

# 基于 R/S 分析的上海股市有效性实证研究

李存金, 侯楠楠

(北京理工大学 管理与经济学院 北京 100081)

**摘要:**以上海股票市场为研究对象,以 1995 年 10 月 24 日至 2009 年 3 月 16 日这一时间段的上证综合指数日收盘价对数收益率序列为研究样本,利用 R/S 分析方法计算出上证指数的 Hurst 指数,并对上海股市分形特征加以描述。实证结果表明,上证综合指数日收益率序列的 Hurst 指数为 0.619607,明显偏离 0.5,说明上海股票市场具有明显的分形特征,投资者可以通过分析股价的历史数据来获得超额利润,因而市场是无效的。最后,分析了上海股市无效的原因,并提出了政策和建议。

**关键词:**股票市场;有效市场假说;分形市场;R/S 分析;Hurst 指数

**中图分类号:**F830 **文献标识码:**A **文章编号:**1002-980X(2009)05-0071-05

市场效率问题一直是资本市场研究中的重要问题,其对资本市场本身的发展、建设都有着重大的意义。现有的关于资本市场效率的研究大都是基于有效市场假说 (efficient market hypothesis, EMH) 进行的。作为新古典主义经济学基石之一的有效市场假说,一直以来都是分析资本市场的理论前提。有效市场假说假定了收益率时间序列的独立性,从而使其满足服从正态分布,具有有效均值、有限方差等条件。而且,现在大量的金融理论模型如 CAPM (资本资产定价模型)、APT (套利定价理论) 等都是建立在有效市场假说基础之上的。然而,近些年来,人们在大量的实证研究中发现了很多 EMH 不能解释的“异象”,从而对 EMH 提出了愈来愈多的挑战。

在有效市场假说的众多理论前提中,最重要的就是证券价格的变化是独立的,即它们是随机游动的,股票价格的时间序列呈现随机状态,不会表现出某种规律或趋势。收益率的变化应该服从正态分布。然而,我们通过大量的实证研究发现,现实的资本市场并不是以 EMH 为基础的线性范式对信息做出反应,价格收益率也不是互相独立的,它的概率分布服从的是一种有偏的分布,呈现出尖峰、厚尾、有偏等特征。近年来,人们将分形理论、非线性系统理论和分数维时间序列理论引入金融市场有效性研究中,突破了 EMH 的假设,形成了一套分形市场理论。本文将运用英国著名的水文学家赫斯特

(H. E. Hurst) 提出的分形理论中研究分形时间序列的常用方法——R/S 分析法来研究沪深股市的分形特征。

## 1 研究现状

与传统的有效市场理论相比,用分形理论来研究资本市场的运行规律更符合资本市场的实际运动规律。传统 EMH 的理论框架是基本线性的市场假设,对于资本市场效率及特征的研究主要集中于价格的波动是否无序、不可预测,市场是否均衡。在实证分析上,主要通过运用布朗运动来衡量市场是否有效。但是,实际中市场并不像有效市场理论假设的那么简练,而是经常表现为有偏的随机游走,因此 EMH 的分析往往忽视了市场的一般特性。用分形理论研究资本市场解决了有效市场理论中许多前提假设的局限性和缺陷,考虑了投资者的非理性预期以及市场对于信息反应的非线性因果关系。因此,用分形理论研究资本市场的非线性波动特性,能够反映一般情况下的市场结构和特征。

分形理论为资本市场进行定量分析提供了一种新的工具,分形资本市场理论借助于非线性系统理论,一方面解释了市场行为的许多复杂现象,同时也提供了一个定量分析的途径,将分形、分维时间序列、混沌动力学引入资本市场的波动预测,将会产生更好的预测效果。分形资本市场理论改变了人们对

