

泡沫检验：来自上证 A 股 繁荣与崩盘的证据

刘振亚 罕丹苑妮 汪仕炫

引 言

股市泡沫破灭可能触发金融危机并向实体经济扩散。当前，一些新兴的、相对复杂的时间序列方法不断出现，有助于加深对泡沫过程的理解。本章将使用 Phillips 等（2011）上确界增广的迪基 - 富勒（sup augmented Dickey-Fuller, SADF）检验方法以及 Phillips 等（2013）广义上确界增广的迪基 - 富勒（generalised sup augmented Dickey-Fuller, GSADF）检验方法，来检验上证 A 股市场的泡沫。据我们所知，这是文献中第一次将 SADF 检验和 GSADF 检验应用于上证 A 股市场。

长期以来，对于投机性泡沫的研究一直是经济学研究中一个较受关注的话题。许多学者从多种视角提出了多种检验方法来研究这些动态关系。Lehkonen（2010）使用久期相依性检验（duration dependence test）方法考察了中国周度和月度的股票价格。结果发现，可以从中国大陆股票市场的周度数据中观察到泡沫，但从月度数据中看不到泡沫。这表明，久期相依性检验方法可能并不适用于中国大陆股票市场中的泡沫识别。Yu 等（2013）建议将方差分解（variance decomposition）方法和动态自回归（autoregression）方法结合起来度量泡沫风险。然而不幸的是，他们的检验方法因过于复杂而未能被经济学者广泛接受。

Phillips 等（2013）成功地提出了一个新的检验方法 GSADF，用于在连续时间和日期标记数据中侦测多重泡沫。该方法是 SADF 检验方法的广义版本。GSADF 检验方法改进了 SADF 检验方法，使滚动窗宽的选择更加灵活。于是，GSADF 检验方法更加适用于对包含了非线性结构和断点的情况进行多重泡沫检验。这种方法成功地识别了 S&P500 指数市场在 1871 年 1 月到 2010 年 12 月出现的有名的股市繁荣期和崩溃期。

这一结果表明，在识别上证 A 股市场中多重泡沫下的股市繁荣和泡沫破灭方面，SADF 检验和 GSADF 检验相比其他的检验方法更为有效，所以本章将使用这两个方法。本章内容如下：第二部分对泡沫检验的方法论进行了文献回顾，第三部分对理论模型做了概述，第四部分引入了 SADF 检验和 GSADF 检验的模型设定和日期标记策略，第五部分讨论了所用数据，第六部分提供了 SADF 检验和 GSADF 检验的经验分析结果，第七部分分析了上证 A 股市场中每一个周期性泡沫破灭的演进过程，第八部分总结全文。

文献综述

理性泡沫的概念最初是由 Blanchard（1979a）基于其使用世代交叠（overlapping generations）模型进行的研究而提出的。如果当前价格相对于下一期预期价格的弹性小于 1，那么就应该存在一种考虑平稳性的向前解法，从而基于当期价格和未来期望价格之间的关系得出理性预期的求解结果（Blanchard，1979a）。紧接着，Blanchard（1979b）基于理性预期的假设，构造了几个用于侦测投机性泡沫的模型。Flood 和 Garber（1980）发展了完备的理性预期模型来检验价格泡沫第一次出现的时间。正如理性预期所要求的那样，如果当期价格主要由市场价格期望值的变化决定，那么必定会产生泡沫。理性预期模型成为度量市场泡沫的理论基础。Blanchard 和 Watson（1982）使用一个动态预测模型，将理性泡沫解释为资产价格相对于基础价值的偏离值。做出这一解释是因为，尽管理性行为对市场基本面具有真实影响并能修正价格，但投机性泡沫仍不受理性行为约束。然而，在非理性变量的干扰之下寻找一个效率较高的方法来检验股票市场的理性泡沫，并非一件轻而易举的事。

一般而言，绝大多数计量经济学方法会基于理性预期理论来寻求侦测泡

沫的方法，但是检验方法千差万别。不同的检验方法会产生截然相反的检验结果。例如，方差边界（variance boundary）检验（Shiller, 1981; West, 1987）拒绝了不存在泡沫的原假设，但 Diba 和 Grossman（1988a）使用协整检验方法得出了不同的结果。这一方法只能反映协整检验方法功效较低，而不能反映爆炸性理性泡沫在股票价格中的存在性。Diba 和 Grossman（1988a）以及 Flood 和 Hodrick（1990）都表示，通过拒绝不存在泡沫的原假设并不能确认泡沫的存在性，因为复合原假设事实上已包含了泡沫——一般认为泡沫是逐渐生成的，这表明方差边界检验并不适用于泡沫检验。另一个问题是，Shiller（1981）、West（1987）以及 Diba 和 Grossman（1988a）提出的检验方法都受线性检验约束。但 Evans（1991）通过蒙特卡罗模拟发现，一般的线性检验不能侦测到周期性的泡沫破灭过程，因为高度非线性的周期性的泡沫破灭过程通常并不具备单整或者协整的性质。Evans（1991）的发现有助于进一步通过构造非线性检验模型来成功地侦测周期性的泡沫破灭过程。

Taylor 和 David（1998）基于非协整检验方法进行泡沫检验。Ahmed 等（1999）使用向量自回归模型来检验 10 个太平洋沿岸国家和地区的股票市场泡沫运动的非线性特征，尽管他们并不确信所估计的基本面是正确的。通过吸取现有泡沫检验方法的经验教训，Wu（1997）提出，如果泡沫可以看作状态空间模型中不可观测的状态向量，那么使用卡尔曼滤波方法就很容易识别股票市场的泡沫。通过 S&P500 股票市场数据，Wu（1997）解释了 20 世纪许多股票价格在牛市和熊市中的偏离。Hall 等（1999）建议使用广义的迪基 - 富勒检验方法，这一方法使用的是马尔可夫转换模型，从而进行非线性检验。这一方法之所以可行，是因为当 ADF 回归参数可在不同机制之间转换取值时，ADF 公式就能与周期性泡沫破灭的动态变化相匹配。Kang（2010）选择使用平滑自回归（STAR）模型来识别中国股票市场的泡沫。经验结果证实，STAR 模型所刻画的泡沫非线性运动与真实股票市场上的波动紧密相关。然而，Kang（2010）同时也承认，STAR 模型不能很好地处理中国股票市场上泡沫运动过程的非线性和非对称性动态特征。

