

金融市场的复杂性与金融风险管理

——一个基于非线性动力学视角的分析原理

李红权

[内容摘要] 迄今为止，对金融市场的研究与分析基本上是在经典资本市场理论的线性分析范式下展开的。然而，经典资本市场理论的线性化分析方法有其内在的局限性，它不能解释现实金融市场资产价格的变化，更不能用来分析美国股市“1987年股灾”等市场突变行为。在这样的背景下，金融市场的研究出现了从线性转向非线性分析，从均衡走向演化的新趋势。本文在考察金融系统的非线性本质与作为虚拟经济系统的内在特性的基础上，提出了金融市场的非线性动力学分析原理，并形成了风险管理的整体观、内生观与过程观。这些原理将为研究金融市场与风险管理理论提供新的方向。

[关键词] 金融市场；风险管理；非线性动力学

作者简介：李红权，男，湖南师范大学商学院，副教授，长沙 410081

一、引言

金融市场是一国经济运行的核心，维护金融市场的稳定，进行有效的金融风险防范与管理是各国政府与投资机构的目标之一。然而，金融市场的复杂性和金融市场固有的投机性决定了金融市场经常处于非均衡的波动状态。特别是20世纪90年代以来，一系列重大的金融风险事件甚至金融危机提示我们风险的复杂性与风险管理的重要性。

金融危机普遍具有“突发性”的特征，这是对外部影响因素（如国际投机资本）及内部不稳定性的一种典型非线性反应。然而，传统的金融理论没有考虑到市场的“非线性、不连续性”等内在特征，将金融市场波动归咎于外部随机扰动因素，忽略了金融市场作为复杂系统的非线性相互作用机制以及由此产生的内部

※ 基金资助项目：国家自然科学基金（70471030）：金融市场的非线性动力学特征与风险管理研究；国家社会科学基金（030JBY56）：基于行为金融的整体风险管理理论与方法研究。

不稳定性,因而对于重大金融风险或金融危机的预警与控制无能为力。经典金融市场理论对现实情况解释乏力的根本原因在于该理论体系是建立在以有效市场、随机游动与理性投资者等假设条件构筑的线性范式基础上的。^[1]在标准的线性分析框架下,我们假定投资者是理性的、有条理的,投资者对信息的反应是线性方式的,他们在接到信息时立即做出准确、无偏的反应,不可能出现对信息的误解、遗漏或滞后反应;定价是及时的、无偏的、连续的,市场是有效的,信息不能被用来在市场上获利。基于此,价格的波动即收益率遵循随机游动,其分布将是我们熟悉的正态分布。资产价格的波动性风险是与随机游动、正态分布相联系的。

然而,现实的金融市场却不是简单、有秩序的,它们既混乱又复杂;金融风险发生的强度与频率也远比我们理论想象中的大,市场行为的复杂性远不是纯粹的随机游走所能解释的。在这种背景下,认识到金融市场的非线性动力学特征将为研究金融市场本质特征与风险管理提供一个全新的视角。事实上,科学的发展进一步说明非线性问题的出现不仅仅是个别或局部的情况,应当认为:世界在本质上是非线性的(钱学森、谷超豪)。^[2]

二、金融市场的特性

从非线性经济学理论的观点来看,金融市场是一类复杂性系统,从而可以从系统内部的结构及系统与环境的相互作用来考察这一系统的特性,以便揭示金融市场演化的规律与金融风险形成的机理。

虚拟金融系统有以下几个主要的特点:(1)复杂性。复杂系统一般的特征是规模巨大、耦合度高、透明度低、动态而且开放,其最本质的特征是其组分之间相互作用的非线性与系统的自适应性。各组分之间的相互作用,说明相互联系的事物不是单方面的影响,而是相互影响、相互制约和相互依存的,这就是非线性的本质。金融市场是一类复杂系统,表现为虚拟资本规模巨大、是动态变化的开放型系统、内部层次多且相互关联、相互影响,并且含有人类决策行为这一重大不确定性因素的影响。系统由于各组分之间的非线性作用而呈现貌似随机的不稳定状态,并且由于系统自组织作用,其内部结构会产生一定的有序性与稳定性。(2)介稳性。金融系统是一种介稳系统,必须要与外界进行资金交换才能维持相对的稳定。造成其介稳性的原因很多,但最根本的原因是虚拟资本的内在不稳定性。(3)高风险性。金融系统的高风险性来自其本身的复杂性与介稳性,首先是虚拟资本的内在不稳定性导致其价格变幻无常,而金融市场交易规模的增大和交易品种的增多使其变得更为复杂;其次是人们对市场及环境变化的预测能力不足,对预期收益至今也没有找到较好的预测方法,从而导致决策的失误。(4)寄生性。虚拟的金融系统与实体经济系统之间存在着密切的联系,金融系统由实体经济系统中产生,又依附于实体经济系统。(5)周期性。金融系统的演化大体上