收稿日期:2009-03-28

作者简介:李存金(1962—),男,内蒙古土默特左旗人,北京理工大学管理与经济学院教授,博士,主要研究方向:现代组织管理理论与管理创新、人力资源管理、项目投融资管理;侯楠楠,北京理工大学管理与经济学院技术经济及管理硕士研究生。

市场特性的认识,如波动的长记忆性、收益的自相似性以及市场的混沌特性等,这些都是传统有效市场理论所未能包含的。对于资本市场均衡特性认识的变化,将会对资本市场许多问题的分析与定量研究产生影响。分形理论为资本市场的监管与调控提供了新的依据,分形资本市场理论的提出,为资本市场波动特性与结构的研究提出了新方法,为资本市场的研究构建了一个新的理论框架。诸如市场的分形维数和非线性结构、市场对于信息反应的非线性因果关系等问题的研究,对于市场的监管者和政策的制定者都具有重要的意义。资本市场的非线性特性是产生分形市场的机理。在实践中,通过对市场特性进行分析,可以发现市场的结构形式,制定一定的监管政策,并且采取适当的调控手段,实现对市场的监管和调控。

国外学者运用 R/S 分析、谱分析等非线性方法对包括股票和汇率市场等的资本市场所进行的大量理论和实证研究工作显示,国外的金融市场价格行为广泛存在着持久性、长期记忆性等分形动力学特征。比较典型的是, Peters 将应用非线性方法对资本市场的研究统一于分形市场分析的框架内,开展了大量的工作。Peters 的工作表明,美国、英国和德国的股票市场指数的分形维在 2 和 3 之间,日本股票市场指数有超过 3 的分形维,美国标准普尔 500 指数有一个大约 4 年的长期记忆期。他对债券市场,汇率市场和经济指数的研究也表明这些价格或经济指标表现出赫斯特(Hurst)统计特性,价格的运动不是随机游动,而是遵循有偏随机游动,是分形的。

国内关于分形市场方面的研究著作不多,而且大部分研究集中于价格的持久性检验上。胡雪明、宋学锋运用 MF-DFA 方法对深沪股票市场进行实证对比研究,发现两市均具有多重分形结构,深成指比上证综指呈现出更强的状态持续性<sup>[1]</sup>。卢方元运用 MF-DFA 方法对上证指数和深成指进行多重分形分析,结果同样表明:两市均存在长期相关性和厚尾;深成指收益率序列的相关性程度高于上证综指收益率序列的相关性程度,从而上证综指收益率的波动性大于深成指收益率的波动性<sup>[2]</sup>。舒建平从可预测性的角度将风险定义为实际与预测结果的偏差,并利用收益序列的噪声对其进行度量;在此基础上,其采用中国市场的对数收益率序列进行了研究,结果表明,不同抽样间隔的收益序列有不同的相关性和风险收益特征,而且上证综合指数和深圳

综合指数收益的短期表现优于它们的长期表现,在一定程度上解释了中国股市的投机性<sup>[3]</sup>。邹艳芬、陆宇海通过 ARFIMA 模型(分整自回归滑动平均模型)分析了上证指数的日、周、月序列的记忆性特征,说明股票价格日指数具有长记忆性、周指数具有中等记忆性、月指数具有短期记忆性,这一结论说明了中国股票市场是非有效的<sup>[4]</sup>。

综上所述,由于目前国内学者用重标极差法对市场有效性做的研究并不多,且研究结果不尽相同,研究样本容量一般都相对较小,无法充分发挥 R/S 分析反映系统长期记忆性特征的优越性,因此本文采用长达近 13 年的上证股指数数据作为样本,力求通过对长期股价指数数据的分析反映我国上海股票市场的真实效率状况。

## 2 Hurst 指数和 R/S 分析法

Hurst 指数是分形理论中一种非常稳健的无参数统计方法,它不必假定研究序列的潜在分布是高斯分布,仅仅满足独立这一条件就可以,因此 R/S 分析法的研究对象就不仅包括正态分布过程,而且也包括非高斯独立过程。

