

证券研究报告—深度报告

金融工程

数量化投资

金融工程专题研究

2012年09月20日

专题报告

相关研究报告:

《交易性数据挖掘系列报告: 出来混迟早要还的: 基于相对价格的超跌反弹选股策略》

——2012-09-17

《金融工程专题研究: 中国股市日历效应研究》——2012-09-11

《国信 GARP 指数增强产品设计(PPT)》——2012-09-05

《管理期货专题研究: CTA 发展脉络及其在中国的启示》——2012-09-03

《管理期货专题研究: 股指期货资金管理研究》——2012-09-03

证券分析师: 林晓明

电话: 0755-82136165

E-MAIL: linxiaom@guosen.com.cn

证券投资咨询执业资格证书编码: S0980512020001

证券分析师: 戴军

电话: 0755-82133129

E-MAIL: daijun@guosen.com.cn

证券投资咨询执业资格证书编码: S0980510120064

联系人: 吴子昱

电话: 0755-22940607

E-MAIL: wuziy@guosen.com.cn

独立性声明:

作者保证报告所采用的数据均来自合规渠道, 分析逻辑基于本人的职业理解, 通过合理判断并得出结论, 力求客观、公正, 结论不受任何第三方的授意、影响, 特此声明。

基于泡沫破裂理论的 LPPL 模型

● 研究体系简述

金融市场泡沫的存在为多数人所共识; 然而, 其科学理论背景和量化特征描述方法却鲜有人知。本报告的重点即基于复杂系统科学理论, 以及 Didier Sornette 教授的开创性研究基础上, 运用泡沫破裂理论和 LPPL 模型, 针对中国 A 股市场指数和个股股价做解构, 将一维的价格翻译成反映市场参与者交易行为特征的变化——即反映市场泡沫的微观结构的多维变量。通过对于多维变量的动态监测, 我们可以监控市场中泡沫发展的进度, 进而可以控制、降低或防范泡沫破裂所带给市场参与者的风险。LPPL 模型体系主要分为以下三大部分:

- 1 泡沫状态的定义和分类;
- 2 运用 LPPL 模型提取泡沫的特征参数组;
- 3 判断泡沫发展的状态, 以及泡沫破裂准则。

● 泡沫状态的定义和分类

金融泡沫是指一种或一系列的金融资产价格在经历了一波上涨之后, 市场价格的反映大于其实际价值向上变动的经济现象。这种, 价格遵循幂律、且增速超越指数增长的现象被称为泡沫。泡沫的价格动量随时间推移而逐渐增强。按照价格动量的方向 and 变化强度, 我们把泡沫分成四类:

- 1 泡沫, 价格趋势上涨, 价格动量逐渐增强;
- 2 负泡沫, 价格趋势下跌, 价格动量逐渐减弱;
- 3 反转泡沫, 价格趋势下跌, 价格动量逐渐增强;
- 4 反转负泡沫, 价格趋势上涨, 价格动量逐渐减弱。

● 描述泡沫的三大特征指标

本报告主要通过概率残差指数、临界时间指数、趋势发展频率指数这三大指标来监测泡沫发展的进度。概率残差指数反映了实际价格波动偏离理想泡沫状态的程度, 这种偏离通常是由于理性交易者的外部扰动和噪声共同作用的结果; 临界时间指数是对泡沫发展临界时间上限的估计; 趋势发展频率指数是对泡沫从发展、成熟到破裂这一过程速度的估计。

● 对上证指数的实证检验

上证指数 2005 年 6 月至 2012 年 9 月, 按照本报告算法, 共有 11 段趋势, 持续超过 60 个交易日以上的趋势占比 72%。其中, 趋势泡沫 7 段, 调整泡沫仅 1 段; 剩余 3 段均为在 60 个交易日以内的过渡状态。应用 LPPL 模型对这一区间的指数演化情况分别进行了样本内 (2005/06 ~ 2012/04) 和样本外 (2012/05 ~ 至今) 的建模, LPPL 模型共发出 8 次泡沫破裂信号, 对中长期趋势均判断正确。应用泡沫破裂信号对上证指数做中长期择时策略, 在过去的 87 个月, 择时单边做多的复合年化收益高达 41.5%, 复合年化超额收益逾 31%。

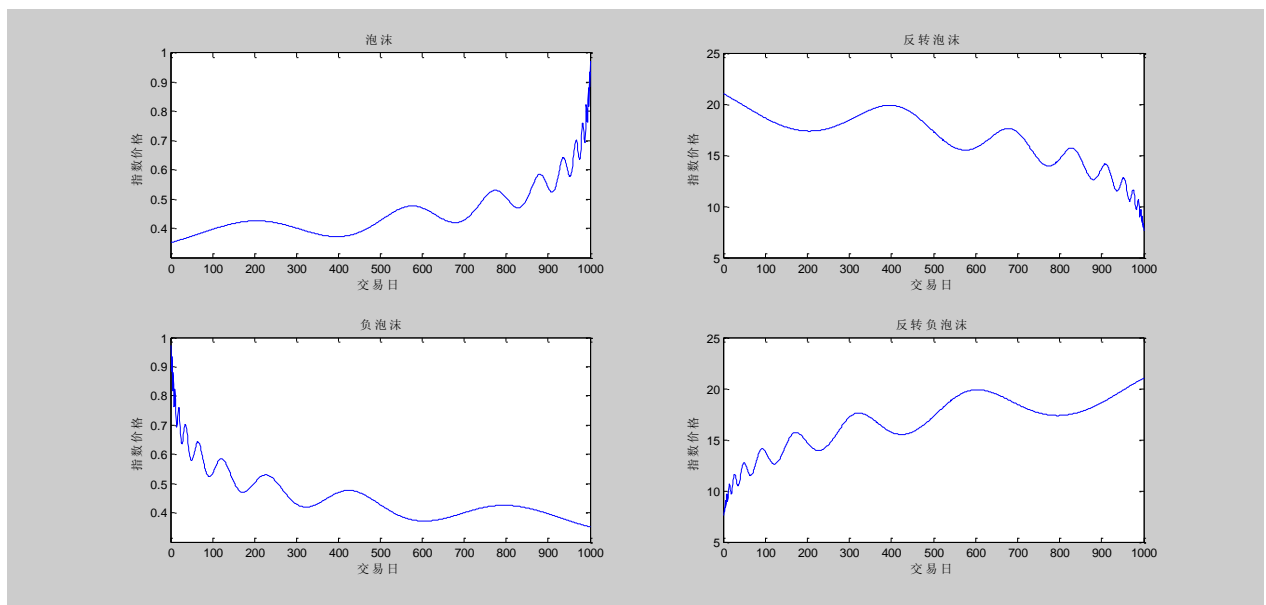
投资摘要

泡沫破裂理论

趋势状态: 根据市场中趋势持续时间的长短,我们将持续时间在 60 个交易日以内的趋势和盘整定义为“过渡状态”,将持续时间超过 60 个交易日的趋势定义为自组织状态,进一步的,将自组织状态分为趋势自组织和调整自组织;其中,调整自组织出现频率较小。自组织状态即泡沫从积累、成熟,一直到破裂的一个周期循环过程。

四类泡沫状态: 金融泡沫是指一种或一系列的金融资产在经历了一个连续的涨价之后,市场价格反映大于其实际价值的经济现象。具体而言资产价格遵循幂律且增速超越指数增长的现象被称为泡沫,表现为价格加速上升。同样的,资产价格动量逐渐增强的现象也可以出现在下跌的趋势中。具体按照泡沫的形态发展特征,可分为四类泡沫状态: 泡沫、负泡沫、反转泡沫和反转负泡沫。

图 1: 四类泡沫状态



资料来源: 国信证券经济研究所整理

泡沫产生后,市场中通过交易者对市场看法一致性的自组织,将形成正反馈效应,进入泡沫模式。泡沫不仅自给自足而且不断放大(负泡沫则是不断缩小,即去泡沫化的过程)。当金融泡沫趋势发展到临界程度,虽然主体参与者的意见一致,但是市场已经无法经受住少部分参与者的反向扰动,从而导致崩盘。崩盘的本质是源于自组织系统发展到一定的极端程度后的外部扰动所引起的不稳定性。实际上,参与泡沫并进行趋势性交易是理性行为。这是因为崩盘的风险将被金融泡沫所带来的正收益所补偿。同时,泡沫一旦形成,便会持续较长的一段时间,而泡沫破裂只不过是这一周期末端的一个点。

对数周期性幂律模型: 实际市场中,金融泡沫的识别及泡沫的预测都较为困难。D.Sornette 教授发现金融市场泡沫的形成与破裂与地震等其它复杂系统的自组织行为,有许多共同之处,并随后采用复杂系统科学中描述自组织临界现象研

究中所常用的对数周期性幂律(Log-Periodic Power Law, 简称 LPPL)模型来研究金融领域的泡沫。模型中, 金融泡沫被定义为正反馈机制下的价格超越指数变动速率的增长或衰减。其资产价格过程最后将在某一时刻 t_c 发生转变, 即泡沫破裂, t_c 被称为临界时间。模型认为金融资产的基本价值为 $w(t)>0$, 为此任何 $p(t)>w(t)$ 均为泡沫的表现, $p(t)/w(t)$ 可认为是超出基本价值的价格。根据无套利原理及实际情况对于风险率的假设, 最后得到 LPPL 模型:

$$\ln E[p(t)] = A + B(t_c - t)^m \{1 + C \cos(\omega \ln(t_c - t)) + \phi\}$$

其中, $A=\ln[w(t)]>0$, 是指若泡沫持续到临界时间 t_c 时, $\ln[p(t_c)]$ 将可能达到的值; B 是指在崩盘之前, C 接近于 0 时, 单位时间内 $\ln[p(t_c)]$ 的增加值; C 为围绕指数增长的波动幅度度量; $t_c > 0$, 为泡沫破裂的时间, 即临界时间; $t < t_c$, 是泡沫破灭前的任意时间; m 是幂增长的指数; ω 是泡沫期震荡的角频率; $0 < \phi < 2\pi$ 为震荡的初相位。

模型原理: 一般情况下, 泡沫的主要成因及模型的建立主要需考虑到以下几点: 一是市场中正反馈机制确实带来了自组织协作, 但是理性交易者的存在使得系统内生具有不稳定性; 二是模仿与羊群效应导致泡沫的产生, 理性交易者与羊群交易者的比例决定了幂指数 m ; 三是交易者之间的正反馈效应导致资产价格以幂律增长; 四是交易看法的一致性变动决定了 ω , 同时交易者之间的竞争导致资产价格的对数周期震荡。

但在理性投资者的环境中, 同样可以形成泡沫, 这是由于: 1) 在套利限制的环境中, 投资者具有同质预期; 2) “噪声交易者”所带来的正反馈作用; 3) 理性交易者在信息层面或交易层面未达成同步。

泡沫破裂准则: 泡沫一个周期循环依次经历三个阶段, 即泡沫发展阶段、泡沫成熟阶段和泡沫破裂阶段。为了刻画三个阶段的特征, 我们对应提供了概率残差指数、临界时间指数和趋势发展频率指数三大工具指标。

1 在泡沫发展阶段, 三个指标会呈现出噪音之外的大幅度变动; 即表现为三个指标的不稳定性, 且这种不稳定性不是噪音导致的。例如会有趋势项, 随着时间朝某个方向单向前进。此时泡沫内生的结构信息还不充分。

2 在泡沫成熟阶段, 三个指标中的某几个会稳定在(平稳值+噪音)的水平上; 具体表现为指标在一个相对较小区间内做窄幅震荡; 出现此信号的指标个数越多, 则即时准确度越高。此时, 泡沫内生的结构信息已经发展完备。

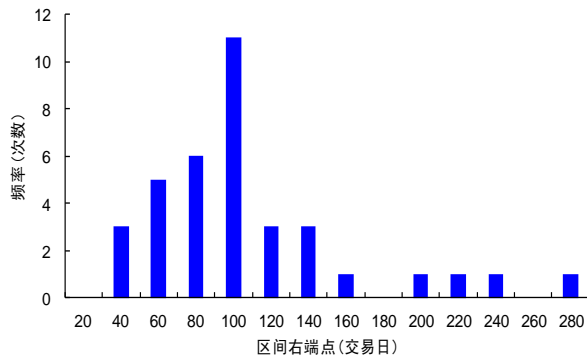
3 在泡沫破裂阶段, 泡沫内生的结构信息由于受到理性交易者足够大的扰动, 使得泡沫破裂, 三个指标中之前稳定的指标会快速脱离平稳值区域; 表现为指标陡然上升或下降。此时宣告之前形成的趋势结束。需要指出的是, 泡沫破裂信号与局部高低点的时间顺序并不确定。既有可能是左侧信号, 也有可能是右侧信号; 其关系取决于泡沫本身内生的信息。

实证检验

为考察趋势延续时间的问题, 我们选取上证指数 1998 年至 2012 年 8 月的收盘价数据进行统计分析; 然后再以上证指数日收盘价为基准, 考察中国 A 股市场的泡沫形成、发展、成熟及破裂的周期循环情况。

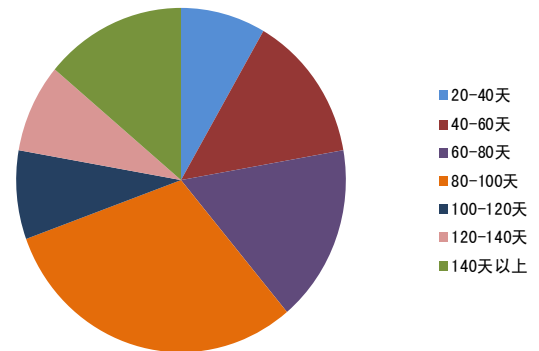
通过统计最近 30 个交易日内局部高低点的方式, 我们将 1998 年至今的日线趋势进行梳理。按照以上方式, 我们对 1998 年至 2012 年 8 月, 基于日收盘价数据的趋势持续时间的分布进行了统计:

图 1：对趋势持续时间分段统计的频率直方图



资料来源：WIND、国信证券经济研究所整理

图 2：对趋势持续时间分段统计的饼状图



资料来源：WIND 资讯、国信证券经济研究所整理

上证指数 1998 年至今的 36 个趋势持续期中，最长持续期为 276 个交易日，而最短持续期为 31 个交易日，平均持续期为 98 个交易日。此外，持续时间超过 60 个交易日的趋势段占总趋势段的比重为 77.8%。趋势持续 80-100 个交易日的最多，其次为 60-80 个交易日。趋势在 40 个交易日以下，或在 140 个交易日以上的比例很小。

LPPL 模型结果：同时考虑到实际市场变化情况，考察对上证指数 2005 年 6 月至 2012 年 8 月的 11 段趋势，自组织泡沫（持续超过 60 个交易日以上）的比率为 72%。其中，趋势自组织 7 段，调整自组织仅 1 段；剩余 3 段均为趋势在 60 个交易日以内的过渡状态。应用 LPPL 模型对这一区间的指数演化情况分别进行了样本内（2005/06 ~ 2012/04）和样本外（2012/05 ~ 至今）的建模，LPPL 模型共发出 8 次趋势泡沫破裂信号，统计结果如下：

