

DOI:10.3969/j.issn.1674-8131.2013.05.010

我国创业板市场与中小板市场的动态相关性研究^{*}

——基于 DCC-GARCH 模型和 Copula 模型 的比较分析

耿庆峰

(闽江学院 公共经济学与金融学系,福州 350108)

摘要:金融市场间的相关性研究是金融风险测度及资产组合管理的基础。选取 2010 年 6 月 1 日至 2012 年 5 月 31 日我国的创业板指数(399006)和中小板指数(399005),根据两大指数收益率序列,建立 DCC-GARCH 模型和 Copula 模型分别计算两市场间的动态相关系数,研究结果表明:(1)创业板市场与中小板市场存在正相关关系,且相关性很强并具有稳定性;(2)Copula 模型考虑了市场间的非线性因素,在刻画金融市场间的相关性方面效果优于 DCC-GARCH 模型。(3)时变 Copula 模型捕捉了市场收益率随时间变化的特性,在刻画金融市场间的相关性方面效果要优于常相关 Copula 模型。因此,我国创业板市场与中小板市场合并是必然趋势;机构投资者宜采用 Copula 模型分析金融市场间的动态相关性,且不宜跨创业板市场和中小板市场进行资产配置。

关键词:创业板市场;中小板市场;DCC-GARCH 模型;Copula 模型;金融市场相关性;动态相关系数;非线性相关性;资产收益率

中图分类号:F830.9;F224.9

文献标志码:A

文章编号:1674-8131(2013)05-0079-06

一、引言

创业板市场专门为成长性好、发展潜力大的高科技公司提供融资平台,是我国多层次资本市场的重要组成部分。中小板市场是我国特有的,专为满足我国中小企业融资需求而设立的。相对于主板市场而言,创业板与中小板市场具有上市公司市值规模小、价格波动大、市场风险高等特点,且二者均为为中小企业提供融资服务的资本市场平台。

根据国务院“九条意见”^①精神,我国建立多层次资本市场的条件正逐步成熟,创业型企业发行上市在股本总额和持续盈利记录等方面的限制将有

所放宽;在条件成熟时,中小企业板块将从现有的市场中剥离,二者合并为新的创业板市场。由此可以看出,中小板市场是创业板市场的过渡产物。理论上,创业板市场有别于中小板市场,实际上,创业板市场与中小板市场表现出较强的趋同性。在这种背景下,通过计算两市场间的相关系数来考察二者间的动态相关性,对于投资者在两市场间进行资产配置或风险评估,甚至对资本市场的进一步改革无疑具有重要的现实意义。

静态相关系数无法反应不同市场间的资产价

* 收稿日期:2013-05-24;修回日期:2013-07-09

基金项目:福建省科技厅项目(2012R0065)“福建创业投资引导基金运行机制的研究”

作者简介:耿庆峰(1977—),男,山东曲阜人;副教授,博士,在闽江学院公共经济学与金融学系任教,主要从事金融市场及风险管理研究;Tel:13107673961,E-mail:fgengqing@126.com。

① 2004 年国务院下发的《关于推进资本市场改革开放和稳定发展的若干意见》。

格或收益率的互动变化,而 DCC-GARCH 模型和 Copula 模型计算的动态相关系数均能较好地描述市场间的动态相关关系。自 Engle (2002) 提出 DCC-GARCH 模型,该模型得到广泛运用。游家兴等(2009)基于 DCC-GARCH 模型对中国与亚洲、欧美 7 个股票市场的联动性进行分析,得到 1991—2008 年其联动性变化的动态过程以及联动性逐渐增加的结论;徐有俊等(2010)基于 DCC-GARCH 模型,运用 1997 年 1 月到 2009 年 3 月的数据,研究中国股市与国际股票指数(MSCI 印度指数、MSCI 世界指数、MSCI 亚太指数和 MSCI 亚洲新兴市场指数)之间的联动性,结果发现中印两国和亚洲新兴市场的联动性大于国际发达市场,而且中国与世界股票市场的联动性逐渐增强。近年来,Copula 理论和方法在金融等相关领域的运用也取得了明显的进展。Patton(2006)构建了马克兑美元和日元兑美元汇率的对数收益的二元 Copula 模型,结果显示 Copula 模型可以较好地描述外汇市场之间的相关关系;韦艳华等(2004)运用 Copula 模型对上海股票市场各行业板块动态相关性进行了研究;Bartram 等(2007)运用高斯时变 Copula 对欧元引入欧洲 17 个国家或地区的股票市场之间的相关性进行了研究;张自然等(2012)采用时变 SJC-Copula 模型较好地描述了人民币汇率境内 SPOT 市场、DF 市场和境外 NDF 市场之间的相关关系。

