基于分形理论下的股票市场有效性研究

叶航, 林水山

(浙江大学经济学院, 浙江杭州, 310027)

摘要: 利用分形理论对我国股市的有效性进行研究, 研究的对象包括: 上证 A 股指数、深成 A 股指数、上证 B 股指数和深证 B 股指数。首先通过 Kolmogorov - Smirnov 检验法来检验中国股市收益率的正态性, 得出收益率不是正态分布的, 在此基础上, 利用分形理论中的 R/S 分析法来研究中国股市的有效性。研究的结果表明, 中国股市具有明显的分形结构, 因此不是有效市场, A 股市场相对于 B 股市场来说是比较有效的, B 股市场的可预测性大于 A 股市场。同时, 还进一步研究了中国股票市场的非周期循环。

关键词: 有效市场理论; 分形市场理论; R/S 分析法

中图分类号: F830.91

文献标识码: A

文章编号: 1672-3104(2005)02-0222-05

一、有效市场理论与分形市场理论

有效市场理论(Efficient Market Hypothesis)是现代金融学的基础,许多计量金融模型都是建立在有效市场理论的基础之上的。在过去的几十年里,有效市场理论得到了认可,也引起了广泛的非议。有效市场理论源于西方传统经济学的市场自发理论,它夸大了市场调节的作用,认为在理性原则下,可以用先验的理论假说和抽象的模型来规范和说明复杂多变的现实。有效市场理论做出了以下的假设:①投资者可以准确预期到公司的未来价值;②股票价格完全反映了公司未来的价值;③价格的改变只取决于与公司前景有关的信息,而信息是以不可预测和随机的方式出现的;④由此,股价的波动是随机游走的,过去的股价波动不对当前的股价造成影响,因此,价格变化的频率是遵循正态分布的。可见,有效市场理论追求的是一种逻辑体系和数学形式的完美,忽略了现实的复杂体系,众多的实证研究并不支持有效市场理论^[1~4]。

分形市场理论(Fractal Market Hypothesis)则在有效市场理论的基础上进行了扩展,在非线形系统理论的框架中讨论金融市场的有效性和波动特性。分形市场理论认为:①市场是由大量具有不同投资期限的投资者组成的;②信息对不同投资期限的投资者的影响是不相同的;③由于市场是由大量

的具有不同投资期限的投资者组成,所以市场的流动性就得以实现,从而保证了市场的稳定性;④市场价格反映了短期技术性交易和长期基本价值评估;⑤如果证券和经济周期没有联系,那么就不会存在长期趋势。交易、流动性和短期信息就会占据统治地位^[5]。

因此,分形市场理论放宽了有效市场理论的假设条件,是一个符合实际的投资者行为和市场价格运动的理论,有效市场只是分形市场的一种特殊情况,因此分形理论的分析框架也就成了市场有效性的检验方法之一。在国外,对分形市场理论的应用研究是比较广泛的,但在国内这方面的研究则刚刚起步,为了弥补这方面的研究缺陷,本研究采用分形分析法对国内证券市场的有效性进行研究。

二、收益率的正态特性检验

股票的收益率变化是否为随机过程,这是金融计量学中的一个重要问题。传统的金融计量学一般假设金融资产的收益率是独立同分布的随机变量,今天的收益率和过去的收益率无关,因此收益率服从正态分布。但是,不少学者的研究发现收益率的非线性形式具有相关性,这种相关性表明,金融资产的价格波动在很长的时间内都会保持某种联系,从而收益率就不是独立同分布的。如吴世农发现沪深

分这 N 个数据为 A 个子区间,每个子区间的长度为 n ,把第 a 个子区间标注为 $I_a (a = 1, 2, \dots, A)$,第 a 个子区间的元素为 $N_{k,a} (k = 1, 2, \dots, n)$ 。假设每个子区间的平均值为 (e_a) ,标准差为 S_{Ia} ,对于每个子区间 I_a ,我们把区间内的每个元素都减去平均值 e_a ,即有:

$$Y_{k,a} = N_{k,a} - e_a \quad (1)$$

接着把所得到的 $Y_{k,a}$ 进行累加,就得到了每个子区间累积横距离 $X_{k,a}$,那么定义每个子区间内的极差为:

$$R_{Ia} = \text{MAX}(X_{k,a}) - \text{MIN}(X_{k,a}), 1 \leq k \leq n; \quad (2)$$

