

---

# 股市泡沫周期演化机制与复杂性特征研究

## ——以上海证券交易市场为例

**【摘要】**：股票市场泡沫是一种非常重要的资产价格泡沫类型。由于股票市场本身是一个典型的非线性系统，从而隐含于股票价格波动之中的泡沫成分的演化行为也具有了复杂性系统的典型特征。深入研究股市泡沫的周期演化机制与复杂性特征，对于科学发现股票市场价格泡沫的运行规律具有非常重要的理论和现实意义。文章基于宏观因素构建的股票市场泡沫测度模型，以上海证券交易市场为对象，研究 1991-2014 年间我国股票市场泡沫的周期演化机制，在此基础上，应用分形理论中的 R/S 方法研究我国股票市场泡沫周期演化过程中所隐含的复杂性特征。研究结果显示：我国股票市场泡沫存在自增强式的周期性演化机制，演化过程具有长记忆性、正反馈效应、波动集聚性和轨道周期性等复杂非线性系统特征。文章的研究对于科学发现我国股票市场泡沫演化内在规律，进而建立有效的金融市场监管与政策体系具有重要启示。

**【关键词】**：股票市场，泡沫经济，金融市场，监管机制

几百年来，由资产价格泡沫的非理性演化所催生的金融危机不胜枚举，从 17 世纪 30 年代的荷兰郁金香狂热到近 30 多年来发生于日本、美国、东南亚和拉丁美洲等国家和地区的金融危机典型事实表明，资产价格泡沫的“生成-膨胀-破裂-生成”周期性循环对世界各国的金融体系和实体经济造成了破坏性影响。股票市场作为金融体系运转的核心，具有融通资金、配置资源、分散风险、传递信息等重要功能，在影响一国的宏观经济稳定与经济发展中发挥着举足轻重的作用。由于股票市场泡沫是一种非常重要的资产价格泡沫形态，股票市场泡沫的周期性演化势必对整个宏观经济体系产生更为重要的影响。正因如此，股票市场泡沫问题始终是各国学界和业界致力于深入研究的一个重要领域，其中一个探讨焦点是股票市场泡沫究竟如何形成与演化。事实上，由于股票市场是一个典型的非线性系统，股票市场价格波动具有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不稳定性，因而传统的金融理论难以解释股票市场价格波动的非线性和不连续性等内在特征（李红权，2006）。由于股票市场泡沫的动态变化内含于股票市场价格波动之中，从而股票市场泡沫的周期性演化过程也具有了复杂性系统的某些特性。

当前，我国的股票市场已经迅速成为全球重要的新兴资本市场之一，但长期以来由于市场机制的缺乏、监管手段的不完善以及市场主体的不成熟，非理性投机行为盛行使得我国股票市场价格容易出现频繁和剧烈波动，并滋生价格泡沫周期演化的内生环境，从而导致我国股票市场价格波动及其隐含的泡沫演化过程存在诸多异常和复杂性现象。因此，以上海证券交易市场为例，专门探讨我国股票市场泡沫的周期性演化机制与复杂性特征，对于完善股票市场泡沫理论和深刻把握我国股票市场价格运行内在规律与保持金融稳定具有重要意义。

因此，文章以上海证券交易市场为研究对象，基于宏观因素构建股票市场泡沫测度模型，通过对股票市场价格波动中的泡沫成分进行分离与测度，对我国股票市场泡沫的周期演化机制及其演化过程的内在复杂性特征进行深入研究。文章的结构安排如下：第一部分对国内外研究现状进行评述；第二部分建立基于宏观因素的股票市场泡沫测度模型，研究股票市场泡沫的周期演化机制；第三部分基于分形理论，采用 R/S 方法对股票市场泡沫演化过程中的复杂性特征进行实证研究；第四部分是文章的研究结论与启示。

