

我国股票市场的非线性动力学分形研究

研究生：梁秋霞 导师：达庆利 韩勇 东南大学

摘要

传统的资本市场理论研究一直是在新古典经济学的研究构架下进行的,作为新古典经济学核心的有效市场假定(EMH)是资本市场理论研究的基石,许多经典资本市场理论都是在EMH基础上发展起来,它们都试图通过线性模型来解释市场。然而随着一些异常现象的出现和非线性理论的发展,人们开始逐渐认识到线性范式的缺陷和失灵,非线性的理论和方法正在成为资本市场研究方法的主角。分形理论是非线性分析方法中的一种,能有效地解释自然和经济现象中许多极其复杂多变的问题,已成为非线性资本市场理论的有力分析工具。Hurst提出的 R/S 分析方法是研究时间序列的分形特征的有效方法之一。

本文先对深证成指、上证综指的日收益率、周收益率、月收益率进行正态分布检验,说明我国股票市场并不符合传统理论假定的随机游走,具有分形的特征。然后利用分形理论中的 R/S 分析方法,通过对深圳成指、上证综指以及沪深300指数的验证,证明我国股票市场服从分形布朗运动或是有偏的随机游走过程,具有分形的特征,并计算我国深圳股票市场和上海股票市场的平均循环周期,说明我国股票市场的波动具有周期性循环特征,权重股对指数的影响非常大。

最后,论文将分形理论中的 R/S 分析方法运用于煤炭板块不同时段和同一时段煤炭板块、金融板块、水泥板块、钢铁板块等多个板块的股票选择问题,建立选择股票的模型,用函数定量地进行股票排序。通过实际收益率的验证,说明了模型股票排序和实际收益情况基本符合,模型与时段选择与板块的选择无关,从而建立了一种选择股票的方法,为中短操作者提供选择股票的方法和建议。

关键词: 分形; 非线性; R/S 分析方法; Hurst 指数

Research on Fractal of China Stock Market Based on Nonlinear Dynamics

Graduate: Liang Qiuxia Supervisor: Da Qingli Han Yong Southeast University

Abstract

Traditional capital market theories are studied in the frame of neoclassical economics. As the core of neoclassical economics, efficient market hypothesis has always being the foundation of capital market theories. Many classical capital market theories are developed on the basis of EMH. They all try to explain the capital market by linear theory model.

However, with the development of non-linear theories and the appearance of many failure abnormalities in the market, people have begun to realize the limitation and the of linear theories, and non-linear theories and methods have become the leading actor. Fractal theory is one kind of nonlinear analysis and can efficiently expense many complicated problem, such as economics phenomena, so it has became the strong analysis tool of the nonlinear capital market theory. R/S analysis brought forward by Hurst is one of effective methods to research fractal character of time series.

The paper uses R/S analysis of fractal theory to research China stock market, and show the fractal feature of China stock market. Firstly, the paper narrates that China stock market doesn't accord with the traditional random walk and has fractal charater, by the normal testing day yield、 week yield、 month yield of Shenzhen component index and Shanghai integrated index. Then it proves that China stock market submit to fractal Brown movement or non-linear random walk , by using R/S analysis of fractal theory on Shenzhen component index、 Shanghai integrated index and Shanghai -Shenzhen 300 index. And the paper computers average period date of Shenzhen and Shanghai stock market, which proves that the movement of China stock market has periodic cycle character and big power stocks have large infaction.

At last, R/S analysis of fractal theory is exerted frondose stocks of coal board in two differtent times and in the same time frondose stocks of coal board、 finance board、 cement board and steel board to build model to arrange these frondose stocks. The test of factual yield poves that the stock choice submits to the factual yield basically and the model to choose stock isn't independent of the times or the boards. The model to choose stock can provide method and suggestion for middle-shour mainpulators.

Key Words: fractal; non-linear; R/S analysis; Hurst index

东南大学学位论文独创性声明

本人声明所呈交的学位论文是我个人在导师指导下进行的研究工作及取得的研究成果。尽我所知，除了文中特别加以标注和致谢的地方外，论文中不包含其他人已经发表或撰写过的研究成果，也不包含为获得东南大学或其它教育机构的学位或证书而使用过的材料。与我一同工作的同志对本研究所做的任何贡献均已在论文中作了明确的说明并表示了谢意。

研究生签名：梁秋霞 日期：2008.3.28

东南大学学位论文使用授权声明

东南大学、中国科学技术信息研究所、国家图书馆有权保留本人所送交学位论文的复印件和电子文档，可以采用影印、缩印或其他复制手段保存论文。本人电子文档的内容和纸质论文的内容相一致。除在保密期内的保密论文外，允许论文被查阅和借阅，可以公布（包括刊登）论文的全部或部分内容。论文的公布（包括刊登）授权东南大学研究生院办理。

研究生签名：梁秋霞 导师签名：史永利 韩勇 日期：2008.3.28

第一章 绪论

1.1 论文的选题背景

股票市场作为市场经济的一个重要组成部分,对国民经济的发展发挥着巨大的作用。传统的资本市场理论认为股票价格变动完全遵循随机游走理论,增量独立且服从正态分布,并以此为基础建立了一系列的现代金融理论,如有效市场假说(Efficient Market Hypothesis, EMH), Markowitz 的均值——方差投资组合模型、资本资产定价模型(CAPM)、期权定价理论(Option Pricing Theory, OPT)、套利定价理论(Arbitrage Pricing Theory, APT)以及这些模型的扩展和衍生等,它们都试图通过线性模型来解释市场。

然而随着股票市场的发展和研究的深入,越来越多的现象和经验数据无法在EMH的理想理论框架下得到合理的解释。股票市场作为金融市场的一部分,与其他市场有很强的联动性以及供求替代和价格替代关系,这极大地增加了股票市场波动的复杂性。国外学者对股票市场线性理论作出的收益率分布正态性的检验、市场稳定性检验、市场有效性检验等都表明收益率序列的经验分布呈现尖顶胖尾的钟形,并具有显著的异方差性^[1]。传统的线性范式及基于用方差描述风险的计量方法不能客观的描述股票价格随时间变化的情况和特征。事实上,几乎所有的股价波动序列的增量并不独立,这与理论所假定的正态分布有较大的出入。现在的价格变动是受到过去的信息或是价格影响的,这就与EMH的整体论述和理性框架形成明显的抵触。因此我们需要一种新的范式,即新的思维模型来解决股票市场的问题。随着计算机技术、混沌、分形理论的发展,人们开始将股票市场的行为纳入非线性动力学研究的范畴,指出股票市场的价格波动不完全是随机的,而具有混沌性质。

股票市场是一个开放的、复杂的、具有高度非线性的动力学系统。股票市场作为一个复杂的系统,是作为一个整体而存在,也作为一个整体而发展演化。非对称的供给需求、非对称的经济周期波动、信息对称性、货币的对称短缺(符号经济与实体经济并非一一对应)、股票变量迭代过程中的时间延滞、人类行为的“有限理性”等都是非线性特征的表现。当系统内部的控制参数不断改变,系统将可能从稳定状态过渡到不稳定状态或混沌状态;当内部控制参数达到系统突变的阈值时,股票市场的能量处于一种高度积累和对扰动高度敏感的状态,系统极易发生突变造成股票市场的急剧质变甚至酿成金融危机。

分形理论为揭示隐藏在复杂现象中的精细结构和定量描述提供了理论基础。股票价格时间序列是典型的分形时间序列,为分数布朗运动,遵循“有偏随机游走”,并可利用 Hurst 指数来反映趋势的强度和噪音的水平。我们利用分形理论,通过对深证成指、上证综指的日收益率、周收益率、月收益率的正态分布检验,和对深圳成指、上证综指以及沪深 300 指数分形特征的验证,证明我国股票市场服从分形布朗运动或是有偏的随机游走过程,并估计我国深圳股票市场和上海股票市场的平均循环周期,对于我们预测股票市场风险、制定和采取相应的风险防范政策和措施,具有指导意义;同时把分形理论应用于具体的个股,从而建立了一种选择股票的方法,为投资者中短线操作提供有益的方法和建议。

1.2 国内外研究现状

非线性的理论和方法已成为资本市场主要的分析研究方法,分形理论已成为非线性资本市场理论的有力分析工具,国内外诸多学者对分形理论进行了研究。

1.2.1 国外研究综述

Mandelbrot^[1] (1963) 提出了价格收益率属于“稳定帕累托(Stable Pareto)”分布的观点(现在被称为分形分布),这种分布具有无限的方差。这种观点严重动摇了股票市场收益率或价格变化的近似正态分布假说。B. Mandelbrot^[2] (1964) 认识到 Levy 分布也具有尖顶胖尾的形状,于是他用 Levy 分布代替正态分布来对金融市场的收益率作统计上的描述。由于 Levy 分布方差不收敛,从而对用样本方差来度量风险的方法提出了质疑, Mandelbrot^[3] (1973) 摒弃了传统欧氏几何关于物体形状的整数维数的表达方式,首次提出了分数维和分形几何的设想,并发表了著作(Fractal Geometry of Nature)。1985 年后分形理论被广泛承认。

Granger^[4] (1990) 在 ARIMA 模型(传统股价指数预测分析模型)的基础上,引入分数阶差分,提出分形 ARIMA (ARFIMA)模型,它既考虑了时间序列的短期记忆,又能反映其分维特征,因此可以比较全面地刻画股市时间序列的特征。Peters^[5-7] (1991) 提出分形市场假说(FMH)来取代有效市场假说(EMH),并对基于 EMH 的各种资产定价理论提出批评和改进,用分形分布取代高斯分布,用 R/S 方法求出赫斯特(Hurst)指数取代方差,在对现实的解释

能力上, FMH 要优越于 EMH。他指出各国的金融市场的分形维数一般都在 3 以下, 证券市场的低维性为研究混沌等非线性提供了可能性。Mantegna 与 Stanley^[8] (1995) 发现 S&P500 (标准普尔 500 家) 指数收益率的分布在中间部分与 Levy 稳定分布相吻合, 但在尾部完全不同, 主要表现为尾部指数 $\alpha > 2$ 。为此他们提出用截尾的 (truncated) Levy 稳定分布来描述这一现象。Willinger^[9] (1999) 等人发现修正的 R/S 分析低估了金融时间序列存在长期记忆性的可能, 因而用修正的 R/S 分析进行判断并不可靠。

William C. Freund and Michael S. Pagano^[10] (2000) 实证了自回归前后成熟市场的有效性, 说明成熟市场在自回归前后有效性的差距是不大的。Bill Williams ph. D^[11] (2001) 证明证券市场是一个分形的市场, 然后给出适合在混沌市场下操作的混沌操作方法, 对日常的交易者有一定的参考意义。Arming Wei and Raymond M. Leuthold^[12] (2002) 把分形理论到农业生产研究中, 检验了农产品价格的长期记忆性, 说明农业的产品价格也存在长期记忆性。T. J. Kozubowski and K. Podgorski^[13] (2003) 把拉普拉斯定律运用与股票市场, 通过对股票价格时间序列的建模, 得出拉普拉斯定律在这个市场上具有不对称性, 从另一个角度说明股票市场的分形。Andersen . TG^[14] (2004) 为股票市场建立了一个随机自回归框架, 通过对伦敦股票市场近十年的股票价格时间序列的自回归, 论证股票市场的波动不是随机的, 为此, 他建立了一个函数去修正股票的价格, 为股票市场建立了一个随机的自回归框架。Andersson, M. K. Do^[15] (2005) 利用各个股票市场的历年数据, 对长期模型进行了验证, 由于时间跨度比较大, 求得记忆的时间明显缩短。Baillie, R. T^[16] (2006) 再次对长期记忆模型进行了验证, 从计量经济学的角度出发, 对长期记忆模型进行了修正, 结果使得模型更加和股票市场相符合, 从而也论证了股票市场的分形特征。John T. Barkoulas^[17] (2007) 对美国、英国、日本以及中国的近几年的股票市场指数进行了回归, 通过对残差的循环, 论证了这几个股票市场均存在不同程度的记忆性, 其中中国的股票市场记忆性最长。

1.2.2 国内研究综述

国内学者对于分形理论的研究比较晚, 但也取得不少的研究成果。林小明^[18] (1999) 利用沪深股指数据, 计算了沪深股市股指混沌吸引子维数在嵌入维数 $m = 6$ 时达到饱和, 沪

指深指饱和值分别为 2.8 和 2.952, 并测算李雅普诺夫指数, 分析得出我国股票价格指数运动内在的混沌性, 整体运动具有趋同性, 根据随机游走检验和游程检验, 认为市场基本上达到弱式有效, 即我国股票市场混沌和弱式有效并存。马军海, 盛昭瀚, 陈春旺^[19] (2000) 给出根据经济时序动力系统实测数据分形及混沌特性分维数的概率统计估计、算法的误差分析、相关参数对分维数计算影响程度的分析。林勇^[20] (2000) 比较了有效市场假设与分形市场假设, 通过比较周收益率与日收益率的分布发现沪深指数的分形特征, 其日收益率和周收益率曲线从统计意义上看是自相似的。伍海华和李道叶^[21] (2001) 运用分形、混沌等复杂性理论对上海股票市场系统动力学特征进行实证研究, 得出了上海股票市场系统的分形特征、复杂性程度、系统演化类型及稳定性。天津大学的樊智和张世英^[22] (2002) 将非线性系统理论中的分形理论引入金融市场有效性的研究, 阐述了分维时间序列的经济涵义以及分形市场理论, 并采用迭代函数系统、相关性检验、LM 检验、修正 R/S 检验并计算了分形维数, 对上海证券交易所综合指数每日收盘价、纽约证券交易所综合指数每日收盘价和美元/英镑汇率每日收盘价的实证分析中发现, 三个市场都表现出显著的分形特性, 异于有效市场理论。何建敏, 常松^[23] (2002) 验证了中国股票市场的多重分形游走, 并根据多重分形过程的局部尺度特性和多尺度相关性建立了小波和神经网络相结合的股票价格预测模型。实证研究表明, 模型预测精度较由其他模型得到的预测精度明显提高。徐绪松和熊保平^[24] (2003) 从预测能力的角度采用径向基函数神经网络(Radial Basis Function Networks, 简称 RBF) 方法对我国上海股票市场的混沌分形维数进行了计算, 并通过 RBF 神经网络的实验, 得到上海股市的最小嵌入维数为 6, 验证了股市分形维数在 2 至 3 之间, 从而进一步确定了股票市场是一个具有混沌现象的系统。李玉梅^[25] (2004) 通过 R/S 分析方法对我国股票市场进行实证研究, 选取上证综合指数和深圳成份指数作为研究对象, 并将它们分成 1996 年 12 月 13 日前后两个时段进行比较分析, 同时对道琼斯工业指数(DJIA)作 R/S 分析, 从而与中国股票市场进行对比分析发现, 美国股市相对于中国股市更为有效, 不存在显著的分形特征。应富君^[26] (2005) 运用分形理论的 R/S 方法来判断个股是否存在明显的主力投资行为。对于存在主力投资行为的个股, 对相关时间序列进行对数线性去趋势化处理, 以大盘指数为特征, 消去宏观面对个股的影响, 求出处理之后时间序列的 Hurst 指数, 据此判断主力的投资意图, 从而为投资者提供参考。王德河^[27] (2006) 明确提出资本市场是一个高度开放原理

均衡的非线性复杂系统，具有分形和混沌特征，并给出了资本市场价格运动的一般动力学模型。通过我国上海股票市场和深圳股票市场的实证分析，分析了我国股票市场平均循环长度产生的原因。黄治蓉，罗奕^[28]（2007）通过经典 R/S 分析表明中国股市存在较为显著的分形结构特征，股票价格序列存在明显的自相似性和长期记忆性。修正 R/S 分析结果却表明，只有深圳成指日收益序列存在较强的长期记忆现象，其他收益序列均不存在。

1.3 论文研究方法和主要内容

1.3.1 研究目标

本文是在综述分形理论研究现状的基础上，分析传统的资本市场理论的缺陷以及面对的挑战。拟在定性和定量的角度论证我国股票市场的非线性行为，即市场具有分形的特征。一方面通过分析股票价格的影响因素，从而分析股票市场的非线性特征，构造出股票价格运动的系统动力学分析框架；另一方面通过对深圳成指和上证综指的 R/S 分析，对我国深圳股票市场 and 上海股票市场进行验证，并求出我国深圳股票市场和上海股票市场的 H 值和平均循环周期，验证我国股票市场的分形特征，旨在对我国股票市场的有效性状态有一个科学的把握。同时，我们通过分析跨市场指数沪深 300 的分形特征，说明权重股对 H 值和平均循环周期的影响比较大。最后把分形理论的 R/S 分析方法应用于个股，提出一个定量的模型，利用一个具体的、与时间段的选择和板块的选择无关的函数来对股票进行排序，建立一种选择股票的方法，从而为中短线投资者的股票选择提供方法和依据。

1.3.2 论文的研究方法

本文主要是采用定性和定量两种方法来论证我国股票市场的分形特征。以微观分析与宏观分析相结合的原则，定性分析股票市场的非线性特性和系统动力学框架；以实证分析与规范分析相结合的原则，用重标极差分析法，即 R/S 分析法来检验中国股票市场的分形特征。按照整体与个体相结合的原则，将分形理论的 R/S 分析方法应用于个股，提出了一个定量的模型对股票进行排序，从而为中短线投资者的股票选择提供了方法和依据。

1.3.3 论文的主要工作

本文的主要工作是：

第一，定性分析股票市场的非线性特征，给出股票价格运动的系统动力学框架。

第二，用重标极差分析法，即 R/S 法，分析我国股票市场的分形特征。通过对深圳成指和上证综指的 R/S 分析，求出它们的 H 值和平均循环周期，从而把握我国股票市场的有效性状态。

第三，通过对跨市场指数沪深 300 的分形特征分析，说明权重股对 H 值和平均循环周期的影响程度。

第四，把分形理论的 R/S 分析方法，从分析指数应用于具体的个股。本文应用 R/S 分析方法，提出了判断个股强弱的函数，对多个板块的各支股票进行了定量排序，并用样本期后的收益率进行了验证。在综合考虑股票价格持续性、成交量持续性以及对数收益率均值作为初始速度的基础上，构造了判断股票强弱的函数关系式，为投资者的中短线操作提供决策参考。

1.3.4 论文的结构安排

论文首先在综合学者观点的基础上，分析传统的资本市场理论的缺陷以及面对的挑战，提出非线性范式的必要性；接着通过分析股票价格的影响因素，分析股票市场的非线性特征，构造股票价格运动的系统动力学分析框架；然后利用 R/S 分析方法对我国深圳股票市场和上海股票市场进行了验证，并计算 H 值和平均循环周期。最后论文利用分形理论的 R/S 分析方法，对多个板块（包括煤炭板块、水泥板块、钢铁板块、金融板块、有色金属板块）的各支股票进行了定量排序。在综合考虑股票价格持续性、成交量持续性以及对数收益率均值作为初始速度的基础上，构造了判断股票强弱的函数关系式，为中短线操作者选择股票提供了方法和依据。

论文的结构安排如下：

第一章绪论，说明论文的研究意义，综述国内外研究现状，明确论文的研究目的、主要内容和研究方法，并介绍论文章节的结构安排。

第二章传统的资本市场理论，主要包括有效市场假说（EMH）的发展概述以及在有效市场假说（EMH）基础之上的传统资本市场理论，指出传统资本市场理论存在的缺陷以及面对的挑战。

第三章分形理论与股票市场的非线性特征, 主要介绍分形理论, 分析影响股票价格的基本因素和技术因素, 研究股票市场的非线性特征, 定性地说明股票市场是一个动态的、非线性的市场。

第四章沪深市场的分形特征的验证, 主要介绍 R/S 分析方法, 通过对深圳成指和上证综指的 R/S 分析, 求出它们的 H 值和平均循环周期, 验证了我国深圳股票市场和上海股票市场具有分形的特征, 并通过沪深 300 的分形特征的分析, 说明权重股对 H 值和平均循环周期影响程度。

第五章基于分形理论的股票选择研究, 利用分形理论的 R/S 分析方法, 对煤炭板块、水泥板块、钢铁板块、金融板块、有色金属板块的各支股票进行了定量排序进行预测, 并用样本期后的 5 个交易日收益率进行验证, 结果模型排序与实际收益率基本相符合。我们在综合考虑股票价格持续性、成交量持续性以及对数收益率均值作为初始速度的基础上, 构造判断股票强弱的函数关系式, 建立选择股票的方法, 从而为中短线操作者选择股票提供方法和依据。

结论部分总结论文所做工作, 并提出进一步研究的方向。

第二章 传统的资本市场理论

长期以来,资本市场理论一直为线性范式所主宰,市场被认为是静态的、均衡的、有效的。在传统的资本市场理论中,有效市场假说(EMH)一直是资本市场理论的基石。EMH假定投资者是理性、有秩序、有条理的,然而随着EMH理论研究的深入,人们对资本市场赖以生存的理论基础感到怀疑。许多现象已无法在EMH理论框架下得到合理的解释。

本章介绍传统资本市场理论的基础:有效市场假说(EMH)的发展概述以及建立在此基础之上的传统资本市场理论,最后指出有效市场假说的缺陷以及面对的挑战。

2.1 传统资本市场理论的基础:有效市场假说(EMH)

