

# 沪深300股指期货现货市场间相依度测度实证研究

苑莹<sup>1</sup>, 王梦迪<sup>2</sup>, 张同辉<sup>1</sup>, 樊晓倩<sup>1</sup>

(1. 东北大学工商管理学院, 辽宁 沈阳 110169; 2. 华夏银行沈阳分行, 辽宁 沈阳 110000)

**摘要:** 考虑金融市场间非线性、非正态性假设下的交叉相关性特征, 基于复杂性理论视角, 引入更符合金融市场实际的交叉相关性统计量检验、去趋势交叉相关性分析(DCCA)及多重分形去趋势交叉相关性分析(MF-DCCA)等方法对沪深300股指期货现货市场间的相依度测度进行定量研究. 研究表明: 我国沪深300股指期货现货市场不但自身具有长记忆性及多重分形特征, 且两市场间也存在着显著的交叉相关性和交叉多重分形特征. 上述研究结果将为深入研究多市场间非线性依赖关系和复杂特性机理提供有益参考.

**关键词:** 相依度; 去趋势交叉相关性分析; 多重分形; 长程相关性; 滑动时间窗

中图分类号: F 830.9

文献标志码: A

文章编号: 1005-3026(2017)01-0148-05

## Empirical Research on the Dependency of the CSI 300 Index Futures Market and Spot Market

YUAN Ying<sup>1</sup>, WANG Meng-di<sup>2</sup>, ZHANG Tong-hui<sup>1</sup>, FAN Xiao-qian<sup>1</sup>

(1. School of Business Administration, Northeastern University, Shenyang 110169, China; 2. Shenyang Branch, Huaxia Bank, Shenyang 110000, China. Corresponding author: YUAN Ying, E-mail: yyuan@mail.neu.edu.cn)

**Abstract:** Considering the financial markets' characteristics of the cross-correlation in the case of nonlinearity and non-normality, and from the perspective of complexity theory, the cross-correlation statistic test, detrended cross-correlation analysis (DCCA) and multifractal detrended cross-correlation analysis (MF-DCCA) are mainly applied to quantitatively study the dependency of the CSI 300 index futures market and spot market, which are more in line with the financial market. The results show that long-term memory and multifractal characteristics exist in the CSI 300 index futures and spot markets respectively. Meanwhile, there are obvious cross-correlation characteristics between futures and spot markets, and the cross-correlation is multifractal. The results can provide a better reference for the nonlinear dependency between the markets and the complex mechanisms.

**Key words:** dependency; detrended cross-correlation analysis; multifractal; long-term correlation; sliding timewindow

2008年在美国爆发的次贷危机席卷全球,并最终演变成了一场世界性的金融海啸. 金融市场的急剧恶化,致使各国股市遭遇重创. 股指期货作为管理股票现货市场风险的金融衍生工具,其重要性在金融危机背景下愈发凸显. 从理论上讲,期货价格应等于未来的现货价格. 而现实中,由于存在交易成本和市场噪音,使得二者并不相等,期货市场没有发挥其应有的作用. 因此,分析两个金融

市场之间的相互作用机制,判断其是否存在相关关系,据此分析金融市场间的传染效应在当前背景下具有非常重要的理论意义和现实意义.

关于市场间的相依度测度问题,国内外学者已经作了大量研究<sup>[1-3]</sup>. 但需要注意的是,上述文献所采用的分析方法大多是以有效市场假说为基础而建立的. 大量的实证研究结果已经表明,金融市场是十分复杂的非线性动态系统,分形、混沌等

收稿日期: 2015-12-18

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(71271047, 71371044, 71571041); 教育部新世纪优秀人才支持计划项目(NCET-13-0115); 中央高校基本科研业务费专项资金资助项目(N140604004); 辽宁省高等学校优秀人才支持计划项目(LJQ2013030); 辽宁省自然科学基金资助项目(2015020077).

作者简介: 苑莹(1980-),女,辽宁沈阳人,东北大学教授,博士生导师.