### 一、相关研究述评

关于股票市场泡沫问题，目前国内外研究主要围绕股票市场泡沫的形成机制以及股票市场泡沫测度问题展开探讨。股票市场泡沫究竟如何形成及运行，建立在理性预期分析基础上的理性泡沫理论开启了对这一问题的探索，Blanchard & Watson (1982)

在投资者理性预期假设下，对金融泡沫的形成过程建立动态预测模型，得出理性泡沫解[1]。然而，由于理性泡沫理论无法对现实世界中存在的非理性行为作出解释，一些学者开始放宽理性预期假设来探讨泡沫的形成机理。Black（1986）建立噪声交易模型描述噪声交易者行为对股票市场泡沫形成的影响，认为噪声交易者通过交易将噪声累积至股票价格中，使得股票价格越来越偏离其内在价值并导致了股票价格泡沫的形成[2]。此后，De Long 等（1990）& Shiller（2002）等研究以行为金融理论为基础，探讨了正反馈交易与股票市场泡沫的形成机制[3, 4]。与此同时，关于股票市场泡沫的存在性检验与测度问题也成为理论探讨的焦点，国外研究如 Shiller（1981）运用方差界检验（Variation Test），Blanchard & Watson（1982）采用游程检验（Runs Test），West（1987）应用 Euler 方程检验，Engle & Granger（1987）运用协整检验，McQueen & Thoeley（1994）采用持续期依赖（Duration Dependence）等方法对股票市场泡沫的存在性进行检验[5-8]。国内研究则主要基于两类方法展开对股票市场泡沫的检验与测度：第一类方法主要通过股价指数、市盈率、托宾  $Q$  等股票市场泡沫测度的间接指标的统计特征，来进行不同时间点泡沫大小的比较，如全登华（2003）、杨继红和王浣尘（2006）等[9, 10]；第二类方法主要在对上市公司股利预测的基础上应用 CAPM 模型或者股利折现模型来计算股票市场内在价值，从而对股票价格中的泡沫成分进行测度，如吴世农（2002），潘国陵（2000）等[11, 12]。国内外有关股票市场泡沫形成与测度的理论探讨为进一步探索股票市场泡沫的周期演化机制提供了重要的理论和方法基础。

更为重要的是，股票市场作为一个复杂的非线性系统，股票市场泡沫的演化过程自然具有复杂性系统的某些内在特征。伴随着非线性等复杂性科学理论方法的发展，更多学者采用复杂性科学方法如混沌与分形理论来探讨中国股票市场价格波动的复杂性特征。比如：张维和黄兴（2001）通过对沪深股市进行  $R/S$  分析，揭示了中国股票市场波动的非线性特征；杨一文和刘贵忠（2002）采用 Hurst 指数对沪深股票市场中的分形市场假说进行实证检验，结果表明沪深两市股指收益率具有时间尺度不变性和大于 0.5 的 Hurst 指数，分形市场假说在两地股市中成立；张晓莉（2008）则专门研究了沪深两市非周期循环的平均长度。然而，上述研究主要针对我国股票市场的价格波动特征进行研究，而股票市场泡沫周期演化的复杂性特征仍尚不清晰[13]。

为此，文章在借鉴股票市场泡沫研究相关理论和方法的基础上，构建基于宏观因素的股票市场泡沫测度模型，研究中国股票市场泡沫的周期演化过程及演化机制，在此基础上，应用分形理论的  $R/S$  方法对股票市场泡沫周期演化过程中的复杂性特征进行实证研究，以期科学发现我国股票市场泡沫的周期演化机制及其内在复杂性特征。

## 二、股票市场泡沫测度及其周期演化机制

### 1. 基于宏观因素的股票市场泡沫测度模型

根据理性泡沫理论和非理性泡沫理论对资产价格泡沫现象的基本界定，股票市场泡沫实际上是股票市场价格持续上涨超过其基本价值而形成的一种市场状态。股票市场泡沫测度的关键在于对股票市场整体基本价值的估计，根据黄秀海（2008）的研究，整个股票市场可抽象为一个上市公司，采用收益率相对指标来刻画价格的动态变化，则股票市场实际收益率与基础收益率之差即为泡沫成分收益率。根据这一思路，可以通过测算出股票市场的基础收益率进而达到分离泡沫成分的目的。