如果股票市场的股票价格总是能够“充分反映”所有可以得到的信息,则该市场就是“有效的”。价格已经充分反映了所有可以得到的信息,这就是有效市场假说^[30] (Efficient Market Hypothesis, 简称EMH)。有效市场假说是理性预期学派理论的一个重要组成部分,它是数量化资本市场理论的基石,现代经典资本市场理论都是在此假定基础上发展起来的,有效市场假说已被广泛应用于资本市场的研究。

2.1.1 有效市场假说(EMH)的发展概述

有效市场理论一直在资本市场研究领域占据着主导地位。对市场有效性的研究最早来自于法国经济学家Louis Bachelier^[33] (1900)前瞻性地指出市场的波动呈无规律的随机游走,但是这一问题在当时没有引起足够的重视。直至二十世纪五、六十年代,关于市场有效性的研究才迅速升温,出现了许多相关文献。Kendal^[35] (1953)指出股票价格遵循随机游走规律;Cootner^[37] (1964)为有效市场理论奠定了基础;Roberts (1959)和Osborne^[38] (1959)研究对有效市场理论起到了推动作用,他们的研究表明股票价格波动为布朗运动,价格变化是随机的,不存在确定性规律。

Fama是有效市场理论的集大成者,他为该理论的最终形成和完善做出了卓越的贡献。

Fama^[36] (1965)提出了有效市场假说(EMH)。Fama^[40] (1970)不仅对过去有关EMH的研究作

了系统的总结，还提出了研究EMH的一个完整的理论框架。在此之后，EMH蓬勃发展，其内涵不断加深、外延不断扩大，最终成为现代金融经济学的支柱理论之一。

有效市场理论的核心思想是市场对于信息的反映(反应)机制。因此，不同的信息集对应着不同的市场有效性。Fama根据信息集的不同范围可以将有效市场分为三种类型：

(1) 弱式有效市场(Weak form efficiency)，信息集包括价格的历史数据。显然，在弱式有效市场条件下，投资者无法根据历史数据获取超额利润，股票投资中的技术分析(即对股票的历史价格及相关信息的分析)失败。

(2) 半强式有效市场(Semi-strong form efficiency)，信息集除包括价格的历史数据外，还包括市场中的一切公开信息，此时，投资者无法利用基本分析(即对与公司有关的公开信息的分析)来获得超额利润。

(3) 强式有效市场(Strong form efficiency)，信息集包括了市场参与者的所有信息，即不仅包括了历史数据，市场公开信息，同时还包括私人信息，此时，任何信息包括内幕信息，对专业分析都毫无用处。关系如图2.1。

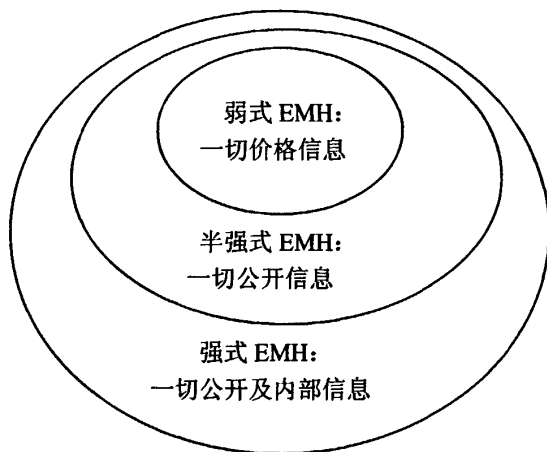


图2.1 有效市场的三种类型

Fama的上述定义标志着有效市场理论的形成。EMH建立了一个均衡价格形成的市场机制，这种机制被认为是有效的。有效市场假说是建立在如下前提条件上的：

(1) 市场是无摩擦的，即没有任何交易成本。市场向全体成员开放，所有的资产都具有完全可分性和交易性，市场具有广泛的社会性，很少或者说几乎没有进入或退出市场的限制。

(2) 投资者可以免费、及时、准确地获得市场信息。

(3) 市场上有如此多的投资者，并且他们都具有相同的、理性的预期，对市场信息能够进

行独立的分析并做出及时的反应，以至于可以迅速的将信息反映到价格中去。

2.1.2 有效市场假说(EMH)基础之上的传统资本市场理论

本节简要介绍建立在EMH基础之上的传统经典资本市场理论。这些理论对资本市场研究都具有革命性意义，通过它们可以对传统资本市场理论的研究方法及框架有深刻了解。

(一) 马柯威茨的均值一方差模型

马柯威茨的均值一方差模型标志着现代资产组合理论的诞生。1952年马柯威茨发表了论文《证券组合选择》^[41]，提出最好的证券组合应该是高收益和低风险这两个相互制约的目标达到最佳的平衡。虽然资产组合理论产生于EMH的正式提出之前，然而该理论隐含了市场有效的这一前提条件。

形式上，马柯威茨均值一方差模型按总体的方差来衡量不确定性(即风险)，总体方差定义如下：

$$\sigma^2 = \sum_{i=1}^n (r_i - E(r))^2 * p_i \quad (2.1)$$

其中 σ^2 为方差， $E(r)$ 为平均收益率， r_i 为收益率观察值， p_i 为收益发生的概率。

方差或标准差度量可能的收益率围绕平均收益率的离散程度。离散程度越大，标准差就越高，而股票的风险就越大。通过此方法衡量收益率的离散，要求收益率必须是正态分布的，当股票收益率遵循随机游动，不同时间的收益率相互独立时，由微积分的中心极限定律可推导出，这时的收益率才会呈正态分布，通过(2.1)式计算出来的方差才会是有限的，能衡量收益率的离散。因此，其所描述的模型却隐含了市场有效的这一前提条件。

(二) 资本资产定价模型(CAPM)

CAPM是由美国三位经济学家威廉·夏普、约翰·林特耐和简·摩辛在各自对资本市场研究的基础发展而来的，CAPM是结合EMH和马克维茨的均值一方差模型而建立起的投资者行为模型。

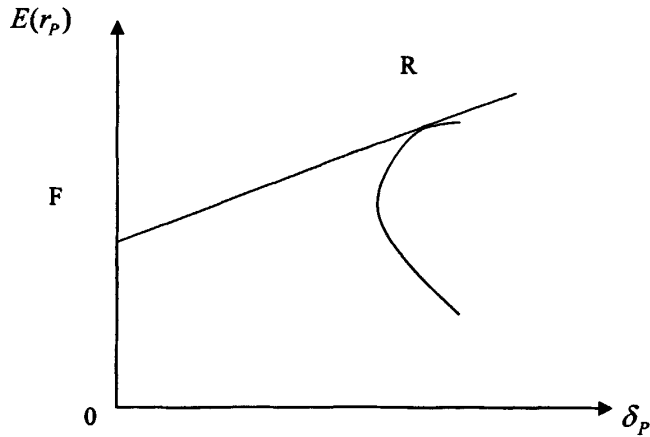


图2.2 资本市场线

在一系列假设条件基础上, CAPM认为投资者所有的有效组合将落在射线FR上(如图2.2所示), 每个投资者将在射线FR上选择一点, 在射线FR上的具体位置则取决于他的借入和贷出机会。所有的点都落在射线FR上, 射线FR称为资本市场。

由于所有的有效组合都落在资本市场上, 则在满足基本假设的均衡状态下, 所有有效组合的风险和收益将满足一种简单的线性关系, 即:

$$E(r_p) = r_f + r_e \delta_p \quad (2.2)$$

其中 r_p 为任意有效组合 P 的收益率, r_f 为无风险收益率, r_e 为资本市场线的斜率, δ_p 为有效组合 P 的标准差。

由于市场组合 M 也是一个有效证券组合, 相应的有

$$E(r_M) = r_f + r_e \delta_M \quad (2.3)$$

$$\text{因此资本市场线的斜率为 } r_e = \frac{(E(r_M) - r_f)}{\delta_M} \quad (2.4)$$

这样, (2.2)式直接描写了任意有效组合收益率与其风险的对应关系, 有效投资组合的期望收益率可分为两部分: 一部分是 r_f , 即为无风险利率, 也是资金的时间价值。另一部分 $r_e \delta_p$, 则是对所承担的风险 δ_p 的奖励, 通常称为风险溢价, 它与风险的大小 δ_p 成比例。

对市场组合来说, 其预期收益率为:

$$r_M = x_1 r_1 + x_2 r_2 + \dots + x_n r_n \quad (2.5)$$

方差为:

$$\delta_M^2 = \sum_{i=1}^n x_i \text{cov}(r_i, r_M) \quad (2.6)$$

其中, $\text{cov}(r_i, r_M)$ 就是单个证券*i*对有效组合方差 δ_M^2 的贡献率, 如用 β_i 来表示:

$$\beta_i = \frac{\text{cov}(r_i, r_M)}{\delta_M^2} \quad (2.7)$$

市场对有效组合的风险所提供的收益补偿实际上应是所有单个证券提供的收益补偿的总计, 对单个证券的收益补偿应与其对市场有效组合方差的贡献大小有关, 每个证券的 β_i 将为有效组合带来相应的收益, 贡献越大带来的收益越大, 且满足如下方程:

$$E(r_i) = r_F + [E(r_M) - r_F] \beta_i \quad (2.8)$$

这就是CAPM的核心公式, 该式实际是作为单个证券风险的测定标准, CAPM除了继承马柯威茨的均值一方差模型中有效组合的风险测定思想外, 用于测定单个证券风险的 β_i 也是参过方差形式计算出来的, 从整个CAPM的假设条件、推导过程及结论, 无不隐含着市场有效这一前提条件。

(三) 套利定价模型 (APT)

套利定价理论^[48] (Ross, Stephen, 1976) 从一个更广泛的角度来研究和说明风险资产的均衡定价问题。要求投资者偏好拥有财富多多益善即可, 对风险资产组合的选择也仅依据收益率。

APT的基础是价格规律: 在均衡市场上, 两种性质相同的商品不能以不同的价格出售。根据唯一价格规则, 风险性质相同的两种资产不可能产生不同的收益结果, 否则市场上将出现套利行为。而套利的结果必然是使两种资产的收益率趋于一致, 使市场重新达到均衡。

假定一种证券的收益率由*n*个因素 (F_1, F_2, \dots, F_n) 生成, 这些因素相应应有*n*个敏感度为 $(b_{i1}, b_{i2}, \dots, b_{in})$, 则该证券的收益率可表达如下:

$$r_i = a_i + b_{i1}F_1 + b_{i2}F_2 + \dots + b_{in}F_n + e_i \quad (2.9)$$

式中: a_i 为当所有影响证券的各指数价值皆为0时, 证券*i*的平均收益率; e_i 为一个随机误差项。

APT 就是在此收益生成公式基础上推导出资本资产的均衡价格及其与诸决定因素之间

关系的, 其一般表达式为:

$$r_i = \lambda_0 + b_{i1}(r_1 - \lambda_0) + b_{i2}(r_2 - \lambda_0) + \dots + b_{in}(r_n - \lambda_0) \quad (2.10)$$

式中 λ_0 为平均收益率。

由APT可见, APT仅要求投资者对未来资产预期收益率和风险预测的具有均匀性。由于APT认为价格变化来自各个因素的没有预期到的变化, 因此该模型包含了非线性关系, 但它要求资本资产的收益率与生成该收益率的各个要素之间是一种线性关系, 在实践中应用APT时还是使用了有限方差假设, 由此可见APT同样是一个以EMH为基础的线性框架模型。

(四) Black-Scholes期权定价模型(OPM)

Fisher Black和Myron Scholes^[50] (Black & Scholes, 1965), 在Ito定理基础上推导出基于无红利支付股票的任何衍生证券的价格必须满足的微分方程, 并运用该方程推导出股票的欧式看涨期权和看跌期权的价值, 这就是Black-Scholes期权定价模型。

Black-Scholes微分方程形式为:

$$\frac{\partial f}{\partial t} + \mu S \frac{\partial f}{\partial S} + \frac{1}{2} \delta^2 S^2 \frac{\partial^2 f}{\partial S^2} = rf \quad (2.11)$$

其中S为股票价格, f 是基于S的某个衍生证券的价格, t 和 δ 分别是股票的期望收益率和波动率, r 为无风险利率。

Black-Scholes 通过对此微分方程的求解, 得出欧式看涨期权和看跌期权定价的精确公式, 即:

$$c = e^{-r(T-t)} [SN(d_1)e^{r(T-t)} - XN(d_2)] \quad (2.12)$$

$$d_1 = \frac{\ln(S/X) + (r + \delta^2/2)(T-t)}{\delta\sqrt{T-t}} \quad (2.13)$$

$$d_2 = d_1 - \delta\sqrt{T-t} \quad (2.14)$$

式中X为期权的执行价格, T为期权的到期时间, t 为现在时间。

Black-Scholes期权定价模型假定期权的基础资产一股票的价格行为能用维纳过程来表述, 该过程也称布朗运动, 即股票价格行为满足下式:

$$\frac{dS}{S} = \mu dt + \delta dz \quad (2.15)$$

其中 dz 为一个一般维纳过程。

正是在EMH基础上, 股价行为模型用维纳过程来描述Black-Scholes才得以通过Ito定理

导出衍生证券的价格必须满足的微分方程,并最终推导出股票的欧式看涨期权和看跌期权的价格,因此EMH是Black-Scholes期权定价模型的基础。

以上所介绍的几个理论是传统资本市场研究的最为经典理论,当前资本市场的价格行为模型都与这几个理论有关,而这几个经典资本市场理论又都是以EMH为基础发展而来,由此可见EMH在资本市场理论研究中的核心地位。

2.2 有效市场假说(EMH)的缺陷

有效市场假说EMH在很多方面都存在着难以克服的缺陷。

1、市场对于信息的反应,并非以线性因果关系呈现。由于EMH认为所有的信息都反映在价格中,市场服从随机游走,每日的价格运动都与前日的活动无关,这样EMH隐含假定所有投资者对于新信息立刻做出反应,所以未来与过去或现在无关。这种线性方式的反应体现在对收益率尖峰态(胖尾和高峰)分布的解释中,即肥胖尾部的形成是由于信息不频繁到来的原因,只要信息一来到,它还是会被消化并马上反映在价格里的。但是,在实际生活中,人们以一种非线性方式对信息做出反应,胖尾的形成不是因为信息成堆出现而是人们以累积方式对信息做出反应而成。由于投资者在趋势十分明显之前忽略了信息,一旦信息水平达到某一临界水平,人们才对所有他们曾忽略的信息做出反应,并直接达到临界值。这就意味着当前的价格受过去的价格影响,与EMH的假定明显不同^[48]。因此,这是EMH的一个重要缺陷。

2、有效市场假说EMH认为不管流动性是否存在价格始终是公平的,或者始终有足够的流动性。但是流动性与成交量并不相等,当流动性低但成交量高时,股灾便会发生。一个稳定的市场与EMH所描述的有效市场并不是相同的,一个稳定的市场是一个富有流动性的市场。然而,市场并不一定一直富有流动性,当流动性缺乏或将消失时,投资者为完成交易将愿意接受他们所能接受的任何价格,而不管是否获得公平价格,此时,交易者为了获得流动性而承担了相当高的变现成本^[49]。这是EMH不能解释股灾和股市火爆现象的重要原因。

3、市场有效并不一定意味着服从随机游走,但随机游走确实意味着市场有效。对随机游走模型的偏离,并不能代表市场是无效的。事实上,在Kendall之后不久,人们便发现证券价格并不遵循严格的随机游走模型。公众对于信息的不一致性消化、吸收导致有偏的随机游走,而且信息与分数维有着密切的联系,分数维是和信息成正比的。然而,对市场有效性的检验仍然主要停留在最初的随机游走模型上,而这一模型对连续价格波动间的独立同分布

要求甚严,因此用随机游走模型作为市场有效性假定的检验仍然存在着问题,满足随机游走模型只能看作是市场有效性的充分条件,却不能保证不满足随机游走模型的市场就一定是无效的。

2.3 传统资本市场理论面临的挑战

传统资本市场理论主要有以下几个核心假设:

(1)理性投资者。投资者追求均值/方差有效性,他们用生成期望收益率的概率加权方法来估价潜在的收益率,风险用收益率的标准差度量,投资者追求给定风险水平上期望收益率最高的资产组合。

(2)有效市场。价格反映了所有公开信息。价格的变化各不相关,即使可能有某种非常短期的相关性,但也会迅速消散的。价值是由许许多多的基本分析者的共识决定的。有效市场包含二层含义:第一,投资者不能击败市场,即不能持续地获得超额收益;第二,价格是理性的,由其基本价值(内在价值)所决定。

(3)随机游动。由于以上两个因素,收益率遵循随机游动。因此,概率分布近似于正态或对数正态。近似于正态隐含着收益率的分布至少有一个有限的均值和方差。

所有的传统资本市场理论都是从以上假设开始的。而这三个核心假设却面对着各种研究和大量事实证据极大的挑战。

1、理性投资者假设面临的挑战

EMH严重依赖于理性投资者。理性是指投资者根据所有可以获得的信息估计证券,并有据此而估价的能力。Osborne^[52]在论文中提出投资者会以无偏的方式来设定其主观概率。在期望值一样的时候,理性投资者将选择稳定的策略。但是人们不一定在任何时候都回避风险。他们可能经常追求风险,将别是当他们认为如果不赌一把就必然受损的时候。人们在设定主观概率时并不是无偏的。他们容易把自己的预测产生于对他们手中的信息并不能认可的过分自信。人们可能在接收到信息时并不对其作出反应。相反,如果它证实了最近趋势中的一个变化,他们可能在接受信息之后对其作出反应,这是一种非线性反应,而不是理性投资者概念预言的线性反应。另外没有证据支持人们作为总体比作为个人更理性的说法。

2、有效市场假设面临的挑战

尽管大量实证研究表明市场是有效的,但是也存在着大量与有效市场理论违背的实证研究。譬如,市场上的很多“异象”是有效市场假说无法解释的,如普遍存在的“季节效应”

和“小公司效应”。“季节效应”主要有“一月效应”，“周末效应”，“假日效应”。

Rozeff和Kinney^[53] (1976)及Keim^[54] (1983)证明了“一月效应”的存在，即凡在一月份的最初几日，股票收益都反常地高；French^[55] (1980)证明了“周末效应”的存在，即一般从周五交易收盘到周一交易收盘这段时间内股票收益率大大低于一周中的其他日子。

另外，还有一些实证研究从其他的方面对有效市场理论提出了异议。Banz^[56] (1981)的研究表明，如果按股票市值大小进行公司排队，无论是总收益率还是经风险调整后的收益率都与公司大小呈负相关关系。他将纽约股票交易所的股票按公司大小分成五类，发现最小一类公司的股票平均收益率要高出最大一类相应值达19.8%；Black, Jensen, Scholes^[57] (1972)检验了不同水平的资产组合，发现实际的数据不符合有效市场的理论模型；Fama^[58] (1965)在研究收益率分布时发现，很多的收益率分布是呈现“尖峰胖尾”的形态而不是正态分布。事实上，有效市场理论也存在着逻辑矛盾，Grossman和Stiglitz^[59] (1980)就曾经指出，市场的有效性是投资和套利的产物，而投资和套利肯定是需要成本的，假如市场真的有效，那么投资和套利就得不到回报，那么该行为就会停止，则市场的有效性就得不到维持。贾权、陈章武^[60] (2003)用实证研究的方法指出，中国股市与CAPM发生了背离，反映了中国股市的非有效性和中国投资者的非理性行为。李心丹，王冀宁^[61] (2002)对中国个体证券投资者交易行为的研究表明，我国的个体投资者对政策的反应具有“政策依赖性”，而在具体行为上具有“过度自信”和“过度恐惧”偏差，因此投资者就具有有限理性，不是有效市场理论所说的完全理性。

3、随机游走假设面对的挑战

在EMH中，根据随机游走理论的说法，信息以因果关系呈现，即接受信息，并通过价格的变化来反映新信息从而对其做出反应。因为EMH认为所有信息都反映在价格里，市场服从随机游走模型，每日的价格运动都与昨天的活动无关，这样EMH隐含地假定所有投资者对于新信息立刻做出反应，所以未来和过去以及现在无关。这种线性方式的反应体现在对收益率尖峰厚尾分布的解释中，即肥胖的尾部是由于信息的不频繁到来有关的。只要信息一来到，它就会马上消化掉并反映在价格里。

但是，在实际生活中，人们以一种非线性方式对信息做出反应。信息来到以后，人们不会立即做出反应，而是等着确认信息，直到他们认为信息的确如此。这样，肥胖的尾部不是

由于信息成堆出现，而是由于人们以累计的方式对信息做出反应。也就是说，当前的价格水平受过去的影响，这与EMH明显不同。在实证研究中也发现尖峰厚尾现象，几乎没有证据支持收益率正态分布假设。根据国信证券研究策划中心完成的一份题为《沪深证券市场公司重组绩效实证研究》的研究报告，统计表明到2007年10月31日止，在深沪两市A股中，大约有三分之二的股票目前的定价无法直接由相关上市公司的公开信息来解释，从我国股市中大多数股票的定价看，该市场是一个非有效的市场，因此现阶段我国的证券市场还不是有效市场。

通过上面对有效市场理论的评述，可以发现该理论并不能很好的刻画股票市场的本质。对资本市场的研究，客观上需要突破传统研究框架，寻求新的研究范式。

第三章 分形理论和股票市场的非线性特征

本章介绍分形理论,并从定性的角度来说明我国股票市场的非线性特征。通过描述影响股票价格的基本因素和技术因素,揭示股票市场具有复杂性、介稳性、高风险性、寄生性和周期性。通过分析股票市场的非线性特征,说明股票市场是一个开放的、复杂的、具有高度非线性的动力学系统。

