

中国金融市场系统复杂性的演化机理与管理研究^①

张群¹, 张卫国^{1*}, 马勇²

(1. 华南理工大学工商管理学院, 广州 510640; 2. 湖南大学金融与统计学院, 长沙 410078)

摘要: 已有的实证结果表明中国金融市场这一复杂系统在发展过程中表现出相关性、非线性和适应性. 本文以货币、证券及外汇三个主要子市场及构成的整体金融市场为对象, 探究其在结构、作用和功能方面的演化机理与管理问题. 具体提出了金融市场复杂性特征与演化机理间的表征关系, 对各演化机理建立了模型框架, 并依此应用分析股票市场中的泡沫现象. 其中, 针对相关性提出三体“束缚”模型, 以描述各子市场间的复杂关系; 针对非线性提出基于朗之万方程的动力学模型, 以划分内生演进及外生随机两类非线性作用; 针对适应性提出动态反馈模式, 以反映不同非线性作用下金融市场演化的路径及动态适应的能力. 进而结合宏观市场的时空演变结构, 从金融系统的环境、组成、关联、演化、稳定、风险各方面构建起应对复杂性的宏观管理框架.

关键词: 金融市场; 复杂性; 演化机理; 宏观审慎

中图分类号: F830.9 **文献标识码:** A **文章编号:** 1007-9807(2017)01-0075-12

0 引言

改革开放以来, 金融业作为国民经济的核心产业, 历经起步、发展、加速、调整和改革五个发展阶段, 中国已初步建成多功能、多方位的金融市场体系. 目前, 货币市场、证券市场、外汇市场、黄金市场和期货市场等已形成规模^[1]. 同时, 中国也正经历由计划经济体制转向市场经济体制的全面变迁, 金融监管框架的完善对整个经济的发展具有重大的战略意义. 面对市场层出不穷的金融“创新”, 对金融市场演化规律的认识程度不但关系到各重大监管举措的实施效果, 还直接关系到金融市场的运作效率.

然而, 金融市场复杂多变, 除利率、汇率、股价等一系列金融指标表现出长时间持续上涨却在短时间内大幅跌落的“对称性破缺”的泡沫现象外,

金融市场还存在着“周末效应”、“一月效应”、“日内效应”、市场主体偏好不对称及信念异质、经济转型的历史演化过程中的路径依赖等典型现象. 并且在互联网金融快速发展、市场联系日趋紧密的后危机时代, 金融风险事件的传播及扩散、金融泡沫破裂且市场崩盘等极端事件的发生对金融市场的生存与发展提出了严峻的挑战. 系统性风险冲击着金融体系的结构, 也逐步转变宏观审慎框架的发展趋势. 以有效市场假说为基础的经典金融理论在解释各种金融异象方面面临着超理想化、形式主义化、线性单一化、理论与实际相互冲突等方面的质疑^[2, 3].

在放松经典理论假设之后, 基于非线性科学、复杂性科学、行为金融及金融物理学等交叉学科范畴的研究成果为理解现实市场提供了更广阔的视角^[4]. 在系统观下, 经济系统(主要是金融市

① 收稿日期: 2015-02-21; 修订日期: 2015-07-23.

基金项目: 国家社会科学基金资助重大(招标)项目(11&ZD156); 广州市金融服务创新与风险管理研究基地资助项目; 国家自然科学基金项目资助项目(71601075).

通讯作者: 张卫国(1963—), 男, 陕西人, 博士, 教授. Email: wzhang@scut.edu.cn

场)是一个彼此间具有复杂相互作用的大量个体组成的复杂系统^[5-7]。对于中国金融市场这一特定研究客体,本质上是一类开放型的复杂巨系统,其内部结构层次多、参与要素属性种类繁多、变量关联程度和方式丰富,并具有时间上的滞后性或空间上的分离性、强耦合性等特征^[8]。

基于此,对金融市场复杂性内涵的界定成为理解市场演化规律的首要问题。在理论架构上,国内外学者对复杂性的特征分析主要包括系统的巨量性、多层次性、耦合性、介稳性、开放性及涌现性等方面^[9]。在建模方法上,大量研究利用基于市场主体的、自底向上的建模方法重现并解释金融市场复杂的波动特征^[4],但多是从微观的角度刻画市场,尚未能形成与主流金融经济学媲美的统一理论框架体系^[10]。

以模式识别为导向的建模方法引发了一个不同于传统金融学的视角来认识市场的动态演化规律。它所建立的框架结构能将不同时空标度下、层级结构下观察到的模式与实际系统的结构紧密对应起来,并为应对系统复杂性提供策略^[11]。此外,以复杂系统理论^[12-14]为视角研究金融市场时,归纳发现了一些明显的模式:金融系统的复杂性特征在结构、作用及功能上分别表现出了相关性、非线性及适应性。而基于市场数据的分析结果为刻画市场模式提供了观察的途径。对于我国货币、证券和外汇这三个主要子市场及构成的整体金融市场,大量实证结果不仅佐证了复杂性存在的事实,还一致体现了我国金融市场在发展过程中所具有的相关性、非线性和适应性。

在相关性方面,类型上存在某个市场的自相关、市场间的两两相关、以及三个市场间的多渠道相关,包括长期或短期、正向或反向、单向或双向、同步或滞后的相关性,以及它们所具有的价格溢出或波动溢出、长期协整、对称性破缺、格兰杰因果关系等。其中,Liang等^[15]利用随机过程及统计方法分析了中国股票市场的时间序列,发现了合适的标度律、价格收益的短期自相关、绝对收益的长期相关、跨市场的交叉相关和多重分形等奇异性质和物理规律。对市场价格尺度的检验结果^[16]表明:短期上看,人民币汇率是股价变动的格兰杰原因,利差变动是股价变动和汇率变动的格兰杰

原因。长期上看,汇率和利差通过协整关系均对股价的变动产生了显著的影响,汇率和股价通过协整关系对利差变动产生显著的影响,而利率和股价并不是汇率变动的原因。但是,由非结构化建模方法得到的实证结果^[17]却表明:利率、股价和汇率间的同步价格关联不明显,基本不存在先导——滞后的价格关联,市场间更多地表现出二阶矩(波动性或方差项)关联为主的非线性。其中,利率和股指存在双向波动溢出效应,股指到汇率存在波动溢出效应而反向不明显。总的来说,一方面,三个市场间在不同时空标度下存在不同程度的相关性;另一方面,检验结果依赖于所运用的计量方法及数据结构,不同学说、不同的假设和结论难以形成完全一致的认识。因此,为能克服认识上的障碍并有效地指导中国金融的管理实践,还需选取更为本质的视角以刻画市场间的相关性。