我们把每一个区间所得到的极差 R_{Ia} 除以它们各自的样本标准差,就得到每个区间的重标极差 (R_{Ia}/S_{Ia}) ,因为我们有 A 个长度为 n 的子区间,则当长度为 n 时,平均 R/S 数值为:

$$(R/S)_n = \left[\sum_{a=1}^A (R_{Ia}/S_{Ia}) \right] / A \quad (3)$$

通过增加 n 的数值,则 A 的数值减少,直到 $n = (M - 1)/2$,当然, n 要能整除 $M - 1$ 。通过以上的步骤可以得到多个 $(R/S)_n$ 的数值。最后,由 Hurst 指数 H 和 $(R/S)_n$ 的关系:

$$* (R/S)_n = a \times n^H \quad (4)$$

对这个式子取对数:

$$\log(R/S)_n = \log(a) + H \log(n) + u_i \quad (5)$$

通过最小二乘法就可以求出 Hurst 指数 H 。 H 具有以下的重要特点:①当 $H = 0.5$ 时,过去和未来的增量之间不存在任何联系,这样增量的波动完全是一个随机过程,是呈现正态分布的;② $0.5 < H < 1$ 时,增量的变化具有持久性效应。如果过去是一直增长的,那么未来也将持续增长的态势。 H 越接近 1,这种持久性的效应就更加明显, H 越接近 0.5,就出现随机增长的态势;③ $0 < H < 0.5$ 时,增量间的变化是呈现负相关的,如果过去是增长的,那么未来下降的可能性更大。 H 的数值越接近零,这种负相

验 R/S 的显著性:

$$E(R/S)_n = \left(\frac{n-0.5}{n} \right) \cdot \left(\frac{2}{n\pi} \right)^{1/2} \cdot \sum_{r=1}^{n-1} \left(\frac{n-r}{r} \right)^{1/2} \quad (6)$$

在一个分形的时间序列里,可能存在着非周期循环,Peters 运用了 V 统计量来检查系统的稳定性和周期性^[5]:

$$V_{\text{statistic}} = (R/S)_n / \sqrt{n} \quad (7)$$

如果时间序列过程是独立随机的,那么 (R/S) 将随着时间的平方根呈现规模变化,针对 $\log(n)$ 的 V -统计量标绘图将会是水平的;如果时间序列过程是连续的,并且 $H > 0.5$,那么 (R/S) 将以快于时间的平方根的比率增长,针对 $\log(n)$ 的 V -统计量标绘图将会是向上倾斜的,相反的,如果 $H < 0.5$,那么图形将是向下倾斜。最重要的是,当 V 由上升转为下降的突变点,就可以发现循环长度。因此通过对 V -统计量坐标图的观察,通过检查在每一个区间的 V 的最大值,可以发现时间序列的一些特征,如发现非周期循环和随机水平等。

(二) Hurst 指数研究

本文应用了 R/S 分析方法对上证 A 股指数、深成 A 股指数、上证 B 股指数和深证 B 股指数的日收盘指数进行了实证研究。在进行 R/S 分析前,先进行下面的数据处理,以消除或者减小线性依赖^[5]。 P_t 代表日收盘指数。

$$R_t = \log(P_t / P_{t-1}) \quad (8)$$

随后,针对独立变量 R_{t-1} ,回归依赖变量 R_t ,即进行 AR(1) 分析:

$$R_t = \alpha + \beta R_{t-1} + \varepsilon \quad (9)$$

把 AR(1) 分析所得到的残差进行 R/S 分析, R/S 分析过程是一个复杂的数学过程,本文利用 GAUSS 语言编写了计算的详细过程,使数据处理得到了简化。经过计算,各个指数收益率序列的 R/S 分析结果如表 2。