3.1 分形理论

分形理论的创始人B. B. Mandelbrot (1975)在总结了自然界的非规整几何图形基础上创造性地提出了分形的概念。分形几何可以解释自然界许多令人困惑且杂乱无章的现象,它们的共同特点是不同尺度上的自相似,不具备特征尺度,且不可微分。在时间序列研究中,同样发生着由整数维时间序列向分数维时间序列的扩展:分维时间序列中的分数布朗运动和分数差分噪声,就是整数维时间序列中布朗运动和白噪声的扩展。

3.1.1 分形的概念

原则上,分形是简单空间上的一些“复杂”点的集合,这种集合具有某些特殊性质,首先它是所在空间的紧子集,并且具有如下典型的几何性质^[62]:

1. 分形集都具有任意小尺度下的比例细节,或者说它是具有精细的结构;
2. 不能用传统的几何语言来描述分形集,它既不是满足某些条件的点的轨迹,也不是某些简单方程的解集;
3. 分形集具有某种自相似的形式,可能是近似的自相似或者统计的自相似;
4. 在大多数令人感兴趣的情形下,分形集由非常简单的方法定义,可以以变换的迭代产生。

对于各种不同的分形,有的可能同时具有上述全部性质,有的可能只有1-4中的大部分性质,但这并不影响这个集合称为分形。自然界和各门应用科学中涉及的分形绝大部分都是近似的。

3.1.2 分形时间序列——有偏随机游走

在有效市场假说中,假定当前的价格已经反映了所有可得或公开的信息,未来的价格变动只能由新的信息决定。而且隐含假定所有投资者对新信息做出即时的反应,市场价格在新信息出现的瞬间达到基于新信息基础上的新的均衡,所以未来价格的变化和过去或现在都不相关。这个隐含假定使得统计学的中心极限定理能够运用到资本市场上来。也由于这个假定使得现行的资本市场模型,如CAPM,APT等,能够安心地使用。然而,现实中对信息是不均衡消化的。这种不均等的消化导致了有偏的随机游走,又叫分形布朗运动。

Mandelbrot^[68] (1964)提出:资本市场收益服从他称之为的stable Paretian分布,即分形分布,表现为在均值处具有高峰,而且厚尾。实证分析表明,厚尾并不仅仅是股票市场特有的现象,其他资本市场也表现出同样的特性。这些厚尾分布常常显示出由非线性随机过程所产生的一种具有长期记忆系统的迹象。这种非线性过程可由ARCH或Pareto-Levy长期记忆过程产生。

从分布的特征函数角度进一步讨论上述问题,将有助于对问题的深入认识。

若随机变量 t 服从正态分布,则其特征函数 $f(t)$ 满足:

$$\log f(t) = i\mu t - (\delta^2/2)t^2 \quad (3.1)$$

其中 μ 为均值, δ^2 为方差。对于标准正态分布来说, $\mu=0, \delta^2=1/2$ 。

Bachelier首先提出投资市场服从随机游走的思想,而且可用标准的概率积分进行刻画。尽管实证分析明显显示与随机游走相违背,Bachelier的高斯假设仍然被接受。收入分布比标准正态分布具有高峰、厚尾,尽管存在这些特点,该分布仍经常被描述为近似正态。

这种高峰、厚尾分布是Paret分布的特征形状。Levy概括了其概率分布的特征函数:

$$\log f(t) = i\delta - \gamma |t|^\alpha [1 + i\beta(t/|t|) \tan(\alpha\pi/2)] \quad (3.2)$$

当 $\alpha=1$ 时,(4.2)式为:

$$\log f(t) = i\delta - \gamma \left| t \left[1 + i\beta(t/|t|) \frac{2}{\pi} \log(|t|) \right] \right| \quad (3.3)$$

其中有4个特征参数: $\alpha, \beta, \delta, \gamma$ 。 δ 是均值的位置参数; γ 是尺度调整参数;

$\beta \in [-1,1]$ 是偏斜度的测度。

当 $\beta = 0$ 时, 分布是对称的; $\beta > 0$ 时, 分布是右厚尾的, 随着 β 逐步逼近+1, 右偏斜程度增加; 当 $\beta < 0$, 分布是左厚尾的, 并且随着 β 逐渐逼近-1, 左偏斜程度增加。

α 标志着分布的峰度以及尾部的厚性, $\alpha \in (0, 2]$ 。只有当 $\alpha = 2$ 时, 分布才是正态分布。取 $\alpha = 2, \beta = 0, \delta = 1$ 代入(4.2)式, 即可得到(4.1)式的正态分布的特征函数。

值得指出的是, 对有效市场假说来说, α 必须始终等于2; 而对分形市场假说, α 可以在1到2之间变化。此即有效市场假说与分形市场假说对市场特性认识的主要区别。分形市场分析认为市场服从stable Paretian分布, 进一步地利用分形分析方法可以区别厚尾高斯分布与分形分布。因而, α 值的改变在很大程度上改变着时间序列本身的特性。

3.1.3 分形市场假说(Fractal Market Hypothesis)

分形市场假说是埃德加·E·彼得斯(Edgar E Peters 1991, 1994) [69] 提出的。FMH认为市场存在为交易提供了稳定的、流通的环境, 投资者希望买或卖个好价格, 但未必是经济意义上的“公平”价格。正是由于市场存在多种不同期限的投资者, 使得在某种期限长度的投资者出现恐慌操作行为(买或卖)可以被另一投资期限的投资者所消化, 保证了市场的流通性, 使得市场处于稳定状态。因为不同投资期限的投资者承担相同的风险水平, 所以, 不同期限尺度上的收益率具有类似的频率分布, 即时间尺度上的不变性或称为自相似。

当所有投资者的投资期限一样时, 市场将出现“自由落体”现象, 即出现价格序列变化的不连续性。在高斯假定(即正态性假定)的情况下, 巨大的变化是由许多细小的变化累加而成的。然而, 在市场出现恐慌时, 价格经常出现巨大的跳跃。这种不连续性, 导致巨大的变化和收益率分布的肥尾现象。

当市场上出现某种信息对于长线和短线投资者都很重要时, 比如行业价格管制或税率大幅提高等, 将使得投资于该行业股票的投资者都相信行业利润会受影响, 股票价格必然降低。在这种情况下, 价格也会出现大的向下跳跃, 从而产生了不连续的价格序列。

Peters认为按EMH的标准, 使得投资环境混乱的因素有以下几个^[70]:

1. 人们不一定在任何时候都回避风险, 他们可能经常追求风险, 特别是当他们认为不赌一把就必然损失的时候;
2. 人们设定主观概率时并不是无偏的, 他们容易把自己的预测产生于对他们手中信息并

不能认可的过分自信;

3. EMH隐含地假定所有投资者立即对价格做出反应,所以未来与过去或现在都不相关。

然而,大多数人可能在接收到信息时并不对其做出反应,而是等着确认,并且不等趋势已经十分明显时不做出反应。如果证实了最近趋势中的一个变化,他们可能在接收到信息之后对其做出反应,是以非线性的方式反应。

4. 没有证据支持人们作为总体比作为个人有更理性的假设。

基于这些分析, Peters提出了他的分形市场假说(FMH),主要内容是:

1. 当市场由许多具有多种不同投资期限结构的投资者组成时,它是稳定的,这可以为交易者保证足够的流通性;

2. 与市场气氛和技术因素关系大的信息集对短期投资的重要性比长期投资大。当投资期限延长,更长期限的基本面信息逐渐处于支配地位,因而,市场价格的变化可能只反映了对特定期限投资者重要的信息;

3. 当某事件发生,使得基本面信息的可靠受到怀疑时,长线投资者或者停止交易,或者开始基于短线信息进行交易,当所有投资者的投资期限收缩到同一水平时,市场将变得不稳定,不存在长线投资者以提供流通性给短线投资者;

4. 价格反映了短期技术交易和长期基本分析估价的组合。因而,短期价格变动很可能比长期交易有大的易变性或噪声,市场的潜在趋势是反映基于经济环境变化基础之上的期望收益变化。短期趋势更有可能是群体行为的结果,没有理由相信,短期趋势的长度与长期经济趋势有关;

5. 如果证券市场与经济循环没有关系,那它将没有长期趋势,交易、流通性和短期信息将处于支配地位。

与 EMH不同, FMH认为,同一市场信息对于不同投资期限的投资者具有不同的影响。所以,在任何时刻,价格并未反映所有可能的信息,仅仅反映出对某一投资期限的投资者相对重要的信息。

3.2 影响股票价格的因素

影响证券市场上股票价格的因素有很多,从内容和性质上可归结为两大类:一方面是基本因素,另一方面是技术因素。所谓基本因素是指市场以外的各种因素,是不为投资者所左右的因素;而技术因素是指股票市场内可影响股价的各种技术操作(交易数量和供求关系

等), 常为炒作庄家所控制。股市的主要运动或长期趋势是由基本因素决定的, 而技术因素则会引起股价的短期波动。

3.2.1 影响股票价格的基本因素

影响股票价格的基本因素包括经济因素、政治因素、法律因素、国际军事环境、文化自然因素、上市公司从事行业以及公司经营等因素。

1. 经济因素: 这是指宏观经济环境的优劣对股价的影响, 既包括商业周期波动这种较纯粹的经济因素, 也包括政府经济政策及特定的财政金融行为等混合因素。具体如国民生产总值的变化、市场资金的增减和其他重要经济指标(如利息率、通货膨胀率、失业率等)。

一般来说, 股票价格随着国民生产总值的升降而涨落, 同时利息率对股票价格的影响也较大, 它通过以下几方面途径加以实现: 首先, 利率发生变化使不同投资工具的收益结构发生相应的变化。因为各种投资工具对利率的反映是有差异的。比如, 当利率上升后, 债券所得收益相对于股票而言就会提高, 所以那些持有股票的人将卖掉股票转而投资债券。其次, 利率的变化会对公司的利润产生影响。当利率提高以后, 公司贷款成本会相应提高, 这会影响到企业的生产经营, 进而会对公司利润产生连锁作用从而影响股票价格。再者, 对于投资者来说, 利率的提高, 会给靠银行信贷进行股票抵押买卖或实行保证金买卖的短期股票交易带来较大的影响, 增加交易成本, 致使股票需求下降, 从而使股票价格下降。利率下降则相反。

2. 政治因素: 政治因素是指能够影响股票价格变动的政治事件以及政府的政策措施, 如国际国内的政治形势、外交关系、执政党的更替、战争等。一般而言, 一国政局稳定对股市有良好影响。相反, 政局不稳是导致股市下跌的重要因素。从历史上看, 发达国家首脑更换, 经济政策或经济法规的重大变化、产油国的动乱等都对股价有重大影响。

3. 法律因素: 法律因素主要指国家证券市场的法律规范状况。一般来说, 在证券法、公司法比较齐备的国家, 证券交易的信用制度与监管机制比较完善。因而, 证券从业人员营私舞弊的机会较少, 其证券价格受人为垄断操纵哄抬打压的机会亦较少, 在其他条件稳定情况下, 证券价格的表现相对稳定正常, 而在证券法规不健全、监管机制不得力的国家, 证券价格受人为左右的概率就大得多, 证券市场的股票价格比较不稳定, 甚至大起大落。

4. 国际军事环境: 国际上各国之间及各国内部的军事动荡也是影响股票价格的重要因素, 它使股市的正常交易受到破坏, 并导致股市的剧烈波动。

5. 文化、自然因素:文化、自然因素也是影响股市的重要因素。就前者而言,因为一国的或一个地区的人文传统在很大程度上左右着人们的储蓄投资心理,从而影响股市资金的丰缺程度与资金流出流入的格局。一个崇尚节俭、善于理财的民族,进入股市的资金较为充裕,股市而因此受到良好的资金支撑。反之,一个讲求奢侈、寅吃卯粮的民族,股市则难以形成,更谈不上发展。从投资决策的角度看,文化之所以能对证券市场有所作用,不仅因为它与投资者认识问题的全面性、深入性成正比,也因为它是左右投资者做出判断与决策的主要因素。如果投资者的文化素质较低,那么,他就容易对证券市场的走势缺乏正确的了解能力,这时,往往容易追随大势,而造成抛售或抢购股票的风潮,使证券市场处于不稳定状态中。

在自然因素方面,如自然灾害。一旦发生灾害,生产设备受到破坏,生产处于停顿,会使股价下降;反之,当进入复兴阶段时,由于复兴需要大量投资,会使社会需求增加,从而促使股价上升。

6. 上市公司所从事行业的背景和发展前景:随着经济的全球一体化,上市公司的盈利水平不仅要受到国内市场的供求关系的影响,还要受到国际市场供求关系的影响,行业发展的历史背景不同直接影响着企业的市场定位。同时从行业自身来看,朝阳行业、高成长行业的上市公司,有较高的盈利能力,且容易受到国家政策的倾斜,市场定位一般较高;如现阶段的网络、信息、生物技术等行业。而夕阳行业、成熟期的上市公司,由于其市场供求趋于饱和,竞争较大,利润平均化,市场发展的空间较小,这样的上市公司市场定位一般较低。

7. 企业自身的运营状况:股票本身没有价值,但是股票代表了股份公司的股份,股票持有者对企业的生产和分红具有所有权和分配权。投资者持有股票最根本的目的就是取得股票的分红和企业增长成果。由于企业资产增减,使其股票价格也随着企业生产经营状况的变化而处于变化之中。企业的股价变化也是生产经营活动的必然反映。当然,由于股票发行后股票市场运行和企业生产运行属于不同范畴,股份变化还受市场因素影响,和企业发展有所脱离,所以股价变化并不完全有所代表企业的生产经营状况的变化所决定。但无论是生产经营原因还是市场原因,对股票价格影响的结果都是股价的变化。因此,企业的领导素质、经营管理状况、企业的资产负债情况,及产品的市场占有率、盈利水平都直接或间接的影响着企业的市场定位。

3.2.2 影响股票价格的技术因素

影响股票价格的技术因素包括市场因素、心理因素等。

1. 市场因素:股票交易数量与股价同步,说明市场走势坚挺,反之说明市场走势疲软。而股票交易方式、交易成分、市场价格等也对股价有很大影响。由于股票价格的变动有时常具有一定的规律,而通过分析这些规律可以帮助股民了解股价的变动趋势,从而掌握股票价格的变动规律。

2. 心理因素:人们的心理状态的变化,如个体情绪感染的敏感性、个体对投资成功的归因、决策的独立性及受他人影响的程度、自我概念等,对股民的交易行为产生直接影响,从而导致股价的变化。如股价越是上涨,股民买进的意向越强烈,从而导致股价的不断上涨;反之股价越下跌,股民持股的意向越低落,从而加速下跌。在面临高度不确定性的证券投资决策时,其他人所共同采取的行动和众所公认的判断较易取代投资者的独立判断而影响他的交易决策,于是个体将倾向于采取追风策略。

影响上市公司股票价格的因素还包括其市场上的炒作情况,是否是市场上的炒作热点,炒作庄家的资金实力和预期收益等。

3.3 股票市场的特性

股票市场是股票作为虚拟资本交易的场所,它作为虚拟经济(Fictitious Economy)的主要组成部分,具有与实体经济不同的特性。

股票市场系统的主要特性包括复杂性、介稳性、高风险性、寄生性和周期性。

1. 复杂性。股票市场是一类复杂系统,表现为虚拟资本规模巨大、是动态变化的开放型系统(不断和国内外经济系统交换信息与能量)、内部层次多(简单分为外汇市场、货币市场、资本市场)且相互关联、相互影响,并且含有人类决策行为这一重大不确定性因素的影响。金融市场的主要参与人是自然人与法人(投资者、受资者、金融中介机构、监管部门等),他们按照一定的规则在金融市场中进行虚拟的经济活动。虽然每个人都有按各自不同的预期及经济目标进行独立决策的自由,但每个人的决策又不能不受到其他人决策行为的影响。系统由于各组分之间的非线性作用而呈现貌似随机的不稳定状态,并且由于系统自组织作用系统内部结构可以产生一定的有序性与稳定性。

2. 介稳性。股票市场系统是一种介稳系统,必须要靠与外界进行资金交换才能维持相对的稳定。造成其介稳性的原因很多,但最根本的原因是虚拟资本的内在不稳定性。

虚拟资本的内在不稳定性来自其本身的虚拟性,例如有价证券本身并不具有真正的价值,只是代表获得收入的权利,是一种所有权证书。当有价证券可以在证券市场上进行买卖

后,由于其本身并没有价值,故其价格的确定不是按照客观的价值规律,而是按照人们对其未来价格的主观预测,还要受到其供求状况的影响,这就使其价格更加脱离了实际经济活动的效益。当虚拟资本的价格远离其合理预期时,就会形成“经济泡沫”,要靠外界不断注入资金来维持其稳定,但这只是一种虚假的、极易破灭的稳定。

虚拟资本的不稳定性也来自货币的虚拟化,即货币并不真正具有价值。自从货币与金本位及金汇兑本位脱钩之后,虽然还具有其作为支付手段的使用价值,但已不再具有真正能以某种实物来衡量的价值了。这时货币的价值只能用其购买力来衡量,而货币的购买力又要受到货币发行量、利率、汇率、人们的消费行为等因素的影响,因此货币的虚拟化就会增强虚拟经济的不稳定性。虚拟资本的不稳定性还来自金融系统中存在的正反馈作用。例如购买某种股票的人越多,就会促使更多的人购买这种股票。人们之间的这种相互影响就是正反馈作用,它会造成放大效应,使虚拟资本的价格大起大落。

3. 高风险性。股票市场系统的高风险性来自其本身的复杂性与介稳性,首先是虚拟资本的内在不稳定性导致其价格变幻无常,而金融市场交易规模的增大和交易品种的增多使其变得更为复杂;其次是人们对市场及环境变化的预测能力不足,对预期收益至今也没有找到较好的预测方法,从而较易导致决策的错误;再次是不少人承受风险的能力有限,在面临巨大的风险时会无所适从,甚至会因正反馈作用而使风险放大;最后是许多人因为追求高收益而甘冒高风险,从而促使各种高风险、高回报的金融创新不断出现。

4. 寄生性。虚拟的股票市场系统与实体经济系统之间存在着密切的联系,金融系统是由实体经济系统中产生,又依附于实体经济系统的。实体经济系统包括物质资料的生产及其相关的分配、交换、消费等经济活动,可将其看成是资本的循环运动。例如生产领域的资本家在金融市场上取得资金后,就会将其作为资本来购买设备、原材料和劳动力来投入生产过程,然后将其产品销售出去变成资金,从而构成了资本的循环。资本家用此部分资本及通过这一过程取得剩余价值来按合同归还本息,从而也完成了虚拟资本的循环。

在金融已成为经济核心的今天,实体经济已不可能脱离虚拟经济系统而运行。因此,如果将实体经济系统看成是经济系统中的硬件,则可认为虚拟经济系统是经济系统中的软件。

5. 寄生性周期性股票市场系统的演化大体上呈现周期性的特征,一般包括实体经济加速增长、经济泡沫开始形成、货币与信用逐步膨胀、各种资产价格普遍上場、乐观情绪四处洋溢、股价与房地产价格不断上升、外部扰动造成经济泡沫破灭、各种金融指标急剧下降、人们纷纷抛售实际资产及金融资产、实体经济减速或负增长等阶段。但是这种周期性并不是简单的循环往复,而是螺旋式地向前推进的。

3.4 股票市场的非线性特征分析

非线性概念有如下两种等价的表述方式^[70]：

其一，“定义非线性算符 N 为对一些 a, b 或 Φ, Ψ 不满足 $bL(a\Phi + b\Psi) = aL(\Phi) + bL(\Psi)$ 的算符”，即叠加原理不成立，这意味着 Φ 与 Ψ 间存在着耦合，对 $(a\Phi + b\Psi)$ 的操作，等于分别对 Φ 与 Ψ 操作外，再加上对 Φ 与 Ψ 的交叉项(耦合项)的操作，或者 Φ, Ψ 是不连续(有突变或断裂)、不可微(有折点)的。

其二，设 $X = (x_1, x_2 \dots x_n)^T$ 是描述系统状态的状态向量， x_i 是其中的一个状态变量， $\dot{X} = f(X, c)$ 是描述系统状态变化的连续动力方程，如果在 x_i 的定义域内 x_i 的二阶导数不恒为0，系统相对于 x_i 是非线性的。

这意味着状态变量的单位变化所造成的自身或其它变量的相应变化是不对称的。这种对称破缺，即不对称性，是非线性关系最基本的体现，也是非线性系统复杂性的根源。

3.4.1 股票市场的非线性特征

股市系统在以下几个主要方面体现了非线性系统最一般的性质。

1. 维数高。驱动股市系统运动的独立变量数不是一两个而是几十个或更多，使其不具有低维的、微观的简单性；另一方面，也不是非常巨大，还不足以产生宏观的、超高维的简单性。这种高维性是直接产生非线性的主要机制之一。

