

高频金融时间序列的异象 特征分析及应用

——基于多重分形谱及其参数的研究*

周孝华, 宋 坤

(重庆大学 经济与工商管理学院, 重庆 400030)

摘要:文章首先从理论上推导出金融资产价格的高频时间序列出现大幅震荡前后多重分形谱所具有的异象特征,然后随机选取两只股票(民生银行、哈飞股份)各35天的5min高频交易数据对上述特征进行实证分析。结果表明,两只股票在持续大幅波动开始与结束时,其多重分形谱形态及参数的变化与理论上的异象特征相吻合。运用该研究方法可以对金融资产持续大幅波动的开始及结束做出一定预测。

关键词:多重分形谱;高频金融时间序列;大幅震荡;预测

中图分类号:F830.59 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-9952(2005)07-0123-10

一、引言

有效市场假说(EMH)是经典金融理论的重要基石。然而,随着人们对金融市场的深入研究及计算技术的飞速发展,人们发现简化的、线性的范式不能准确地揭示金融市场复杂的波动特性,而运用非线性系统的分析方法进行金融市场的研究则成为有力的分析工具。非线性系统特别是分形这种新范式理论在金融领域内的研究,对于描述因金融系统中数量变化所引发的质变特别是突变具有重大的方法论意义。

简单的分形维应用于金融市场交易数据波动的研究,只能得到波动形态宏观概貌性描述,无法刻画波动复杂而全面精细的结构信息。而多重分形分析(Multifractal Analysis)正如Mandelbrot^[1]在Scientific American上所指出的,可以复现金融市场剧烈震荡的金融交易,能得到金融资产价格在不同时间标度上的不同波动程度的详细信息,提供关于市场动向的概率估计值,显示市场易变性的实质,从而为无法预测的金融市场注入某些有序性。多重分形

收稿日期:2005-04-20

基金项目:国家自然科学基金资助项目(70473107)

作者简介:周孝华(1965—),男,湖南武冈人,重庆大学经济与工商管理学院,副教授;

宋 坤(1978—),女,河南洛阳人,重庆大学经济与工商管理学院硕士生。

也称作“多标度分形”，是定义在分形结构上的由有限几种或大量具有不同奇异标度指数 α (Singularity Exponent) 的概率的子集构成的非均匀分形维分布的奇异集合^[2]。多重分形正是通过奇异谱函数 $f(\alpha)$ (Singularity Spectrum) 来定量刻画分形体由不同局部条件、或在演化过程中由不同层次所导致的概率 P_i 在整个集合上的分布状况，是对分形结构不规则程度和不均匀程度的度量。

一些国外学者运用各种算法和统计方法对金融市场的多重分形特征进行了研究，并取得一系列成果。Ghashghaie 等^[3]用 1 472 241 个美元对马克汇率的数据，对汇率的标度行为进行研究，作者认为汇率变化的概率密度与时间标度之间的关系，和湍流中两点间速度差的概率密度与两点间的空间距离之间的关系相类似，进而认为在外汇市场中也存在一个信息级联(cascades)，必须用多重分形理论来研究汇率的变化。Mantegna 等^[4]对金融市场的多标度现象进行实证研究，发现不同幅度的波动具有不同的标度关系，这种多标度行为的存在说明 ARCH 模型族的假设有一定的问题，在考虑方差的变化时应考虑不同的标度行为。Pavlov 等^[5]采用 WTMM、DNA 及 DFA (Detrended Fluctuation Analysis) 算法研究笔迹、图像、Dow-Jones Average 及 DAX 期货时间序列的标度特征，结果表明符号串和时间序列均具有复杂的多重分形结构，且不同幅度的波动对应不同的标度。Andreadis 等^[6]运用统计学及系统动力学理论中的多种方法对 Dow-Jones Average 从 1928 年至 2000 年的日收盘价进行检验，从而为证实美国股票市场是随机多重分形结构提供有力证据。Fulco 等^[7]在不考虑股票价格运动的动力学因素的情况下，用马尔可夫随机过程(Markovian Stochastic Process)再现实验上观测到的金融时间序列概率密度函数(PDF)的胖尾、波动的幂律记忆性及多重分形特征。P. O. cimka 等用去除波动趋势分析法(DFA)通过研究 Deutsche Börse 高频时间序列的对数价格增量及交易间时滞来考察多重分形特性，结果揭示出多重分形特性，且多重分形特征来源于价格增量、交易间时滞的相关性以及波动的非正态分布。