从已有研究文献来看,DCC-GARCH 模型和 Copula 模型均能较好地刻画金融市场间的动态关系,一般认为 Copula 模型的估算效果要好于前者。目前,运用以上两模型对于我国创业板市场与中小板市场间的动态相关关系的研究文献尚未发现,尤其是同时运用两方法进行比较分析更是没有。本文基于方法比较视角,运用 DCC-GARCH 模型和 Copula 模型对我国创业板市场与中小板市场间的动态相关性进行研究,这不但可以进一步厘清创业板市场与中小板市场间的关系,而且能够进一步考察上述两种研究金融市场间关系的计量方法的效果及适用性。

二、相关理论与方法

1. DCC-GARCH 模型

设 r_t 是一组白噪声随机变量组成的向量,满足以下条件:

$$r_t | I_{t-1} \sim N(0, H_t) \quad (1)$$

其中, I_{t-1} 为 r_t 在时刻 $t-1$ 时刻的信息集, H_t 为条件协方差矩阵,表示为:

$$H_t = D_t R_t D_t \quad (2)$$

从单变量 GARCH 模型可以得到时变标准差矩阵 $D_t = \text{diag}\{\sigma_{i,t}\}$, $R_t = \{\rho_{ij}\}_t$ 为动态条件相关系数矩阵。如果能够准确地估计 H_t 和 D_t , 代入上式(2), 就可以计算出动态条件相关系数 R_t 。 R_t 的计算公式转化为:

$$R_t = Q_t^{*-1} Q_t Q_t^{*-1} \quad (3)$$

$$Q_t^* = \text{diag}\{\sqrt{q_{ii}}\} \quad (4)$$

$$Q_t = \left(1 - \sum_{m=1}^M \alpha_m - \sum_{n=1}^N \beta_n\right) \bar{Q} + \sum_{m=1}^M \alpha_m (u_{t-m} u_{t-m}') + \sum_{n=1}^N \beta_n Q_{t-n} \quad (5)$$

$$\bar{Q} = T^{-1} \sum_{m=1}^M u_i u_i'$$

便可求出动态相关系数。

2. Copula 模型

根据 Copula 函数的相关理论,确定一个合适的边缘分布是构建多变量金融时间序列 Copula 模型的关键,根据金融时间序列的波动特征和分布的“尖峰厚尾”性,选取 GARCH-t 模型来刻画两市场收益率的波动特征。

$$R_{nt} = \mu_n + \varepsilon_{nt} \quad (6)$$

$$\varepsilon_{nt} = h_{nt}^{1/2} \zeta_{nt} \quad (7)$$

$$h_{nt} = \omega_n + \alpha_n \varepsilon_{n,t-1}^2 + \beta_n h_{n,t-1} \quad (8)$$

$$(\xi_{1t}, \xi_{2t}) \sim C_N(T_{v_1}(\xi_{1t}), T_{v_2}(\xi_{2t})) \quad (9)$$

其中: $C_N(\cdot)$ 表示二元正态 Copula 函数, $T_{v_1}(\cdot)$ 、 $T_{v_2}(\cdot)$ 分别表示均值为 0、方差为 1、自由度为 v_1 和 v_2 的正规化 t 分布函数。

二元正态 Copula 函数常用来描述两个变量间的相关关系,其分布函数为:

$$C(u, v, \rho) = \int_{-\infty}^{\varphi^{-1}(u)} \int_{-\infty}^{\varphi^{-1}(v)} \frac{1}{2\pi\sqrt{1-\rho^2}} \times \exp\left\{-\frac{(r^2 + s^2 - 2rs\rho)}{2(1-\rho^2)}\right\} d_r d_s \quad (10)$$

