

文章编号: 1003-207(2004)02-0012-05

基于偏尾分布的证券价格行为特征分析方法

戴 锋, 刘 慧, 秦子夫

(解放军信息工程大学, 河南 郑州 450002)

摘 要: 在偏尾分布^[2-3]的基础上, 本文首次给出了证券价格行为指标、极限价格、均衡价格、重心价格等基本特征的概念及解析表达式, 尤其是给出了极限价格和重心价格的计算方法。前者有助于判断价格运行趋势在不同显著水平下的反转位置, 后者有助于判断市场当前的价格重心是否合乎理性。

关键词: 偏尾分布; 证券市场; 价格行为指数; 极限价格; 重心价格

中图分类号: F830.9 文献标识码: A

1 引言

近来在国际学术界, 有意识地将行为科学与金融、经济及管理科学进行交叉融合成为一种非常重要的研究趋势。在这方面具有代表性的学科就是行为金融学。行为金融学借鉴心理学成果, 研究人们经济行为背后的心理机制, 其基本观点是, 支配人们的经济行为的不仅有理性利益, 还有非理性的心理。在证券市场中, 投资者的心理活动主要表现在价格行为过程之中。实际上, 人们在差别证券价格涨跌的宏观特征时, 往往习惯于借助一些静止性指标, 却忽略了价格变化的内在行为特征; 此外, 由于证券市场的主体是投资者群体, 他们的从众心态和行为往往会使价格的运行在一定条件下出现极端性的上涨或下跌, 这反映了市场的泡沫性放大特点。对此, 尚为见到较好的定量描述工具。本文试图参照行为金融学的基本思想, 结合证券市场的某些关键特征, 利用偏尾分布^[2-3]建立一种描述证券市场价格行为的定量分析指标—价格行为指标, 并给出市场反转的极限价格和市场当前重心价格计算方法, 从而为证券市场研究分析人士和广大的市场投资者提供一种价格运动行为的新型分析方法。

2 偏尾分布及相关结论

定义 2.1 (偏尾分布) 设 S 为非负随机变量且具有如下分布密度

$$f(x) = \begin{cases} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}} \sqrt{\int_0^{\infty} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}} dx} & x \geq 0 \\ 0 & x < 0 \end{cases} \quad (1)$$

则称 S 服从偏尾分布, 记为 $S \in P(\mu, \sigma^2)$ 。

定义 2.2 (偏尾过程) 若随机变量 S 与时间有关, 即 $\forall t \in [0, \infty)$ 均有 $S(t) \in P(\mu(t), \sigma^2(t))$, 则称 $\{S(t), t \in [0, \infty)\}$ 为一个偏尾过程。

定理 2.1 对于任意的 $x \in [0, \infty)$, 近似地有,

$$1) \int_0^x e^{-\frac{(t-\mu)^2}{2\sigma^2}} dt = \sqrt{\frac{\pi}{2}} \sigma \times \left(\sqrt{1 - e^{-\frac{2}{\pi}(\frac{\mu}{\sigma})^2}} + \operatorname{sgn}(x - \mu) \sqrt{1 - e^{-\frac{2}{\pi}(\frac{x-\mu}{\sigma})^2}} \right)$$

其中, $\operatorname{sgn}(x) = \begin{cases} 1 & x > 0 \\ 0 & x = 0; \\ -1 & x < 0 \end{cases}$

$$2) \int_0^{\infty} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}} dx = \sqrt{\frac{\pi}{2}} \sigma \left(\sqrt{1 - e^{-\frac{2}{\pi}(\frac{\mu}{\sigma})^2}} + 1 \right)$$

证明参见^[2]。

运用偏尾分布 $P(\mu, \sigma^2)$ 描述某证券价格时, μ 代表整个市场持有该证券的成本价格, σ^2 代表成本价格的波动幅度。而运用偏尾过程则可描述证券价格的动态分布, 即成本价格和成本价格波动幅度随时间变化的情形。

作者对中国和美国证券市场中的许多股票指数和股票价格进行了实证分析^[5], 显著性假设检验结果表明: 它们均能良好地服从偏尾分布。

3 证券价格行为的定量分析指标

依据偏尾分布描述价格行为的结构特点, 并以 x 表示证券指数的点位或股票的市场价格。有出如

收稿日期: 2003-04-17; 修订日期: 2004-02-04

作者简介: 戴锋(1958-), 男(汉族), 安徽肥东人, 解放军信息工程大学, 教授, 博导, 研究方向: 管理决策与评估技术。

下的市场价格行为指标:

1) 市场价格上涨行为指标:

$$\alpha(x) = \int_0^x f(t) dt = \frac{\int_0^x e^{-\frac{(t-\mu)^2}{2\sigma^2}} dt}{\int_0^{\infty} e^{-\frac{(t-\mu)^2}{2\sigma^2}} dt}, x \geq 0 \quad (2)$$

2) 市场价格下跌行为指标:

$$\beta(x) = \int_x^{\infty} f(t) dt = \frac{\int_x^{\infty} e^{-\frac{(t-\mu)^2}{2\sigma^2}} dt}{\int_0^{\infty} e^{-\frac{(t-\mu)^2}{2\sigma^2}} dt}, x \geq 0 \quad (3)$$

在证券市场, 当股指或股价上升到一定程度时, 投资者往往会因高度亢奋而出现热烈追涨, 这种情形可以通过上涨指标(2) 不断增大来描述; 同样, 当股指或股价下跌到一定程度时, 投资者往往会因极度恐慌而出现疯狂杀跌, 这种悲观情形可以通过下跌指标(3) 不断增大来描述。

利用上述指标还可以帮助分析证券市场价格在运行过程中所处的不同阶段。如某时间段的初始与结束价格区间为 $[x_1, x_2]$ ($x_1 < x_2$), 若根据(2) 计算的 $\alpha(x_2) - \alpha(x_1)$ 数值较大, 则说明市场价格处在强劲上升阶段; 若在价格经过强劲上升之后, $\alpha(x_2) - \alpha(x_1)$ 的数值显著减小, 则说明市场价格上行无力, 可能出现调整, 或趋势反转。同样, 可以利用(3) 分析市场价格下跌过程中的各种特征。下面将给出更为详细的分析指标与方法。

4 市场趋势反转的极限价格计算方法

虽然股指股价上升到一定程度时, 会引起热烈追涨, 但同时市场买入的内在动力便会逐渐衰竭; 同样, 在股指或股价下跌到一定程度时, 会出现疯狂杀跌, 此时卖出的内在动力也会逐渐衰竭。这种衰竭的最终结果便是原有的价格运行趋势出现反转。为了有效评估行为动力是否出现衰竭及计算市场趋势反转的极限价格, 首先给出以下两个辅助函数:

$$1) H^+(x) = \alpha(x) + xf(x) = \int_0^x f(t) dt + xf(x) \quad (4)$$

表达式(4) 称为价格上涨行为辅助函数。 $H^+(x)$ 表示上涨行为动力与考虑实现概率的价格叠加;

$$2) H^-(x) = \beta(x) - xf(x) = \int_x^{\infty} f(t) dt -$$

$$xf(x) \quad (5)$$

表达式(5) 称为价格下跌行为辅助函数。

定义 4.1 假设某证券价格 S 服从偏尾分布, 即 $S \in P(\mu, \sigma^2)$, 若对给定的 $l > 0$ 及任意的 $x > \mu$, 有 $H^+(x) - \alpha(x_1) < l$, 则称上涨行为的动力关于 l 出现显著衰竭, 这里 l 为显著水平。

定义 4.2 对给定的 $l > 0$ 及任意的 $0 < x < \mu$, 有 $\beta(x) - H(x) < l$, 则称下跌行为的动力关于 l 出现显著衰竭, 这里 l 为显著水平。

在定义 4.1 和定义 4.2 中, 显著水平越小, 价格行为动力衰竭的可能性越大。

由于, $\lim_{x \rightarrow \infty} H^+(x) = 1$, $\lim_{x \rightarrow 0} \alpha(x) = 1$ 。因此, 定义 4.1 可解释为: 当价格 x 充分大且 $xf(x)$ 充分小时, 实现概率极小的价格难以长时间维持, 它极可能成为价格上涨趋势的反转点位, 此时追涨行为动力以显著水平 l 充分衰竭; 同样, 当价格 x 充分小且 $xf(x)$ 充分小时, 实现概率极小的低价格难以长时间维持, 它极可能成为价格下跌趋势的反转点位, 此时杀跌行为动力以显著水平 l 充分衰竭。所以根据(4), 在判断价格上涨动力是否衰竭时, 只需直接判断价格 x 是否大到使 $xf(x) < l$ 成立即可; 或根据(5), 判断价格 x 是否小到使 $xf(x) < l$ 成立。

$$\text{由于 } f(x) = \frac{e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}}}{\int_0^{\infty} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}} dx} (x \geq 0), \text{ 而}$$

$$e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}} > 1 + \frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2} \quad (6)$$

于是有 $xf(x) < \frac{x}{c(1 + \frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2})}$ 。故当

$$\frac{x}{1 + \frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}} = cl \quad (7)$$