根据上述分析，股票市场实际收益率由股票市场基础收益率和泡沫收益率构成：

$$R_t = R_t^* + B_t \quad (1)$$

其中， $R_t$  表示  $t$  时期的股票市场实际收益率， $R_t^*$  表示  $t$  时期的股票市场基础收益率， $B_t$  表示  $t$  时期的股票市场泡沫收益率。

则股票市场泡沫收益率可表示为股票市场实际收益率与股票市场基础收益率之差：

$$B_t = R_t - R_t^* \quad (2)$$

股票市场实际收益率由股票市场指数的实际增长率表示：

$$R_t = \text{LOGINDEX}_t - \text{LOGINDEX}_{t-12} \quad (3)$$

其中， $\text{LOGINDEX}_t$ 为  $t$  时期股票市场指数的自然对数， $\text{INDEX}_{t-12}$  表示上年同期股票市场指数的自然对数。

不难看出，对股票市场泡沫收益率测度的关键在于股票市场基础收益率的确定，由于目前中国上市公司的股利数据较有限，为了避免主观预测带来的争议，文章不采用股利模型来计算股票市场基础收益率，而采用一种相对的测度方法，即应用因素模型测算出由宏观因素决定的股票市场基础收益率，从而达到分离泡沫收益率的目的。因素模型是由威廉·夏普于 1963 年提出的用于描述证券收益率生成过程的一种模型，该模型建立在证券关联性的基础上，认为证券的关联性是由某些共同的因素所致，这些对所有证券作用共同因素就是系统性的宏观因素。因素模型本质上抓住了这些共同因素对证券收益的影响，用一种线性关系来表示，进而，股票市场基础收益率可表示为：

$$R_t^* = c_0 + c_1 X_{1t} + c_2 X_{2t} + \Lambda + c_n X_{nt} + \tau_t \quad (4)$$

其中， $X_1$ ， $X_2$ ， $\Lambda$ ， $X_n$  表示决定股票市场基础收益率的宏观因素。

## 2. 指标说明与测度结果

为准确刻画股票市场泡沫周期演化过程，又考虑到宏观因素指标数据可得性，文章采用月度数据对 1991 年 12 月至 2014 年 10 月期间上海证券交易市场的泡沫收益率进行测度。股票市场指数采用上证综合指数（ $SINDEX$ ）表示。同时，根据各宏观因素指标对股票市场价格变动的的影响程度，选取指标如：工业增加值同比增长率（ $IAG$ ），近似反映经济增长状况，是影响股票市场收益率的重要宏观因素指标；工业生产者出厂价格指数（ $PPI$ ），反映为工业企业的产品销售价格，一般而言，工业生产者出厂价格指数上升，会影响企业的销售收入进而利润水平，从而影响股票市场收益率；居民消费价格指数（ $CPI$ ），衡量通货膨胀水平，从理论关系看，适度的通胀水平将有利于股票市场收益率的提高；狭义货币同比增长率（ $M$ ），一般而言，狭义货币供给量增长直接影响到股票市场实际收益率，但其对股票市场基础收益率的影响则通过影响宏观条件而发生作用，适度的货币增长有利于股票市场基础收益率的提高；外汇储备（ $FER$ ），从短期看，外汇储备增加会导致基础货币投放量被动增加，进而影响股票市场流动性及其市场收益率；对外贸易水平（ $TRADE$ ），采用进出口总值表示，开放条件下，进出口总值变化能够反映宏观经济状况，对股票市场收益率具有影响。