R/S 分析法的计算步骤为:

对于观测次数为  $T$  的时间序列  $\{x_i\} (i = 1, 2, \dots, T)$ , 将其分成  $M$  个长度为  $N$  的相邻子区间 ( $MN = T, 2 \leq N \leq L, L$  是最大子区间的长度), 每个子区间记为  $I_j (j = 1, 2, \dots, M)$ , 每个  $I_j$  上的  $x_i$  记为  $X_{j,k} (k = 1, 2, \dots, N)$ 。设  $I_j$  上  $\{x_i\}$  的均值为  $\bar{x}_j$ , 累积离差为  $X_{j,k}$ , 则

$$X_{j,k} = \sum_{i=1}^k (x_{i,j} - \bar{x}_j) \quad (k = 1, 2, \dots, N), \quad (1)$$

定义极差为

$$R_j = \max_k X_{j,k} - \min_k X_{j,k}, \quad (2)$$

标准差为  $S_j$ , 即

$$S_j = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (x_{i,j} - \bar{x}_j)^2} \quad (3)$$

那么,重标极差  $(R/S)_j$  定义为

$$(R/S)_j = R_j / S_j. \quad (4)$$

对于不同长度的  $N$ , 我们有

$$(R/S)_N = \frac{1}{M} \sum_{j=1}^M \frac{R_j}{S_j} = (cN)^H. \quad (5)$$

其中,  $C$  为常数,  $H$  为赫斯特指数, 且  $0 < H < 1$ 。

增加  $N$  的值, 直到  $N = T/2$ , 得到平均重标极差序列。以  $\log(n)$ 、 $\log(R_n/S_n)$  为 X 轴、Y 轴绘图, 得

到双对数的图形,通过图形观察直线趋势,直线转折点处就是系统对于初始条件的记忆丢失点,也就是系统的自然周期。该点对应的  $N$  就是平均循环周期。对式(5)两边取对数得

$$\log(R/S)_N \log = C_1 + H \log(n) \quad (6)$$

对式(6)做最小二乘法直线回归,从而得出斜率即为 Hurst 指数的估计值。

根据统计学理论,我们按照 Hurst 指数的不同取值可以判断时间序列的 3 种不同类型。

1)  $H = 0.5$  时,是标准的布朗运动,说明该序列是随机的,是标准的、随机游走的。事件之间是不相关的,现在不会影响将来。

2)  $0 < H < 0.5$ ,这是一种反持久性的时间序列,常被称作“均值回复”,即过去的增量与未来的增量是负相关的。如果一个系统在前一个时期是向上走的,那么,它在下一个时期多半会向下走。反之亦然。

3)  $0.5 < H < 1$ ,这种时间序列是长记忆性的,有持久性效应,表明过去一直增长意味着未来这种趋势将继续下去,而且对任意大的时间  $t$  都是如此。反之亦然。 $H$  越接近于 1,趋势越明显; $H$  越接近 0.5,逐渐趋于随机性,趋势越不稳定。这种长期记忆作用使得随机过程呈现一定的趋势,增量间有一定的正相关性。这种持久性序列是分数布朗运动或有偏随机游动,在自然界中很多,资本市场就是其中之一。

对于一个序列,为了描述现在对未来的影响,引进一个相关性度量指标  $C_N = 2^{2H-1} - 1$  (式中  $C_N$  为在  $N$  期间的相关性)。对于随机游走过程,  $C_N = 0$ ; 对于状态持续性过程,  $0 < C_N < 1$ ; 对状态反持续过程,  $-0.5 < C_N < 0$ 。

R/S 分析法和 Hurst 指数可以很好地区分序列的属性,如哪些是随机序列-哪些是“有偏的随机游走”序列,并可以测量其周期性等,使我们对一些如股票、期货等复杂的现象能有更深刻的了解。另外, Hurst 指数是分形维的倒数,对于独立的时间期

