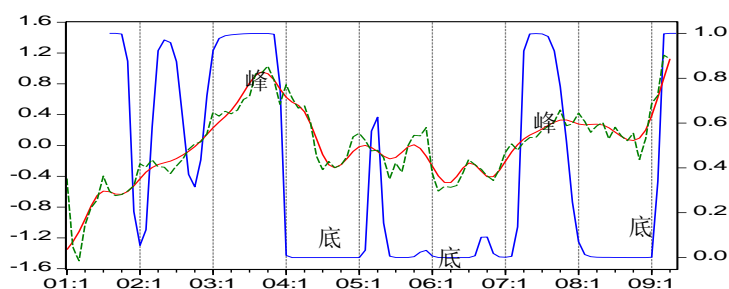


图 5 以时间为横轴的区域变化图

图 5 表明，2003 年以后，平滑区制转移模型的两区制能够较好的刻画中国银行体系脆弱性的周期性变化特征。在 2003 年和 2007 年，中国银行体系脆弱性出现了较快的增加，脆弱性水平达到局部的最高值，处于高速增长区制，随后年度银行体系脆弱性水平逐步回落，并于 06 年年初和 08 年年底内出现了局部的最低值。值得注意的是 2009 年以来，中国银行体系脆弱性快速攀升，正处于高速增长区制，且没有见顶回落，这应该引起我们的密切关注。

6 结 论

金融脆弱性测度研究是金融领域研究的热点问题。本文分析了金融脆弱性的周期性特征，构建中国银行体系脆弱性测度指数，并预测了银行体系脆弱性的变动趋势，研究得到的主要结论如下：

1. 金融系统中蕴含的风险状态随经济周期的变动而变动，金融脆弱性表现出一定的周期性。如果金融系统中的风险被有效控制，那么系统的风险将逐渐减弱，金融脆弱性将伴随着金融运行依然保持着稳健的周期性变化。

2. 中国银行体系在金融系统中占据主要地位，银行的稳健性关乎整个金融体系的稳健性。银行体系脆弱性外在表现为各种风险的积聚状态，结合中国实际情况，本文分析了中国

银行体系脆弱性的来源。结果表明,中国银行体系内流动性风险、信贷风险及汇率风险的积聚是中国银行体系脆弱性的来源。

3. 从国际货币基金组织的关于银行体系脆弱性测度的设计理念出发,本文选择反映银行体系内流动性风险、信贷风险及汇率风险变动的指标,用加权法构建银行体系脆弱性核心测度指数,分析中国银行体系脆弱性变化。结果表明,自2001年以来,中国银行体系的脆弱性变动可以划分为三个阶段,第一阶段是从2001年3月至2003年8月,是银行体系脆弱性急剧上升阶段。这期间中国银行体系的信贷风险和流动性风险比较高,央行及时出台了一系列措施控制了信贷风险,并制定了流动性风险监管指标,控制银行体系流动性风险。自2003年9月起,银行体系脆弱性下降;自2006年3月,中国银行体系脆弱性呈现上升态势。中国经济高速发展阶段积累信贷风险以及汇率风险显现出来。在2007年美国次贷危机爆发后,中国银行体系的流动性风险也上升,银行体系脆弱性具有明显的上升趋势,当前阶段,中国银行体系脆弱性保持在较高的水平上振荡。

4. 本文采用平滑区制转移模型分析中国银行体系脆弱性的动态演化路径。在区制转移变量的门限值为0.242时,中国脆弱性变化划分为两个不同的区制,分别为低增长区制(区制一)和高增长区制(区制二)。区制一内的脆弱性指数水平序列是非平稳的,不具备均值回复的特征。在区制二内的脆弱性指数水平序列是平稳的,但是其系数值较小,表明脆弱性指数下降的速度十分缓慢,从区制二返回到区制一内需要较长的时间,中国银行体系的脆弱性具有局部非平稳而全局平稳的特征,这与中国的脆弱性表现相一致。总体上,中国的脆弱性动态变化是非单调积聚的。

5. 平滑区制转移模型的两区制能够较好的刻画中国银行体系脆弱性的周期性变化特征。在2003年和2007年,中国银行体系脆弱性出现了较快的增加,脆弱性水平达到局部的最高值,处于高速增长区制,随后年度银行体系脆弱性水平逐步回落,并于06年年初和08年年底内出现了局部的最低值。值得注意的是2009年以来,中国银行体系脆弱性快速攀升,正处于高速增长区制,且没有见顶回落,这应该引起我们的密切关注。

参考文献

- [1] Aykut Kibritcioglu., Excessive risk-taking, banking sector fragility, and banking crises, NBER, w.266, 2002.
- [2] Diamond, D. W., and Dybvig, P. H., Bank Runs, Deposit Insurance, and Liquidity, Journal of political economy, vol.91(3), 1983, p.401-419.
- [3] Kregel J. A., Margins of Safety and Weight of The Argument in Generating Financial Fragility, Journal of Economics Issues, Vol.31(2), 1997, p.543-548.
- [4] Minsky, H., The Financial Fragility Hypothesis: Capitalist Process and Behavior of the Economy, in Financial Crisis. ed. Kindleberger, C. P., and Laffargue, J. P., Cambridge: Cambridge University Press. 1982.
- [5] Granger, C., Terasvirta, T. Modelling Nonlinear Economic Relationships, Oxford, Oxford University Press, 1993.
- [6] Terasvirta, T., Specification, Estimation, and Evaluation of Smooth Transition Autoregressive Models, Journal of the American Statistical Association, Vol. 89, 1994, p.208-218.
- [7] Dick van Dijk, Timo Terasvirta, Philip Hans Franses, Smooth Transition Autoregressive Models: A Survey of

Recent Developments, *Econometric Reviews*, Vol.21(1), 2002, p.1-47.

- [8] Granger, C., Strategies for modelling nonlinear time-series relationships, *The Economic Record*, Vol.69, 1993, p.233-238.
- [9] Davies, R. B., Hypothesis testing when a nuisance parameter is present only under the alternative. *Biometrika*, Vol.64, 1977, p.247-254.
- [10] Luukkonen, R., Saikkonen, P., Terasvirta, T. Testing linearity against smooth transition autoregressive models, *Biometrika*, Vol.75, 1988, p.491-499.
- [11] Demirgüç-kunt Ash, and Enrica Detragiache. "The Determinants of Banking Crises in Developing and Developed Countries." *IMF Staff Papers*, 1998, 45(1): 81-109.
- [12] 伍志文. 中国银行体系脆弱性状况及其成因实证分析(1978-2000)[J]. *金融研究*, 2002(12): 21-37.
- [13] 万晓莉. 中国 1987-2006 年金融体系脆弱性的判断与测度[J]. *金融研究*, 2008(6): 80-93.