

文章编号:1000-582X(2003)07-0139-04

中国与海外股指的混沌特征的比较实证^{*}

唐奎¹, 宿成建², 王宗笠¹

(1. 重庆大学数理学院, 重庆 400044; 2. 重庆大学经济与工商管理学院, 重庆 400044)

摘要:通过深沪综合指数的5天收益率分布规律以及用R/S方法研究收益率序列得出这样的结论,即深沪综合指数的收益率不服从正态分布,并且收益率是负斜,呈现出胖尾和峰态;中国股票市场不是一个有效的市场,其收益率序列均为服从分形概率分布的持久性时间序列,它们遵循有偏随机游动,市场表现出较强的趋势行为;深综指的赫斯特指数H为0.87,非周期循环为16周(4个月),而沪综指的赫斯特指数H为0.85,非周期循环为25周(6个月)。也就是中国股市呈现出长期记忆等非线性混沌特征。

关键词:收益率; R/S分析; 序列; 赫斯特指数

中图分类号: F830.91

文献标识码: A

经过10年的快速发展,中国证券市场已经成为我国企业融资和投资的重要场所。目前,对我国股票市场的研究也日益丰富多彩,在股票价格行为方面主要包括以下研究内容,即中国股市有效性研究和中国股票的混沌现象以及股票的波动性的研究。在市场效率的研究中,有学者应用R/S方法研究了中国股票市场并得出了中国股票市场属于弱型有效的结论^[1]。同时,也有一些学者应用混沌理论对股票作非线性分析并得出我国股市既存在混沌现象又具有弱型有效性,混沌现象与市场效率共存而非互斥的结论^[2-3]。在股票的波动性方面,通过研究发现,沪市和深市股票收益率和波动性之间的互动作用和相互影响,存在股价变化和走势之间的互动作用和示范效应,两市收益率序列之间具有长期的协整关系,以及两市之间存在显著的波动“溢出效应”和“杠杆效应”^[4-5]。通过研究深沪综合指数的5天收益率分布规律以及用R/S方法研究收益率序列并求出赫斯特指数,从而对收益率序列进行分类来进一步揭示中国股市的价格行为规律,同时与国外学者对国外股市所作的类似研究成果进行比较。

1 深沪综合指数的5天收益率分布规律

• 收稿日期:2003-03-21

作者简介:唐奎(1972-),男,重庆南川人,重庆大学硕士研究生,主要从事工程计算与计算机软件方向的研究。

1.1 深沪综合指数的5天收益率分布计算模型

将深沪综合指数的日收盘价格的5天对数一阶差分定义为深沪综合指数的5天收益率序列 $s(t)$,对于给定股票指数时间序列 $\{p(t)\}, t=1,2,\dots,n+4,n+5$ 使用如下的算法计算出5天收益率的频数分布:

1) 计算5天对数收益率序列 $\{s(t)\}$

$$s(t) = \log(p(t+5)/p(t)) \quad t = 1, 2, \dots, n \quad (1)$$

2) 将序列 $\{s(t)\}$ 标准化:

$$\mu = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n s(t) \quad \sigma = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (s(t) - \mu)^2} \quad (2)$$

$$ss(t) = \frac{s(t) - \mu}{\sigma} \quad t = 1, 2, \dots, n \quad (3)$$

3) 计算频数分布:

在区间 $[-m, m]$ 以 Δx 为步长共采样 $v = \text{int}(2m/\Delta x) + 1$ 个点:

$$x(i) = -m + (i-1)\Delta x \quad i = 1, 2, \dots, v$$

$$A(i) = \{ss(t) \mid ss(t) \in [x(i) - \Delta x/2, x(i) + \Delta x/2]\} \quad t = 1, 2, \dots, n$$

$$\text{freq}(i) = |A(i)| / n$$

$$y(i) = \text{freq}(i) / \Delta x \quad i = 1, 2, \dots, v$$

4) 绘出频数分布曲线

利用点列 $\{(x(i), y(i)) \mid i = 1, 2, \dots, v\}$ 并使用插值或拟合方法绘出曲线。这里取 $m = 8, \Delta x = 1/10$ 在 matlab 里编程绘出了上综指, 深综指的频数分布与正态分布的比较图 1 和图 2。

