

我国证券市场交互关系的多标度多重分形分析

王童瞳,王宏勇

(南京财经大学 应用数学学院 江苏 南京 210023)

摘要: 股票市场、债券市场和基金市场作为金融市场的三个重要组成部分,市场间的相互关系受到投资者和管理者的广泛关注。本文选用我国上证综指、上证债指和上证基指的收益率序列为研究对象,运用多重分形去趋势波动分析法(MF-DFA)证实了三个市场的波动存在多重分形特征。同时,使用多标度多重分形去趋势交互相关分析法(MM-DCCA),在不同标度下,使用滑动窗技术,生成Hurst曲面可视化分析这三个市场中两两之间的交互相关性。实证结果表明,三个市场间的交互相关性在不同标度下呈现不同的分形特征;股票市场与基金市场的相关性强于其它两组市场的相关性,且股票市场与债券市场的相关性不稳定。

关键词: 股票市场; 债券市场; 基金市场; 交互相关性; 多标度分析

中图分类号: F224.9; F830.9 **文献标识码:** A **文章编号:** 1672-6049(2017)03-0077-08

一、引言

随着我国经济的快速发展和金融市场体系的逐渐完善,金融市场间的联动性也大大增强,当市场中某一项资产的价格出现波动时,通常会对市场中其它资产的价格产生影响。2003年1月2日上证国债指数的发布标志着我国股票、债券、基金三位一体的证券市场指数体系已基本形成。股票、债券、基金都是有价证券,它们作为资产配置的主要品种,其价格波动特征、相互关系、收益与风险评估等备受广大投资者和管理者的关注。

近年来,国内外许多学者研究了一些国家的股票、债券、基金市场的相互关系。Fang等人^[1]运用GARCH(1,1)模型研究了1998至2004年间的美、英、日、德四国股票市场和债券市场的关系,验证了市场之间存在波动传递现象。Chuliá等人^[2]运用多元GARCH模型对欧洲股票市场和债券市场进行实证分析,发现这两个市场之间存在双向波动溢出效应。毛淑琴^[3]运用Copula-GARCH模型对我国沪深两市股票市场、基金市场和债券市场之间的相关性特征进行研究,发现三个市场存在相关性,三个市场间的相关系数都有明显的时变性,且变化趋势存在相似或相反的情况。元彬^[4]运用结构向量自回归模型(SVAR)和收益序列相关GARCH-M模型分别从宏观和微观两个角度对证券投资基金月度净值规模序列与上证综指波动率序列进行分析,结果发现我国证券投资基金有加剧股票市场波动的倾向。王璐等人^[5]在构建股市和债市DVAR模型的基础上,利用Wald和LR检验,发现两市存在波动溢出效应,但整体溢出影响较低。胡燕京等人^[6]通过协整检验、误差修正模型和因果关系检验探讨了中国股票市场、基金市场和国债市场在股市由下跌向上扬过渡行情中的长期均衡关系及短期波

收稿日期:2017-02-16

基金项目:教育部人文社科规划基金(12YJAZH020);南京财经大学现代服务业协同创新中心资助项目(ZWFXT14001);江苏省普通高校学术学位研究生科研创新计划项目(KYLX16_1337)。

作者简介:王童瞳(1993—),女,安徽六安人,硕士研究生,研究方向为分形理论与金融应用;王宏勇(通讯作者)(1963—),男,江苏扬州人,教授,博士,研究方向为分形理论与金融应用。

动的影响,结果表明,股票指数和国债指数的波动都会引起基金指数的波动,因此认为中国投资基金在大盘波动时具有稳定市场功能的说法是值得商榷的。范原源^[7]通过 DCC-MVGARCH 模型对股票和债券市场的收益率联动特征进行建模,结果发现股票市场和债券市场之间存在以收益率为表征的联动特征。

上述大部分研究者是通过线性回归模型、GARCH 模型、定性分析等方法研究股票市场与债券或基金市场的波动因素、风险度量以及波动溢出等问题。主要侧重于不同市场价格波动影响因素的线性相关性讨论,缺乏对它们之间非线性关系的细致刻画。此外,大部分研究仅讨论这三个市场中的两个市场之间的相互关系。然而股票、基金和债券作为金融市场不可或缺的重要组成部分,综合研究这三个市场间的波动关系和影响因素是十分必要的,这对投资者规避风险和管理者研判市场具有重要作用。