文章采用对数形式以消除时间序列数据的异方差性，并采用 H-P 滤波方法消除指标数据的时间趋势，在此基础上，采用 ADF 单位根检验时间序列的平稳性，检验结果显示，所有数据均在 5% 的显著水平下平稳。通过观察股票市场指数实际收益率的变化趋势，文章选取指数收益率变化较平稳的一个时期作为基期来估计由宏观因素决定的股票市场基础收益率，基期选取 1997 年 7 月至 1999 年 5 月。通过估计基期的股票市场基础收益率方程，进而测算出 1991 年 12 月至 2014 年 10 月期间的股票市场基础收益率，从而分离出样本期间的股票市场泡沫收益率。

采用最小二乘方法，基期的股票市场基础收益率回归模型最终估计为：

$$R_{SINDEX}^* = -0.0845 + 0.3587IAV + 0.7225CPI + 0.4094M1 + 0.5977TRADE + u$$

(0.0000) (0.0001) (0.0454) (0.012) (0.005)

从回归结果来看，模型中各指标  $P$  值均在 5% 水平下显著，模型的拟合优度  $R^2$  达到 83.28%， $F$  统计量  $P$  值为 0.0001， $DW$  统计量为 1.9182，以上统计指标表明该模型整体显著性较好。根据基期的股票市场基础收益率回归模型，可以测算出整个样本期间（1991 年 12 月至 2014 年 10 月）的股票市场基础收益率。股票市场实际收益率与基础收益率之间的差值即可测量出同时期股票市场泡沫收益率，测度结果如图 1 所示。

根据样本期间股票市场实际收益率与基础收益率的相对变化趋势可以看出，实际收益率和基础收益率在某些时期呈现同向波动趋势，而在某些时期则呈现出反向波动趋势，总体上，实际收益率的波动幅度大于基础收益率的波动幅度，基本呈现出围绕基础收益率不规则波动的特征，而实际收益率与基础收益率的相对偏离则由泡沫收益率波动来解释。

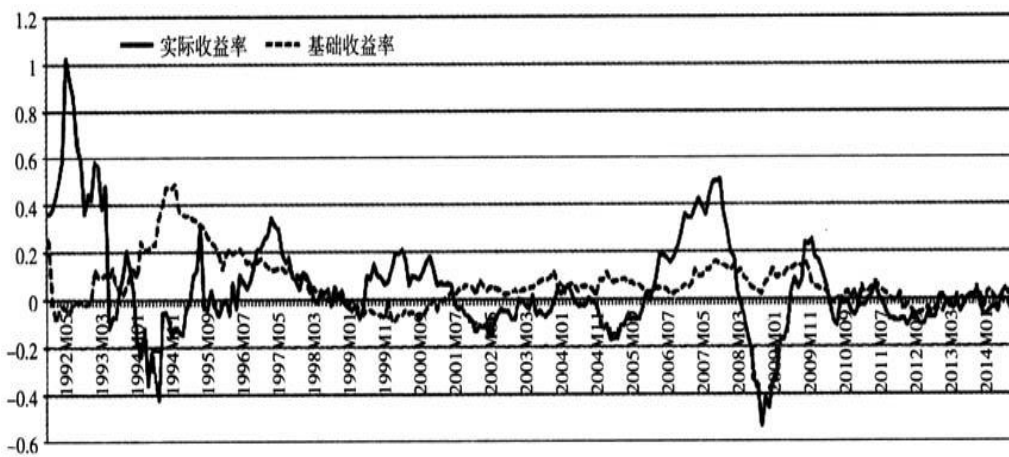


图 1 股票市场实际收益率与基础收益率相对变化

由于某一时点上的泡沫收益率为该时点的实际收益率与基础收益率之差，因而分离出的泡沫收益率序列更为直观地反映出股票市场泡沫的动态演化过程。根据泡沫收益率变化特征，不难看出，股票市场泡沫存在显著的自增强型的周期性演化机制：当泡沫收益率位于 0 轴以上时，泡沫收益率的上升过程表现为泡沫的加速膨胀状态，而泡沫收益率的下降过程则表现为泡沫的减速膨胀状态；当泡沫收益率下降至 0 轴时，泡沫停止膨胀，处于泡沫演化的波峰位置；当泡沫收益率位于 0 轴下方时，泡沫收益率的下降过程表现为泡沫的加速萎缩状态，而泡沫收益率趋于 0 轴的上升过程则表现为泡沫的减速萎缩过程；当泡沫收益率上升至 0 轴时，泡沫停止萎缩，处于泡沫演化过程的波谷位置；泡沫循环再次进入“加速膨胀-减速膨胀-停止膨胀（波峰）-加速萎缩-减速萎缩-停止萎缩（波谷）-加速膨胀……”的自增强型周期性演化过程。