众多中国学者对上证综指或深证成指实证研究表明，中国股市具备多重分形这种重要的非线性特征。张永东和毕秋香^[8]基于中国股票市场指数时间序列，对不同时间跨度的指数增量序列、收益率序列及广义累积绝对收益序列的标准差进行标度分析，发现标准差与时间跨度满足幂律关系，且幂指数不是惟一的，具有多标度的特征。何建敏和常松^[9]验证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一个小波—遗传算法—神经网络相结合的股票价格预测模型。胡雪明和宋学锋^[10]运用多重分形消除趋势波动分析(Multifractal Detrended Fluctuation Analysis; MF-DFA)方法对沪深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。Ding Shun Ho 等^[11]运用统计工具和数盒子法对台湾指数(TSPI)的日

收盘价进行研究,结果发现台湾股市存在长程记忆和标度不变性,说明其具有多重分形特征。施锡铨和艾克凤^[12]采用 MF-DFA 方法对上证综合指数(SSECI)和 Dow-Jones Average 的对数收益率序列进行研究与比较,且结合二者的实际风险关系探讨多重分形与风险的对应关系,结果表明多重分形特征越显著,蕴含着风险越大,从而提出一种定量(或图形)度量风险的方法。

本文以非线性系统中有关分形维原理为基础,从理论上推导出金融资产价格的高频时间序列在出现大幅震荡前后多重分形谱应具有的特征,然后选取 5min 高频数据对上述特征进行实证。结果发现实证所观察到的现象与理论上的异象特征完全吻合。本文所采用的方法可以为资产价格持续大幅波动提供短期的、具有预报意义的前兆性信息,它可能成为一种及时预见价格持续大幅震荡进而控制市场风险的有效工具和方法。

二、高频金融时间序列每单元多重分形谱的计算

本文中多重分形谱的计算采用盒维数法(box-counting method)^{[14]~[16]}。把取样区间内高频金融时间序列当作一维平面上的点集,用尺度为 δ ($\delta \leq 1$) 的“盒子”对其进行覆盖,即按单位时间标度 δ 将其划分成互不重叠的区间。设高频金融时间序列的频率为 f ,每日交易数据的个数为 t ,一单元连续考察 n 个交易日,则每单元共有 nt 个数据。因此 δ 可取为 $1/nt, 2/nt, 3/nt, \dots, 1/3, 1/2, 1$ 。令 $P_i(\delta)$ 是时间标度为 δ 时第 i 个区间金融资产价格样本值之和的归一化价格,则有:

$$P_i(\delta) = I_i / \sum I_i \quad (1)$$

其中 $\sum_i P_i = 1$, I_i 是时间标度为 δ 的第 i 个区间所采集的资产价格之和。

令 α 为第 i 个区间所对应的标志 P_i 大小的奇异指数。若此金融时间序列具有多重分形特征,则在无标度区间内满足如下幂律关系(Power-law relationship):

$$P_i(\delta) \propto \delta^\alpha \quad (2)$$

α 反映 P_i 随 δ 变化的各个子集的性质,即描述出各个区间不同的奇异程度。用 α 标识的分形子集的维数就是多重分形维数谱函数。

若金融时间序列存在多标度关系,则在无标度区间内满足如下幂律关系:

$$N_\alpha(\delta) \propto \delta^{-f(\alpha)} (\delta \rightarrow 0) \quad (3)$$