呈现周期性的特征，一般包括实体经济加速增长、经济泡沫开始形成、货币与信用逐步膨胀、各种资产价格普遍上扬、乐观情绪四处洋溢、股价与房地产价格不断上升、外部扰动造成经济泡沫破灭、各种金融指标急剧下降、人们纷纷抛售实际资产及金融资产、实体经济减速或负增长等阶段。但是这种周期性并不是简单的循环往复，而是螺旋式地向前推进的。

三、金融市场的非线性动力学分析原理

(一) 金融市场的整体性原理

金融市场作为一个复杂的系统，是作为一个整体而存在，也作为一个整体而发展演化。构成金融市场子市场的债券市场、股票市场与长期借贷市场，相互关联、相互影响，并与实体经济存在千丝万缕的联系；市场参与者的决策行为也会相互影响。金融市场由数以百万计的个体和组织的相互作用所决定，个体行为并非是一种孤立的存在，仅仅完备地认识个体的行为并不能使我们掌握整个金融系统的演化状态。事实上，整体内的每一个个体（组分）都受整体规律的约束，整体规律在系统内赋予每一个个体的属性要比这些个体在整体之外单独获得的属性大得多，同时整体属性也远大于部分属性之和。如果用 E_T 表示金融系统的整体所具有的功能， P_i 表示第 i 部分所具有的与整体功能 E_T 相同的功能， A 表示整体所表现出的各个部分所没有的功能，则有：

$$E_T = \sum P_i + A$$

因此，整体不同于一个简单的集合体，考察金融问题需要从整体上把握金融市场的演进状况与风险水平。当然，整体也离不开部分，科学的整体观要求我们在深入了解金融市场个体的性质和行为的基础上，从个体（组分）之间的相互影响、相互联系中发掘金融市场的本质规律与整体行为。

正是在非线性动力学理论的整体性原理指引下，研究人员在经济增长与波动、股市涨落、汇率浮动等领域对经典的金融经济学理论展开了颠覆性批判，^{[3][4](194-200)[5](29-37)[6](81-108)[7](311-337)[8]}得出了经济波动源于经济系统的内生机制而非随机振荡、非均衡是经济系统的常态、杂乱无章的经济现象背后隐藏着良好的结构而非随机状态等一系列在原有金融市场理论个人主义方法（还原论）下所无法得到的、更符合现实的结果。

(二) 金融市场的非线性原理

非线性系统是不符合叠加原理的一类系统，可导致多样性与复杂性。混沌与分形等复杂现象也只能在非线性系统中产生。经济系统（包括金融市场）本质上是非线性系统，系统内部各要素之间以及它们与外部环境之间的关系通常是非线性的，相互联系、相互作用，在现实生活中表现为经济金融活动的正反馈、负反馈、和正负反馈复合的反馈环。

经典的金融均衡理论是在牛顿静态力学的线性范式下展开的,认为金融时间序列遵从线性随机过程,同时将不规则涨落归咎于系统外部的“白噪声”(White noise, 外部随机扰动),并假定金融系统本身是运行于线性稳定区内的。同时,具有同质性的理性经济人假设是金融均衡理论分析的基石,这样的分析忽略了人的社会属性(即人与人之间的相互作用)以及由此产生的金融市场复杂性。

从非线性经济学来看,线性分析和牛顿近似法是一种历史决定论的工具,根本无法描述复杂多变的金融现实情形。金融系统中的时间不可逆、多重因果反馈环及不确定性的存在使金融市场本身处于一个不均匀的时空中,具有极为复杂的非线性特征。非对称的供给需求、非对称的经济周期波动、信息不对称性、货币的对称短缺(符号经济与实物经济并非一一对应)、金融变量迭代过程中的时间延滞、人类行为的“有限理性”等都是非线性特征的表现。所以,具有对初始条件敏感依赖性特征的非线性系统不可能被化整为零地加以求解与加总,只有使用非线性理论,才能科学地描述金融市场的真实演化过程。