2. 高度开放。股市系统众多构成元素与社会、自然环境间有多层次、多角度、多渠道的极其复杂的相互作用关系。股市系统的运动极其敏感，环境要素方方面面的变化都会对股市产生或大或小的影响；同时，股市的波动也会对社会生活和经济活动的方方面面产生影响。例如，战争、自然灾害，政权更迭，利率变化，产业结构调整等都会对股市产生相应影响。另一方面，股市的涨跌通过财富效应影响消费与投资，从而影响经济增长。可见，股市系统与其环境间是全方位的、大时间跨度的开放，这是非线性的主要表现形式之一。

3. 远离平衡^[72]。股市系统是具有多方面性质的复杂系统，实际情况表明股市系统许多方面的性质都是远离平衡的：

股市系统由许多子系统构成，这些子系统的地位、功能、目的、权限、活动空间、行为

规范等极为不同,在结构上是远离平衡态的。比如,上市公司所处行业多种多样,规模差距很大,赢利能力千差万别,成长性迥异。总之,股市系统中用以衡量上市公司特征的各种指标,在系统中都呈现极不均匀、不对称的远离平衡状态。

股市系统的另一子系统投资者的构成也是远离平衡的。首先,投资者的资产规模相差极大,既有以千元计的微型散户,也有几十亿甚至上百亿、千亿的超级机构,其间有多个数量级的差距。另外,不同投资者的专业化水平、投入的时间精力、占有的相关信息也差异显著。这种投资成本与能力的差异决定了其投资行为模式的远离平衡,以及收益水平的远离平衡。

4. 智能化。股市系统的运行机制中包含有很多“智能化”成份,这些思维的、社会的、“活”的机制都是高级的非线性机制。

股市参与者具有记忆、推理、学习、感情、冲动等高级思维能力,也具有一定程度的“贪”和“怕”的人性弱点。机构投资者虽然有一套投资策略、规范、模式,但是其制订、实施是由人及其群体完成的,已融进了智能因素;另一方面,整个投资策略要针对不同情况做相应调整,表现出很强的适应性。所以机构投资者的投资行为及行为模式也是智能化的。

此外,股市系统在宏观层次上也表现出一定的智能化。这一方面是由于投资人智能因素的投射使然,另一方面由于股市系统的复杂性使其在一定程度上表现出整体的智能化。

5. 相互作用。股市系统的维数高、高度开放、远离平衡和智能化这些特性,通过相互作用这一非线性的机制导致了股市系统的强非线性。

股市系统中包含错综复杂、高强度的相互作用网络,各种构成元素在构建整体系统时以不同形式发生着不同性质的相互作用。例如:管理层对上市公司、券商、中介机构等实施监管作用;上市公司经济行为、业绩对投资人投资行为有巨大影响;投资者的投资偏好影响资源在公司间的配置和公司经营方向、中介机构、媒体的评论对上市公司、投资者的行为有导向作用。股市系统向环境的高度开放导致了其间高强度的、敏感的、多方位的相互作用。

股市系统各个角度、方面、层次的远离平衡,使处于远离平衡态的不同部分间产生各种相互作用,如:资产规模的巨大差别产生了“庄家”与散户的特定相互作用,上市公司间的远离平衡导致其间的购并、重组等相互作用等等。

股市系统的智能化,从历史过程角度实际上表现为“历史轨迹”、“即时操作”与“市场预期”间的相互作用,投资者依据股市“历史经验”、“现实市况”,产生“市场预期”,又在“市场预期”指导下进行“即时操作”,这种“市场预期”下的“即时操作”在时间中的积累则形成“历史轨迹”。

以上这些高强度的、敏感的、多层次的相互作用导致了股市系统的强非线性。

3.4.2 股票市场价格运动的动力学框架

股票市场是一个开放的、复杂的、具有高度非线性的动力学系统^[74]。资本市场作为一个复杂的系统，作为一个整体而存在，也作为一个整体而发展演化。非对称的供给需求、非对称的经济周期波动、信息不对称性、货币的对称短缺(符号经济与实体经济并非一一对应)、资本变量迭代过程中的时间延滞、人类行为的“有限理性”等都是非线性特征的表现。当系统内部的控制参数不断改变，系统将可能从稳定状态过渡到不稳定状态或混沌状态；当内部控制参数达到系统突变的阈值时，资本市场的能量处于一种高度积累和对扰动高度敏感的状态，系统极易发生突变造成资本市场的急剧质变甚至酿成金融危机。

传统资本市场理论认为资本市场是一个均衡的系统。当没有外生变量因素的影响时，资本市场的价格不会发生变动；在受到扰动时，相关证券的价格将偏离均衡产生相应的变动。

但是价格的变动是以线性的方式回应外来因素的冲击的，并很快调整到新的均衡价格，系统回到均衡。如图3.1所示：

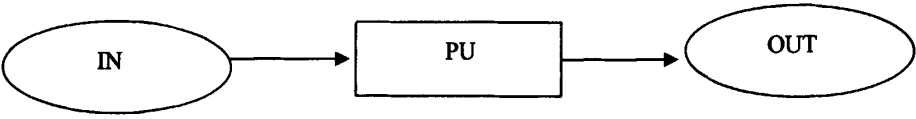


图3.1 传统资本市场理论价格变化的动力学模式

IN 表示价格受到的信息等因素的扰动，PU 表示市场参与者对扰动作出线性比例的及时反应，OUT 表示价格调整到了一个新的衡值。

从系统动力学非线性的角度来讲，由于投资者的投资行为具有反馈特征，这就决定了资本市场价格运动的动力学模式也呈现出同样的反馈特征。其动力学模式如图 3.2 所示：

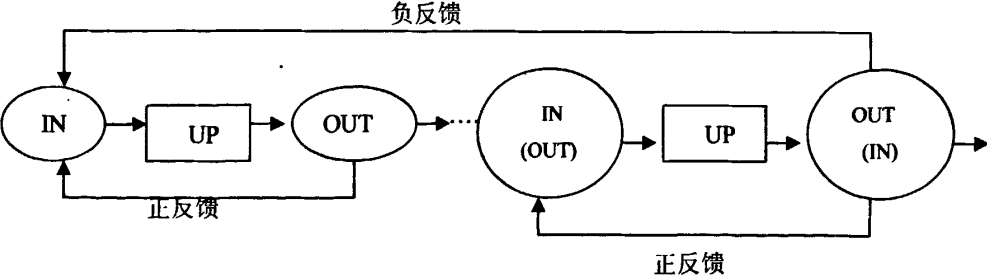


图3.2 有反馈的资本市场价格变化的动力学模式

IN 表示价格受到扰动或者变化，PU 表示市场参与者对市场价格变化的反应，OUT 表

示随后价格的变化。价格的变化又成为下一次变化的原因，并影响着市场参与者的决策，推动着市场价格的进一步变动。

反馈效应使得市场价格时间序列有了记忆性，结构的变化前后依赖，相互关联，成为非线性的动力系统。

第四章 深沪市场分形特征的验证

上一章从定性的角度分析了股票市场的非线性特征,本章定量地说明股票市场的分形行为并通过沪市综指和深市成指进行验证。

分形市场假说 (Fractal Market Hypothesis)是在有效市场假说之后发展起来的关于资本市场价格行为走势的一种新假说。作为一个相对新的假说,它是在数学学科、计算机的发展,特别是混沌理论和分形几何学的发展的基础上,在有效市场假说解释现实的资本市场价格行为出现难于调和的争议的情况之下发展起来的,也就是说基于分析工具的改进,资本市场价格行为与有效市场假说相违背问题的增多,在运用新工具试图解决这些问题的过程中逐渐形成的。Hurst指数的提出,更是为分形市场假说提供了有力的分析工具,犹如分形市场假说的一剂“强心剂”。

4.1 R/S 分析方法

研究分形理论的方法有很多,最为重要的有以下三种。(1) 重标极差(简称 R/S) 分析方法,是由Hurst^[80] (1951) 研究尼罗河水坝工程时提出的一种统计方法,后来由Mandelbrot^[86] (1963) 将其应用到时间序列的分析中,是研究时间序列的分形特征的有效方法之一。(2) 趋势消除波动分析法(Detrended Fluctuation Analysis, DFA)是Peng等人^[87] (1994) 在探测DNA时间序列的长程相关时首先提出的一种方法,这种方法与 R/S 分析相比较,它的优势在于消除了局部的趋势,避免了将时间序列的短程相关检测为长程相关,但是DFA方法不能像 R/S 分析那样得到长期记忆周期。(3) 分形分布(Fractal distribution)分析法,Levy^[89] (1925)根据帕累托分形^[88] (帕累托1897研究收入的分布时发现)提出了这种新的分布,并考察了这种分布的相关性质,在分形理论出现以后,人们发现这种分布在时间上具有统计分形性,所以又被称为分形分布。

R/S 分析方法是最为常用的分析方法。

4.1.1 R/S 分析理论

为了将分形时间序列同其他时间序列区分开来,受爱因斯坦关于布朗运动的论文的启发

(在爱因斯坦的论文里, 我们知道著名的 T 二分之一法则, 就是微粒在运动的距离是时间的平方根即 $R = \sqrt{T}$), Hurst提出了这样的关系, 构造一个Hurst指数,

$$R/S_n = C \times N^H \quad (4.1)$$

H就是Hurst指数, H值的数值关系为:

1. 当H等于0.5, 序列是布朗运动, 变量之间是相互独立的, 相应的相关系数是0, 现在不会影响未来, 序列是随机的;

2. 当H在0和0.5之间, 变量是负相关的, 具有反持续性。H越接近0, 反持续性越强。如果某一时刻序列向上(下)运动, 那么下一时刻向下(上)运动的概率要高于向上(下)运动的概率, 由于频繁的出现逆转, 反持续性序列具有比随机序列更加激烈的波动性, 它在特定时间的变化跨度比随机序列来的小。这样的序列也被称为是遍历性的或者称作均值回归的的序列, 这样的提法隐含该序列具有稳定均值的假定, 而实际上, 均值也许并不存在。

3. 当H在0.5和1之间时, 则认为序列具有持续性, 存在长期记忆特征。H越接近1, 正相关关系越强, 持续性也就越强(这是我们首次提出长期记忆性)。就是说, 序列在一个时期是向上(下)运动的, 那么下一个时刻向上(下)运动的概率要高于向下(上)运动概率。现实中的时间序列大多属于这一类。

H衡量了序列数据的参差不齐程度, H越高, 序列则显示更少的噪音, 具有更强的持久性和更清楚的趋势。对于金融序列来说, 高H值的风险小, 低H值的风险大。

为了更加直观地揭示现在对未来的影响程度, Mandelbort引入了相关性度量指标C:

$$C = 2^{2 \times H - 1} - 1 \quad (4.2)$$

C为相关性指标, H为Hurst指数。显然, 随机游走序列的C值为0; 反持续性序列的C的取值范围为 $-0.5 < C < 0$; 而持续性序列的C的取值范围为 $0 < C \leq 1$ 。

R/S 分析方法应用非常广泛, 其本身不是在经济研究领域首先发展起来的, 只要是一个序列, 数据足够多, 我们就可以对其进行R/S分析。

4.1.2 R/S 分析方法的步骤

1. 假设我们有T+2个数据, 对这些数据进行对数差分得到T+1个数据;
2. 对这T+1个数据进行AR(1)自回归, 得到T个扰动项 $z(i)$;
3. 取整数n, 把T个数分为T/n组, 注意 $n > 10$, 并且对于把T分成组数相同的n, 我们只考虑

最小的 n ;

4. 记 $M(K)$ 、 $SZ(K)$ 分别为第 K 组的均值和方差,

$$M(K) = \frac{1}{n} \sum_{i=[(K-1)n]+1}^{Kn} z(i) \quad (4.3)$$

$$S^2(K) = \frac{1}{n} \sum_{i=[(K-1)n]+1}^{Kn} (z(i) - M(K))^2 \quad (4.4)$$

5. 求组内离差。把每组的数减去本组的均值

$$x(i) = z(i) - M([i/n] + 1) \quad (4.5)$$

$$6. \text{ 求累计离差: } x(K, j) = \sum_{i=(K-1)n+1}^{(K-1)n+j} x(i) \quad (4.6)$$

$$7. \text{ 求极差: } R(K) = \max_{1 \leq j \leq n} x(K, j) - \min_{1 \leq j \leq n} x(K, j) \quad (4.7)$$

8. 计算重标极差

$$R/S(K) = R(K)/S(K) \quad (4.8)$$

$$9. \text{ 计算 } T/n \text{ 个 } R/S \text{ 的均值 } R/S_n = \sum_{K=1}^{T/n} R(K)/S(K) \quad (4.9)$$

这样对于 T 的每一个分组 n 我们得到了一个 R/S_n 。当 N 无限增大的时候有

$R/S_n = C \times N^H$ 或者 $\lg(R/S_n) = C + H \lg n$ 。实际计算中, 我们以 $\lg N$ 为自变量, $\lg(R/S_n)$ 为因变量, 采用最小二乘法进行回归就得到估计系数 H , 即为Hurst指数。

4.1.3 V —统计量

对于比较大的 T 值, 序列将收敛到 $H=0.5$ 。因为记忆效应会耗散, 在 T 的某一临界点之后, 序列失去了原有的记忆性, 其表现将服从随机游走。因此, 回归方程应该用 H 收敛到0.50之前的数据进行。 V —统计量可以在估计转折点方面发挥作用。

V —统计量最初是Hurst用来检测 R/S 分析的稳定性的, 彼得斯把它扩展到精确度量临界点 T 与平均循环长度。

$$V_n = (R/S)_n / \sqrt{n} \quad (4.10)$$

假如收益率过程是独立的、随机的, R/S 统计量将遵循 \sqrt{T} 法则, 其比率值即 V_n 将是

一固定值, 在 $\log V_n \sim \log n$ 图上将表现出一条水平线。相反, 若是一持续性的赫斯特过程 ($H > 0.5$), 那么图形将是向上倾斜的, V 统计量和 R/S 分析一起能更准确地确定临界点 n 与循环趋势, 互相印证。

4.1.4 打乱检验

打乱检验是彼得斯^[36] (1996)年根据沙因克曼^[86] (Scheinlanan)和勒马龙^[89] (LeBaorn) (1989)相关维检验而发展得到的一种简洁有效的R/S检验方法。

其核心思想是:随机地打乱原有的时间序列, 使得新的序列的数据次序与原有的时间序列完全不同, 随后分析新序列的Hurst指数有无明显变化。如果序列是一个真正独立的随机序列, 随机打乱数据对于数据的定性方面没有影响, 因为观测值之间原本就没有长期记忆效应或相关性, 其Hurst指数应保持不变。

如果原序列有长期记忆效应, 数据的次序就事关重要。通过随机打乱数据改变了原有序列的次序特性, 从而破坏了原有序列的结构特性, 得到的新序列特性趋近随机游动, 从而H的估计量应该低得多或更接近于0.50。

4.2 深圳股票市场的分形验证

我们选取深圳股票市场具代表性的深证成指为研究对象, 样本选取1991年4月6日到2007年9月10日之间的日收盘指数数据4037个、周收益率数据807个、月收盘数据201个。

为了消除股价变动对于股价本身的依赖关系, 我们运用对数收益率, 用 p_i 表示收盘价,

$r_i = \ln \frac{p_{i+1}}{p_i}$ 表示 i 时的收益率。为了消除原始数据的相关影响, 我们对原始数据进行处理。

以 r_{i+1} 作为因变量, r_i 作为自变量, r_{i+1} 对 r_i 进行线性回归, 可以得到 r_i 的 $AR(1)$ 的残差序列 $X_i = r_{i+1} - (a + b * r_i)$, 这样 $AR(1)$ 可以用于消除或降低线性依赖程度即相关性。我们以序列 X_i 进行 R/S 分析。

我们首先对深证成指的日收益率、周收益率、月收益率的正态分布检验, 说明深圳股票

市场的收益率不服从正态分布。然后通过对深证成指的各收益率分布曲线的分析,说明日收益率、周收益率、月收益率具有形态相似性,深圳股票市场具有分形的特征。最后,通过 R/S 分析方法求出深证成指的Hurst指数值,判定深圳股票市场的平均循环周期。

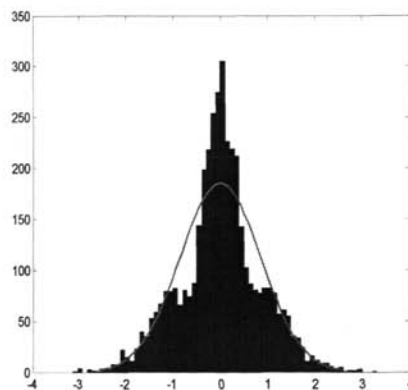
4.2.1 深圳股票市场收益率的正态分布检验

从表4.1中可以看出,深圳成份指数日收益率、周收益率、月收益率的偏度均不为0,且峰度均大于3且差距明显。因此,我们的基本结论是深市收益率不服从正态分布。

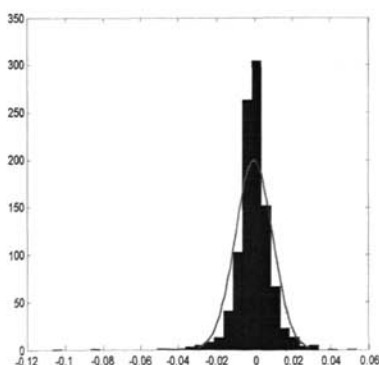
表 4.1 深圳成指日收益率、周收益率、月收益率正态分布检验表

	均值	标准差	偏度	峰度
日收益率	3.5417×10^{-19}	0.01	0.4231	18.2067
周收益率	-6.5964×10^{-4}	0.0097	-1.881	23.9851
月收益率	3.92×10^{-4}	0.0083	0.7264	6.5699

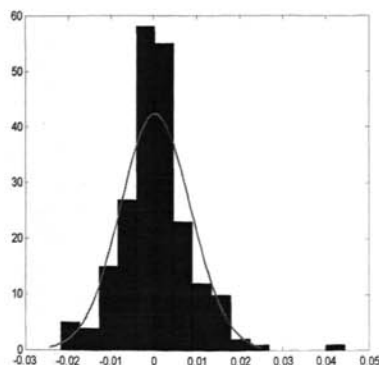
我们还可以根据频率直方图检验。图4.1、4.2、4.3是深圳成指样本数据日收益率、周收益率、月收益率的频率直方图。图中的曲线是相应的正态密度函数的图形。从图中我们可以看出,深圳成指的日收益率、周收益率、月收益率在均值附近比正态分布有更大的密度,而在尾部,则有明显大的密度。因此从图形上也可以看出日收益率、周收益率、月收益率均是不服从正态分布的。



4.1深圳成指日收益率的频率直方图



4.2 深圳成指周收益率的频率直方图



4.3 深圳成指月收益率的频率直方图

4.2.2 深圳股票市场收益率的分形特征

图4.4、4.5、4.6是分别以日、周、月作为时间尺度，对1991年4月6日至2007年9月10日的深市股票收益率的变动进行刻画。可以认为，这三个图中的曲线具有形态相似性，具有分形的特征。

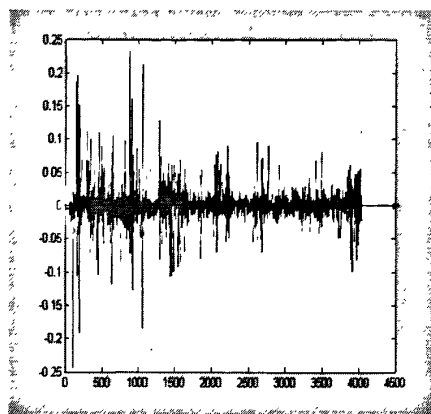


图4.4 深圳成指日收益率图形图

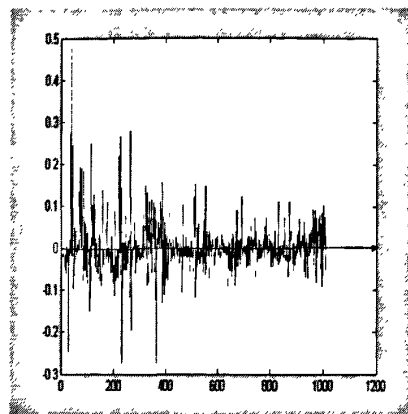
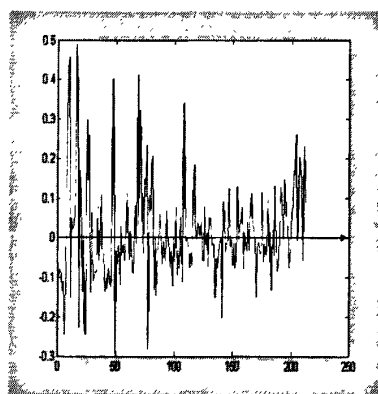


图4.5 深圳成指周收益率图形图



4.6 深圳成指月收益率图形

4.2.3 对深圳市场分形的验证

鉴于现今没有现成的 H 值求解软件，我们应用 Matlab 自编程得到求解 R/S_n 的循环，在程序运行时，我们对 T/n 取整，这样可以保证进行循环的组中每组的个数相同，也避免了最后一组均差为 0 的情况。由于存在多次循环每组个数不同，但是组数相同的情况，为了避免结果偏小，这样的情况我们仅仅运行 n 最小的一次。另外 n 我们是从 10 开始取的，这是为了避免回归的不稳定性。最后编程得到 $\log(R/S) \sim \log n$ 的回归拟合直线，如图 4.7。