其中, $N_\alpha(\delta)$ 是具有相同 α 的子集的个数。可见,谱函数 $f(\alpha)$ 表示各 P_i 中具有相同 α 子集的元素数目随 δ 减小而增大的速度,它描述出金融资产价格波动分布的均匀程度。如 $f(\alpha_{\max})$ 刻画归一化价格最低的事件出现的次数 ($N_{P_{\min}}(\delta) = N_{\alpha_{\min}}(\delta) \propto \delta^{-f(\alpha_{\max})}$), 而 $f(\alpha_{\min})$ 刻画归一化价格最高的事件出现的次数 ($N_{P_{\max}}(\delta) = N_{\alpha_{\min}}(\delta) \propto \delta^{-f(\alpha_{\min})}$)。多重分形谱就是由 $\alpha \sim f(\alpha)$ 构成的曲线,

其中谱的峰值为 $f(\alpha_0)$ (即 Hausdorff 维数)。

定义多重分形系统的配分函数(partition function) $\chi_q(\delta)$ 为归一化价格 P_i 的 q 阶矩:

$$\chi_q(\delta) = \sum_{i=1}^N P_i^q \quad (4)$$

$\chi_q(\delta)$ 是反映 P_i 不均匀性的统计量, 其中 q 为权重因子。若金融时间序列存在多标度关系, 奇异标度指数 $\alpha = \alpha(q)$ 是 q 的非线性递减函数。当 $q \gg 1$ 时, α 取最小值 $\alpha_{\min} = \alpha(+\infty)$, 此时对应于 P_i 最高的事件, $\chi_q(\delta)$ 着重刻画资产价格较高的部分的标度行为; 当 $q \ll -1$ 时, α 取最大值 $\alpha_{\max} = \alpha(-\infty)$, 此时对应于 P_i 最低的事件, $\chi_q(\delta)$ 着重刻画资产价格较低的部分的标度行为; 当 $q = 0$ 时, 所有 P_i 不论大小对 $\chi_q(\delta)$ 均起同等作用。通过这样的加权处理, 就将金融时间序列这样一个分形体分成许多具有不同奇异程度的事件来研究, 从而达到分层次了解分形内部精细结构的目的。

若此金融时间序列具有多重分形特征, 则在无标度区间内满足如下幂律关系:

$$\chi_q(\delta) \propto \delta^{\tau(q)} \quad (5)$$

其中 $\tau(q)$ 为质量指数, 可通过对 $\ln \chi_q(\delta) \sim \ln \delta$ 双对数曲线中无标度区间 (即线性区间) 的点进行最小二乘法回归拟合来估算 $\tau(q)$ 。

通过统计物理中的 Legendre^[2] 变换可得到 $\alpha, f(\alpha), \tau(q)$ 之间的如下函数关系:

$$\begin{cases} \alpha(q) = \frac{d\tau(q)}{dq} \\ f(\alpha(q)) = \alpha(q)q - \tau(q) \end{cases} \quad (6)$$

即通过计算归一化价格 P_i 、配分函数 $\chi_q(\delta)$ 和质量指数 $\tau(q)$, 采用最小二乘法回归拟合法就可得到 α 和谱函数 $f(\alpha)$ 。

三、多重分形谱的解释及异象特征的推导

α 的大小是由系统在其动力学过程中辐射出的信息——金融资产价格的归一化价格所决定的, 其取值范围的宽窄表示不同奇异强度分布范围的大小。多重分形谱的宽度如下:

$$\Delta\alpha = \alpha_{\max} - \alpha_{\min} = \ln P_{\min} / \ln \delta - \ln P_{\max} / \ln \delta \quad (7)$$

它表征出在标度不变的情况下整个分形结构上的归一化价格分布的均匀程度 ($P_{\max} / P_{\min} \propto \delta^{-\Delta\alpha}$), 即刻画出资产价格的涨跌幅度。 $\Delta\alpha$ 越大表示归一化价格分布越不均匀, 价格波动越剧烈; $\Delta\alpha = 0$ 则对应完全均匀分布的状况。如果资产价格的运动规律不变, 当价格波动的幅度变小时, 谱就有变窄的趋势; 当价格无任何波动时, 谱将变成二维空间中的一个点, 此时就是均匀分形。显