(三) 金融市场的内随机原理

长期以来,金融经济学理论将金融市场波动归咎于外部随机扰动因素,然而这并不能解释现实金融市场出现的美国股市“黑色星期一”等种种“市场异常现象”。而根据混沌理论,一个确定性系统也可以产生貌似随机的结果,并在内部作用力与外部压力的相互作用下易失去介稳性,从而出现系统突变等行为,复杂系统的随机性与多样性表现可以来自确定性系统内部(“内生现象”)。混沌理论的这一观点不仅可以有效地解释金融市场的日常波动行为,而且能够合理地解释市场的突变行为(如金融危机等)。

当把金融市场视为复杂系统与混沌系统,那么它的随机性、突变性就可以看成是金融市场内在非线性机制产生的结果,而不必从外部寻找随机事件的“冲击”力。当系统内部的控制参数不断改变,金融系统将可能从稳定状态过渡到不稳定状态或混沌状态;当内部控制参数达到系统突变的阈值时,金融市场的资本能量处于一种高度积累和对扰动高度敏感的状态,系统极易发生突变造成金融市场的急剧质变甚至酿成金融危机。

金融市场的内随机性要求对金融市场的认识首先要从金融系统的内部及其与外部的关系入手,把握“内因是变化的根据,外因是变化的条件”,通过对系统有序参量的控制和对系统结构关系的改变,达到控制金融市场状态的目的。

(四) 金融市场的动态非均衡原理

均衡与确定性是经典金融经济学(新古典理论)追求的目标,这是金融学研究在遵从机械因果决定论、牛顿时空观、线性法则下的必然结果,它把不确定性与非均衡逐出金融学研究的常态之外。这样,经典的金融学体系就陷入两难境地:其公理化分析只有排除不确定性和常态的非均衡才有可能进行,而金融市场

的现实情况却要求金融理论只有考虑到不确定性和常态的非均衡才可能是有效的。

从非线性经济学的角度,金融市场作为具有能动意识的人之间的相互作用的结果,作为一个耗散结构,必然具有内在的不确定性和常态的非均衡。对于不确定性和非均衡的研究,是把系统演化中决定论的过程与随机过程、线性关系与非线性关系联系起来以认识“无序中的有序”和预见系统演化路径的唯一合理的手段。这样,金融学问题不再仅仅是一个纯粹的逻辑问题,公理化分析真正成为金融政策的基础;不确定性、偶然性、非均衡、涨落之类的概念也不再是无知和退化的表象,而是创生新结构的源泉,是“通过涨落达到有序”的途径。正是从不确定性与非均衡原理的角度,金融市场的混沌学家得到了:金融市场的非规则涨落源于金融市场内部机制而非外生随机冲击;个体追求自身利益最大化的行为可能导致整个金融系统偏离最优化状态;金融市场波动的形式可以收敛于均衡、也可以是稳定的准周期振荡、更多可能是混沌但有界的等一系列远比经典金融理论丰富得多,现实得多的结果。

(五) 金融市场的自组织原理

自组织是指在无外界强迫时系统内部自发形成的有序行为。自组织理论包括耗散结构理论(由比利时物理学家普利高津开创)和协同学^[9](由德国物理学家哈肯创立),是研究复杂系统演化规律的有力工具。自组织机制广泛存在于经济系统、社会系统、生态系统、化学系统、天体系统等复杂系统。尽管这些系统千差万别,但都可把它们看作由若干子系统组成,子系统之间存在着相互作用,这种相互作用使它们在一定条件下自发组织起来形成宏观上的时空有序结构,部分之间得以通过序参量的支配原理形成整体的自组织行为。这是一种从部分到整体的综合研究方法。

金融系统是一类自组织系统。在金融市场上,国家的宏观调控与监管政策起到一种控制参数的作用,但它还不是唯一的控制参数,金融市场的自组织结构还取决于它的开放程度,即它与外国经济环境的相互作用。金融市场本质上就是开放系统,它与商品市场、外部经济环境紧密相连(存在物质、资本、信息等的能量交换),适合于系统自组织结构的产生。金融市场改革的目的是在这样一个开放系统中通过各个子系统之间的合作与竞争创建有序参量,使我国金融市场走向稳定发展的道路。