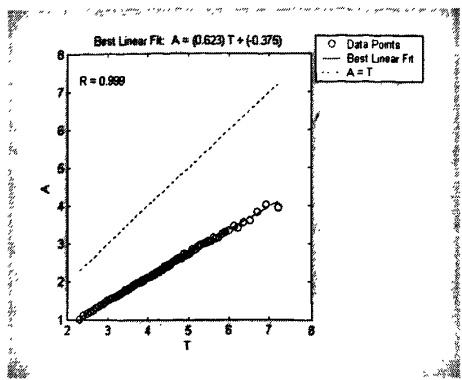


图 4.7 深圳成指口收益率 H 值的回归图形

H=0.623 截距= -0.375

为了更明确深市股票市场的长期记忆性，我们通过打乱样本数据的顺序来验证。如果原序列有长期记忆效应，数据的次序就至关重要。通过随机打乱数据改变了原有序列的次序特性，从而破坏了原有序列的结构特性，得到的新序列特性趋近随机游动，从而H的估计量应该低得多或更接近于0.50。我们先打乱深证成指的收盘价，然后求得对数收益率，再进行 $AR(1)$ 求得残差。最后对残差进行程序的循环求出拟合的直线斜率也就是H，形成的图像如图4.8。

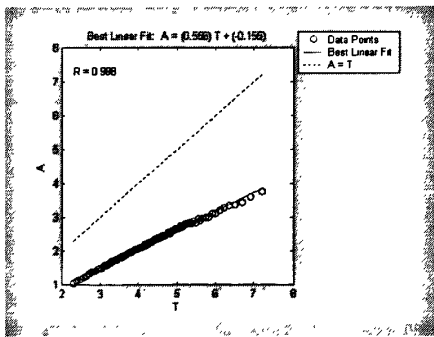


图 4.8 深圳成指打乱检验 H=0.556 截距=-0.155

从图 4.8，我们可以看出 $H=0.556$ ，远远小于我们按照顺序求出的 $H=0.6299$ ，并且偏离了随机游走的 $H=0.5$ 。所以，可以断定深圳股票市场是一个有长期记忆性的非随机游走的市

场。

下面我们通过统计量 V 来研究深市的平均循环周期。我们利用同样的方法得到 $\log V \sim \log n$ 的关系图，如图 4.9。

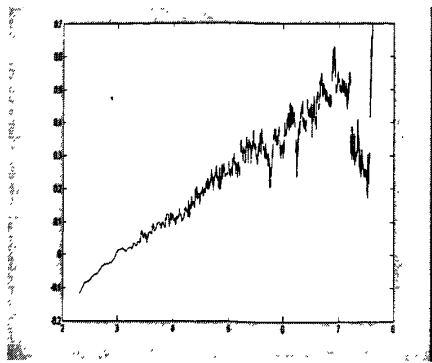


图 4.9 深圳成指日收益率 V 统计量图形

从图 4.7 $\log(R/S) \sim \log n$ 关系中可以看到, $n < 1040$ 时 $\log(R/S)$ 的散点比较密集, $n > 1040$ 时 $\log(R/S)$ 的散点明显减少。从图 4.9 $\log V \sim \log n$ 关系中也可以看到, $n < 1040$ 时 $\log V$ 不断上升, $n > 1040$ 时 $\log V$ 开始下降。由此我们可以判定 $n = 1040$ 天是长期记忆的转折点。为了更加明确这一点, 我们继续生成了深圳成指的周收益率和月收益率的 V 统计量图形, 如图 4.10、4.11。

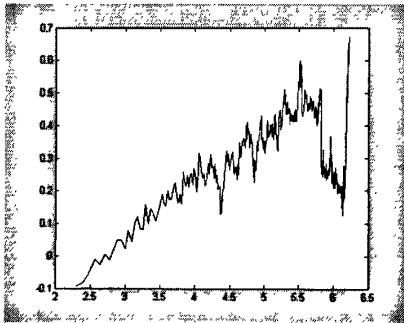


图 4.10 深圳成指周收益率 V 统计量图形

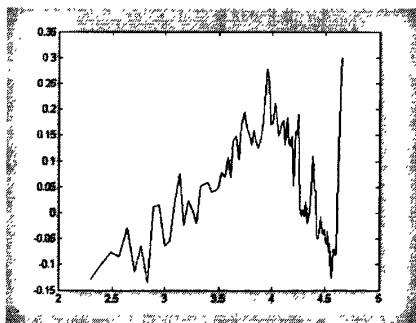


图 4.11 深圳成指月收益率 V 统计量图形

从图 4.10 可以看到, $n < 208$ 时 $\log V$ 不断上升, $n > 208$ 时 $\log V$ 开始下降。而 208 个周正好为 1040 天。从图 4.11 可以看到, $n < 52$ 时 $\log V$ 不断上升, $n > 52$ 时 $\log V$ 开始下降。而 52 个月正好为 1040 天。由此我们可断定深圳股票市场的平均循环周期为 1040 天。

为了进一步说明 1040 为深市的平均循环周期。我们把程序循环到 $n = 1040$ 时结束, 如果我们的结论正确, 这时的拟合直线的斜率即 H 值应该变大, 而另一从 1040 开始到样本个数的一半时结束的循环拟合的直线斜率即 H 值应该变的很小。我们进行了检验, 并得到图 4.12、4.13。

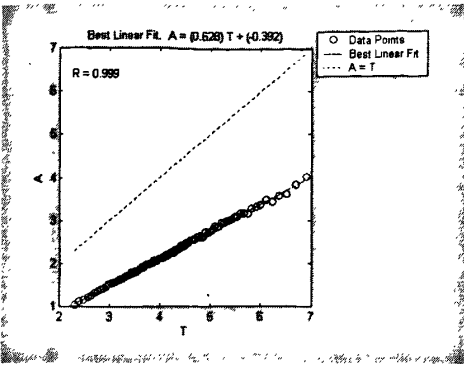


图 4.12 n=1040 前回归的 H 值 H=0.628

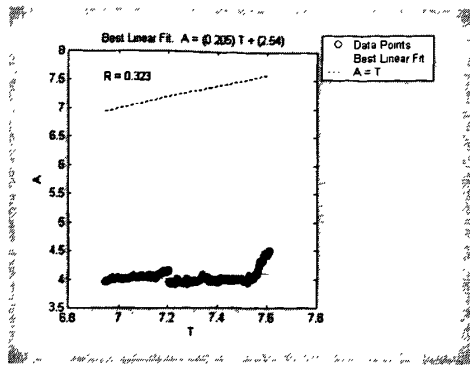


图 4.13 n=1040 以后回归的 H 值 H=0.205

正如我们期望的，从图 4.11、4.12 可以看出， $n=1040$ 前回归的 $H=0.634$ 大于按照全体 n 回归的 $H=0.6299$ ， $n=1040$ 以后回归的 $H=0.205$ ，远远小于按照全体 n 回归的 $H=0.6299$ 。由此我们认为 1040 确是深市股票市场的平均循环周期。由此可以确定深证股票市场的 H 值为 0.634。

从实证分析的结果来看，可以得到关于深圳股票市场的一些结论：

1. 深圳股票市场存在分形结构。

深证成指收益率的赫斯特指数都明显偏离 0.5，说明深圳股票市场分形结构存在是明显的。整个股票市场不完全是一个随机游走的过程，而是服从分形布朗运动或是有偏的随机游走过程，指数收益的时间序列是呈正相关的，也就是说，如果序列在前一个时期是向上走的，那么它在下一个时期也是向上运动的，反之亦然。

2. 深圳股票市场的波动具有周期性循环特征。

我们通过检验，说明深圳股票市场有明显的长期记忆性，并且发现深平均循环周期为 1040 天，深圳股票市场的波动具有周期性循环特征。

相关性指标 $C = 2^{2 \times H - 1} - 1$ ，在 $H=0.6299$ 时， $0 < C \leq 1$ ，说明收益是正相关的。关联尺度不等于 1，说明深圳股票市场的股价波动不仅受将来信息的影响，而且现在和过去的信息对股票价格的影响也是明显的。很显然，投资者可以通过对历史信息分析而获得超额利润。

3. 深圳股票市场尚未达到弱式有效。

市场有效性可以根据数据中的噪声量来判断， H 值越接近 0.5，说明市场中的噪声量越大，市场越无效；反之， H 值越接近 1，市场中的噪声量越少，市场越有效。深证成指的收益率时

间序列存在状态的持续性和相关性，这使得投资者可以通过运用技术分析法，分析股价的历史信息而获得超额利润，而且信息的作用也是长期存在的，存在着一个长约1040天的信息周期，只有过了这一时间临界点后，信息的作用才会完全消失。所以，深市未达到弱式有效。

4.3 上海股票市场的分形验证

本节中我们用类似的思路来说明上海股票市场也具有分形的特征，并求出上海股票市场的平均循环周期。我们选取最有代表性的上证指数为研究对象，样本选取 1990 年 12 月 24 日到 2007 年 9 月 10 日之间的日收盘指数 4082 个、周收盘指数 816 个、月收盘指数 204 个。

为了消去股价变动对于股价本身的依赖关系，我们与深证成指一样作类似的处理。

4.3.1 上海股票市场收益率的正态分布检验

按照与深圳成指相同的正态分布检验方法，我们得到表 4.2。从表 4.2 中可以看出，上证综指日收益率、周收益率、月收益率的偏度均不为 0，且峰度均大于 3 且差距明显。因此，我们的基本结论是深市收益率不服从正态分布。

表 4.2 上证综指日收益率、周收益率、月收益率正态分布检验表

	均值	标准差	偏度	峰度
日收益率	-2.4247×10^{-19}	0.01	0.4229	18.2026
周收益率	3.4001×10^{-5}	0.0099	-0.1794	14.0741
月收益率	-1.2×10^{-3}	0.0096	0.9141	8.7433

根据频率直方图检验也可以看出日收益率、周收益率、月收益率均是不服从正态分布的。图4.14、4.15、4.16是上证综指样本数据日收益率、周收益率、月收益率的频率直方图。图中的曲线是相应的正态密度函数的图形。

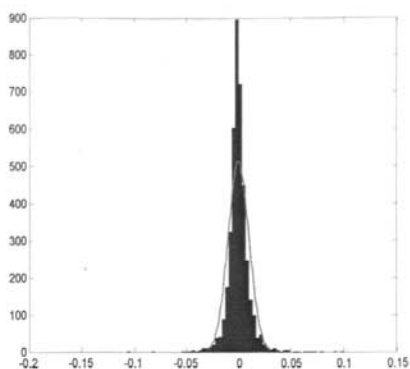


图 4.14 上证综指日收益率的频率直方图

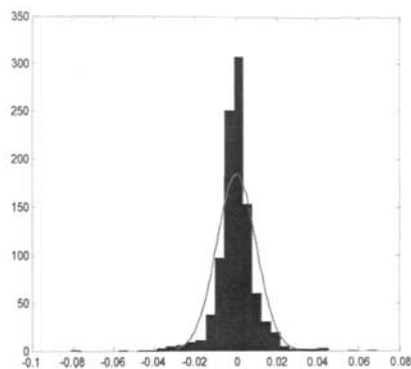


图 4.15 上证综指周收益率的频率直方图

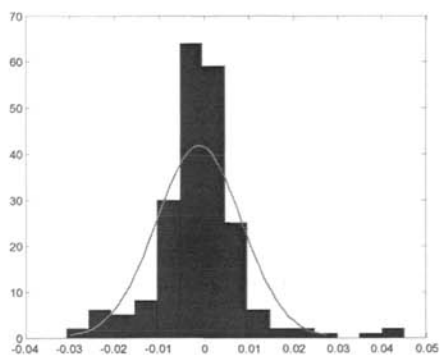


图 4.16 上证综指月收益率的频率直方图

4.3.2 上海深圳股票市场收益率的分形特征

从图4.17、4.18、4.19可以看出，这上证综指日收益率走势图、周收益率走势图、月收益率走势图具有形态相似性，具有分形的特征。

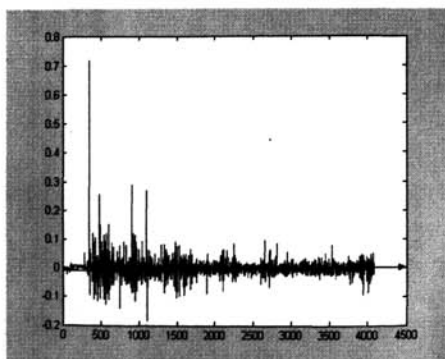


图 4.17 上证综指日收益率走势图

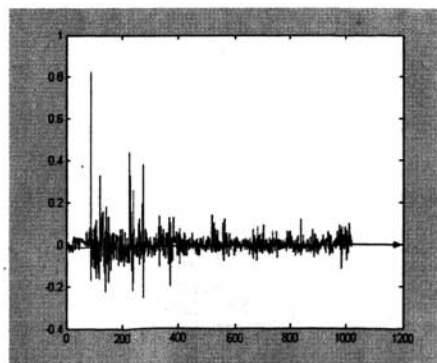


图 4.18 上证综指周收益率走势图

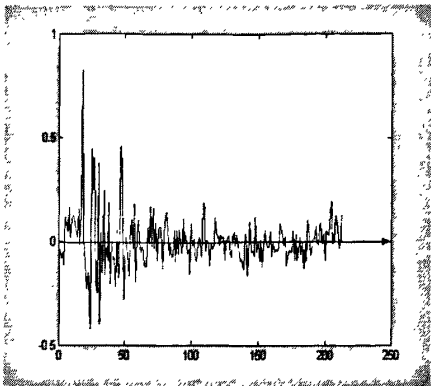


图 4.19 上证综指月收益率走势图形

4.3.3 对上海市场分形的验证

根据运行深证成指的程序，我们同样可以得到上证综指 $\log(R/S) \sim \log n$ 的回归拟合直线，如图 4.20。

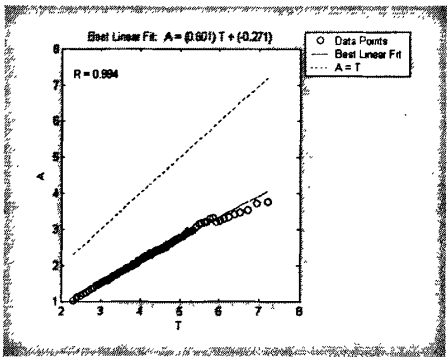


图 4.20 上证综指日收益率 H 值的回归图形 $H=0.601$ 截距 $= -0.271$

我们通过打乱样本数据的顺序得到打乱后的 H 值如图 3.21。

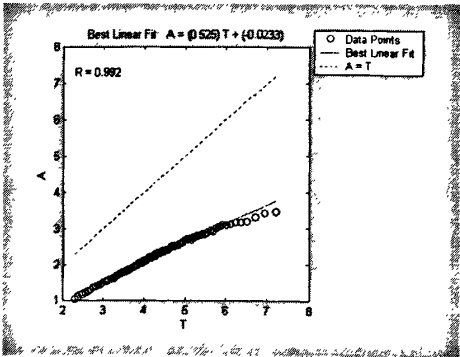


图 4.21 上证综指打乱检验图形 $H=0.525$ 截距 $= -0.0233$

从图 4.21，我们可以看出 $H=0.525$ ，可以认为是随机游走。所以，可以断定上海股票市场也是一个有长期记忆性的非随机游走的市场。

下面我们通过统计量 V 来研究上市的平均循环周期。我们利用同样的方法得到 $\log V \sim \log n$ 的关系图，如图 4.22、4.23、4.24。

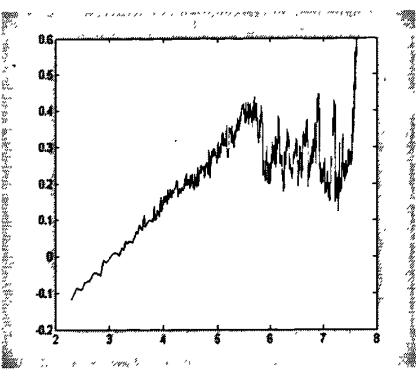
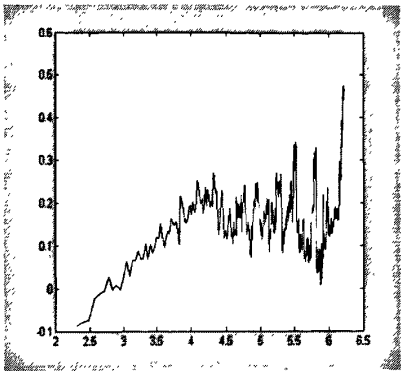


图 4.22 上证综指日收益率 V 统计量图形图



4.23 上证综指周收益率 V 统计量图形

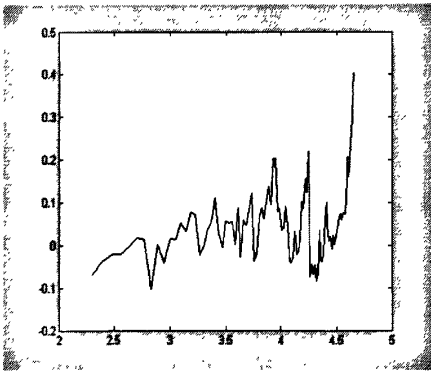


图 4.24 上证综指月收益率 V 统计量图形

照同样的方法，我们发现 270 天为上海股票市场的平均循环周期。为了验证这一点，我们同样把 270 作为转折点，再次循环得到 H 值，如图 4.25、4.26。

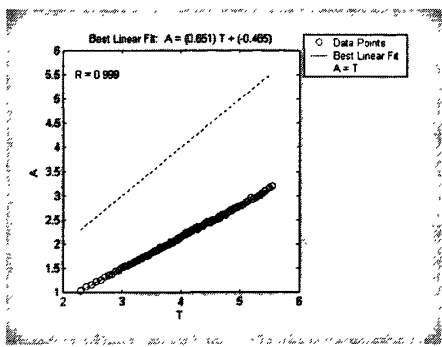


图 4.25 n=270 以前回归得到 H 的图形
H=0.651 截距=-0.465

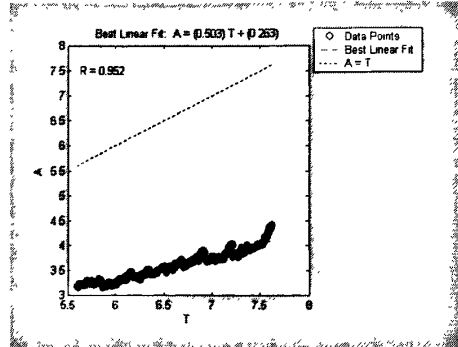


图 4.26 n=270 以后回归得到 H 的图形
H=0.503 截距=0.263

从图 4.25、4.26 可以看出，n=270 前回归的 H=0.655 大于按照全体 n 回归的 H=0.634，n=270 以后回归的 H=0.503，远小于按照全体 n 回归的 H=0.634。由此我们判定是上海股票市场的平均循环周期。由此可以判定上海股票市场的 H 值为 0.655。

对上海股票市场，我们可以得到与深圳股票市场相类似的结论。

4.4 沪深 300 的分形验证

从以上的回归分析，可以发现深圳股票市场 and 上海股票市场的品均循环周期分别为 1040 天和 270 天，有着很大的差距。下面我们利用首个跨市场的指数——沪深 300 指数回归平均循环周期。沪深 300 指数由上海和深圳证券市场中选取 300 只 A 股作为样本编制而成，它综合深圳股票市场 and 上海股票市场两个市场中流通性强、市值高的 300 支权重股票。由于沪深 300 指数综合了两市的 300 支权重股股票，所以在理论上应该有更好的持续性，也就是更大的 H 值，同时应该平均循环周期应该会降低，因为沪深 300 指数去除了与大盘走势背离较大的股票。通过回归，我们得到沪深 300 日收益率 H 值的回归图形，如图 4.27。

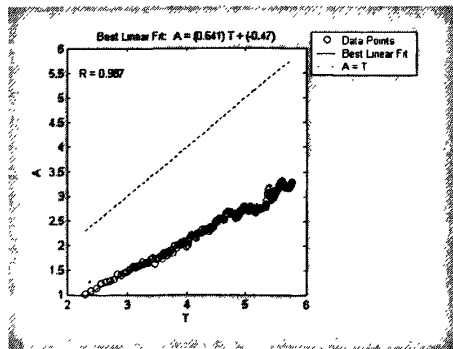


图4.27 沪深300日指数收益率H值的回归图形 H=0.641 截距=-0.47

下面我们通过统计量 V 来研究上市的平均循环周期。我们利用同样的方法得到 $\log V \sim \log n$ 的关系图，如图4. 28。

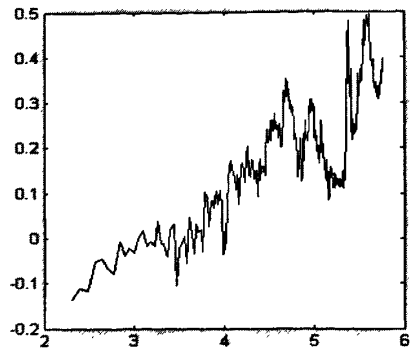


图4.28 沪深300指数的日收益率V统计量图形

照同样的方法，我们发现109天为沪深300指数的平均循环周期。为了验证这一点，我们同样把109作为转折点，再次循环得到H值，如图4. 29。

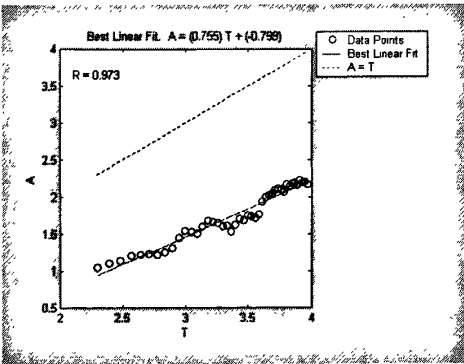


图 4.29 $n=109$ 以前回归得到 H 的图形
 $H=0.755$ 截距 $=-0.799$

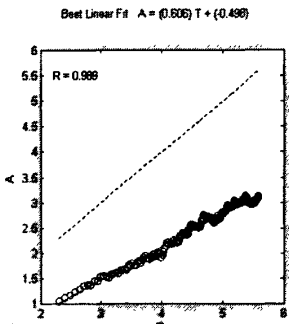


图 4.30 $n=109$ 以后回归得到 H 的图形
 $H=0.606$ 截距 $=-0.498$

从图 4.29、4.30 可以看出， $n=109$ 前回归的 $H=0.755$ 大于按照全体 n 回归的 $H=0.641$ ， $n=109$ 以后回归的 $H=0.606$ ，小于按照全体 n 回归的 $H=0.641$ 。由此我们判定是沪深 300 指数的平均循环周期。由此可以判定沪深 300 指数的 H 值为 0.755。

