

股票价格与短期利率动态相关性的实证分析

郑振龙, 张 蕾

(厦门大学 经济学院, 福建 厦门 361005)

摘要: 对 1996-2006 年之间中国短期利率与上证综指之间的动态相关性, 运用了动态条件相关的二维 GARCH 模型和 ACC(自回归条件相关)模型进行了实证分析。实证结果表明了 2002 年之前利率与股指之间动态负相关性比较微弱, 说明我国金融市场存在分割性, 但是从 2002 年这种负相关性持续增强, 表明中国的金融市场逐渐走向成熟。

关键词: 短期利率; 股票指数; 动态条件相关; 多维 GARCH; ACC(自回归条件相关)

中图分类号: F830 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-2154(2007)05-0047-05

一、引言

由于信息技术和金融衍生技术的进步和一些国家纷纷撤销金融管制, 国家之间金融市场的相关性和国内金融市场之间的相关性逐渐增强。以往研究相关性的文献都是研究在一种金融市场(如股票市场或债券市场)中资产的收益和相关性。仅仅在最近, 金融学家才开始研究两个市场之间的相关性。例如, Breen, Glosten 和 Jagannathan 发现短期利率市场和股票指数期货收益有负的相关性^[1]; Schwert 研究了美国股票市场和债券市场的收益和波动性同时变化^[2]; Fleming, Kirby 和 Ostdiek 用随机波动模型检验了股票、债券和货币市场的波动性关系^[3]。虽然他们发现了三个市场间紧密的联系, 但是他们都没有考察股票和债券市场之间的动态条件相关系数和条件协方差。

另外一些研究开始关注债券价格与股票价格之间的长期均衡和短期波动关系^[4-6], 并以此来判断它们之间的影响和关联程度。Rahma 和 Mustafa 曾经分析了许多国家股票价格和利率之间的因果关系, 并进行了协整检验, 其结果认为, 在大多数国家中不存在股票价格与利率之间显著 Granger 因果关系, 但可能存在一个显著的长期协整关系^[7], 这说明了股票市场同债券市场密切相关。

众所周知, 资产收益方差和协方差的研究在金融资产的定价、资产的最优配置和金融机构的风险管理方面都有很重要的应用。其中, 动态条件相关的多维 GARCH 模型在模拟金融资产波动性和收益之间的相

收稿日期: 2007-01-29

基金项目: 教育部人文社科基地重大项目“金融制度设计与经济增长”(05JJD790026)基金资助

作者简介: 郑振龙(1966-), 男, 福建平潭人, 厦门大学经济学院教授, 金融学博士, 厦门大学王亚南经济研究院副院长, 主要从事资产定价、金融工程和风险管理方向研究; 张蕾(1979-), 女, 河南郑州人, 厦门大学金融工程专业博士研究生, 主要从事金融工程和风险管理方向研究。

感谢金融工程与风险管理国际研讨会与会学者对本文的有益建议, 同时非常感谢美国波特兰州立大学林光平教授提供编程方面的指导。

关性研究方面代表了一种主要的方向。这些模型所估计出来的方差和协方差矩阵是时变的,使我们可以分析两种资产之间的跨期影响。本文的研究意义在于:首先,本文中我们运用动态条件相关的二维 GARCH 模型和 ACC 模型(自回归条件相关)考察短期利率和股票市场之间的关系,并且验证了用动态条件相关的二维 GARCH 模型的预测比其他的模型要好;其次,我们得出了短期债券市场和股市之间的相关系数,从具体的数值分析了股市对短期利率的敏感程度,因此对投资管理和风险管理有良好的指导作用。

二、模型的选择

(一) 动态条件相关的多维 GARCH 模型

总结各类研究多维 GARCH 模型的文献^[8-13],我们可以比较出各种模型的优缺点,Bollerslev 提出的 VECH 模型最大的缺点是不能保证 H_t 的正定性^[14];由 Bollerslev 提出的常数相关的多维 GARCH 模型又违反了相关性的时变性^[15];而 Engle 和 Kroner 提出的多维 GARCH(1,1) - BEKK 模型虽然保持了 H_t 的正定性^[16],但是模型中参数的意义不能用经济意义解释。所以本文采用了 2002 年由 Engle 提出的动态条件相关的多维 GARCH 模型^[17],模型如下:

$$[\varepsilon_{1,t} \quad \varepsilon_{2,t}]' \sim N(0, H_t) \quad H_t = D_t V_t D_t$$

