

文章编号:1000-6788(2006)04-0032-12

# 有效证券市场的理性泡沫与股票内在价值的信息滤波

邹辉文<sup>1,2</sup>

(1. 福州大学管理学院, 福建 福州 350002; 2. 东华理工学院数学与信息科学学院, 江西 抚州 344000)

**摘要:** 对有效证券市场上理性泡沫的产生条件、度量方法和形成原因进行了分析;并对我国股市的泡沫进行了相应的实证分析.在上述研究的基础上,探讨了与度量股市泡沫相反的问题,即如何从股票价格的波动中滤去泡沫从而识别出股票内在价值的信息.用 Kalman 滤波方法对股票内在价值进行信息滤波与预测.

**关键词:** 股票内在价值;无套利定价;股市泡沫;Kalman 信息滤波

**中图分类号:** F830.9; F832.48; O29

**文献标识码:** A

## Rational Bubble in Efficient Stock Markets and the Information Filter of Stock Value

ZOU Hui-wen<sup>1,2</sup>

(1. School of Management, Fuzhou University, Fuzhou, Fujian 350002, China; 2. School of Mathematics and Information Science, East China Institute of Technology, Fuzhou, Jiangxi 344000, China)

**Abstract:** The producing conditions, measurement methods and forming reasons of the rational bubble in efficient stock markets were discussed. The corresponding empirical analysis for the bubbles in Chinese stock market was made. On the basis of the above studies, the problem reversed to the measurement of the bubbles in stock markets was discussed, i. e., how to distinguish stocks value from the stock prices with the bubbles filtered. The method of Kalman filter to filter and forecast the information of stocks value from the stock prices was first introduced.

**Key words:** stock value; no arbitrage asset price; stock market bubble; Kalman information filter

### 1 引言

泡沫经济是金融开放和金融自由化过程中出现的一种经济现象,是产生经济危机的重要根源.泡沫一旦破灭,经济危机就有可能随之而来.1990年的日本、1994年的墨西哥、以及1997年的东南亚都留下了泡沫经济破裂的累累伤痕,这不仅给这些国家和地区的经济造成巨大的伤害,而且波及到世界其它国家和地区.股票是泡沫经济的主要载体之一,资产定价泡沫是诱发泡沫经济的重要因素,不断膨胀的资产定价泡沫是出现泡沫经济的先兆<sup>[1]</sup>.因此,对股市泡沫的研究就具有重要的理论与实践意义.

国内外的学者对股市泡沫进行了大量的研究,并从不同的角度对股市泡沫进行分类. Hamilton<sup>[2]</sup> (1986)将股市泡沫分为确定性泡沫和随机性泡沫;而随机性泡沫又分为两种:连续再生性泡沫与崩溃性泡沫. Blanchard 和 Fisher<sup>[3]</sup> (1989)从泡沫发展演变的过程出发,将泡沫分为三种:永恒膨胀型、爆炸型和消除型(eliminating bubble). Froot 和 Obstfeld<sup>[4]</sup> (1991)从泡沫形成的原因角度,将泡沫分为二种:内在泡沫和外在泡沫. Blanchard 和 Watson<sup>[5]</sup> (1982)以经济主体的理性行为和市场有效性为前提,将泡沫划分为理性泡沫和非理性泡沫.这种划分已经得到了研究泡沫理论的绝大多数经济学家的认可<sup>[6]</sup>.

关于股市泡沫的研究一般按两个方向展开:1)在局部均衡或一般均衡框架下,研究股市泡沫对实体经济的影响<sup>[1,4,7-13]</sup>.主要回答泡沫是否能够存在;如果存在,对实体经济、金融体系的影响如何,尤其是对资

收稿日期:2004-10-11

资助项目:中国博士后科学基金(2003034280),江西省自然科学基金(03yi10)

作者简介:邹辉文,男(1959-),福州大学管理学院教授,博士后,研究方向:金融市场与投资理论.

本存量、消费和长期经济增长率的影响。2) 研究股市泡沫的存在性、存在的原因和动态演变过程,并试图给出泡沫的度量方法和经验上的证据<sup>[14-23]</sup>。

本文关注泡沫研究的第二个方向。该方向的研究更多侧重于测量股市中是否存在泡沫以及泡沫的大小。由于股市价格波动的无序性和泡沫产生的随机性,到目前为止,人们还只能测量理性泡沫,对于非理性泡沫则无能为力<sup>[6]</sup>。这是因为在测量泡沫时,由于哪些是理性泡沫,哪些是非理性泡沫,二者之间没有一个明确的界限,因而难以判断。本文将在国内外已有的研究结果的基础上,深入剖析理性泡沫的产生条件、形成原因和基本度量方法,并对我国的股市泡沫进行了相应的实证分析,即通过可观测的股票价格  $P_t$  减去经估算的股票内在价值  $V_t$  而求得股市泡沫  $B_t = P_t - V_t$ 。另外,目前还有一个相反的问题没有人涉及,即如何从股票价格的波动中滤去泡沫从而识别出股票内在价值的信息,亦即通过  $P_t$  滤去泡沫  $B_t$  而求得股票内存价值估计值  $V_t = P_t - B_t$ 。本文试图讨论这一相反的问题。

本文的结构如下:第二节对有效证券市场上理性泡沫的产生条件、度量方法和形成原因进行了分析;并对我国股市的泡沫进行了相应的实证分析。第三节在上述研究的基础上,运用 Kalman 滤波方法,探讨了与度量股市泡沫相反的问题,即如何从股票价格的波动中滤去泡沫从而识别出股票内在价值的信息。

## 2 有效证券市场的理性泡沫

### 2.1 理性泡沫的涵义

根据《新帕尔格雷夫经济学大辞典》的解释,所谓泡沫,是指一种资产价格在一个连续的过程中急剧上涨,这种初始的价格上涨又会使人产生还要涨价的预期,于是吸引新的投机买主,使价格不断上升直至逆转,价格又暴跌的过程。据此,股市的一般泡沫,就是指股票价格严重背离其内在价值暴涨,然后再暴跌的过程,可以用股票价格与股票内在价值之差来衡量。

根据 Blanchard 和 Watson<sup>[5]</sup> (1982) 的泡沫分类,我们把在有效证券市场上产生的泡沫称为理性泡沫。理性泡沫意味着,尽管存在泡沫,但不存在明显的套利机会,而且投资者的预期投资回报率不会因为泡沫的存在而受影响。换言之,不管股市是否存在泡沫,股票的期望回报率是相同的,这是理性泡沫区别于非理性泡沫的特征。而非理性泡沫的产生是投资者非理性行为的结果,非理性泡沫的出现将使得投资者可获得的预期回报率受到影响。下面给予较正式的说明。

有效证券市场是以满足以下条件的证券市场为前提的:1) 整个市场没有摩擦,即不存在交易成本和税收;所有资产完全可分割、交易;没有限制性规定(如无卖空限制,等等);2) 整个市场完全竞争,所有市场参与者都是价格的接受者;3) 信息成本为零;所有市场参与者同时接受信息;4) 所有市场参与者都是理性的,并且追求效用最大化。