另外,实证检验还观察到单个金融市场在不同作用机制下的非线性及适应性。其中,混沌模型检验的是资产内生表现出的非线性,GARCH模型刻画的是与资产基本面无关的信息噪声者所引起的外部冲击下的随机游走。中国证券市场同时具有内生演进和外部随机游走两种非线性结构,日度数据表现更为明显^[18]。中国股市从总体上看比欧美股市具有更高的复杂性,沪深股市日和周收益率序列接近随机波动,月对数收益率呈现混沌的特征,深证A股和上证A股分别需要5个和4个变量来建立动力学模型^[19]。基于Cao方法和混沌理论的非线性检验结果^[20]表明:三种人民币汇率序列是平稳的且波动呈现弱混沌,需要8-12个经济变量建立非线性动力学模型才能接近真实地刻画其复杂性。针对金融市场输入、输出和反馈的特征,Zheng^[21]以复杂适应理论为指导,定性地建立闭环形式的系统适应性框架来刻画股票市场的动力学演变路径,实证检验还表明:中国新兴金融市场由于不成熟,在适应性框架下的系统输入比美国(发达国家)更为复杂^[22]。

如上所述,已有的理论及实证结果为分析金融市场在各层面及整体上的复杂性特征及动力学演化提供了有效途径,同时也提出了许多待解决的问题。在理论分析上,还需联合金融市场的本质清晰地提出系统复杂性特征背后所隐含的演化机

理.在研究对象上,不仅要通过微观主体之间的非线性相互作用来考虑系统涌现出的宏观时空结构^[23],更需集中地以货币市场、证券市场及外汇市场这一层级结构为主要研究对象,梳理它们间看似矛盾的相关关系.在管理视角上,需深入寻找理论范式与系统方法论结合的有效模式,形成以整体金融市场系统性分析为主的管理框架.

因此,受综合集成方法所提倡的多学科结合、宏观微观结合等思想的启发^[24],本文针对货币市场、证券市场及外汇市场为主要市场构成的整体金融市场,通过归纳已有的理论研究和经验证据,先提出金融市场系统复杂性特征与演化机理间的表征关系,再利用以模式识别为导向的建模方法^[11],从结构、作用、功能方面建立各演化机理模型,并将所建框架具体应用到股票市场以分析泡沫现象.进而基于中国金融市场在时空尺度下的结构状态,把系统观下的新理念运用到金融市场的宏观审慎中,从金融系统的环境、组成、关联、演化、稳定、风险各方面构建起应对复杂性的管理框架,并提出具体的策略建议.

1 金融市场系统复杂性的整体特征

“复杂性”一词涵盖了金融市场的许多特征,它既静态地包含了市场主客体的特征,又动态地涵盖了市场演化过程的特征.究其本质,市场以系统的方式呈现的复杂特征可以归结于结构上的相关性、作用上的非线性和功能上的适应性.它们在各自或共同起作用时,对应了金融市场如下的整体特征.

(1) 巨量性,是适应性的表征.为实现越来越细致的功能,金融市场在结构变迁的过程中,形成了市场包含市场的递归结构.按主要交易标的物划分,货币市场、证券市场和外汇市场作为子系统比金融市场这一系统低一层次,货币子市场又包括同业拆借市场、债券回购市场、短期融券市场和票据市场,股票子市场及证券子市场又各包括一级、二级市场,汇率市场包括零售市场、批发市场和中央银行与外汇指定银行间的市场.另外,各子系统还包括了大量主体、客体、中介.它们各有其特点、功能、体制和表达,又共同构筑起上一层次

的单元.作为一项系统工程,若按细化后的空间标度进行划分,可包含更多层次及内容更为丰富的次级元素,促使整个巨复杂系统表现出巨量性的特征.

(2) 多层次性,是相关性与适应性起作用的表征.依照相关性的强弱,市场可以划分为具有不同运动形式、特征时间尺度和特征空间尺度的层次结构.中国金融市场分层的结构状态可体现在发行与流通、场内与场外、直接融资与间接融资、主板市场与二板市场、大中银行与小银行、城乡金融市场以及所有制性质等方面.然而,我国在市场结构上存在重债券回购市场轻票据市场、重股票市场轻债券市场、重一级市场轻二级市场等“七重七轻”的非均衡格局.另外,在产品、市场组织方式、投资者风险偏好、发行与交易方式等方面也体现出多层次特性.

(3) 耦合性,是相关性与非线性起作用的表征.这一特征总体表现为在系统内与系统外有明显的交叉,并逐步跨越边界机制,使得边界变得模糊.一方面,三个子市场在实现各自功能时存在不同类别的相关,可表现为三个市场各政策目标的权衡.另一方面,金融“创新”产品在发挥功能时也具备耦合的特性,如在证券市场中,优先股和可转债等产品可作为资本媒介实现股票和债券间的转换.另外,由于市场的参与者可以是多个市场的参与主体或在其间转换,这种非线性交互使市场相互耦合,形成了以拓扑结构相互关联的网络空间.

(4) 不确定性,是非线性的表征.金融市场的整体秩序取决于更为基础的三个子市场的秩序或者规则,同样地,后者也取决于它的次级市场的秩序.市场这种相互嵌入的结构,加上信息不完全、不准确、无意的传播,以及市场参与者在实体经济中预期形成、由学习所产生的适应、演化、归纳和“暗中摸索”的过程中所体现的理性程度的差异,非简单径直的非线性发展路径使得系统最终呈现的结果是不确定的.不过,各子市场也正是利用这种特征进行有效竞争,并为市场带来创新和活力,同时使整个系统维持着更高意义上的稳定性.

(5) 开放性,是相关性、非线性、适应性共同起作用的表征.在金融全球化、一体化的趋势下,

以加强与国际金融融合这一背景为依托,系统与环境在宏观层面的交流以及各子市场之间、市场主体之间在微观层面的交互,使得系统在演化过程中不断地进行物质、能量与信息的交换.系统在维持其非线性耗散结构时需要不断地引入负熵流,把自身的熵排到外部环境.在开放性的背景下促使市场表现出自组织的适应性行为.

(6) 涌现性,也是相关性、非线性、适应性共同起作用的表征.整个金融市场为利益提供了交易场所,处在不同层次的利益通常并不是一致的.特别是当金融市场的参与主体产生了变化的动机,其交互行为经非线性反馈后产生主客观力量的累积,若最终达到微观机制跨越层级关系的程度,将表现为价格的升降和财富的转移,还有与之紧密关联的市场周期,或者表现为宏观意义上的结构变革和创新.市场在整个生命周期内处于动态的演化趋势之中,依照这三者作用的强弱,表现为非均衡或多重均衡等演化状态.

2 金融市场系统复杂性的演化机理及时空结构

从上文分析看出,中国金融市场这一复杂巨系统虽然包含了大量的变量和参量,但仍可由表及里地从结构、作用及功能各方面本质地把握金融系统复杂性的演化机理.因此,本节利用基于模式识别的建模方法分别对其结构上的相关性、作用上的非线性和功能上的适应性建立框架模型.