复杂性特征往往存在于金融时间序列中,且金融时间序列本身往往存在长程相关性及多重分形特征<sup>[4-5]</sup>,各市场间往往存在交叉相关性特征.因此,基于线性均衡范式的理论和方法无法对金融市场的复杂动态特征进行深入的研究.目前,基于分形理论建立起来的去趋势交叉相关性分析(DCCA)方法及多重分形去趋势交叉相关性分析(MF-DCCA)方法可以用于研究二元非平稳时间序列之间的交叉相关性,它可以克服时间序列的不稳定性和非线性特征,做出定量分析,是研究分形时间序列之间长期幂律交叉相关性的有效方法.目前,该方法已被广泛运用于各市场间相关性的研究中<sup>[6-9]</sup>.

相比于发达国家,我国股指期货的推出相对较晚,从现有文献来看,对我国股指期货现货市场间的联动问题的研究相对较少,且传统方法通常忽视市场间非线性、非正态等假设下市场相关性等特点,无法准确度量市场间的相关性结构.本文以沪深 300 股指期货市场和现货市场为研究对象,考虑金融市场间非线性、非正态性假设下的交叉相关性特征,引入更符合金融市场实际的 DCCA 及 MF-DCCA 方法,对沪深 300 股指期货市场和现货市场的相依度测度进行研究,以期对市场间联动的复杂特性机理和变化趋势以及潜在的动力学机制有更加深入的了解.

## 1 数据选取与描述

数据选自沪深 300 股指期货和沪深 300 股指期货现货每日收盘价数据,样本区间为 2010 年 4 月 19 日至 2015 年 10 月 30 日,共 1 343 个交易日数据.为了消除可能存在的异方差,对原始数据取自然对数并作差分处理.沪深 300 股指期货指数和现货指数对数收益率序列走势如图 1 所示,其基本统计量如表 1 所示.从图 1 可以看出,沪深 300 股指期货收益率序列的波动趋势和现货收益率序列的波动趋势基本一致,但是期货收益率序列的波动范围要比现货收益率序列的波动范围大,说明期货市场的波动幅度更强一些.从表 1 可以看出,期货收益率序列和现货收益率序列均呈左偏(偏度小于 0),两收益率序列的峰度均大于临界值 3,呈现出尖峰厚尾特征.通过上述统计分析结果可知,股指期货与现货收益率序列呈现出非正态性特征,因此,线性范式下的传统方法是不足以描述股指期货市场与现货市场之间的关系的.因此,本文将采用交叉相关性  $Q$  统计量检验、去趋势交叉相关性分析(DCCA)及多重分形去趋势交叉相关性分析(MF-DCCA)等理论方法对沪深 300 股指期货现货市场间的相依性及其复杂特性机理进行深入研究.

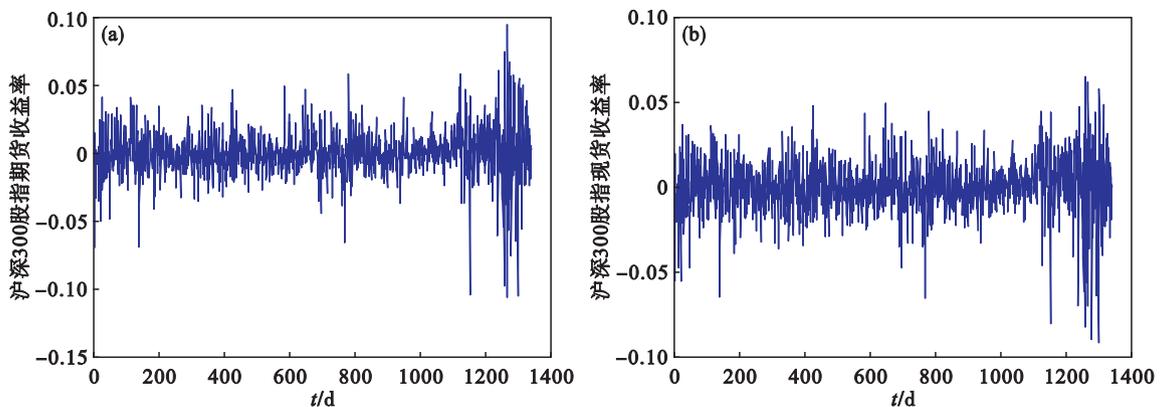


图 1 沪深 300 股指期货现货市场收益率序列趋势图

Fig. 1 The plot of the CSI 300 index futures returns and CSI 300 returns

(a)—期货市场; (b)—现货市场.