假设证券市场上有两类资产,一类是无风险资产如政府债券,另一类是风险资产如股票,令  $P_t$  为股票价格,  $d_t$  为股利,  $r_f$  为无风险收益率(债券的实际利率),并设  $r_f$  不随时间变化。在有效证券市场上,当股票的预期收益率高于无风险资产收益率时,由于市场无摩擦,投资者通过大量买进股票而卖空无风险资产,就能实现既不花成本,又不承担风险地套利。由于信息完善畅通,每一位理性的追求效用最大化的投资者都将争先恐后地利用这一机会,都愿意投入无限量的资金通过买卖同种可套利的资产组合而获利。由于市场是完全竞争的,大量投资者的套利行为所产生的供求不平衡的市场力量将推动股票价格上升,股票的收益率随之降低,直至达到新一轮市场均衡价位,套利机会消失。反之,当股票的预期收益率低于无风险资产收益率时,通过反向的操作可类似地实现套利,最终也必然达到市场均衡价位,套利机会消失。因此,如果证券市场有效,投资者在两类资产中投机套利的最终结果是套利机会不存在,从而有:基于股票预期价格和股利变动所带来的股票预期收益率与无风险收益率相等<sup>[24,25]</sup>。即有

$$(E(P_{t+1} | I_t) - P_t + E(d_{t+1} | I_t)) / P_t = r_f, \quad (1)$$

其中  $E(P_{t+1} | I_t)$ ,  $E(d_{t+1} | I_t)$  分别为基于  $t$  时刻信息集  $I_t$  对  $t+1$  时刻股票价格  $P_{t+1}$  和股利  $d_{t+1}$  的条件数学期望(简称预期)(由于分红往往滞后于投资期,故公式中的股利用  $E(d_{t+1} | I_t)$  而不是  $d_t$ )。式(1)称为无套利定价方程。式(1)可改写为

$$P_t = aE(P_{t+1} | I_t) + aE(d_{t+1} | I_t), \quad (2)$$

其中  $0 < a = 1/(1+r_f) < 1$ . 式(2)称为线性理性预期差分方程,下面用递推法求解.

注意到信息集有如下关系

$$I_t \subset I_s, \quad s > t.$$

由条件数学期望的基本性质,有

$$E(E(P_{s+1} | I_s) | I_t) = E(P_{s+1} | I_t), \quad s > t, \quad (3a)$$

$$E(E(d_{s+1} | I_s) | I_t) = E(d_{s+1} | I_t), \quad s > t. \quad (3b)$$

对时刻  $t+k$ ,在方程(2)两边关于  $I_t$  求数学期望,并利用式(3),得

$$E(P_{t+k} | I_t) = aE(P_{t+k+1} | I_t) + aE(d_{t+k+1} | I_t), \quad k = 1, 2, \dots \quad (4)$$

将式(4)代入式(2),并递推求解至时刻  $t+T$ ,可得

$$P_t = a^T E(P_{t+T} | I_t) + \sum_{k=1}^T a^k E(d_{t+k} | I_t). \quad (5)$$

一个合理的限制条件是:未来的预期股票价格是有界的,故

$$\lim_T a^T E(P_{t+T} | I_t) = 0. \quad (6)$$

在条件(6)下,令  $T \rightarrow \infty$ ,对式(5)两边取极限,得

$$P_t^* = \sum_{k=1}^{\infty} a^k E(d_{t+k} | I_t). \quad (7)$$

当未来的预期股利有界时,上式右边的级数收敛,表示股票价格是未来预期股利的折现值,反映了股票的内在价值.称  $P_t^*$  为方程(2)的基本解.

基本解  $P_t^*$  是通过条件(6)得到的,但它不是方程(2)的唯一解.如果放宽条件(6),则方程(2)可以存在多个解.将其它解表示成如下形式

$$P_t = P_t^* + B_t. \quad (8)$$

为使表达式(8)成为方程(2)的解,将式(8)代入式(2)得

$$P_t^* + B_t = aE(P_{t+1}^* | I_t) + aE(B_{t+1} | I_t) + aE(d_{t+1} | I_t).$$

于是得到

$$E(B_{t+1} | I_t) = B_t/a, \quad (9)$$

这就是  $B_t$  应该满足的条件.

由式(9)通过递推容易算得

$$E(B_{t+k} | I_t) = B_t/a^k, \quad k = 1, 2, \dots \quad (10)$$

由于  $0 < a < 1$ ,故当  $k \rightarrow \infty$  时,  $B_{t+k}$  的预期值将激增

$$\lim_k E(B_{t+k} | I_t) = \lim_k B_t/a^k = \begin{cases} +\infty, & B_t > 0 \\ -\infty, & B_t < 0 \end{cases} \quad (11)$$

由此可见,  $B_t$  较好地刻划了股市中的泡沫现象,称之为理性泡沫.因此,式(8)和式(10)将股票的市场价格分解成为理论价格  $P_t^*$  与理性泡沫  $B_t$  之和.  $B_t$  之所以称为理性泡沫,是因为在形成预期  $E(B_{t+k} | I_t)$  ( $k > 0$ )时,投资者知道泡沫  $B_t$  在将来所有的时间都满足方程(10),从而方程(2)和方程(1)总是成立的,所以,不管股票价格中是否存在泡沫,投资股票的期望收益率总是相同的(同为  $r_f$ ),体现了投资者一种理性预期的结果.

## 2.2 理性泡沫的成因

### 2.2.1 证券市场上套利机制的局限性,使理性泡沫破灭的可能性减少

理论价格  $P_t^*$  是由股票的未来预期股利的折现值决定的,反映了股票的内在价值,同时又满足无套利定价方程(1),故它是股市中理想的均衡价格.但由于股票内在价值的不确定性,使得股票价格  $P_t$  经常会

偏离其理论价格  $P_i^*$  而上下波动,于是股市中存在着套利机会.从理论上说,如果理性泡沫  $B_i > 0$ ,投资者就会卖空这种股票,再以价格  $P_i^*$  买入一种本质上非常类似的证券,从而实现套利.  $B_i < 0$  时有类似的结果.投资者这种攫取套利机会的行为直到泡沫最终消除为止,即  $B_i = 0, P_i = P_i^*$ .正是由于投资者的这种套利行为,才使得过高的价位下跌,过低的价位上扬,从而最终消除套利机会,使得股票价格向其内在价值趋同,这是市场自我调节功能的体现.

但在现实证券市场上,套利机会的获取通常既需要资本,又需要承担风险<sup>[19]</sup>.套利技术往往只掌握在少数专业化的机构投资者手中,而资本一般由广大投资散户提供,由于信息和技术等方面的原因,投资散户依据机构投资者的历史业绩而不是未来的套利机会来评判机构投资者的投资能力,以决定对机构投资者的资本供给量.这种资本和投资技术的分离使得套利活动大大受到约束.对于一些套利机会,尽管从长期来看具有很高的投资价值,但由于可供选择证券种类少,一些非系统性风险因素(比如投资者的从众心理)不能被规避,使得这些投资机会在短期内波动很大,需要大量的成本注入,因而从短期看这些投资机会的收益率很低,使得投资者的业绩看起来很差.在有些极端情况下,由于没有足够的资本来满足临时性的套利成本需要而不得不提前清算,导致损失惨重.而大多数投资散户关注的是短期投资回报,使得许多长期的套利机会对他们而言失去了吸引力.基于上述原因,机构投资者一般都避开这样的投资机会,这就使得股市套利活动的作用大大降低.

由于实际证券市场上套利机制的上述局限性,使得股票的市场价格即使高于其内在价值也无法通过套利活动的市场自我调节机制进行调整,从而理性泡沫可以长期存在.