由上可知，股票市场泡沫的演化过程由系列“上升-波峰-下降-波谷-上升……”的完整周期构造而成，具有经济系统周期性演化的一般性特征。股票市场泡沫的周期演化机制主要体现为：宏观经济条件如增长潜力、货币政策、市场结构等变化会通过改变市场参与者的预期，而最终反映为股票市场泡沫的周期演化过程，当经济条件平稳变化且市场参与者具有理性预期的情况下，股票市场泡沫将围绕股票市场基础价值呈现出较为平稳的周期演化，而当经济条件剧烈变化且市场参与者具有非理性预期的情况下，股票市场泡沫将较大幅度偏离股票市场基础价值呈现出极不平稳的周期演化。但无论哪种情况，在股票市场泡沫周期演化过程中，均一致地体现出显著的具有波动集聚特征的自增强型周期演化过程。

### 三、股票市场泡沫周期演化的复杂性特征

为了更深入地研究股票市场泡沫周期演化过程中的复杂性特征，本部分基于分形理论，应用 R/S 分析法对分离出的泡沫收益率序列进行实证分析。R/S 分析法是 1951 年由英国水文学家 Hurst 发现的一种非常稳健的无参数统计方法，又被称为重标极差分析法。Hurst 最先运用该方法对尼罗河潮汐数据进行研究，发现了水文时间序列中的长期记忆性，随后该方法被广泛运用于流体力学、气象学等自然科学领域[14]。在最近 20 年中，R/S 分析法由于约束条件较少而成为挑战有效市场假说（EMH）的主要分析工具之一。有效市场假说（EMH）认为，价格已经反映了所有的信息，并遵循随机游走的运行方式。然而，有效市场假说并没有得到实证研究的有效支持，与有效市场理论相对应的分形市场理论的代表人物 Mandelbrot（1964）[15] & Peters（1994）先后对资本市场的统计特征进行研究，提出了分形市场假说（FMH）。分形市场假说（FMH）认为，股票价格的变化具有记忆性特征，表现出较强的相关性，并表现为一种有偏的随机游走过程。R/S 分析法作为一种重要的分形结构研究工具，被国内外学者广泛运用于金融时间序列的分形结构特征研究，如 Fung 等（1994）对股价指数期货的研究，国内学者如徐龙炳和陆蓉（1999）、史永东（2000）、张维和黄兴（2001）、杨一文和刘贵忠（2002）、王明涛（2002）等对中国股票市场分形结构的研究。

### 1. R/S 分析模型

R/S 分析法将时间序列  $M$  分成长度为  $N$  的  $A$  个连续子序列，有  $M=A*N$ 。对每个子序列标注为  $I_a$ ，其中  $a=1, 2, 3, \dots, A$ ， $I_a$  中的元素记为  $N_{k,a}$ ，于是从  $k=1$  起，将每个长度为  $N$  的子序列  $I_a$  的均值表示为：