1.2 深沪综合指数和美国股市的 5 天收益率分布规律比较

图 1 和图 2 分别显示了从 1991 年 10 月 3 日到 2002 年 9 月 2 日的上证综合指数价格和从 1991 年 9 月 2 日到 2002 年 9 月 2 日的深证综合指数价格的 5 天对数一阶差分的频数分布。收益率序列已经被标准化了, 所以它们的均值是 0, 标准差是 1。图中也显示了一个具有相等数目的高斯随机数的频率分布。从以上图中, 可以看出, 围绕均值分布中出现了很明显的峰值, 同时图中还显示出收益率分布呈现明显的负斜, 也就是说, 在左边(负的)的尾部比在右边的尾部有更多的观测值。可以从图 1 在低于均值的第 3 个标准差处和图 2 低于均值的峰值处看到负斜性。股票市场出现标准差 3 事件的概率大约是高斯随机数的 2 倍。将图 1 和图 2 进行比较发现, 深市收益率分布的峰值出现了明显的低于均值处, 而沪市收益率分布的峰值出现在均值处, 这就是说沪市 5 天收益率达到均值的概率比深市 5 天收益率达到均值的概率高。

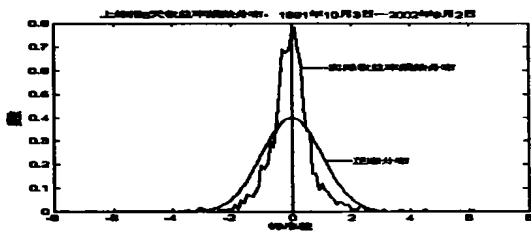


图 1 上证综合指数 5 天收益率频数分布

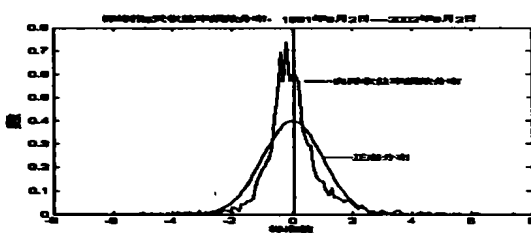


图 2 深市综合指数 5 天收益率频数分布

埃德加 彼得斯通过改编自特纳和魏格尔(1990)关于 1928 ~ 1990 年的 S&P 指数的日收益率并绘制出 S&P500 的 5 天收益率的频数分布图(图 3), 将收益率与正态分布作比较, 也得出了以上相同的结论: S&P500 的日收益率是负斜的, 图 3 中出现了明显的尖峰和胖尾。

1.3 收益率分布规律及分析

由上可知深沪综合指数和美国股市的 5 天收益率

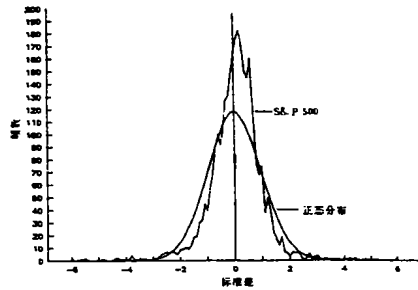


图 3 S&P500 的 5 天收益率的频数分布

分布均呈现了明显的尖峰和胖尾, 并且收益率是负斜的。这就说明中国的股票市场的收益率和美国的股票市场的收益率均不是正态分布的。因此, 支持股票价格的随机游动的理由也会大打折扣。对于肥胖的尾部的最通常的解释是, 信息是偶尔以成堆的方式出现的, 而不是以平滑连续的方式出现的。市场对于成堆的信息的反应导致了肥胖的尾部。因为信息的分布是尖峰态的, 所以价格变化的分布也是尖峰态的。