### 2.2.2 股票发行溢价过高,上市之初泡沫已经存在,使得理性泡沫成指数增长

由方程(10)可得

$$E(B_k | I_0) = B_0 / a^k, k = 1, 2, \dots \quad (12)$$

这里时刻 0 表示股票的第一个交易日.如果  $B_0 > 0$ ,说明股票发行溢价过高,上市首日之前泡沫已经存在.因为  $E(B_k | I_0) = B_0 / a^k < B_0 / a^{k+1} = E(B_{k+1} | I_0)$ ,所以即使每一期的股利保持不变,从而理论价格  $P_0^*$  不变,理性泡沫  $B_k$  仍将以指数增长,越来越大.

在我国证券市场,上市公司的选择带有浓厚的行政色彩,上市公司总体质量不高.股票发行市场化后,发行市盈率过高,发行价格就已超过内在价值,到二级市场上已经不具备长期投资价值,上市首日之前泡沫已经存在<sup>[26]</sup>.

在我国这种特殊的证券市场上,价格含有泡沫成份的股票上市交易后,即使股票价格  $P_t$  大于理论价格  $P_t^*$ ,投资者也愿意购买,因为投资者预期在上市指标被严格控制的情况下,股票将来的价格会更高,从而可以通过股票交易价格差来获得投机收益.这样一种股票价格会几乎不停地上涨的预期是整个市场自我增强的结果,即所有的投资者都认为股票价格会上涨,大家争相购买,股票价格就真的上涨了,即使股票的内在价值没有发生变化.这种市场自我增强机制使得理性泡沫可以长期存在且越来越大.另外,由于我国证券市场现阶段除国债外,股票的替代品很少,可供投资者选择的其它投资机会也很少,股票的这种投资资源的“垄断性”和“稀缺性”进一步减少了理性泡沫破灭的可能性,致使股票价格越来越高,理性泡沫越来越大而仍可继续存在下去.

### 2.2.3 政府的股市政策会改变理性泡沫破灭的可能性大小

尽管是理性泡沫,若它不断膨胀,仍然不可能永远继续下去,而终将突然破灭.可以在每一个时间间隔内引入一个突然破灭的概率,来描述理性泡沫破灭的可能性.假设  $B_t$  的膨胀过程满足下式

$$B_{t+1} = \begin{cases} B_t / (aq) + \varepsilon_{t+1}, & \text{以概率 } q \text{ 发生} \\ \varepsilon_{t+1}, & \text{以概率 } 1 - q \text{ 发生} \end{cases} \quad (13)$$

其中  $\varepsilon_{t+1}$  是一个随机干扰项,并满足  $E(\varepsilon_{t+1} | I_t) = 0$ .

显然上式不再满足方程(9),而是满足类似于方程(9)的下式

$$E(B_{t+1} | I_t) = B_t / (aq). \quad (14)$$

这相当于在以上各式中都将  $a$  替换成  $aq$  后所得的结果,所以仍可将其视为理性泡沫.

这时,理性泡沫在每一个时间间隔内以  $1 - q$  的概率破灭,而以  $q$  的概率得以继续存在.如果理性泡沫破灭,则股票价格  $P_t$  回归于理论价格  $P_t^*$ .若理性泡沫不破灭,则它的增长率为  $(aq)^{-1} - 1 > a^{-1} - 1$ ,以便补偿破灭的可能性.随机干扰项  $\varepsilon_{t+1}$  的存在使得在一个理性泡沫破灭后,允许新理性泡沫的产生.从时刻 0 到时刻  $t$ ,理性泡沫不破灭的概率为  $q^t$ ,虽然当  $t$  越来越大时,理性泡沫存在的可能性越来越小,但只要每一期理性泡沫破灭的概率  $1 - q$  充分小,理性泡沫就可以长期存在.

在证券市场上,之所以不经常发生理性泡沫,是因为投机者知道风险很大,即与此相关的概率  $1 - q$  很大,理性泡沫难以持续.但当出现某些利好消息普遍影响到投资者的预期时,此时概率  $1 - q$  变小,理性泡沫得以存在.因此,这里的概率  $q$  和随机干扰  $\varepsilon_{t+1}$  是受外部因素影响的.

在中国证券市场上,当股市狂热,股价持续上涨时,政府会出台某些“压市”政策;而当股市低迷,股价持续下跌时,政府又会出台某些“托市”政策.这些股市的外部影响会改变投资者的风险偏好和理性泡沫破灭的概率  $1 - q$  的大小,从而使股市理性泡沫破灭的可能性大小发生变化.因此,尽管股市已经出现急剧膨胀的理性泡沫,但只要投资者相信政府不会让股市崩溃,相信在股市交易中隐含着他们预期的收益,相信自己不是最后的持有者而一定会有人以更高的价格从自己手中买走股票,他们就会纷至沓来入市进行交易,继续吹大理性泡沫<sup>[27]</sup>.

### 2.3 股市一般泡沫与理性泡沫的度量方法

从  $P_t^*$  的表达式(7)可以看出,如果记  $E(d_{t+k} | I_t) = d_k$ ,  $r_f = r$ ,则  $P_t^*$  与通常用下式表示的股票内在价值  $V_t$  完全相同.

$$V_t = \sum_{k=t+1}^{\infty} d_k / (1+r)^{k-t} = \sum_{k=t+1}^{\infty} y_k / (1+r)^{k-t}, \quad (15)$$

其中  $y_k$  为第  $k$  期的每股收益,  $d_k$  为各期相同的股利支付率,  $d_k = y_k$  为第  $k$  期的股利.

因此,对于股票的市场真实价格  $P_t$ ,仿式(8)可分解为

$$P_t = V_t + B_t. \quad (16)$$

这里,股票的内在价值  $V_t = P_t^*$  仍然满足无套利定价方程(1),但股市的一般泡沫  $B_t$  不一定满足式(9),从而市场真实价格  $P_t$  不一定满足无套利定价方程(1).

现在的问题是,由于满足无套利定价方程(1)的股票价格  $P_t$  (非市场真实价格)无法求得,从而理性泡沫  $B_t$  亦无法求得.我们得另辟蹊径.

从第二节的讨论知,理性泡沫产生于有效证券市场.按照费雪关于有效证券市场的定义:只要股票价格处于超过股票内在价值一半且低于股票内在价值两倍的范围内,就可称为有效证券市场<sup>[21]</sup>.当然,费雪关于有效证券市场的定义忽视了股票价格低于其内在价值的可能,我们认为股票价格低于股票内在价值半倍以内亦在有效证券市场范围之内,即满足无套利定价方程(1)的股票价格(非市场真实价格)  $P_t$   $[0.5V_t, 2V_t]$ .因此,可以假设理性泡沫满足下式

$$B_t = hV_t, \quad -0.5 \leq h \leq 1. \quad (17)$$

由式(16)可得,股市的一般泡沫为

$$B_t = P_t - V_t. \quad (18)$$

再令

$$\beta_t = B_t / P_t = (P_t - V_t) / P_t, \quad (19)$$

$$\alpha_t = B_t / V_t = hV_t / V_t, \quad (20)$$

分别表示股市一般泡沫度和股市理性泡沫度,其中  $P_t$  为股票的市场真实价格.