其中: $D_t = \text{diag}[\sigma_{11,t}, \sigma_{22,t}]$, $V_t = \begin{bmatrix} 1 & \rho_{12,t} \\ \rho_{21,t} & 1 \end{bmatrix}$, $V_t = D_t^{-1} H_t D_t^{-1}$ 是标准残差的条件相关矩阵。

$$\sigma_{11,t}^2 = \omega_1 + \alpha_1 \sigma_{11,t-1}^2 + \beta_1 \varepsilon_{1,t-1}^2 \quad \sigma_{22,t}^2 = \omega_2 + \alpha_2 \sigma_{22,t-1}^2 + \beta_2 \varepsilon_{2,t-1}^2$$

其中 $\eta_{1,t} = \frac{\varepsilon_{1,t}}{\sigma_{11,t}}$, $\eta_{2,t} = \frac{\varepsilon_{2,t}}{\sigma_{22,t}}$ 为标准残差, $\rho_{12,t}$ 是动态相关系数。

似然函数为:

$$L = -\frac{1}{2} \sum_{t=1}^T (n \log(2\pi) + \log |H_t| + \varepsilon_t' H_t^{-1} \varepsilon_t) = -\frac{1}{2} \sum_{t=1}^T (n \log(2\pi) + \log |D_t V_t D_t| + \varepsilon_t' D_t^{-1} V_t^{-1} D_t^{-1} \varepsilon_t) =$$

$$[-\frac{1}{2} \sum_{t=1}^T (n \log(2\pi) + \log |D_t|^2 + \varepsilon_t' D_t^{-2} \varepsilon_t)] + [-\frac{1}{2} \sum_{t=1}^T (\log |V_t| + \eta_t' V_t^{-1} \eta_t - \eta_t' \eta_t)]$$

参数估计方法:

第一步:估计上式的第一部分

$$-\frac{1}{2} \sum_{t=1}^T (n \log(2\pi) + \log |D_t|^2 + \varepsilon_t' D_t^{-2} \varepsilon_t) = -\frac{1}{2} \sum_{t=1}^T \sum_{i=1}^2 (\log(2\pi) + (\log(\sigma_{ii,t}^2) + \frac{\varepsilon_{i,t}^2}{\sigma_{ii,t}^2})$$

其实就是单个 GARCH 似然函数的和。

第二步:对第二部分进行估计

$$-\frac{1}{2} \sum_{t=1}^T (\log |V_t| + \eta_t' V_t^{-1} \eta_t - \eta_t' \eta_t) = -\frac{1}{2} \sum_{t=1}^T (\log |V_t| + \eta_t' V_t^{-1} \eta_t)$$

其中,等号后面的式子是把似然函数中常数去掉。 n 为市场的个数,文中等于 2。

(二) ACC (Autoregressive Conditional Correlations) 模型

在估计方法中的第二步骤中,为了使动态条件相关系数 ρ_t 落在 $[-1, 1]$ 里面,一个更加方便有效的方法

是用 Fisher 转换 $x_t = \frac{1}{2} \ln \left[\frac{1 + \rho_t}{1 - \rho_t} \right]$, 那么

$$\rho_t = \frac{\exp(2x_t) - 1}{\exp(2x_t) + 1} \quad (1)$$

令 x_t 服从 ACC 模型:

$$x_t = c_0 + c_1 x_{t-1} + c_2 \eta_{1,t-1} \eta_{2,t-1} \quad (2)$$

这里 $\eta_{1,t-1} = \frac{\varepsilon_{1,t-1}}{\sigma_{11,t-1}}$, $\eta_{2,t-1} = \frac{\varepsilon_{2,t-1}}{\sigma_{22,t-1}}$, 为标准残差, c_0, c_1, c_2 为参数值。

对于 Engle^[17], DCC 模型可以用两阶段方法进行估计, 对于方差的估计方法, 我们采用标准的方法, 在这里将不再赘述。对于相关性的估计, 我们采用 Gaussian 伪最大似然估计法。那么相关性估计的 Gaussian-log 似然函数是

$$L = -T \ln(2\pi) - \frac{1}{2} \sum_{i=1}^T \ln |V_i| + \frac{1}{2} \sum_{i=1}^T r_i' V_i^{-1} r_i \quad (3)$$