从以上的回归分析，我可以看出沪深 300 指数有更好的持续性，也就是更大的 H 值，H 值为 0.755，同时平均循环周期降低，平均循环周期为 109 天。

4.5 股票市场的分形验证结论

从实证分析的结果来看,可以得到以下结论:

1. 中国股票市场并不符合传统理论假定的随机游走。

我们通过对深证成指、上证综指的日收益率、周收益率、月收益率的正态分布检验,说明深圳股票市场、上海股票市场的收益率偏度均不为0,且峰度均大于3且差距明显,并不服从正态分布。这就说明传统理论对我国股票市场的应用有一定的局限性。

2. 中国股票市场波动的具有分形特征。

我们通过对深证成指、上证综指的各收益率分布曲线,说明日收益率、周收益率、月收益率具有形态相似性,通过 R/S 分析方法求出深证成指、上证综指的Hurst指数值,分别为0.628、0.651,都明显偏离0.5,整个股票市场是服从分形布朗运动或是有偏的随机游走过程,而且指数收益的时间序列是呈正相关的,也就是说,如果序列在前一个时期是向上走的,那么它在下一个时期也是向上运动的,反之亦然。

3. 中国股票市场的波动具有周期性循环特征,权重股对指数的影响非常大,而且把权重股综合起来考虑,有更强的持续性和更短平均循环周期。

深市收益序列时间序列的Hurst指数 $H=0.628$,其平均循环长度为1040天。沪市收益率时间序列的Hurst指数 $H=0.651$,其平均循环长度为270天,用沪深300指数计算的综合了深圳股票市场和上海股票市场300支权重股票的 H 值为0.755,平均循环周期为109天,因此我们可以认为,对于深市,股票当前的价格对此后股票价格产生影响的持续时间为1040天,在1040天之后的股票价格则不再受当前价格的影响。同样,对沪市而言,股票当前的价格会对此后270天左右时间内的股票价格发生影响,而270天后的股票价格与当前的价格则是相互独立的。同时也说明权重股对整个指数的影响比较大,把权重股放到一起回归可以看到,它们的持续性更强,平均循环周期大为缩短。

4. 沪深两市从全区间比较发现,沪市股票的走势比深市具有更明显的趋势,且沪市比深市的投资风险要小。

相关性指标 $C = 2^{2 \times H - 1} - 1$,相关性度量指标刻画的是现在的信息对未来的影响程度,指标的绝对值越大则说明这种影响程度越深。由于沪市股票收益率序列的相关度量指标要大于深市,因此认为沪市的股票走势具有更强的趋势性。

另外,如果序列的Hurst指数值较高,则说明序列趋势性较强而噪声较少;如果序列的

Hurst指数值较低,则趋势性较弱而噪声较多。由于沪市的Hurst指数要高于深市,所以与深市相比,沪市中影响股票趋势的噪声更少,股票连续涨跌的趋势更明显,因而人们更容易较准确地预测出股票的走势,从这个意义上说,沪市比深市的投资风险要小。

5. 中国股票市场尚未达到弱式有效。

股价指数收益率时间序列存在状态的持续性和相关性,这使得投资者可以通过运用技术分析法,分析股价的历史信息而获得超额利润,而且信息的作用也是长期存在的,深沪股票市场分别存在着一个长约1040天和270天的信息周期,只有过了这一时间临界点后,信息的作用才会完全消失。所以,深、沪两市均未达到弱式有效。

第五章 基于分形理论的股票选择研究

前面二章我们介绍了分形理论,并从定性和定量的角度证明了我国股票市场是一个具有分形特征的市场。在这一章中,我们基于分形理论建立股票选择的函数模型,从而建立一种可供中短线投资者参考的股票选择方法。

5.1 模型的建立

为了更加形象地选出适合中短线投资者介入的股票,我们建立一个数学模型量化它们的优先顺序。

5.1.1 模型假定

在定量研究股票选择之前,我们先做如下假定:

1. 市场行为包容消化一切。技术分析者认为,能够影响股票价格的任何因素(包括基础的、政治的、心理的或任何其它方面的),实际上都反映在其价格之中。其主要思想是认为影响股票价格的每一个因素,不管是内在的还是外生的,都反映在市场行为中,不必对影响股票价格的具体因素作过多的关心。

2. 价量关系是中短线操作者分析股票的关键要素。市场行为最基本的表现就是成交价和成交量。在某一时点上的价量反映的是买卖双方在这一时点上共同点的市场行为。价量往往呈现出这样一种趋势规律:价升量增,价跌量减。中短线操作者就是利用价量关系来分析股票的。

3. 消除整个板块的影响后,个股按照自己的趋势运动。个股除了有自身的影响因素外,整个板块的带动也对个股的趋势有着重要的影响。在股票的交易中,有着板块内的带动效应。所以,我们认为定标的股票以后的持续性就与标的股票消除整个板块影响之后的持续性有关。

5.1.2 模型建立

根据以上的假设,可以知道标的股票的强弱与消除整个板块影响前、后的持续性即 H 值有关,还与成交量的持续性即 H 值有关。消除整个板块影响前、后的 H 值相当于一个物体

的加速度，成交量的 H 值相当于制约这个物体移动的因素，根据物理学的知识，这支股票以后的速度还与它的初速度有关。这样就可以构造一个函数：

$$f = f(V_0, H_1, H_2, L),$$

其中 V_0 为标的股票的初始收益率，其具体表示为预测期第一天的收盘价相对于样本期内最后一天的收盘价的增长率（也就是预测期第一天个股的涨幅）。 H_1, H_2 分别为消除整个板块影响前、后的 H 值，消除整个板块影响的方法是个股的价格减去整个板块按照流通量加权的的价格。 L 为样本期内交易量的 H 值。

本着更加贴切表达股票的强弱和它的介入价值，我们构造如下的函数关系：

$$f = V_0 * H_1^{0.5-H_2} * L$$

$0.5 - H_2$ 是表示消除整个板块影响后对于随机游走的偏离， H_2 大于 0.5 是指这支股票消除整个板块影响之后的变化是持续性的，那么这时它在交易时的持续性将会被加强，用指数来表示这种关系可以表现出加强的关系；同样 H_2 小于 0.5 是指这支股票消除整个板块影响之后的变化是反持续性的，那么这时它在交易时的持续性将会被减弱，用指数来表示这种关系也可以表现出减弱的关系。

每一支股票都会有个模型的函数值，我们根据这个函数值进行排序，最后运用预测期内的收益率来检验这种排序的正确性。

5.1.3 模型的可行性分析与步骤

Peters (1991) 在研究标准一普尔 500 (S&P500) 家公司股票的日、周、月、年之间的收益曲线时，建立了在不同时间尺度下的“自相似性”。由于股票价格是由自相似变动的重合所决定，所以可把股票价格变动大小的分布看作分形。我们可以这样来理解分形：股价，包括股价指数和个股，不论从其年线、月线、周线的分时走势，还是从日线、30 分钟、5 分钟等分时走势看，都具有一定的相似性。当分析股票时，如果是做几天或十几天的中短线，则需要分析中短期分时图，如 1 分钟、5 分钟、15 分钟分时图等；但当要做出较长时间的判断时，就要分析日线分时图、周线分时图，甚至月线和年线分时图。尽管所用的分时图不一样，但分析的思路和方法是一致的。

为了便于分析，我们选择 20 个交易日的 5 分钟收盘价作为研究对象（数据来源于国泰君安软件的 5 分钟 K 线图）。如分析整个股票市场的思路一样，我们在分析个股时也是考察

收益率的。我们考察的收益率是以 5 分钟为间隔的。这样选择的原因是：我们的方法是为中短线操作者提供参考，需要分析的时期不能太长，否则就失去了效果。但是 Hurst 指数的计算需要很长的时间序列才能保证准确，为了保证这一点我们选择 5 分钟的收益率。这样，对于每支股票我们就有了 960 个收盘价作为数据进行分析。需要说明的是对于停牌的股票，我们在停牌期间的数据来源于前一日的收盘价。

模型步骤：

1. 选取某个板块的股票，下载某一时段的 5 分钟收盘价和成交量，组成时间序列。

2. 计算 H_1 。

利用第三章中计算深圳成指和上证综指的 R/S 方法和步骤，即求出 5 分钟收盘价的对数收益率，求出 $AR(1)$ 的残差，利用残差回归，计算出股票在消除整个板块影响之前的 H_1 。

3. 计算 H_2 。

$$\text{回归 } X(i) = \log \frac{S(i+1)}{S(i)} - (a + b * \log \frac{P(i+1)}{P(i)}), \quad i = 1, 2, \dots, 960。$$

其中 $S(i)$ 为标的股票的第 i 个股价，

$$P(i) = \frac{\sum_{n=1}^{17} S(i) * A(n)}{\sum_{n=1}^{17} A(n)}, \quad \text{其中 } A(n) \text{ 为标的股票的流通股数。}$$

a, b 为股价收益率与整个板块收益率的回归常数。

从公式可以看出，整个板块的收益率是通过各支股票的价格与流通股票数加权得到的。回归的是标的股票的对数收益率与整个板块加权后对数收益率的残差。

4. 计算 L 。

和前面求 H 的方法一样，即求出 5 分钟对应成交量对数收益率，求出 $AR(1)$ 的残差，利用残差回归，计算出 17 支股票成交量的 H 值，记为 L 。

5. 计算 V_0 。

考虑到以后价格的走势与当天的收盘价有很大的关系，为此，我们收益率的初值采用要预测的第一天的收盘价相对于前一天收盘价的增长率。

6. 计算 f 值。按照 f 大小排序，选择位于前几位的股票买入或持有。

5.2 模型的检验

为了说明模型的普遍性，我们选择同一板块、不同时间段的股票和同一时间段、不同板块的股票来分析。最后，通过样本期后 5 个交易日的收益率来检验，考虑到我们证券市场 T+1 的交易原则，把这个区域内第二天到第十天的最高价分别与第一天的最低价相比，然后求和，这个就作为我们检验模型的收益率。这样求出的收益率可以进行检验的原因是，若第一天买进，第二天以后都可以卖出，我们假定第二天开始卖出的可能性是相同的。

为了使得比较更加具有定量性，我们计算这两个排序的pearson相关系数。Pearson相关系数是描述两组数相关程度的统计量。首先，把收益率和模型中f值进行效益性规范化处

理，效益性规范化处理的公式： $z_i = \frac{y_i - y^{\min}}{y^{\max} - y^{\min}}$ ，即对于每一个数据，先找到它在数组中的最小值和最大值，它与最小值的差除以最大值与最小值之间的差额。这样做使得不同类型的数据之间有了可以比较的可能。

5.2.1 同一板块股票不同时段验证

我们通过两方面来检验模型。一方面选择同一板块股票的不同时段，验证模型方法与选择的时段无关；另一方面利用同一时段不同板块的数据，验证模型方法可适用于各种类型的股票。

1、煤炭板块股票 2007 年 9 月 3 日——9 月 28 日时段的验证

我们选择近期市场比较关注的煤炭板块 19 支股票作为分析对象，它们分别为上海能源（600508）、神火股份（000933）靖远煤电（000552）、四川圣达（000835）、金牛能源（000937）、煤气化（000968）、西山煤电（000983）、露天煤业（002128）、兰花科创（600123）、兖州煤业（600188）、国阳新能（600348）、盘江股份（600395）、安泰集团（600408）、山西焦化（600740）、恒源煤电（600971）、开滦股份（600997）、大同煤业（601001）、平煤天安（601666）、潞安环能（601699）。

把19支股票的消除整个板块影响前后、成交量的H值，收益率初值以及最终求得的f值汇集在一起，并按f的降序排序形成表5.1。

表5.1 煤炭板块19支股票的各个值

	H_1	H_2	L	V_0	f
盘江股份 600395	0.534	0.476	0.349	0.051546	0.017720721
恒源煤电 600971	0.596	0.507	0.388	0.012309	0.004793225
平煤天安 601666	0.589	0.442	0.231	0.019014	0.004259437
西山煤电 000983	0.561	0.453	0.29	0.013988	0.003947798
煤气化 000968	0.532	0.508	0.188	0.020365	0.003847999
靖远煤电 000552	0.533	0.405	0.304	0.011969	0.003427445
兖州煤业 600188	0.622	0.489	0.393	0.005236	0.002047028
潞安环能 601699	0.508	0.356	0.189	0.011888	0.002038051
露天煤业 002128	0.587	0.496	0.235	0.004095	0.000960277
兰花科创 600123	0.581	0.485	0.349	-0.00115	-0.0003974
四川圣达 000835	0.565	0.454	0.242	-0.00202	-0.00047523
金牛能源 600937	0.599	0.349	0.334	-0.00159	-0.0004912
安泰集团 600408	0.571	0.438	0.274	-0.00504	-0.00133407
国阳新能 600348	0.563	0.462	0.177	-0.01294	-0.00224144
上海能源 600508	0.577	0.402	0.179	-0.01688	-0.0028635
大同煤业 601001	0.561	0.448	0.186	-0.01588	-0.00286694
山西焦化 600740	0.561	0.481	0.237	-0.01478	-0.00346554
开滦股份 600997	0.594	0.413	0.231	-0.01835	-0.00405083
神火股份 000933	0.51	0.318	0.208	-0.02219	-0.00408226

上面模型我们考虑了消除整个板块影响前后的持续性、成交量的持续性以及对数收益率均值作为初始速度的影响，通过计算，得到各支股票的 f 值，并对 19 支股票进行了排序。下面结合个股的收益率，我们进行检验。

我们在交易软件中下载 2007 年 10 月 8 日——10 月 12 日煤炭板块 19 支股票的日收盘数据。最后得到 19 支股票的收益率如表 5.2，具体过程见附数据部分。

表 5.2 煤炭板块 19 支股票 10 月 8 日——10 月 12 日的收益率

股票	收益率
盘江股份 600395	0.468111
兖州煤业 600188	0.365428
兰花科创 600123	0.279062
平煤天安 601666	0.186037
恒源煤电 600971	0.17808
露天煤业 002128	0.164746
靖远煤电 000552	0.151422
四川圣达 000835	0.149631
煤气化 000968	0.146195
西山煤电 000983	0.130112
金牛能源 000937	0.12942
山西焦化 600740	0.12441
神火股份 000933	0.112169
安泰集团 600408	0.072961
潞安环能 601699	0.059104
上海能源 600508	0.042784
大同煤业 601001	0.021995
开滦股份 600997	0.017868
国阳新能 600348	-0.0699

我们把模型结果与个股收益率进行对比,在 2007 年 10 月 8 日到 10 月 12 日收益率比较高的股票,比如盘江股份 600395、兖州煤业 600188、兰花科创 600123、平煤天安 601666,在模型的排序中基本是处在前几位的,相反,在 10 月 8 日到 10 月 12 日收益率比较低的股票,比如大同煤业 601001、开滦股份 600997、国阳新能 600348,在模型的排序中基本是处在后几位的。从这个角度讲,我们建立的模型与个股在交易中的走势是基本相符合的。

我们求出这两个数组的相关系数为 0.924659。这说明两个数组有着很强的相关性,从而说明模型的排序和实际股票的走势按照收益率排序有着很强的相关性,从而说明模型对预测实际股票走势的有大的意义。

2、煤炭板块股票 2007 年 10 月 29 日——11 月 23 日时段的选择验证

第二阶段，选取的时间段是2007年10月29日——11月23日，一共20个交易日，总计960个5分钟收盘价。最后的检验数据来自2007年11月26日——11月30日一共5个交易日。

表5.3 煤炭板块19支股票第二阶段的各个值

	H_1	H_2	L	V_0	f
国阳新能 600348	0.636	0.478	0.206	0.030578	0.006236664
大同煤业 601001	0.584	0.533	0.256	0.0120996	0.003152966
煤气化 000968	0.606	0.501	0.203	0.012752	0.002589953
潞安环能 601699	0.675	0.446	0.192	0.0114486	0.002151969
开滦股份 600997	0.608	0.351	0.184	0.006762	0.0011553
金牛能源 000937	0.563	0.537	0.229	0.004676	0.001093808
露天煤业 002128	0.633	0.491	0.221	0.004057	0.000892915
兖州煤业 600188	0.614	0.575	0.251	0.003158	0.000822192
平煤天安 601666	0.636	0.531	0.206	0	0
恒源煤电 600971	0.592	0.446	0.203	-0.000024	-4.73601E-06
盘江股份 600395	0.621	0.594	0.242	-0.001585	-0.000401138
西山煤电 000983	0.615	0.533	0.243	-0.001754	-0.000433115
靖远煤电 000552	0.586	0.519	0.234	-0.004702	-0.001111497
上海能源 600508	0.606	0.513	0.218	-0.00569	-0.001248501
山西焦化 600740	0.602	0.532	0.261	-0.00476	-0.001262701
四川圣达 000835	0.628	0.54	0.178	-0.008664	-0.001571159
兰花科创 600123	0.627	0.538	0.198	-0.012444	-0.002508009
安泰集团 600408	0.568	0.516	0.211	-0.018626	-0.003965815
神火股份 000933	0.646	0.523	0.268	-0.016162	-0.004375058

表 5.4 煤炭板块 19 支股票 11 月 26 日——11 月 30 日的收益率

股票	收益率
潞安环能 601699	0.421406
开滦股份 600997	0.320956
国阳新能 600348	0.229567
平煤天安 601666	0.228663
山西焦化 600740	0.206674
兖州煤业 600188	0.205263
上海能源 600508	0.2
安泰集团 600408	0.198683
兰花科创 600123	0.198333
金牛能源 600937	0.187973
恒源煤电 600971	0.180688
露天煤业 002128	0.178365
盘江股份 600395	0.164013
大同煤业 601001	0.154448
四川圣达 000835	0.151825
靖远煤电 000552	0.140157
煤气化 000968	0.136318
神火股份 000933	0.0607
西山煤电 000983	0.032162

我们把模型结果与个股收益率进行对比，在 2007 年 11 月 26 日到 11 月 30 日收益率比较高的股票，比如潞安环能 601699、开滦股份 600997、国阳新能 600348，在模型的排序中基本是处在前几位的，相反，在 11 月 26 日到 11 月 30 日收益率比较低的股票，比如神火股份 000933、西山煤电 000983，在模型的排序中基本是处在后几位的。

另外，我们求出这两个数组的相关系数为 0.97065。这说明两个数组有着很强的相关性，从而说明模型的排序和实际股票的走势按照收益率排序有着很强的相关性。从这两个角度讲，我们建立的模型与个股在交易中的走势是基本相符合的。

5.2.2 同一时段不同板块股票的验证

由于现有的证券分析软件仅提供一个月时段的五分钟K线数据，因此我们同一时段不同板块股票验证选取的时段均为2007年10月29日——11月23日，该时段一共20个交易日，总计960个5分钟收盘价。最后的检验数据来自2007年11月26日——11月30日一共5个交易日。

1、水泥板块股票的的选择验证

我们选取水泥板块 15 支股票作为研究对象。它们分别四川双马 000935、四川金顶 600678、狮头股份 600539、海螺水泥 600585、尖峰集团 600668、天山股份 000877、祁连山 600720、太行水泥 600553、西水股份 600291、冀东水泥 000401、福建水泥 600802、赛马实业 600449、江西水泥 000789、华新水泥 600801、巢东股份 600318。

表5.5 水泥板块15支股票的各个值

	H_1	H_2	L	V_0	f
四川双马 000935	0. 517	0. 513	0. 23	0. 0132	0. 003062
四川金顶 600678	0. 53	0. 492	0. 208	0. 014286	0. 002956
狮头股份 600539	0. 582	0. 512	0. 204	0. 012676	0. 002603
海螺水泥 600585	0. 542	0. 511	0. 164	0. 00987	0. 00163
尖峰集团 600668	0. 586	0. 55	0. 253	0. 00311	0. 000808
天山股份 000877	0. 539	0. 467	0. 216	0	0
祁连山 600720	0. 574	0. 516	0. 324	0	0
太行水泥 600553	0. 513	0. 48	0. 318	-0. 00502	-0. 00158
西水股份 600291	0. 594	0. 557	0. 192	-0. 01624	-0. 00321
冀东水泥 000401	0. 609	0. 435	0. 242	-0. 0175	-0. 0041
福建水泥 600802	0. 595	0. 536	0. 27	-0. 01614	-0. 00444
赛马实业 600449	0. 518	0. 508	0. 319	-0. 01424	-0. 00457
江西水泥 000789	0. 573	0. 515	0. 247	-0. 0197	-0. 00491
华新水泥 600801	0. 553	0. 536	0. 174	-0. 02918	-0. 00519
巢东股份 600318	0. 526	0. 49	0. 215	-0. 04686	-0. 01001

