

基于 GARCH 族模型的我国股市波动性研究^①

姜翔程, 熊亚敏

河海大学 商学院, 南京 211100

摘要: 选取 1996 年 12 月 16 日到 2015 年 5 月 19 日期间上证综指和深证成指日收益率数据, 建立二变量指标的 GARCH 模型、TARCH 模型和 EGARCH 模型, 对我国股市的波动性进行实证分析. 结果发现: EGARCH 模型能较好地拟合沪深两市日收益率波动的时间序列, 而且我国股市存在显著的非对称性, 表现为股票市场上投资者对利好消息的反应小于对同等程度的利空消息的反应.

关键词: 收益率波动性; GARCH 族模型; ARCH 效应; 非对称性

中图分类号: F830.91; F224.0

文献标志码: A

文章编号: 1000-5471(2017)02-0115-05

国外的股票市场起步早, 发展成熟, 长期以来国外的研究者已经对股市的波动性做了充分研究. 他们广泛运用 ARCH 类模型对金融市场的波动特征进行实证分析, 结果表明, 大多数股票市场都表现出波动集聚性、异方差性和非对称性特征. 中国股市在 20 多年的发展历程中, 出现了牛熊市的轮替, 也经历了数次跌宕起伏, 对比现有的研究成果, 我国股票市场在这种情况下是否仍然具有股市波动的一般特性, 是否具有非对称性和杠杆效应, 这些都值得我们思考.

金融市场的波动一直是现代金融理论及实证研究的重要领域, 其中股票市场价格波动的问题也是众多研究者非常感兴趣的课题. 股市收益率的波动是股票市场对消息反应程度的集中体现, 它大体上反映了市场的反应特征, 因此, 研究股票市场的波动性问题实质就是研究股市收益率的波动.

最早能够用来解释和反映金融时间序列表现出的波动集聚性和条件异方差性特征的模型是自回归条件异方差模型(ARCH 模型), 该模型是 Engle 于 1982 年提出的^[1]; 1986 年 Bollerslev 假定方差为滞后残差平方的函数, 提出了广义自回归条件异方差模型(GARCH 模型), 更加简洁地解释了金融时间序列的波动集聚性和条件异方差性特征^[2]; 为了区分正负冲击对波动的影响, Zakoian 于 1990 年在 ARCH 模型的基础上引入了虚拟变量作为门限, 提出了门限 ARCH 模型(TARCH 模型), 该模型有效描述了波动的非对称效应^[3]; Nelson 于 1991 年将条件方差定义为对数形式, 提出了指数 GARCH 模型(EGARCH 模型), 更有效地反映波动的非对称性效应^[4].

目前国内对股市收益率波动也进行了大量的实证分析, 研究对象不仅包括上证、深证和沪深 300 指数, 还扩展到其他一系列指数, 研究模型也更加复杂, 但主要还是集中在使用时间序列模型对沪深两市的大盘指数波动率进行分析. 汪星、彭作祥通过 ARFIMA-GARCH 对沪深股市综合指数对数收益率进行拟合, 指出了其波动的非对称性^[5]; 傅强、伍习丽以上证综指和深证成指为反映中国股市主体情况的研究对象, 利用高频数据的 ARFIMA-WEBV-VAR 模型刻画了对数收益率的波动情况, 充分描述了资产的尖峰厚尾分布^[6]; 刘玄、冯彩(2009)^[7], 罗阳、杨桂元(2013)^[8], 李龙(2014)^[9], 杨昌安(2015)^[10]以上证综指为研究对象, 并成功对其日收益率序列建立 GARCH 模型, 发现我国股票市场波动存在条件异方差性和非对称性; 张保平(2009)^[11], 周勇、张小华(2013)^[12]基于 GARCH 模型对深圳股市波动性进行了实证分析, 发现

① 收稿日期: 2015-06-04

作者简介: 姜翔程(1968-), 男, 江苏海门人, 教授, 博士, 主要从事金融工程与投资管理研究.

EGARCH 模型能较好地拟合深市的收益率波动,而且反映出股市的杠杆效应明显.通过中国学者对我国沪深两市股指波动的一系列实证分析,我们发现我国股市和国外的股票市场一样,也存在着 ARCH 效应和非对称效应.