然,有一定宽度的谱可以反映出非均匀分形结构的特性。因此,当金融资产价格振幅相对较大时,所对应的谱的跨度应相对较大;当价格波动相对平稳时,谱的跨度应相对较小。这正是由于此时金融时间序列分形结构的非均匀程度增大,其中包含有更多不同奇异强度的子分形体所致。

$\alpha = \alpha_0$ 将 $f(\alpha)$ 曲线分为两部分,若谱的顶点右偏、左端显著低于右端、 $\alpha > \alpha_0$ 所占区间明显小于 $\alpha < \alpha_0$ 所占区间,则 $\alpha \sim f(\alpha)$ 谱属于密集型,此时归一化价格较高的事件起主导作用,资产价格有上涨的趋势;若谱的顶点左偏、右端显著低于左端、 $\alpha > \alpha_0$ 所占区间明显大于 $\alpha < \alpha_0$ 所占区间,则 $\alpha \sim f(\alpha)$ 谱属于稀疏型,此时归一化价格较低的事件起主导作用,资产价格有下跌的趋势。

下面再对谱函数进行分析:

$$\Delta f = f(\alpha_{\min}) - f(\alpha_{\max}) = -(\ln N_{p_{\max}} - \ln N_{p_{\min}}) / \ln \delta \quad (8)$$

通过 Δf 的大小可统计出最高的归一化价格的数目和最低的归一化价格的数目的比率,即资产价格处于波峰(最高点)、波谷(最低点)位置数目的比例。 $\Delta f > 0$ 说明价格更多地处于波峰,此时谱的顶部相对较圆润; $\Delta f < 0$ 说明价格更多地处于谷底,此时谱的顶部相对较尖锐。显然,谱的形态是由金融资产价格系统的内部动力学特征所决定的。

根据上述理论解释,可揭示出金融资产价格持续大幅震荡前后的前兆性异象特征:临近大幅波动时,谱的钟形开口明显逐渐加宽、顶部变得微圆、钟形谱右(或左)偏、谱的右(或左)端点显著降低;大幅波动刚结束时,谱的钟形开口迅速变小、顶端由圆滑恢复尖锐。

四、实证分析

下面随机选取两只股票的高频交易数据以实证上述相关结论。

1. 样本的选取及分析

随机选取两只股票 民生银行(600016)、哈飞股份(600038)作为研究对象,取样数据是频率 $f=5\text{min}$ 的高频股价交易数据(数据来源于分析家股票分析软件)。数据采集从每个交易日的 9:35 开始到收市 15:00 为止,每 5min 记录一次,扣除交易停止期间 11:30~13:00,则每个交易日采集 $t=48$ 个数据。然后将 $n=5$ 天的高频数据分为一个单元(则每一个单元有 $nt=240$ 个数据),考察发生持续大涨或大跌前后 35 个交易日(扣除周末和节假日)、共 7 个单元数据的多重分形谱。民生银行原始数据的时间跨度为 2003 年 3 月 24 日至 5 月 20 日;哈飞股份原始数据的时间跨度为 2003 年 8 月 26 日至 10 月 20 日。

鉴于两只股票每单元有 240 个数据,因此 δ 取 $1/240, 1/120, 1/80, 1/48, 1/40, 1/30, 1/16, 1/15, 1/8, 1/6, 1/5, 1/3, 1/2, 1$ 。本文将 q 的取值标准定为 $|d\alpha_{\max}|/\Delta\alpha$ 和 $|d\alpha_{\min}|/\Delta\alpha$ 都小于 0.2% ^[17]。针对这两只股票每单元的数据,经计算发现,当 $|q|$ 从 150 增加到 160 时, $\Delta\alpha$ 和 Δf 的变化都很小,因此本文