表 1：具体泡沫状态划分情况

上行趋势泡沫	下行趋势泡沫	横盘震荡泡沫	过渡状态
2005/06 ~ 2007/10	2007/10 ~ 2008/11	2009/07 ~ 2010/04	2010/04 ~ 2010/07
2008/11 ~ 2009/07	2011/04 ~ 2012/01		2010/11 ~ 2011/01
2010/07 ~ 2010/11	2012/05 ~ 2012/09		2010/01 ~ 2011/04
2012/01 ~ 2012/05			

资料来源：WIND、国信证券经济研究所整理

如果以

$$\frac{\text{成功发出正确信号的次数}}{\text{阶段行情的区间段数}} = \text{胜率}$$

来定义胜率的话，2005 年 6 月以来 LPPL 模型发出了 8 次信号，均正确判断了当期泡沫的破裂；3 次无信号，总胜率为 72%。

根据信号情况分类：趋势小于 60 个交易日且之后趋势发生改变的阶段被定义为无信号阶段；趋势延续大于等于 60 个交易日的前提下，每个阶段前 59 个交易日称为趋势积累阶段，作为该趋势的 LPPL 模型拟合初始样本；趋势延续大于等于 60 个交易日的前提下，自 60 个交易日起至趋势结束的时间区间为信号触发阶段。

模型推进方式：从 2005 年 6 月开始，先利用算法跟踪趋势，即时判断趋势是否延续了 60 个交易日；如果是，则进入 LPPL 模型信号触发状态，从趋势开始的第 60 个交易日，每天输出模型特征参数，即三大指标工具：概率残差指数，临界时间指数和趋势发展频率指数。随着时间的推进，根据泡沫破裂准则来作

为判断的主要依据之一。

考虑对上证指数持续期超过 60 个交易日的趋势建立 LPPL 模型。取主要趋势持续期中，上证指数的日收盘价的对数作为标的，根据随机搜索及 Levenberg-Marquardt 最优化方法进行 LPPL 模型的拟合。

泡沫发展时长与参考指数的关系：对于自组织泡沫，特别是对于趋势自组织泡沫，我们给出了两类型的参考指数：第一类是原始指数，特点是敏感，信息反应及时，但噪声较大。适用于相对比较短的趋势自组织泡沫。第二类是去噪指数，特点是稳定，但信息反映速率较慢，但噪声较小。适用于相对较长的趋势自组织泡沫。

表 2： 各个泡沫阶段敏感性统计

行情运行区间	泡沫类型	泡沫破裂距高低点 时间间隔/交易日	泡沫破裂信号 相对高低点位置
2005/06 ~ 2007/10	泡沫	9	右侧
2007/10 ~ 2008/11	负泡沫	10	右侧
2008/11 ~ 2009/07	泡沫	5	左侧
2009/07 ~ 2010/04	反转泡沫(横盘调整)	8	右侧
2010/07 ~ 2010/11	泡沫	5	右侧
2011/04 ~ 2012/01	负泡沫	9	右侧
2012/01 ~ 2012/06	泡沫	21	右侧
2012/05 ~ 2012/09	负泡沫	1	左侧

资料来源：WIND、国信证券经济研究所整理

基于泡沫破裂理论的择时策略：在 LPPL 理论上，日线频率下，我们可以按照如下步骤进行择时。

1 自组织状态确认期：通过 60 个交易日的观察，来判断是否已经进入趋势泡沫自组织；

2 LPPL 模型对趋势自组织的监控期：60 个交易日的趋势形成之后，顺势做多或空仓；

3 泡沫破裂之后：如果前面做多，则平仓；如果前面空仓，则做多。

4 后泡沫破裂修正期：趋势泡沫破裂之后其实有三种可能。其一，开始积累反向的泡沫；其二，60 个交易日以内的过渡状态；其三，60 个交易日以上的自组织调整状态。策略层面上讲，泡沫破裂之后即开始反向操作，但我们需要分以上三种情况来讨论修正期的实时操作策略。

(1) 如果的确开始反向泡沫，则坚持反向操作即可；

(2) 如果出现 60 个交易日以内的过渡状态，无论过渡状态趋势方向如何，在过渡状态内，仍坚持之前的反向操作，但过渡状态完毕后，要按照过渡状态方向相反的趋势进行操作；

(3) 如果出现自组织调整状态，则在自组织调整状态期间乃至完毕之后，坚持与之前趋势自组织状态相反的方向操作。

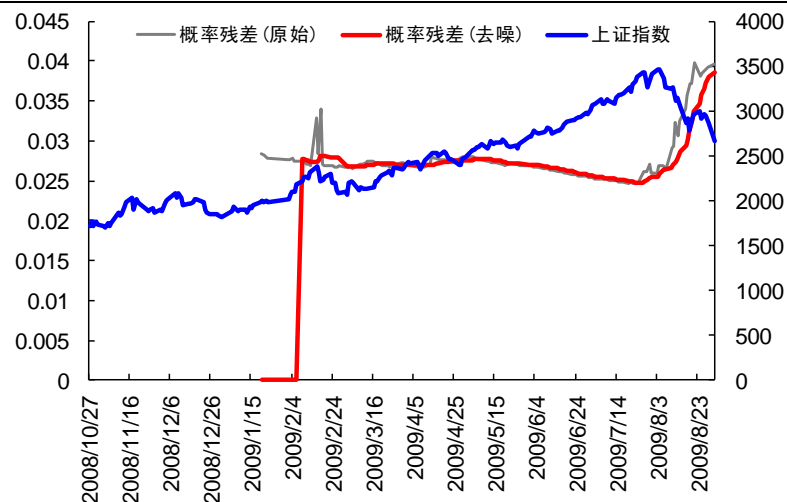
实证结果：根据上证指数具体趋势泡沫阶段的划分，我们采用 LPPL 模型分别对 8 段具体自组织泡沫阶段进行考察。其中样本内的一共七段，分别为：2005 年 6 月到 2007 年末、2007 年 10 月到 2008 年末、2008 年 10 月到 2009 年中期、2009 年 8 月到 2010 年中期、2010 年 7 月到 2010 年末、2011 年 4 月到 2012 年 1 月及 2012 年 1 月到 2012 年中期。样本外的一段，为 2012 年 5 月

到 2012 年 9 月。

摘要部分，我们选取样本内的 2008 年 10 月到 2009 年中期及样本外的 2012 年 5 月到 2012 年 9 月两个阶段结果进行展示。具体 8 个趋势泡沫阶段的 LPPL 实证结果参见正文的实证检验部分。

样本内第三段：2008 年 10 月到 2009 年中期

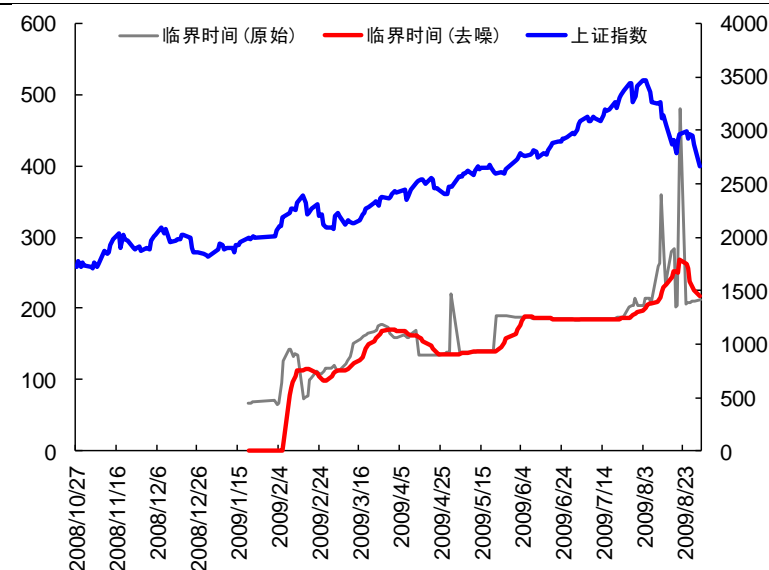
图 4: 概率残差指数



资料来源：WIND、国信证券经济研究所整理

09 年牛市泡沫中，概率残差指数自 2 月起便开始稳定在 $[0.025, 0.03]$ 的区间范围内，直至 2009/7/28 日，去噪概率残差指数开始陡然上升，如此长期稳定的泡沫在这一日终结，宣告了 09 年泡沫牛市的结束。因为泡沫早已发展成熟，所以不出意料之外，该信号为左侧信号。

图 5: 临界时间指数

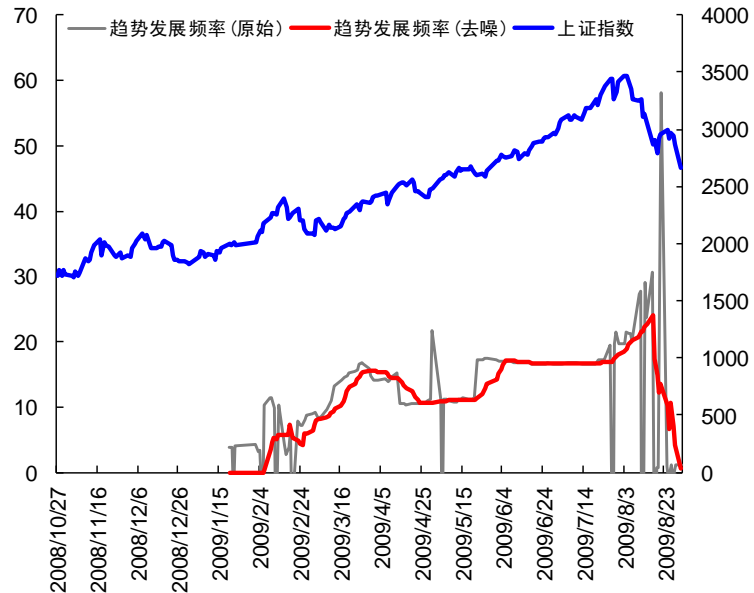


资料来源：WIND、国信证券经济研究所整理

临界时间指数显示，自 2009 年 6 月起，泡沫就已经成熟，并且临界时间稳定在 $[185, 187]$ 个交易日波动。2009/7/28，临界时间指数陡然上升，宣告牛市

泡沫破裂。有趣的是，从 08 年 10 月最低点算起，到 2009/7/28，刚好 187 个交易日。

图 6: 趋势发展频率指数

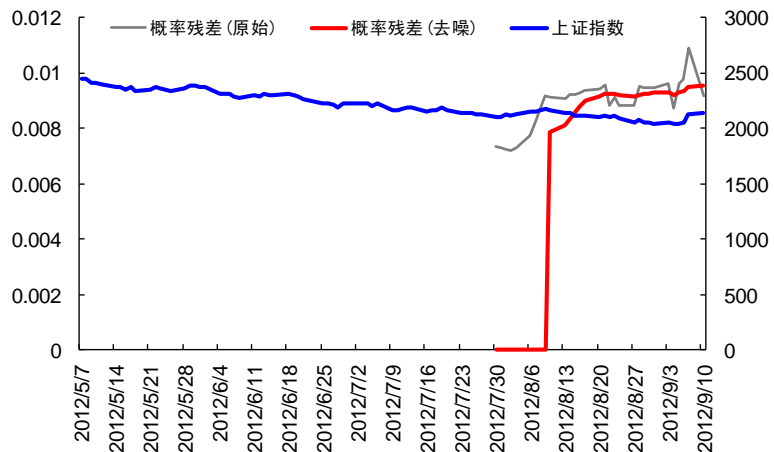


资料来源：WIND、国信证券经济研究所整理

趋势发展频率指数与临界时间指数一致。显示泡沫于 6 月初已经发展完备，2009/7/28 泡沫破裂，牛市结束。虽然最高点在泡沫破裂之后的 5 个交易日，但是趋势泡沫结构在最高点 5 个交易日之前就告诉我们上行趋势已经不复存在。显然，这一次由于泡沫发展速度很快，6 月初就发展完毕，所以为左侧信号。

样本外第八段：2012 年 5 月到 2012 年 9 月

图 7: 概率残差指数

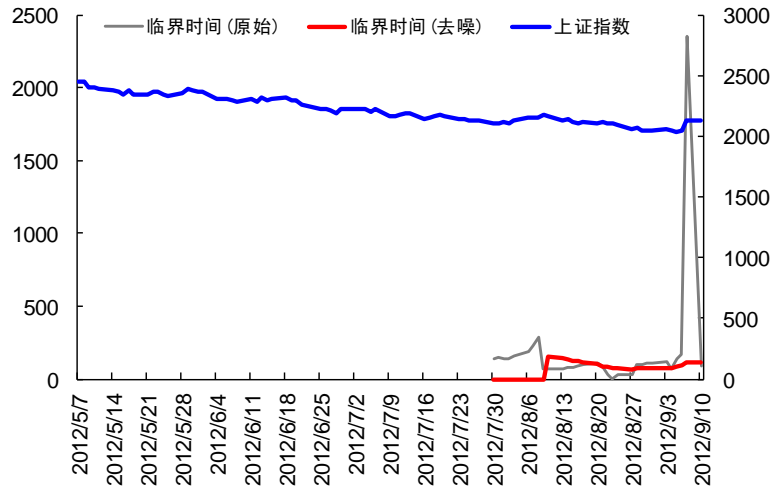


资料来源：WIND、国信证券经济研究所整理

截至 9 月初，由于本身运行时间长度比较短，所以主要考察原始概率残差指数。自 8 月初至 9 月 3 日，概率残差在[0.007, 0.009]之间波动，9 月 4 日发出泡沫

破裂信号。下面在临界时间指数和趋势发展频率指数部分会有进一步的说明。如果 9 月 5 日为最低点，则该信号为左侧信号。

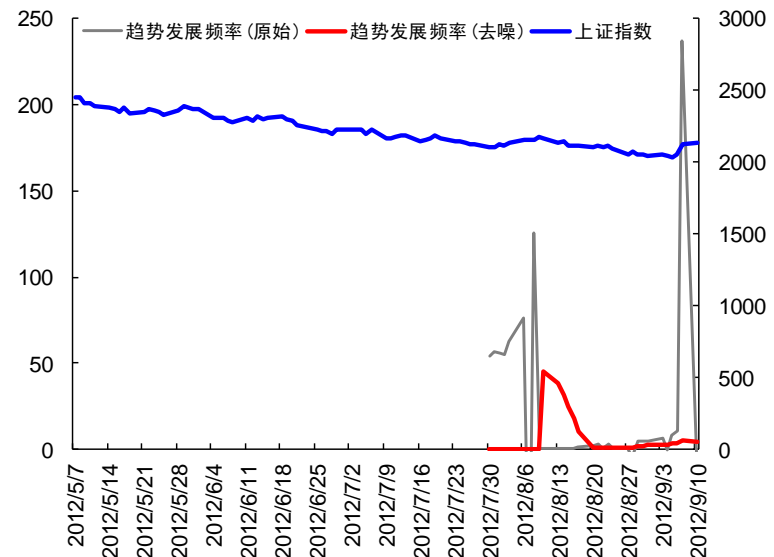
图 8: 临界时间指数



资料来源: WIND、国信证券经济研究所整理

8 月中旬至 9 月初，原始临界时间指数在[82, 107]个交易日范围内窄幅波动，显示负泡沫已经成熟；9 月 4 日临界时间指数发出负泡沫破裂信号，并且，从 5 月 7 日形成的高点算起，至 9 月 4 日已有 87 个交易日。临界时间指数信号强烈。