时, 便有 $xf(x) < l$, 其中 $c = \int_0^{\infty} e^{-\frac{(t-\mu)^2}{2\sigma^2}} dt$, l 为显著水平。由(7), 有

$$x^2 - 2(\mu + \frac{\sigma^2}{cl})x + \mu^2 + 2\sigma^2 = 0$$

解得

$$x = \mu + \frac{\sigma^2}{cl} \pm \sigma \sqrt{2\left[\frac{\mu}{cl} - 1\right] + \left[\frac{\sigma}{cl}\right]^2} \quad (8)$$

其中, $c = \sqrt{\frac{\pi}{2}} \sigma \left[1 + \sqrt{1 - e^{-\frac{2}{\pi}\left(\frac{\mu}{\sigma}\right)^2}}\right]$ (定理 2.1), l 为显著水平。

于是, 股票在上涨趋势中以显著水平 l 发生转折的最大可能价格为:

$$X^+(l) = \mu + \frac{\sigma^2}{d} + \sigma \sqrt{2 \left[\frac{\mu}{d} - 1 \right] + \left[\frac{\sigma}{cl} \right]^2} \quad (9)$$

而股票在下跌趋势中以显著水平 l 发生转折的最大可能价格为:

$$X^-(l) = \mu + \frac{\sigma^2}{d} - \sigma \sqrt{2 \left[\frac{\mu}{d} - 1 \right] + \left[\frac{\sigma}{cl} \right]^2} \quad (10)$$

需要说明的是,不等式(6)在 $|x - \mu|$ 较大时(即 x 远离 μ 时),左端远大于右端,接近程度较低,但后面的实例分析表明:这不会对实际使用计算公式(9)和(10)有太大的影响。

另外,可按如下的关系式(12)确定显著水平 l 的取值范围。根据(8),应有

$$2 \left[\frac{\mu}{d} - 1 \right] + \left[\frac{\sigma}{cl} \right]^2 \geq 0, \text{ 即}$$

$$2(\mu - cl) + \frac{\sigma^2}{cl} \geq 0, \text{ 求解得 } 0 < l \leq m, \text{ 这里,}$$

$$m = \frac{\mu + \sqrt{\mu^2 + 2\sigma^2}}{2c}$$

$$= \frac{\mu + \sqrt{\mu^2 + 2\sigma^2}}{\sqrt{2\pi} \left[1 + \sqrt{1 - e^{-2\pi \left(\frac{\mu}{\sigma} \right)^2}} \right]} \quad (11)$$

如果 l 取值太小,将导致由(9)和(10)计算得到的上涨反转价格相对较高,及下跌反转价格相对较低;而若 l 取值大,将导致计算得到的上涨反转价格相对较低,及下跌反转价格相对较高。两种情况均难以较好地用于实际。所以,通常可取

$$\frac{1}{4}m \leq l \leq \frac{1}{2}m \quad (12)$$

其中, m 由(12)确定。

在平稳市道下, l 取值可相对大些;而在极端市道下, l 取值可相对小些。

利用(9)和(10),还可以计算证券市场涨跌的均衡价格。

$$\text{记: } X^0(l) = \frac{X^+(l) + X^-(l)}{2} = \mu + \frac{\sigma^2}{d},$$

则称 $X^0(l)$ 为该证券的均衡价格。

当 $l = m$, 即 $2 \left[\frac{\mu}{d} - 1 \right] + \left[\frac{\sigma}{cl} \right]^2 = 0$ 时, 根据

(9)、(10)和(11), 有

$$X(m) = X^0(l) = X^+(l) = X^-(l)$$

$$= \mu + \frac{\sigma^2}{cl} = \mu + \frac{2\sigma^2}{\mu + \sqrt{\mu^2 + 2\sigma^2}}$$

$$= \sqrt{\mu^2 + 2\sigma^2}$$

称 $X(m) = \sqrt{\mu^2 + 2\sigma^2}$ 为市场的重心价格。

重心价格从核心意义上反应出市场的根本状态。可用于判断在某一时间段内证券市场或股票价格是否与基本面保持总体一致。

5 实证分析

下面所有实例中采用^[4-5]中的方法且估计的参数均通过偏尾分布的显著性假设检验,不另说明。

5.1 道·琼斯 100 工业指数 DJX (1/100DJINDU)。这里选取 DJX 于 2002 年 6 月 19 日 - 2002 年 12 月 24 日期间 132 个交易日的收盘点位作为采样数据。参数估计结果为:

μ 的估计值 $\mu = 84.84577713$;