把 θ 的 Fisher 转换 x_i 和 x_j 的表达式(即(1)和(2)两式)代入(3)式估计, 其中 $c_0 c_1 c_2$ 为被估参数。

三、样本和数据的处理

目前我国浮息债券的基准利率有 1 年期定期存款利率和 7 天回购利率两种。与同业拆借市场相比, 回购市场参与机构的范围更加广泛, 而且债券回购的风险又低于信用拆借。从 1999 年起, 国内回购市场的交易量已经超过了同业拆借市场, 因此它更能反映中国市场资金流动性的松紧^[18]。

本文所用到的样本数据^①的时间窗口从 1996 年 7 月 23 日至 2006 年 7 月 10 日, 共 2504 个样本点。所选用的是上海综合指数日数据和上海证券交易所 7 天回购利率的每日报价。由于回购利率跟春节、五一、十一等大假期和新股申购有很大关系, 因此我们去掉了大假期前和新股申购当日的极端值, 共有 2304 个数据。1996 年至 2002 年七年间, 央行连续八次降息, 且交易所国债回购市场 1996 年才刚刚起步, 规模逐步扩大, 导致 2002 年以前国债回购利率变动与指数中期走势相关性较低, 而在 2002 年之后, 由于央行利率一直处于稳定状态, 国债回购利率走向与指数变动相关性大大提高。本文一开始对 1996 年至 2006 年的数据进行拟合, 明显发现 2002 年是一个分界点, 因此, 一个很自然的处理方法是以前 2002 年 2 月 21 日(调息日)为分界点, 对于 2002 年以前和以后的样本点分别建立模型进行估计。本文把总的样本分为两个子样本进行研究, 第一个子样本从 1996 年 7 月 23 日到 2002 年 2 月 21 日, 共有 1306 个样本点, 第二个样本从 2002 年 2 月 21 日到 2006 年 7 月 10 日, 共有 998 个样本点。

表 1 给出了两个子样本的简单相关系数, 可以看出 2002 年后的股指和 7 天回购利率呈现负相关性。

表 1 简单相关系数

| | 2002 年以前 | 2002 年后 |
|--------|----------|----------|
| 简单相关系数 | 0.030842 | -0.01227 |

本文把全部的样本分为两个子样本分别进行研究, 由于篇幅限制, 对数据进行的各种统计检验不在文中一一列出。

对于 7 天回购利率的处理, 根据 Gray S F. 的方法, 建立利率波动模型:

$$\Delta r_t = c + \Psi r_{t-1} + \varepsilon_t; \quad \varepsilon_t = \sqrt{\sigma_t^2} \eta_t; \quad \sigma_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_t^2 + \alpha_2 \sigma_{t-1}^2$$

其中: r_t 为 7 天回购利率的每日收盘报价, ε_t 为残差, σ_t^2 为方差, c 、 Ψ 、 α_0 、 α_1 、 α_2 为参数。

对于上海证交所综合指数的日数据, 先进行自然对数处理, 然后建立 GARCH 模型:

$$y_t = y_{t-1} + \varepsilon_t; \quad \varepsilon_t = \sqrt{\sigma_t^2} \eta_t; \quad \sigma_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_t^2 + \alpha_2 \sigma_{t-1}^2$$

其中: y_t 为上海证交所综合指数每日收盘价的自然对数值, α_0 、 α_1 、 α_2 为参数。

四、实证分析

分别对 7 天回购利率(R007)和上海证券交易所综合指数进行单维 GARCH 估计。估计结果如下:

① 本文的数据来自于大智慧。

表2 单维 GARCH 模型估计的结果^① (1996-2002)

| | C | Ψ | α_0 | α_1 | α_2 |
|--------|------------------------|-------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| 7天回购利率 | 0.004782 (0.000291) | -0.001665 (6.27E-05) | 4.92E-06 (2.68E-07) | 0.522074 (0.020072) | 0.682962 (0.005579) |
| 上海综指 | | | 1.09E-06 (2.15E-07) | 0.169926 (0.013529) | 0.836718 (0.009301) |