自从上世纪 90 年代, Peters^[8] 提出分形市场理论以来,许多研究已表明金融市场是一个具有分形和混沌结构的非线性动态复杂系统^[9,10,11],这使得一些基于线性的统计分析方法已不适用于研究金融市场的波动复杂性。分形统计方法是一类非线性范式,对探究金融市场的波动复杂性、刻画其非线性本质特征、度量市场的风险大小是十分有效的工具。运用分形方法研究金融市场的特征已有许多尝试。如王鹏等人^[12]认为上证综指和标普 500 这两种指数的波动存在多重分形特征。Sukpitak 等人^[13]运用去趋势波动分析(DFA)方法研究了泰国股票市场的有效性。Ma 等人^[14]使用去趋势交互相关分析(DCCA)方法研究了中国股市的市场有效性和金融危机前后的相关性。另外,由 Zhou^[15]提出的多重分形去趋势交互相关分析法(MF-DCCA)和由 Shi 等人^[16]拓展 MF-DCCA 而成的多标度多重分形去趋势交互相关分析法(MM-DCCA)也已广泛应用于基金市场、能源市场和大气污染等众多领域^[17-19]。

本文主要运用 MM-DCCA 方法研究中国股票市场、基金市场和债券市场的内在波动特征以及三个市场间的非线性动态交互关系,揭示市场间交互关系的多重分形特征,并指出这种多重分形特征存在的原因。同时,刻画市场间投资组合的风险大小,为市场投资者和监管者提供决策参考。

二、多标度多重分形分析方法描述

多标度多重分形交互相关分析法(MM-DCCA)是由 Shi 等人^[16]在 MF-DCCA^[15]方法的基础上推广而来,主要用于研究非平稳时间序列的标度特征及交互相关性,已被广泛应用于研究金融市场的多重分形特征。具体算法和步骤如下:

给定两个时间序列 $x(i)$ 和 $y(i)$, $i = 1, 2, \dots, N$, 这里 N 表示时间序列的长度。

第一步:计算每个序列的“轮廓”:

$$X(i) = \sum_{k=1}^i (x(k) - \bar{x}), Y(i) = \sum_{k=1}^i (y(k) - \bar{y}), i = 1, 2, \dots, N,$$

$$\text{这里 } \bar{x} = \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N x(k), \bar{y} = \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N y(k).$$

第二步:将序列 $X(i)$ 和 $Y(i)$ 分割为长度均为 s 的 $N_s = \text{int}(N/s)$ 个互不重叠的子区间。由于序列的长度 N 通常不是 s 的整数倍,为了使序列 $X(i)$ 和 $Y(i)$ 中的所有数据都能参与计算,从序列末端再重复这一分割过程,一共得到 $2N_s$ 个子区间。

第三步:用最小二乘法拟合这 $2N_s$ 个子区间 v , $v = 1, 2, \dots, 2N_s$, 的局部趋势,分别得到序列 $X(i)$ 和 $Y(i)$ 在区间 v 中的拟合多项式 $P^v(i)$ 和 $T^v(i)$, 并用其消除每个子区间上的局部趋势,计算每个序列的协方差。

当 $v = 1, 2, \dots, N_s$ 时,

$$F^2(s, v) = \frac{1}{s} \sum_{i=1}^s |X((v-1)s+i) - P^v(i)| \cdot |Y((v-1)s+i) - T^v(i)|;$$

当 $v = N_s + 1, N_s + 2, \dots, 2N_s$ 时,

$$F^2(s, \nu) = \frac{1}{s} \sum_{i=1}^s |X(N - (\nu - 1)s + i) - P^\nu(i)| \cdot |Y(N - (\nu - 1)s + i) - T^\nu(i)|.$$

第四步:计算 q 阶消除趋势协方差波动函数:

$$F_q(s) = \left\{ \frac{1}{2N_s} \sum_{\nu=1}^{2N_s} [F^2(s, \nu)]^{q/2} \right\}^{1/q} \quad q \neq 0;$$

$$F_0(s) = \exp \left\{ \frac{1}{4N_s} \sum_{\nu=1}^{2N_s} \ln [F^2(s, \nu)] \right\} \quad q = 0$$