进一步说, 肥胖的尾部就意味着人们是以非线性方式对信息作出反应的。这一情况隐含着现在是受过去影响的, 这与有效市场假说(EMH)相矛盾。一般来说, 有效市场假说就意味着价格已包含所有的信息, 也就是说人们接到信息就通过改变价格以反应新信息的方式作出反应。而实际情况是, 有些人一接到信息就马上作出反应。然而, 大多数人等着确认信息, 并且不等到趋势已经十分明显就不会作出反应。这种对信息的不均等的消化可能会导致一个有偏的随机游动。赫斯特在 20 世纪 40 年代全面地研究了有偏随机游动, 芒德勃罗在 60 年代和 70 年代也作了全面研究。芒德勃罗把这种偏随机游动称为分数布朗运动, 而笔者现在称之为分形时间序列。而赫斯特指数就可以用来对时间序列分类。为了刻画中国证券市场收益率序列的分形结构特征和非周期性循环, 也就是揭示市场的非线性特征, 下面就用 R/S 分析方法来研究中国股市的收益率序列, 并将研究结果与对美国股市的相应的研究成果进行对比分析。

2 中国股票市场的 R/S 分析

2.1 重标极差法(R/S)的计算模型

R/S 分析方法是十分强健的时间序列分析工具, 运用这种方法求出的 Hurst 指数是区分不同类型的时间序列的重要指数, 其算法如下:

$$\begin{aligned} & \text{给定股票指数时间序列 } \{p(t)\}, t = 1, 2, \dots, N + 1 \\ & 1) \text{ 数据预处理, 计算对数收益率序列 } \{s(t)\} \\ & s(t) = \log(p(t + 1)/p(t)) \quad t = 1, 2, \dots, N \end{aligned} \quad (4)$$

2) 对不同的数据段长度 n , 把序列分成 $M(n) = \text{int}(N/n)$ 段

$$\mu_{n,j} = \frac{1}{n} \sum_{t=n(j-1)+1}^{nj} s(t)$$

其中 $\mu_{n,j}$ 表示段长为 n 时, 第 j 段的均值。

$$\sigma_{n,j} = \frac{1}{n} \sum_{t=n(j-1)+1}^{nj} (s(t) - \mu_{n,j})^2 \quad n = 1, 2, \dots, L \quad (5)$$

其中 $L = \text{int}(N/2)$; $j = 1, 2, \dots, M(n)$ 为段数。

$$K_{n,j,i} = \sum_{t=n(j-1)+1}^i (s(t) - \mu_{n,j}) \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (6)$$

其中, $K_{n,j,i}$ 表示段长为 n 的第 j 段的第 i 个积累离差。

$$R_{n,j} = \max_{1 \leq i \leq n} \{K_{n,j,i}\} - \min_{1 \leq i \leq n} \{K_{n,j,i}\} \quad (7)$$

其中, $R_{n,j}$ 表示段长为 n 时, 第 j 段的极差。

$$(R/S)_n = \frac{1}{M(n)} \sum_{j=1}^{M(n)} ((R_{n,j}/\sigma_{n,j}) \quad (8)$$

$H = \max_{1 \leq m \leq L} x \{H_m \mid H_m \text{ 是由点组 } (\log(k), \log(R/S)_k), k = 1, 2, \dots, m \text{ 回归得到的直线斜率}\} \quad (9)$