$|q|$ 的最大值取 160。

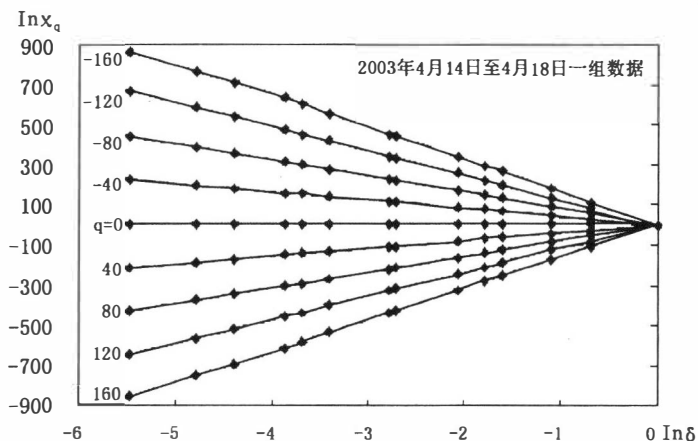


图 1 民生银行 2003 年 4 月 14 日至 4 月 18 日该单元数据的 $\ln\chi_q(\delta) \sim \ln\delta$ 曲线

图 1 中是用 C++ 语言编程计算出的民生银行一个单元的数据在 q 取不同值时的 $\ln\chi_q(\delta) \sim \ln\delta$ 曲线簇。从图 1 中可看出无论 q 取任何值时, $\ln\chi_q(\delta) \sim \ln\delta$ 均具备良好的线性关系(如 $q=160$ 时, $\ln\chi_q(\delta) \sim \ln\delta$ 的相关系数为 0.974), 表现出较好的标度不变性。研究表明, 用同样的方法对这两只股票的任意一单元数据进行计算均可得到同样的结论。此直线拟合的结果是每股每单元股价时间序列存在多标度关系的有力佐证, 说明个股每单元的价格波动服从多重分形随机游走。

2. 个股持续大幅波动前后多重分形谱的异象分析

根据前面所述方法计算出的两只股票 7 个单元的多重分形谱及重要参数见图 2、图 3 和表 1、表 2。

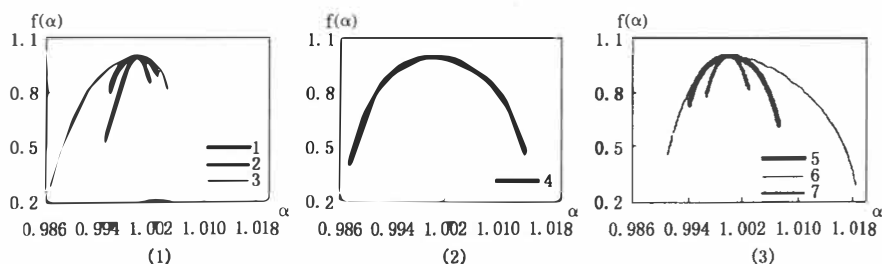


图 2 民生银行 2003 年 3 月 24 日至 5 月 20 日 7 个单元数据的多重分形谱——(1): 1 单元从 3 月 24 日~28 日, 2 单元从 3 月 31 日~4 月 4 日, 3 单元从 4 月 7 日~11 日; (2): 4 单元从 4 月 14 日~18 日; (3): 5 单元从 4 月 21 日~25 日, 6 单元从 4 月 28 日~5 月 13 日, 7 单元从 5 月 14 日~20 日。

表 1 图 2 中多重分形谱的主要参数

单元/参数	α_{\min}	α_{\max}	$\Delta\alpha$	α_0	$f(\alpha_{\min})$	$f(\alpha_{\max})$	Δf
1 单元	0.9957922	1.003029	0.0072368	1.000037	0.8078228	0.8993303	-0.0915075
2 单元	0.9950874	1.001850	0.0067626	1.000007	0.5339177	0.8561472	-0.3222295
3 单元	0.9867695	1.004634	0.0178645	1.000071	0.2795440	0.8150799	-0.5355359
4 单元	0.9874388	1.014559	0.0271202	1.000144	0.4133213	0.4651017	-0.0517804
5 单元	0.9941910	1.007207	0.0130160	1.000052	0.7345548	0.6163270	0.1182278
6 单元	0.9910294	1.018539	0.0275096	1.000093	0.4571889	0.2867808	0.1704081
7 单元	0.9965855	1.002816	0.0062305	1.000014	0.7788017	0.8176759	-0.0388742