图 9: 趋势发展频率指数



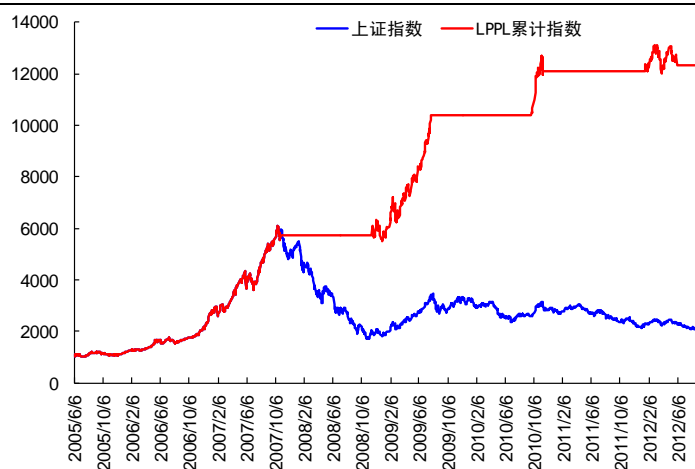
资料来源: WIND、国信证券经济研究所整理

同临界时间指数类似，趋势发展频率指数自 8 月 9 日至 9 月 3 日在[0, 6]之间窄幅波动，9 月 4 日发出负泡沫破裂信号。三大指标同时发出负泡沫破裂信号，并且时间长度符合临界时间在负泡沫成熟状态的区间估计，所以负泡沫于 9 月 4 日破裂。

策略效果: 根据 LPPL 模型择时策略，以下为自 2005 年 6 月 6 日起的 LPPL

模型择时效果。

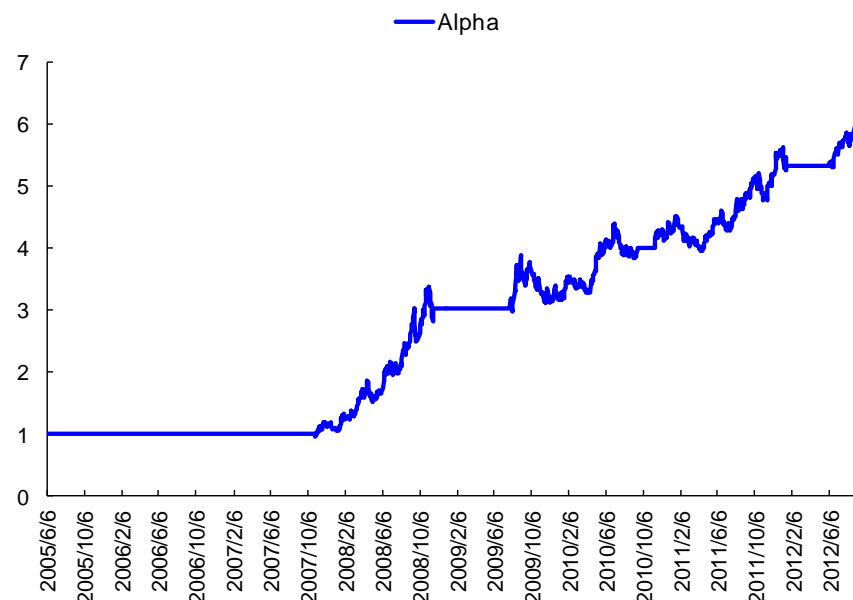
图 10: LPPL 模型 2005 年 6 月至 2012 年 9 月对上证指数的择时结果



资料来源: WIND、国信证券经济研究所整理

按照 LPPL 模型的算法, 2005 年 6 月以来, 超过 60 个交易日的自组织泡沫行情共有 8 个波段, 其中有 4 个波段是上涨趋势泡沫; 3 个波段是下跌趋势泡沫; 1 个波段是调整趋势反转泡沫。假设在仅能单边做多的情况下, LPPL 模型表现不俗。因为这里体现出了 LPPL 模型做大波段的优势。自 2005 年以来, 每个超过 60 个交易日的趋势大波段, LPPL 模型都有信号及时地捕捉到。截至 9 月 11 日收盘, 上证指数为 2120.55 点, LPPL 模型策略指数为 12785.83 点。

图 11: LPPL 模型 2005 年 6 月至 2012 年 9 月对上证指数择时 Alpha 的累计净值比



资料来源: WIND、国信证券经济研究所整理

可以看到, 自 07 年 10 月牛市结束以来, 熊市负泡沫占了大部分的时间段。真正可以做多的 60 个交易日以上的趋势泡沫行情屈指可数; 即便上升趋势泡沫出现, 所维持的平均时间长度也远小于下跌趋势负泡沫。在这样的市场环境下, 择时策略则显得尤为重要, 因为择时策略的 Alpha 收益来自于对下跌趋势波段

的分析和决策能力。07 年 10 月以来，A 股市场密集的下跌为评估择时策略提供了良好的背景。而基于泡沫破裂理论的 LPPL 模型择时策略，在这一段时间内，很好地规避了 60 个交易日以上的下跌趋势负泡沫行情。

表 3: LPPL 模型长周期择时的绩效统计

行情运行区间	Alpha 最大回撤	Sharpe Ratio	最近 87 个月年化收益
2007/10 ~ 2008/11	17.72%	2.97	41.46%
2009/07 ~ 2010/09	20.10%		
2010/11 ~ 2012/01	12.43%		
2012/06 ~ 2012/09	3.24%		

资料来源：WIND、国信证券经济研究所整理

相较于选股模型，胜率高的择时模型在年化收益方面具有更高的吸引力。LPPL 模型优点在于从价格当中提取了市场动态的微观结构，从一维到多维，并且这些微观结构是能够直接反映各方交易者的变动情况的。这也充分说明中国 A 股市场本身是一个复杂系统，在这个复杂系统中，自组织的现象十分明显。所以，将基于泡沫破裂理论的 LPPL 模型运用于 A 股市场有着广阔的前景。

内容目录

投资摘要.....	2
泡沫破裂理论	2
实证检验	3
泡沫破裂理论.....	14
趋势状态	14
Johansen-Ledoit-Sornette (JLS)模型.....	15
泡沫破裂准则	16
实证检验.....	17
上证指数趋势自组织泡沫的实证分析	17
LPPL 模型结果.....	19
国信证券投资评级.....	35
分析师承诺.....	35
风险提示.....	35
证券投资咨询业务的说明	35

图表目录

图 1: 四类泡沫状态	2
图 2: 对趋势持续时间分段统计的频率直方图	4
图 3: 对趋势持续时间分段统计的饼状图	4
图 4: 概率残差指数	6
图 5: 临界时间指数	6
图 6: 趋势发展频率指数	7
图 7: 概率残差指数	7
图 8: 临界时间指数	8
图 9: 趋势发展频率指数	8
图 10: LPPL 模型 2005 年 6 月至 2012 年 9 月对上证指数的择时结果	9
图 11: LPPL 模型 2005 年 6 月至 2012 年 9 月对上证指数择时 Alpha 累计净值比	9
图 12: 四类泡沫状态	14
图 13: 1998 年至 2012 年上证指数日收盘价序列	18
图 14: 对趋势持续时间分段统计的频率直方图	18
图 15: 对趋势持续时间分段统计的饼状图	19
图 16: 概率残差指数	21
图 17: 临界时间指数	21
图 18: 趋势发展频率指数	22
图 19: 概率残差指数	22
图 20: 临界时间指数	23
图 21: 趋势发展频率指数	23
图 22: 概率残差指数	24
图 23: 临界时间指数	24
图 24: 趋势发展频率指数	25
图 25: 概率残差指数	25
图 26: 临界时间指数	26
图 27: 趋势发展频率指数	26
图 28: 概率残差指数	27
图 29: 临界时间指数	27
图 30: 趋势发展频率指数	28
图 31: 概率残差指数	28
图 32: 临界时间指数	29
图 33: 趋势发展频率指数	29
图 34: 概率残差指数	30
图 35: 临界时间指数	30
图 36: 趋势发展频率指数	31
图 37: 概率残差指数	31
图 38: 临界时间指数	32
图 39: 趋势发展频率指数	32

图 40: LPPL 模型 2005 年 6 月至 2012 年 9 月对上证指数的择时结果	33
图 41: LPPL 模型 2005 年 6 月至 2012 年 9 月对上证指数择时 Alpha 累计净值比 ..	33

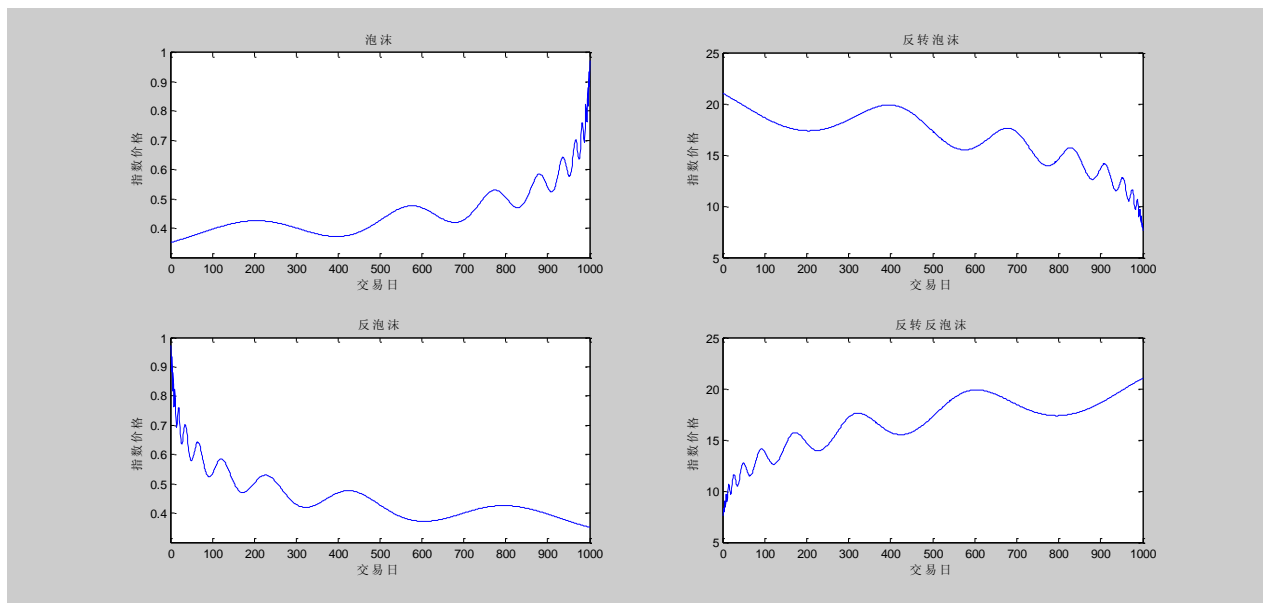
表 1: 具体泡沫状态划分情况	4
表 2: 各个泡沫阶段敏感性统计	5
表 3: LPPL 模型长周期择时的绩效统计	10
表 4: 具体泡沫状态划分情况	19
表 5: 各个泡沫阶段敏感性统计	20
表 6: LPPL 模型长周期择时的绩效统计	34

泡沫破裂理论

趋势状态

市场中的趋势可通过量化的方法将过去的价格运行趋势特征提取出来。根据趋势持续时间的长短,我们将持续时间在 60 个交易日以内的趋势和盘整定义为“过渡状态”,将持续时间超过 60 个交易日的趋势定义为自组织状态,进一步的,将自组织状态分为趋势自组织和调整自组织;其中,调整自组织出现频率较小。自组织状态即泡沫从积累、成熟,一直到破裂的一个周期循环过程。按照泡沫的形态发展特征,可分为以下四类。

图 12: 四类泡沫状态



资料来源：国信证券经济研究所整理

四类泡沫状态：金融泡沫是指一种或一系列的金融资产在经历了一波连续的涨价之后，市场价格反映大于其实际价值的经济现象。具体而言，资产价格遵循幂律且增速超越指数增长的现象被称为泡沫(bubble)，其价格增速单调上升，表现为价格加速上升。同样的，资产价格动量逐渐增强的现象也可以出现在下跌的趋势中，价格下降速率超越指数增长的情况可同样存在，这类现象被称为反转泡沫(reverse bubble)。其价格下降速率同样单调上升，价格加速回落。同时，在持续加速下跌中，一个超越临界规模的反弹就可能导致反转泡沫的破裂。

这两类趋势中，另一个特点为价格变动频率呈现价格对数的周期性振荡——而在线性尺度下，越接近临界时间振荡频率越快；但对数尺度下，振荡频率为常数。实际上，反转泡沫的形态可视作泡沫关于 x 轴的镜像。同时，泡沫关于 y 轴的镜像被称为负泡沫(anti-bubble)，而反转泡沫关于 y 轴的镜像被称为反转负泡沫(reverse anti-bubble)。与泡沫/反转泡沫不同之处在于，负泡沫/反转负泡沫是价格动量逐渐衰减的表现。

泡沫过程：泡沫产生后，市场中通过交易者对市场看法一致性的自组织，将形成正反馈效应，进入泡沫模式，泡沫不仅自给自足，而且还在不断放大（同理，负泡沫是在不断缩小，即去泡沫化的过程）。当金融泡沫的趋势发展到临界程度，虽然主体参与者的意见一致，但是市场已经无法经受住少部分参与者的反向扰动，从而导致崩盘。崩盘的产生是由整体市场逐步发展而导致的，为自组织过

程发展到最后的必然结果。崩盘的本质是源于自组织系统发展到临界程度后的外部扰动所引起的不稳定性。

实际上，参与者最优的选择应为趋势交易者。这是因为崩盘的风险将被金融泡沫所带来的正收益所补偿。同时，泡沫一旦形成，便会持续较长的一段时间，泡沫形成、发展和成熟占周期中的绝大多数时间段，而泡沫破裂只不过是这一周期末端的一个点。正因为如此，参与泡沫并进行趋势性交易是理性行为。