2.2 中国股市的 R/S 分析计算结果与分析

由于中国股市是一个历经 11 年的新兴资本市场, 若采用月收益率的序列就会产生数据太少导致计算结果失真, 因此采用深沪综合指数周均值的对数收益率序列来作 R/S 分析。将从 1991 年 10 月 3 日到 2002 年 9 月 2 日的上证综合指数价格和从 1991 年 9 月 2 日到 2002 年 9 月 2 日深证综合指数价格分别计算出 500 多个周对数收益率数据组成序列, 从 $N = 6$ 周增量开始, 把序列组成若干个独立的 6 周增量, 于是用式(6)和(7)计算每 6 周期间的极差, 然后用每 6 周期间观测的标准差重标每一个极差, 得到若干个分离的 R/S 观测值。通过取这些个观测值的平均数就得到 $N = 6$ 的序列的 R/S 值。对于 $N = 7, 8, 9, \dots$ 持续这一过程。然后在 N 的整个值域上 $\text{Log}(n)$ 对 $\text{Log}(R/S)_n$ 的回归, 并根据式(9)得到赫斯特指的估计值。

图 4 和图 5 现示了用前述方法获得的 $\text{Log}(R/S) \sim \text{Log}(\text{周})$ 图。从图中可以看出深综指的赫斯特指数 H 为 0.87, 非周期循环为 16 周(4 个月); 而沪综指的赫斯特指数 H 为 0.85, 非周期循环为 25 周(6 个月)。埃德加 彼得斯(1991) 根据 1950 年 1 月 ~ 1988 年 7 月的 S&P500 指数作 R/S 分析, 得出 S&P500 的 H 为 0.78, 非周期循环长度为 48 个月。文献[6] 从高 H 值可看出股票市场显然是分形^[7], 它是一个有偏随机游动, 也就是说, 中国的证券市场与美国的证券市场一样, 其收益率均服从分形概率分布的持久性时间序列, 它们遵循有偏随机游动, 市场表现出较强的趋势行为,

而不是均值回复行为。而中国证券市场则表现出比美国证券市场更强的趋势性。另外, 从图 4 和图 5 中还明显看到打乱的收益率序列($H = 0.525, H = 0.507$) 破坏了原来序列的长期记忆结构, 并把它们变成了一个独立的序列, 没有出现原来序列的斜率下降, 深市为 16 周, 而沪市为 25 周。然而, 如同在混沌理论中看到的那样, 在任何非线性系统中都有那么一点, 到了这一点对于初始条件的记忆就会消失。这一点对应于系统的自然周期的终点。

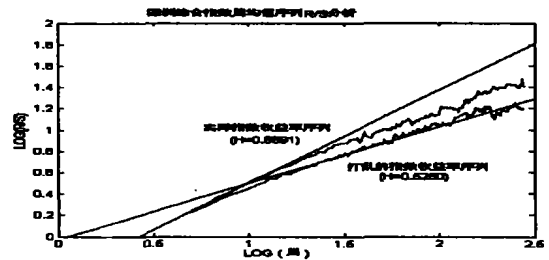


图 4 深圳综合指数周均值序列 R/S 分析

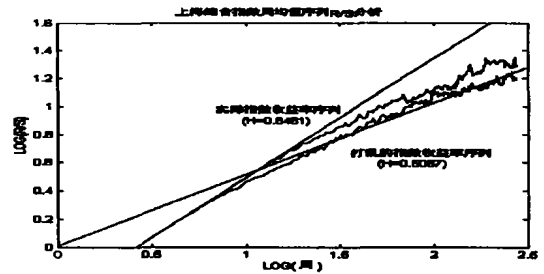


图 5 上海综合指数周均值序列 R/S 分析

对于上面的研究作进一步分析, 可以得出这样的结论: 中国股票市场是一个非有效的市场, 其收益率序列均服从有着分形概率分布的持久性时间序列, 它们遵循有偏随机游动, 市场表现出较强的趋势行为; 深综指的赫斯特指数 H 为 0.87, 非周期循环为 16 周(4 个月), 而沪综指的赫斯特指数 H 为 0.85, 非周期循环为 25 周(6 个月)。关于沪市的非周期循环, 可以从图 6 中得到验证。