表 2 沪深两市 H 指数估计

指数名称	Variable Name	Coefficient	S. E.	t-Ratio	Prob > t	Adj-R ²
上证 A 股指数	LOG(N)	0.572 24	0.014 904	38.396	1.007 9E-018	0.987 94
	CONSTANT	-0.078 332	0.031 245	-2.507 0	0.021 987	0.258 80
深圳成分 A 股指数	LOG(N)	0.602 37	0.007 7934	77.292	3.699 4E-024	0.997 00
	CONSTANT	-0.118 67	0.016 339	-7.262 9	9.437 0E-007	0.745 58
上海 B 股指数	LOG(N)	0.628 58	0.011 324	55.507	1.399 3E-021	0.994 19
	CONSTANT	-0.144 67	0.023 742	-6.093 7	9.307 2E-006	0.673 52
深证 B 股指数	LOG(N)	0.629 52	0.012 511	50.319	8.095 2E-021	0.992 94
	CONSTANT	-0.135 14	0.026 229	-5.152 5	6.682 7E-005	0.595 94

从这个表中,可以发现,各个指数的对数收益率的 Hurst 指数都有比较高的 t 统计量和拟和尺度 R^2 ,比较低的标准差(S.E.),拟和的程度相当高。上证 A 股指数、深成 A 股指数、上证 B 股指数和深证 B 股指数的 Hurst 指数分别为 0.572、0.602、0.629、0.630,这些数值都大于 0.50,因此,这些指数的收益率都明显的具有分形结构和较强的持续性和记忆性,因此是一个有偏随机游走过程。其中,B 股指数的分形结构比 A 股指数来的明显,具有更强的持续性和记忆性。

(三) 非周期循环的研究

根据上面对 Hurst 指数的计算,我们知道,中国股票市场的 Hurst 指数都大于 0.5,具有持续性和记忆性,也就是说,这些股票市场上的信息会对未来的价格波动产生影响,但是影响的时间到底有多长,这就需要涉及到“周期”这个概念。一般的,周期循环都有其固定的频率,但是,也有一些循环是没有固定频率的,而只能有一个平均的频率,称之为非周期循环。

根据前面对 V 统计量的介绍,结合 $E(R/S)$,首先通过绘制 $V(R/S) - \text{LOG}(N)$ 和 $V(E(R/S)) - \text{LOG}(N)$ 的坐标图(图 1 - 图 4),就可以发现突变点,然后以该突变点为分界点进行 R/S 回归。

从图中可以发现,上证 A 股指数和深成 A 股

图 3 上证 B 股 V 统计图

图 4 深证 B 股 V 统计图

指数的突变点是 $n = 100(\text{log}(n) = 2)$,而上证 B 股指数和深证 B 股指数的突变点为 $n = 90(\text{log}(n) = 1.95)$ 。以这些突变点为分界点进行回归,回归结果如表 3。

在分界点之前,上海 A 股指数、深成 A 股指数、上海 B 股指数和深证 B 股指数的 Hurst 指数分别为 0.629、0.630、0.633、0.641,在分界点之后,分别下降到 0.487、0.545、0.554、0.551,这表明,在非周期循环之后,上海 A 股指数由状态持续性转变为反持续性,而其他的市场仍然具有很强的持续性。

表 3 Hurst 指数分阶段回归分析表

INDEX	回归区间	截距(t -检验)	Hurst 指数(t -检验)	Adj- R^2	F Statistic
上证 A 股指数	$N \leq 100$	-0.175(-11.524)	0.629(67.949)	0.999	4 617.016
	$N > 100$	0.260(29.632)	0.487(108.658)	0.999	664.492
深成 A 股指数	$N \leq 100$	-0.164(-15.504)	0.630(94.952)	0.990	9 015.863
	$N > 100$	0.009(0.063)	0.545(9.788)	0.975	283.710
上证 B 股指数	$N \leq 90$	-0.179(-10.690)	0.633(59.966)	0.998	3 595.865
	$N > 90$	-0.013(-0.095)	0.554(8.462)	0.960	71.611
深证 B 股指数	$N \leq 90$	-0.159(-11.250)	0.641(59.282)	0.999	3 514.336
	$N > 90$	0.006(0.223)	0.551(44.975)	0.971	322.779

图 1 上证 A 股 V 统计图

图 2 深成 A 股 V 统计图

四、结论

尽管有实证研究表明,中国的股票市场已经达到了弱型有效市场,但是更多的研究持反对观点。本文首先利用了 Kolmogorov - Smirnov 检验方法

上证 A 股指数、深成 A 股指数、上证 B 股指数和深证 B 股指数的收益率的正态分布特性,发现收益率并不是正态分布的。在这个基础上,选择了分形理论中的非参数研究方法 R/S 分析法来研究中国股票市场的分形结构。通过研究发现,中国股票市场的收益率存在着持续性,具有分形特征,中国股票市场并不是有效市场。