σ^2 的估计值 $\sigma^2 = 28.65615031$ 。

因此, DJX 指数在上述时间段内服从偏尾分布 $P(84.84577713, 28.65615031)$ 。利用(11)计算得到: $m = 6.335679489$ 。当 $0 < l \leq m$ 时, $X^+(l), X^-(l)$ 和 $X^0(l)$ 的变化过程如图 5.1 所示。若取 $l = \frac{m}{4}$

$= 1.583919872$ 时, 计算出: $X^+(l) = 99.35843320, X^-(l) = 73.02971640$ 。在此时间段内 DJX 指数的实际最大、最小值分别为: $X_{\max} = 95.62, X_{\min} = 72.86$ 。

指数的重心点位为: $X(m) = 85.01448140$ 。

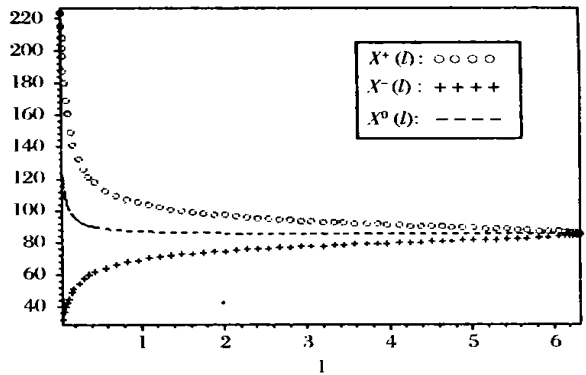


图 5.1 DJX 指数: $X^+(l), X^-(l), X^0(l)$ 的变化过程

5.2 深圳股市综合指数。这里选取深证综指于 2002 年 4 月 2 日 - 2002 年 10 月 8 日期间 124 个交易日的收盘点位作为采样数据。参数估计及计算结果为:

μ 的估计值 $\mu = 478.0363182$;

σ^2 的估计值 $\sigma^2 = 650.3925613$ 。

因此, 深证综指在上述时间段内服从偏尾分布 $P(478.0363182, 650.3925613)$ 。利用(11)计算得到: $m = 7.488587154$ 。当 $0 < l \leq m$ 时, $X^+(l), X^-(l)$ 和 $X^0(l)$ 的变化过程如图 5.2 所示。若取 $l = \frac{m}{3}$

$l = \frac{m}{3}$

= 2.496195718 时, 计算出: $X^+(l) = 533.2262202$, $X(l) = 430.9981354$ 。在此时间段内深证综指的实际最大、最小值分别为: $X_{\max} = 512.38$, $X_{\min} = 429.47$ 。

指数的重心点位为: $X(m) = 478.7161101$ 。

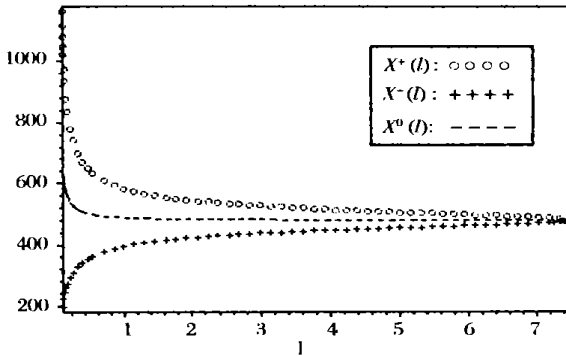


图 5.2 深证综指: $X^+(l), X^-(l), X^0(l)$ 的变化过程

5.3 综艺股份股票。这里选取综艺股份于 2002 年 1 月 23 日- 2002 年 8 月 8 日期间 126 个交易日的收盘价位作为采样数据。参数估计及计算结果为:

μ 的估计值 $\mu = 12.84800010$;

σ^2 的估计值 $\sigma^2 = 1.915181026$ 。

因此, 综艺股份在上述时间段内服从偏尾分布 $P(12.84800010, 1.915181026)$ 。利用(11) 计算得到: $m = 3.725104101$ 。当 $0 < l \leq m$ 时, $X^+(l), X^-(l)$ 和 $X^0(l)$ 的变化过程如图 5.3 所示。若取 $l = \frac{m}{3.2} = 1.164095032$ 时, 计算出: $X^+(l) = 16.25168021$, $X(l) = 10.39286193$ 。在此时间段内综艺股份的实际最大、最小值分别为: $X_{\max} = 14.68$, $X_{\min} = 10.41$ 。