表 1 沪深 300 股指期货现货市场收益率序列的基本统计量

Table 1 Descriptive statistics for the CSI 300 index futures returns and CSI 300 returns

指数	样本数	均值	标准差	偏度	峰度	JB 统计量
期货收益率	1 343	-0.000 061 582	0.017 2	-0.433 8	10.141 2	2 895.8*
现货收益率	1 343	0.000 038 424	0.016 3	-0.617 3	7.088 1	1 020.5*

注: \* 代表在 1% 显著性水平下拒绝原假设; JB 统计量为 Jarque-Bera 统计量,用来检验序列是否服从正态分布.

## 2 实证研究

本文将分别从以下 3 个层次对沪深 300 股指期货现货市场间的相依度测度进行实证研究,首先,运用交叉相关性统计量检验( $Q$  检验)方法定性分析沪深 300 股指期货市场与现货市场之间是否存在交叉相关性;其次,运用去趋势交叉相关性分析(DCCA)方法对两市场间的交叉相关性做定量分析;最后,运用多重分形去趋势交叉相关分析(MF-DCCA)方法对交叉相关性的多重分形特征进行研究.由于篇幅所限,具体研究方法及参数解释可详见文献[6-9],具体实证研究结果如下.

### 2.1 交叉相关性 $Q$ 统计量检验分析结果

首先采用交叉相关性  $Q$  统计量检验方法对沪深 300 股指期货市场和现货市场间的交叉关系进行定性分析.其中,自由度  $m$  的取值范围为 1~1 000,进一步地分别计算不同取值下的交叉相关性统计量  $Q_{cc}(m)$  和卡方分布的临界值,图 2 给出了两市场间的交叉相关性  $Q$  检验统计结果,其中实线代表交叉相关性统计量  $Q_{cc}(m)$ ,虚线代表 5% 的显著性水平下自由度为  $m$  的卡方分布的临界值.从图 2 可以看出,在 1~1 000 范围内,自由度  $m$  所对应的交叉相关性统计量  $Q_{cc}(m)$  均大于相应的卡方分布的临界值,这说明沪深 300 股指期货市场和现货市场之间存在显著的交叉相关性.

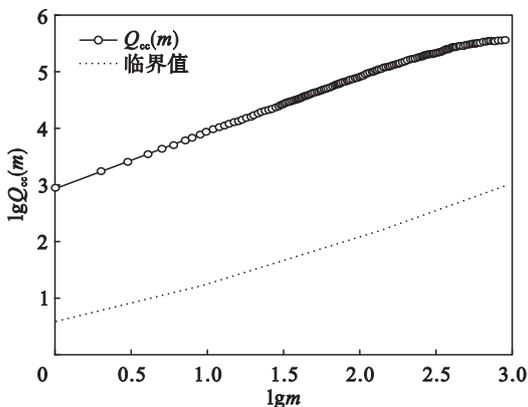


图 2 交叉相关性  $Q_{cc}(m)$  统计量检验  
Fig. 2 Cross-correlation statistics  $Q_{cc}(m)$

然而,交叉相关性  $Q$  统计量检验方法具有一定的局限性,它只能检验稳定的线性时间序列,对于不稳定的非线性时间序列其检验结果会有一定的偏差.并且, $Q$  检验只是定性检验,进一步的定量检验将通过去趋势交叉相关性分析(DCCA)方法获得,DCCA 方法的优势在于它可以克服时间

序列的不稳定性和非线性特征,做出定量分析.