这里 q 是一个参数。当 $q = 2$ 时,即为标准的DCCA^[20]方法。

第五步:对每一个固定的 q ,分析 $F_q(s)$ 对 s 的双对数 $\log\text{-}\log$ 图,以确定波动函数的标度行为。如果两个序列 $\{x(i)\}$ 和 $\{y(i)\}$ 存在长程幂律交互关系,则有

$$F_q(s) \sim s^{H_{xy}(q)},$$

这里 $H_{xy}(q)$ 称为广义交互相关指数,可以用来刻画两个时间序列的幂律相关性。

上述五个步骤便是经典的MF-DCCA算法。特别,当序列 $\{x(i)\}$ 和 $\{y(i)\}$ 相等时,MF-DCCA即为MF-DFA^[21],此时,广义交互相关指数 $H_{xy}(q)$ 就是广义Hurst指数 $H(q)$ 。为了更好地刻画序列的多重分形性在不同时间标度下的特征,接下来对序列进行如下操作。

第六步:用一个滑动拟合窗经过标度 s 的所有取值范围,获得重叠窗序列,然后计算在每个窗口内点的 q 阶波动函数 $F_q(s)$ 。这样得到 $H_{xy}(q)$ 关于标度 s 的一个拟连续变换,通过生成Hurst曲面 $H_{xy}(q, s)$ 可以将这种关系可视化,曲面上每个点的高度就代表对应于 (q, s) 的广义相关指数 $H_{xy}(q, s)$ 的值。此外,在计算 $H_{xy}(q, s)$ 的过程中,窗口中心(平均标度)和窗口自身(窗口范围)是不断变化的。为了更好地在三维空间中可视化Hurst曲面,我们通过拟合窗口中心来校准标度轴,例如用 $s = \frac{a+b}{2}$ 代表窗口 $s \in [a, b]$ 。通过对每个拟合窗口运用MF-DCCA,根据 $H_{xy}(q, s)$ 与 q 的相关性,就可在无需任何初始假设条件下对时间序列进行多重分形分析。

若相关指数 $H_{xy}(q, s)$ 与 q 无关,则表明两个时间序列之间的交互相关关系是单分形的;若 $H_{xy}(q, s)$ 随着 q 的变化而变化,则说明两个时间序列之间的交互相关关系是多重分形的。当 $H_{xy}(q, s) < 0.5$ 时,两序列的交互相关关系为反持续性;当 $H_{xy}(q, s) = 0.5$ 时,则两序列间不存在或仅仅在很短范围内存在交互相关关系;当 $H_{xy}(q, s) > 0.5$ 时,两序列间的交互相关关系呈长程持续性。 $H_{xy}(q, s)$ 的值越大,说明交互相关性越强。

三、多重分形统计方法在证券市场分析中的应用

(一) 数据描述

上海证券交易所是中国大陆两个证券交易所之一,创立于1990年12月。截止目前,上交所拥有1234家上市公司,上市证券数9518只,总市值达30万亿元,其上市股票数、市价总值和国债成交额等均居首位。因此,上海证券交易所的股票指数(上证综指)、国债指数(上证债指)和基金指数(上证基指)的每日收盘数据能基本反映我国大陆证券市场中股票市场、债券市场和基金市场的总体发展状况。

本文选用上证综指、上证债指和上证基指的每日收盘数据作为研究对象。为了使研究结果尽可能地反映市场的实际情况,则数据的长度应足够长。由于三个指数发布的起始日期不同,为了保证不同市场的样本时间序列是同步的,我们统一选取上证综指、上证债指和上证基指这三个时间序列的样本区间为2003年2月24日至2016年10月17日,每个序列有3315个数据(数据来源于<http://money.163.com/>)。图1分别展示了这段时间内上证综指、上证债指和上证基指三个市场每日收盘价的波动形态。

为了消除时间序列可能存在的异方差,在实际分析中,通常使用标准化的时间序列。令 $\{x(t)\}$ 为指数的日收盘价,用公式 $g(t) = \log(x(t)) - \log(x(t-1))$ 表示对数日收益率,则标准化日收益率定