最近，Phillips 等（2011）使用递归右侧的单位根检验方法，解决了 Diba 和 Grossman（1988a）所提出的问题。他们通过泡沫起始和终止的日期标记方法，连续计算 DF 检验统计量。这种检验方法被称为 SADF 检验。通

过 SADF 检验，Phillips 等（2011）成功地记录了 20 世纪 90 年代纳斯达克股票市场上的爆炸性泡沫。从 Homm 和 Breitung（2012）的研究来看，在所有检验方法的蒙特卡罗实验中，SADF 检验在侦测周期性泡沫破灭过程中表现出了较大的优越性。Phillips 等（2014）将侦测数据中温和的爆炸性过程或半鞅过程作为市场诊断预警的方法，再次表现了递归右侧 ADF 检验方法的适用性。

Phillips 等（2013）提出了与 SADF 检验具有相似侦测机制的 GSADF 检验方法，这两种方法都是通过递归右侧 ADF 检验方法来侦测周期性的泡沫破灭过程。差别在于：SADF 检验具有一个相对固定的窗宽，其起始点是固定的，而终结点是不断变化的；GSADF 检验通过一个灵活的窗宽滚动方法，扩展了样本数据的覆盖区间，用以克服 SADF 检验的缺陷。这种修正是非常重要的。由于固定了起始点，SADF 检验只能用于识别单一泡沫的存在性问题。GSADF 检验设计程序扩展了侦测范围，从而可以识别多重泡沫下所有股市繁荣和崩盘的时间段。在这一阶段，GSADF 检验很可能已是最为先进的泡沫侦测方法。本章也将这一方法应用于上证 A 股市场的研究。

理论模型背景

本节侧重介绍了泡沫侦测模型的基础理论。在理性预期和有效市场假设下，Lehkonen（2010）认为，股票市场价格可以偏离基础价值，这种偏离是由理性交易者而不是由非理性交易者引起的。Blanchard 和 Watson（1982）、Diba 和 Grossman（1988a）以及 Flood 和 Hodrick（1990）认为，股票价格和基础价值之间的偏离是由理性驱动型泡沫引起的，而且偏离的大小应该等于泡沫的大小。

在有效市场假设下，市场将在风险资产的期望回报等于投资者要求的回报时，实现无套利均衡。我们假设 t 时期的股票价格是 P_t ，并且 $t+1$ 时期的股票分红是 D_{t+1} 。那么， R_{t+1} 是 $t+1$ 时期的资产回报，并且受到股票价格变化和分红变化的影响。于是就有式（1）：

$$R_{t+1} = \frac{P_{t+1} - P_t + D_{t+1}}{P_t} = \frac{P_{t+1} + D_{t+1}}{P_t} - 1 \quad (1)$$

在理性预期假设下，有式 (2)：

$$E_t(R_{t+1}) = r_{t+1} \quad (2)$$

在式 (2) 中， E_t 表示 t 时期给定信息集的条件数学期望； r_{t+1} 等于时变的要求回报率。

式 (3) 表示，当前的股票价格等于 $t+1$ 时期的股票价格与分红之和的期望除以要求的回报率。通过迭代求解的方法，可以在均衡条件下求解出资产的基础价值。

$$P_t = \frac{E_t(P_{t+1} + D_{t+1})}{1 + r_{t+1}} \quad (3)$$

从式 (4) 可以推导出含有泡沫变量的式 (5)：

$$P_t^* = \sum_{i=1}^{\infty} \frac{E_t(D_{t+i})}{\prod_{j=1}^i (1 + r_{t+j})} \quad (4)$$

$$P_t = P_t^* + B_t \quad (5)$$

在式 (5) 中， B_t 是理性的价格泡沫， $B_t = E_t(B_{t+1}) / (1 + r_{t+1})$ 。式 (5) 说明，泡沫因素 B_t 驱动股票价格 P_t 偏离于基础价值 P_t^* 。平均而言，这种泡沫因素使用要求的回报率 r_{t+1} 进行折现。Flood 和 Hodrick (1990) 重新将泡沫模型写为式 (6)：

$$B_{t+1} = B_t \times (1 + r_{t+1}) + \tilde{B}_{t+1} \quad (6)$$

在式 (6) 中， $\tilde{B}_{t+1} = B_{t+1} - E_t(B_{t+1})$ 。 B_t 是股票价格泡沫， \tilde{B}_{t+1} 反映的是泡沫中产生的信息，它的均值为 0。

在理性的投机性泡沫模型中，Blanchard 和 Watson (1982) 将泡沫的形成和破灭过程描述如式 (7)：

$$B_{t+1} = \begin{cases} \frac{(1 + r_{t+1})B_t}{\pi} + u_{t+1} & \left(\begin{matrix} prob = \pi \\ prob = 1 - \pi \end{matrix} \right) \\ u_{t+1} \end{cases} \quad (7)$$

从上面的数学期望表达式来看，我们可以观察到，泡沫因素 B_t 在概率 π 下按照固定的比例增长，并且以概率 $1 - \pi$ 破灭，恢复到初始值 u_{t+1} ，其中 u_{t+1} 是均值为 0 的随机变量。如果泡沫没有破灭，那么投资者可以实现

r_{t+1} 的回报，该回报等于投资补偿加上风险价值。换句话说，如果投资者希望通过泡沫成分的未来升值对过高的买入价格（超过基础价值）进行补偿，那么泡沫成分的价值就必须是正的。

若股票市场出现理性泡沫，这将引致市场繁荣或金融崩溃。Phillips 等（2013）的结论是，金融繁荣产生于定价失误或者股票价格对基础价值响应的偏离。在文献中，市场繁荣的产生条件有两类。在 Phillips 等（2013）看来，第一类条件就是市场繁荣产生于行为因素，第二类条件与基础价值自身对贴现率的高度敏感性有关，即这种高度敏感性迫使价格增长能够模拟泡沫的膨胀过程。