其中: $\varphi^{-1}(\cdot)$ 表示标准正态分布函数的逆函数, ρ ($\rho \in (-1, 1)$) 为相关参数。相关参数可以有两种形式:一为常相关参数,二为时变相关参数。随着外部条件的变化,变量之间的相关系数也有可能发生波动,Patton(2006)提出可以由一个类似于

ARMA(1, q)的过程来描述,他把时变相关参数演进方程扩展为一般形式:

$$\rho_t = \Lambda(\omega_\rho + \beta_\rho \rho_{t-1} + \alpha_\rho \times \frac{1}{q} \sum_{i=1}^q \varphi^{-1}(u_{t-i}) \varphi^{-1}(v_{t-i})) \quad (11)$$

其中:函数 $\Lambda(\cdot)$ 定义为 $\Lambda(x) = \frac{1-e^{-x}}{1+e^x}$,它是为了保证 ρ_t 始终处于 $(-1, 1)$ 之间; $\{u_t\}_{t=1}^T$ 和 $\{v_t\}_{t=1}^T$ 是观测序列进行概率变换后得到的序列;滞后阶数 q 可以根据研究对象的特点自行选取,一般 q 小于等于 10。

三、实证分析

1. 数据来源与描述

为研究创业板市场与中小板市场之间的动态相关性,本文选取创业板指数(399006)和中小板指数(399005),分别以 *cybr* 和 *zxbr* 表示创业板指数收益率和中小板指数收益率;时间窗口为 2010 年 6 月 1 日至 2012 年 5 月 31 日,共 484 个数据数据;运用 *eviews6.0*、*winrats8.0* 和 *MATLAB* 等软件进行计算。

日收益率的计算公式为:

$$R_t = \ln S_t - \ln S_{t-1} \quad (12)$$

其中, R_t 表示市场指数收益率, S_t 为第 t 日的市场指数收盘价。对两市场指数日收益率的描述性统计分析结果见表 1。

表 1 创业板及中小板市场指数日收益率基本统计量

样本	均值	中值	最大值	最小值	标准差	偏度	峰度	JB 统计量	伴随概率 P	<i>cybr</i>	<i>zxbr</i>
<i>cybr</i>	-0.000 583	0.001 076	0.065 948	-0.078 435	0.019 930	-0.403 484	3.797 036	25.890 07	0.000 002	1.000 000	0.888 278
<i>zxbr</i>	-0.000 221	0.000 791	0.049 282	-0.065 047	0.015 953	-0.375 436	3.603 655	18.680 16	0.000 088	0.888 278	1.000 000

由表 1 可知,创业板指数及中小板指数收益率均值很小,几乎接近于 0,且为负的,表明在此期间,投资两市的投资者均是亏损的。同时,两市股指收益率的分布均有左偏性,收益率的峰度值均大于正态分布的峰度值,通过 JB 统计量检验知,两市场指数收益率均不服从正态分布,具有“尖峰后尾”特征。在此基础上进一步分析表明两市场指数收益

率均存在序列自相关和 ARCH 效应,并依据 AIC 及似然函数准则选用 GARCH-t 模型来拟合样本数据,表 2 是参数估计结果。 α 的估计值均大于 0,且 $\alpha + \beta < 1$,满足约束条件,说明两市场收益率均存在波动“集聚”现象,即过去的波动和未来的波动有正的相关关系,其中创业板市场受波动影响大于中小板。

表 2 GARCH-t 模型下两市场参数估计结果

参数	μ	ω	α	β	ν	对数似然值
<i>cybr</i> (399006)	-0.000 315 6	2.535E-005	0.058 19	0.875 34	13.161	1 217.4
<i>zxbr</i> (399005)	-9.351E-005	1.585E-005	0.056 374	0.880 56	15.08	1 322.4