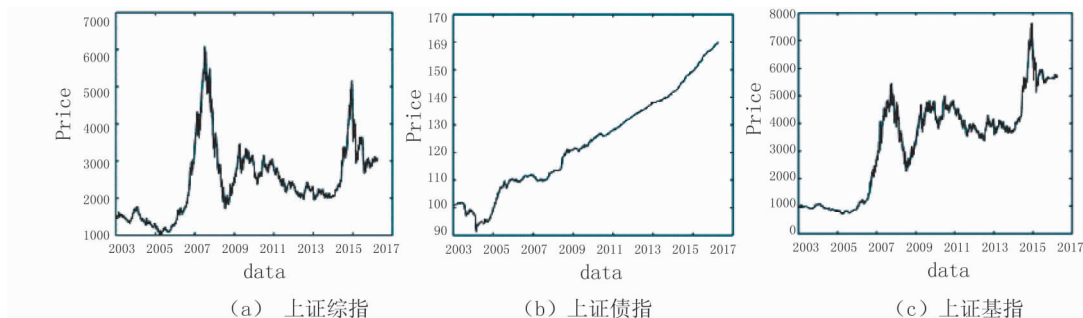


图1 上证综指、上证债指和上证基指每日收盘价数据图

义为 $R(t) = (g(t) - \langle g(t) \rangle) / \sigma$, 其中 $\langle g(t) \rangle$ 和 σ 分别表示序列 $g(t)$ 的均值和标准差。图2给出了这三个时间序列的对数收益率图。

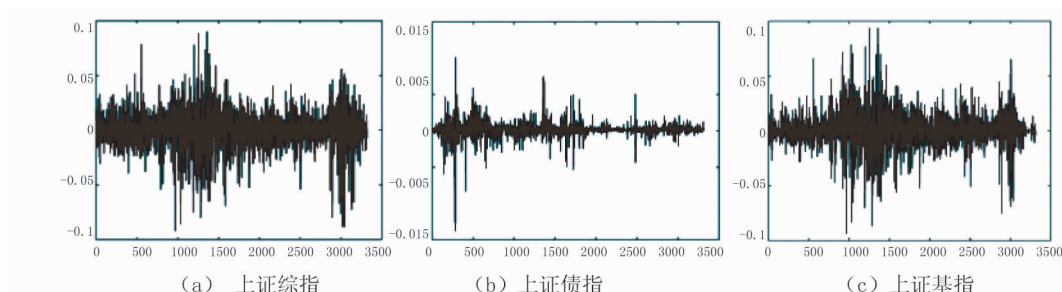


图2 上证综指、上证债指和上证基指的对数收益率图

在图2中,从收益率的角度来看,在整个时间范围内,上证综指、上证债指和上证基指的收益率均在0上下徘徊,这表明无论是股票市场、债券市场还是基金市场,均不存在长期获利的趋势。从波动性的角度来看,三个金融市场均存在剧烈波动与波动聚集的现象,且股票市场和基金市场的波动幅度要明显大于债券市场的波动幅度。这是由于债券作为一种金融契约,是政府、金融机构和工商企业等直接向社会借债筹措资金时,向投资者发行,同时承诺按一定利率支付利息并按约定条件偿还本金的债务凭证。与股票和基金不同,债券具有低风险低收益的特点,由于债券投资定期都有利息回报,并到期还本付息,因此债券的收益率较股票和基金更为稳定,波动幅度也较小。此外,从分布特征的角度来看,上证综指、上证债指与上证基指的对数收益率数据的标准差分别为0.1677、0.0631和0.3032,都小于1,表明这三个市场的指数收益率序列均为非正态分布。

(二) 股票市场、债券市场与基金市场的多重分形特征分析

由于金融市场的复杂性和投机性,金融时间序列往往呈现非平稳的动态复杂特征。Kantelhard等^[21]在2002年提出的多重分形去趋势波动分析法(MF-DFA)已被广泛应用于研究非平稳时间序列,探究序列的内在波动特征与分形性质。下面我们首先运用MF-DFA方法分别对上证综指、上证债指和上证基指收益率序列进行多重分形特征分析。

在分析中,我们选用3阶拟合多项式来消除序列的波动趋势,函数的阶数 q 取为 $-5, -4, \dots, 4, 5$ 。用最小二乘法拟合每个阶数 q 对应的双对数波动函数曲线,所得的斜率即为对应的 q 阶广义Hurst指数 $H(q)$ 。图3绘制了三个收益率序列的广义Hurst指数图。