对数周期性幂律模型：实际市场中，金融泡沫的识别及泡沫的预测都较为困难。D.Sornette 教授发现金融市场泡沫的形成与破裂与地震等其它复杂系统的自组织行为，有许多共同之处，并随后采用复杂系统科学中描述自组织临界现象研究中所常用的对数周期性幂律 LPPL(Log-Periodic Power Law)模型来研究金融领域的泡沫。

Johansen et al. (2000) 和 Sornette(2003a,b)通过对数周期性幂律(LPPL)所构建的 Johansen-Ledoit-Sornette (JLS)模型多次成功预测历史走势，一经提出便受到了金融及物理学界的广泛关注。

对数周期性幂律模型的建立基于交易者之间的相互模仿，这些局部相互作用可形成正反馈，从而导致泡沫和负泡沫的产生，因此可用于金融泡沫和负泡沫的建模和预测。该模型可以刻画四种泡沫类型：泡沫、负泡沫、反转泡沫、反转负泡沫。模型中，金融崩盘并非是一个确定性事件，但可被概率分布刻画。

Johansen-Ledoit-Sornette (JLS)模型

在 Johansen-Ledoit-Sornette (JLS) 模型中，金融泡沫被定义为正反馈机制下的价格超越指数变动速率的增长或衰减。其资产价格过程最后将在某一时刻 t_c 发生转变，即泡沫破裂， t_c 被称为临界时间。

模型假定：基础 JLS 模型的主要假定主要包括以下几点：

1. 市场中的交易者类型可主要分为两种：一是具有理性期望的参与者，可以坚持按自身偏好及特征进行交易；二是具有羊群效应的非理性交易者，也被称为“噪声交易者”。
2. 交易者均处于相互沟通联系的网络中，同时有且仅有两种状态——买或卖。非封闭系统内，非理性交易者的交易状态取决于其他交易者及外部环境的影响。
3. 理想市场：不考虑分红，不考虑利率、风险偏好及市场流动性的限制。

价格过程：模型认为金融资产的基本价值为 $w(t)>0$ ，为此任何 $p(t)>w(t)$ 均为泡沫的表现， $p(t)/w(t)$ 可认为是超出基本价值的价格。崩盘风险率 $h(t)$ 为崩盘发生前单位时间内崩盘发生的概率，描述了足够多的交易者决定在同一时间卖出的可能性，是刻画崩盘前价格行为的重要变量之一。

根据假定，理性交易者应为风险中性且为理性预期的，为此价格过程 $p(t)$ 将服从鞅过程。同时，由于市场均衡的假定，须有无套利条件的约束。考虑崩盘的可能性不为 0 的情况，定义跳过程 j 。 j 在崩盘发生前为 0，在 t_c 时刻崩盘发生后为 1。

基本表达式：根据无套利原理及根据实际情况对于风险率的假设，最后计算得到 LPPL 模型：

$$\ln E[p(t)] = A + B(t_c - t)^m \{1 + C \cos(\omega \ln(t_c - t))\} + \phi$$

其中， $A = \ln[w(t)] > 0$ ，是指若泡沫持续到临界时间 t_c 时， $\ln[p(t_c)]$ 将可能达到的值； $B < 0$ ，是指在崩盘之前，若 C 接近于 0 时，单位时间内 $\ln[p(t_c)]$ 的增加值； C 为围绕指数增长的波动幅度度量，为一比例值； $t_c > 0$ ，为泡沫破裂的时间，即临界时间； $t < t_c$ ，是泡沫破灭前的任意时间； $0 < m < 1$ ，是幂增长的指数。限定其范围是为了保证其价格在 t_c 时刻不发散，且在 t_c 之前价格增长； ω 是泡沫期震荡的角频率； $0 < \phi < 2\pi$ 为震荡的初相位。

模型原理：一般情况下，泡沫的主要成因及模型的建立主要需考虑到以下几点：一是市场中正反馈机制确实带来了自组织协作，但是理性交易者的存在使得系统内生具有不稳定性；二是模仿与羊群效应导致泡沫的产生，理性交易者与羊群交易者的比例决定了幂指数 m ；三是交易者之间的正反馈效应导致资产价格以幂律增长；四是交易看法的一致性变动决定了 ω ，同时交易者之间的竞争导致资产价格的对数周期震荡。

金融泡沫可由投资者的非理性形成，但在理性投资者的环境中，同样可以形成泡沫，这是由于：1) 在套利限制的环境中，投资者具有同质预期；2) “噪声交易者”所带来的正反馈作用；3) 理性交易者在信息层面或交易层面未达成同步。

泡沫破裂准则

泡沫状态周期循环过程：泡沫一个周期循环依次经历三个阶段，即泡沫发展阶段、泡沫成熟阶段和泡沫破裂阶段。为了刻画三个阶段的特征，我们对应提供了概率残差指数、临界时间指数和趋势发展频率指数三大工具指标。

1 在泡沫发展阶段，三个指标会呈现出噪音之外的大幅度变动；即表现为三个指标的不稳定性，且这种不稳定性不是噪音导致的。例如会有趋势项，随着时间朝某个方向单向前进。此时泡沫内生的结构信息还不充分。

2 在泡沫成熟阶段，三个指标中的某几个会稳定在（平稳值+噪音）的水平上；具体表现为指标在一个相对较小区间内做窄幅震荡；出现此信号的指标个数越多，则即时准确度越高。此时，泡沫内生的结构信息已经发展完备。

3 在泡沫破裂阶段，泡沫内生的结构信息由于受到理性交易者足够大的扰动，使得泡沫破裂，三个指标中之前稳定的指标会快速脱离平稳值区域；表现为指标陡然上升或下降。此时宣告之前形成的趋势结束。需要指出的是，泡沫破裂信号与局部高低点的时间顺序并不确定。既有可能是左侧信号，也有可能是右侧信号；其关系取决于泡沫本身内生的信息。

拟合方式：考虑 LPPL 模型的局部最优解不唯一，日收盘数据噪音数量较多，相对参数较多，使得 LPPL 模型的拟合较为复杂。针对这些特性，相应地采取以下措施处理：

- 1 利用非线性参数表示线性参数的最优解，将参数维度降低；
- 2 采用随机搜索的方式，选取较优可行解；
- 3 最后将较优可行解作为初始值，采用最优化算法得到最优解。

参数降维：首先考虑用非线性参数表示线性参数的方式进行估计。具体而言，原始 LPPL 模型为：

$$y_i = A + B(t_c - t_i)^m + C(t_c - t_i)^m \cos(\omega \ln(t_c - t_i) + \phi) + u_i$$

将其改写为

$$y_i = A + Bf_i + Cg_i + u_i$$

其中

$$y_i = \ln p(t_i) \text{ 或 } p(t_i), f_i = (t_c - t_i)^m$$

$$g_i = (t_c - t_i)^m \cos(\omega \ln(t_c - t_i) + \phi)$$

由线性回归及最小二乘法，有

$$\hat{b} = (X'X)^{-1}X'y$$

其中

$$X = \begin{pmatrix} 1 & f_1 & g_1 \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ 1 & f_N & g_N \end{pmatrix}, b = \begin{pmatrix} A \\ B \\ C \end{pmatrix}$$

为此，仅需拟合 4 个非线性参数。

随机搜索：针对 LPPL 模型局部最优解不唯一，并且为了克服模型对于起始点的依赖性，故采用随机搜索的方法，在一定的限制条件内，筛选出参数的多个可能解。

Levenberg-Marquardt 最优化算法：将由随机搜索得到的多个可能解作为 Levenberg-Marquardt 非线性最小二乘算法的初值进行计算。由拟合模型与实际观察值之间具有最小残差平方和的解作为最终解。

Levenberg 及 Marquardt 在梯度降法的基础上加以改进，得到了时间代价较小、且逼近更加精确的非线性问题优化方法。该方法旨在最小化估计函数与实际值之间的残差平方和。首先根据含参数的残差平方和函数的梯度及二阶导数近似估计残差平方和函数，得到从初始解开始不断逼近最优解的理论迭代方程。为调节逼近的速度，Levenberg 提出选取参数 λ ，作为梯度下降及二阶导数逼近的调节系数；而 Marquardt 则在此基础上进一步进行了改良，增加了二阶导数对于迭代跨度的贡献，最后得到 Levenberg-Marquardt 最优化方法的迭代方程。实际求解非线性最优化问题时，以迭代方程作为迭代规则，逐步逼近实际解。

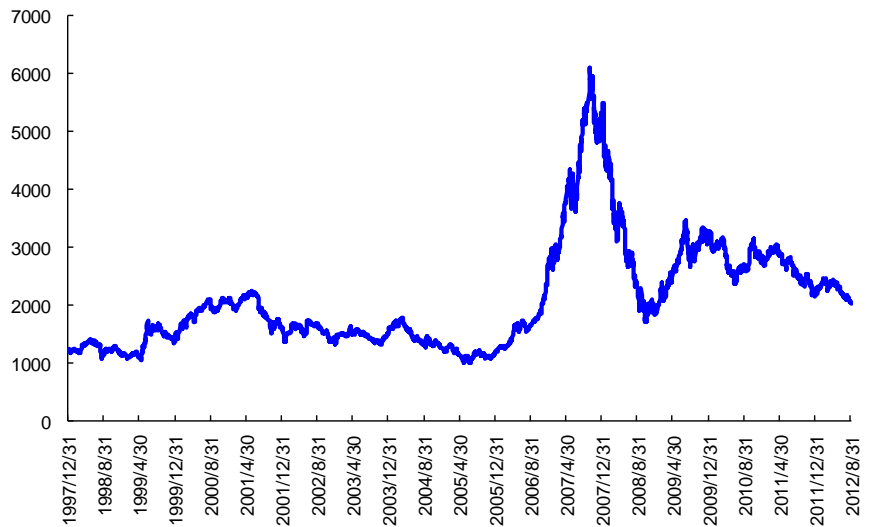
实证检验

为了考察趋势延续时间的问题，我们选取了上证指数 1998 年至 2012 年 8 月的收盘价数据进行统计分析；然后再以上证指数日收盘价为基准，考察中国 A 股市场的泡沫形成、发展、成熟及破裂的周期循环情况。

上证指数趋势自组织泡沫的实证分析

选取上证指数 1998 年至 2012 年 9 月的收盘价数据进行考察：

图 13: 1998 年至 2012 年上证指数日收盘价序列



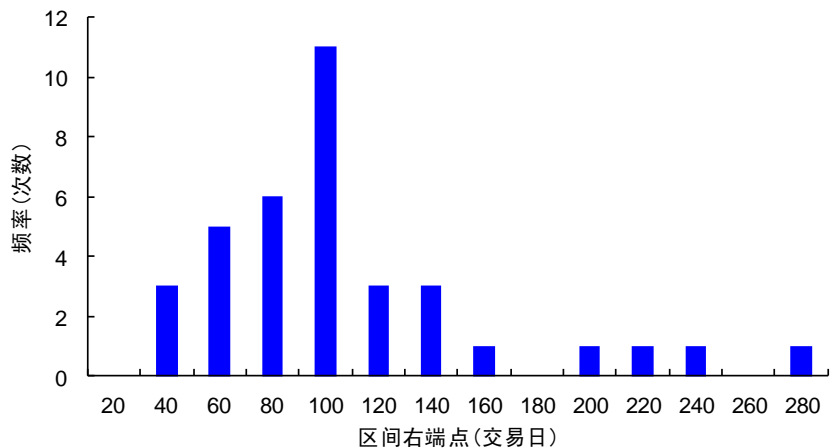
资料来源: WIND、国信证券经济研究所整理

趋势划分方法

通过统计最近 30 个交易日内局部高低点的方式, 我们将 1998 年至今的日线趋势进行了梳理。

按照以上方式, 我们对 1998 年至 2012 年 8 月, 基于日收盘价数据的趋势持续时间的分布进行了统计:

图 14: 对趋势持续时间分段统计的频率直方图

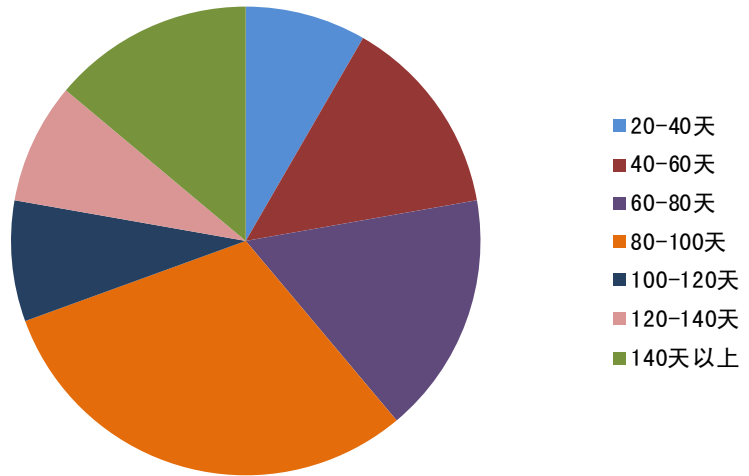


资料来源: WIND、国信证券经济研究所整理

上证指数 1998 年至今的 36 个趋势持续期中, 最长持续期为 276 个交易日, 而最短持续期为 31 个交易日, 平均持续期为 98 个交易日。此外, 持续时间超过 50 个交易日的趋势段占总趋势段的比重为 88.9%, 持续时间超过 60 个交易日的趋势段占总趋势段的比重为 77.8%。

趋势持续时间的分布比例

图 15: 对趋势持续时间分段统计的饼状图



资料来源: WIND、国信证券经济研究所整理

从上面的饼状图可以看出, 趋势持续 80-100 个交易日的最多, 其次为 60-80 个交易日。趋势在 40 个交易日以下, 或在 140 个交易日以上的比例很小。

LPPL 模型结果

同时考虑到实际市场变化情况, 考察对上证指数 2005 年 6 月至 2012 年 9 月的 11 段趋势, 自组织泡沫 (持续超过 60 个交易日以上) 的比率为 72%。其中, 趋势自组织 7 段, 调整自组织仅 1 段; 剩余 3 段均为趋势在 60 个交易日以内的过渡状态。应用 LPPL 模型对这一区间的指数演化情况分别进行了样本内 (2005/06 ~ 2012/04) 和样本外 (2012/05 ~ 至今) 的建模, LPPL 模型共发出 8 次泡沫破裂信号, 统计结果如下:

表 4: 具体泡沫状态划分情况

上行趋势泡沫	下行趋势泡沫	横盘震荡泡沫	过渡状态
2005/06 ~ 2007/10	2007/10 ~ 2008/11	2009/07 ~ 2010/04	2010/04 ~ 2010/07
2008/11 ~ 2009/07	2011/04 ~ 2012/01		2010/11 ~ 2011/01
2010/07 ~ 2010/11	2012/05 ~ 2012/09		2010/01 ~ 2011/04
2012/01 ~ 2012/05			