1 模型介绍

通常采用自回归移动平均模型来设定日收益率的均值方程. $ARMA(p, q)$ 的形式为

$$y_t = \varphi_0 + \sum_{i=1}^p \varphi_1 y_{t-i} + \sum_{i=1}^q \theta_i y_{t-i} + \epsilon_t \tag{1}$$

本文运用 3 个不同的模型来设定其方差方程,分别是 GARCH, TARCH 和 EGARCH, 它们都是建立在 ARCH 模型的基础上. 自回归条件异方差模型的主要思想是时刻 t 的 μ_t 的方差 σ_t^2 依赖于时刻 $t-1$ 的平方误差的大小,即 μ_{t-1}^2 . ARCH(p, q) 模型为

$$x_t = \beta_0 + \beta_1 x_{t-1} + \beta_2 x_{t-2} + \cdots + \beta_p x_{t-p} + \mu_t \tag{2}$$

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 \mu_{t-1}^2 + \alpha_2 \mu_{t-2}^2 + \cdots + \alpha_q \mu_{t-q}^2 + \mu_t \tag{3}$$

GARCH 模型假定方差为滞后残差平方的函数,其方差方程中变量均为平方项形式,这就导致序列波动对正负冲击做出相同的反应. GARCH(p, q) 模型为

$$x_t = \beta_0 + \beta_1 x_{t-1} + \beta_2 x_{t-2} + \cdots + \beta_p x_{t-p} + \mu_t \tag{4}$$

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \sum_{i=1}^q \alpha_i \mu_{t-i}^2 + \sum_{j=1}^p \beta_j \sigma_{t-j}^2 \tag{5}$$

TARCH 模型通过引入虚拟变量来设置一个门限,来区分正负冲击的影响.在实际应用中,我们通常采用 TARCH(1, 1) 模型为

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 \mu_{t-1}^2 + \gamma \mu_{t-1}^2 d_{t-1} + \beta \sigma_{t-1}^2 \tag{6}$$

其中若 $\mu_{t-1} \geq 0, d_{t-1} = 0; \mu_{t-1} < 0, d_{t-1} = 1$.

EGARCH 模型通过均值方程的干扰项和干扰项的绝对值与干扰项的标准差之比来分析正负信息冲击对金融时间序列波动造成的影响,在实际应用中,我们通常采用 TARCH(1, 1) 模型为

$$\ln(\sigma_t^2) = \alpha_0 + \alpha \left| \frac{\mu_{t-1}}{\sigma_{t-1}} \right| + \gamma \frac{\mu_{t-1}}{\sigma_{t-1}} + \beta \ln(\sigma_{t-1}^2) \tag{7}$$

2 实证分析

2.1 数据选择及基本分析

上证综指和深证成指分别反映了两大证券交易所的总体趋势,是沪深两市的代表性指数,因此,本文将上证综指和深证成指作为实证研究对象,搜集两大样本指数每日的收盘价数据,时间跨度选取 1996 年 12 月 16 日到 2015 年 5 月 19 日,原因是考虑到我们证券市场从 1996 年 12 月 16 日开始实行涨停板制度.本文数据源于网易财经,下面均利用时间序列分析软件 Eviews8.0 来完成对样本指数的收益率序列实证分析.

为了消除时间序列的不平稳性,本文采用对数指数收益率,按以下公式计算:

$$R_t = \ln P_t - \ln P_{t-1} \tag{8}$$

其中 P_t 为某指数第 t 个交易日的收盘价.

从图 1 和图 2 可以看出,两大样本指数日收益率的波动存在明显的集聚性、时变性和突发性,因此要对两个时间序列分别进行 ARCH 效应检验.另从统计量可以分析出:两市的收益率序列偏度小于 0,峰度 K 大于 3, JB 统计量显著大于统计值,说明两个时间序列均不服从正态分布,具有尖峰厚尾性.