通过对上证综指、上证债指和上证基指三个时间序列分别运用MF-DFA方法进行分析,从图3中可以看出,当 $-5 \leq q \leq 5$ 时,三个序列的对数收益率序列的广义Hurst指数 $H(q)$ 明显不是一个常数,都随着 q 的变化而变化:当 q 增加时, $H(q)$ 均呈现减小的趋势。说明三个金融市场的波动均具有明显的多重分形性质。这也意味着线性模型或者单分形模型已不适用于刻画金融市场的波动特征,需要用多重分形分析方法来代替传统的分析工具。此外,广义Hurst指数 $H(q)$ 值的大小是衡量多重分

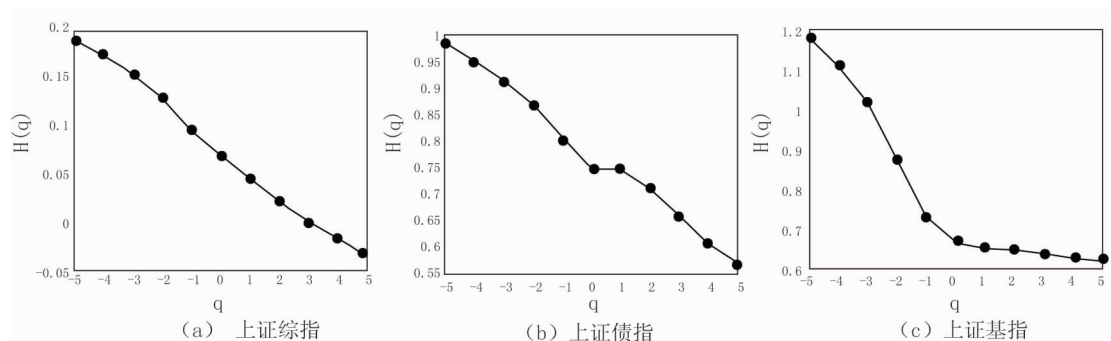


图3 上证综指、上证债指和上证基指的收益率序列的广义 Hurst 指数图

形性的一个重要的量化指标,从图中可以看出,股票市场、债券市场和基金市场的收益率序列的广义 Hurst 指数 $H(q)$ 均不等于 0.5,说明三个市场均非随机市场而是分形市场。其中,上证债指和上证基指收益率序列的广义 Hurst 指数都大于 0.5,表明债券市场和基金市场的收益率序列具有持续的长程相关性,即如果某一时段的收益率为正,则下一时段的收益率很可能也为正;而上证综指收益率序列的广义 Hurst 指数小于 0.5,表明股票市场的收益率序列呈现反持续相关性,即如果某一时段的收益率为正,则下一时段的收益率很可能为负,反之亦然。市场的多重分形特征分析为投资者在短期内预测市场走势提供了一定的参考。

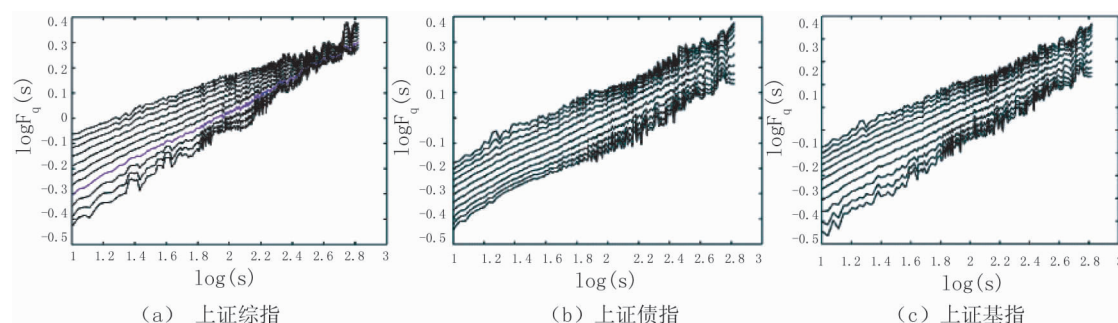
图4 三个市场指数协方差波动函数 $F_q(s)$ 的双对数图

图4给出了三个市场指数之间的协方差波动函数 $F_q(s)$ 的双对数图。对于不同的 q 在 -5 至 5 之间变化时,相应的 $F_q(s)$ 双对数曲线总体呈线性变化趋势,表明三个市场之间存在幂律交互相关关系。