Evans（1991）认为，标准的线性方法无法识别实证检验中的周期性泡沫破灭过程，只有非线性泡沫侦测模型才能避免这种错误。在这之后，Evans（1991）建议通过式（8）来描述周期性的泡沫破灭过程：

$$B_{t+1} = \begin{cases} (1+r)B_t u_{t+1} & B_t \leq \alpha \\ \{\delta + \pi^{-1}(1+r)\theta_{t+1}[B_t - (1+r)^{-1}\delta]\} u_{t+1} & B_t > \alpha \end{cases} \quad (8)$$

在式（8）中， δ 和 α 都是正的参数，其中 $0 < \delta < (1+r)\alpha$ ， u_{t+1} 是一个外生的、独立同分布的、正的随机变量，其中 $E_t u_{t+1} = 1$ 并且符合伯努利过程（独立于 u ），即以概率 π 取值为 1，以概率 $1-\pi$ 取值为 0，其中 $0 < \pi \leq 1$ 。如果 $B_t \leq \alpha$ ，那么该泡沫将以平均速率 $1+r$ 持续增长。但如果 $B_t > \alpha$ ，那么泡沫将以一个爆炸性的速率 $\pi^{-1}(1+r)$ 快速增长，并且每一期泡沫破灭的概率都是 $1-\pi$ 。一旦泡沫破灭，它将下降到其均值 δ ，这一过程又重新开始。于是，泡沫的演进过程是周期性的、递归的。不仅如此，一般而言如果 π 接近于 1，那么单位根检验可以发现泡沫发生的时点。当 π 越来越小的时候，单位根检验就会失去其侦测功效。即当 π 收缩时，泡沫成分 B_t 的爆炸性变得不那么显著了。此时，单位根检验不再可行。

为了有效地使用单位根检验侦测泡沫的爆炸性，Phillips 等（2011）利用了递归回归方法和右侧单位根检验。在侦测温热的爆炸性过程或半鞅行为时，这种检验方法比左侧单位根检验更实用。SADF 检验（Phillips et al., 2011）可以直接检验股票价格，而不需要计算基础价值，并快速地捕获单个泡沫的起始点和终结点。比照 SADF 检验，Phillips 等（2013）修正了检验模型来提升检验方法的灵活性和准确性。这一新检验方法被称为广义上界

ADF (GSADF) 检验。下一部分将详细介绍 SADF 检验和 GSADF 检验的模型设定和日期标记策略。

SADF 检验和 GSADF 检验的模型设定与日期标记策略

模型设定

对于金融泡沫侦测的资产定价方程，我们在此引用了与 Phillips 等 (2013) 相同的模型 [见式 (9)]:

$$P_t = \sum_{i=0}^{\infty} \left(\frac{1}{1+r_f} \right)^i E_t(D_{t+i} + U_{t+i}) + B_t \quad (9)$$

在式 (9) 中, P_t 是分红之后的价格, D_t 表示分红, r_t 表示无风险利率, B_t 是泡沫因素。式 (9) 等价于式 (4) 和式 (5), 然后加上一个新的变量 U_t , 即不可观测的基础价值。 B_t 满足半鞅的性质, 如式 (10) 所示:

$$E_t B_{t+1} = (1 + r_f) B_t \quad (10)$$

如果在 t 时期不存在泡沫, 即 $B_t = 0$, 那么有式 (11):

$$P_t = \sum_{i=0}^{\infty} \left(\frac{1}{1+r_f} \right)^i E_t(D_{t+i} + U_{t+i}) \quad (11)$$

资产价格的非平稳性程度由 D_t 和 U_t 同时决定。若 U_t 是 $I(1)$ 过程且 D_t 是差分平稳过程, 那么资产价格爆炸的经验证据可能得出存在泡沫的结论 (Phillips et al., 2013)。

现在一个普遍的认识是, 泡沫可以发生在市场繁荣和萧条的任何时期。然而, 在如何度量和预测泡沫的问题上仍未达成一致意见。SADF 检验和 GSADF 检验正是基于价格分红比率来度量泡沫的。它们的推导来自 Campbell 和 Shiller (1988) 的模型设定。

对式 (3) 取对数, 得到式 (12):

$$P_t = \kappa + \rho p_{t+1} + (1 + \rho) d_{t+1} - r_{t+1} \quad (12)$$

在此, $\kappa = -\log(\rho) - (1 - \rho) \log(1/\rho - 1)$ 。 $\rho = 1/[1 + e^{\overline{p-d}}]$, 其中 $\overline{p-d}$ 是价格—股息率均值。变量 p_t 、 d_t 和 r_t 分别是 P_t 、 D_t 和 R_t 的自然对

数。通过向前迭代求解式（12），并且对其取期望，就得到式（13），式（13）包含了价格—股息率的对数。

$$p_t - d_t = \frac{\kappa}{1 - \rho} + \sum_{i=0}^{\infty} \rho^i E_t (\Delta d_{t+1+i} - r_{t+1+i}) + \lim_{i \rightarrow \infty} \rho^i E_t (p_{t+i} - d_{t+i}) \quad (13)$$

我们设定 $p_t^f = \frac{\kappa}{1 - \rho} + \sum_{i=0}^{\infty} \rho^i E_t (\Delta d_{t+1+i} - r_{t+1+i})$ 为基础价值成分， $b_t = \lim_{i \rightarrow \infty} \rho^i E_t (p_{t+i} - d_{t+i})$ 为理性泡沫对应的价格成分。于是有式（14）：

$$p_t - d_t = p_t^f + b_t \quad (14)$$

进一步地， $E_t (b_{t+1}) = \frac{1}{\rho} b_t = [1 + \exp(\overline{p-d})] b_t$ ， $g = [1 + \exp(\overline{p-d})] > 0$ 。泡沫成分自然对数的对应增长率为 g 。

如果不存在泡沫成分，那么由 $p_t = d_t + p_t^f$ ，即可得到条件 $b_t = 0$ 。

由此可以得到式（15）：

$$d_t - p_t = -p_t^f = \frac{\kappa - r}{1 - \rho} - \sum_{i=0}^{\infty} \rho^i E_t (\Delta d_{t+1+i}) \quad (15)$$