股价的重心点位为: $X(m) = 12.92231742$ 。

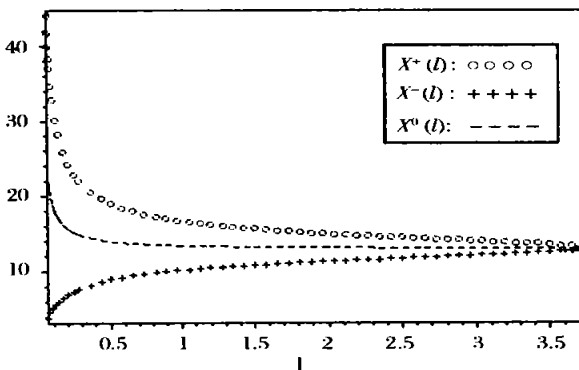


图 5.3 综艺股份: $X^+(l), X^-(l), X^0(l)$ 的变化过程

在 5.2 与 5.3 两例中, 深证综指与综艺股份实际最大值低于计算最大值的原因是: 当时中国股市

正处在下跌趋势之中。

实证分析表明: 本文所给指标和分析方法有助于深入揭示证券市场运行过程中的许多重要而基本的状态特征, 并作为分析的基础, 如: 利用极限价格可以分析证券价格运行是否仍在合理范围内, 利用重心价格可以分析证券市场价格是否与现实经济发展水平相一致, 利用均衡价格可以分析当前市场价格是否过度偏离, 等等。

6 结语

本文在文献 [2] 和 [3] 的基础上, 结合证券市场中的指数和股票价格运行特征完成了以下研究工作:

1) 首次给出了基于偏尾分布的价格行为指标 (2) 和 (3), 运用它们可以定量描述证券价格在上涨或下跌过程中投资者的操作热情;

2) 给出了判断价格运行动力是否衰竭的标准 (定义 4.1 和定义 4.2), 以及在不同显著水平下的趋势反转价格计算方法 (9) 和 (10)。

3) 给出了证券指数和股票的均衡价格与重心价格的概念及计算公式, 从而可以帮助判断当前市场价格在根本意义上是偏高还是偏低, 是否存在泡沫。

4) 政府证券监管部门或证券经营机构可以充分利用本文所给出的评估指标和计算公式获得重要的分析数据, 有效把握证券市场运行动向, 采取适当的调控措施, 确保证券市场规范、正常、良性的发展。

本文实证分析的原始数据来源于网站:

<http://www.stockstar.com.cn>

参考文献:

- [1] 杨惠敏, 魏斌. 行为金融学: 理论探讨和现实运用 [J]. 经济评论, 2000, 6: 70-72.
- [2] 戴锋, 姬广坡. 一种新型商品定价模型与价格安全性指数评估体系 [J]. 中国管理科学, 2001, 9(1): 62-69.
- [3] F. Dai and L. Liang. The Market Value Analytic Process for Investment Based on the Partial Distribution [C]. Proceedings of SCI 2001/ ISAS 2001, Orlando, USA. (IST P 检索)
- [4] 戴锋, 徐伟宣, 刘慧, 徐华. 一种新型的商品最优化定价方法 [J]. 中国管理科学, 2003, 11(1): 33-37.
- [5] F. Dai, X. Chen and K. Sun. The Pd-Fitness Analysis of Price Structures on Chinese Stocks Market [C]. Proceedings of SCI 2003, Orlando, USA.
- [6] 戴锋, 吕梁. 基于偏态分布的投资分析方法 [J]. 中国管理科学, 2001, 9(增刊): 315-320.
- [7] John Y C, John C. Force of Habit: A Consumption-Based

- Explanation of Aggregate Stock Market Behavior[J]. Journal of policy economics, 1999, 107(2) : 205– 251.
- [8] 何建敏, 朱林, 常松. 中国股票市场价格波动的尺度特性[J], 中国管理科学, 2003, 11(1) : 33– 37.
- [9] Schwert, G. W. and P. J. Seguin. Heteroscedasticity in Stock Returns[J]. Journal of Finance, 1990, 45: 1129– 1155.
- [10] Grossman S, Hart O. The cost and benefits of ownership: A theory of vertical and lateral integration[J]. Journal of Political Economy, 1986, 94(4) : 691– 719.

Method of Analyzing the Behavior Properties of Stock Price Based on Partial Distribution

DAI Feng, LIU Hui, QIN Zi- fu

(Department of Management Science, Information Engineering University, Zhengzhou 450002, China)

Abstract: Based on partial distribution^[2,3], this paper gives out the concepts and analytic expressions of the behavior indexes of security price, extreme limit price, balanced price, focus price for the first time, particularly gives out the calculating methods of extreme limit price and focus price, the former is beneficial to judging the reversal position of price movement trend under the different significance levels, the latter is beneficial to judging that the focus of current price of security market is reasonable or not.

Key words: partial distribution; security market; price behavior index; extreme limit price; focus price