$$e_a = \frac{\sum_{k=1}^N N_{k,a}}{N} \quad (5)$$

每个子序列  $I_a$  偏离子序列均值的累积离差  $X_{k,a}$  定义为：

$$X_{k,a} = \sum_{k=1}^N (N_{k,a} - e_a) \quad (6)$$

每个子序列  $I_a$  的极差  $R_a$  则等于累积离差序列  $X_{k,a}$  的最大值与最小值之差：

$$R_a = \max(X_{k,a}) - \min(X_{k,a}) \quad (7)$$

定义每个子序列  $I_a$  的标准差为：

$$S_{Ia} = \sqrt{\frac{\sum_{k=1}^N (N_{k,a} - e_a)^2}{N}} \quad (8)$$

于是得到每个子序列  $I_a$  的重标极差  $R_a/S_{Ia}$ ，对  $A$  个连续子序列的重标极差序列取平均值，就可得到重标极差的均值序列：

$$(R/S)_N = \frac{\sum_{a=1}^A R_a/S_{IA}}{A} \quad (9)$$

将子序列的长度  $N$  逐次增加，并依次重复上述步骤，可得到对于不同  $N$  值的重标极差序列：

$$(R/S)_N = (cN)^H \quad (10)$$

其中， $c$  为常数， $H$  即 Hurst 指数。

对式 (6) 取对数，得到：

$$\log (R/S)_N = \log (c) + H \log (N) \quad (11)$$

对式 (7) 采用最小二乘法回归可求出  $H$  值，即 Hurst 指数，则时间序列的分形维  $D$  可表示为式 (12)，用于刻画时间序列波动的剧烈程度。

$$D = 2 - H \quad (12)$$

根据 Hurst 指数  $H$  和分形维  $D$  的不同取值，时间序列特征的判别标准如表 1 所示。

**表 1 不同 Hurst 指数  $H$  和分形维  $D$  取值下的时间序列特征**

$H$ 、 $D$ 值	时间序列特征
$H=0.5, D=1.5$	时间序列相互独立，相关系数为零，随机行走
$H \neq 0.5, D \neq 1.5$	时间序列相关，序列波动呈非线性，有偏随机行走
$0 < H < 0.5, 1.5 < D < 2$	时间序列负相关，具有反持续性
$0.5 < H < 1, 1 < D < 1.5$	时间序列正相关，具有正持续性，即长记忆性，并且具备正反馈效应并且波动带有集聚性

此外，文章还根据 Hurst (1951) 给出的  $V$  统计量来判别股票市场泡沫存在的轨道周期性，并测量股票市场泡沫演化的记忆长度，即波动周期。 $V$  统计量的计算公式如下：

$$V_N = \frac{(R/S)_N}{\sqrt{N}} \quad (13)$$

通过计算出不同的  $N$  的  $V_N$  值，就可以根据  $V_N$  关于  $\log N$  的曲线与  $\log (R/S)_N$  关于  $\log N$  的曲线是否相交判定时间序列是否存在轨道周期性，并根据交点值计算出时间序列的波动周期。

## 2. 实证分析与结果

根据上述原理，采用分离出的泡沫对数收益率时间序列  $B_t$ ，以  $B_t$  作为因变量， $B_{t-1}$  作为自变量，用  $B_t$  对  $B_{t-1}$  采用最小二乘法回归取残差，得到  $B_t$  的  $AR(1)$  残差序列  $X_t$ ，并利用 MATLAB 软件编写程序对残差序列  $X_t$  进行 R/S 分析。分析结果显示，样本期间上海证券交易所的泡沫对数收益率的  $H$  值为 0.5599，相应的  $D$  值为 1.4401。

根据分析结果并参考表 1 的判别标准，可以得出：以上海证券交易市场为主要代表的我国股票市场泡沫周期演化过程并非遵循随机游走形态，而是具有非线性的偏随机行走机制，并且存在正持续性、正反馈效应和波动集聚性等复杂性特征。分析结果从非线性系统理论角度进一步验证和解释了我国股票市场泡沫周期演化过程中呈现出的自增强现象。同时，为进一步验证我国股票市场泡沫演化的轨道周期现象，将计算得出的所有  $(\log(R/S), \log(N))$  点描绘为图 2 所示的双对数图，可以看出，在 R/S 曲线上存在一个明显的分界点，在这点之后，双对数图的线性关系将不再维持，与这一点对应的  $\log(N)$  值为 1.0792，与之相对应的  $N$  等于 12，因此可以基本断定上海证券交易所泡沫的平均循环周期大致为 12 个月左右。