由上面的讨论知,计算股市一般泡沫度和理性泡沫度的关键是如何计算股票内在价值  $V_t$ ,亦即理论价格  $P_t^*$ .由于未来的股利是难以精确预测的,故下面给出二种  $V_t$  的计算方法,以便进行相互对比和印证.

#### 2.3.1 收益流折现模型法

由于中国股市用现金分红派息的股票很少,故不宜用股利来计算  $V_t$ ,而宜用每股收益来计算  $V_t$ .为了与下面的其它计算方法相统一,假设股市平均股利支付率  $\beta = 1$ ,即股票内在价值是以每股收益流的折现值为基础的.但仍必须作出无限期的每股收益流预测,这是不现实的,故通常把整个公司的生命周期分成两个阶段.第一阶段从第  $t+1$  年至第  $T$  年,是公司快速发展阶段,可以逐年做出详细的每股收益流预测.第二阶段从第  $T+1$  年开始至终了,是公司进入成熟期后的均衡发展阶段,在这种均衡状态下,公司实际的每股收益流处于一种平稳的状态,并可以无限期地保持下去,假设这个均衡值就是从第  $t+1$  年至第  $T$  年的每股收益流的平均值.于是根据公式(15)可得如下的  $V_t$  评估模型

$$V_t = \sum_{k=t+1}^T \frac{y_k}{(1+r)^{k-t}} + \frac{\text{珣}}{r(1+r)^{T-t}} \tag{21}$$

其中  $\text{珣} = \sum_{k=t+1}^T y_k / (T-t)$ .

### 2.3.2 原始股本增殖模型法

尽管投资者购买股票不能直接取回本金,但从社会角度看这部分财富并没有损失掉,而是存在于上市公司内部,并且通过公司的经营活动发生了增殖,因此可以认为股票的内在价值等于原始股本加上后来的增殖部分.

由于中国股市用现金分红派息的股票很少,不妨假设公司所有的利润都不分配,而是全部留在公司内部继续进行投资,则可采用如下的  $V_t$  评估模型

$$N_t = N_{t-1}(1+r_t) + F_t, \tag{22a}$$

$$V_t = N_t/S_t = V_{t-1}(1+r_t)S_{t-1}/S_t + F_t/S_t, \tag{22b}$$

其中  $N_t, r_t, F_t, S_t$  分别表示第  $t$  年的流通净资产额、净资产收益率、筹资额和流通股本,  $N_0$  为股票发行初始年份的净资产额.

### 2.4 股市一般泡沫与理性泡沫的实证分析

下面根据上述二种方法对股市泡沫进行测算.

表 1 中国股市的一般泡沫、理性泡沫、一般泡沫度和理性泡沫度的测算结果

| 方法     | 年份             | 1996  | 1997  | 1998  | 1999  | 2000   | 2001  | 2002  |
|--------|----------------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|
| 方法 1   | 股票价格 $P_t$     | 6.670 | 7.751 | 6.667 | 7.608 | 11.879 | 6.000 | 7.451 |
|        | 内在价值 $V_t$     | 3.704 | 3.646 | 3.625 | 3.603 | 3.580  | 3.636 | 3.814 |
|        | 一般泡沫 $B_t$     | 2.966 | 4.105 | 3.042 | 4.005 | 8.299  | 2.364 | 3.637 |
|        | 理性泡沫 $B_{rt}$  | 0.926 | 0.911 | 0.911 | 0.901 | 0.895  | 0.909 | 0.954 |
|        | 一般泡沫度 $f_t$    | 0.445 | 0.530 | 0.456 | 0.526 | 0.699  | 0.394 | 0.488 |
|        | 理性泡沫度 $f_{rt}$ | 0.139 | 0.118 | 0.136 | 0.118 | 0.076  | 0.151 | 0.128 |
| 方法 2   | 内在价值 $V_t$     | 2.619 | 2.953 | 3.383 | 3.754 | 4.102  | 2.912 | 3.114 |
|        | 一般泡沫 $B_t$     | 4.052 | 4.798 | 3.284 | 3.854 | 7.777  | 3.088 | 4.338 |
|        | 理性泡沫 $B_{rt}$  | 0.655 | 0.738 | 0.846 | 0.938 | 1.025  | 0.728 | 0.779 |
|        | 一般泡沫度 $f_t$    | 0.607 | 0.619 | 0.493 | 0.507 | 0.655  | 0.515 | 0.582 |
|        | 理性泡沫度 $f_{rt}$ | 0.098 | 0.095 | 0.127 | 0.124 | 0.087  | 0.122 | 0.104 |
| 二种方法平均 | 内在价值 $V_t$     | 3.162 | 3.30  | 3.504 | 3.679 | 3.841  | 3.274 | 3.464 |
|        | 一般泡沫 $B_t$     | 3.496 | 4.452 | 3.163 | 3.930 | 8.038  | 2.726 | 3.988 |
|        | 理性泡沫 $B_{rt}$  | 0.791 | 0.825 | 0.879 | 0.920 | 0.96   | 0.819 | 0.867 |
|        | 一般泡沫度 $f_t$    | 0.526 | 0.575 | 0.475 | 0.517 | 0.677  | 0.455 | 0.535 |
|        | 理性泡沫度 $f_{rt}$ | 0.119 | 0.105 | 0.132 | 0.121 | 0.082  | 0.137 | 0.116 |

数据来源:《2002年中国证券期货统计年鉴》,百家出版社,2002

有关说明:股票价格取股市平均价,即令:股票价格 = 流通总市值/流通总股本,时间从 1996 年至 2002 年.关于理性泡沫计算中的  $h$  取区间  $[-0.5, 1]$  的中值,即令  $h = 0.25$ .在第一种计算方法中,取无风险利率为 7 年内一年期存款利率的平均值,即令  $r = 4.911\%$ .经计算得  $\text{珣} = \sum_{k=t+1}^T y_k / (T-t) = 0.1829$ .在第二种

方法中,取股票发行初始年份的净资产额 = 1995 年流通净资产额 = 净资产额(流通股本/总股本),即  $N_0 = 2337(301.46/848.42) = 830.3812$ (亿元). 于是可得股市泡沫的有关结果如表 1 所示.

从表 1 可得出,两种计算方法各自得出的 1996 年至 2002 年股票内在价值的平均值(标准差)分别为: 3.6583(0.079)、3.2622(0.5189),结果很接近,说明两种计算方法都是有效的.从平均值来看,第一种计算方法比第二种计算方法所得的股票内在价值较高,这是因为第一种计算方法取了  $d_k = y_k = y_k$ ,即每股收益全部分红,而第二种计算方法没有考虑筹资成本(尽管很少).

将两种方法计算的股市泡沫度平均后,得到如图 1 所示的折线图.