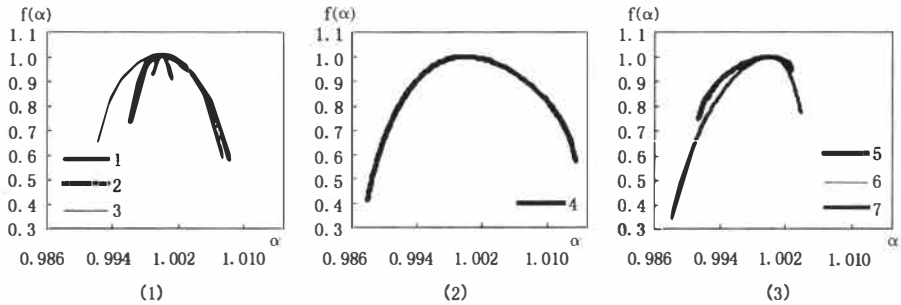


图 3 哈飞股份 2003 年 8 月 26 日至 10 月 20 日 7 个单元数据的多重分形谱——(1): 1 单元从 8 月 26 日~9 月 1 日, 2 单元从 9 月 2 日~8 日, 3 单元从 9 月 9 日~15 日; (2): 4 单元从 9 月 16 日~22 日; (3): 5 单元从 9 月 23 日~29 日, 6 单元从 9 月 30 日~10 月 13 日, 7 单元从 10 月 14 日~20 日

表 2 图 3 中多重分形谱的主要参数

单元/参数	α_{\min}	α_{\max}	$\Delta\alpha$	α_0	$f(\alpha_{\min})$	$f(\alpha_{\max})$	Δf
1 单元	0.9989976	1.001321	0.0023234	1.000004	0.9226910	0.8968035	0.0258875
2 单元	0.9960604	1.008231	0.0121706	1.000034	0.7234952	0.5764940	0.1470012
3 单元	0.9921880	1.007549	0.0153610	1.000060	0.6406098	0.5743481	0.0662617
4 单元	0.9878662	1.013764	0.0258978	1.000119	0.4105289	0.5704883	-0.1599594
5 单元	0.9913834	1.002776	0.0113926	1.000081	0.7442921	0.9439417	-0.1996496
6 单元	0.9924954	1.007739	0.0152436	1.000089	0.7942022	0.7028832	0.0913190
7 单元	0.9880915	1.003897	0.0158055	1.000041	0.3398517	0.7730229	-0.4331712

由图 2、表 1 和图 3、表 2 可以看出,无论是持续大涨还是大跌,两只股票每单元股价时间序列的多重分形谱曲线形态各异、谱的主要参数变化明显,这说明股价波动的分布结构非常复杂。比较不同阶段的多重分形谱,可以发现:

(1) 股价波动处于正常状态时(对应于图 2 和图 3 中的第 1 单元数据), $\alpha \sim f(\alpha)$ 谱的钟形顶部较尖、开口狭窄、曲线集中于很小的范围内,这表明此阶段股价活动的分布比较均匀,股价波动比较平稳。民生银行的谱属于密集型,说明随后股价有上涨的趋势;而哈飞股份的谱属于稀疏型,说明随后股价有下

跌的趋势。

(2)持续大幅震荡临近时(对应于图2和图3中的第2、第3单元数据),出现 $\alpha \sim f(\alpha)$ 谱的开口从窄变宽、顶端从尖变得微圆、跨度明显加宽、左右端点下降的异常形态。由表1和表2可见, α_{\max} 、特别是 $\Delta\alpha$ 的值迅速增大; α_{\min} 、 $f(\alpha_{\min})$ 、 $f(\alpha_{\max})$ 的值出现明显的低值过程。 $\Delta\alpha$ 值急剧增加说明股价波动分布的不均匀程度增强,该单元股价最高点和最低点的差异更加显著。民生银行此阶段的谱属于密集型、 α_{\min} 减小的幅度大于 α_{\max} 增大的幅度、 Δf 值为负,上述特征说明未来股价有大涨趋势,但大涨趋势中伴随有局部的震荡下挫。哈飞股份此阶段的谱属于稀疏型、 α_{\min} 减小的幅度小于 α_{\max} 增大的幅度、 Δf 值为正,上述特征说明未来股价有大跌趋势,但其中伴随有股价局部的上扬。 $\alpha \sim f(\alpha)$ 谱的结构刻画出股价活动中其能量释放的多重尺度分布特征,其结构形态与其复杂的动力学特性密切相关。