当从股票价格 p_t 中减去 p_t^f 之后，残差成分就应是平稳的。如果残差部分是非平稳的，这就表明 p_t 中存在着泡沫。

无论 d_t 是单整的 $I(1)$ 过程还是平稳 $I(0)$ 过程（Phillips et al., 2011），当存在爆炸性泡沫时（即 $b_t \neq 0$ ）， p_t 由 b_t 决定。换句话说，股票价格服从一个非平稳过程。于是 $p_t - d_t$ 的转换动态由 p_t^f 和 b_t 共同决定。如果 p_t^f 中的变量具有平稳 $I(0)$ 过程，那么就只有 b_t 与 $p_t - d_t$ 的爆炸性特征有关系。这意味着，对 $p_t - d_t$ 爆炸的检验也是对泡沫成分 b_t 的检验。

尽管 SADF 检验和 GSADF 检验具有相同的检验变量即价格—股息率，但它们之间的差异在于滚动窗宽的设定。GSADF 检验背后的基本思想是，特意改变滚动窗宽：首先，通过向前递归方法得到一系列 SADF 检验序列；其次，寻找其 SADF 检验序列中的最大值，将其与对应的 SADF 检验的临界值做比较，从而决定是否拒绝原假设。Phillips 等（2013）假设检验是一个含渐进可忽略漂移项的随机游走过程（或者说是一个鞅过程）。该检验形式可以表示为式（16）：

$$y_t = cT^{-\lambda} + \theta y_{t-1} + u_t, u_t \sim i.i.d. N(0, \sigma^2), \theta = 1 \quad (16)$$

式 (16) 中, c 是常数; $\lambda > 1/2$, 是控制漂移项大小的局部系数; T 是样本量并且 $T \rightarrow \infty$ 。显然, 式 (16) 是不含趋势项但含有递减截距项的单位根过程。

如果递归方法的初始样本比例是 r_0 且总样本量为 T , 那么检验样本的容量就是 $t = [Tr_0]$, 其中 $[\cdot]$ 取值为输入变量的整数部分。对于第一次观测取值, Phillips 等 (2011) 设定递归右侧单位根检验的样本数据为 $t = [Tr]$ 。SADF 检验主要依赖于 ADF 检验统计量的递归算法, 有着固定的起始点和一个可变宽度的时间窗。假设 r_1 是检验的起始点, r_2 是检验的终结点, 那么 $r_w = r_2 - r_1$ 实际上就是回归的时间窗长度。经验模型定义为式 (17):

$$\Delta y_t = \alpha_1^2 + \beta_1^2 y_{t-1} + \sum_{i=1}^k \psi_{r_1, i}^2 \Delta y_{t-i} + \varepsilon_t \quad (17)$$

在式 (17) 中, k 表示滞后阶数, 并且 $\varepsilon_t \sim i.i.d. (0, \sigma_{r_1, r_2}^2)$ 。 $ADF_{r_1}^{r_2}$ 表示式中 ADF 统计量的值 (t 值)。

SADF 检验要求, 在一个向前扩展的样本序列区间上重复执行 ADF 检验。这一检验结果就是对应的 ADF 检验统计量序列的上界值 (Phillips et al., 2013)。在该模型设定下, 检验的起点被固定在 r_0 ; 不同的是, 终结点 r_2 可以从 r_0 到 1 自由扩展。SADF 检验统计量可以用式 (18) 来表示:

$$SADF(r_0) = \sup_{r_2 \in [r_0, 1]} ADF_0^{r_2} \quad (18)$$

GSADF 检验区别于 SADF 检验的地方在于, 它允许检验的起始点和终结点同时变化。于是, 起始点 r_1 可以在 $[0, r_2 - r_0]$ 的范围内变化, 时间窗口宽度 r_w 同时也可以可以在 r_1 和 r_2 的边界上灵活地调整。因为这种检验的修正扩展了子样本数据的范围, 所以 GSADF 检验在侦测多重泡沫方面比 SADF 检验更为准确。GSADF 可以定义为式 (19):

$$GSADF(r_0) = \sup_{\substack{r_2 \in [r_0, 1] \\ r_1 \in [0, r_2 - r_0]}} \{ADF_{r_1}^{r_2}\} \quad (19)$$

依据 SADF 检验的极限定理, GSADF 的渐近分布可能会受到最小的窗

宽 r_0 的影响。结果，起始点 r_0 由总的样本观测值个数 T 决定。

Phillips 等（2013）总结了 r_0 和 T 之间的反向关系。如果 T 比较小，那么 r_0 就需要足够大从而确保有足够的观测值来进行合适地初始估计。如果 T 比较大，那么 r_0 可以设定为一个比较小的数，从而使检验程序不会漏掉任何可以侦测到早期爆炸性阶段的机会。

日期标记策略

我们下面将对 Phillips 等（2011，2013）在 SADF 检验和 GSADF 检验中使用的日期标记策略进行总结。

为了侦测泡沫，将信息集定义为 $I_{[Tr]} = \{y_1, y_2, \dots, y_{[Tr]}\}$ 。在当前的信息集 $I_{[Tr]}$ 中，可能包含：多重泡沫、一个泡沫或者没有任何泡沫。Phillips 等（2011）建议，在 $I_{[Tr]}$ 上进行一个逆向 SADF 检验，从而加强泡沫侦测检验的准确性，并避免识别出伪平稳。逆向 SADF 检验与 GSADF 检验具有相同的算术逻辑，不同之处在于检验方向。逆向 SADF 检验的特别之处是选择一个固定的终结点 r_2 ，这一点恰好与选择一个固定起始点 r_0 的前向 SADF 检验方法相反。最终，逆向 SADF 检验的起始点变成了一个从 0 到 $r_2 - r_0$ 变动的可变点。逆向 SADF 检验统计量相应地可以用式（20）来定义：

$$BSADF_{r_2}(r_0) = \sup_{r_2 \in [0, r_2 - r_0]} \{ADF_{r_1}^2\} \quad (20)$$

如果 $BSADF_{r_2}(r_0)$ 比 ADF 检验统计量在 Tr_2 时期对应的临界值要大，那么这个时间点用 Tr_e 表示，可以被识别为泡沫起始的时间点。如果在计算 $[Tr_e] + \log(T)$ 之后， $BSADF_{r_2}(r_0)$ 统计量的值要小于标准 ADF 检验统计量的值，这就是泡沫终结的时间点，并用 $[Tr_f]$ 表示。Phillips 等（2011）提出了泡沫持续时间应长于缓慢变化的数值 $L_T = \log(T)$ 的条件。该条件成功排除了拟合自回归系数中的短期波动性，并将数据频率纳入考虑范围（Phillips et al., 2013）。在上面的讨论中，可以使用式（21）和式（22）来表述泡沫的起始点和终结点：

$$\hat{r}_e = \inf_{r_2 \in [r_0, 1]} \{r_2 : ADF_{r_2} > cv_{r_2}^{\beta_T}\} \quad (21)$$

$$\hat{r}_f = \inf_{r_2 \in [r_e + \log(T)/T, 1]} \{r_2 : ADF_{r_2} < cv_{r_2}^{\beta_T}\} \quad (22)$$