表 1 沪深两市收益率主要指标

	均值	标准差	峰度	偏度	JB
深证成指	0.000 311	0.018 247	6.674 447	-0.248 633	2 552.701
上证综指	0.000 335	0.016 368	7.696 344	-0.282 355	4 155.139

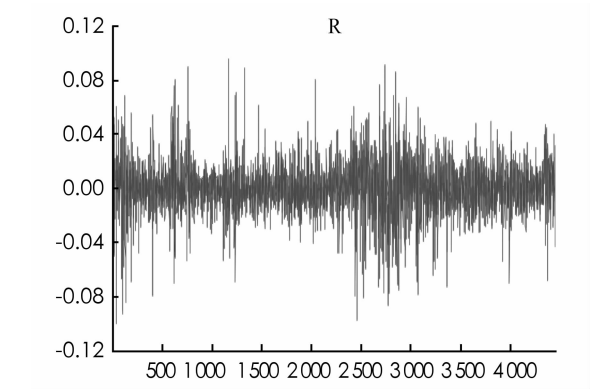


图 1 深证成指收益率时间序列图

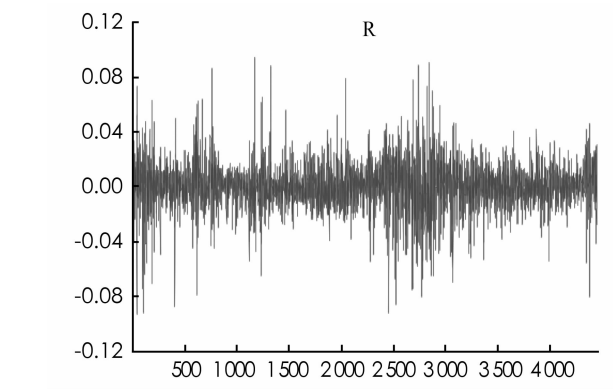


图 2 上证综指收益率时间序列图

2.2 序列平稳性检验

之所以要对时间序列进行 ADF 检验,是因为建立 GARCH 模型首先要保证时间序列的平稳性.结果显示,两大股指日收益率的 ADF 值均远小于在 1%,5%,10%的显著性水平的临界值,因此我们在 99%的置信水平下拒绝原假设,认为对数收益率序列是平稳的,序列不存在单位根.

表 2 深证成指和上证综指对数收益率序列的 ADF 检验结果

深证成指		上证综指	
ADF 值	-64.935 56	ADF 值	-67.621 54
1%	-3.431 635	1%	-3.431 634
5%	-2.861 993	5%	-2.861 993
10%	-2.567 054	10%	-2.567 054

2.3 建立均值方程

观察深证成指日收益率的自相关偏相关统计图,我们发现可以建立 ARMA(15, 15). 由于 $r(-1), r(-3), r(-4), r(-7), ma(1), ma(3)$ 和 $ma(7)$ 不显著,可以从模型中去掉. 因此上证综指 ARMA(15, 15) 模型的估计结果为

$$r = -0.4576r_{t-6} - 0.2014r_{t-15} + 0.4395\mu_{t-6} + 0.2580\mu_{t-15} \tag{9}$$

另,对上证综指日收益率进行自相关检验,我们发现也可以建立 ARMA(15, 15). 由于 $r(-12)$ 和 $ma(-12)$ 不显著,可以从模型中去掉. 因此,上证综指 ARMA(15, 15) 模型的估计结果为

$$r = -0.4029r_{t-3} - 0.2647r_{t-4} - 0.3382r_{t-6} - 0.2552r_{t-15} - 0.3790\mu_{t-3} + 0.3055\mu_{t-4} + 0.2939\mu_{t-6} + 0.3056\mu_{t-15} \tag{10}$$

我们对估计出的模型的残差进行检验,观察是否还存在 ARCH 效应. 残差序列表现出明显的波动集聚特征就是 ARCH 效应. 从图 3 和图 4 即残差序列的时序图可以看出都存在 ARCH 效应.