(3)持续大幅震荡时(对应于图2和图3中的第4单元数据), $\alpha \sim f(\alpha)$ 谱的钟形开口迅速加宽至最大、顶端变得更圆、更平。由表1和表2, $\Delta\alpha$ 值急剧变大,表明该阶段股价波动相当剧烈,这是系统内部存在的激变所致。

(4)持续大幅震荡刚结束时(对应于图2和图3中的第5单元数据), $\alpha \sim f(\alpha)$ 谱的跨度迅速变窄、顶部由圆变得微圆。由表1和表2可见, α_{\max} 、特别是 $\Delta\alpha$ 的值急剧缩小; α_{\min} 、 $f(\alpha_{\min})$ 、 $f(\alpha_{\max})$ 的值迅速增大。 $\Delta\alpha$ 急剧缩小表明股价震荡的剧烈程度有所缓和。民生银行此阶段的谱属于稀疏型、 α_{\min} 增大的幅度大于 α_{\max} 减小的幅度、 Δf 值为正,上述特征说明紧随持续大涨之后的是股价的回落,且回落趋势中伴随着股价在一定程度上的上扬。哈飞股份此阶段的谱属于密集型、 α_{\min} 增大的幅度小于 α_{\max} 减小的幅度、 Δf 值为负,上述特征说明紧随持续大跌之后的是股价的反弹,且反弹中伴随着局部的下挫。

(5)持续大幅震荡过后的一段时间(对应于图2和图3中的第6、第7单元数据),每只股票的 $\alpha \sim f(\alpha)$ 谱各具形态。这些不同的表象是由每只股票内在的动力学性质所决定的,体现出持续大幅波动之后股价的活动强度仍具复杂多变性。但民生银行的谱以稀疏型为主导,说明持续大涨之后股价的活动以回落为主;哈飞股份的谱以密集型为主导,说明在持续大跌之后股价会有一定程度的反弹;但这些活动均需要一段时间的演化,不会在短期内结束。

总之,临近个股持续大幅波动时, $\alpha \sim f(\alpha)$ 谱的跨度逐渐加宽、顶部由尖变得微圆、 $f(\alpha_{\min})$ (或 $f(\alpha_{\max})$)的值急剧下跌;而当谱的钟形开口变窄、顶部恢复尖锐时,表明股价异常波动的结束。多重分形谱的交替舒张和紧缩,恰恰说明金融资产价格持续大幅震荡前后其动力系统处于极不稳定的状态。而这些表象与上述理论推导出的异象特征相吻合,反映出金融时间序列分形结构复杂性(不均匀程度)的变化,它是金融资产价格持续大幅震荡开始与结束具有预测意义的前兆特征。

五、结束语

通过上述理论和实证分析可知,多重分形为认识和预测金融资产价格的走势提供了有价值的信息。它在一定程度上刻画出金融资产价格在持续剧烈运动过程中其各自的动力系统所表现出来的复杂性机理;它揭示资产价格大幅波动时,其分形测度的非均匀特征,从而描述出资产价格大幅波动随时间推移的动态演化过程。本文运用多重分形方法对预测高频金融时间序列持续大幅波动的开始与结束进行初步尝试,并得出有益的结论。

虽然将多重分形这种非线性科学的理论和方法运用于高频金融时间序列的研究具有巨大的优势和潜力,其特殊的思想和方法解释能说明一些用传统经济理论所不能解决的问题和现象,但是到目前为止,大多数相关研究还仅仅停留在对金融资产价格波动的多重分形特征进行实证检验的阶段,局限于证明传统经济理论的基本假设具有严重缺陷等方面的问题。而对下述方面问题的研究还不够深入,如怎样建立描述其随时间演变的具体有效的动态模型,如何将多重分形所提供的信息具体地应用于实际的金融活动,以及如何将多重分形与金融风险管理、风险评估进行联合研究等,对之作进一步的探讨无疑是具有相当前景的新领域。

* 感谢王宗筌教授对本文的指导和帮助!