其中， $cv_{r_2}^{\beta_T}$ 表示基于 $[Tr_2]$ 个观测值的 ADF 检验统计量 $100(1 - \beta_T)\%$

临界值。

类似地，若式 (20) 放松 r_2 的上界约束， r_2 具有从 r_0 到 1 的灵活取值范围，那么可以得到 GSADF 检验的日期标记策略如式 (23) 所示：

$$GSADF(r_0) = \sup_{r_2 \in [r_0, 1]} \{BSADF_{r_2}(r_0)\} \quad (23)$$

对于泡沫的爆炸性观测值的 GSADF 检验方法，是基于逆向 SADF 检验 $BSADF_{r_2}(r_0)$ 得到的。Phillips 等 (2013) 假设，起始日和终结日之间的时间长度为 $[Tr_e] + \delta \log(T)$ ，其中 δ 是一个依赖于数据频率的参数。在 GSADF 检验下，泡沫的起始点和终结点的估计由式 (24) 和式 (25) 给出：

$$\hat{r}_e = \inf_{r_2 \in [r_0, 1]} \{r_2 : BSADF_{r_2}(r_0) > scv_{r_2}^{\beta_T}\} \quad (24)$$

$$\hat{r}_f = \inf_{r_2 \in [\hat{r}_e + \delta \log(T)/T, 1]} \left\{ \{r_2 : BSADF_{r_2}(r_0) < scv_{r_2}^{\beta_T}\} \right\} \quad (25)$$

其中， $scv_{r_2}^{\beta}$ 是基于 $[Tr_2]$ 个观测值得到 SADF 检验统计量的 $100(1 - \beta_T)\%$ 的临界值。显著性水平 β_T 与样本容量 T 具有反向关系。如果 T 趋向于 0，那么显著性水平 β_i 趋向于无穷大；如果 T 趋向于无穷大，那么 β_T 趋向于 0。

数 据

本章使用的数据是上证 A 股市场的价格指数和 1061 个上市公司的分红回报数据，均为月度数据。在 2000 年以前，绝大部分的上证 A 股市场上市公司是不分红的，因此这些数据不可得。于是，我们的样本区间为 2000 年 1 月到 2015 年 7 月。上证 A 股市场的月度分红收益时间序列可以使用 1061 个上市公司的分红总和得到。然后计算价格—股息率时间序列，从而反映资产价格与市场基础价值之间的关系。所有的数据都是从 Datastream 下载的。

图 1 中存在两个时间序列。其中深色线代表价格指数。上证 A 股市场的价格指数最初在 2000 年 1 月到 2006 年 1 月是稳定的，在 2007 年 10 月 16 日突然上升到 6395.75 点，接着在 2008 年 9 月快速地下降到 2000 点。这段波动之后，A 股市场历经长达 6 年的振荡期，然后在 2014 年 10 月进入另一

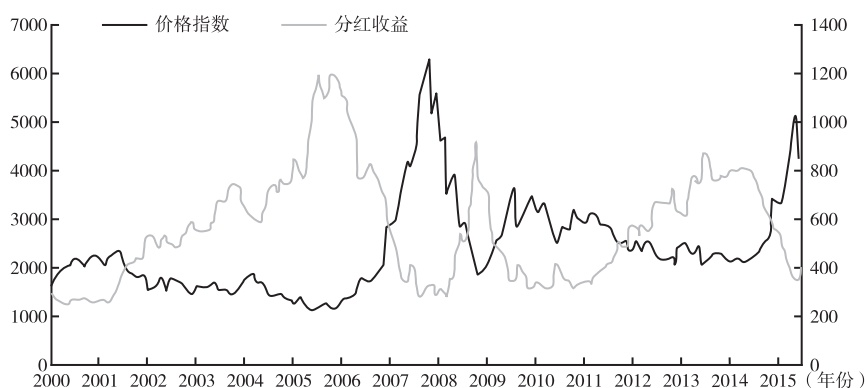


图1 上证A股市场价格指数（左轴）和分红收益（右轴）时间序列

资料来源：Datastream。

轮快速增长的阶段。浅色线代表的是分红收益，可以看出它与深色线的运动趋势相反。当股票价格上升时，分红收益下降；反之亦然。

图2展示了待检验数据序列，即2000年1月到2015年7月的上证A股市场的价格—股息率。总体而言，上证A股市场的价格—股息率在样本期波动非常剧烈。在2006年以前，价格—股息率逐渐下降，在2007年突然上升，并超过20。在2008年全球金融危机之后，价格—股息率急剧地下降到3左右。在2009~2012年，它在4和11之间波动，从2014年开始爬升。

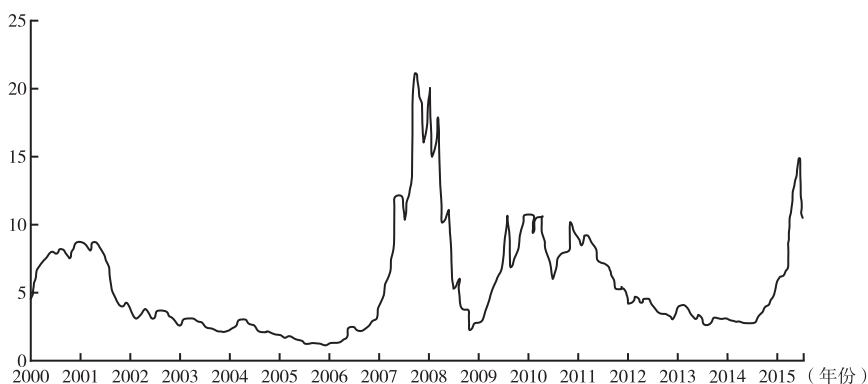


图2 上证A股市场的价格—股息率时间序列

资料来源：Datastream。

SADF 和 GSADF 的检验结果

SADF 检验

通过 Eviews8.0 软件，将 SADF 检验应用于价格—股息率时间序列，其结果如表 1 所示。

表 1 SADF 检验的临界值

		统计量	P 值
SADF 检验临界值		2.815	0.035
	99% 的置信水平	7.373	
	95% 的置信水平	2.232	
	90% 的置信水平	1.672	