资料来源: WIND、国信证券经济研究所整理

如果以

$$\frac{\text{成功发出正确信号的次数}}{\text{阶段行情的区间段数}} = \text{胜率}$$

来定义胜率的话, 2005 年 6 月以来 LPPL 模型发出了 8 次信号, 均正确判断了当期泡沫的破裂; 3 次无信号, 总胜率为 72%。

根据信号情况分类: 趋势小于 60 个交易日且之后趋势发生改变的阶段被定义为无信号阶段; 趋势延续大于等于 60 个交易日, 每个阶段前 59 个交易日称为趋势积累阶段, 作为该趋势的 LPPL 模型拟合初始样本; 趋势延续大于等于 60 个交易日, 自 60 个交易日起至趋势结束的时间区间为信号触发阶段。

模型整体时间空间推进方式: 从 2005 年 6 月开始, 先利用算法跟踪趋势, 即时判断趋势是否延续了 60 个交易日; 如果是, 则进入 LPPL 模型信号触发状态,

从趋势开始的第 60 个交易日起，每天输出模型特征参数，即三大指标工具：概率残差指数，临界时间指数和趋势发展频率指数。随着时间的推进，三大指标工具的动态特征也逐渐清晰。我们可以根据泡沫破裂准则来作为判断的主要依据之一。

考虑对上证指数持续期超过 60 个交易日的趋势建立 LPPL 模型。取主要趋势持续期中，上证指数的日收盘价的对数作为标的，根据随机搜索及 Levenberg-Marquardt 最优化方法进行 LPPL 模型的拟合。

泡沫发展时长与参考指数的关系

对于自组织泡沫，特别是对于趋势自组织泡沫，我们给出了两类型的参考指数：第一类是原始指数，特点是敏感，信息反应及时，但噪声较大。适用于相对较短的趋势自组织泡沫。第二类是去噪指数，特点是稳定，但信息反映速率较慢，但噪声较小。适用于相对较长的趋势自组织泡沫。

泡沫破裂敏感性分析

表 5： 各个泡沫阶段敏感性统计

行情运行区间	泡沫类型	泡沫破裂距高低点 时间间隔/交易日	泡沫破裂信号 相对高低点位置
2005/06 ~ 2007/10	泡沫	9	右侧
2007/10 ~ 2008/11	负泡沫	10	右侧
2008/11 ~ 2009/07	泡沫	5	左侧
2009/07 ~ 2010/04	反转泡沫(横盘调整)	8	右侧
2010/07 ~ 2010/11	泡沫	5	右侧
2011/04 ~ 2012/01	负泡沫	9	右侧
2012/01 ~ 2012/06	泡沫	21	右侧
2012/05 ~ 2012/09	负泡沫	1	左侧

资料来源：WIND、国信证券经济研究所整理

基于泡沫破裂理论的择时策略

在 LPPL 理论基础上，日线频率下，我们可以按照如下步骤进行择时。

1 自组织状态确认期：通过 60 个交易日的观察，来判断是否已经进入趋势泡沫自组织；

2 LPPL 模型对趋势自组织的监控期：60 个交易日的趋势形成之后，顺势做多或空仓；

3 泡沫破裂之后：如果前面做多，则平仓；如果前面空仓，则做多。

4 后泡沫破裂修正期：趋势泡沫破裂之后其实有三种可能。其一，开始积累反向的泡沫；其二，60 个交易日以内的过渡状态；其三，60 个交易日以上的自组织调整状态。策略层面上讲，泡沫破裂之后即开始反向操作，但我们需要分以上三种情况来讨论修正期的实时操作策略。

(1) 如果的确开始反向泡沫，则坚持反向操作即可；

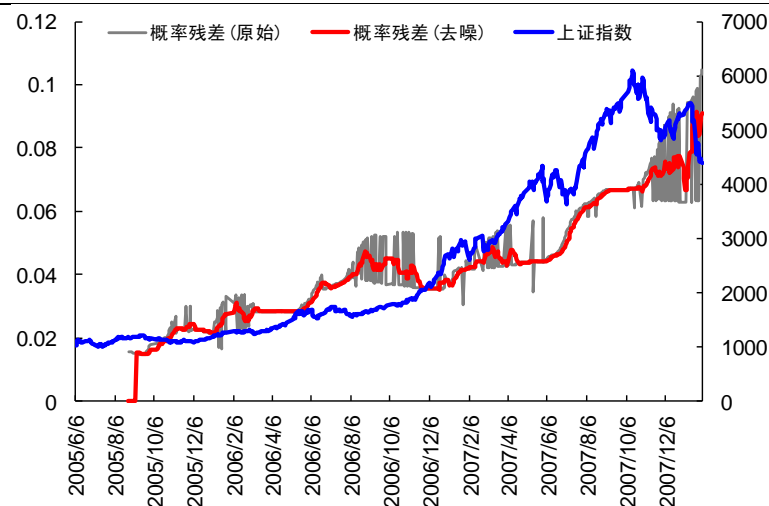
(2) 如果出现 60 个交易日以内的过渡状态，无论过渡状态趋势方向如何，在过渡状态内，仍坚持之前的反向操作，但过渡状态完毕后，要按照过渡状态方向相反的趋势进行操作；

(3) 如果出现自组织调整状态，则在自组织调整状态期间乃至完毕之后，坚持与之前趋势自组织状态相反的方向操作。

样本内：第一段 ~ 第七段

第一段：2005 年 6 月到 2007 年末

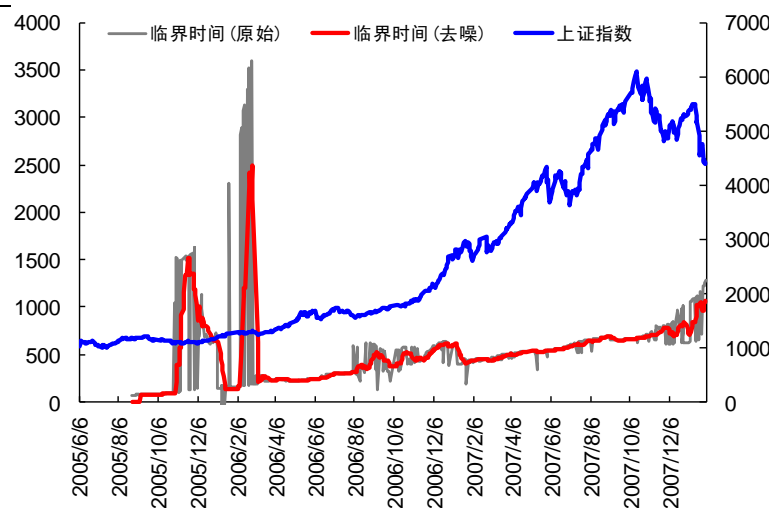
图 16: 概率残差指数



资料来源：WIND、国信证券经济研究所整理

可以看到，红色的去噪概率残差在 2007/10/29 时开始陡然向上波动，代表着这轮“充满泡沫的大牛市”的终结。概率残差发出的泡沫破裂信号为右侧信号。如果我们仔细观察概率残差指数的微观结构走势，不难发现，实际上在 2006 年 5 月底和 2007 年 6 月初还发出过两次泡沫破裂信号，但有趣的是，之后仅仅是一个短期的调整，也就是过渡状态；然后便反身向上，继续上攻。

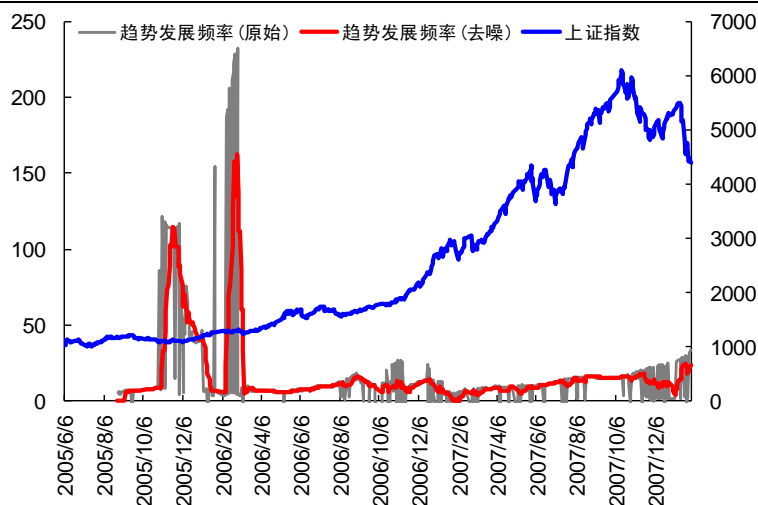
图 17: 临界时间指数



资料来源：WIND、国信证券经济研究所整理

临界时间指数方面，只有在 2007/10/29 日的陡然上升信号是明确的，在此之前并没有泡沫破裂的信号出现。这也从某个侧面印证了前面的两次概率残差所发出的信号接着的只是一个短期的调整。

图 18: 趋势发展频率指数

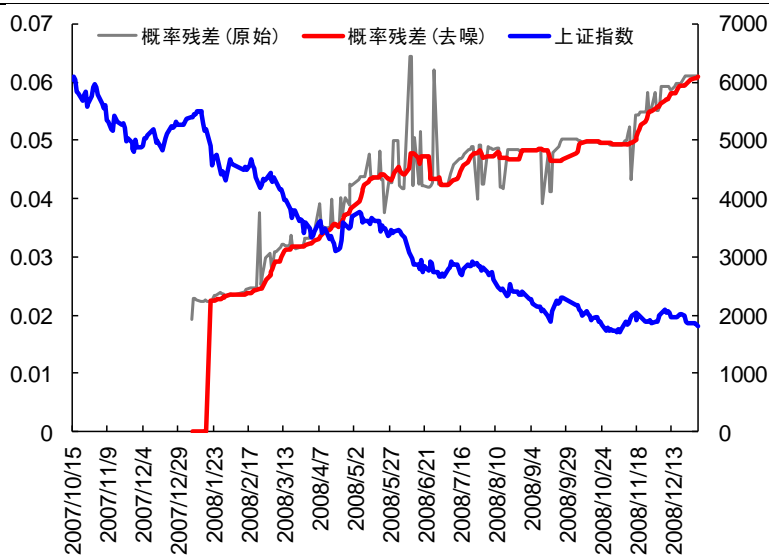


资料来源：WIND、国信证券经济研究所整理

从趋势发展频率指数来看，结论与临界时间指数大致相同。只有 2007/10/29 陡然上升然后迅速下降的信号是明显的。综上所述，三大指数均在 2007/10/29 当天发出了泡沫破裂信号，信号十分强烈。即使泡沫处于历史最高点右侧破裂，也能帮助我们规避掉 5748 点以下的损失。

第二段：2007 年 10 月到 2008 年末

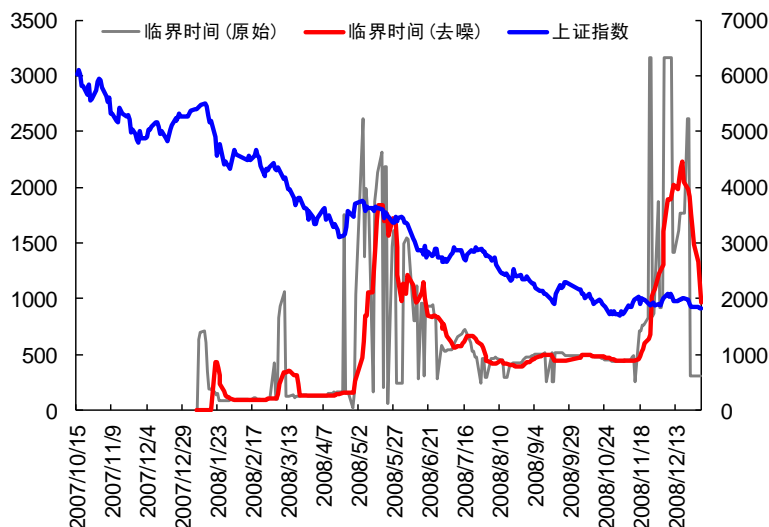
图 19: 概率残差指数



资料来源：WIND、国信证券经济研究所整理

去噪概率残差指数于 2008/11/18 陡然上升，发出泡沫破裂信号。该信号为右侧信号。

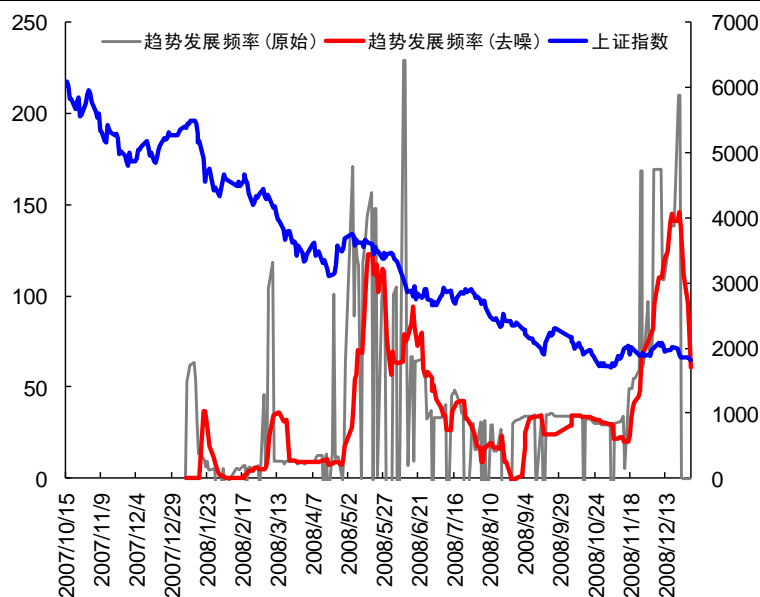
图 20: 临界时间指数



资料来源：WIND、国信证券经济研究所整理

临界时间指数在 2008/11/18 同时陡然上升，发出了负泡沫破裂的信号。但在此之前，2008 年的 5 月初也发出了信号，不过之后仅仅是短期的反弹，为过渡状态。概率残差指数在 08 年 5 月并没有发出信号也说明了这一点。