### 2.2 去趋势交叉相关性分析(DCCA)

运用 DCCA 方法对沪深 300 股指期货市场和现货市场收益率序列进行交叉相关性分析,得到去趋势交叉波动函数  $F_{DCCA}$  随时间长度  $N$  变化的对数图形如图 3 所示.从图 3 可以看出,沪深 300 股指期货市场和现货市场之间表现出了长记忆交叉相关性特征,因为 DCCA 指数大于 0.5 ( $\alpha \approx 0.5236$ ).进一步地,采用 DFA 方法(即去趋势波动分析方法,该方法是 DCCA 方法的一种特殊形式,当两个序列变量完全相同时,DCCA 方法即为 DFA 方法)分别对沪深 300 股指期货市场和现货市场收益率序列进行分析,并得到 DFA 分析的标度指数  $\alpha$ .从以上实证结果可以看出,无论是沪深 300 股指期货市场和现货市场其收益率序列均具有长记忆性特征( $\alpha_{\text{期货市场}} = 0.5172, \alpha_{\text{现货市场}} = 0.5161$ ),且两个市场间也存在交叉相关性特征.此外,从实证结果可以看出,交叉序列的标度指数大于沪深 300 股指期货市场和现货市场收益率序列的标度指数.

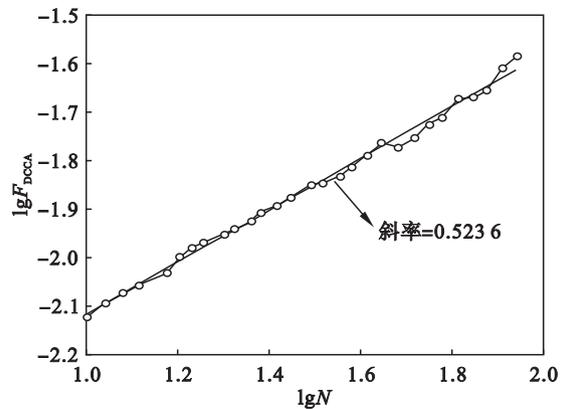


图 3 沪深 300 股指期货市场和沪深 300 股现货市场的 DCCA 分析

Fig. 3 DCCA analysis for the CSI 300 index futures market and spot market

进一步地,运用文献[10]中的滑动时间窗方法,以 250 个交易日为时间窗的长度,每次滑动 1 个交易日,共得到  $S = 1\,344 - 249 = 1\,095$  个时间窗,对每个时间窗内样本采用 DCCA 方法,得到的基于滑动时间窗的 DCCA 结果,如图 4 所示.从图 4 可以看出,在全样本范围内,绝大部分时间窗内样本数据的 DCCA 指数均大于 0.5,说明交叉市场具有长记忆性特征;但在近期市场波动剧烈的情况下,DCCA 的标度指数小于 0.5,这说明近期市场交易活跃,流动性增强,市场效率进一步提高,因此交叉相关性减弱,标度指数具有下降趋势.

### 2.3 多重分形去趋势交叉相关性分析 (MF - DCCA)

在定量确认了沪深 300 股指期货期现货市场间的交叉相关性特征基础上,为了进一步揭示两市场间交叉相关性的复杂特性机理,研究两市场间交叉相关性的非线性特征,对沪深 300 股指期货市场和现货市场进行多重分形去趋势交叉相关性分析 (MF - DCCA). 选取  $q$  的变化范围为  $-10 \sim 10$ , 得到交叉市场的多重分形特征图, 如图 5a 所示. 为了进行比较, 在图 5b 中同时给出了基于多重分形去趋势分析方法 (即 MF - DFA 方法, 该方法是 MF - DCCA 方法的一种特殊情况, 当两个序列变量完全相同时, MF - DCCA 方法即为 MF - DFA 方法) 的各市场收益率序列单变量的广义 Hurst 指数图. 广义 Hurst 指数的估计值如表 2 所示. 从图 5 可以看出, 不同的  $q$  值对应着不同的值, 说明沪深 300 股指期货市场和现货市场间的交叉相关性具有多重分形特征. 同时, 沪深 300 股指期货市场和现货市场单一市场的收益率序列也

呈现出多重分形特征. 交叉序列的广义 Hurst 指数不但保持了期货市场收益率序列以及现货市场收益率序列本身的趋势, 而且呈现了类似的特征. 换句话说, 交叉序列的广义 Hurst 指数趋势图不但没有改变收益率序列本身的特征和趋势, 而且体现了交叉收益率序列之间的相对关系, 即二者之间的关系呈现出多重分形特征. 因此, 交叉收益率序列比单一收益率序列具有更多的有用信息.