参考文献:

- [1]Mandelbrot B B. A multifractal walk down wall street[J]. Scientific American, 1999, 5: 20~23.
- [2]Halsey T C, Jensen M H, Kadanoff L P. Fractal measures and their singularities: the characterization of strange sets[J]. Phys Rev A, 1986, 33:1141~1150.
- [3]Ghashghaie S, Breymann W, Peinke J, Talkner T, Dodge Y. Turbulent cascade In foreign exchange markets[J]. Nature, 1996, 381: 767~770.
- [4]Rosario N. Mantegna, H Eugene Stanley. Modeling of financial data: Comparison of the truncated lévy flight and the ARCH(1) and GARCH(1,1) processes[J]. Physica A, 1998, 254: 77~84.
- [5]Alexey N Pavlov, Werner Ebeling, Lutz Molgedey, Amir R. Ziganshin, Vadim S. Anishchenko. Scaling features of texts, images and time series[J]. Physica A, 2001, 300: 310~324.
- [6]Ioannis Andreadis, Apostolos Serletis. Evidence of a random multifractal turbulent structure in the Dow Jones industrial average[J]. Chaos, Solitons and Fractals, 2002, 13: 1309~1315.
- [7]Fulco U L, Lyra M L, Petroni F, Serva M, Viswanathan G M. A stochastic model for multifractal behavior of stock prices[J]. International Journal of Modern Physics B, 2004, 18, (4~5): 681~689.

- [8]张永东,毕秋香. 中国股票市场多标度行为的实证分析[J]. 预测, 2002, 4: 56~59.
- [9]何建敏,常松. 中国股票市场多重分形游走及其预测[J]. 中国管理科学, 2002, 10, (3): 11~17.
- [10]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): 124~127.
- [11]Ding Shun Ho, Chung Kung Lee, Cheng Cai Wang, Mang Chuang. Scaling characteristics in the Taiwan stock market[J]. Physica A, 2004, 332: 448~460.
- [12]施锡铨,艾克凤. 股票市场风险的多重分形分析[J]. 统计研究, 2004, (9): 33~36.
- [13]Huiping Chen, Xia Sun, Ziqin Wu, Binghong Wang. Enlightenment from various conditional probabilities about Hang Seng index in Hong Kong stock market[J]. Physica A, 2004, 335: 183~196.
- [14]Xia Sun, Huiping Chen, Ziqin Wu, Yongzhuang Yuan. Predictability of multifractal analysis of Hang Seng stock index in Hong Kong[J]. Physica A, 2001, 301: 473~482.
- [15]Xia Sun, Huiping Chen, Ziqin Wu, Yongzhuang Yuan. Multifractal analysis of Hang Seng index in Hong Kong stock market[J]. Physica A, 2001, 291: 553~562.
- [16]孙霞,傅竹西,吴自勤. 薄膜生长的多重分形谱的计算[J]. 计算物理, 2001, 18, (3): 247~252.

Analysis on Anomalous Characteristics of High-frequency Time Series and Its Applications ——Based on Multifractal Spectrum and Its Parameters

ZHOU Xiao-hua, SONG Kun

(College of Economics and Business Administration,
Chongqing University, Chongqing 400030, China)

Abstract: We first deduce the theoretical anomalous characteristics of multifractal spectra on high-frequency financial time series during the period of significant price fluctuations. Taking two stocks' 5min high-frequency trading data (totaling 35 business days) as examples, we then demonstrate that multifractal spectra's shapes and key parameters are consistent with the above theoretical anomalies. Using the method in this paper, we can forecast when abnormal fluctuations on prices of financial assets occur and finish.

Key words: multifractal spectrum; high-frequency financial time series; sharp fluctuation; forecast

(责任编辑 许波)