注:表中数字代表参数估计值,下面括弧中的数字代表标准误差。

表3 单维 GARCH 模型估计的结果(1996-2002)

| | C | Ψ | α_0 | α_1 | α_2 |
|--------|------------------------|-------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| 7天回购利率 | 0.002114 (0.000276) | -0.001150 (0.000144) | 6.21E-07 (5.33E-08) | 0.756675 (0.038394) | 0.466601 (0.012048) |
| 上海综指 | | | 1.91E-06 (4.93E-07) | 0.052040 (0.012522) | 0.906231 (0.019445) |

对于相关性的估计,我们所采用的算法是最大似然值法,程序运行通过 GAUSS windows6.0,结果如下表:

表4 相关性估计的结果(1996-2002)

| c_0 | c_1 | c_2 |
|-------------------------|------------------------|---------------------------|
| 0.0032145 (0.027599) | -0.90844 (0.011675) | -0.0021123 (0.0030969) |

表5 相关性估计的结果(2002-2006)

| c_0 | c_1 | c_2 |
|-------------------------|-----------------------|-------------------------|
| -0.011971 (0.016523) | 0.21747 (0.073585) | -0.029684 (0.016236) |

为了便于比较,我们把1996-2002和2002-2006的动态相关系数画在图一中,如下所示:

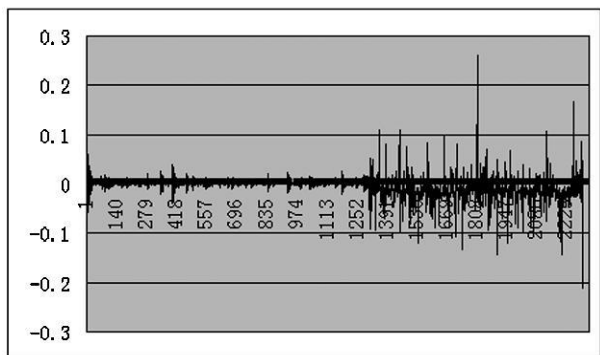


图1 上证综指和R007的动态相关系数图

由图1中的动态相关系数可以看出,在第1300个数据点处,即2002年2月21日,在这之前,短期利率与上证指数的动态相关系数不是很明显,在这之后,两者的动态相关性呈现很明显的负相关,并且相关性明显增强。同时,从短期来看,短期利率与上证指数的动态相关系数之间存在着明显的周末效应。更深入的研究是把周日和假期作为虚拟变量引入动态相关系数中来衡量周日和假期对于动态相关系数的影响大小;另外,对于单个市场的信息的到来如何影响两个市场之间的动态相关性的研究等问题我们还会进行后续研究。

五、结论和未来的研究

从动态相关系数的图上,可以看出短期利率市场与上证综指存在着动态的负相关性,但是负相关性并不是很明显,并且在2002年之前负的相关性更不明显,说明了中国金融市场存在分割性。这也是由我国的特殊国情决定的。首先,我国的利率虽然从2002年开始市场化,但到目前为止,利率市场化的程度还比较低。利率尚不能真实反映市场的资金供求状况。其次,我国股市尚处发展的初级阶段,股市规模还比较小。中国股市从无到有,发展至今不过十多年,与西方国家已存在一百多年的股市相比,规模明显偏小。而偏小的

^①从表2的结果中我们可以发现,在条件方差中存在过高的持续性,这不符合ARCH和GARCH模型中所隐含的平稳性条件。换句话说,由于条件方差的参数之和大于1,因而会导致残差呈指数型增长。国际上的同类研究也发现利率数据具有这样的特点,如:文献[2]研究了美国国库券收益率,发现参数之和为1.0096;文献[5]研究了美国一个月国库券收益率,得到参数之和为1.10;文献[4]对同样收益率的研究,发现参数之和为1.0303。但是,国债回购利率仍然有可能是严格平稳的序列,参照文献[7]。

股市规模使股市容易受到操纵, 从而脱离利率的影响。最后, 我国的融资融券在 2006 年 8 月之前还没有开展, 套利机制无法发挥作用, 利率与股市的联系渠道不畅。