图 21: 趋势发展频率指数

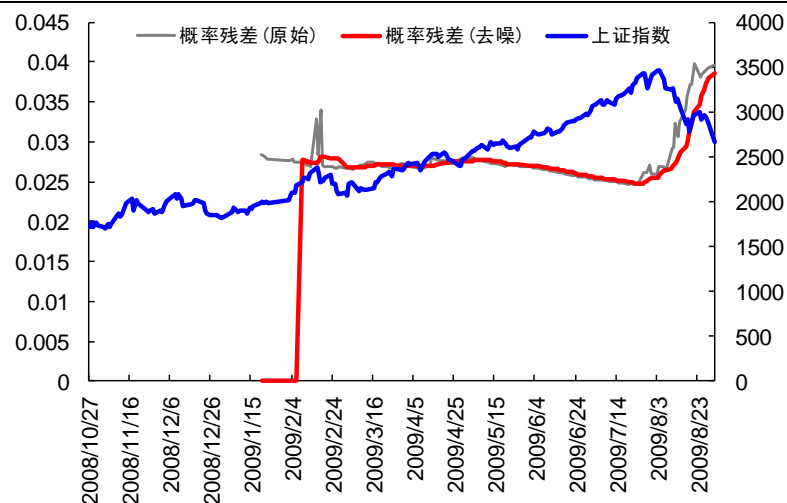


资料来源：WIND、国信证券经济研究所整理

与临界时间指数类似，趋势发展频率指数在 2008/11/18 开始陡然向上，三大指标共振，显示负泡沫于当天破裂。虽然在 08 年 5 月初临界时间和趋势发展频率指数发出信号，但由于缺乏概率残差指数的信号，使得该段仅以短期的反弹而告终。08 年大熊市的负泡沫破裂信号为右侧信号，发生信号时收盘点位在 1902 点。

第三段：2008 年 10 月到 2009 年中期

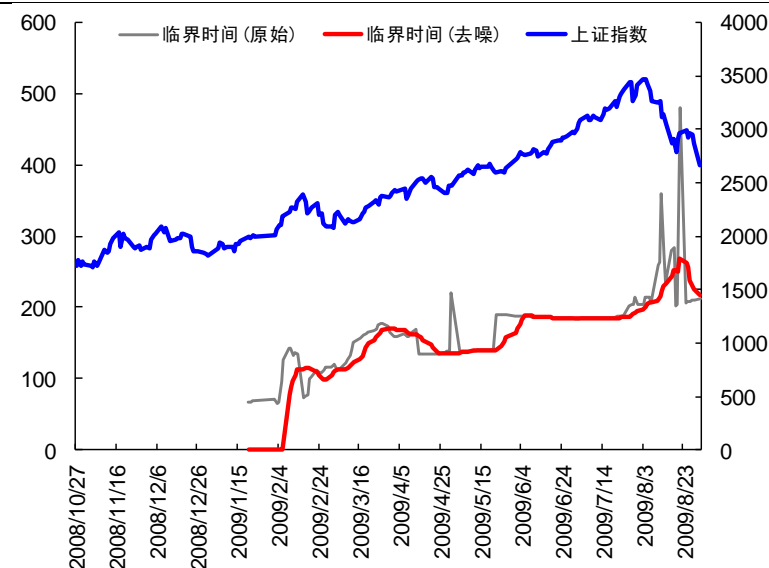
图 22: 概率残差指数



资料来源：WIND、国信证券经济研究所整理

09年牛市泡沫中,概率残差指数自2月起便开始稳定在 $[0.025, 0.03]$ 的区间范围内,直至2009/7/28日,去噪概率残差指数开始陡然上升,如此长期稳定的泡沫在这一日终结,宣告了09年泡沫牛市的结束。因为泡沫早已发展成熟,所以不出意料之外,该信号为左侧信号。

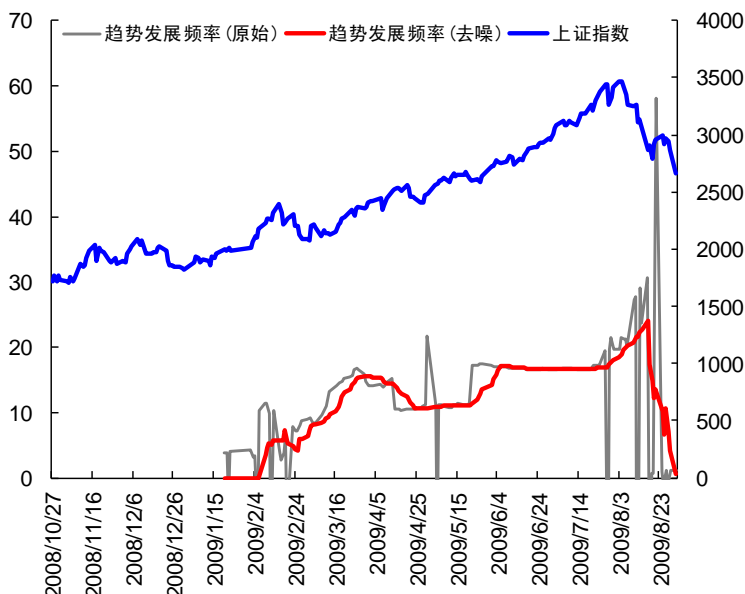
图 23: 临界时间指数



资料来源：WIND、国信证券经济研究所整理

临界时间指数显示,自2009年6月起,泡沫就已经成熟,并且临界时间稳定在 $[185, 187]$ 个交易日波动。2009/7/28,临界时间指数陡然上升,宣告牛市泡沫破裂。有趣的是,从08年10月最低点算起,到2009/7/28,刚好187个交易日。

图 24: 趋势发展频率指数

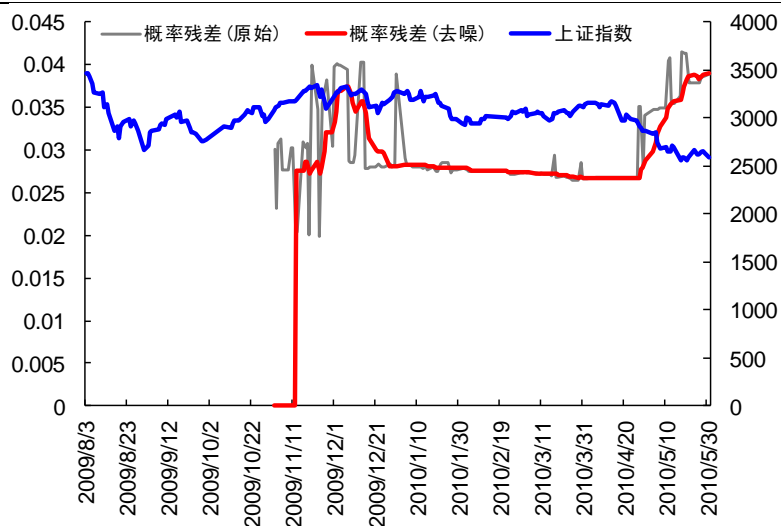


资料来源：WIND、国信证券经济研究所整理

趋势发展频率指数与临界时间指数一致。显示泡沫于6月初已经发展完备，2009/7/28 泡沫破裂，牛市结束。虽然最高点在泡沫破裂之后的5个交易日，但是趋势泡沫结构在最高点5个交易日之前就告诉我们上行趋势已经不复存在。显然，这一次由于泡沫发展速度很快，6月初就发展完毕，所以为左侧信号。

第四段：2009年8月到2010年中期

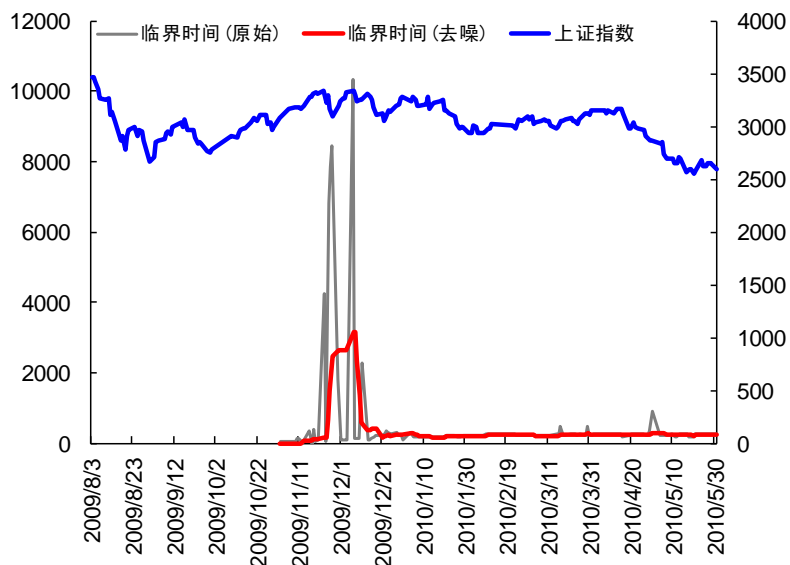
图 25: 概率残差指数



资料来源：WIND、国信证券经济研究所整理

去噪概率残差指数显示，该指数从09年12月开始就在很小的区间内做窄幅震荡，并于2010/4/28 陡然上升，从而宣告之前的调整自组织——反转泡沫结构的破裂。

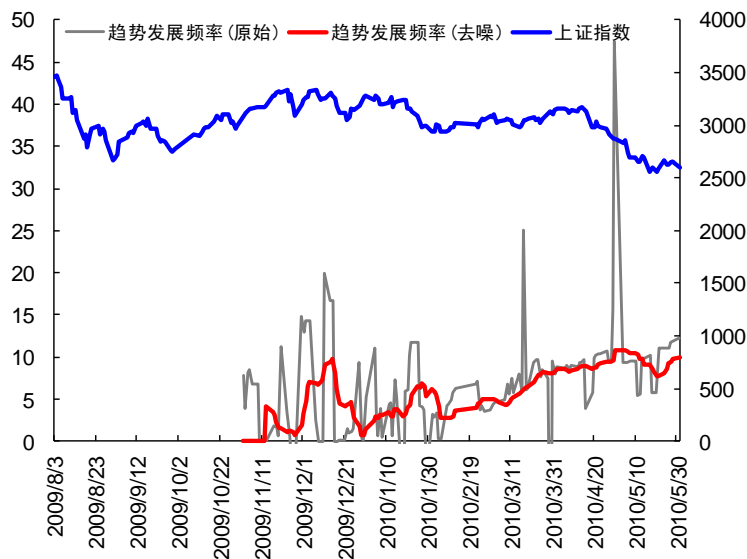
图 26: 临界时间指数



资料来源：WIND、国信证券经济研究所整理

相较而言，临界时间指数则表现平稳许多。该指数同样显示自09年12月起泡沫便发展成熟，原始临界时间指数在2010/4/30日陡然上升，进一步确认了2010/4/28日概率残差指数的信号是有效的。

图 27: 趋势发展频率指数

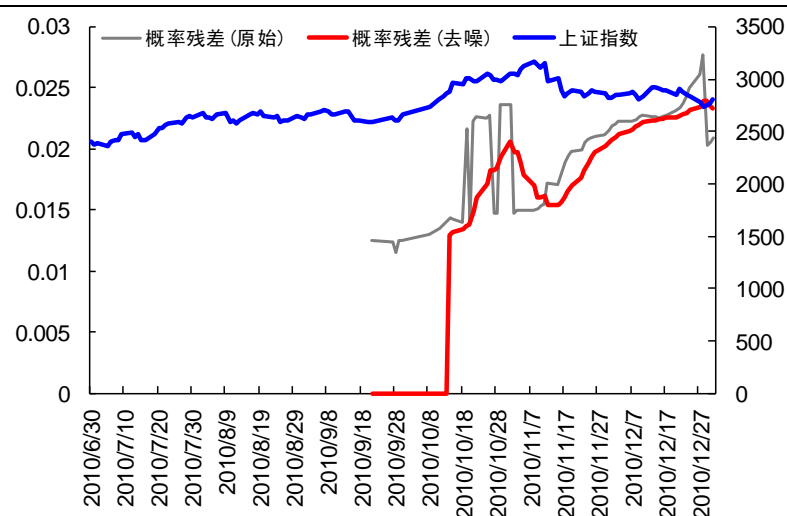


资料来源：WIND、国信证券经济研究所整理

原始趋势发展频率指数与临界时间指数在泡沫破裂时间点上的信号类似。也是于2010/4/30陡然上升，确认了2010/4/28的概率残差指数的泡沫破裂信号是有效的。

第五段：2010年7月到2010年末

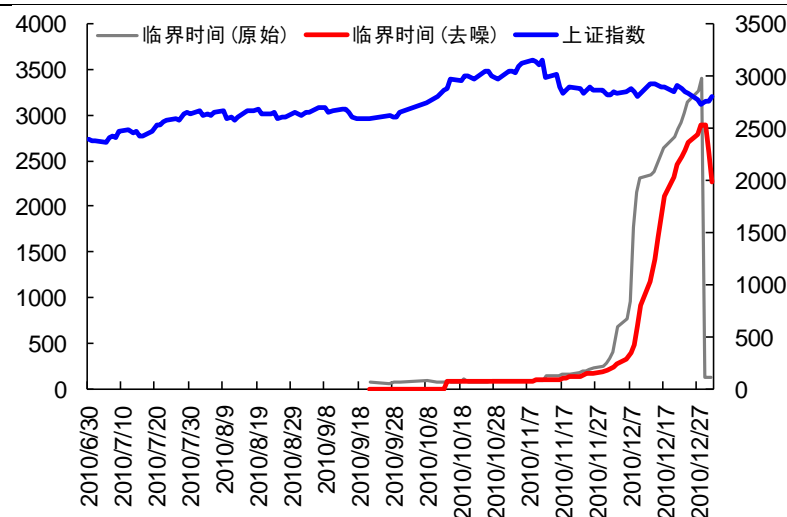
图 28: 概率残差指数



资料来源：WIND、国信证券经济研究所整理

在 10 年后半年的泡沫牛市中，概率残差指数所显示的噪声比较大，所以，即便红色的去噪概率残差指数也没有完全去掉局部噪声。从原始概率残差指数中，我们可以用数据解构的方法，提取出信息项，从而得到概率残差指数陡然上升的实际日期为 2010/11/15 日。即泡破于 2010/11/15 日破裂。

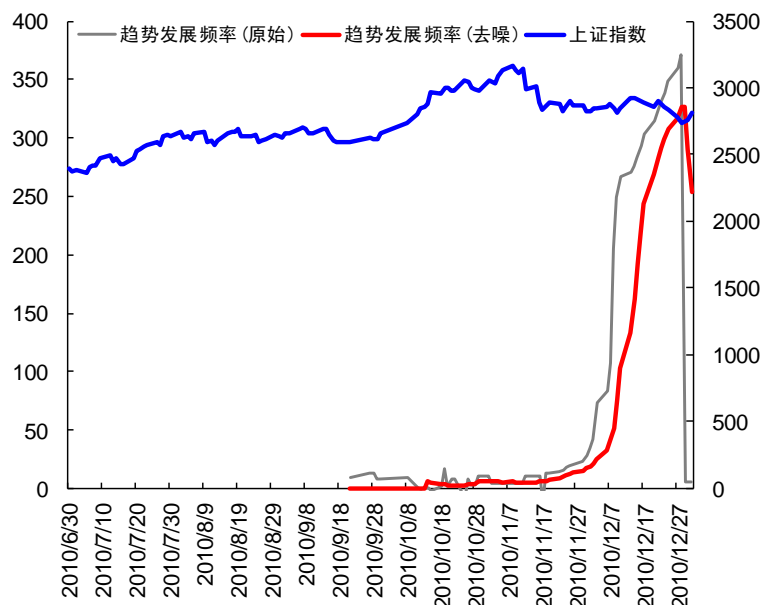
图 29: 临界时间指数



资料来源：WIND、国信证券经济研究所整理

在临界时间方面，这一点则体现的十分明显。2010/11/15 日，临界时间指数的梯度突然迅速增加，显示上涨趋势泡沫破裂。而且，2010 年 11 月上旬，临界时间一直稳定在[89, 92]个交易日之间。从 2010 年 6 月 30 日的低点算起，至 2010/11/15 日，刚好 92 个交易日。本次泡沫成熟期较晚，11 月初才发展完备，到 11 月 15 日即破裂。所以这次的信号为右侧信号。