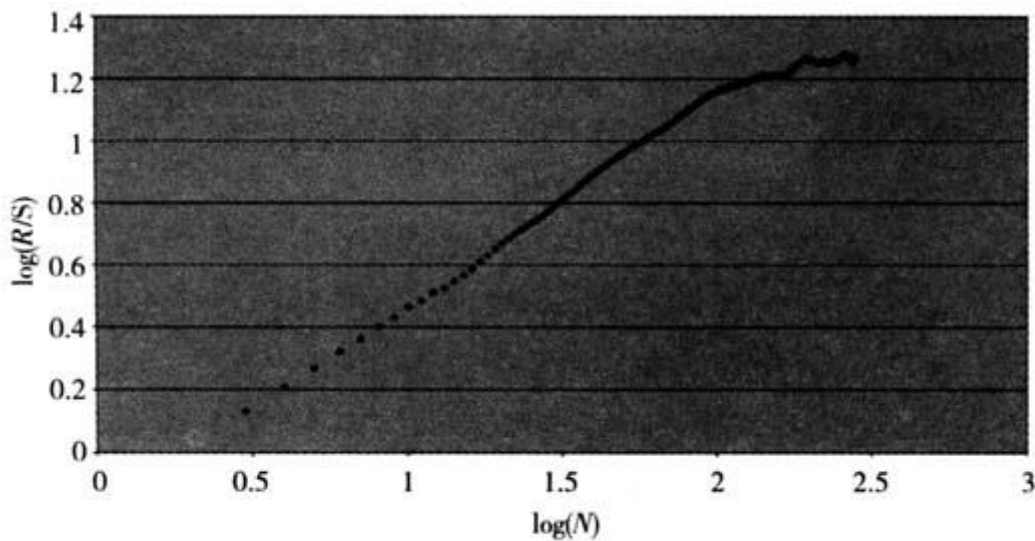


图 2 上海证券交易所泡沫演化的轨道周期性

研究表明，以上海证券交易市场为主要代表的我国股票市场泡沫运行存在 1 年左右的平均循环周期，周期演化过程隐含着诸如非线性偏随机行走、正持续性、正反馈效应、波动集聚性、轨道周期性等非线性系统复杂性特征。该结论进一步发现和诠释了股票市场泡沫周期演化的内生机制，为科学把握我国股票市场泡沫运行的基本规律提供了重要线索。

#### 四、研究结论与启示

文章以上海证券交易市场为研究对象，构建基于宏观因素的股票市场泡沫测度模型，对股票市场泡沫成分进行分离，考察股票市场泡沫的周期演化机制，在此基础上，应用分形理论的 R/S 分析法对股票市场泡沫周期演化的复杂性特征进行深入研究。研究结论表明，我国股票市场泡沫存在自增强式的周期性演化机制，其动态演化遵循非线性的偏随机行走过程，且具有长记忆性、正反馈效应、波动集聚性和轨道周期性等内在复杂性特征。由此可见，我国股票市场是一个复杂的非线性系统，股票市场泡沫演化内生地体现出非线性系统演化的典型复杂性特征。研究结论的得出对于科学发现股票市场泡沫运行的内在规律，构建专门研究股票市场泡沫演化特征及其运行机制的理论与方法体系，以及加快推进有效的金融市场化改革和金融管理政策创新从而保持股票市场健康平稳运作具有重要启示。一方面，股票市场泡沫的周期演化机制及其隐含的诸多复杂性特征对经典线性 EMH 研究范式提出挑战，否定了传统线性范式研究中所认为的股票价格充分反映所有信息并遵循随机游走的波动规律，同时，传统金融市场理论在解释现实金融市场中的某些异常和复杂现象也存在着明显缺陷，从而为融合非线性系统理论等复杂性科学理论来建立并完善股票市场价格波动以及股票市场泡沫演化研究的专门化理论方法体系提出了迫切需求。如何基于跨学科研究视角，