2. DCC-GARCH 模型估计结果及分析

利用 DCC-GARCH 模型估计两市场的动态相关

性,运用 *winrats8.0* 得到两市场之间的动态相关系数序列的描述性统计量如表 3。

表 3 DCC-GARCH 模型下创业板市场与中小板市场收益率序列相关系数描述性统计

样本	均值	中值	最大值	最小值	标准差	偏度	峰度	JB 统计量	伴随概率 P
<i>cybr-zxbr</i>	0.888 43	0.898 51	0.945 93	0.729 34	0.037 69	-1.316 62	4.941 79	214.982	0.000 002

由表 3 可以看出,创业板市场与中小板市场之间的相关系数均大于零,均值为 0.888 427,最大值

为 0.945 926,最小值为 0.729 338,两市场表现出较强的正相关性。另外,两市场的动态相关系数的标

准差为 0.037 687,表明两市场相关性的波动较小,也从一定程度上反映了两市场变化的一致性。

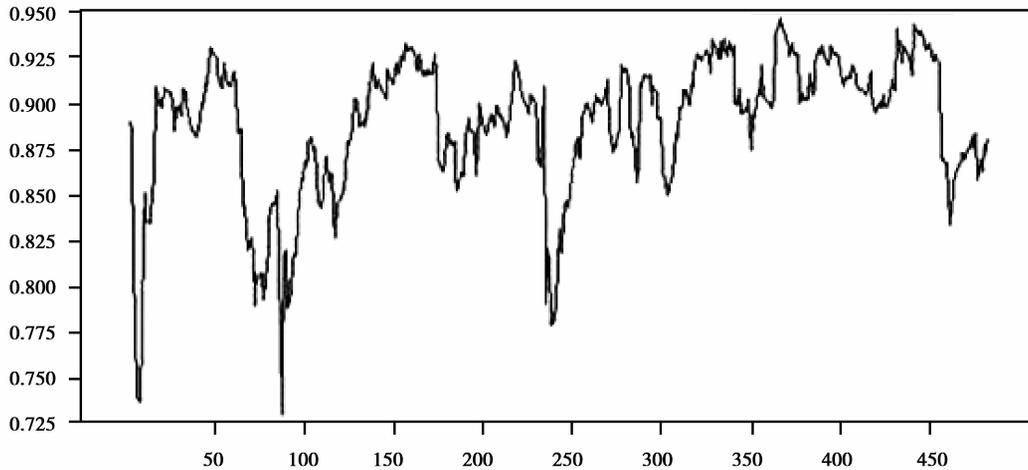


图 1 DCC-GARCH 模型下两市场间的动态相关系数走势

DCC-GARCH 模型下,两市场间的动态相关系数变化可以通过图 1 表示。由图 1 可以看出,2010 年底到 2011 年上半年,创业板市场与中小板市场之间的相关系数有比较大的波动,从 2011 年下半年开始,二者相关关系趋于稳定。且两年的时间内,两市场的相关系数在 2010 年 7 月份、10 月份及 2011 年的 5 月份有较大幅度的下跌,前一时间点大幅下跌的主要原因在于创业板指数发布不久样本股调整,而后两时间点的大幅下跌与 2010 年 7 月份创业板的解禁潮和 2011 年 5 月份的创业板高管大幅度减持有关。

3. Copula 函数估计结果及分析

表 4 为常相关的二元正态 Copula 函数的参数估计结果。由表 4 的常相关参数可知,创业板市场与中小板市场指数收益率序列间具有较强的正相关关系,相关系数为 0.882 11。金融时间序列间的相关关系一般是时变的,这里我们选取 $q = 10$ 来考察两市场间的动态相关关系,表 5 为参数估计的结果。由表 5 可知,创业板市场与中小板市场指数收益率序列的持续性参数 $\beta_\rho = 0.13543$,说明这两个序列的时变相关参数受前一期影响,但不是太大。实际上,图 2 也能表明两市场间的动态相关性受前期影响。由图 2 可以看出,创业板市场与中小板市场之间的时变相关系数波动稍大,但也仅限于狭窄的区间内 $[0.862, 0.925]$,相关系数出现的高点、低点等异常值与 DCC-GARCH 模型估计结果基本一致。