图 30: 趋势发展频率指数

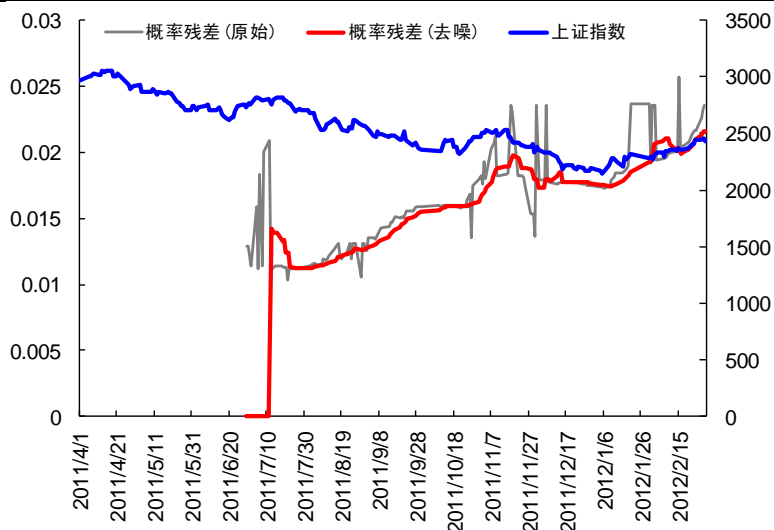


资料来源：WIND、国信证券经济研究所整理

趋势发展频率指数与临界时间指数类似，只是信号触发时间略有不同。趋势发展频率指数在2010/11/12日就陡然上升，不过因为当天只有该指数有泡沫破裂信号，故有待观察。2010/11/15日，即下一个交易日，临界时间指数泡沫破裂信号强烈，概率残差也发出信号，故最终泡沫破裂于这一天得以确认。

第六段：2011年4月到2012年1月

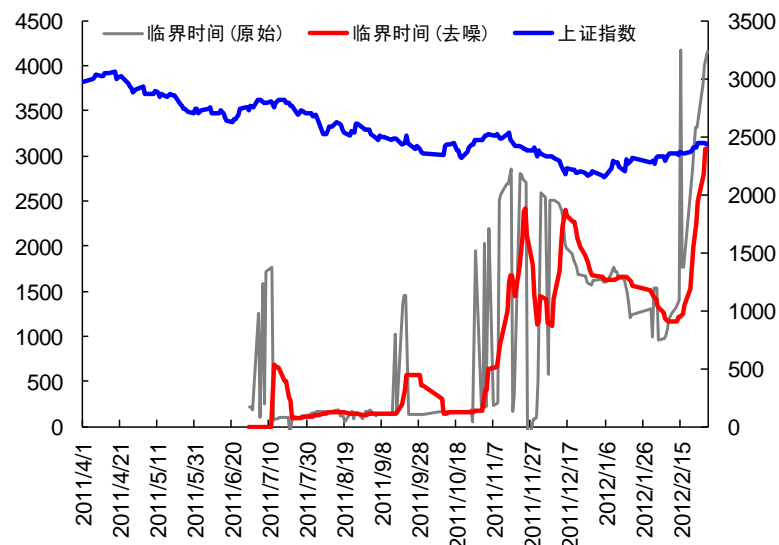
图 31: 概率残差指数



资料来源：WIND、国信证券经济研究所整理

概率残差指数显示，最明显的去噪残差信号出现在2012/1/18日，而原始概率残差指数也在两天后，2012/1/20日发出了负泡沫破裂信号。值得指出的是，在10月下旬，概率残差也曾发出过信号，但是最后仅以短暂的反弹而告终。

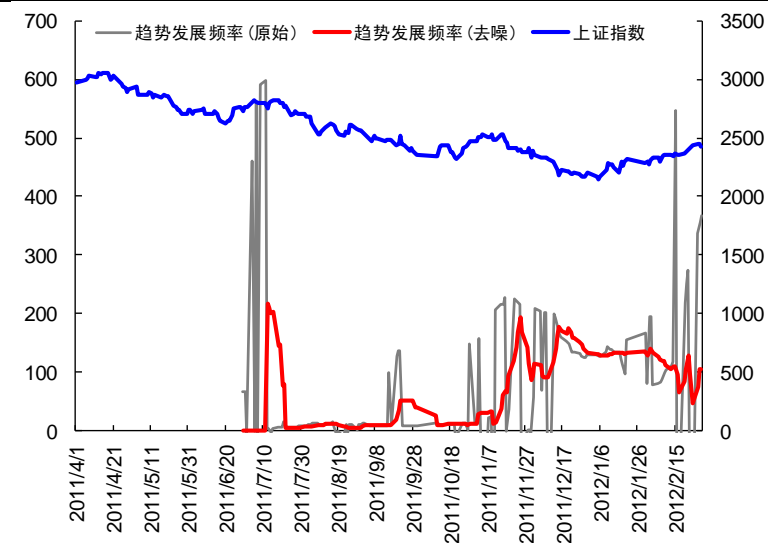
图 32: 临界时间指数



资料来源: WIND、国信证券经济研究所整理

临界时间指数显示, 11 年下跌负泡沫共有两次明确的信号: 第一次在 10 月底, 第二次在 2012/1/18 日。在 11 年 10 月底第一次信号发出时, 我们注意到 10 月底之前, 临界时间在[164, 179]个交易日附近波动, 而当时距离 11 年内 4 月的高点仅有 130 个交易日, 故虽然负泡沫已经发展成熟, 但负泡沫在发展的时间长度上还达不到临界时间长期处于稳定状态的理想波动区间范围, 所以 10 月底最多也就是短期的反弹, 即过渡结构。而从 11 年 4 月高点至 2012 年 1 月 6 日低点, 刚好 179 个交易日。时间上满足了负泡沫成熟期的理想波动范围, 因此我们判断三大指数在 2012/1/18 日共振所发出的信号为真实的泡沫破裂信号。此次信号为右侧信号。

图 33: 趋势发展频率指数



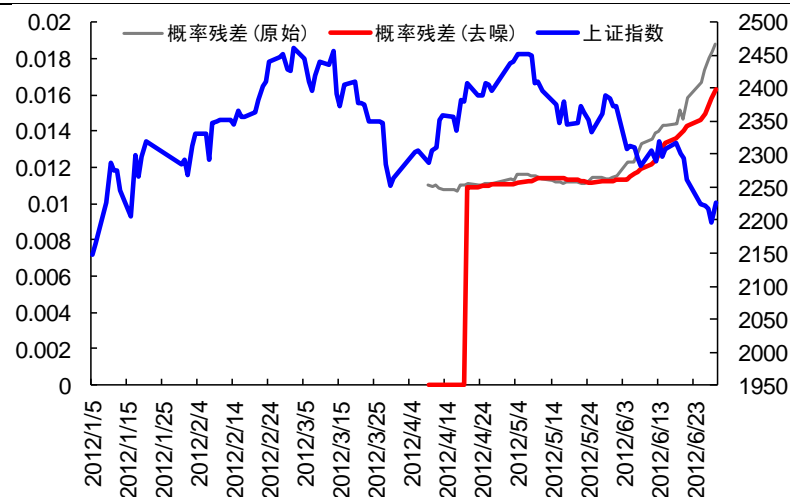
资料来源: WIND、国信证券经济研究所整理

趋势发展频率指数与临界时间指数类似, 在 10 月底和 2012/1/18 日共发出两次信号。但综合判断我们认为从负泡沫发展时间上 2012/1/18 日的信号为负泡沫

破裂信号。

第七段：2012 年 1 月到 2012 年中期

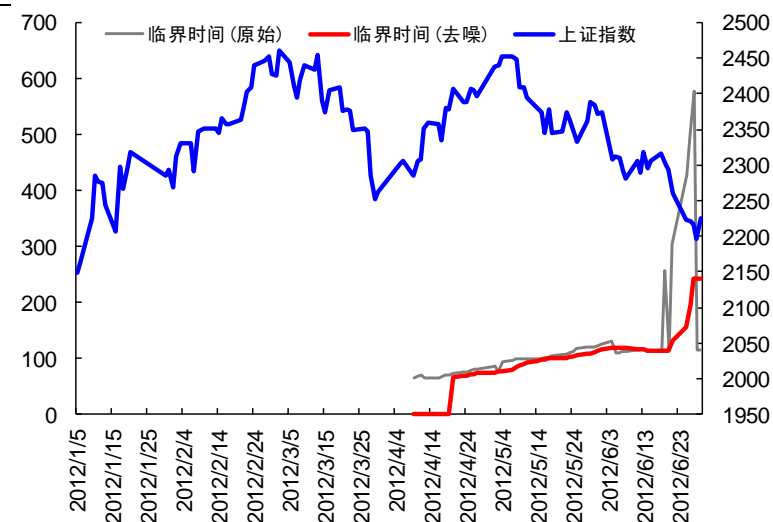
图 34: 概率残差指数



资料来源：WIND、国信证券经济研究所整理

如同 2009 年一样，2012 年上半年的牛市泡沫早在 4 月初就发展成熟了。并且在 2012/6/4 日发出强烈的泡沫破裂信号。虽然离 5 月高点比较远，但其实直到 5 月底，上升趋势的泡沫仍然维持的很好。下面在临界时间指数部分会有更详细的证据说明。

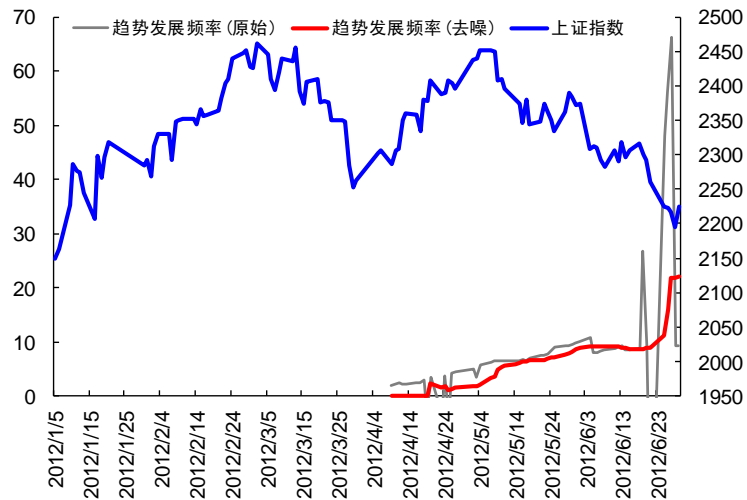
图 35: 临界时间指数



资料来源：WIND、国信证券经济研究所整理

临界时间指数也早在 4 月初就监测到泡沫的成熟。并且在 5 月时，临界时间稳定在[97, 103]个交易日内做窄幅波动。神奇的事情再一次出现，从 1 月 6 日到 6 月 4 日泡沫破裂，大盘共经历了 98 个交易日。临界指数方面强烈的信号，以及时间长度上的匹配也确认了泡沫的破裂。

图 36: 趋势发展频率指数



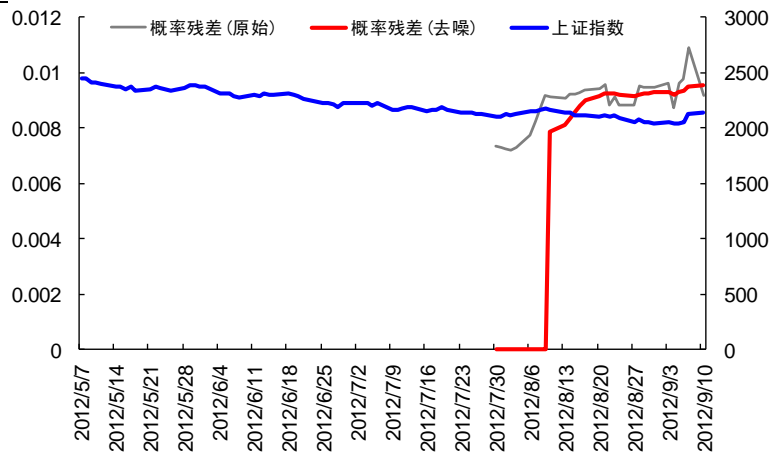
资料来源: WIND、国信证券经济研究所整理

趋势发展频率指数也在 2012/6/4 日发出信号,但之前泡沫成熟期的稳定性略微差些。三大指数在 6 月 4 日发出泡沫破裂信号,宣告上涨泡沫的破裂。

样本外

第八段: 2005 年 5 月到 2012 年 9 月

图 37: 概率残差指数

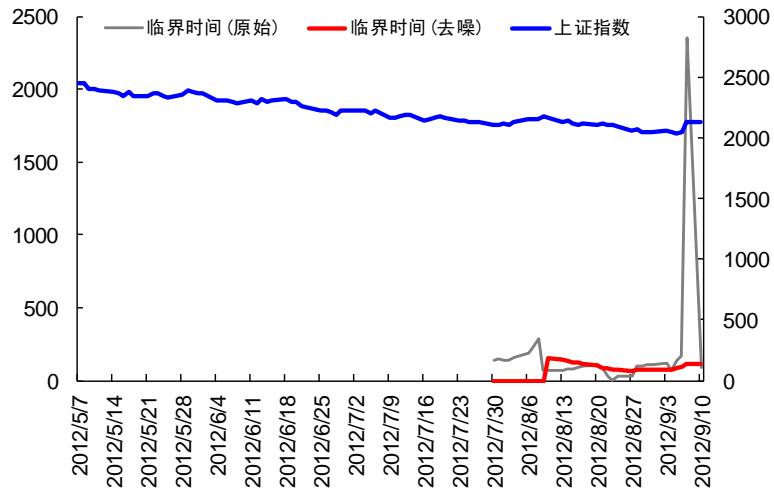


资料来源: WIND、国信证券经济研究所整理

截至 9 月初,由于本身运行时间长度比较短,所以主要考察原始概率残差指数。

自 8 月初至 9 月 3 日,概率残差在 $[0.007, 0.009]$ 之间波动,9 月 4 日发出泡沫破裂信号。下面在临界时间指数和趋势发展频率指数部分会有进一步的说明。如果 9 月 5 日为最低点,则该信号为左侧信号。