2.1 基于相关性的视角:动态演化的三体“束缚”模型

从微观角度上看,金融市场是大量不同供应者、顾客、中间者、投资者和管理者通过生产、购买、借贷、投资、调整等无数个日常动作的交互形成的结构.每个市场主体想要按照自己对未来的预期和对市场的理解进行独立决策,但会发现自己处在一个由自己和其他参与者相互作用而形成的系统环境中,无法不受到其他参与者行为的影响.正是这种千丝万缕的联系使得市场相互交错、重叠、渗透或融合.

为能进一步梳理货币、证券和外汇三个市场

这一层级结构的复杂关系,本文借用量子力学中的概念,把任一市场看成是另外两个市场潜在的“束缚态”.并且,任一市场在与另一市场的交互过程中保持一种力的结构再与第三方市场交互并形成其“束缚态”.市场甚至会形成自己的“束缚态”.此时,该市场形成了从自身出发而又回到自身的“反身性”结构.由此,针对相关性提出金融市场动态演化的三体“束缚”模型,如图1所示.

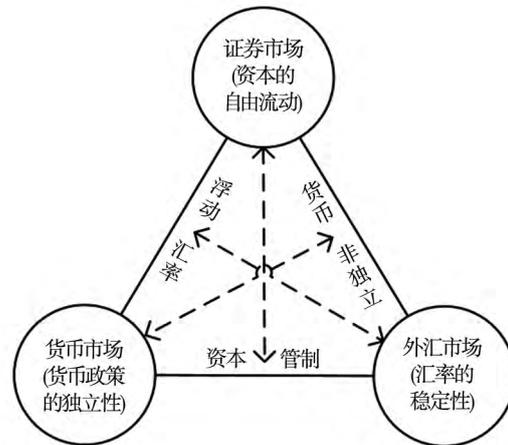


图1 金融市场动态演化的三体“束缚”模型

Fig. 1 Evolutive three-body “bondage” model of financial markets

模型中的“束缚”关系表现为市场在发挥各自特定作用时存在某种程度上的冲突或制约.货币政策的独立性、资本的自由流动和汇率的稳定性构成了中国金融的“三元悖论”^[25],即三个市场的政策目标不可能同时实现,需要放弃某个目标而选择与该顶点虚线相连的目标.除政策目标外,金融市场还通过其他方式形成各自间的“束缚”关系.以市场表现中的波动情况为例,汇率的变动可通过经常项目的收支情况、本外币资产转换等渠道造成利率的联动,同时,汇率通过进出口贸易余额、货币供应量、利率并连同预期等渠道直接或间接地引起股价变动.此时,汇率市场与和货币市场协同形成证券市场的“束缚态”.当股价的变动也造成汇率的变动时,这一系列跨市场的传染效应致使汇率市场形成了自己的“束缚态”.

除“冲突”或“制约”外,“束缚”这一概念在三个市场这一层级还表现为:每个市场都有助于反映其它市场,而其它市场又能反映自己.这类相关性可以在不同时空标度下把握:单个市场的相

关性,如波动的长程相关性,尾部相关性;在同步时间上不同市场的连结而成的相关性,如正负相关,因果相关;金融极端事件发生期间所表现的集群行为所体现的在不同时间段的相关性,如金融资产价格在泡沫的相变阶段频繁波动,带有市场情绪的羊群效应加速金融资产价格的持续快速暴跌;某些时点的市场的无规律性;在不同的时间标度内重复同一现象的多重分形等。

当把中国金融复杂系统逐步从三个市场这一层级细化为次级的系统组元时,这种带有反馈特征的“束缚”结构表现为相互连结而成的复杂网络^[11 20]。在更广阔的时空标度下,整体金融市场可看作是“由无数多个具有反馈特征的市场对象(主体及客体)连结而成的动态网”。这种结构的特点体现在:任一市场对象都可反射出其它所有对象且被它们所映射。然而,由于受到当前时空标度等诸多限制,动态网所连结的市场主体无法立马依相关性全面地了解整个系统的拓扑结构而表现出有限理性,仅能识别金融复杂现象所表现的特定或偶然的关系。即便如此,依靠市场信息的有效传播,市场参与者还是能见微知著地揭示彼此间的缠绕和隐映互彰。

总的来说,中国金融市场结构上的相关性在三个市场间表现为动态演化的三体“束缚”关系,细分之后表现为一个能隐映彼此的复杂动态网络。这不仅提供了看待金融市场相关性更为普适的新视角,还可由此派生出应对复杂、管理复杂的新理念。例如,在防范金融市场系统性风险时,可通过宏观审慎发挥“束缚”的功效,理清政策传导路径中增加趋势的正反馈和起调节作用的负反馈,在畅通传导渠道的同时,识别金融系统中起作用的最为关键的支点,使得市场能利用相互“束缚”的关系进行多层次、多渠道地传导,从而实现原定的政策目标。例如,在泡沫上涨阶段及时地“去泡沫”,在泡沫破裂的阶段及时提高流动性而使市场“软着陆”。即便是在“三元悖论”这一“束缚”情形下,也能为中国汇率制度提供可参考的监管原则。例如,由于我国常把汇率的稳定性目标放在相对主导地位,在维持货币的自主权时,需要以放弃资本的流动性为代价^[26],并逐步倒逼推动其发展。

2.2 基于非线性的视角:基于朗之万方程的非线性动力学模型

与自然系统不同,市场主体间协同、竞争等能动行为的交互是金融系统演化的内在动力。他们也正是在复杂动态网络中相互作用,使得市场表现出复杂的整体行为,即体现了微观行为经交互而涌现出宏观市场性质的非线性演化机制。

自组织作为金融市场运作过程中非常常见的现象,也是市场主体非线性交互作用的结果。它表现为资金等资源在各市场间的流转,或者表现为市场在某一时段由偶然信息或事件引发波动后逐步趋于稳定的过程。结合我国三个主要市场的具体情况,给出整体金融市场的自组织演化结构如图 2 所示。

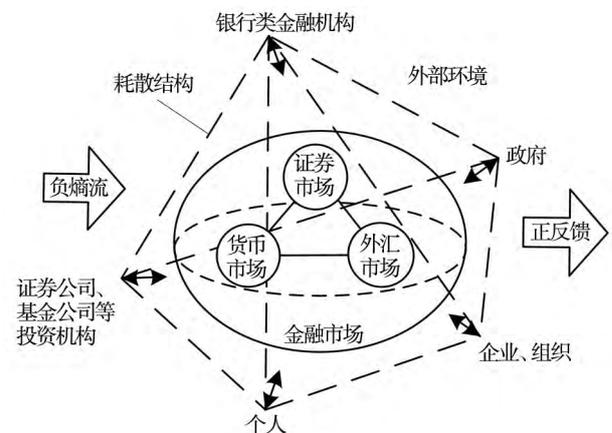


图 2 整体金融市场自组织演化结构

Fig. 2 Self-organization evolution structure of overall financial market

银行类金融机构,政府,企业、组织,个人,证券公司、基金公司等投资机构作为中国金融系统的五类主要主体,与三个主要市场相互联系,并共同构成金融市场的生态环境,促使市场演化产生出具有突现属性的耗散结构。金融场所处的外部环境涉及经济、政治、文化、社会、地理、心理等各方面。这一开放系统在与纷繁复杂的外部环境进行交互时,具有耗散结构的金融市场为求得生存,市场内部通过正反馈引入新的物质、能量、信息等要素,并向系统输入负熵流,借此吸收偶然性的因素,使得系统在时间上、空间上及功能上从无序演变为更高的有序。这种“序”也包括了市场间“束缚”关系的维持与更新,表现为各演化时期市场间不同强度的相关关系。负熵流的产生解释了相互关系中因缺乏中心协调而出现的自组织性,

此时,金融市场中并不存在一个凌驾于其他市场之上的直接控制中心.