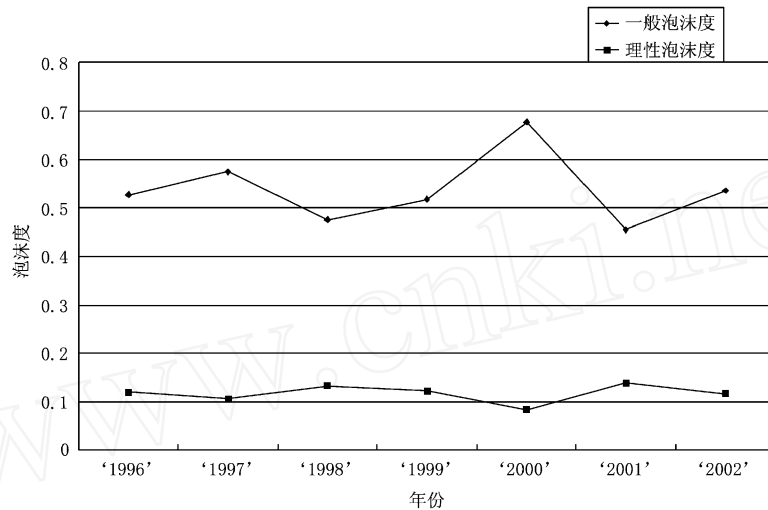


图 1 股市泡沫度折线图

从得到的计算结果中,可得出如下结论.

1) 自 1996 以来,中国股市存在较严重的泡沫,除了 1998 年和 2001 年以外,一般泡沫度平均在 50% 以上,尤以 2000 年最为严重,2 种计算方法中最低的也达到 65%,平均约达到 68%. 这说明股票价格普遍脱离其内在价值,值得投资者警惕.

2) 自 1996 以来,中国股市的泡沫主要不是理性泡沫,理性泡沫度平均在 14% 以下. 这说明股市的泡沫主要是由非理性的原因产生的,股市中每次行情的产生往往是一种投机炒作的结果,是远离股票内在价值的投机行为.

3) 2000 年是股市泡沫高度膨胀的年份,一般泡沫度约达到 70%,但理性泡沫度只达到 8.2%,说明泡沫中的非理性成份占主要比例. 该年筹资额达 1665.22 亿元,是 1999 年的 1.86 倍,即增加了 86%;但当年的净资产额只有 8639 亿元,是 1999 年的 1.13 倍,即只增加了 13%;该年的每股收益与 1999 年持平,增长率为 0,而该年的净资产收益率为 0.08%,比 1999 年反而减少了 99%;该年的市盈率和上证综指分别为 28、2073.48,比 1999 年分别增长了 65%、52%. 与其它年份相比的情况差不多. 这说明 2000 年的股市一般泡沫及其非理性成份都非常严重,股票价格严重脱离其内在价值,股市中投机之风盛行,所以 2001 年至现在股市步入漫漫熊市就是理所当然的了.

4) 从 1996 年至 1999 年,股市一般泡沫度有升有降,且幅度不大,还比较平稳. 但到了 2000 年,股市泡沫度陡然上升,达到最高点. 也许是物极必反,2001 年股市泡沫度又陡然下降,达到最低点. 而 2002 年又开始上升,且幅度也较大. 反映了最近几年股市价格波动剧烈的景象,同时也让投资者体会到挤出泡沫时产生的剧痛. 而理性泡沫度的走向与一般泡沫的趋向正好相反,当一般泡沫度上升(下降)时,理性泡沫度下降(上升). 这说明一般泡沫度越大,其中的非理性成份占的比例越大,市场越倾向于投机;而一般泡沫度越小,其中的理性成份占的比例越大,市场越倾向于投资.

### 3 股票内在价值的信息滤波与预测

#### 3.1 股票内在价值的信息滤波与预测公式

前面我们讨论了如何从股票价格的波动中识别出股票价格的泡沫,即通过可观测的  $P_t$  减去经估算的  $V_t$  而求得泡沫  $B_t = P_t - V_t$ . 下面讨论相反的问题,即如何从股票价格的波动中识别出股票内在价值的信息,亦即通过  $P_t$  滤去泡沫  $B_t$  而求得  $V_t = P_t - B_t$ .

股票价格波动由长期波动和短期波动两部分合成,长期波动主要是由股票内在价值的变动引起的,而短期波动则主要是由股票的货币供求关系和短期投机供求关系的变化引起的<sup>[28]</sup>. 人们能观测到的是合成的股票价格波动,而不能直接去单独观测由股票内在价值引起的长期波动或由股票短期投机供求关系引起的短期波动. 投资者总希望从股价的波动中判别出股票价格对其内在价值是高估还是低估,以便进行投资决策. 因此,如何从可观测的股票价格波动中分离出股票内在价值就显得很有意义,这就是股票内在价值的信息滤波与预测问题.

根据上一节的分析,本期股票内在价值是在前期内在价值的基础上,通过公司的经营活动发生了增殖而产生的. 而股票价格则是由股票内在价值加上一个内在价值适当比例的泡沫所构成. 故可设股票的内在价值  $V(t)$  和价格  $P(t)$  分别满足如下的状态方程和观测方程

$$V(t) = (t-1)V(t-1) + (t-1), \quad (23)$$

$$P(t) = (t)V(t) + (t), \quad (24)$$

其中  $(t)$ ,  $(t)$  都是期望为零的白噪声,它们互不相关,且噪声与过去的状态不相关,即

$$E[(t)] = E[(t)] = E[(t)(t)] = 0, E[V(t)(s)] = E[V(t)(t)] = 0, t < s.$$

$$E[(t)(s)] = {}_s Q(t), Q(t) > 0, E[(t)(s)] = {}_s R(t), R(t) > 0, {}_s = \begin{cases} 1, & t = s \\ 0, & t \neq s \end{cases}$$

由 Kalman 滤波定理<sup>[29,30]</sup>,在上述假设条件下,基于股票价格观测序列  $P(0), P(1), P(2), \dots, P(T)$  对股票内在价值  $V(t)$  的线性最小方差无偏估计  $\hat{V}(t)$  满足下列递推方程

##### 1) 信息滤波方程

$$\begin{cases} \hat{V}(t) = A(t)\hat{V}(t-1) + K(t)P(t) \\ \hat{V}(0) = E[V(0)] = V_0 \end{cases}, t = 1, 2, \dots, T. \quad (25)$$

其中:  $A(t) = (t-1)R(t)[{}^2(t)D(t-1) + R(t)]^{-1}$ .  $K(t)$  是 Kalman 滤波增益,满足:

$$K(t) = D(t-1)(t)[{}^2(t)D(t-1) + R(t)]^{-1}, D(t-1) = {}^2(t-1) {}^2(t-1) + Q(t-1).$$

而  ${}^2(t)$  表示估计误差的方差,满足  $\begin{cases} {}^2(t) = R(t)D(t-1)[{}^2(t)D(t-1) + R(t)]^{-1} \\ {}^2(0) = E[V(0) - \hat{V}(0)]^2 = {}^2_0 \end{cases}$ ,  $V_0, {}^2_0$  为已知.