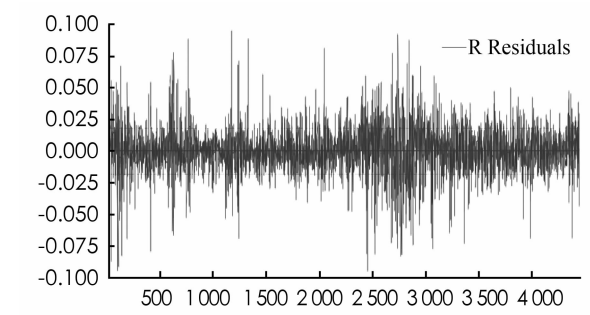


图 3 深证成指日收益率残差序列时序图

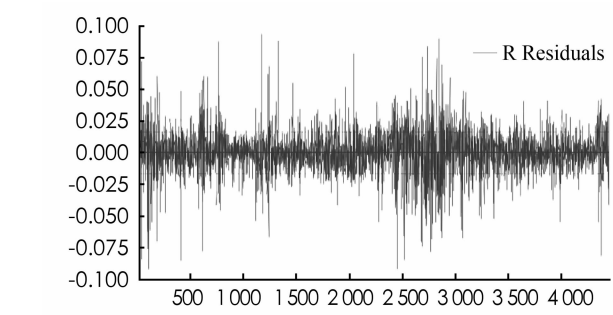


图 4 上证综指日收益率残差序列时序图

2.4 选择最佳模型

通过上述所做的各种 GARCH 族模型适用性检验准备,下面就可以对深证成指和上证综指日收益率序列建立 GARCH 族模型.

表 3 沪深两市模型参数检验结果汇总

	模型	显著	AIC 值	SC 值
深证成指	GARCH	是	-5.399 744	-5.389 658
	TARCH	是	-5.401 152	-5.389 626
	EGARCH	是	-5.407 423	-5.395 897
上证综指	GARCH	是	-5.631 087	-5.615 241
	TARCH	是	-5.633 069	-5.615 783
	EGARCH	是	-5.642 538	-5.625 252

由表 3 可知, GARCH 模型、TARCH 模型和 EGARCH 模型都能拟合深证成指日收益率, 所有的关键项系数都通过检验. 同时, EGARCH 模型的 AIC 值和 SC 值比 GARCH 模型的都小, 说明 EGARCH 模型拟合得更好. 而且, EGARCH 模型拟合得出的残差序列通过了 ARCH-LM 检验, 说明 EGARCH 模型消除了残差序列的 ARCH 效应, 以上均表明 EGARCH 模型很好地拟合了样本数据. 深证成指的 EARCH 模型为

均值方程： $r_t = -0.5063r_{t-6} - 0.3567r_{t-15} + 0.4868\mu_{t-6} + 0.3968\mu_{t-15}$

$Z = -6.0937 \quad -9.6652 \quad 6.0078 \quad 10.8032$

方差方程： $\ln(\sigma^2) = -0.2683 + 0.1771 \frac{|\mu_{t-1}|}{\sigma_{t-1}} - 0.0216 \frac{\mu_{t-1}}{\sigma_{t-1}} + 0.9835 \ln \sigma_{t-1}^2$

$Z = -11.2144 \quad 17.0330 \quad -4.7094 \quad 388.9161$

$R^2 = 0.0033$ DW 值为 1.9173 对数似然值为 112 015.18 AIC 值为-5.4074 SC 值为-5.3959

从方差方程中, 我们得出对称项估计系数 $\gamma = -0.0216$, 小于 0 且显著, 说明深圳成指收益率波动存在显著的“非对称性”, 而且表现为出现利好消息, 股市受到 $\alpha + \gamma = 0.1555$ 倍的冲击, 出现同等的利空消息, 股市受到 $\alpha + (-1)\gamma = 0.1987$ 倍冲击.

由上表可知, GARCH 模型、TARCH 模型和 EGARCH 模型都能拟合上证综指日收益率, 所有系数都通过检验. 同时, 根据 AIC 和 SC 最小原则, 发现 EGARCH 模型的 AIC 值和 SC 值最小, 说明该模型拟合得更好. 而且, 其残差序列通过了 ARCH-LM 检验, 消除了 ARCH 效应. 上证综指的 EARCH 模型为

均值方程： $r_t = -0.4087r_{t-3} - 0.2294r_{t-4} - 0.4418r_{t-6} - 0.4398r_{t-15} -$

$0.3979\mu_{t-3} + 0.2449\mu_{t-4} + 0.4068\mu_{t-6} + 0.4698\mu_{t-15}$

$Z = 9.7516 \quad -5.9859 \quad -10.2136 \quad -10.7025$

$-10.0313 \quad 6.5132 \quad 10.2271 \quad 11.2626$

方差方程： $\ln(\sigma^2) = -0.3599 + 0.2132 \frac{|\mu_{t-1}|}{\sigma_{t-1}} - 0.0296 \frac{\mu_{t-1}}{\sigma_{t-1}} + 0.9761 \ln \sigma_{t-1}^2$