间是稳定的。不同期间产生的  $H$  值是一致的,因而作为统计量,它的稳定性要好一些。此外,非线性理论中的其他方法,如重构相空间技术及李雅谱诺夫指数等方法,由于其对数据时间长度要求更加苛刻及模型本身具有复杂数理特征,因此其实用性比重标极差(R/S)方法低。

### 3 对上海股市的实证分析

#### 3.1 数据选取

本文选取 1995 年 10 月 24 日至 2009 年 3 月 16 日这一时间段上证综合指数日收盘价作为研究对象(数据来源于大智慧股票交易软件)。在进行 R/S 分析时,因为实际上证券的后期价格是在前期价格基础上变化的,对前期价格存在着依赖性,因此我们一般采用收益率指标来取代价格指标。而为了使研究反映的股价波动更具有连续性,我们采用对数差分收益率来代替简单收益率。对数收益率的计算公式为

$$r_t = \ln(P_t - P_{t-1}) = \ln P_t - \ln P_{t-1}。$$

文中正态检验及线性回归数据均来源于统计软件 SPSS 和 Eviews。

#### 3.2 上海股市股指日收益率序列正态分布检验

本文首先选取样本均值、方差以及偏度和峰度作为正态检验的主要指标进行计算。其中:均值为平均收益率;方差表示收益率分布的离散程度;偏度和峰度用来衡量序列概率分布与正态分布的偏离程度。正态分布的偏度为 0,峰度为 3。偏度为正说明序列分布右偏,偏度为负说明左偏。峰度大于 3 说明分布具有高峰、厚尾的特征。峰度大于 3 说明涨跌幅度较小的天数与较大的天数比正态分布所预测出来的多。然后,通过描绘收益率的频数分布直方图对上面的计算结果进行直观的进一步验证。表 1 是利用 Eviews 软件得到的各指数收益率序列的描述统计结果,图 1 是应用 SPSS 软件得到的各收益率序列的频数分布直方图。

表 1 上海股市各指数日收益率样本序列的描述统计数据表

数据来源	类别	样本量	标准差	偏度	峰度	J - B 统计量
上证综指	日收益率	3241	0.002501	0.13679	7.866270	3206.984

从表 1 中的描述统计数据可以看出,上海股市各收益率序列的偏度均不为 0,说明日收益率不是围绕其均值的对称分布,而是右偏的,同时,收益率的峰度均大于 3,表明收益率的分布呈尖峰态,即在

其均值附近集中取值的频率要大于正态分布,而且,各序列的 J-B 统计量也明显大于临界值,因此从描述统计量来看上证综指的日收益率概率分布不是正态分布而是偏离正态分布的。

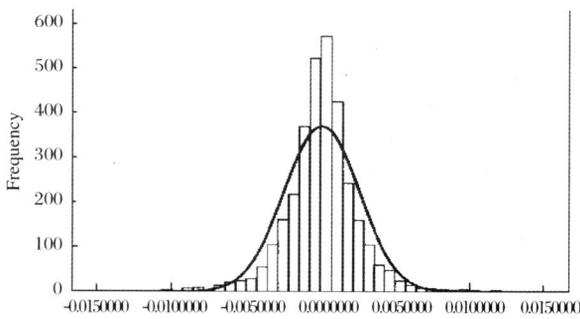


图 1 上证综指日收益率序列频数分布直方图

从上证综指的日收益率频数分布直方图来看,均值附近的样本点分布频率与计算的分度相符,明显高于正态分布曲线,即呈现尖峰态,这从另一角度说明日收益率的正态分布并不显著呈现为正态分布。

### 3.3 Hurst 指数计算

本文进行 R/S 分析的主要思路是通过 R/S 分析和 Hurst 指数计算依次求出对应不同长度的不同区间上的 R/S 值和 V 统计量,利用双对数图以及 V 统计量图得到系统的自然周期和平均循环周期,最后通过线性回归得到证券市场的 Hurst 指数。