相应地,股市泡沫  $(t) = P(t) - V(t)$  的滤波估计值为

$$\hat{(t)} = P(t) - \hat{V}(t) = [1 - K(t)]P(t) - A(t)\hat{V}(t-1).$$

##### 2) 信息预测方程

$$\begin{cases} \hat{V}(t+1|t) = A_1(t)\hat{V}(t|t-1) + K_1(t)P(t) \\ \hat{V}(0|-1) = \hat{V}(0) = E[V(0)] = V_0 \end{cases}, t = 0, 1, \dots, T. \quad (26)$$

其中:  $A_1(t) = (t)R(t)[{}^2(t) {}^2(t|t-1) + R(t)]^{-1}$ ,  $K_1(t)$  是预测的 Kalman 增益,满足:  $K_1(t) = (t) {}^2(t|t-1)(t)[{}^2(t) {}^2(t|t-1) + R(t)]^{-1}$ . 而  ${}^2(t+1|t)$  表示预测误差的方差,满足

$$\begin{cases} {}^2(t+1|t) = (t)A_1(t) {}^2(t|t-1) + Q(t) \\ (0|-1) = {}^2(0) = E[V(0) - \hat{V}(0)]^2 = {}^2_0 \end{cases}, V_0, {}^2_0 \text{ 为已知.}$$

相应地,股市泡沫  $(t) = P(t) - V(t)$  的预测估计值为

$$\hat{(t+1|t)} = P(t) - \hat{V}(t+1|t) = [1 - K_1(t)]P(t) - A_1(t)\hat{V}(t|t-1).$$

#### 3.2 特殊情形下信息滤波公式的意义

假设  $Q(t), R(t), (t), (t)$  均不随时间变化,则信息滤波公式(25)中关于  ${}^2(t)$  的表达式为



$$\begin{cases} v^2(t) = [R^2 v^2(t-1) + RQ][v^2(t-1) + v^2Q + R]^{-1} \\ v^2(0) = E[V(0) - v(0)]^2 = v_0^2 \end{cases} \quad (27)$$

下面首先证明 $\{v^2(t)\}$ 收敛. 令 $f(x) = (R^2x + QR)/(v^2x + v^2Q + R)$ , 则

$$f(x) = R^2x^2/(v^2x + v^2Q + R)^2 > 0, \lim_{x \rightarrow \infty} f(x) = R/v^2.$$

故 $f(x)$ 单调增加且有界,不妨设 $0 < f(x) < M, x \in (0, \infty)$ .

注意到

$$v^2(t) = f(v^2(t-1)), v^2(t) - v^2(t-1) = f(v^2(t-1)) - v^2(t-1),$$

易知方程 $f(x) - x = 0$ 有唯一的一个正根,设其为 $\hat{v}$ .下面分 $v^2(0) = v_0^2$ 的三种情形讨论.

1)  $v^2(0) = v_0^2 = \hat{v}$

此时有

$$v^2(1) = f(v^2(0)) = f(\hat{v}) = \hat{v}.$$

由数学归纳法即可证得

$$v^2(t) = \hat{v}, \quad t = 1, 2, \dots,$$

所以 $\{v^2(t)\}$ 收敛.

2)  $v^2(0) = v_0^2 > \hat{v}$

此时,根据 $f(x) - x = -[v^2x^2 + (R + v^2 - R^2)x - QR]/(v^2x + v^2Q + R)$ ,  $\hat{v}$ 是它的唯一正根,以及 $v^2(0) > \hat{v}$ ,很容易推得

$$f(v^2(0)) - v^2(0) < 0.$$

于是有

$$v^2(1) = f(v^2(0)) < v^2(0).$$

因为 $f(x)$ 单调增加,故

$$v^2(2) = f(v^2(1)) < f(v^2(0)) = v^2(1).$$

由数学归纳法即可证得

$$0 < v^2(t) < v^2(t-1), \quad t = 1, 2, \dots,$$

即 $\{v^2(t)\}$ 单调减少且有下界 $0$ ,所以 $\{v^2(t)\}$ 收敛.

3)  $v^2(0) = v_0^2 < \hat{v}$

此时,根据 $f(x) - x = -[v^2x^2 + (R + v^2 - R^2)x - QR]/(v^2x + v^2Q + R)$ ,  $\hat{v}$ 是它的唯一正根,以及 $0 < v^2(0) < \hat{v}$ ,很容易推得

$$f(v^2(0)) - v^2(0) > 0.$$

于是有

$$v^2(1) = f(v^2(0)) > v^2(0).$$

因为 $f(x)$ 单调增加,故

$$v^2(2) = f(v^2(1)) > f(v^2(0)) = v^2(1).$$

由数学归纳法,以及 $v^2(t) = f(v^2(t-1)) < M$ ,即可证得

$$v^2(t-1) < v^2(t) < M, \quad t = 1, 2, \dots,$$

即 $\{v^2(t)\}$ 单调增加且有上界 $M$ ,所以 $\{v^2(t)\}$ 收敛.

综上所述即知, $\{v^2(t)\}$ 收敛.由 $v^2(t) = f(v^2(t-1))$ ,两边取极限即得

$$\hat{v} = f(\hat{v}),$$

即 $\{v^2(t)\}$ 收敛于方程 $f(x) - x = 0$ 的正根 $\hat{v}$ ,容易算得

$$\hat{v} = [R(v^2 - 1) - Q^2 + \sqrt{[Q^2 + R(1 - v^2)]^2 + 4QRv^2}]/(2v^2).$$

为了后面讨论的需要,先看看 $\hat{v}$ 的一些极限性质.显然,当 $R \rightarrow 0$ 时 $\hat{v} \rightarrow 0$ ;当 $R \rightarrow \infty$ 时 $\hat{v}/R \rightarrow [(v^2 - 1) + |v^2 - 1|]/(2v^2)$ ;而当 $Q \rightarrow \infty$ 时 $\hat{v}/Q \rightarrow 0$ ;当 $Q \rightarrow 0$ 时 $\hat{v} \rightarrow [R(v^2 - 1) + |R(v^2 - 1)|]/(2v^2)$ .

根据信息滤波方程(25),当 $t$ 趋于无穷时,股票内在价值 $V(t)$ 的估计值将趋于

$$V^*(t) = [RV^*(t-1) + (\lambda + Q)P(t)] / (\lambda^2 + Q^2 + R). \quad (28)$$

下面讨论  $V^*(t)$  的某些极限性质.

1) 如果股票内在价值变化很大, 或者股票价格对内在价值的调整的波动很小, 即设  $Q \rightarrow 0$ , 或者  $R \rightarrow 0$ , 则有

$$V^*(t) \rightarrow P(t) / \lambda.$$

这说明当股票内在价值变化越大, 或者股票价格对内在价值的调整的波动越小时, 股票价格的波动越反映了股票内在价值的变动, 亦即股票价格的波动主要是由股票内在价值所引起的长期波动而造成的.

2) 若  $|\lambda| < 1$ , 即股票内在价值呈下降趋势, 由上述讨论知, 当  $Q \rightarrow 0$  时, 有  $\lambda \rightarrow 0$ ; 当  $R \rightarrow 0$  时  $\lambda \rightarrow R$ .

从而当股票内在价值呈下降趋势时, 若股票内在价值变化很小, 或者股票价格对内在价值的调整的波动很大, 即当  $|\lambda| \rightarrow 1$  时, 若设  $Q \rightarrow 0$ , 或者  $R \rightarrow 0$ , 则有

$$V^*(t) \rightarrow V^*(t-1)$$

这说明当股票内在价值呈下降趋势时, 股票内在价值变化越小, 或者股票价格对内在价值的调整的波动越大时, 股票价格的波动越难以反映股票内在价值的变动, 亦即股票价格的波动主要是由短期投机供求关系所引起的短期波动而造成的.

以上结论与证券市场的真实情况是相符合的.

3) 当股票内在价值  $V(t)$  服从漂移为 0 的随机游走模型, 即股市对股票内在价值的信息进行了充分披露、市场有效时, 方程(23)中  $\lambda(t) = 1$ ; 而当股票价格  $P(t)$  对  $V(t)$  完全调整时, 方程(24)中  $\lambda(t) = 1$  [28].