因此,根据非线性动力学和协同学理论,基于朗之万方程(Langevin Equation)^[27]建立如下能区分确定性演化与随机游走两类非线性作用的动力学模型.

设 Y 为整体金融系统的状态向量,则其状态变化方程可以表示为

$$\frac{dY}{dt} = F(Y, A_1, t) + R(Y, A_2, t) \Gamma(t) + \varepsilon(t) \quad (1)$$

其中 $F(Y, A_1, t)$ 为宏观状态向量 Y 及参数集 A_1 在 t 时刻的漂移函数,它对应了系统的确定性演变项; $R(Y, A_2, t)$ 为宏观状态向量 Y 及参数集 A_2 在 t 时刻的耗散函数,它对应了系统在 t 时刻受到的非同质的随机涨落力; $\Gamma(t)$ 为 δ -相关的高斯白噪声,均值满足 $\langle \Gamma(t) \rangle = 0$,方差满足 $\langle \Gamma(t_1) \Gamma(t_2) \rangle = 2\lambda^2 D \delta(t_1 - t_2)$; $\varepsilon(t)$ 为模型在 t 时刻对实际市场刻画的近似误差,如表示为极端事件发生前后的带跳过程.

当 $\varepsilon(t) = 0$ 在 Itô 积分的定义下, Y 在概率空间下的分布 $p(Y, t)$ 满足如下 Fokker-Planck 方程

$$\frac{\partial p(Y, t)}{\partial t} = \left[-\frac{\partial F(Y, A_1, t)}{\partial Y} + \frac{1}{2} \times \frac{\partial^2 (R(Y, A_2, t))^2}{\partial Y^2} \right] p(Y, t) \quad (2)$$

因此,除误差项 $\varepsilon(t)$ 外,方程(1)把系统的非线性运动分为内生演进 $F(Y, A_1, t)$ 和外部的随机输入 $R(Y, A_2, t) \Gamma(t)$ 两部分.由于这两种非线性作用对系统的演化的作用是不同的, Y 这一状态向量各分量也对应地被分作“慢变量”及“快变量”.在未到达临界阈值 $Y = Y^*$ 附近时,如方程(2)所示,随机涨落力 $R(Y, A_2, t)$ 能按照一定的分布 $p(Y, t)$ 影响系统的演变过程,但它只是使状态变量的瞬时值并不精确地处在平均值上,系统并未发生质变.而当系统到达临界阈值 $Y = Y^*$ 附近时,具有提供共时性力量的“慢变量”会对余下的“快变量”施加趋向性的影响,这时,原先由随机部分造成的偏差不能被系统消化并被内生的非线性所放大,系统将远离平衡并打破旧式,触发形成新的宏观状态.

实证结果^[19,20]表明:刻画中国股票市场、外汇市场的复杂性至少分别需要 4 和 5 个变量.又由于它们各有其独立的运动且与货币政策等“束缚”相关,故方程(1)的宏观状态向量 Y 可从股价、短期利率、汇率、通货膨胀率、货币供应量、外汇储备、产出、GDP、金融项目差额等变量中选取.另外,演化算法的自适应、自组织和自学习的特性,能够从具体数据中估计出非线性函数 $F(Y, A_1, t) + R(Y, A_2, t) \Gamma(t)$ 的表达式,并解释对应的复杂现象.

虽然金融数据常因包含了大量的噪声而限制了预测的有效尺度,但非线性动力学分析仍有助于把握演化规律以预测市场^[28].例如,相图和相轨线的状态使市场主体知道长远可以期待什么:平衡点对应了金融市场的稳定性,极限环对应了经济周期或其他循环本性,奇异吸引子对应了金融市场发展出的某种复杂结构.虽然吸引子对初值具有敏感依赖性,若初值条件保持稳定,对其采用短期预测比线性随机过程要有效的多.正是由于奇异吸引子在有界区域非周期循环的遍历性质能将初始条件的影响调匀抵消,故可通过设定某些情境统计系统出现某种有“序”状态的概率.把系统的某些属性理解为自然累积的统计量,这也属于金融物理学这一新兴交叉学科的研究范畴^[4].另外,系统到达各种状态的演化过程并非一成不变,若对某一变量依赖越大,越可能出现更多的分叉,故可由此找到对系统起关键作用的“慢变量”.总之,依靠合理的安排仍可以有效地应对并管理复杂.

2.3 基于适应性的视角:适应性演变的反馈模式

交互涌现复杂性,适应造就复杂性.遗传算法之父 Holland^[29]很早就提出了从适应性角度来看待复杂系统的“隐秩序”.就金融市场而言,金融市场主体间的交互常涌现出某些市场准则与行为规范,这些规则反过来又使他们通过自我控制、调整计划、市场间转移等行为改变交互方式,促使市场整体表现出适应性的结构.

如前面所述,方程(1)中的非线性项 $F(Y, A_1, t) + R(Y, A_2, t) \Gamma(t)$ 包含了市场准则与行为规范等内容.系统的内生变量和外生变量在其间有不同的发展路径,自变量与因变量间、输入与输

出间存在复杂的“暗箱操作”. 为描绘市场由微观主体的交互行为演化而成的主动适应的能力, 基于

文献 [21] 的反馈结构和方程 (1) 具体的表达式, 给出金融市场适应性演变的反馈模式如图 3 所示.