(1) 中国股票市场的收益率不是呈现正态分布的,违背了有效市场理论的假设前提,线性框架下的有效市场理论不适用于中国股市。

(2) 研究发现,上证 A 股指数、深成 A 股指数、上证 B 股指数、深证 B 股指数的 Hurst 指数分别为 0.572、0.602、0.629、0.630,这就说明沪深两市都存在着持续性,即具有长期记忆的特征。上海 A 股市场的 Hurst 指数最小,也就是说,上海 A 股市场是四个市场中最有效的,另外,B 股市场的 Hurst 指数大于 A 股市场,因此,B 股市场的可预测性大于 A 股市场,这和 Shiguang 和 Michelle 的研究相一致^[9]。

(3) 本文通过绘制 $V(R/S) - \text{LOG}(N)$ 和 $V(E(R/S)) - \text{LOG}(N)$ 的坐标图,发现四个指数都存在自己的非周期循环,非周期循环预示着信息的作用时间长度,事实上,这个结论对投资者应该有着某种良好的启发,这种启发或许不能为投资者带来很高的收益,但在风险控制方面却可以起到相当的作用。

(4) 中国经济的微观主体是国有企业,中国股票市场以国有企业的改制上市为主,这就不可避免地融入了行政性的非市场因素,从而造成了所谓的“政策市”,使得市场的波动具有持续性。此外,内幕交

易、信息公开的滞后和不真实性也导致了市场有效性的降低。因此,中国股市是一个有效性低下的市场,在这个市场上,如何提高市场的效率,充分发挥股票市场应有的融资功能,是一个重要的问题。在未来的发展中,约束政府的行为,弱化政策性因素的作用,提高投资者的投资水平,加强上市公司的监管,都是改革的应有之义。

参考文献:

- [1] Robert F. Mulligan. Fractal analysis of highly volatile markets: an application to technology equities [J]. The Quarterly Review of Economics and Finance, 2004, 44: 155-179.
- [2] Jorge Cavalcante. Long-range Dependence in the Returns and Volatility of the Brazilian Stock Market [J/OL]. www.bndes.gov.br/english/studies/imbsm.pdf, 2000.
- [3] Michael D McKenzie. Non-Periodic Australian Stock Market Cycles: Evidence from Rescaled Range Analysis [J]. The Economic Record, 2001, 77: 393-62406.
- [4] Golaka C Nath. Long Memory and Indian Stock Market - An Empirical Evidence [J/OL]. http://utiicm.com/golakanath/, 2001.
- [5] 彼得斯. 分形市场分析[M]. 北京: 经济科学出版社, 2002. 59-62.
- [6] 吴世农. 我国股票市场效率的分析[J]. 经济研究, 1996, (4): 13-19.
- [7] 史永东. 上海证券市场的分形结构[J]. 预测, 2000, (5): 78-80.
- [8] David A Hsieh. Nonlinear Dynamics in Financial Markets: Evidence and Implications [J]. Institute for Quantitative Research in Finance, 1994, (10): 2-625.
- [9] Shiguang Ma, Michelle L. Barnes. Are China's Stock Markets Really Weak - form Efficient? [J/OL]. Http://www.adelaide.edu.au/cies/, 2001.

The study on the efficiency of China's stock markets on the basis of fractal theory

YE Hang, LIN Shui-shan

(College of Economics, Zhejiang University, Hangzhou 310027, China)

Abstract: This dissertation analyses the efficiency of China's stock markets on the basis of fractal theory. SHA, SZA, SHB and SZB are included in this study. Firstly, Kolmogorov-Smirnov is used to test the normal distribution of China's stock markets' returns; we find that the returns are not normal distribution. Then the efficiency of stock markets is researched by using R/S analysis. The authors draw a conclusion that A-share market is more efficiency than B-share market, while B-shares' prices are more predictable than A-shares'. Finally, some researches are conducted on non-period cycles.

Key words: efficient market hypothesis; fractal market hypothesis; R/S analysis

[编辑:汪晓]