表 4 常相关二元正态 Copula 函数的参数估计结果

样本	ρ	对数似然值
cybr-zxbr	0.882 11	-363.61

表 5 时变二元正态 Copula 函数的参数估计结果

样本	ω_ρ	β_ρ	α_ρ	对数似然值
cybr-zxbr	-1.731 3	0.135 43	5	-364.87

表 6 Copula 模型下创业板市场与中小板市场收益率序列相关系数描述性统计量

样本	均值	中值	最大值	最小值	标准差
cybr-zxbr	0.885 4	0.885	0.924 3	0.863 2	0.010 25

表 6 为利用 Copula 模型,运用 MATLAB 计算得到的两市场之间的动态相关系数序列的描述性统计量。由表 6 可以看出,Copula 模型下创业板市场与中小板市场之间的时变相关系数均大于零,均值为 0.885 4,这与常相关系数 0.882 11、静态相关系数 0.888 3、DCC-GARCH 估计的动态相关系数均值 0.888 4 相差无几,说明不管是基于线性考虑还是非线性考虑,两市场间确实存在较强的正相关关系。另外,时变相关系数最大值为 0.924 3,与 DCC-GARCH 模型估计的相关系数最大值 0.945 926 也相

差不大;但最小值 0.863 2 较 DCC-GARCH 模型估计的 0.7293 38 要大一些,这主要是由于 Copula 函数考虑了收益率随时间变化而导致的结果。再者,两方法估计的动态相关系数的标准差均较小,DCC-

GARCH 模型下为 0.037 687, Copula 模型下为 0.010 25,表明两市场相关系数的波动性较小,具有较强的稳定性,进一步说明两市场的表现确实相差不大。

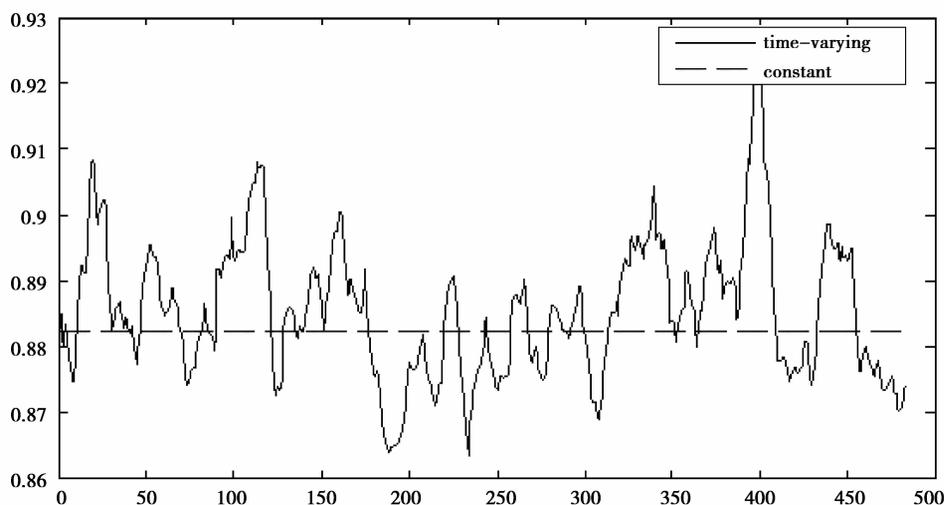


图 2 Copula 模型下两市场间的时变相关系数走势

四、结论与建议

通过线性和非线性模型考察我国创业板市场与中小板市场收益率之间的相关性,可以得出以下结论与建议:

第一,创业板市场与中小板市场指数收益率静态相关系数为 0.888 2, DCC-GARCH 动态相关系数均值为 0.888 4, Copula 常相关系数为 0.882 11, Copula 时变相关系数均值为 0.885 4。无论是静态相关系数,还是动态相关系数;无论是线性相关系数,还是非线性相关系数,均表明两市场间存在较强的正相关关系。

第二, DCC-GARCH 模型下,两市场间的动态相关系数在一个狭窄的区间 $[0.729, 0.946]$ 波动,除了 2010 年 7 月、10 月及 2011 年 5 月因样本股调整、股票解禁和高管减持造成的动态相关系数大幅度下跌外,其他时间估计的 GARCH 动态相关系数均表现出较强的稳定性。Copula 模型下,两市场间的动态相关系数也在一个狭窄的区间 $[0.862, 0.925]$ 波动,但在时间窗口期内有异常值出现,这是因为市场间的非线性影响因素所致。所以, Copula 模型要优于 DCC-GARCH 模型。