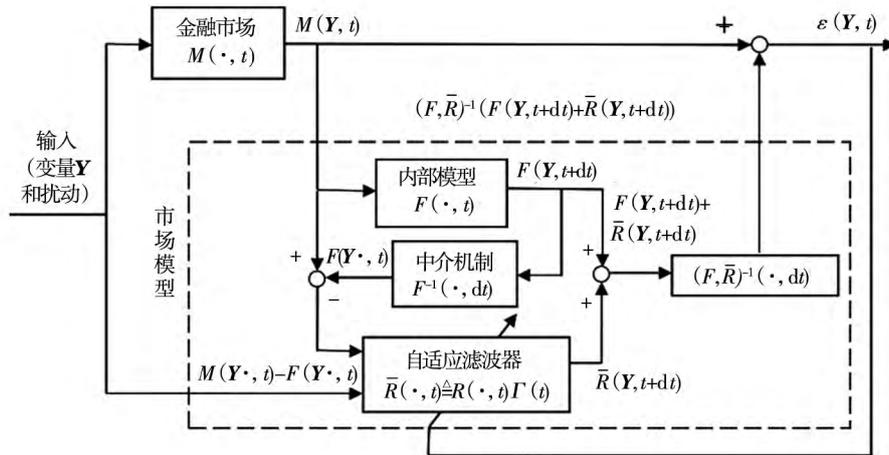


图 3 金融市场适应性演变的反馈模式

Fig. 3 Adaptive evolution feedback mode of financial market

图 3 以闭环的形式反映金融市场适应性的关系链, 并把市场分作不同处理机制的模块. 由各交互元的输入与输出可以看出系统在较短的时间内是如何进行结构式的搜索和演化的. 市场行为通过不同方向的非线性反馈进行作用, 而反馈模式主要由实际金融市场和市场模型两大部分构成, 再根据两种不同的非线性处理方式, 将市场模型拆解为内部模型和自适应滤波器两部分, 分别对应方程 (1) 中 $F(\cdot, t)$ 和 $\bar{R}(\cdot, t) \triangleq R(\cdot, t)\Gamma(t)$ 在 t 时刻的处理能力. 内部模型强调金融市场主体的自组织行为, 自适应滤波器强调市场对随机噪声及市场信息的消化与适应. 金融市场 $M(\cdot, t)$ 看作是金融市场在 t 时刻的宏观基本面.

对照金融市场的实际情况, 反馈模式的运行过程如下. 当向系统输入变量 Y 和扰动时, 内部模型主要是非线性地处理系统内生的部分, 它依据金融市场的历史数据确定 dt 时间后的演化趋势, 这些输出可以是股价、收益率、汇率等具有实际意义的值. 内部模型从物理上看属于慢系统, 自适应滤波器属于快系统, 这两类系统通过中介机制联系, 后者主要是非线性地处理外生的部分, 包括外生变量和扰动、以及市场实际宏观基本面与内部模型的差 $M(Y, t) - F(Y, t)$ 这两类输入值. 另外, 市场模型中还经过 $(F, \bar{R})^{-1}(\cdot, dt)$ 的中介调节作用, 将输出的 $(F, \bar{R})^{-1}(F(Y, t+dt) + \bar{R}(Y, t+dt))$ 与 $M(Y, t)$ 比较, 得到误差项 $\varepsilon(Y, t) =$

$$M(Y, t) - (F, \bar{R})^{-1}(F(Y, t+dt) + \bar{R}(Y, t+dt)).$$

系统的演化正是通过误差项这一载体提供的信息促进适应的过程, 并向阻力最小的方向发展. 为求得可持续性和适应性, 每次迭代和反馈大多以最小化 $\varepsilon(Y, t)$ 为目标, 使得输出的 $F(Y, t+dt) + \bar{R}(Y, t+dt)$ 能较精确地预测 $M(Y, t+dt)$ 的值, 这一情形与市场主体在预期形成过程中为减少对资产基本面估计的偏离所做的努力相符. 在模型的量化过程中, 对参数的估计也是以这一目标函数为基础的. 在每一时期的市场选择和适应过程, 涵盖了市场制度、金融政策、市场心理等的作用. 这时, 适应性不能只静态地看作资金等资源配置的效率, 以时间标度 dt 为单位的迭代过程说明需要对不断变化的目标进行适应. 但若它的值逐渐远离宏观基本面, 市场主体将无法对市场的情况做出合理的判断, 由此可能落入非理性行为的区域, 导致市场状态突然发生质变, 受到扰动后有远离均衡、市场波动集聚、泡沫破裂、市场崩盘等危机发生的可能性, 使旧的计划体制受到破坏而后引发新的“适应”.

在适应性结构演化的过程中, 整个金融系统总体呈现出“复杂性——适应——新的复杂性——新的适应”的不断循环. 正是由于这种不间断的运动, 使得系统可能经历或处于简单、混沌、以及介于两者之间的复杂状态, 而 Stacey^[30]

也把此类复杂状态称为“混沌的边缘”。

总的来说,基于已有的实证结果,现以相关性、非线性和适应性建立的基准视角,将中国金融市场这一复杂巨系统的演化本质归结为:在“束缚”的结构中以非线性相互作用并进行适应性反应,逐步跨越层级结构表现出整体的复杂性特征,同时表现出时间上的滞后性和空间上的分离性。

对于金融市场演化的“时空结构”,由于其无一般的“空间”概念,此时的“空间”结构指的是系统各要素之间的相关性,是某一时间标度下系统所具有的不同层级的空间分布。如包括以简单系统为要素的微观基础结构、以三个市场并连同各自子市场“束缚”相关形成的自组织结构,以及整体金融市场构成的开放型的复杂巨系统。此外,时间是增加市场空间结构不确定性的一个重要维度,正是由于五类市场主体无数个日常行为的交互,各层级市场经复合、自组织及跨越不同层面涌现等演化方式,使得市场在各阶段表现为简单、混沌、复杂三者之一或各种组合形式的演化状态。市场的复杂情况(如股票市场的泡沫现象)能走多远取决于它的生存时间。

3 应用: 股票市场中的泡沫现象

资产价格作为经济研究及实践的核心内容,适宜作为研究对象来分析市场的演化情况。此外,股票市场作为资产价格演化的载体,因其市场化程度比货币市场与外汇市场更高,能够集中反映我国金融市场的复杂性。在上文所建的框架模型下,现结合文献^[31]的模型具体分析股票市场的泡沫现象。

令 $X(t)$ 为股票价格或股指,瞬时收益 $Y(t)$ 为超额需求 $\phi(t)$ 的递增函数,则有

$$\frac{dX}{dt} = Y(t) = G(\phi) \tag{3}$$

为反映市场的适应性演变特征,设递增函数 $G(\phi)$ 为泰勒展开式第一项 $\phi(t)/\lambda$,且满足 $G(0) = 0$ 。其中, λ 表示市场深度,反映了市场对单位价格变化所引起的需求变化的适应能力。

此外,对于一个无直接控制中心的复杂系统,总需求 $\phi(t)$ 的演化方程表示为

$$\frac{d\phi}{dt} = \sum_{i=1}^N f_i(\phi) + f_{MM}(\phi) + \eta(t) + \varepsilon(t) \tag{4}$$

其中 $\sum_{i=1}^N f_i(\phi)$ 表示复杂网络结构下相互“束缚”的 N 个微观主体对需求的响应的加总, $f_{MM}(\phi)$ 刻画了做市商的中介作用, $\eta(t)$ 为市场信息或外部冲击等随机性因素, $\varepsilon(t)$ 为模型的近似误差。