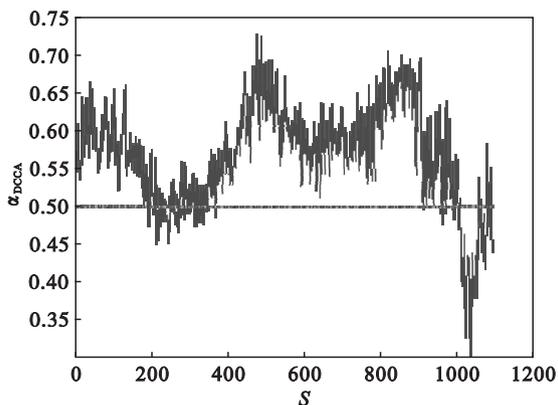


图 4 基于滑动时间窗的 DCCA 结果  
Fig. 4 DCCA result based on sliding time windows

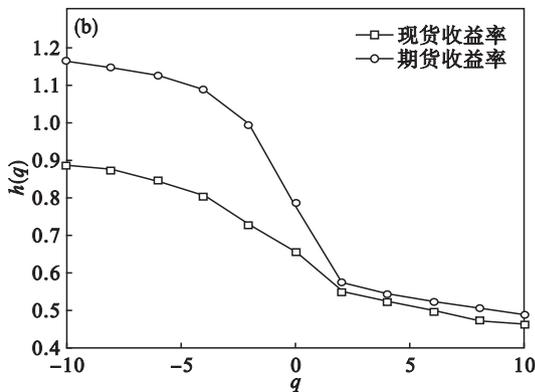
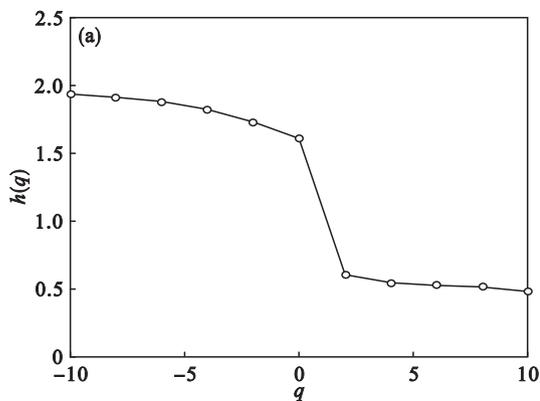


图 5 不同市场的广义 Hurst 指数图

Fig. 5 General Hurst exponents for different markets

(a) — 交叉市场; (b) — 期货和现货市场.

表 2 列出了沪深 300 期货市场、现货市场以及交叉市场的广义 Hurst 指数估计值  $h(q)$ , 由表 2 可知, 对于给定的  $q$ ,  $h(q)$  值从大到小依次为交叉市场、期货市场、现货市场, 这表明交叉市场收益率的相关程度要高于期货收益率的相关程度, 期货收益率的相关程度又高于现货收益率的相关程度, 这一点也与 2.2 节中 DCCA 的实证结果类

似.  $\Delta h = h(-10) - h(10)$ ,  $\Delta h$  越大, 多重分形程度越大,  $\Delta h$  值从大到小依次为交叉市场、期货市场、现货市场, 说明交叉市场的多重分形程度远远大于期货市场的多重分形程度, 而期货市场的多重分形程度又大于现货市场的多重分形程度, 而多重分形强度的大小决定了市场价格波动风险的大小.