本文研究了短期债券市场利率和股票价格的动态条件相关性, 那么对于两者之间相关性的影响因素的研究以及未来对于中长期债券市场和股票市场等资本市场相关性的研究还需进一步加强, 这特别是对于基金和个人投资组合以及风险研究具有很大的现实意义。

参考文献:

- [1] Breen W, L R Glosten, R Jagannathan. Predictable Variations on Stock Index Returns[J]. *Journal of Finance*, 1989(44): 1177- 1189.
- [2] Schwert G W. Why Does Stock Market Volatility Change over Time? [J]. *Journal of Finance*, 1989(44): 1115- 1153.
- [3] Fleming J, C Kirby, B Ostdiek. Information and Volatility Linkages in the Stock, Bond, and Money Markets[J]. *Journal of Financial Economics*, 1989(49): 111- 137.
- [4] 吴雄伟, 谢赤. 银行间债券市场回购利率的 ARCH/GARCH 模型及其波动性分析[J]. *系统工程*, 2002, 20(5): 88- 91.
- [5] 夏春光. 我国股市波动的利率效应[J]. *统计与决策*, 2005(7): 95- 97.
- [6] 陈德伟, 金戈. 利率、股票价格与货币政策传导[J]. *商业研究*, 2005(13): 162- 164.
- [7] Muhammad Mustafa, Matir Rahman. Excess US bank reserves and the short- term interest rate differentials: evidence from bivariate cointegration analysis[J]. *Applied Economics Letters*, 1999(6): 333- 336.
- [8] Engle Ng, Roth Schild. Asset pricing with a factor ARCH covariance structure: empirical estimates for treasury bills [J]. *Journal of Econometrics*, 1990(45): 213- 238.
- [9] Glosten L R, Jagannathan R, Runkle D. On the relation between the expected value and the volatility of the nominal excess return on stock [J]. *Journal of Finance*, 1993(48): 1779- 1801.
- [10] Kees, Nissen, Schotman, Wolff. The dynamics of short- term interest rate volatility reconsidered [J]. *European Finance Review*, 1997(1): 105- 130.
- [11] Ledoit, Santa- Clara, Wolf. Flexible Multivariate GARCH Modeling With an Application to International Stock Markets[J]. *The Review of Economics and Statistics*, 2003(3): 735- 747.
- [12] Nelson D. Conditional Heteroskedasticity in Asset Returns: A New Approach[J]. *Econometrica*, 1991(59): 347- 370.
- [13] Darbar Salim M. Partha Deb, Cross- Market Correlations and Transmission of Information[J]. *The Journal of Futures Markets*, 2002, 22(11): 1059- 1082.
- [14] Bollerslev Tim, Robert Engle, J M Woodridge. A Capital Asset Pricing Model with Time Varying Covariances[J]. *Journal of Political Economy*, 1988(96): 116- 131.
- [15] Bollerslev, Tim. Modeling the coherence in Short- run Nominal Exchange Rates: A Multivariate Generalized ARCH model[J]. *Review of Economics and Statistics*, 1990(72): 498- 505.
- [16] Engle, Robert, K Kroner. Multivariate Simultaneous GARCH[J]. *Econometric Theory*, 1995(11): 122- 150.
- [17] Engle, Robert F. Dynamic Conditional Correlation: A Simple Class of Multivariate GARCH Models[J]. *Journal of Business and Economic Statistics*, 2002(20): 339- 350.
- [18] 洪永淼, 林海. 中国市场利率动态研究——基于短期国债回购利率的实证分析[J]. *经济学(季刊)*, 2006, 5(2): 511- 532.

Dynamic Conditional Correlation Analysis between Stock Price and Interest Rate

ZHENG Zhen-long, ZHANG Lei

(School of Finance, Xiamen University, Xiamen 361005, China)

Abstract: This paper investigates the dynamic conditional correlation between stock price and interest rate by employing a dynamic multivariate GARCH model and ACC model. The statistics show that the stock return is negatively correlated with the daily interest rate. The evidence reveals that the correlation coefficient between stock and interest is time varying. Analyzing the dynamic path of the correlation coefficients suggests that the increase in negative correlation from 2002 is related to the mature of Chinese financial market.

Key words: interest rate; stock index; dynamic correlation; multivariate GARCH; ACC

(责任编辑 毕开凤)