(六) 金融市场演化的有限时空原理

传统的金融经济学在借鉴经典力学的范式构建其均衡分析框架时,几乎不加思考地继承了牛顿的时空观,即均匀流逝的绝对时间与“恒为等的且不动的”绝对空间。在这样的世界里,金融经济系统的演化是机械的,原因和结果之间的联系是唯一确定的。在特定的初始条件下,过程自然重复,过去与未来没有差别

——金融市场的演化在时间上是可逆的。经典的金融均衡分析理论要么忽略时间因素，要么隐含着时间是可逆的假定。在这样的分析框架下，传统的均衡理论认为一个随机事件可以扰乱一个系统，但在极短的时间内或一个适当的短时间跨度后金融市场就会回复到均衡，事件被市场遗忘了，而概率统计方法的广泛使用（用回归分析将过去、现在、未来联系起来）则将时间可逆性假定发挥到了极致。

非线性理论的有限时间观是指时间具有不可逆性。在混沌经济学看来，金融市场的演化具有累进特征，时间之矢是永远向上的，那种机械的“历史重现观”是不科学的，也是不符合现实生活的。随着时间的流逝，金融市场总是不断地具有新的性态，绝不会机械地重复，原因和结果之间的联系并非唯一确定的，而是一种循环因果关系。

非线性经济理论的有限空间观还包括任何经济现象都受制于资源的稀缺性，从而经济活动的空间结构是有限的。因此，它在描述金融经济现象常常使用诸如范围、界限、上限、下限、容量、阈等具有约束含义的概念，在模型结构中也常常加上上下限和极大值约束。如混沌经济学的经典方程“洛吉斯蒂克方程”和标准方法“庞加莱映像”的模型结构中均具有明显的空间约束特征。正是考虑了空间的约束条件，罗马俱乐部派提出了著名的“增长的极限”观点，引起了世界各国政府的广泛关注。

四、非线性动力学分析原理下的风险观

金融学核心的课题就是对风险的管理。对金融市场演化的分析与理解，其目的就是更好地理解金融风险的形成、转移机制并为科学的风险管理理论奠定基础。在非线性的动力学理论原理下，我们可望更深刻、科学地把握市场行为，并获得全新的风险观念。

（一）风险的整体观

金融市场的整体性原理要求我们用系统论的整体观来考察金融风险。传统的风险管理技术侧重于对金融数据的微观统计分析，风险的整体观则要求从金融市场的整体性质与系统相互影响的角度全面研究金融风险。

同理，技术层面的分析对预报金融风险较长时间段内的动态变化意义不大，而从金融市场内部各要素相互作用的非线性关系（例如各市场间的联动反馈效应、投资主体之间的博弈行为、证券价格与需求间的非线性机制等）以及金融市场与外部经济环境（实体经济、国际市场、国家宏观调控政策等）的相互作用的角度出发我们将有可能获得金融市场风险状态及其动态变化的科学认识。

对于投资主体而言，除了需要客观认识金融市场的整体风险规律之外，投资人的投资目标（goals）、行为规则（rules）、价值观（values）及偏好（preference）。都将对投资主体的风险吸引子域产生影响。完整的风险管理过程将必须考虑到这

些相关因素的现实影响。

(二) 风险的内生观

金融风险的内生观是金融市场内随机性原理的客观体现。金融市场具有混沌、分形等非线性特征，其波动性是金融市场内部非线性机制导致的必然结果，而不必依赖于外部随机事件的冲击。同时，风险的内生观并不排斥外因的重要性，两者的辩证关系是“内因是风险产生的根据，外因是风险突现的条件”。

从系统论的角度，我们可以认为金融风险或金融危机的成因主要是虚拟金融系统的内在不稳定特性，其触发的条件是来自外部的扰动。这种说法主要基于虚拟金融系统的介稳性与临界水平的概念。一个经典的例子就是“压断了骆驼背的一根稻草”。当重量被加到一个骆驼的最大负载点时，放到了骆驼背上的一根稻草都会使骆驼垮下来。骆驼突然垮下来是一个非线性反应，因为骆驼垮掉（失去介稳态）和那根特定的稻草之间没有直接关系，是所有重量的累积效应最后超过了骆驼站直的能力（骆驼的临界水平）才使得骆驼垮下来。同理，当金融市场的资本能量累积处于一种高度临界状态及对扰动高度敏感的状态时，任何微小事件的影响都可能造成市场突然崩溃，从而形成滚雪球式的效应，导致金融危机的发生。然而，金融危机的产生与当时小事件的出现并没有必然的因果关系，危机的发生有其内在的必然性。