具体而言,做市商主要通过买卖等中介行为为市场提供流动性,则其对超额需求的响应可表示为 $f_{MM}(\phi) = -r\phi$ 。而 $\eta(t)$ 为高斯白噪声,且可标准化为 $\langle \eta(t_1) \eta(t_2) \rangle = 2\lambda^2 D\delta(t_1 - t_2)$, D 表示市场对随机到来的信息或外部冲击的敏感性。此外, $\varepsilon(t) = -k(X - X_0)$, k 为价格 X 偏离基本面价格 X_0 时其它两个市场对需求的校正系数。

又由于股票市场的参与者可以分作基本面分析者、趋势跟随者、信息噪声交易者等,他们主要基于预期的收益 $R_1(t)$ 及预期的风险 $R_2(t)$ 来进行买或卖的自组织行为。故

$$\sum_{i=1}^N f_i(\phi) = R_1(t) - R_2(t) \tag{5}$$

具体而言,市场主体预期的收益为

$$R_1(t) = R_{10} + \alpha \bar{Y}, \tag{6}$$

其中 R_{10} 为常数, α 表示观察到的 \bar{Y} 的趋势对形成预期收益的影响水平, $\alpha \bar{Y} = \sum_{i=1}^N a_i \bar{Y}_i$ 反映 N 类异质的市场主体基于收益趋势所形成的预期 \bar{Y}_i 的加总,且 $\bar{Y}_i = \int_{-\infty}^t K_{i,R_1}(t-t') Y(t') dt'$, $K_{i,R_1}(t-t')$ 表示 i 类具有投资期限 $t-t'$ 的市场主体的分布情况, $i = 1, 2, \dots, N$ 。

类似地,市场主体基于市场波动预期的风险加总为

$$R_2(t) = R_{20} + \beta \bar{Y}^2 \tag{7}$$

其中, R_{20} 为常数, β 为其风险厌恶程度, $\bar{Y}^2 = \int_{-\infty}^t K_{R_2}(t-t) [Y(t')]^2 dt'$

故由方程(4)~方程(7)得到

$$\frac{d\phi}{dt} = R_{10} - R_{20} + \alpha \bar{Y} - \beta \bar{Y}^2 - r\phi + \eta(t) - k(X - X_0) \tag{8}$$

再将 $Y(t) = \phi(t)/\lambda$ 代入方程(8),整理得到关于市场势能 $V(Y)$ 的方程组

$$\begin{cases} \frac{dY}{dt} = -\frac{\partial V}{\partial Y} + \frac{1}{\lambda}\eta(t) \\ \frac{\partial V}{\partial Y} = \frac{R_{20}-R_{10}}{\lambda} + (r-\frac{\alpha}{\lambda})Y + \frac{\beta}{\lambda}Y^2 + \frac{k}{\lambda}(X-X_0) \end{cases} \quad (9)$$

对方程(9)积分可得到市场的势能

$$V(Y) = \frac{\beta}{3\lambda}Y^3 + \frac{\lambda r - \alpha}{2\lambda}Y^2 + \frac{k(X-X_0) + R_{20} - R_{10}}{\lambda}Y \quad (10)$$

因此,由方程(9)和方程(10)可知,当 $r - \frac{\alpha}{\lambda} > 0$ 时,市场是稳定的,市场价格主要围绕 X_0 波动;当市场主体对收益的预期过高而使 $r - \frac{\alpha}{\lambda} < 0$ 时,市场的从众行为使得市场价格逐渐偏离 X_0 并累积形成市场泡沫.在这个介稳阶段,市场的势能 $V(Y)$ 在 $Y = 0$ 有最大值.而当 $(\lambda r - \alpha)^2 > 4\beta[k(X-X_0) + R_{20} - R_{10}]$ 时, $V(Y)$ 在临界值 $Y^* = \frac{\lambda r - \alpha}{2\beta}$ 有最小值.此时,做市商所维持的市场流动性 r 影响市场崩盘的可能性.直到 X 远大于 X_0 使得 $(\lambda r - \alpha)^2 < 4\beta[k(X-X_0) + R_{20} - R_{10}]$ 时,处于介稳状态的平衡点 $Y^* = \frac{\lambda r - \alpha}{2\beta}$ 失稳.因此,可以依此估算市场泡沫从初始价格 $X(t=0) = X_0 + \frac{R_{20} - R_{10}}{k}$ 到最终破裂的演化时间为 $t_b \approx \frac{\alpha - \lambda r}{k}$.

总的来说,方程(5)体现了:市场“内部模型”中市场各主体彼此交互的买卖行为逐步涌现为市场总需求的非线性机制.方程(8)不但体现了股票市场对市场信息等随机噪声的消化与适应,还体现了其他两个市场的政策导向对股票市场需求量的影响.市场发生相变的参数关系式进一步表明:股票市场价格的波动能集中反映市场主体的情绪;市场主体对风险的厌恶程度也会导致泡沫在短时间大幅跌落并破裂;做市商这一“中介机制”通过反馈及响应等能起到维持市场流动性的作用.

4 管理启示

以上对于中国金融市场的复杂性特征、演化机理及时空结构的分析,能够为管理系统复杂性

带来新的思路.为对中国金融市场适当干预和规范管理的目的,现结合市场无形之手和政府有形之手,从金融系统的环境、组成、关联、演化、稳定、风险各方面构建起应对复杂性的宏观管理框架,并从监管者的角度提出策略建议.

从系统环境的维护上看,稳定的经济环境、完善的法制环境、良好的信用环境和规范的制度环境将作为负熵输入维持金融系统有序的状态.在市场开放且具备充沛的流动性的情况下,它保证各子市场局部的小动荡在一定范围内能得到补偿,有利于各子市场通过合作与竞争形成自组织结构.在优化金融生态环境时,监管者的职能在于保证不同类别的市场主体的机会公平和相对自由,同时确认责任和惩罚机制来约束如恶意做空、利用金融“创新”工具恶意操纵市场等违法行为,这不但能够防止小失误经非线性作用后造成如蝴蝶效应的大灾难,而且能起到维持市场信心的作用.

从系统组成的情况上看,要从整个金融市场进行把握和管理,同时又要将不同的金融市场隔开分作子系统研究.不能用管理一个复杂系统的方法一概解决另一个复杂系统的问题,而要明确市场分工,优化整体结构.市场具有多层次结构,但高层次向低层次具有不可还原性.并且,不同层面组元的变化会通过自组织、复合或涌现等方式反馈到系统的整体功能上,会逐步突现部分与整体之间质的差异.虽然我国五类市场主体相互“束缚”,政府这一主体的控制力量较为集中,在手段上需逐步向“因势利导”转变.可利用复杂系统跨越层级的涌现机制将作用在低层次系统的有效举措转换为高层次的力量,并实现各要素的空间价值和时效用.