接下来,我们运用 MM-DCCA 方法,通过观察 $H_{xy}(q)$ 在大标度和小标度下随 q 的变化情况来量化三个市场间的交互相关性大小。

为此,我们选用一个滑动拟合窗,分别在小标度 $s \in (10, 50)$ 和大标度 $s \in (120, 600)$ 情形下,观察广义交互相关指数 $H_{xy}(q)$ 的变化情况。图5是上证综指、上证债指和上证基指收益率序列经过 MM-DCCA 方法分析之后得到的 Hurst 曲面 $H_{xy}(q, s)$ 图。通过图5,我们观察到三张 Hurst 曲面的形状均随着 (q, s) 的变化而变化,且在小标度和大标度范围内的波幅不同。三张曲面图均显示,三个市场之间的交互相关指数均大于 0.5,说明三个市场之间是长程相关的。

图5(a)中的上证综指与上证基指的 H 值较图5(b)和(c)中的值大,意味着股票市场与基金市场的相关性最强。主要原因在于我国基金市场中,按投资标的分类可将基金分为股票型基金、债券型基金、货币市场基金和混合型基金等。股票型基金以投资股票市场为主,特别,中国证监会在2014年7月7日正式通过了《公开募集证券投资基金运作管理办法》,规定从2015年8月8日起股票型基金的股票仓位从不能低于60%变为不能低于80%,进一步提高了基金中股票仓位的比例。对于普通债券型基金,除了80%以上的基金资产用于投资债券,其余基金资产可投资于股票市场。而混合型基金中也有一定比例的资金投资于股票市场。由于基金市场中有大量的资金投向股票市场,因而导致基金

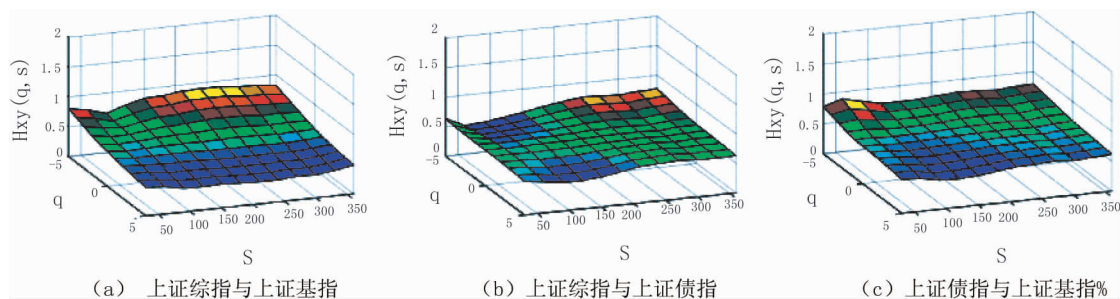


图5 上证综指、上证债指与上证基指收益率序列的 MM-DCCA Hurst 曲面图

市场与股票市场之间的关联性较大。同时,也蕴含着若投资者选用股票和基金进行组合投资,则风险较大。另外,上证综指与上证基指的 Hurst 曲面在小标度处具有明显的起伏波动,而在大标度处,曲面接近于平面,呈现出单分形特征。说明,在小标度下刻画序列的交互关系能够更多揭示市场隐藏的波动信息。

图 5(b) 中上证综指与上证债指的 Hurst 曲面与另两幅不同。在小标度处,有一个明显的向下倾斜的斜坡(除去一些微小震动之外),这说明股票市场和债券市场的交互相关性不是很稳定。这是由于我国股票市场与债券市场的参与者主体存在很大的差别,而且两个市场的运行机理也不相同。中国股票市场存在大量的散户,同时包含基金、保险、券商和私募等的机构投资者。而债券市场主要分为交易所市场和银行间债券市场,作为债券市场主体的银行间债券市场,其参与市场交易者主要是各商业银行,它们占据绝大部分的交易份额,并且银行是不允许进入股票市场的。此外,我国债券市场在很大程度上还受到政府的干预和控制,很大程度上受到宏观经济形势和政策因素等的影响。而股票市场相对来说比较开放和自由,其走势主要受到市场供求关系的影响。这也就决定着股票市场与债券市场之间很难建立起比较稳定的相互关系。另一方面,从投资者的角度来看,股票市场具有高收益的优点,并且波动较大,风险也较高,而债券市场具有低收益低风险的特征。因此,一般来说,在金融市场中,风险偏好者往往倾向于投资股票市场,期望获取较高的收益,而低风险的债券投资往往受到风险厌恶者的青睐。由于投资者的不同风险偏好与投资决策,在一定程度上也导致了股票市场与债券市场交互关系的波动。