注：SADF 检验的临界值是用 2000 次重复的（样本容量为 187）蒙特卡罗模拟计算得来的。初始时间窗宽为 4。

表 1 显示，SADF 检验统计量的值为 2.815，要大于 95% 和 90% 的置信水平的临界值。这表明，我们不能在 95% 的置信水平上拒绝原假设。换句话说，上证 A 股市场可以使用周期性泡沫来进行刻画。从图 3 可以很明显地看出深色线超过了浅色线，表明一个周期性泡沫发生在 2007 年 3 月到 2008 年 2 月。

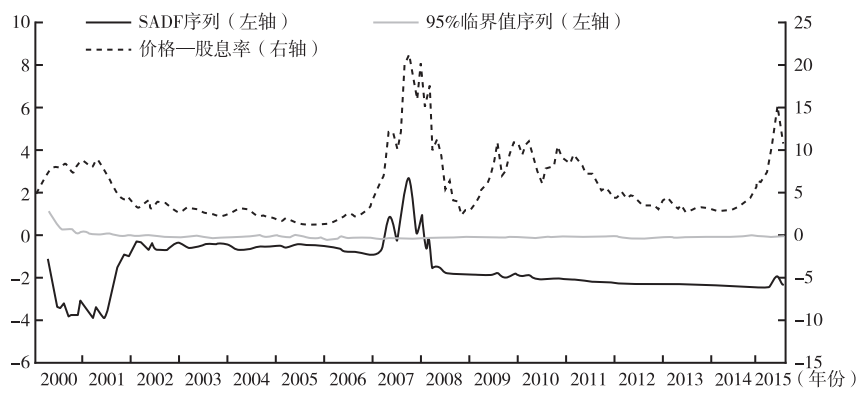


图 3 经修正的上证 A 股市场价格—股息率序列中的
泡沫阶段日期标记：SADF 检验

资料来源：Datastream。

GSADF 检验

我们将 GSADF 检验应用于价格—股息率时间序列，其结果如表 2 所示。

表 2 GSADF 检验的临界值

		统计量	P 值
GSADF		35.735	0.011
检验临界值	99% 的置信水平	36.403	
	95% 的置信水平	14.180	
	90% 的置信水平	10.08	

注：GSADF 检验的临界值是用 2000 次重复的（样本容量为 187）蒙特卡罗模拟计算得来的。初始时间窗宽为 4。

从表 2 可以看出，从样本数据获得的 GSADF 统计量是 35.735，大于 95% 和 90% 的显著性水平的临界值。于是我们拒绝不存在泡沫的原假设。事实上，图 4 清楚地显示，从 2009 年 1 月到 2015 年 7 月存在 3 个周期性泡沫破灭的过程。

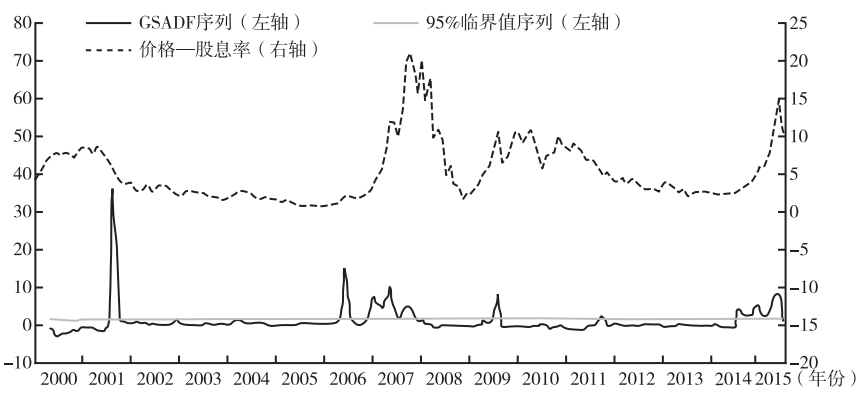


图 4 经修正的上证 A 股市场价格—股息率序列中的
泡沫阶段日期标记：GSADF 检验

资料来源：Datastream。

2001 年 6 ~ 9 月的泡沫持续时间最短。这可能是媒体关注、政府干预或者某些其他因素综合造成的结果。特别地，这种泡沫的增长来源于中国证券监督管理委员会发布的一项正面消息，即从 2001 年 2 月开始，B 股市场正

式向国内投资者开放。在此政策的鼓励下，上海和深圳股票指数同时上涨。其后，泡沫的破灭也是媒体报道引起的——不过这一次是由负面消息引起的。当时，中国证券监督管理委员会发布了上市公司发行管理办法和国有股减持计划。这种繁荣与泡沫破灭的周期完全是由中国证券监督管理委员会操作的，充分体现了中国股市“政策市”的特征。由于不存在某些严重后果，中国证监会很可能有意引导这种波动。为了使分析更有意义，我们将在下一节忽略一些规模小、时间短的泡沫，集中比较两个显著的周期性泡沫破灭过程——次贷危机泡沫阶段（2006 年 10 月 ~ 2009 年 1 月）和新泡沫生成阶段（2014 年 5 月 ~ 2015 年 7 月）。

多重泡沫的繁荣与破灭分析

次贷危机泡沫阶段（2006 年 10 月 ~ 2009 年 1 月）

在人民币升值预期和股权分置改革政策的推动下，从 2006 年上半年开始，上证 A 股市场开始出现缓慢上升的趋势。到 2006 年 6 月，股票价格就已经上升到 1700 点的水平。由于那一段时间股市刚刚脱离了熊市，A 股市场价格指数在 1700 点附近徘徊了 3 个月。从 2006 年 10 月开始，宽松的货币政策和更宽松的信贷政策集聚了大规模的流动性资金，从而引发了股票市场投资的泛滥。上证 A 股市场为国内个人投资者提供了一个具有吸引力的投资渠道。结果，上证 A 股市场价格指数保持着强劲的增长，并最终在 2007 年 11 月一度突破了 6000 点。事实上，在 2006 ~ 2007 年，上证 A 股市场价格指数的年度增长率达到了 80%。与之形成鲜明对比的是，同期 S&P500 指数仅仅上升了 20%。