(三) 风险的过程观

在非线性动力学理论原理下，金融市场是一个不断变化的演进过程，金融风险也有一个不断产生、发展的演变过程，金融市场的最终结果具有不确定性。因此，追求最终结果的可预测性的传统风险理论在实际运用中的价值是有限的，我们应该重点关注风险产生与演化的过程，发掘市场无序状态下隐含的有序结构，找出风险演变过程的多种可能性及其路径，并通过市场控制参数的改变优化市场行为，最终将风险水平控制在可承受的范围之内。

五、结束语

本文从金融市场的复杂性与多种市场“异常现象”出发，分析了经典金融经济学线性分析范式的局限性；依据金融市场的非线性本质与特性，提出了研究金融系统的非线性动力学分析原理即金融市场的整体性原理、非线性原理、内随机性原理、动态非均衡原理、自组织原理与有限时空原理，并形成了风险管理的整体观、内生观与过程观。

文章在科学的整体主义方法论下，从动态的、非均衡的、非线性的角度系统地研究金融市场及其风险管理问题，认为金融市场是一个不断演化的动态过程，金融市场的常态波动性来源于金融市场的内随机性，是系统内部非线性机制（内因）导致的必然结果，而不必依赖于外部随机事件（外因）的冲击。新的研究思

路不同于经典金融均衡理论的线性分析范式, 从而对金融现实与实践有更强的解释力与指导价值。

对于市场管理层而言, 其监管的出发点应放在市场行为产生与演化的过程, 而不是最终结果的可预测性方面, 因为非线性动力学理论表明金融市场是一个不断变化的演进过程, 具有内在的不可预测性。监管层应依据市场非线性动力学机制与混沌控制原理, 重点关注市场行为产生与演化的过程, 发掘市场无序状态下隐含的有序结构, 找出市场行为演变过程的多种可能性及其路径, 并通过市场控制参数的改变优化市场行为, 最终将金融市场波动水平控制在可承受的范围之内, 以达到维护资本市场健康有序发展的目的。☆

主要参考文献:

- [1] 埃德加·E·彼德斯. 资本市场的混沌与秩序 [M]. 北京: 经济科学出版社, 1999 (英文版 1996)
- [2] 李后强, 张国祺, 汪富泉等. 分形理论的哲学发轫 [M]. 成都: 四川大学出版社, 1993.
- [3] 陈 平. 文明分岔 经济混沌和演化经济学 [M]. 北京: 经济科学出版社, 2000
- [4] 李红权, 马超群. 中国证券市场的混沌动力学特征研究 [J]. 中国管理科学, 2005, 13 (专辑).
- [5] 李红权, 马超群. 股市收益率与波动性长期记忆效应的理论与实证研究 [J]. 财经研究, 2005 (6).
- [6] Chen Ping. Empirical and theoretical evidence of monetary chaos [J]. System Dynamics Review, 1988, 4.
- [7] Scheinkman, J. and B. LeBaron. Nonlinear dynamics and stock returns [J]. Journal of Business, 1989, 62 (3).
- [8] Peters, E. Fractal market analysis: applying chaos theory to investment and economics [M]. New York: John Wiley & sons, Inc. 1994.
- [9] 王贵友. 从混沌到有序—协同学简介 [M]. 武汉: 湖北人民出版社, 1987.

Complexity of Financial Markets and its Risk Management: Based on the Nonlinear Dynamical Analysis Principle Li Hongquan

Abstract: Until recently, most of the studies in financial markets have utilized linear analysis methodology under conventional Capital Market Theory (CMT). However, the linear methodology of CMT has limitations inherently as they are invalid to capture complicated “patterns” in stock prices, not to mention the crash of 1987 in U. S. stock market, which is a catastrophic phenomenon. So, a new research trend, from the point of nonlinearity and evolution instead of in a linear and equilibrium view, emerges. Based on the inherent nature of capital market as part of virtual economy, this paper presents the Nonlinear Dynamical Analysis Principle (NDAP) to study capital market systemically, and then puts forwards integration rule, endogenous rule and process rule to guard risk management process. It’s convincing that the innovative framework will give deep insight into research on financial market theory and risk management.

Key words: financial markets; risk management; nonlinear dynamics