从系统关联的情况上看,从包含层级结构的“束缚”关系中找到关键支点,通过一连串的溢出效应使系统的演化能近似地达到政策目的.在实际操作上,可建立信息平台以促进金融动态网的运作规模,提高政策传导效率和资源配置.另外,多元化政策需要从以下两个方面进行导向.一方面,逐步放开市场限制并减少监管成本,加强市场联动发展并减少市场摩擦.发展货币市场来连接货币市场和证券市场,促进场内和场外市场,银行间及交易所等不同类别的市场主体间的互联

互通。在推行人民币国际化的进程中,实现“三元悖论”中资本的自由流动来束缚或倒逼外汇市场、债券市场、跨境投资等领域的改革。另一方面,对于组元间不可预期的非线性交互和传染,通过市场间的合作监管来防范常见的传染性风险,建立“防火墙”以减少诱发系统性的市场失灵的可能性。

从系统演化的过程上看,在处理高度敏感性的复杂环境时保持高度敏感性。如在泡沫形成阶段及时地“去泡沫”,在泡沫破裂阶段及时为市场提供流动性。由于系统对初始条件、路径依赖和反馈结构等特征的响应,在权衡政策利弊时,与政策直接导出的短期利益相比,应更重视建构长期适宜的系统结构。考虑在不同长度的时间标度下,市场主体进入及退出市场的可能性。通过金融股估值等确定市场主体及客体的结构分布,进而确定系统所处演化状态。在系统的稳定时期,通过良好的规范维持这一过程;在混沌时期,把握转轨的机遇;在混沌边缘演化时期,系统可能的自创生和自毁灭有利于提高金融效率,应快速重组形成新的战略目标及高水平合作,具备更高的灵活性来处理市场的非理性因素,除陈纳新地适应新环境并维持更高意义上的稳定性;还可通过合理安排各阶段的过渡期建立逆演化期的防御机制,以危机感带动金融创新,以衍生品丰富市场职能并推动局部的形态变革。

从系统稳定性的程度上看,微观搞活,宏观有序,从限制规则到坚持原则。对于“均衡”和“稳定”的涵义应有更高层次的理解和把握。在利率市场化改革和汇率形成机制的改革中,推动银行主导型配置格局向证券市场汇集的市场化配置模式转变,并调节金融资产定价趋于合理化。另外,分析波动所处的范围来确定如何增减复杂性来增加系统的稳定性,途径包括:增减各市场主体的数量及差异化特征,改变相对频率和比重;规范组元间的决策规则,改变异质行为的交互模式;通过调节利率、税率等方式共享政策目标的愿景,牵动资金配置的流向,优化财富配置,引导市场主体的价值投资理念及预期风险。

从系统风险管理的策略上看,复杂性思维更侧重于加强宏观审慎,以及内生地防范系统性危

机。有必要具备超前意识,结合非线性作用的本质及相关性的强弱来构建一个全面的符合中国系统性风险特征的监测及管理的宏观审慎体系。专设履职机构,可集中于过剩产业、房地产、系统重要性银行及机构的监管,并将宏观审慎的管理理念融入到微观审慎的举措中,规范如保险公司、基金公司等机构的金融数据的存储,保证其精准且有效地被记录,并实时可获得。同时,创新风险的度量方式,依靠衍生品等金融工具对冲、转移和规避风险,进而优化信息资源整合方式,以引起各个子系统间的物质财富和人力资源的有效分配。

5 结束语

本文在分析了国内外学者对金融市场复杂性表征研究的基础上,借用多学科理论工具,从中国金融市场结构、作用及功能方面建立模型,分析了其以非线性方式相互作用进行适应性反应时所表现的整体复杂性特征,并由此建立时空观下的中国金融市场宏观管理框架。作为理解金融市场系统复杂性特征的关键,演化机理表现为:结构中一般的“束缚”相关、不确定来源中不同作用机制的非线性和市场功能实现过程中的适应性。

本文的研究成果是基于已有的实证结果,因而对金融市场复杂性内涵有其解释效力。另外,所构建的机理模型并不触及新古典经济学中的两个理论基础,即主体行为的完全理性假设和经济系统的均衡假设,因此,本文的研究面向金融市场实际,具有应用可操作性。对于股票市场泡沫现象的分析进一步佐证了所建模型框架的合理性。然而,在讨论复杂系统的其他市场表现时,必然需要引入其他假设来验证复杂性的表征关系。此外,实践层面会受到诸多现实的挑战,如非线性机制下的有限可预测性、带噪声的有限数据、新时代背景下市场主体行为及认知的转变等。在机遇与挑战并存的时代背景下,大数据热潮的推动、机器学习等人工智能技术的发展将推进市场各模式的识别效率,细化得到的模型框架可逐步提高金融创新、风险防范和管理的能力。

参考文献:

- [1]陈雨露, 马 勇. 中国金融体系大趋势[M]. 北京: 中国金融出版社, 2011.
Chen Yulu, Ma Yong. The Megatrends of China's Financial System[M]. Beijing: China Finance Publishing House, 2011. (in Chinese)
- [2]Holtrup H J. Stock Markets as Evolving Complex Systems: Simulations and Statistical Inferences[D]. Duisburg and Essen: University of Duisburg-Essen, 2006.
- [3]Mandelbrot B, Hudson R L, Grunwald E. The (mis) behaviour of markets[J]. The Mathematical Intelligencer, 2005, 27(3): 77-79.
- [4]王 鹏, 魏 宇. 经典金融理论的困境与金融物理学研究的兴起[J]. 管理科学学报, 2014, 17(9): 40-55.
Wang Peng, Wei Yu. Dilemma of classical financial theory and the rising of econophysics[J]. Journal of Management Sciences in China, 2014, 17(9): 40-55. (in Chinese)
- [5]Arthur W B. Complexity and the economy[J]. Science, 1999, 284(5411): 107-109.
- [6]Bonanno G, Lillo F, Mantegna R N. Levels of complexity in financial markets[J]. Physica A: Statistical Mechanics and its Applications, 2001, 299(1): 16-27.
- [7]Mantegna R N, Stanley H E. Introduction to Econophysics: Correlations and Complexity in Finance[M]. New York: Cambridge University Press, 2000.
- [8]李红权, 邹 琳. 基于 Agent 的投资者情绪对于股市演化行为仿真研究[J]. 计算机工程与应用, 2009, 45(12): 30-32.
Li Hongquan, Zou Lin. Simulation study on the effect of investor sentiment on stock market evolution through agent-based model[J]. Computer Engineering and Applications, 2009, 45(12): 30-32. (in Chinese)
- [9]成思危. 复杂科学与系统工程[J]. 管理科学学报, 1999, 2(2): 1-7.
Cheng Siwei. Complex science and system engineering[J]. Journal of Management Sciences in China, 1999, 2(2): 1-7. (in Chinese)
- [10]张 维, 武自强, 张永杰, 等. 基于复杂金融系统视角的计算实验金融: 进展与展望[J]. 管理科学学报, 2013, 16(6): 85-94.
Zhang Wei, Wu Ziqiang, Zhang Yongjie, et al. Agent-based computational finance on complex financial system perspective: Progress and prospects[J]. Journal of Management Sciences in China, 2013, 16(6): 85-94. (in Chinese)
- [11]Grimm V, Revilla E, Berger U, et al. Pattern-oriented modeling of agent-based complex systems: Lessons from ecology[J]. Science, 2005, 310(5750): 987-991.
- [12]Martin R, Sunley P. Complexity thinking and evolutionary economic geography[J]. Journal of Economic Geography, 2007, 7(5): 573-601.
- [13]San Miguel M, Johnson J H, Kertesz J, et al. Challenges in complex systems science[J]. European Physical Journal-Special Topic, 2012, 214(1): 245-271.
- [14]Schweitzer F, Fagiolo G, Sornette D, et al. Economic networks: The new challenges[J]. Science, 2009, 325(5939): 422-425.
- [15]Liang Y, Yang G, Huang J. Progress in physical properties of Chinese stock markets[J]. Frontiers of Physics, 2013, 8(4): 438-450.
- [16]胡 剑. 基于利率, 汇率, 股价联动性商业银行市场风险综合度量的阶段性研究[D]. 北京: 北京交通大学, 2010.
Hu Jian. Initiative Study on Comprehensive Measurement on the Market Risks of Commercial Bank-correlation of Interest Rate, Exchange Rate and Stock Price[D]. Beijing: Beijing Jiaotong University, 2010. (in Chinese)
- [17]金 涛. 利率, 股价和汇率关联的实证研究[D]. 江西: 江西财经大学, 2010.
Jin Tao. The Empirical Research on the Relationships among the Interest Rate, Stock Prices and Exchange Rates: Evidence from China[D]. Jiangxi: Jiangxi University of Finance and Economics, 2010. (in Chinese)
- [18]邹裔忠. 中国证券市场非线性结构研究——基于混沌和 GARCH 模型的对比分析[J]. 山东理工大学学报: 社会科学版, 2012(4): 16-20.
Zou Yizhong. Nonlinear structure of Chinese securities market: Based on the comparison and analysis of chaotic and GARCH model[J]. Journal of Shandong University of Technology(Social Sciences Edition), 2012(4): 16-20. (in Chinese)
- [19]宿成建, 缪晓波, 刘 星. 中国证券市场的非线性特征与分形维分析[J]. 系统工程理论与实践, 2005, 25(5): 68-73.

- Su Chengjian, Miao Xiaobo, Liu Xing. Nonlinear characteristics and fractal dimension analysis of Chinese stock markets [J]. *Systems Engineering: Theory & Practice*, 2005, 25(5): 68–73. (in Chinese)
- [20] 雷强, 李争争. 人民币汇率的混沌特征研究 [J]. *科技管理研究*, 2009(7): 516–518.
Lei Qiang, Li Zhengzheng. Chaos characteristics of the exchange rate [J]. *Science and Technology Management Research*, 2009(7): 516–518. (in Chinese)
- [21] Zheng X. *Stock Market Modeling: A System Adaptation Approach* [D]. Singapore: National University of Singapore, 2012.
- [22] Zheng X, Chen B M. Identification of stock market forces in the system adaptation framework [J]. *Information Sciences*, 2014, 265(0): 105–122.
- [23] 狄增如. 探索复杂性是发展系统学的重要途径 [J]. *系统工程理论与实践*, 2011, 31(增刊1): 37–42.
Di Zengru. Exploring complexity is an important way to develop systematology [J]. *Systems Engineering: Theory & Practice*, 2011, 31(S1): 37–42. (in Chinese)
- [24] 钱学森, 于景元, 戴汝为. 一个科学新领域——开放的复杂巨系统及其方法论 [J]. *自然杂志*, 1990, 01: 3–10+64.
Qian Xuesen, Yu Jingyuan, Dai Ruwei. A new area of science: The open complex giant system and its methodology [J]. *Nature Magazine*, 1990, 01: 3–10+64. (in Chinese)
- [25] Aizenman J, Sengupta R. Financial trilemma in China and a comparative analysis with India [J]. *Pacific Economic Review*, 2013, 18(2): 123–146.
- [26] Aizenman J, Chinn M D, Ito H. Assessing the emerging global financial architecture: Measuring the trilemma's configurations over time [J]. *National Bureau of Economic Research Working Paper Series*, 2008, No. 14533.
- [27] Canessa E. Langevin dynamics of financial systems: A second-order analysis [J]. *The European Physical Journal B-Condensed Matter and Complex Systems*, 2001, 22(1): 123–127.
- [28] Chen P. Evolutionary economic dynamics: Persistent business cycles, disruptive technology, and the trade-off between stability and complexity [J]. *The Evolutionary Foundations of Economics*, 2005: 472–505.
- [29] Holland J H. *Hidden Order: How Adaptation Builds Complexity* [M]. Cambridge: Perseus Books, 1995.
- [30] Stacey R D. *Strategic Management and Organizational Dynamics: The Challenge of Complexity to Ways of Thinking about Organizations* [M]. Pearson Education, 2007.
- [31] Bouchaud J P, Cont R. A Langevin approach to stock market fluctuations and crashes [J]. *The European Physical Journal B-Condensed Matter and Complex Systems*, 1998, 6(4): 543–550.

Evolution mechanisms and management of systemic complexity in China's financial markets

ZHANG Qun¹, ZHANG Wei-guo^{1*}, MA Yong²

1. School of Business Administration, South China University of Technology, Guangzhou 510640, China;

2. College of Finance and Statistics, Hunan University, Changsha 410078, China

Abstract: Correlations, nonlinearity and adaptability have been presented by empirical studies during the development process of China's financial markets. This paper mainly investigates a complex system consisting of the money market, the securities market and the foreign exchange market. It aims at characterizing the evolution mechanisms regarding the structure, action and function of the system and thus managing the complexity. This paper not only illustrates the relationships between those mechanisms and the systemic characteristics of complexity, but also builds a generic framework of models and applies it to the financial bubbles of stock markets. The three-body “bondage” model capturing the correlations is proposed to describe the complex relationships between the sub-markets. A nonlinear dynamics model based on the Langevin equation divides the nonlinear actions into endogenous and exogenous ones. The feedback model describes the evolutionary paths and the dynamic adaptive ability in the realization of market functions. Combining the resulting spatio-temporal structure of China's financial markets, a macro management framework coping with complexity is finally built in terms of the environment, composition, association, evolution, stability, and risk management.

Key words: financial market; complexity; evolution mechanism; macro prudence