Advances in Applied Mathematics 应用数学进展, 2018, 7(2), 163-168
Published Online February 2018 in Hans. http://www.hanspub.org/journal/aam
https://doi.org/10.12677/aam.2018.72020

Hans汉斯

Empirical Research on Hong Kong Stock Index Futures Based on GARCH Model

Baiguang Cai[1], Sizhe Wang[2], Wenfeng He[1], Zhigang Wang[1*]

[1]Department of Mathematics, Hainan University, Haikou Hainan
[2]School of Information Science and Engineering, Central South University, Changsha Hunan
Email: wangsizhe@ csu.edu.cn, *wzhigang@hainu.edu.cn

Received: Jan. 18th, 2018; accepted: Feb. 3rd, 2018; published: Feb. 13th, 2018

Abstract

In this paper, we take 4673 pairs of closing price and yield data of Hang Seng Index futures from March 2nd 1997 to May 2nd 2017, and establish the GARCH model by Eviews 9.0. The characteristics of volatility, conditional heteroscedasticity and asymmetry of HSI futures are verified, and the influence of good and bad news on stock index is given quantitatively through the model results. Based on the conditional variance obtained from GARCH model, a VAR model is established to predict the market risk of HSI futures. The forecasting results basically cover its fluctuation range, which indicates that GARCH-VAR model can well control and predict HSI futures market risk.

Keywords

Hang Seng Index Futures, GARCH Model, Volatility, Risk Evaluation

基于GARCH模型的香港股指期货实证研究

蔡白光[1]，王思哲[2]，何文峰[1]，王志刚[1*]

[1]海南大学数学系，海南 海口
[2]中南大学信息科学与工程学院，湖南 长沙
Email: wangsizhe@ csu.edu.cn, *wzhigang@hainu.edu.cn

收稿日期：2018年1月18日；录用日期：2018年2月3日；发布日期：2018年2月13日

摘 要

本文以恒生指数期货1997年3月2日至2017年5月2日的4673对收盘价格和收益率数据为研究对象，利用

*通讯作者。

文章引用: 蔡白光, 王思哲, 何文峰, 王志刚. 基于 GARCH 模型的香港股指期货实证研究[J]. 应用数学进展, 2018, 7(2): 163-168. DOI: 10.12677/aam.2018.72020

Eviews 9.0建立的GARCH族模型，验证了恒指期货的波动性、条件异方差性、非对称性等特点，并通过模型结果定量给出了利好、利空等消息对股指的影响程度。利用GARCH模型得到的条件方差，建立VaR模型预测恒指期货市场风险，预测结果基本涵盖其波动范围，表明GARCH-VaR模型可以很好控制和预测恒指期货市场风险。

关键词

恒指期货，GARCH族模型，波动性，风险评估

Copyright © 2018 by authors and Hans Publishers Inc.
This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).
http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/
Open Access

1. 引言

股指期货即股票指数期货，一种以股票价格指数作为标的物的金融期货合约，合约双方在未来某个特定日期，依据预先决定的指数大小进行标的指数买卖，它的产生与股票市场的发展和金融工具的创新是分不开的，是投资者规避股市风险的产物。香港恒指期货是香港期货市场最早的期货合约，具有跨期性、杠杆性、联动性、高风险性等显著特点，且各种风险因素相互关联，难以独立的评估和预测。股指期货自身就有以小博大的交易特点，而人们在期货市场上的投机行为更使风险加剧，因此对其波动性进行研究有重大意义。

GARCH 族模型能很好的模拟股票市场的某些动态特性，如波动集聚性、尖峰厚尾性、非对称性、长记忆性以及风险与收益的正相关性等，通过此模型很好的刻画股指期货市场的波动规律，就会为投资者在市场中把握风险提供了有力的保障，也为金融机构对市场及时的做出预测决策提供了一种有效地判断方法。风险管理或风险评估在证券及其衍生品市场上有着重要意义。VaR 方法已经成为认可度和流行度较高的一种风险测度方法，使用 VaR-GARCH 模型度量恒指期货市场风险对个人或机构的投资决策都有参考意义。很多学者对这一模型都作了研究[1] [2] [3] [4]。

2. 数据的基本统计分析

本文数据为恒生指数期货 1997 年 3 月 2 日至 2017 年 5 月 2 日共 4763 个日收盘数据，收益率采用收盘指数的对数差，公式为 $R_t = 100*(\log P_t - \log P_{t-1})$。对数据做基本分析，作出趋势的时间序列图(为节省篇幅，图形略去)，从数据基本统计特征看出，收益率的均值为正但较小，偏度不显著但峰度明显，呈现负偏、厚尾特征，从 JB 检验量来看数据明显不服从正态分布，在 Q-Q 图中，收益率序列在中段接近直线而在两端偏离直线，这是厚尾分布的特征[5] [6]。厚尾特征一般有两方面原因，一是信息集中出现导致指数大幅波动，二是信息的作用没有立刻在期货市场显示出来，大量信息的积累导致了大幅的波动。

3. ARCH 簇模型的建立

对恒指期货序列用 ADF 做单位根检验，在 99%置信度下，恒生指数序列为非平稳序列[7] [8] [9]，恒生指数收益率序列为平稳序列，与国际上对发达市场波动性的研究相符。序列的自相关(AC)和偏自相关(PAC)系数均落入两倍标准差之内，且 Q 统计量的对应的 P 值显著为 0，说明序列不存在自相关和偏自相关性，在均值方程中不存在均值回归因子，我们用线性方程来拟合，对恒指期货序列 进行自然对数处理，