表5. 6 水泥板块15支股票11月26日到11月30日的收益率

股票	收益率
四川金顶 600678	0. 284507
天山股份 000877	0. 203817
四川双马 000935	0. 185797
祁连山 600720	0. 143478
狮头股份 600539	0. 132208
冀东水泥 000401	0. 111607
华新水泥 600801	0. 092203
西水股份 600291	0. 086039
福建水泥 600802	0. 04908
巢东股份 600318	0. 013237
江西水泥 000789	0. 011653
尖峰集团 600668	0. 010886
海螺水泥 600585	0. 00853
太行水泥 600553	-0. 09286
赛马实业 600449	-0. 09635

我们把模型结果与个股收益率进行对比,在 11 月 26 日到 11 月 30 日收益率比较高的股票,比如四川金顶 600678、天山股份 000877、四川双马 000935,在模型的排序中基本是处在前几位的,相反,在 11 月 26 日到 11 月 30 日收益率比较低的股票,比如太行水泥 600553、赛马实业 600449,在模型的排序中基本是处在后几位的。

另外,我们求出这两个数组的相关系数为 0.944353。这说明两个数组有着很强的相关性,从而说明模型的排序和实际股票的走势按照收益率排序有着很强的相关性。从这两个角度讲,我们建立的模型与个股在交易中的走势是基本相符合的。

2、钢铁板块股票的选择验证

我们把模型结果与个股收益率进行对比,在 11 月 26 日到 11 月 30 日收益率比较高的股票,比如宁夏恒力 600165、本钢板材 000761、广钢股份 600894、安阳钢铁 600569、贵绳股份 600992,在模型的排序中基本是处在前几位的,相反,在 11 月 26 日到 11 月 30 日收益率比较低的股票,比如酒钢宏兴 600307、济南钢铁 600022、西宁特钢 600117,在模型的排序中基本是处在后几位的。

表5.7 钢铁板块34支股票各个值

	H_1	H_2	L	V_0	f
邯郸钢铁 600001	0.638	0.462	0.202	0.017094	0.00339452
大冶特钢 000708	0.619	0.508	0.19	0.002894	0.00055197
安阳钢铁 600569	0.522	0.412	0.224	-0.001963	-0.0004153
广钢股份 600894	0.549	0.529	0.22	-0.005517	-0.001235
莱钢股份 600102	0.63	0.496	0.214	-0.006822	-0.0014572
三钢闽光 002110	0.604	0.472	0.242	-0.0088859	-0.0021202
贵绳股份 600992	0.568	0.476	0.229	-0.009864	-0.0022284
宁夏恒力 600165	0.523	0.458	0.209	-0.011236	-0.0022853
凌钢股份 600231	0.623	0.351	0.203	-0.013453	-0.002545
杭钢股份 600126	0.606	0.434	0.251	-0.010597	-0.0025734
重庆钢铁 601005	0.608	0.477	0.196	-0.01385	-0.0026837
攀钢钢钒 000629	0.594	0.583	0.414	-0.006256	-0.0027044
首钢股份 000959	0.596	0.457	0.243	-0.012329	-0.00293
福星股份 000926	0.607	0.628	0.219	-0.014296	-0.0033374
包钢股份 600010	0.655	0.553	0.222	-0.01532	-0.0034782
柳钢股份 601003	0.573	0.535	0.191	-0.018156	-0.003536
法尔胜 000890	0.602	0.59	0.25	-0.013605	-0.0035602
太钢不锈 000825	0.609	0.443	0.232	-0.017312	-0.0039044
华菱管线 000932	0.519	0.545	0.238	-0.015977	-0.0039164
本钢板材 000761	0.621	0.495	0.186	-0.0245536	-0.0045561
宝钢股份 600019	0.577	0.415	0.254	-0.018999	-0.0046054
南钢股份 600282	0.595	0.523	0.203	-0.022619	-0.0046468
新兴铸管 000778	0.643	0.615	0.254	-0.019315	-0.0051616
武钢股份 600005	0.58	0.41	0.209	-0.026589	-0.0052912
韶钢松山 000717	0.592	0.448	0.232	-0.024	-0.0054183
西宁特钢 600117	0.557	0.576	0.216	-0.0257998	-0.0058262
八一钢铁 600581	0.566	0.499	0.205	-0.030751	-0.0063004
唐钢股份 000709	0.543	0.509	0.261	-0.02583	-0.0067788
马钢股份 600808	0.576	0.415	0.223	-0.033822	-0.0071968
抚顺特钢 600399	0.517	0.456	0.334	-0.022549	-0.0073159
鞍钢股份 000898	0.628	0.503	0.261	-0.028846	-0.0075393
新华股份 600782	0.624	0.58	0.252	-0.033421	-0.0087459
酒钢宏兴 600307	0.573	0.51	0.25	-0.043185	-0.0108565
济南钢铁 600022	0.513	0.476	0.261	-0.044713	-0.0114846

表 5.8 钢铁板块 34 支股票 11 月 26 日到 11 月 30 日的收益率

股票	收益率
宁夏恒力 600165	0.493485
本钢板材 000761	0.206107
广钢股份 600894	0.204451
安阳钢铁 600569	0.160804
贵绳股份 600992	0.15
首钢股份 000959	0.125
三钢闽光 002110	0.12414
凌钢股份 600231	0.11549
法尔胜 000890	0.114187
杭钢股份 600126	0.110568
新华股份 600782	0.10673
抚顺特钢 600399	0.095142
重庆钢铁 601005	0.090268
莱钢股份 600102	0.088799
八一钢铁 600581	0.084808
华菱管线 000932	0.083174
柳钢股份 601003	0.076102
福星股份 000926	0.070498
包钢股份 600010	0.058156
大冶特钢 000708	0.057803
邯郸钢铁 600001	0.052482
韶钢松山 000717	0.042051
武钢股份 600005	0.040694
新兴铸管 000778	0.034234
马钢股份 600808	0.019883
南钢股份 600282	0.007927
唐钢股份 000709	0.003848
攀钢钢钒 000629	0.000903
宝钢股份 600019	-0.013
鞍钢股份 000898	-0.01489
太钢不锈 000825	-0.02539
西宁特钢 600117	-0.07128
济南钢铁 600022	-0.12278
酒钢宏兴 600307	-0.26224

另外，我们求出这两个数组的相关系数为 0.95602。这说明两个数组有着很强的相关性，从而说明模型的排序和实际股票的走势按照收益率排序有着很强的相关性。从这两个角度讲，我们建立的模型与个股在交易中的走势是基本相符合的。

3、金融板块股票的选择验证

我们把模型结果与个股收益率进行对比，在 11 月 26 日到 11 月 30 日收益率比较高的股票，比如宁波银行 002142、南京银行 601009、浦发银行 600000、兴业银行 601166，在模型

的排序中基本是处在前几位的,相反,在 11 月 26 日到 11 月 30 日收益率比较低的股票,比如宏源证券 000562、东北证券 000686,在模型的排序中基本是处在后几位的。

表5.9金融板块23支股票的各个值

	H_1	H_2	L	V_0	f
中国平安 601318	0.547	0.501	0.194	0.0244037	0.004737
兴业银行 601166	0.436	0.541	0.165	0.003732	0.000637
招商银行 600036	0.478	0.436	0.195	-0.000052	-9.7E-06
浦发银行 600000	0.487	0.453	0.192	-0.00375	-0.0007
交通银行 601328	0.477	0.533	0.172	-0.0042076	-0.00074
中国银行 601988	0.5	0.451	0.191	-0.0104478	-0.00193
北京银行 601169	0.549	0.631	0.21	-0.0104987	-0.00238
工商银行 601398	0.525	0.552	0.186	-0.0139241	-0.00268
深发展 000001	0.47	0.503	0.152	-0.019194	-0.00292
建设银行 601939	0.507	0.479	0.222	-0.0137255	-0.003
南京银行 601009	0.494	0.575	0.172	-0.0189329	-0.00343
宁波银行 002142	0.54	0.512	0.203	-0.017184	-0.00351
海通证券 600837	0.614	0.639	0.21	-0.0157706	-0.00354
华夏银行 600015	0.535	0.571	0.242	-0.015183	-0.00384
成都建投 600109	0.626	0.594	0.205	-0.0181048	-0.00388
国元证券 000728	0.576	0.605	0.246	-0.0161554	-0.00421
中信银行 601998	0.491	0.531	0.275	-0.016683	-0.00469
民生银行 600016	0.477	0.607	0.226	-0.0193629	-0.00474
陕国投 A000563	0.617	0.634	0.207	-0.0233184	-0.00515
中国人寿 601628	0.579	0.56	0.196	-0.0302346	-0.00612
宏源证券 000562	0.617	0.618	0.242	-0.0354967	-0.00909
东北证券 000686	0.64	0.632	0.23	-0.03851699	-0.0094
中信证券 600030	0.558	0.539	0.358	-0.037401	-0.0137

表 5.10 金融板块 23 支股票的 11 月 26 日到 11 月 30 日收益率

股票	收益率
宁波银行 002142	0.4547
南京银行 601009	0.243259
浦发银行 600000	0.231933
兴业银行 601166	0.212336
交通银行 601328	0.202857
华夏银行 600015	0.170682
北京银行 601169	0.146667
招商银行 600036	0.134332
成都建投 600109	0.115082
中国平安 601318	0.109051
建设银行 601939	0.1075
工商银行 601398	0.095238
中信银行 601998	0.085
中信证券 600030	0.036118
深发展 000001	0.031198
陕国投 A000563	0.027637
国元证券 000728	0.027586
中国人寿 601628	0.023664
海通证券 600837	0.010273
中国银行 601988	-0.00756
民生银行 600016	-0.02808
宏源证券 000562	-0.11435
东北证券 000686	-0.12661

另外，我们求出这两个数组的相关系数为 0.947019。这说明两个数组有着很强的相关性，从而说明模型的排序和实际股票的走势按照收益率排序有着很强的相关性。从这两个角度讲，我们建立的模型与个股在交易中的走势是基本相符合的。

4、有色金属板块股票的选择验证

我们把模型结果与个股收益率进行对比，在 11 月 26 日到 11 月 30 日收益率比较高的股票，比如云南铜业 000878、罗平锌电 002114、锡业股份 000960，在模型的排序中基本是处在前几位的，相反，在 11 月 26 日到 11 月 30 日收益率比较低的股票，比如中孚实业 600595、宝钛股份 600456、恒星科技 002132，在模型的排序中基本是处在后几位的。

表5.11 有色金属板块42支股票的各个值

	H_1	H_2	L	V_0	f
山东黄金 600547	0.598	0.567	0.224	0.10003	0.023192059
中金黄金 600489	0.6	0.537	0.255	0.086047	0.022360645
中钨高新 000657	0.62	0.556	0.321	0.032345	0.010664445
辰州矿业 002155	0.573	0.55	0.272	0.03485	0.009746843
西部材料 002149	0.561	0.482	0.25	0.019369	0.004792129
豫矿金铅 600531	0.595	0.512	0.232	0.020156	0.004705417
罗平锌电 002114	0.656	0.581	0.252	0.007174	0.001870651
天津宏峰 000594	0.585	0.627	0.299	0.004474	0.001431985
锡业股份 000960	0.604	0.548	0.228	-0.000018	-4.20453E-06
吉恩镍业 600432	0.674	0.586	0.201	-0.005502	-0.001144068
高新张铜 002075	0.613	0.501	0.224	-0.006776	-0.001518567
云南铜业 000878	0.546	0.406	0.304	-0.005812	-0.00166915
江苏宏宝 002071	0.525	0.49	0.203	-0.013777	-0.002778768
施宏锌锆 600497	0.64	0.483	0.198	-0.014745	-0.002897444
东方锆业 002167	0.603	0.514	0.209	-0.014207	-0.002990365
大西洋 600558	0.568	0.583	0.185	-0.015839	-0.003071062
厦门钨业 600549	0.568	0.529	0.185	-0.017008	-0.003198519
精诚铜业 002171	0.602	0.514	0.214	-0.015519	-0.003344746
江西铜业 600362	0.605	0.584	0.234	-0.015028	-0.003668171
栋梁新材 002082	0.621	0.495	0.214	-0.018127	-0.003869948
株冶集团 600961	0.594	0.421	0.243	-0.018092	-0.004219121
新疆众和 600888	0.672	0.527	0.227	-0.022849	-0.005242689
承德钒钛 600357	0.541	0.404	0.235	-0.024127	-0.005345128
铜陵有色 000630	0.589	0.441	0.236	-0.024947	-0.005706465
贵研铂业 600459	0.611	0.489	0.226	-0.025574	-0.005748487
鑫科材料 600255	0.625	0.557	0.221	-0.025535	-0.005796462
西部矿业 601168	0.616	0.53	0.244	-0.023713	-0.005870687
西藏矿业 000762	0.621	0.489	0.224	-0.027742	-0.006181727
东南网架 002135	0.57	0.51	0.201	-0.030612	-0.006187697
中国铝业 601600	0.61	0.474	0.24	-0.026764	-0.006341337
常铝股份 002160	0.599	0.494	0.206	-0.031365	-0.006441353
中金岭南 000060	0.622	0.502	0.243	-0.027667	-0.006729468
宝钛股份 600456	0.604	0.491	0.226	-0.031204	-0.007020177
包头铝业 600472	0.618	0.492	0.242	-0.03406	-0.008210846
恒星科技 002132	0.579	0.558	0.257	-0.032727	-0.008681684
云铝股份 000807	0.605	0.487	0.262	-0.035895	-0.009343252
包钢稀土 600111	0.607	0.474	0.234	-0.042391	-0.009791572
焦作万方 000612	0.577	0.514	0.27	-0.038384	-0.010443776
中孚实业 600595	0.621	0.545	0.209	-0.058695	-0.012533093
锌业股份 000751	0.506	0.565	0.357	-0.035366	-0.013197278
南山铝业 600219	0.633	0.59	0.289	-0.044088	-0.013276754
关铝股份 000831	0.62	0.488	0.281	-0.055016	-0.015371068

表 5.12 有色金属板块 42 支股票 11 月 26 日到 11 月 30 日的收益率

股票	收益率
包头铝业 600472	0.352258
中国铝业 601600	0.310528
云南铜业 000878	0.267677
西藏矿业 000762	0.225098
罗平锌电 002114	0.212286
锡业股份 000960	0.204636
西部矿业 601168	0.201203
铜陵有色 000630	0.200348
包钢稀土 600111	0.189722
山东黄金 600547	0.170891
焦作万方 000612	0.15625
吉恩镍业 600432	0.151585
精诚铜业 002171	0.14478
常铝股份 002160	0.142243
承德钒钛 600357	0.141176
豫光金铅 600531	0.13826
东南网架 002135	0.134348
新疆众和 600888	0.1305
鑫科材料 600255	0.128704
栋梁新材 002082	0.128462
施宏锌锗 600497	0.127601
云铝股份 000807	0.125877
高新张铜 002075	0.120553
江西铜业 600362	0.120087
天津宏峰 000594	0.113356
南山铝业 600219	0.107518
中钨高新 000657	0.101401
人西洋 600558	0.085484
厦门钨业 600549	0.077953
锌业股份 000751	0.075901
东方锆业 002167	0.073824
辰州矿业 002155	0.071207
西部材料 002149	0.063192
关铝股份 000831	0.03931
贵研铂业 600459	0.036357
中金岭南 000060	0.033333
株冶集团 600961	0.031539
江苏宏宝 002071	0.002353
中孚实业 600595	-0.00543
中金黄金 600489	-0.00983
宝钛股份 600456	-0.02629
恒星科技 002132	-0.02642

另外, 我们求出这两个数组的相关系数为 0.953778。这说明两个数组有着很强的相关性, 从而说明模型的排序和实际股票的走势按照收益率排序有着很强的相关性。从这两个角度讲, 我们建立的模型与个股在交易中的走势是基本相符合的。

同时也可以看出, 由于涉及的股票数量较多, 模型与实际结果的出入还是比较大的, 这也说明在股票数量层次多样时, 影响股票波动因素错综复杂, 模型的应用会受到一定的限制。

5.3 股票选择方法验证的结论

通过分析和假设, 我们建立了对个股进行短期预测的模型, 而且经过同一板块、不同时间段煤炭板块的验证, 说明股票选择的方法与时间段的选择无关。通过同一时间段、不同板块的多个板块的验证, 说明股票选择的方法与板块的选择无关。这说明股票选择的方法具有通用性。

在综合考虑股票价格持续性、成交量持续性以及初始收益率的基础上, 我们构造了判断股票强弱的函数关系式, 建立了预测个股以后短期内走势的模型, 为中短线操作者选择个股提供了方法和依据。并且通过股票实际走势的检验, 说明模型在股票的选择上有很大的参考价值。

结论

非线性的理论和方法已成为资本市场舞台上的主角。分形理论已成为非线性资本市场理论的有力分析工具。Hurst 提出的 R/S 分析方法是研究时间序列的分形特征的有效方法之一。

本文定性论证了股票市场的非线性特征,给出了股票价格运动的系统动力学框架。用重标极差分析法,即 R/S 分析法定量地验证了我国股票市场的分形特征。通过对深圳成指和上证综指的 R/S 分析,求出它们的 H 值分别为 0.628、0.651,都明显偏离 0.5,整个股票市场是服从分形布朗运动或是有偏的随机游走过程,通过跨市场指数沪深 300 指数的分形分析,说明权重股对整个市场的影响较大。我们还求出深沪市场的平均循环周期分别为 1040 天和 270 天,深、沪两市均未达到弱式有效。而且从沪深两市从全区间比较发现,沪市股票的走势比深市具有更明显的趋势,且沪市比深市的投资风险要小。

在文章的最后,我们把分形理论的 R/S 分析方法,从分析指数应用于具体的个股。应用 R/S 分析方法,在综合考虑股票价格持续性、成交量持续性以及初始收益率作为速度的基础上,构造了判断股票强弱的函数关系式,提出了判断股票选择的模型。通过对同一板块、不同时间段的个股和同一时间段、不同板块的个股的验证,模型对股票的选择均和实际收益率走势基本相一致,这说明模型对股票的选择与时间段以及板块无关,从而为中线操作者选择股票提供了方法和依据。在实际进行股票的选择上有很大的参考价值。

关于分形的进一步分析,作者认为还有以下三个方面有待进一步研究:

首先,由于站在的时间角度不同,对深圳成指和上证综指的 R/S 分析求出的 H 值和平均循环周期不一致,甚至差异很大。

第二,在使用 R/S 分析方法计算 H 值,文献对是使用对数收益率还是对数收益率的残差进行回归争议很大,没有一定的理论作为支持,有的甚至对此不加以说明。

第三,目前的文献都在使用 R/S 分析方法,通过对指数的循环来验证股票市场的分形特征,但是方法千篇一律,没有一定的创新,应用于个股的文献非常少。

致谢

光阴似剑，日月如梭，两年多的研究生生活转瞬即逝。回首往事，思绪万千。在这两年多的时间里，我得到了太多的关怀。在毕业论文即将完成之际，我衷心感谢在我的学习和生活中关心、支持和帮助过我的每一个人。

首先，衷心感谢我的导师达庆利教授、韩勇副教授。研究生学习期间，在韩老师的严格要求，悉心指导与热情帮助下，我在理论知识和实践方面都有了较大提高，尤其在学术研究方面，掌握了科学研究的一般方法与步骤，科研能力大大增强。另外，导师宽阔的胸襟，严谨的态度，敏锐的思维，务实的作风深深的影响了我，成为我在以后的学习和生活中的榜样。

感谢我的学弟任尚涛在编程上给我的帮助。

感谢研究生期间所有指导过我的老师，我个人学识上的每一点进步都离不开他们的悉心教导。

感谢管理科学与工程专业所有同学在我学习和生活上给予的关怀和帮助。

最后，我要感谢我的父母及家人，他们长久以来对我的关心、信任与支持给了我战胜任何困难的勇气和力量！

参考文献

- [1] B.B.Mandelbrot, Fractal and Scaling in Finance [M].1963:123-129
- [2]Mandelbrot, B. The Pareto-Levy Law and the Distribution of income [J].International Economic Review, 1963:90-94
- [3]Mandelbrot, B. Statistical methodology for non-periodic cycles: from covariance to R/S analysis[J].Annals of Economic Social Measurement, 1973:34-45
- [4] Granger. ARIMA of Time Series [J]. The Journal of Finance, 1990, 145-154
- [5]Peters ,E.E Fractal Structure in the Capital Market[J]. Financial Analysts Journal, 1991(3):36-43
- [6] Peters ,E.E. A Chaotic Attractor for the S&P500 [J].Financial Analysts Journal, 1991:89-93
- [7]Peters,E.E. Chaos and order in the capital markets[J].John Wiley & Sons, Inc, 1991:23-34
- [8]R.Mantegna, E.Stanley, Scaling S&P500 [J].Nature, 1995: 67-70
- [9]W.Willinger, M.S.Tagqu,V.Teverovsky,Stock Market Prices and Long-range Dependence [J].Finance Stochast, 1999 (3) : 1-13
- [10]William C. Freund and Michael S.Pagano,2000,"Marker Efficiency in Specialist Markets Before and After Automation", www.ssm.com
- [11]Bill williams ph. D. 黄嘉斌译. 证券混沌操作法[M]. 宇航出版社, 2001 [12]Arming Wei and Raymond M. Leuthold. Agriculture Futures Prices and Long Memory Process [J].SSRN working paper, 2002, 16:45-47
- [13]T. J. Kozubowski and K. Podgorski. Asymmetric Laplace Laws and Modeling Financial Data[J]. Mathematical and Computer Modeling, 2003, 12:47-52
- [14]Andersen ,TG. Stochastic Autoregressive Volatility: a Framework for Volatility [J]. Mathematical Finance, 2004, 4:75-102
- [15] Andersson, M.K.Do. Long-memory models have long memory? [J]. International Journal of Forecasting, 2005,16: 121—124.