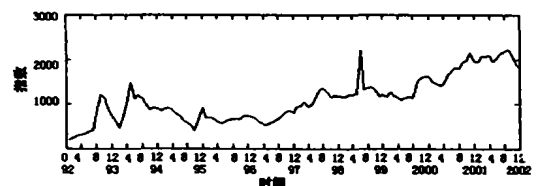


图 6 上证指数月平均值曲线

从图 6 中可以看到若干非周期循环为 6 个月的证据, 例如发生在 1992 年 3 月到 9 月和 1993 年 2 月到 7 月, 以及 1996 年 4 月到 10 月及 1997 年 2 月到 8 月, 还有 1999 年 6 月到 12 月及 2000 年 4 月到 10 月, 这些个

连续上涨 4 个月的循环进一步证明了上面所进行的 R/S 分析的正确性。从这里可以得出对投资者有意义的结论,就是既然股市存在这样一个非周期的循环,只要投资者找到这样的循环并持有市场组合便可以得到超额回报,显然这是目前大部分中国股市的投资者采用技术分析(如 K 线图)进行投资的原因,并且投资者采用这一方法投资又加强了市场的趋势行为。

4 结 论

1) 深沪综合指数的收益率不服从正态分布,并且收益率是负斜,呈现出胖尾和峰态。特别是深市收益率分布的峰值出现在明显的低于均值处,而沪市收益率分布的峰值出现在均值处,这就是说沪市 5 天收益率达到均值的概率比深市 5 天收益率达到均值的概率高。

2) 中国股票市场是一个非有效的市场,其收益率序列均服从有着分形概率分布的持久性时间序列,它们遵循有偏随机游动,市场表现出较强的趋势行为;深综指的赫斯特指数 H 为 0.87,非周期循环为 16 周(4 个月),而沪综指的赫斯特指数 H 为 0.85,非周期循环为 25 周(6 个月)。

3) 投资者可以通过分析找到股市的非周期循环并持有市场组合便可以得到超额回报,这是目前大部分中国股市的投资者采用技术分析(如 K 线图)进行投资的原因,并且投资者采用这一方法投资又加强了股票市场的趋势行为。

参考文献:

- [1] 冉茂盛,张宗益. 运用 R/S 方法研究中国股票市场有效性[J]. 重庆大学学报(自然科学版)2001,24,(6):92-95.
- [2] 曹建福,韩崇昭,方洋旺. 非线性系统理论及应用[M]. 西安:西安交通大学出版社,2001.
- [3] 周孝华. 证券投资的非线性理论研究及其在中国证券市场的实证分析[D]. 重庆:重庆大学博士论文,2000.
- [4] 江小东,金斌. 沪深股指收益率波动分析[J]. 统计与决策,2002,150,(6):20-21.
- [5] 刘金全,崔畅. 中国沪深股市收益率和波动性的实证分析[J]. 经济学,2002,1(4):885-898.
- [6] 埃德加 E 彼得斯. 资本市场的混沌与秩序(第 2 版)[M]. 北京:经济科学出版社,1993.
- [7] 王东生,曹磊. 混沌、分形及其应用[M]. 北京:中国科学技术大学出版社,1995.

A Comparative Study of Chaos Phenomenon of China's Stock Index to the Oversea Stock Index

TANG Ku¹, SU Cheng-jian², WANG Zong-li¹

(1. College of Mathematics and Sciences, Chongqing University, Chongqing 400044, China;

2. College of Economics and Business Administration, Chongqing University, Chongqing 400044, China)

Abstract: The distribution of the five-day return on China composite stock index is studied. The empirical distribution of five days return on SHCSPI (ShangHai composite stock price index) and SZCSPI (ShengZhen composite stock price index) has "fat tail" and no finite variance with sharp peak at mean, which can not be normally distributed because the largest negative return possible. In addition, the return series are belong to long-term memory fractional time series. China stock markets are not efficient markets because the chaos phenomenon is strongly shown in the stock market.

Key words: return rate; R/S analysis; return series; hurst exponent.

(编辑 刘道芬)