$Z = -12.7058 \quad 19.0898 \quad -5.9886 \quad 336.4026$

$R^2 = 0.0099$ DW 值为 1.9913 对数似然值为 12 544.08 AIC 值为-5.6425 SC 值为-5.6253

从方差方程中, 我们得出对称项估计系数 $\gamma = -0.0296$, 小于 0 且显著, 说明上证综指收益率波动存在显著的“非对称性”, 而且表现为出现利好消息时, 股市受到 $\alpha + \gamma = 0.1836$ 倍的冲击, 出现同等的利空消息, 股市受到 $\alpha + (-1)\gamma = 0.2428$ 倍冲击.

3 结 论

通过对深证成指和上证综指日收益率序列进行建模分析, 我们发现收益率波动性呈现明显的条件异方差性, 而且根据 AIC 和 SC 最小原则得出, GARCH 族模型中能较好地拟合沪深两市每日收益率波动的模型是 EGARCH 模型, 因此对于投资者而言, 选取 EGARCH 模型作为对沪深两市的预测参考较为理想. 另外非对称估计系数小于 0 且显著, 说明我国股票市场的波动仍存在非对称性, 表现为利好消息对消费者造成的冲击要小于同等程度的利空消息造成的冲击.

参考文献:

[1] ENGLE R. Antoregressive Conditional Heteroskedasticity with Estimates of the Variance of UK Inflation [J]. *Econometrica*, 1982, 50(4): 987—1008.

[2] BOLLERSLEV T. Generalized Antoregressive Conditional Heteroskedasticiy [J]. *Journal of Econometrics*, 1986, 31(3): 307—327.

[3] ZAKOIAN J M. Threshold Heteroskedastic Model [J]. *Journal of Economic Dynamics and Contral*, 1994, 18(5): 931—955.

[4] NELSON, DANIEL B. Conditional Heteroskedasticity in Asset Returns: A New Approach [J]. *Econometrica*, 1991, 59(2): 347—370.

[5] 汪 星, 彭作祥. 中国股市波动过程分析 [J]. *西南师范大学学报(自然科学版)*, 2012, 5(5): 107—110.

[6] 傅 强, 伍习丽. 基于 ARFIMA-WRBV-VAR 的中国股市风险研究 [J]. *西南大学学报(自然科学版)*, 2013, 3(3): 9—14.

[7] 刘 玄, 冯 彩. 2005 年以来我国股票市场波动特征研究—基于 GARCH 族模型 [J]. *经济论坛*, 2009(2): 42—45.

[8] 罗 阳, 杨桂元. 基于 GARCH 类模型的上证股市波动性研究 [J]. *统计与决策*, 2013(12): 162—165.

[9] 李 龙. 基于 GARCH 模型对上证综指波动性的综合分析 [J]. *市场论坛*, 2014(2): 70—71.

[10] 杨昌安. 我国股票市场收益率的波动性研究——基于 GARCH 模型的上证综指分析 [J]. *知识经济*, 2015(1): 84+93.

[11] 张保平. 基于 GARCH 族模型的深圳股市波动性分析 [J]. *黑龙江对外经贸*, 2009(10): 146—148.

[12] 周 勇, 张小华. 基于 GARCH 族模型的深圳成指实证分析 [J]. *特区经济*, 2013(8): 39—40.

On Analysis of the Volatility of Chinese Stock Market Based on GARCH Model

JIANG Xiang-cheng, XIONG Ya-min

School of Business, Hohai University, Nanjing 211100, China

Abstract: With the Shanghai Composite index and Shenzhen Component index as the investigated subjects, researches have been done in this paper by choosing the daily rate of return as the research data which covers from December 16, 1996 to May 19, 2015. These date has been used to establish GARCH model, TARCH model and EGARCH model. Then the empirical analysis about the volatility of Chinese stock market has been conducted. The result shows that the better model, which is capable of fitting the series of volatile daily return in Shenzhen and Shanghai, is the EGARCH model. At the same time, we can find the obvious asymmetry in stock market that the investors’ reaction to good news is less than to the same degree of bad news.

Key words: volatility of daily yield; GARCH models; ARCH Effects; asymmetry

责任编辑 汤振金