因此, 若股市对股票内在价值的信息进行了充分披露、市场有效, 且股票价格  $P(t)$  对股票内在价值  $V(t)$  完全调整, 即设  $\lambda = 1$ , 且  $Q = 1$ , 则有

$$V^*(t) = [RV^*(t-1) + (\lambda + Q)P(t)] / (\lambda + Q + R). \quad (29)$$

从而股市泡沫  $\lambda(t) = P(t) - V(t)$  的估计值的渐近值  $\hat{\lambda}^*(t) = P(t) - V^*(t)$  将趋于

$$\hat{\lambda}^*(t) = R[P(t) - V^*(t-1)] / (\lambda + Q + R). \quad (30)$$

这说明股市泡沫的估计值可由当期股票价格与上一期股票内在价值之差的一个比例近似得出.

### 3.3 特殊情形下信息预测公式的意义

假设  $Q(t)$ ,  $R(t)$ ,  $\lambda(t)$ ,  $\lambda(t)$  均不随时间变化, 则信息预测公式(26)中关于  $\lambda^2(t+1|t)$  的表达式为

$$\begin{cases} \lambda^2(t+1|t) = [(R^2 + Q^2) \lambda^2(t|t-1) + QR][\lambda^2(t|t-1) + R]^{-1} \\ (0| - 1) = \lambda^2(0) = E[V(0) - V^*(0)]^2 = \sigma_0^2 \end{cases} \quad (31)$$

完全类似于上一段, 可以证明  $\{\lambda^2(t+1|t)\}$  收敛, 其极限为

$$\lambda^2 = [R(\lambda^2 - 1) + Q^2 + \sqrt{[R(\lambda^2 - 1) - Q^2]^2 + 4QR^2}] / (2\lambda^2),$$

$\lambda^2$  具有与  $\lambda$  类似的一些极限性质. 显然, 当  $R \rightarrow 0$  时,  $\lambda^2 \rightarrow Q$ ; 当  $R \rightarrow \infty$  时,  $\lambda^2/R \rightarrow [(\lambda^2 - 1) + |\lambda^2 - 1|] / (2\lambda^2)$ ; 而当  $Q \rightarrow 0$  时,  $\lambda^2/Q \rightarrow 1$ ; 当  $Q \rightarrow \infty$  时,  $\lambda^2 \rightarrow [R(\lambda^2 - 1) + R|\lambda^2 - 1|] / (2\lambda^2)$ .

于是当  $t$  趋于无穷时, 股票内在价值  $V(t)$  的预测值将趋于

$$V^*(t+1|t) = [RV^*(t|t-1) + \lambda^2 P(t)] / (\lambda^2 + R). \quad (32)$$

可见预测值  $V^*(t+1|t)$  与股票内在价值的误差变动程度  $Q$  并非显式相关, 而是通过  $\lambda^2$  与  $Q$  隐式相关, 这与股票内在价值的信息滤波是有区别的.

下面讨论  $V^*(t+1|t)$  的某些极限性质.

1) 如果股票内在价值变化很大, 或者股票价格对内在价值的调整的波动很小, 即设  $Q \rightarrow 0$ , 或者  $R \rightarrow 0$ , 则有

$$V^*(t+1|t) \rightarrow P(t) / \lambda.$$

这说明当股票内在价值变化越大, 或者股票价格对内在价值的调整的波动越小时, 股票价格的波动越反映了股票内在价值的预测值的变动, 亦即股票价格的波动主要是由股票内在价值所引起的长期波动而造成的, 从而通过股票价格的波动可较准确地对股票内在价值的变动作出预测.

2)若 $| \lambda | < 1$ ,即股票内在价值呈下降趋势,由上述讨论知,当 $Q > 0$ 时,有 $\hat{V}^* > 0$ ;当 $R < 0$ 时, $\hat{V}^* < 0$ 。

从而当股票内在价值呈下降趋势时,若股票内在价值变化很小,或者股票价格对内在价值的调整的波动很大,即当 $| \lambda | < 1$ 时,若设 $Q > 0$ ,或者 $R < 0$ ,则有

$$\hat{V}^*(t+1|t) \approx \hat{V}^*(t|t-1).$$

这说明当股票内在价值呈下降趋势时,股票内在价值变化越小,或者股票价格对内在价值的调整的波动越大时,股票价格的波动越难以反映股票内在价值的预测值的变动,亦即股票价格的波动主要是由短期投机供求关系所引起的短期波动而造成的,因而无法通过股票价格的波动对股票内在价值的变动作出预测。

以上结论与证券市场的真实情况同样是相符合的。

3)若股市对股票内在价值的信息进行了充分披露、市场有效,且股票价格 $P(t)$ 对股票内在价值 $V(t)$ 完全调整,即设 $\lambda = 1$ ,且 $\lambda = 1$ ,则有

$$\hat{V}^*(t+1|t) = [R\hat{V}^*(t|t-1) + \lambda^2 P(t)]/(\lambda^2 + R). \quad (33)$$

从而股市泡沫 $\hat{V}^*(t) = P(t) - V(t)$ 的预测值的渐近值 $\hat{V}^*(t+1|t) = P(t) - \hat{V}^*(t+1|t)$ 将趋于

$$\hat{V}^*(t+1|t) = R[P(t) - \hat{V}^*(t|t-1)]/(\lambda^2 + R). \quad (34)$$

这说明股市泡沫的预测值可由当期股票价格与上一期股票内在价值的预测值之差的一个比例近似得出。

### 3.4 信息滤波与预测的实证检验

为检验信息滤波与预测的正确性,我们使用前一节关于股市泡沫第二种计算方法的实证数据.首先设置初值,与前一节一样,取 $V_0 = N_0/S_0 = 2.755$ ;根据前一节计算过程中出现的标准差,取方差 $\sigma_0^2 = 5$ , $Q(t) = 5$ , $R(t) = 8$ .对比式(22)与式(23)、(24),取参数 $\lambda(t) = (1 + r_t + F_t/N_{t-1})S_{t-1}/S_t$ , $\lambda(t) = P_t/V_t$ .通过用C语言编程进行计算,结果如表2所示。

表2 股票内在价值的信息滤波与预测的实证检验结果

| 年份                    | 1996  | 1997  | 1998  | 1999  | 2000   | 2001  | 2002   | 2003  |
|-----------------------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|--------|-------|
| 股票价格 $P_t$            | 6.670 | 7.751 | 6.667 | 7.608 | 11.879 | 6.000 | 7.451  |       |
| 内在价值 $V_t$            | 2.619 | 2.953 | 3.383 | 3.754 | 4.102  | 2.912 | 3.1145 |       |
| 参数 $\lambda(t)$       | 0.950 | 1.127 | 1.146 | 1.109 | 1.092  | 0.710 | 1.069  |       |
| 参数 $\lambda(t)$       | 2.547 | 2.625 | 1.971 | 2.027 | 2.896  | 2.061 | 2.393  |       |
| 信息滤波 $\hat{V}(t)$     | 2.619 | 2.953 | 3.383 | 3.753 | 4.101  | 2.911 | 3.113  |       |
| 信息预测 $\hat{V}(t+1 t)$ |       | 2.513 | 3.246 | 3.838 | 4.183  | 4.490 | 2.335  | 3.165 |