---

探讨并建立适用于股票市场泡沫演化内在规律研究的统一的理论与方法体系，是未来股票市场泡沫乃至资产价格泡沫研究领域亟待解决的首要理论问题。另一方面，通过有效识别与深刻把握我国股票市场泡沫的周期演化机制与复杂性特征，科学研判我国股票市场价格波动以及股票市场泡沫演化行为的内在规律，为我国金融管理当局研究制定有效的金融市场化改革路径、完善的宏观审慎监管框架、坚实的投资者法律保护基础与更具针对性和灵活性的金融政策体系，来有效缓释股票市场价格波动甚至股票市场泡沫生成与演化过程中的系统性风险集聚与扩散，是未来我国股票市场改革与发展实践中迫切需要解决的一个重大现实问题。

#### 参考文献：

- [1] Blanchard O J, Watson M W. Bubbles, Rational Expectations and Financial Markets[R]. NBER Working Paper, 1982 (945) .
- [2] Black F. Noise[J]. The Journal of Finance, 1986, 41 (3) : 529-543.
- [3] De Long J B, Shleifer A, Summers L H, et al. Noise Trader Risk in Financial Markets[J]. Journal of Political Economy, 1990: 703-738.
- [4] Shiller R J. Bubbles, Human Judgment, and Expert Opinion[J]. Financial Analysts Journal, 2002: 18-26.
- [5] Shiller R J. Do Stock Prices Move Too Much to be Justified by Subsequent Changes in Dividends? [J]. The American Economic Review, 1981, 71 (3) : 421-436.
- [6] West K D. A Note on the Power of Least Squares Tests for a Unit Root[J]. Economics Letters, 1987, 24 (3) : 249-252.
- [7] Engle R F, Granger C W J. Co-integration and Error Correction: Representation, Estimation, and Testing[J]. Econometrica: Journal of the Econometric Society, 1987: 251-276.
- [8] McQueen G, Thorley S. Bubbles, stock returns, and duration dependence[J]. Journal of Financial and Quantitative Analysis, 1994, 29 (3) : 379-401.
- [9] 全登华. 中国股市理性投机泡沫检验[J]. 工业技术经济, 2003, 22 (2) : 110-113.
- [10] 杨继红, 王浣尘. 基于卡尔曼滤波的股市泡沫度量[J]. 上海交通大学学报, 2006, 40 (4) : 693-696.
- [11] 吴世农, 许年行, 蔡海洪等. 股市泡沫的生成机理和度量[J]. 2002.
- [12] 潘国陵. 股市泡沫研究[J]. 金融研究, 2000 (7) : 71-79.
- [13] 张晓莉. 基于分数维动态系统分析方法对沪深股市复杂性的研究[J]. 工业技术经济, 2008, 26 (11) : 149-151.
- [14] Hurst, H.. Long-term storage capacity of reservoirs[J]. Transactions of the American Society of Civil Engineers, 1951 (116) : 700-779.



---

[15] Mandelbrot B. On the derivation of statistical thermodynamics from purely phenomenological principles[J]. Journal of Mathematical Physics, 1964, 5 (2) : 164-171.

[16] Peters E E. Fractal market analysis: applying chaos theory to investment and economics[M]. John Wiley & Sons, 1994.

[17] Fung J K W, Chan K C. On the arbitrage free pricing relationship between index futures and index options: A note[J]. Journal of Futures Markets, 1994, 14 (8) : 957-962.

[18] 徐龙炳, 陆蓉. R/S 分析探索中国股票市场的非线性[J]. 预测, 1999, 18 (2) : 59-62.

**作者简介:** 杨洋 (1983-), 男, 云南玉溪人, 博士, 主要从事金融发展理论与资本市场研究;

刘志坚 (1982-), 男, 四川成都人, 博士, 主要从事经济发展理论与国际经济研究;

赵茂 (1985-), 男, 四川巴中人, 博士研究生, 研究方向: 资本市场。