由于分形统计还没有成为主流的统计分析工具,在流行软件中很难找到可以直接计算 Hurst 指数的程序,因此本文中采用自己编写的 Visual C++ 程序计算得到 N 以及相应的 R/S 值和  $V_H$  统计量值,再利用 EXCEL 软件得到  $\text{Log}(N)$ 、 $\text{Log}(R/S)$  的值,然后采用统计学软件 Eviews 对上面式(式 5 和式 6)进行最小二乘法回归,得到最终的 Hurst 指数值。

表 2 上证综指日收益率序列的  $(R/S)_N$  和  $V_N$  计算结果

N	$(R/S)_N$	$V_N$	N	$(R/S)_N$	$V_N$
2	0.999766	0.706942	60	8.91	1.15028
3	1.34817	0.778364	72	9.57276	1.12816
4	1.65859	0.829297	81	10.2869	1.14299
5	1.90098	0.850145	90	11.0098	1.16054
6	2.13869	0.873115	108	12.6262	1.21496
8	2.57016	0.908688	120	13.6294	1.24419
9	2.78712	0.929039	135	14.5155	1.24929
10	3.01363	0.952993	162	16.0441	1.26054
12	3.34863	0.966666	180	17.5805	1.31037
15	3.84998	0.994062	216	19.6741	1.33865
18	4.30795	1.01539	270	21.6667	1.31859
20	4.55207	1.01787	324	24.8964	1.38313
24	5.00454	1.02155	360	23.1459	1.2199
27	5.32913	1.02559	405	26.318	1.30775
30	5.60909	1.02408	540	36.3694	1.56509
36	6.36044	1.06007	648	40.7437	1.60056
40	6.86043	1.08473	810	47.3693	1.66439
45	7.35531	1.09646	1080	51.4951	1.56695
54	8.31122	1.13101	1620	71.7218	1.78194

从表 2 中数据我们可以看到,当  $N = 324$  时, V 达到峰值 1.38313,虽然这点不是最高点,但是这点是 V 的值由上升转为下降的转折点,所以  $N = 324$  可以视为分界点,也就是说当  $N < 324$  时, V 值不断上升,而当  $N > 324$  时 V 的值迅速下降并且上下波动不稳,没有明显的变化趋势,这就意味着序列的长期记忆在 324 天以后消失了。这一结果我们也可以做双对数图和 V 统计量图直观看到。

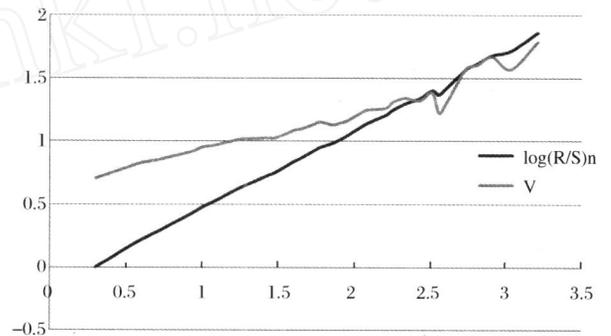


图 2 上证指数日收益率 log-log 及 V 统计量图

在找到分界点的基础上,我们只需讨论分界点前一区间的的历史数据及长期记忆消失之前的数据就可以求出 Hurst 指数。我们用  $2 < N < 324$  之间的数据进行最小二乘法回归得到 Hurst 指数,结果见表 3。

### 3.4 结论

通过以上实证分析,我们可以得到如下结论:

1) 通过对上海股市的市场收益率 Hurst 指数的计算可以看出,市场的 Hurst 指数为 0.619607,明显偏离了 0.5,并且  $0.5 < H < 1$ ,市场服从分数布朗运动或有偏的随机游走过程,变量之间不是相互独立的,而是正相关。 $0 < C_N < 1$ ,因而股价波动是一个状态持续性过程。时间序列具有持久性或趋势增强的特点,如果这一时刻序列向上(向下),则下一时刻它很可能会继续向上(向下)。