数据来源:《2002年中国证券期货统计年鉴》,百家出版社,2002。

从表2可看出,股票内在价值的信息滤波 $\hat{V}(t)$ 与第二节中第二种计算方法计算的股票内在价值 $V_t$ 很接近, $\hat{V}(t)$ 的平均值和标准差分别为3.113,0.564,与 $V_t$ 平均值的误差仅为0.149,标准差的误差仅为0.045,很平稳.且股票内在价值的信息预测 $\hat{V}(t+1|t)$ 也较准确.所以,在对模型参数进行了适当的设定以后,只须根据股票的价格序列,就可用该模型的信息滤波较准确地对股票内在价值进行测算,还可对股票内在价值进行预测.我们在前面计算股票内在价值时,并没有用到股票价格的信息,可见信息滤波与预测方法有它的优势。

### 参考文献:

- [1] 史永东,杜两省. 资本定价泡沫对经济的影响[J]. 经济研究, 2001, (10): 52-59.  
Shi Y D, Du L S. The influence of the bubble of capital assets pricing on the economy [J]. Economic Research Journal, 2001, (10): 52-59.
- [2] Hamilton J D. On test for self-fulfilling speculative price bubble [J]. International Economic Review, 1986, 27.
- [3] Blanchard O J, Fischer S. Lectures on Macroeconomics [M]. MIT Press, 1989.
- [4] Froot K A, Obstfeld M. Intrinsic bubbles: The case of stock prices [J]. The American Economic Review, 1991, 81(5): 1189-

- 1214.
- [ 5 ] Blanchard O J , Watson M W. Bubbles , rational expectations and financial markets [A]. Crises in the Economic and Financial Structure : Bubbles , Bursts and Shocks [C]. Lexington Books , 1982.
- [ 6 ] 张灿. 金融泡沫研究 [M]. 上海 : 上海财经大学出版社 , 2003.  
Zhang Can. Research on the Bubbles of Finance [M]. Shanghai : Shanghai Finance and Economics University Publisher , 2003.
- [ 7 ] Diba B T , Grossman H I. The theory of rational bubbles in stock prices [J]. The Economic Journal , 1988 , 98 : 746 - 754.
- [ 8 ] Tirole J. On the possibility of speculation under rational expectation [J]. Econometrica , 1982 , 50 (5) : 1163 - 1182.
- [ 9 ] Tirole J. Asset bubbles and overlapping generations [J]. Econometrica , 1985 , 53 (6) : 1499 - 1582.
- [ 10 ] Weil P. Confidence and the real value of money on overlapping generation models [J]. Quarterly Journal of Economics , 1987 , 102 (1) : 1 - 22.
- [ 11 ] Yanagawa N , Grossman G.M. Asset bubbles and endogenous growth [J]. National Bureau of Economic Research , 1992 , (2) .
- [ 12 ] Sarno L , Taylor M P. Moral hazard , asset price bubbles , capital flows , and the East Asian crisis : The first tests [J]. Journal of International Money and Finance , 1999 , 18.
- [ 13 ] Hooker M A. Misspecification versus bubbles in hyperinflation data : Monte Carlo and interwar European evidence [J]. Journal of International Money and Finance , 2000 , 19.
- [ 14 ] Flood R P. An evaluation of recent evidence on stock market bubbles [J]. National Bureau of Economic Research , 1986 , (6) .
- [ 15 ] West K.D. Dividend innovations and stock price volatility [J]. Econometrica , 1988 , (1) .
- [ 16 ] West K.D. Bubbles , fads , and stock price volatility test : A partial evaluation [J]. Journal of Finance , 1988 , 43.
- [ 17 ] Allen F , Gorton G. Churning bubbles [J]. Review of Economic Study , 1993 , 60 (4) .
- [ 18 ] Kane A , Marcus A J , Noh J. The P/E multiple and market volatility [J]. Financial Analyst Journal , 1996 , 52 (4) .
- [ 19 ] 周春生 , 杨云红. 中国股市的理性泡沫 [J]. 经济研究 , 2002 , (7) : 33 - 40.  
Zhou C S , Yang Y H. The reasonableness bubbles of the Chinese stock markets [J]. Economic Research Journal , 2002 , (7) : 33 - 40.
- [ 20 ] 潘国陵. 股市泡沫研究 [J]. 金融研究 , 2000 , 241 (7) : 71 - 79.  
Pan G L. Research on the bubbles of stock markets [J]. Finance Research Journal , 2000 , 241 (7) : 71 - 79.
- [ 21 ] 孙高向 , 王邦宜. 我国股市泡沫实证研究 [J]. 投资研究 , 2001 , (10) : 29 - 34.  
Sun G X , Wang B Y. The empirical research of the bubbles of the stock markets of China [J]. Investment Research Journal , 2001 , (10) : 29 - 34.
- [ 22 ] 陈占锋. 上海股票市场 A 股泡沫问题 [J]. 世界经济 , 2002 , (7) : 63 - 70.  
Chen Z F. The bubble problem of A stocks in Shanghai stock market [J]. World Economy , 2002 , (7) : 63 - 70.
- [ 23 ] 陈永清 , 韩德宗. 金融资产泡沫实证研究 [J]. 经济理论与经济管理 , 2002 , (10) : 38 - 44.  
Chen Y Q , Han D Z. The empirical research of the bubbles of finance assets [J]. Theory and Management of Economics , 2002 , (10) : 38 - 44.
- [ 24 ] 叶中行 , 林建忠. 数理金融 [M]. 北京 : 科学出版社 , 2000.  
Ye Z X , Lin J Z. Mathematical Finance [M]. Beijing : Science Publisher , 2000.
- [ 25 ] 蒋殿春. 现代金融理论 [M]. 上海 : 上海人民出版社 , 2001.  
Jiang D C. Modern Finance Theory [M]. Shanghai : Shanghai People Publisher , 2001.
- [ 26 ] 邹辉文 , 杨轶 , 陈德棉 , 等. 金融市场的综合治理与金融监管 [J]. 科学管理研究 , 2001 , (6) : 13 - 18.  
Zou H W , Yang Y , Chen D M , et al. The integrated management and supervising of finance markets [J]. Scientific Management Research , 2001 , (6) : 13 - 18.
- [ 27 ] 戴园晨. 股市泡沫生成机理以及由大辩论引发的深层思考 [J]. 经济研究 , 2001 , (4) : 41 - 50.  
Dai Y C. The creating mechanism of the bubbles of stock markets and the thoughtfulness aroused by the argument [J]. Economic Research Journal , 2001 , (4) : 41 - 50.
- [ 28 ] 邹辉文. 股票的价格波动机理与投资策略研究 [D]. 上海 : 同济大学博士学位论文 , 2003.  
Zou H W. Research on Stock Prices Volatility Mechanism and Investment Strategy [D]. Shanghai : A Dissertation for the Degree of Doctor in Tongji University , 2003.
- [ 29 ] 韩崇昭 , 王月娟 , 万百五. 随机系统理论 [M]. 西安 : 西安交通大学出版社 , 1987.  
Han C Z , Wang Y J , Wan B W. Random System Theory [M]. Xian : Xian Jiaotong University Press , 1987.
- [ 30 ] 周凤岐 , 强文鑫 , 阙志宏. 现代控制理论及应用 [M]. 成都 : 电子科技大学出版社 , 1994.  
Zhou F Q , Qiang W X , Que Z H. Theory and Applications of the Modern Control [M]. Chengdu : University of Electronic Science and Technology Press , 1994.