表 3 将上证 A 股市场价格指数与 S&P500 指数的月度增长率进行了比较。上证 A 股市场价格指数与 S&P500 指数相比，具有更大的波动性，并且在这一泡沫时期有更高的月度增长率。上证 A 股市场价格指数保持了月度平均增长率 8.5%，其最高增长率在 2007 年 1 月达到了 27.4%。2007 年 11 月的最高股票市场价格是 2006 年 5 月最低股票市场价格的 4.1 倍。许多股票的价格收益比率（市盈率，PE）超过了 100%。这种高市盈率要求一个更强的盈余增长率和更高的股东权益回报率（ROE）。一般而言，股东权益

回报率在 10% 左右，但是上证 A 股市场上市公司的平均净资产收益率只有 6.9%。从市盈率和股东权益回报率来看，股票价格已经严重地偏离了上市公司的基础价值。

表 3 上证 A 股市场价格指数和 S&P500 指数及其月增长率

时期(月度首日)	上证 A 股市场价格指数	月增长率(%)	S&P500 指数	月增长率(%)
2006 年 5 月	1511.7	—	1305.2	—
2006 年 6 月	1769.6	17.1	1285.7	-1.5
2006 年 7 月	1784.5	0.8	1280.2	-0.4
2006 年 8 月	1682.5	-5.7	1270.9	-0.7
2006 年 9 月	1720.5	2.3	1311.0	3.2
2006 年 10 月	1840.3	7.0	1331.3	1.5
2006 年 11 月	1949.8	6.0	1367.8	2.7
2006 年 12 月	2208.9	13.3	1396.7	2.1
2007 年 1 月	2815.1	27.4	1418.3	1.5
2007 年 2 月	2926.8	4.0	1445.9	1.9
2007 年 3 月	2937.8	0.4	1403.2	-3.0
2007 年 4 月	3418.7	16.4	1424.6	1.5
2007 年 5 月	4035.1	18.0	1486.3	4.3
2007 年 6 月	4197.1	4.0	1536.3	3.4
2007 年 7 月	4027.1	-4.1	1519.4	-1.1
2007 年 8 月	4510.8	12.0	1465.8	-3.5
2007 年 9 月	5587.3	23.9	1474.0	0.6
2007 年 10 月	5827.7	4.3	1547.0	5.0
2007 年 11 月	6209.4	6.6	1508.4	-2.5

为了降低股票市场崩溃的风险，中国监管当局出台相关政策以降低股市泡沫的爆发力。例如，中国人民银行（PBC）从 2007 年初开始，累计 10 次提高了人民币存款准备金率。2007 年的法定存款准备金率从 9% 上升到 13%。然而，不断上升的存款准备金率并没有降低股票市场的超额流动性。大量的热钱持续流入上证 A 股市场，驱动着股票价格持续攀

升。以人民币计价的 A 股市场的价格攀升在很大程度上是受人民币升值预期的驱动的。与其他投资市场相比，股票市场提供了一个相对快速和简易的赚钱方式，而且其进入和退出门槛都比较低。

在 2007 年底，全球性金融危机造成了国际主要股票市场股价的大幅下跌。从 2007 年 11 月到 2009 年 1 月，上证 A 股市场的股票价格下降了 224.8%，从 6209 点下降到 1911 点，创造了历史上最大股票价格下跌的世界纪录。也就是说，这种周期性泡沫破灭的程度是空前的。由于卖空机制的限制，中国的股票市场只能对正面消息如股权分置改革和人民币升值的预期做出反应。当潜在的负面消息突然释放的时候，股票市场将大幅下跌（Chen and Zhang, 2009）。

新泡沫生成阶段（2014 年 5 月 ~ 2015 年 7 月）

GSADF 检验有助于识别第二个周期性破灭的泡沫，该泡沫实际上在 2014 年早期就已经形成了。2013 年最后一个交易日，上证 A 股市场价格指数收盘于 2116 点。上证 A 股市场已经连续四年收盘价比年初更低了。从 2014 年 5 月份开始，它再次一路上升，从 2014 年中期到 2015 年 6 月，上证 A 股市场从 2121 点增长到 5056 点，增长了 138.4%。

上证 A 股市场最近的这种反弹有多种缘由。首先，次贷危机爆发后，中国经济仍然保持稳健的增长率，而此时许多经济体尤其是高收入经济体的增长速度在危机期间大幅下降，至今还没有恢复。这种良好的宏观经济环境为上证 A 股市场价格指数的飙升提供了有利条件。与此同时，次贷危机之后，中国人民银行（PBC）作为中国的中央银行不断地实行宽松的货币政策并鼓励执行宽松的信贷政策（Song et al., 2015）。这种政策提高了市场的流动性，帮助了上证 A 股市场反弹。另外，中国证券监督管理委员会在 2014 年引进了新的政策，包括证券发行改革、批准发行优先股和开启沪港通等——这些政策强化了股票市场的信心。

到 2015 年 6 月中旬，上证 A 股市场价格指数已经攀升到 5166 点，许多个人投资者希望它能像 2007 年那样继续上升到 6000 点。但到 6 月 19 日，上证 A 股市场价格指数已经下降为 4500 点以下，并以 4478 点收盘；单周价格下降幅度已经达到了 13.32%，为 2008 年以来单周的最大跌幅。直到 7 月 3 日，上证 A 股市场仍然在持续下跌，收盘于 3686

点。尽管出现了一些新特征，这些趋势仍然与上一次周期性泡沫破灭过程类似。市盈率过高的问题也尤其突出。2015年6月，上证A股市场的市盈率已经上升了22倍。一般而言，高市盈率代表着高估值。如果没有一个适当的股东权益回报率与市盈率相匹配，那么上证A股市场有很大概率会下跌。另外值得注意的是，2015年上半年新开账户数目再次接近于2007年。在中国高倍杠杆的刺激下，羊群效应的行为驱动了许多机构投资者卖出股票。当价格指数下跌时，这些杠杆基金可能需要强制平仓。