图 5(c) 与前两幅图相比,呈现出从小标度处平缓地向大标度处变化的特征,曲面相对较为平缓,说明债券市场与基金市场之间的相关性较弱。这是由于我国债券市场的交易主体主要是以银行为主的金融机构,而投资基金市场的投资者结构多元化,投资者相对理性,并且由于证券式指数型基金的存在,其计算主要以股票型基金为样本,这类基金大部分投资于股票,少量投资于债券,通过购买相应指数的全部或部分成份股构建投资组合,使得基金指数很大程度上依赖于股票指数的浮动,因而基金指数与债券指数的关联性较弱。

综合图 5(a)、(b)、(c),一方面,从多重分形理论分析的角度来看,可以看出 Hurst 曲面在小标度处均呈现较大波动,在大标度处则较为平缓。这说明,缩小标度的值将呈现序列在大标度处理中未被发现的一些隐藏的信息,这也提醒研究者在分析长度较短的时间序列时,如果将时间标度取得较大,窗口太宽,则所得的结果是没有意义的。另一方面,从分散风险的角度来看,无论是股票市场还是基金市场,MM-DCCA 分析结果都指明债券市场与它们两者的相关性都较弱。因此,债券投资可以作为一个较好的分散风险的方式。对于金融市场的投资者来说,不妨尝试债券与股票或者债券与基金的投资组合,使得在追求利益最大化的同时,也降低了投资风险。

四、结束语

本文从多重分形的角度分析了我国股票市场、债券市场和基金市场之间的交互相关关系。首先运用 MF-DFA 方法对三个市场的日收益率序列进行多重分形性分析,发现三个市场的对数收益率序列的广义 Hurst 指数 $H(q)$ 均随 q 的变化而变化,证实了三个金融市场的波动均存在多重分形特征,反

映出市场波动的复杂性。接着,利用 MM-DCCA 方法分析了股票市场、债券市场和基金市场两两之间的交互相关性质,利用滑动标度窗技术获得可视化两个市场之间交互关系的 Hurst 曲面,刻画了三个市场指数序列之间交互关系的单分形或多分形性质。实证分析表明,我国股票市场与基金市场的相关性比其它两个市场间的相关性强,股票市场与债券市场的交互相关性呈现不稳定的结果,基金市场和债券市场的交互相关性较弱。熟知,两个市场间交互相关关系的多重分形性的强弱不仅反映了市场间相互关系的复杂性程度,更是揭示了市场间投资组合风险的大小。根据实证分析的结果,本文也从分散风险的角度给予投资者一些建议,在获取较大利益的同时,也能降低自身的投资风险。因此,本文的研究对我国有关证券市场的交易决策与风险管理具有一定的参考价值。

参考文献:

- [1] FANG V, LIN E, LEE V. Volatility linkages and spillovers in stock and bond markets: some international evidence [J]. *Journal of international finance and economics* 2007, 7(1):1-10.
- [2] CHULIÁ H, TORRÓ H. The economic value of volatility transmission between the stock and bond markets [J]. *Journal of futures markets* 2008, 28(11):1066-1094.
- [3] 毛淑琴. 股票、债券与基金市场的相关性研究[D]. 长沙:湖南大学, 2012.
- [4] 元彬. 证券投资基金对股票市场稳定性影响及其作用渠道研究[D]. 济南:山东大学, 2013.
- [5] 王璐, 庞皓. 中国股市和债市波动的溢出效应——基于交易所和银行间市场的实证研究[J]. *金融论坛*, 2008(4):9-13.
- [6] 胡燕京, 张方杰. 中国股票市场、基金市场及国债市场间的协整关系研究[J]. *华东经济管理* 2005(2):122-124.
- [7] 范原源. 关于股票市场和债券市场收益率联动特征的研究[D]. 成都:西南财经大学, 2014.
- [8] PETERS E E. *Fractal market analysis: applying chaos theory to investment and economics* [M]. John Wiley & Sons, 1994.
- [9] MA W J, HU C K, AMRITKAR R E. Stochastic dynamical model for stock-stock correlations [J]. *Physical review E* 2004, 70(2):026101.
- [10] 王宏勇, 郭丽娜. 国际黄金期价与美元指数交互关系的多重分形分析[J]. *数理统计与管理* 2015, 34(5):878-889.
- [11] 康凤华, 王宏勇. 复旦人民币汇率指数的分形分析与市场风险测度[J]. *南京财经大学学报* 2016(1):57-63.
- [12] 王鹏, 魏宇. 金融市场的多重分形特征及与波动率测度的关系[J]. *管理工程学报* 2009(4):166-169.
- [13] SUKPITAK J, HENG PUNYA V. Efficiency of Thai stock markets: detrended fluctuation analysis [J]. *Physica A: statistical mechanics and its applications* 2016, 458:204-209.
- [14] MA P, LI D, LI S. Efficiency and cross-correlation in equity market during global financial crisis: evidence from China [J]. *Physica A: statistical mechanics and its applications* 2016, 444:163-176.
- [15] ZHOU W X. Multifractal detrended cross-correlation analysis for two non-stationary signals [J]. *Physical review E* 2008, 77:66-211.
- [16] SHI W, SHANG P, WANG J, et al. Multiscale multifractal detrended cross-correlation analysis of financial time series [J]. *Physica A: statistical mechanics and its applications* 2014, 403:35-44.
- [17] KIM H, YIM K, KIM S, et al. Nonlinear properties of the Korea fund market [J]. *Journal of the Korean physical society*, 2015, 67(12):2039-2044.
- [18] CAO G, XU W. Nonlinear structure analysis of carbon and energy markets with MFDCCA based on maximum overlap wavelet transform [J]. *Physica A: statistical mechanics and its applications* 2016, 444:505-523.
- [19] SHI K, LIU C Q, AI N S. Monofractal and multifractal approaches in investigating temporal variation of air pollution indexes [J]. *Fractals* 2009, 17(4):513-521.
- [20] PODOBNIK B, STANLEY H E. Detrended cross-correlation analysis: a new method for analyzing two nonstationary time series [J]. *Physical review letters* 2008, 100(8):84-102.

[21] KANTELHARDT J W ,ZSCHIEGNER S A ,KOSCIELNY-BUNDE E ,et al. Multifractal detrended fluctuation analysis of nonstationary time series [J]. Physica A: statistical mechanics and its applications 2002 316(1) :87-114.

(责任编辑:黄明晴)

Multiscale multifractal analysis on the cross-correlation of the China securities markets

WANG Tongtong , WANG Hongyong

(School of Applied Mathematics , Nanjing University of Finance and Economics , Nanjing 210023 , China)

Abstract: The stock market ,the bond market and the fund market are three important components of financial markets ,and the relationship among these three markets has been paid expansive attention by the investors and the managers. In this paper we choose the return series of Shanghai Composite Index ,Bond Index and Fund Index as the research objects and use MF-DFA method to confirm the existence of multifractal features in the fluctuation of the three markets. Meanwhile ,we utilize the MM-DCCA method at multiple scales and generate the Hurst surface to better visualize the interaction between markets respectively. The empirical results show that the cross-correlation among three markets presents various fractal characteristics at different scales. Besides ,the correlation between the stock market and the fund market is stronger than that of the other two groups ,and the correlation between the stock market and the bond market is unstable.

Key words: stock market; bond market; fund market; cross-correlation; multiscale analysis

(上接第 40 页)

An analysis of the factors influencing the capital utilization rate of China's up-scale industry

LI Chunji

(School of Economics , Nanjing University of Finance and Economics , Nanjing 210023 , China)

Abstract: This paper builds a theory model to analyze the factors influencing industrial capital utilization rate based on the calculation of China's up-scale industry from 2001 to 2014. The conclusion of the theoretical model analysis is empirically tested. The theory analysis and the empirical test show the following results: the output capital ratio and the rate of product sales of industry have a significant positive effect on the industry capital utilization rate; the industry debt-interest rate has a significant negative effect; the depreciation rate of capital also has certain negative effect ,but not significant; the economic growth rate has a significant positive effect ,and the bank benchmark interest rate has a significant negative effect; individually ,the national capital ratio and the loan size of industry have a significant positive effect ,but their interaction has a significant negative effect. Based on these results ,we suggest that the enterprises should pay efforts to expand their product sales ,invigorate the stock assets ,increase the productivity of capital for resolving excess of capacity and raising capital utilization rate ,and the government should provide fiscal and financial policy support and reduce the enterprise debt burden in the prevention and control of economic overheating.

Key words: capital utilization rate; excess of capacity; output capital ratio; product sales rate