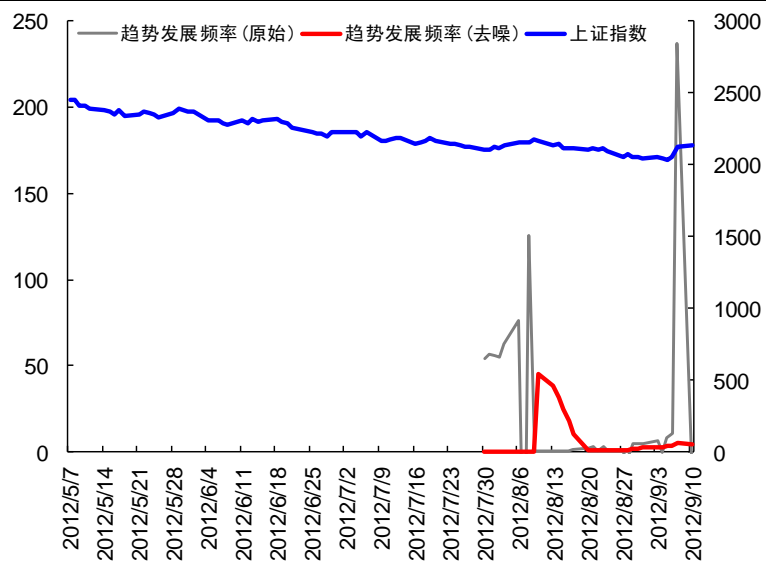
图 38: 临界时间指数



资料来源: WIND、国信证券经济研究所整理

8月中旬至9月初, 原始临界时间指数在[82, 107]个交易日范围内窄幅波动, 显示负泡沫已经成熟; 9月4日临界时间指数发出负泡沫破裂信号, 并且, 从5月7日形成的高点算起, 至9月4日已有87个交易日。临界时间指数信号强烈。

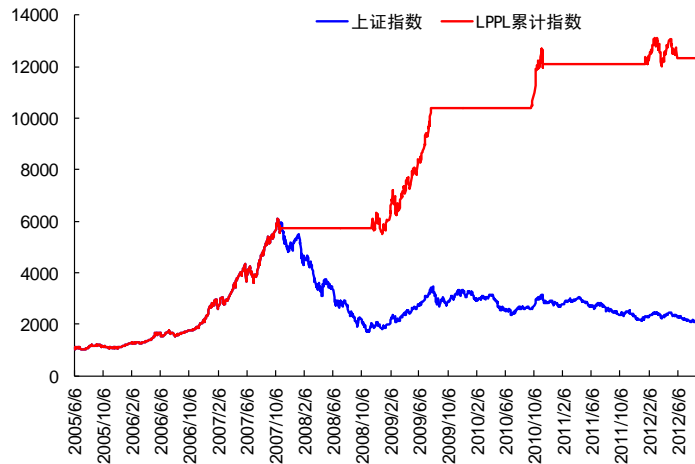
图 39: 趋势发展频率指数



资料来源: WIND、国信证券经济研究所整理

同临界时间指数类似, 趋势发展频率指数自8月9日至9月3日在[0, 6]之间窄幅波动, 9月4日发出负泡沫破裂信号。三大指标同时发出负泡沫破裂信号, 并且时间长度符合临界时间在负泡沫成熟状态的区间估计, 所以负泡沫于9月4日破裂。

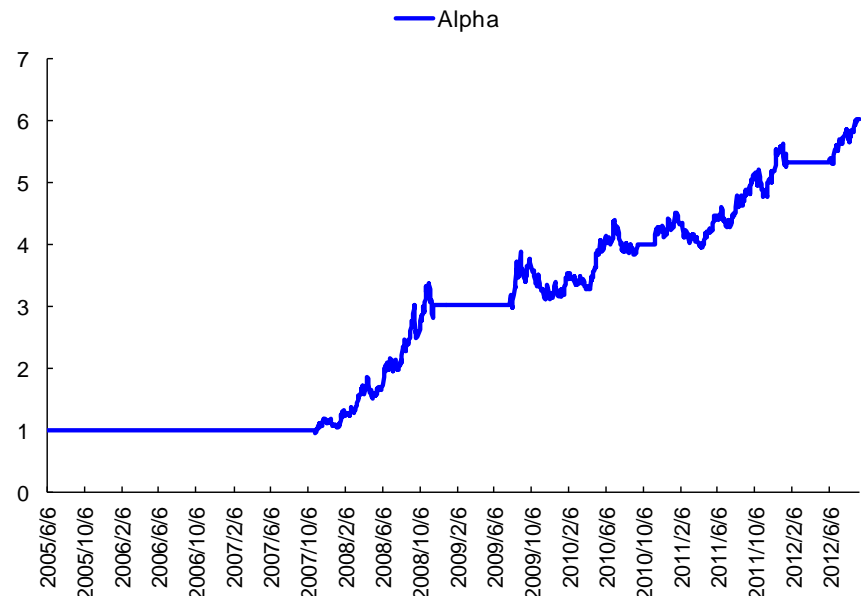
图 40: LPPL 模型 2005 年 6 月至 2012 年 9 月对上证指数的择时结果



资料来源: WIND、国信证券经济研究所整理

根据前面具体的 LPPL 模型择时策略, 我们把样本内外自 2005 年 6 月 6 日起的 LPPL 模型择时效果在此做一个连续的展示。按照 LPPL 模型的算法, 2005 年 6 月以来, 超过 60 个交易日的自组织泡沫行情共有 8 个波段, 其中有 4 个波段是上涨趋势泡沫; 3 个波段是下跌趋势负泡沫; 1 个波段是调整趋势反转泡沫。假设在仅能单边做多的情况下, LPPL 模型表现不俗。因为这里体现出了 LPPL 模型做大波段的优势。自 2005 年以来, 每个超过 60 个交易日的趋势大波段, LPPL 模型都有信号及时地捕捉到。截至 9 月 11 日收盘, 上证指数为 2120.55 点, LPPL 模型策略指数为 12785.83 点。

图 41: LPPL 模型 2005 年 6 月至 2012 年 9 月对上证指数择时 Alpha 的累计净值比



资料来源: WIND、国信证券经济研究所整理

可以看到, 自 07 年 10 月牛市结束以来, 熊市负泡沫占了大部分的时间段。真正可以做多的 60 个交易日以上的趋势泡沫行情屈指可数; 即便上升趋势泡沫出现, 所维持的平均时间长度也远小于下跌趋势负泡沫。在这样的市场环境下,

择时策略则显得尤为重要，因为择时策略的 Alpha 收益来自于对下跌趋势波段的分析和决策能力。07 年 10 月以来，A 股市场密集的下跌为评估择时策略提供了良好的背景。而基于泡沫破裂理论的 LPPL 模型择时策略，在这一段时间内，很好地规避了 60 个交易日以上的下跌趋势负泡沫行情。

表 6: LPPL 模型长周期择时的绩效统计

行情运行区间	Alpha 最大回撤	Sharpe Ratio	最近 87 个月年化收益
2007/10 ~ 2008/11	17.72%	2.97	41.46%
2009/07 ~ 2010/09	20.10%		
2010/11 ~ 2012/01	12.43%		
2012/06 ~ 2012/09	3.24%		

资料来源：WIND、国信证券经济研究所整理

相较于选股模型，胜率高的择时模型在年化收益方面具有更高的吸引力。LPPL 模型优点在于从价格当中提取了市场动态的微观结构，从一维到多维，并且这些微观结构是能够直接反映各方交易者的变动情况的。这也充分说明中国 A 股市场本身是一个复杂系统，在这个复杂系统中，自组织的现象十分明显。所以，将基于泡沫破裂理论的 LPPL 模型运用于 A 股市场有着广阔的前景。

国信证券投资评级

类别	级别	定义
股票 投资评级	推荐	预计 6 个月内，股价表现优于市场指数 20%以上
	谨慎推荐	预计 6 个月内，股价表现优于市场指数 10%-20%之间
	中性	预计 6 个月内，股价表现介于市场指数±10%之间
	回避	预计 6 个月内，股价表现弱于市场指数 10%以上
行业 投资评级	推荐	预计 6 个月内，行业指数表现优于市场指数 10%以上
	谨慎推荐	预计 6 个月内，行业指数表现优于市场指数 5%-10%之间
	中性	预计 6 个月内，行业指数表现介于市场指数±5%之间
	回避	预计 6 个月内，行业指数表现弱于市场指数 5%以上

分析师承诺

作者保证报告所采用的数据均来自合规渠道，分析逻辑基于本人的职业理解，通过合理判断并得出结论，力求客观、公正，结论不受任何第三方的授意、影响，特此声明。

风险提示

本报告版权归国信证券股份有限公司（以下简称“我公司”）所有，仅供我公司客户使用。未经书面许可任何机构和个人不得以任何形式使用、复制或传播。任何有关本报告的摘要或节选都不代表本报告正式完整的观点，一切须以我公司向客户发布的本报告完整版本为准。本报告基于已公开的资料或信息撰写，但我公司不保证该资料及信息的完整性、准确性。本报告所载的信息、资料、建议及推测仅反映我公司于本报告公开发布当日的判断，在不同时期，我公司可能撰写并发布与本报告所载资料、建议及推测不一致的报告。我公司或关联机构可能会持有本报告中所提到的公司所发行的证券头寸并进行交易，还可能为这些公司提供或争取提供投资银行业务服务。我公司不保证本报告所含信息及资料处于最新状态；我公司将随时补充、更新和修订有关信息及资料，但不保证及时公开发布。

证券投资咨询业务的说明

证券投资咨询业务是指取得监管部门颁发的相关资格的机构及其咨询人员为证券投资者或客户提供证券投资的相关信息、分析、预测或建议，并直接或间接收取服务费用的活动。

证券研究报告是证券投资咨询业务的一种基本形式，指证券公司、证券投资咨询机构对证券及证券相关产品的价值、市场走势或者相关影响因素进行分析，形成证券估值、投资评级等投资分析意见，制作证券研究报告，并向客户发布的行为。

国信证券经济研究所团队成员

宏观			固定收益			策略		
周炳林	0755-82130638		赵婧	021-60875168		黄学军	021-60933142	
崔嵘	021-60933159					林丽梅	021-60933157	
张嫿	0755-82133259					技术分析		
李智能	0755-22940456					闫莉	010-88005316	
沈瑞	0755-82132998-3171							
交通运输			机械			商业贸易		
郑武	0755-82130422		郑武	0755-82130422		孙菲菲	0755-82130722	
陈建生	0755-82133766		陈玲	021-60875162		常伟	0755-82131528	
岳鑫	0755-82130432		杨森	0755-82133343				
糜怀清	021-60933167		后立尧	010-88005327				
汽车及零配件			钢铁及新材料			房地产		
左涛	021-60933164		郑东	010-66025270		区瑞明	0755-82130678	
			陈健	010-88005308		黄道立	0755-82133397	
						刘宏	0755-22940109	
基础化工及石化			医药			计算机及电子		
刘旭明	010-88005382		贺平鸽	0755-82133396		段迎晨	0755-82130761	
张栋梁	0755-82130532		丁丹	0755-82139908		高耀华	010-88005321	
吴琳琳	0755-82130833-1867		杜佐远	0755-82130473		欧阳仕华	0755-82151833	
朱振坤	010-88005317		胡博新	0755-82133263				
			刘勃	0755-82133400				
传媒			有色金属			电力及公共事业		
陈财茂	010-88005322		彭波	0755-82133909		谢达成	021-60933161	
刘明	010-88005319		徐张红	0755-22940289				
非银行金融			轻工			建筑工程及建材		
邵子钦	0755-82130468		李世新	0755-82130565		邱波	0755-82133390	
田良	0755-82130470		邵达	0755-82130706		刘萍	0755-82130678	
童成墩	0755-82130513					马彦	010-88005304	
家电及通信			电力设备			食品饮料		
王念春	0755-82130407		杨敬梅	021-60933160		黄茂	0755-82138922	
程成	0755-22940300					龙飞	0755-82133920	
旅游			农业			电子		
曾光	0755-82150809		杨天明	021-60875165		刘翔	021-60875160	
钟潇	0755-82132098		赵钦	021-60933163				
新能源			基金评价与研究			金融工程		
张弢	010-88005311		杨涛	0755-82133339		戴军	0755-82133129	
银行			康亢	010-66026337		林晓明	0755-82136165	
王婧			李腾	010-88005310		秦国文	0755-82133528	
纺织服装及日化			刘洋	0755-82150566		张璐楠	0755-82130833-1379	
朱元	021-60933162		潘小果	0755-82130843		周琦	0755-82133568	
			蔡乐祥	0755-82130833-1368		郑亚斌	021-60933150	
			钱晶	0755-82130833-1367		陈志岗	0755-82136165	
						马瑞清	0755-22940643	
						吴子昱	0755-22940607	

国信证券机构销售团队

华北区（机构销售一部）			华东区（机构销售二部）			华南区（机构销售三部）		
王立法	010-66026352 13910524551 wanglf@guosen.com.cn		盛建平	021-60875169 15821778133 shengjp@guosen.com.cn		魏 宁	0755-82133492 13823515980 weining@guosen.com.cn	
王晓健	010-66026342 13701099132 wangxj@guosen.com.cn		黄胜蓝	021-60875166 13761873797 huangsl@guosen.com.cn		邵燕芳	0755-82133148 13480668226 shaoyf@guosen.com.cn	
李文英	010-88005334 13910793700 liwying@guosen.com.cn		郑 毅	021-60875171 13795229060 zhengyi@guosen.com.cn		段莉娟	0755-82130509 18675575010 duanlj@guosen.com.cn	
赵海英	010-66025249 13810917275 zhaohy@guosen.com.cn		叶琳菲	021-60875178 13817758288 yelf@guosen.com.cn		郑 灿	0755-82133043 13421837630 zhengcan@guosen.com.cn	
原 玮	010-88005332 15910551936 yuanyi@guosen.com.cn		孔华强	021-60875170 13681669123 konghq@guosen.com.cn		甘 墨	0755-82133456 15013851021 ganmo@guosen.com	
甄 艺	010-66020272 18611847166		刘 塑	021-60875177 13817906789 liusu@guosen.com.cn		徐 冉	0755-82130655 13923458266 xuran1@guosen.com.cn	
杨 柳	18601241651 yangliu@guosen.com.cn		崔鸿杰	021-60933166 13817738250 cuihj@guosen.com.cn		颜小燕	0755-82133147 13590436977 yanxy@guosen.com.cn	
王耀宇	18601123617		李 佩	021-60875173 13651693363 lipei@guosen.com.cn		赵晓曦	0755-82134356 15999667170 zhaoxxi@guosen.com.cn	
陈孜譞	18901140709		汤静文	021-60875164 13636399097 tangjingwen@guosen.com.cn		梁 丹	15107552991	
			梁轶聪	021-60873149 18601679992 liangyc@guosen.com.cn				