通过GSADF检验识别出的这两个周期性泡沫破灭过程，在形成、发展和破灭的各个阶段具有许多相似之处。泡沫通常会在股票市场具有足够流动性的时候形成。泡沫的存在最初促进了股票市场价值的提升。然后，高市盈率、高换手率和一些非理性行为导致泡沫逐渐增大，直至失去控制。最终，当一个坏消息或者突然的市场危机出现时，泡沫就会迅速被刺穿，进而摧毁股市虚假繁荣的表象。

结 论

本章使用了GSADF检验方法，证实了上证A股市场存在两个比较显著的繁荣与泡沫破灭阶段，但SADF方法只能识别一个泡沫。换句话说，经验分析的检验结果表明，从实际操作意义上看，GSADF检验侦测多重泡沫的功效要优于SADF检验。

本章深度分析了周期性泡沫破灭的演进过程。第一个泡沫出现在2006年10月到2009年1月的次级抵押贷款危机期间。第二个泡沫是一个距离现在更近的泡沫，从2014年5月持续到2015年7月。这两个泡沫在形成、发展和破灭阶段具有许多相同的特征，例如高市盈率、高换手率和一些非理性行为。

总体而言，本章使用GSADF检验方法回顾、分析并证实了上证A股市场存在的两次（周期性）泡沫破灭过程。这种方法的运用对于理解上证A股市场上过去的泡沫具有显著意义；然而，这种方法只能用于识别早期发生的泡沫。希望后续在探索预测未来出现泡沫的方法方面进行更深入的研究。

参考文献

- Ahmed, E., Rosser, J. B. and Uppal, J. Y. (1999), Evidence of nonlinear speculative bubbles in Pacific-Rim stock markets, *The Quarterly Review of Economics and Finance*, 39(1): 21–36.
- Blanchard, O. J. (1979a), Backward and forward solutions for economies with rational expectations, *The American Economic Review*, 69(2): 114–118.
- Blanchard, O. J. (1979b), Speculative bubbles, crashes and rational expectations, *Economics Letters*, 3(1979): 387–389.
- Blanchard, O. J. and Watson, M. W. (1982), *Bubbles, rational expectations and financial markets*, NBER Working Paper Series No. 945, Cambridge, Mass.: National Bureau of Economic Research.
- Campbell, J. Y. and Shiller, R. J. (1988), The dividend-price ratio and expectations of future dividends and discount factors, *The Review of Financial Studies*, 1(3): 195–228.
- Chen, G. J. and Zhang, Y. J. (2009), Heterogeneous beliefs, short sale restriction and China's stock market plunge phenomenon research, *Finance Research*, 346(4): 80–91.
- Diba, B. T. and Grossman, H. I. (1988a), Explosive rational bubbles in stock prices?, *The American Economic Review*, 78(3): 520–530.
- Diba, B. T. and Grossman, H. I. (1988b), The theory of rational bubbles in stock prices, *The Economic Journal*, (98): 746–754.
- Evans, G. W. (1991), Pitfalls in testing for explosive bubbles in asset prices, *The American Economic Review*, 4(81): 922–930.
- Flood, R. P. and Garber, P. M. (1980), Market fundamentals versus price-level bubbles: The first tests, *Journal of Political Economy*, 88(4): 745–770.
- Flood, R. P. and Hodrick, R. J. (1990), On testing for speculative bubbles, *Journal of Economic Perspectives*, 4(2): 85–101.
- Gurkaynak, R. S. (2008), Econometric tests of asset price bubbles: Taking stock, *Journal of Economic Surveys*, 22(1): 166–186.
- Hall, S. G., Psaradakis, Z. and Sola, M. (1999), Detecting periodically collapsing bubbles: A Markov-switching unit root test, *Journal of Applied Econometrics*, (14): 143–154.

- Homm, U. and Breitung, J. (2012), Testing for speculative bubbles in stock markets: A comparison of alternative methods, *Journal of Financial Econometrics*, 10(1): 198–231.
- Hu, C. S. and Wang, Y. F. (2013), Noise trading and stock returns: Evidence from China, *China Finance Review International*, 3: 301–315.
- Kang, Z. Y. (2010), Chinese stock market bubbles test based on STAR model, *Academic Monthly*, 42(12): 83–89.
- Lehkonen, H. (2010), Bubbles in China, *International Review of Financial Analysis*, (19): 113–117.
- Phillips, P. C. B., Shi, S. P. and Yu, J. (2013), *Testing for multiple bubbles: Historical episodes of exuberance and collapse in the S&P 500*, Economics & Statistics Working Paper Series No. 4, July, Singapore: Singapore Management University.
- Phillips, P. C. B., Shi, S. P. and Yu, J. (2014), Specification sensitivity in right-tailed unit root testing for explosive behaviour, *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 76(3): 315–333.
- Phillips, P. C. B., Wu, Y. and Yu, J. (2011), Explosive behavior in the 1990s Nasdaq: When did exuberance escalate asset values?, *International Economic Review*, (52): 201–226.
- Shiller, R. J. (1981), Do stock prices move too much to be justified by subsequent changes in dividends?, *American Economic Review*, (71): 421–436.
- Song, L., Garnaut, R., Fang, C. and Johnston, L. (2015), *China's domestic transformation in a global context*, Canberra: ANU Press.
- Tan, L., Chiang, T. C., Mason, J. R. and Nelling, E. (2008), Herding behavior in Chinese stock markets: An examination of A and B shares, *Pacific-Basin Finance Journal*, (16): 61–77.
- Taylor, M. P. and David, A. P. (1998), Periodically collapsing stock price bubbles: A robust test, *Economics Letters*, (61): 221–228.
- West, K. D. (1987), A specification test for speculative bubbles, *The Quarterly Journal of Economics*, 102(3): 553–580.
- Wu, Y. R. (1997), Rational bubbles in the stock market: Accounting for the US stock-price volatility, *Economic Inquiry*, April: 309–319.
- Yu, M., Pi, D. Y. and Zhou, R. X. (2013), A study on speculative bubbles test by using variance decompositions methods in the Chinese stock market, *Economy and Management*, 27(11): 40–45.

(陈三攀 译)