- [16] Baillie,R.T. Long Memory Processes and Fractional Integration in Econometrics [J].Journal of Econometrics, 2006,73(1):5-59
- [17]John T. Barkoulas. Long-Term Dependence in Stock Returns, www.ssm.com ,2007
- [18]林小明.沪深股市的混沌行为和分形特征[J]. 预测, 1999 (2), 34-38
- [19]马军海,盛昭瀚,陈春旺.经济时序动力系统的分形及混沌特性研究[J]. 金融研究,2000(1): 85-91
- [20]林勇.分形及其在证券市场中的应用[J].投资研究, 2000(9), 28-34
- [21] 伍海华, 李道叶. 非线性动力学分析在股票市场中应用[J].系统工程, 2001(5): 21-24
- [22] 樊智, 张世英. 金融市场的效率与分形市场理论[J].系统工程2002(3): 21-24
- [23]何建敏, 常松.中国股票市场多重分形游走及其预测[J].现代管理科学, 2002(6): 45-49
- [24] 徐绪松, 熊保平.用RBF神经网络确定上海股市的分形维数[J].当代经济科学, 2003:24(1),123-129
- [25] 李玉梅.资本市场分形特征的实证研究[J].经济学动态, 2004(8): 50-53
- [26]应富君.基于分形理论的股市主力投资行为研究[J].管理科学, 2005(4): 98-102
- [27]王德河.资本市场非线性行为研究[J].投资研究, 2006(1), 28-34
- [28]黄诒蓉, 罗奕. 论R/S分析法与股票市场的分形结构[J].现代管理科学, 2007(5), 78-82
- [29] B.M.Hil.,A Simple General Approach to Inference about the Tail of a Distribution[J]. Annals of Statistics,1163-1174
- [30]T.Lux,On Moment Condition Failure in German Stock Returns [J]. Empirical Economics, 2002, 5: 641-652
- [31]Hurst, H.E. The long-term storage capacity of reservoirs [J].Transactions of the American Society of civil Engineer, 1951:34-40
- [32]Fama,E.F. Efficient Capital Market: Areview of Theory and Empirical Work[J].Journal of Finance, 1970:78-85
- [33] Mandelbrot, B. Statistical Methodology for Non-periodic Cycles: From Covariance to R/S Analysis[J]. Annals of Economic and Social Measurement,1972,10-16
- [34] Peters,E.E. Fractal Markets Analysis-applying Chaos[J]. Theory to Investment and economics, 1996,23-30
- [35] Edgar.E.Peters ,Chaos and order in the capital markets 1996

- [36] B.Mandel brot,J.R.Walis. Robustness of the Rescaled range R/S in the Measurement of Non-cyclic Long Run Statistical Dependence [J].Water Resour Res,1969 ,148-150
- [37]Kenneth A .Kim and S .Ghoa Rhee. Price Limit Performance: Evidence from the Tokyo Stock Exchange [J].The Journal of Finance, 2007,885-901
- [38]Rui M.C. Guimaraes, Brian G. Kingsman, Stephen J.Taylor. A Reappraisal of the Efficiency Financial Markets [M]. Springer-Verlag, 1986,123-145
- [39] Werner FM, De Bondt and Richard H. Thaler. Further Evidence On Investor Overreaction and Stock Market Seasonality [J]. The Journal of Finance, 1987, 145-154
- [40]叶中行,曹奕剑. Hurst指数在股票市场有效性分析中的应用[J].系统工程, 2007:19(3):79-85
- [41]张维,黄兴.沪深股市的R/S实证分析[J].系统工程, 2007:19(1):48-54
- [42]史永东.上海证券市场的分形结构[J].预测, 2000(5):79-85
- [43]刘力,刘春旭,李维刚.深股市A股日内价格与交易量变动模式的实证研究[J].经济科学, 2006(1):12-19
- [44]蔡明超,汪后继,杨朝军.随机游走、市场效率与投资策略[J].上海交通大学学报(社科版), 2001(2): 74-77
- [45]丁玲,蒋毅一.资本市场中分形市场的分析探讨[J]. 江苏大学学报(社会科学版), 2002(3): 111-115
- [46]徐龙炳.探讨资本市场有效性的一种有效方法:分形市场分析[J]. 财经研究,1999(1): 43-47
- [47]林勇,郭林军.有效市场假设与分形市场假设[J]. 预测, 2002 (2), 34-38
- [48]杨一文,刘贵忠.分形市场假说在沪深股票市场中的实证研究[J]. 当代经济科学,2002(1): 75-79
- [49]林勇,奚李峰.分形与分形市场假设[J]. 浙江万里学院学报, 2002 (6): 22-24
- [50]戴国强,徐龙炳,陆蓉.论经济系统的非线性:混沌与分形[J]. 经济学动态,1999(8): 50-53
- [51]宗兆昌,田华.中国股票市场分形特征的实证研究[J].统计观察, 2004, 12: 85-87
- [52]解保华,马征,高荣兴,中国股票市场有效性实证检验[J].广东商学院学报, 2001,5:22-25,
- [53]范英,魏一鸣.基于R/S分析的中国股票市场分形特征研究[J].系统工程, 2004,11:46-51
- [54]马翔,韦凯华.基于重标极差法(R/S)对金融市场非线性动力学特征的解构[J].金融论坛, 2006,2:60-68

- [55]黄治蓉, 罗奕.论R/S分析法与股票市场的分形结构[J].现代管理科学, 2006, 1:105-107
- [56]徐国栋, 邱世远.中国股市分形现象与非周期循环[J].统计与决策, 2004, 2: 89-90
- [57]李涛, 贺勇军, 刘志俭等.Matlab工具箱应用指南—应用数学篇[M], 北京:电子工业出版社, 2000
- [58]肖冬荣, 肖逸波, 黄崇起, 李涛.股指预测的马尔柯夫过程模型[J].天津商学院学报, 1997,2:29-33.
- [59]徐龙炳, 缪铿生, 陆蓉, 上海股票市场分类指数的非线性研究叨, 镇江师专学报, 1999,2: 86-88
- [60]宋家旺, 张世英.洞悉中国股市的波动特征及其时间敏感性—R/S分析方法的理论及其应用[J].天津理工大学学报, 2005,2: 5-9
- [61]谢鸿飞.分形市场假说及其对护市的实证分析[J].惠州学院学报, 2005, 10:18-24
- [62]耀仲诚, 郭华林.分形市场假说在上海股票市场中的实证研究[J].统计观察, 2004,2:80-81
- [63]冬荣, 朱京, 张辉.基于决策指标分类的供需链合作伙伴选择算法[J].辽宁工程技术大学学报, 2002,10: 664-666
- [64]肖冬荣, 陆振宇.控制理论应用于宏观经济系统分析 (J).决策与控制, 2002, 9:629-634.
- [65]曹宏铎, 李昊.经济系统分形机制与股票市场R/S分析[J].系统工程理论与实践,2003,3: 9-13,
- [66]都元兴, 朱喜安, 李炳林.证券市场风险度量方法的分析与评价[J].郑州航空工业管理学院学报, 2005,3:105-108.
- [67]姚中立, 应益荣.上海股票市场分形特征检验[J].商场现代化, 2005, 9: 77—78,
- [68]周鸿涛, 王宗军.上海股市非线性特征:一个基于R/S方法的实证分析[J].管理学报, 2005,9: 597-600
- [69]陈昭, 梁静溪.赫斯特指数的分析与应用[J].中国软科学, 2005, 3: 134-138
- [70]何兴强.中国股票市场收益非线性相关结构的经验分析[J].世界经济, 2004, 8: 60-67
- [71]陈春晖, 雷旭辉.R/S在深圳股票市场有效性分析中的应用[J].金融与经济, 2005,1:37-39
- [72]靳云汇, 李学.中国证券市场半强态有效性检验——买壳上市分析[J]. 金融研究,2000(1): 85-91
- [73]郑伟.走出弱型有效市场的误区——对中国股市EMH实证检验及其结论的评述与思考[J]. 郑州纺织工学院学报, 2001(12): 42-44
- [74]胡朝霞.中国股市弱式有效性研究[J]. 投资研究, 1998(1), 28-34

- [75]牛淑珍.R/S分析在我国股票市场上的应用[J]. 石家庄经济学院学报, 2001 (8): 382-387
- [76]叶中行, 曹奕剑.Hurst指数在股票市场有效性分析中的应用[J]. 系统工程, 2001(5): 21-24
- [77]杨一文, 刘贵忠. 分形市场假说在沪深股票市场中的实证研究[J]. 当代经济科学, 2007;24(1),123-129
- [78]伍海华, 李道叶. 股票市场系统动力学分析: 以上海股票市场为例[J]. 当代经济科学, 2001: 23(6),25-30
- [79]伍海华, 李道叶, 高锐. 论证券市场的分形与混沌[J]. 世界经济, 2007(7):59-65
- [80]莫馨, 马军海. 经济时间序列的非线性特征检验及其应用[J]. 河北工业大学学报, 2004,12: 13-180
- [81]叶甲行, 曹奕剑.Hurst指数在股票市场有效性分析中的应用[J], 系统工程, 2001,3:21--24,
- [82]庄新田, 庄新路, 田莹.Hurst指数及股市的分形结构[J]. 东北大学学报, 2007, 9:862-865
- [83]黄治蓉. 中国股市分形结构的R/S实证分析[J]. 现代管理科学, 2005,2: 53-550
- [84]杨俊凯. 基于长期记忆特征时序分析的中国股市效率性检验[J]. 西安金融, 2005,1:37-380
- [85]Anis A A, Liloyd E H. The expected value of the adjusted rescaled hurst range of independent normal summands[J]. Biometrika, 1996. 63: 111-116
- [86]Dechert Brock W, Scheinkman. A Test for Independence Based on The Correlation Dimension[R]. University of Wisconsin, Sys—ten Research Institute Working Paper, 2001,87-92
- [87]Jarvind Mahajan, Wagner A J. Nonlinear dynamics in foreign exchange rates[J]. Global Finance Journal, 2001, 10(1): 1-23
- [88]JBrock W A, Hsieh D A, LeBaren B. Nonlinear Dynamics, Chaos, and Instability: Statistical Theory and Economic Evidence[M]. Boston: Th e MIT Press. 2001
- [89]戴志敏, 干瀚羽. 中国证券市场的分形现象研究[J]. 商业研究, 2005,17: 85-86
- [90]徐国栋, 邱世远. 中国股市分形现象与非周期循环[J]. 财经论坛, 2004,2: 89-90
- [91]张友兰, 张行军. 分形理论与金融波动[J]. 河北省科学院学报, 2005,8:12-18
- [92]姚忠诚, 郭华林. 分形市场假说在上海股票市场中的实证研究[J]. 统计决策, 2004,2:80-81
- [93]曹宏铎. 经济系统分形性质与股票市场R/S分析[J]. 系统工程理论与实践2003,3: 6-9.
- [94]徐龙炳, 陆 蓉. R/S 分析探索中国股票市场的非线性 [J]. 预测, 1999, 2:45-48
- [95]史永东. 上海证券市场的分形结构[J]. 预测, 2000,5:78-82
- [96]张维, 黄兴. 沪深股市的 R/S 实证分析 [J]. 系统工程, 2001,1:87-89

- [97]伍海华,李道叶.股票市场系统动力学分析:以上海股票市场为例 [J]. 当代经济科学, 2001,6:98-101
- [98]杨一文,刘 贵. 分形市场假说在沪深股票市场中的实证研究 [J]. 当代经济科学, 2002,1:12-15
- [99]王明涛.基于R/S法分析中国股票市场的非线性特征[J].预测,2002,3: 98-102
- [100]孙博文,张本祥. 上证指数的分形结构及盒维数测量的研究 [J]. 哈尔滨理工大学学报, 2001,6:48-52

附录一：求 H 值的程序

```

N=length(a)-1
for i=1:N
    c(i)=log(b(i+1)/b(i));
end
N=length(a)-1
for i=2:N
    y(i-1)=c(i);
    x(i-1)=c(i-1);
end
[b,a,r]=postreg(y,x);
d=y-(a+b*x);
N=length(a)-2;
n=10;
v=[];
h=[];
b=0;
while n<=N/2
    a=floor(N/n);
    if b==a
        flag=0;
    else
        flag=1;
    end
    if flag==1
        s=0;
        for i=1:a
            v1=zeros(1,n);
            v1=c(n*(i-1)+1:n*(i-1)+n)
            m=mean(v1);
            v2=v1-m;
            v3=cumsum(v2);
            r=max(v3)-min(v3);
            sig=std(v1,0,1);
            rs=r/sig;
            s=s+rs;
        end
        mrs=s/a;
        vmrs=[vmrs;log(mrs)];
        h=[h;log(n)];
    end
end

```

```
    b=a;  
    n=n+1;  
end  
postreg(v',h');
```

附录二： 深证成指、上证综指 H 值回归数据

深圳成指的 $\log(n)$ 与 $\log(R/S)$ 的对应数据

n	$\log(n)$	$\log(R/S)$	n	$\log(n)$	$\log(R/S)$
10	2.3026	1.0327	48	3.8712	2.047
11	2.3979	1.1125	49	3.8918	2.0683
12	2.4849	1.1626	50	3.912	2.074
13	2.5649	1.2204	51	3.9318	2.051
14	2.6391	1.2636	52	3.9512	2.1015
15	2.7081	1.3165	53	3.9703	2.0899
16	2.7726	1.3572	54	3.989	2.1155
17	2.8332	1.3895	55	4.0073	2.107
18	2.8904	1.4228	56	4.0254	2.1229
19	2.9444	1.4622	57	4.0431	2.1108
20	2.9957	1.51	58	4.0604	2.148
21	3.0445	1.5378	59	4.0775	2.1458
22	3.091	1.5645	60	4.0943	2.1609
23	3.1355	1.5756	61	4.1109	2.1925
24	3.1781	1.6052	62	4.1271	2.1845
25	3.2189	1.6326	63	4.1431	2.192
26	3.2581	1.6469	64	4.1589	2.1795
27	3.2958	1.6841	65	4.1744	2.1945
28	3.3322	1.6921	66	4.1897	2.2065
29	3.3673	1.7221	67	4.2047	2.2279
30	3.4012	1.7372	68	4.2195	2.2551
31	3.434	1.7915	69	4.2341	2.247
32	3.4657	1.7829	70	4.2485	2.256
33	3.4965	1.8141	71	4.2627	2.2458
34	3.5264	1.8011	73	4.2905	2.2525
35	3.5553	1.846	74	4.3041	2.3067
36	3.5835	1.8598	75	4.3175	2.2975
37	3.6109	1.8678	77	4.3438	2.3217
38	3.6376	1.9105	78	4.3567	2.338
39	3.6636	1.9039	80	4.382	2.3338
40	3.6889	1.9223	81	4.3944	2.3941
41	3.7136	1.9493	83	4.4188	2.4207
42	3.7377	1.9681	85	4.4427	2.3964
43	3.7612	1.9747	86	4.4543	2.411

44	3.7842	1.9714	88	4.4773	2.3899
45	3.8067	2.0016	90	4.4998	2.4319
46	3.8286	2.0057	92	4.5218	2.4661
47	3.8501	2.0078	94	4.5433	2.4475
97	4.5747	2.472	184	5.2149	2.9337
99	4.5951	2.5212	193	5.2627	2.9315
101	4.6151	2.5389	202	5.3083	2.9806
104	4.6444	2.5256	213	5.3613	2.9995
107	4.6728	2.554	225	5.4161	3.0141
110	4.7005	2.5646	238	5.4723	3.0665
113	4.7274	2.5933	253	5.5334	3.0716
116	4.7536	2.6135	270	5.5984	3.1627
119	4.7791	2.6306	289	5.6664	3.1451
123	4.8122	2.6139	311	5.7398	3.1611
127	4.8442	2.6219	337	5.8201	3.2674
131	4.8752	2.7102	367	5.9054	3.3111
135	4.9053	2.7344	404	6.0014	3.3431
140	4.9416	2.7056	449	6.107	3.4734
145	4.9767	2.7325	505	6.2246	3.422
150	5.0106	2.7449	577	6.3578	3.5626
156	5.0499	2.7891	673	6.5117	3.6129
162	5.0876	2.8511	808	6.6946	3.8305
169	5.1299	2.8355	1009	6.9167	4.017
176	5.1705	2.854	1346	7.2049	3.9554

上证综指的 $\log(n)$ 与 $\log(R/S)$ 的对应数据

n	$\log(n)$	$\log(R/S)$	n	$\log(n)$	$\log(R/S)$
10	2.3026	1.0347	47	3.8501	2.026
11	2.3979	1.1112	48	3.8712	2.0356
12	2.4849	1.1514	49	3.8918	2.0712
13	2.5649	1.2117	50	3.912	2.0754
14	2.6391	1.252	51	3.9318	2.0765
15	2.7081	1.3105	52	3.9512	2.1359
16	2.7726	1.341	53	3.9703	2.1089
17	2.8332	1.3662	54	3.989	2.1281
18	2.8904	1.4351	55	4.0073	2.1675
19	2.9444	1.455	56	4.0254	2.1633
20	2.9957	1.4906	57	4.0431	2.1872
21	3.0445	1.5257	58	4.0604	2.1761
22	3.091	1.5539	59	4.0775	2.222
23	3.1355	1.5772	60	4.0943	2.2036
24	3.1781	1.5921	61	4.1109	2.2188
25	3.2189	1.6325	62	4.1271	2.2477
26	3.2581	1.6488	63	4.1431	2.2325
27	3.2958	1.6894	64	4.1589	2.2622
28	3.3322	1.7018	65	4.1744	2.261
29	3.3673	1.7253	66	4.1897	2.2674
30	3.4012	1.7408	67	4.2047	2.2894
31	3.434	1.755	69	4.2341	2.3098
32	3.4657	1.7871	70	4.2485	2.3335
33	3.4965	1.8168	71	4.2627	2.3375
34	3.5264	1.8274	72	4.2767	2.3014
35	3.5553	1.8649	73	4.2905	2.3205
36	3.5835	1.8686	75	4.3175	2.3421
37	3.6109	1.8777	76	4.3307	2.3375
38	3.6376	1.9301	77	4.3438	2.3612
39	3.6636	1.914	79	4.3694	2.3651
40	3.6889	1.9378	81	4.3944	2.4061
41	3.7136	1.9513	82	4.4067	2.4231
42	3.7377	1.9694	84	4.4308	2.4419
43	3.7612	1.9784	86	4.4543	2.4305
44	3.7842	1.9871	87	4.4659	2.4437
45	3.8067	1.9992	89	4.4886	2.4345

46	3.8286	2.0528	91	4.5109	2.453
93	4.5326	2.4924	178	5.1818	2.9546
95	4.5539	2.473	186	5.2257	2.9267
98	4.585	2.4967	195	5.273	2.9619
100	4.6052	2.5191	205	5.323	2.9881
103	4.6347	2.5595	215	5.3706	3.0473
105	4.654	2.522	227	5.425	3.0854
108	4.6821	2.5804	241	5.4848	3.1562
111	4.7095	2.605	256	5.5452	3.1859
114	4.7362	2.6032	273	5.6095	3.2006
117	4.7622	2.5969	292	5.6768	3.2164
121	4.7958	2.6563	314	5.7494	3.2966
124	4.8203	2.6656	341	5.8319	3.3285
128	4.852	2.7044	371	5.9162	3.21
132	4.8828	2.7026	409	6.0137	3.263
137	4.92	2.738	454	6.1181	3.3055
141	4.9488	2.7496	511	6.2364	3.3525
146	4.9836	2.7712	583	6.3682	3.4229
152	5.0239	2.7915	681	6.5236	3.4542
157	5.0562	2.8135	817	6.7056	3.5428
164	5.0999	2.8648	1021	6.9285	3.7162
171	5.1417	2.8913	1361	7.216	3.7669

在读期间完成的论文和参加的项目

发表的论文：

梁秋霞，韩勇. 加入WTO后我国银行的发展对策[J]. 科技情报开发与经济，2006，17（9）：
106-107

参加的项目：

- [1]参与导师江苏港口建设与经营行政收费研究
- [2]协助导师承担江苏苏通长江公路大桥建设指挥部财务顾问工作
- [3]参与丹阳化工厂集中区项目规划研究
- [4]参与科技管理体制深化改革项目研究