表 2 不同市场广义 Hurst 指数的估计值  $h(q)$   
Table 2  $h(q)$  of general Hurst exponents for different markets

市场	阶数 $q$											$\Delta h$
	-10	-8	-6	-4	-2	0	2	4	6	8	10	
现货	0.886 8	0.873 4	0.842 5	0.803 4	0.725 3	0.654 9	0.550 8	0.524 6	0.497 8	0.473 9	0.465 3	0.421 5
期货	1.162 3	1.147 0	1.123 8	1.086 2	0.993 4	0.784 5	0.572 8	0.544 5	0.523 7	0.505 6	0.489 9	0.672 4
交叉	1.945 7	1.920 6	1.882 9	1.823 9	1.728 0	1.612 0	0.610 5	0.554 3	0.533 8	0.525 6	0.492 3	1.453 4

### 3 结 论

本文以沪深 300 股指期货市场和现货市场为研究对象,对沪深 300 股指期货市场和现货市场间的交叉相关性及交叉相关多重分形特征进行了实证分析. 基于  $Q$  检验方法、DCCA 方法及 MF - DCCA 方法的研究结果表明,沪深 300 股指期货市场和现货市场间具有显著的交叉相关性特征,即单一市场的价格变动不但受自身价格波动的影响,还会受到其他市场价格变动的影响,且市场间的交叉相关性具有多重分形等非线性特征,这说明我国股指期货的价格形成并不是无序的,而是与现货资产价格显著相关. 在今后的研究中,应将研究视角从线性框架扩展到非线性理论框架上,在复杂性研究视角下,进一步研究市场间的互动关系、引导关系,用以揭示更多关于市场间相依度测度问题的有用信息和本质.

#### 参考文献:

- [ 1 ] Liu L, Wan J Q. The relationships between Shanghai stock market and CNY/USD exchange rate; new evidence based on cross-correlation analysis, structural cointegration and nonlinear causality test [ J ]. *Physica A*, 2012, 391 ( 23 ): 6051 - 6059.
- [ 2 ] Lin X Q, Tang Z P, Fei F Y. Testing for relationships between Shanghai and Shenzhen stock markets; a threshold cointegration perspective [ J ]. *Physica A*, 2013, 392 ( 18 ): 4064 - 4074.
- [ 3 ] 何诚颖,张龙斌,陈薇. 基于高频数据的沪深 300 指数期货价格发现能力研究 [ J ]. 数量经济技术经济研究, 2011 ( 5 ): 139 - 152.  
( He Cheng-ying, Zhang Long-bin, Chen Wei. Research on price discovery of HS300 index futures based on high frequencies data [ J ]. *Quantitative Economic Technology and Economic Research*, 2011 ( 5 ): 139 - 152. )
- [ 4 ] Ruan Y P, Zhou W X. Long-term correlations and multifractal nature in the intertrade durations of a liquid Chinese stock and its warrant [ J ]. *Physica A*, 2011, 390 ( 9 ): 1646 - 1645.
- [ 5 ] Cheng H, Huang J B, Guo Y Q, et al. Long memory of price-volume correlation in metal futures market based on fractal features [ J ]. *Transaction of Nonferrous Metals Society of China*, 2013, 23 ( 10 ): 3145 - 3152.
- [ 6 ] 汪冬华,索园园. 金融危机前后中国股票市场和外汇市场的交叉相关性: 基于多重分形理论视角 [ J ]. 系统管理学报, 2013, 22 ( 3 ): 394 - 401.  
( Wang Dong-hua, Suo Yuan-yuan. Cross-correlation between stock market and foreign exchange market in China before and after the financial crisis: a perspective based on multifractal theory [ J ]. *Journal of Systems & Management*, 2013, 22 ( 3 ): 394 - 401. )
- [ 7 ] Ruan Q, Wang Y, Lu X, et al. Cross-correlations between Baltic Dry Index and crude oil prices [ J ]. *Physica A*, 2016, 453: 278 - 289.
- [ 8 ] Liu L, Wang Y D. Cross-correlations between spot and futures markets of nonferrous metals [ J ]. *Physica A*, 2014, 400: 20 - 30.
- [ 9 ] Wang Y D, Wei Y, Wu C F. Detrended fluctuation analysis on spot and futures markets of West Texas Intermediate crude oil [ J ]. *Physica A*, 2011, 390 ( 5 ): 864 - 875.
- [ 10 ] Wang G J, Xie C. Cross-correlations between Renminbi and four major currencies in the Renminbi currency basket [ J ]. *Physica A*, 2013, 392 ( 6 ): 1418 - 1428.