第三,似然函数值表明,时变 Copula 模型因捕捉了资产收益率的持续性,估计两市场间的相关系数效果要优于常相关 Copula 模型。

总之,创业板市场与中小板市场间,无论是线性相关性还是动态相关性均较强,且二者表现出很强的趋同性,表明创业板市场与中小板市场合并将是必然趋势,这为我国的资本市场改革提供了理论佐证。另外, Copula 模型因考虑了金融市场间的非线性及非对称性特点,参数估计效果优于 DCC-GARCH 模型,建议机构投资者在进行资产组合投资时采用 Copula 模型计算市场间的动态相关系数;同时,鉴于创业板市场与中小板市场的有效区分性不足,建议机构投资者(如基金公司)最好不要跨此二市场进行资产配置。

参考文献:

- 高铁梅. 2006. 计量经济分析方法与建模: Eviews 应用及实例 [M]. 1 版. 北京: 清华大学出版社.
- 金龙, 王正林. 2009. 精通 MATLAB 金融计算 [M]. 北京: 电子工业出版社.
- 韦艳华, 张世英. 2008. Copula 理论及其在金融分析上的应用 [M]. 北京: 清华大学出版社.

徐有俊,王小霞,等. 2010. 中国股市与国际股市联动性分析——基于DCC-MGARCH模型研究[J]. 经济经纬(5): 124-128.

游家兴,郑挺国. 2009. 中国与世界金融市场从分割走向整合——基于DCC-MGARCH模型的检验[J]. 数量经济技术经济研究(12): 96-107.

张自然,丁日佳. 2012. 人民币外汇市场间不对称汇率变动的实证研究[J]. 国际金融研究(2): 85-95.

BATRAM S M, TAYLOR S J, WANG Y H. 2007. The Euro and

European Financial Market Dependence [J]. Journal of Banking & Finance, 31(5): 1461-1481.

ENGLE R F. 2002. Dynamic Conditional Correlation Simple Class of Multivariate GARCH Models [J]. Journal of Business and Economic Statistics, 20(3): 339-350.

PATTON A J. 2006. Modeling Asymmetric Exchange Rate Dependence [J]. International Economic Review, 47(2): 527-556.

Analysis of Dynamic Correlation between Growth Enterprise Market and the Small and Medium-sized Board Market in China

—Comparative Analysis Based on DCC-GARCH Model and Copula Model

GENG Qing-feng

(Department of Public Economics and Finance, Minjiang University, Fuzhou 350108, China)

Abstract: The study on the correlation between financial markets is the basis of financial risk measurement and assets portfolio management. This paper aims to study the dynamic correlation between growth enterprise market and SME board market by building models according to the return series of the two boards' indexes and calculating dynamic correlation coefficient of the two markets on the basis of DCC-GARCH model and Copula model by using growth enterprise market index (399006) and small and medium-sized board market index (399005) during June 1st, 2010 to May 31st, 2012. The study results show as follows: (1) there is positive correlation between growth enterprise market and SME board market and the correlation is very strong and stable; (2) Copula Model considers nonlinear factors between markets and it is better than DCC-GARCH Model in description of the correlation between financial markets; (3) time-varying Copula model is better than constant correlation Copula model in describing the feature of the change of market return rate with the change of time and in describing the correlation between financial markets. Thus, it is an inevitable trend that China's growth enterprise market merges with China's small and medium-sized market, the investors should use Copula Model to analyze dynamic correlation between financial markets but should not invest across growth enterprise market and small and medium-sized market.

Key words: growth enterprise market; small and medium-sized market; DCC-GARCH Model; Copula model; correlation between financial market; dynamic correlation coefficient; nonlinear correlation; asset return rate

CLC number: F830.9; F224.9 **Document code:** A **Article ID:** 1674-8131(2013)05-0079-06

(编辑:南 北)