2) 上海股票市场有效性不成立。由于股价和收益率序列的状态持续性和相关性使得时间序列在不同时间尺度上具有很强的自相似性,所以投资者可通过分析股价的历史数据来获得对未来趋势的预测,从而获得超额利润,因而市场不具有有效性的。

## 4 低效原因及对策与建议

### 4.1 我国股市效率低的原因

1) 市场信息披露机制不健全。就信息来源而言:上市公司作假账,隐瞒大量内幕信息;与股票市

场运行密切相关的宏观经济信息不够透明,信息传播的质量差,传输准确性差抗干扰能力不强;投资者对资本市场信息的了解来自不同渠道和层面,导致信息真假难辨,股民存在着较强的从众心理,造成了

市场换手率偏高。

2) 股市缺乏应有的自我调节能力,政策性信息的发布会造成股市的剧烈震荡,引起价格大幅度波动,增加了入市风险。

表 3 上证综指日收益率的  $\log(R/S)_N$  和  $\log(N)$  回归分析结果

分段 区间	常数项 (截距)	Hurst 指数	估计的 标准差	$R^2$	F 统计量	关联尺度 $C_N$	分形维	D · W
2 N 324	- 0. 157235	0. 619607	0. 017657	0. 998640	26434. 95	0. 18034941	1. 6139	1. 162403

3) 市场运行和监管机制不健全。各种违法违规操作普遍存在,操纵市场、投机、内幕交易之风盛行,这些严重影响了资本市场的稳定发展。

3) 规范市场运行的法制环境。完善证券法规,增强市场的自律机制的作用,同时规范和约束政府干预等行为,使其符合整个社会的利益。

#### 4.2 提高我国股市效率的对策和建议

1) 完善信息披露制度。建立一套完整的信息披露制度规则,加强对信息披露的动态监管。对当事人实行监管责任追究制度,强化监管者的责任感。

2) 革除市场的“政策市特征”,规范资本市场的行政力量。市场的发展过程应在市场内部力量推动下完成,由市场决定谁可以进入、谁能够发展、谁应该被淘汰。股票的发行和上市应该回归市场原则,为股票的上市和退市制定硬性标准,从制度上消除行政干预的可能。

#### 参考文献

- [1] 胡雪明,宋学锋. 深沪股票市场的多重分形分析[J]. 数量经济技术经济研究,2003(8):125-127.
- [2] 卢方元. 中国股市收益率的多重分形分析[J]. 系统工程理论与实践,2004(6):50-54.
- [3] 舒建平,胡培,范钦. 长记忆下的风险度量及中国市场投资期限效应的实证分析[J]. 系统工程,2005(2):39-44.
- [4] 邹艳芬,陆宇海. 股价指数的记忆性特征[J]. 数理统计与管理,2004(11):31-34.

### Empirical Research on Effectiveness of Shanghai Stock Market Based on R/S Analysis

Li Cunjin, Hou Nannan

(School of Management and Economics, Beijing Institute of Technology, Beijing 100081, China)

**Abstract:** Taking Shanghai stock market as the research object, and using the SSE closing price of Composite Index from October 24, 1995 to March 16, 2009, this paper calculates Hurst index of Shanghai stock index by R/S analysis, and describes the fractal characteristics of it. Empirical results show that the Hurst index for SSE Composite Index is 0.619607, which deviates from 0.5 obviously, so Shanghai stock market has obvious fractal characteristics, and investors can predict stock price through analyzing historical data to gain excess profits, and the stock market is null and void. Finally, it analyzes the causes why Shanghai stock market is void, and puts forward some policies and proposals.

**Key words:** stock market; efficient market hypothesis; fractal market; R/S; Hurst index