将序列 为因变量进行估计，估计的基本形式假定为：

$$\ln(s_t) = c + \rho \times \ln(s_{t-1}) + \mu_t \tag{3.1}$$

其中 c 为常数，利用最小二乘法估计结果

$$\begin{gathered}\ln(s_t) = 0.019 + 0.997 \times \ln(s_{t-1}) + \mu_t \\ (0.0083)(0.000)\end{gathered} \tag{3.2}$$

$\mathrm{AIC} = -4.983$， $\mathrm{SC} = -4.981$，对数似然值11644拟合程度非常显著，系数和小于1，并且残差经过检验平稳，观察残差图，波动的成群现象明显，这说明误差项可能具有条件异方差性，需要进行条件异方差的ARCH-LM检验。

3.1. 异方差性检验(ARCH-LM 检验)

对序列进行滞后期为 5 的 ARCH-LM 检验，P 值为 0 拒绝原假设，认为收益率序列存在 ARCH 效应，并且由 5 阶 ARCH-LM 检验结果来看 P 值仍然很小，即残差序列存在高阶 ARCH 效应，考虑建立 GARCH(p,q)模型。在实践中，如果滞后阶数 p 较大，无限制约束的估计常常会违背 α_i 都是非负的限定条件，而事实上恰恰需要这个限定来保证条件方差 σ_t^2 是正数，考虑到 ARCH(p)模型是一个 σ_t^2 的分布滞后模型，就可以用一个或两个 σ_t^2 的滞后值代替许多 μ_t^2 的滞后值，这就是 GARCH 的基本思想。

3.2. GARCH 模型的估计

为确定 GARCH 模型的系数，比较 AIC 和 SC 可知 GARCH (2,3)，GARCH(1,1)较好，为了节省参数和降低参数估计的复杂程度，这里选择 GARCH(1,1)模型。参数估计结果如下：

$$\ln(s_t) = 0.033 + 0.996 \times \ln(s_{t-1}) + \mu_t \tag{3.3}$$

$$\sigma_t^2 = 4.46 \times 10^{-6} + 0.9118 \times \sigma_{t-1}^2 + 0.0775 \times \mu_{t-1}^2 \tag{3.4}$$

$\mathrm{AIC} = -5.6603$， $\mathrm{SC} = -5.3436$，对数似然值为 12487.7,相比较最小二乘法的结果，对数似然值有所增加，AIC 和 SC 都有所减小，这说明 GARCH(1,1)模型能够较好的拟合数据。再对这个方程进行 ARCH-LM 检验，得到了残差序列的统计结果，可知此时序列不存在 ARCH 效应，说明利用 GARCH(1,1)模型消除了方程的残差序列的条件异方差性。

残差平方相关图中的自相关和偏自相关系数近似为 0，Q 统计量不显著，这个结果也可以说明残差序列不再存在 ARCH 效应，方差方程式中 ARCH 项和 GARCH 项之和为 0.988 小于 1，满足参数的约束条件。由于系数之和非常接近于 1，表明条件方差所受的冲击是持久的。

3.3. GARCH-M 模型的估计

由以上检测已知恒生指数收益率序列为平稳序列，且存在明显的 ARCH 效应。一般认为具有较高可观测到的风险的资产可以获得更高的平均收益，其原因在于人们一般认为金融资产的收益率应当与其风险成正比，风险越大，与其的收益就越高。这样利用条件方差表示预期风险的模型称为 ARCH-M 模型，为确定 GARCH-M 模型的系数，以下列出不同的系数组合所得到的 AIC 和 SC。

比较系数得 GARCH-M (1,1)既可以节省参数又符合 AIC/SC 准则，GARCH-M(1,1)模型的参数估计如下，

$$\ln(s_t) = 0.0332 + 0.996 \times \ln(s_{t-1}) + 0.056 \times \sigma_t \tag{3.5}$$

$$\sigma_t^2 = 4.46 \times 10^{-6} + 0.0774 \times \mu_{t-1}^2 + 0.9118 \times \sigma_{t-1}^2 \tag{3.6}$$

$AIC=-5.34$，$SC=-5.33$，从结果可以看到，在 GARCH-M 的模型假定下 GARCH(-1)项为正数符合要求，预期较大值的条件标准差表示较高风险。从估计结果看，方程所有系数显著并且系数和小于 1，满足平稳条件，均值方程中的 0.056 表示当市场中风险增加一个单位时，就会导致收益率也相应增加 0.056 个单位。序列不存在 ARCH 效应，利用 GARCH-M(1,1)模型消除了方程的残差序列的条件异方差性。

3.4. TARCH 模型

Christie (1982)的研究认为，当股票价格下降时，资本结构中附加在债务上的权重增加，如果债务权重增加的消息泄漏以后，资产持有者和购买者就会产生“未来资产收益率将导致更高波动性”的预测，从而导致该资产的股票价格波。因此，对于股价反向冲击所产生的波动性，大于等量正向冲击产生的波动性，这种利空消息作用大于利好消息作用的非对称性，在美国等一些国家的股指序列中已经得到验证。下面对恒指期货分别做 TARCH 模型和 EGARCH 模型的波动性估计。模型估计结果为

$$\ln(s_t)=\underset{(0.000)}{0.033}+\underset{(0.000)}{0.9965}\times\ln(s_{t-1})+\mu_t \tag{3.7}$$

$$\sigma_t^2=\underset{(0.000)}{5.01\times10^{-6}}+\underset{(0.000)}{0.0286}\times\mu_{t-1}^2+\underset{(0.000)}{0.0968}\times\mu_{t-1}^2\times d_{t-1}+\underset{(0.000)}{0.909}\times\sigma_{t-1}^2 \tag{3.8}$$

$AIC=-5.36$，$SC=-5.35$，对数似然值 12531，利用 TARCH(1,1)模型消除了方程的残差序列的条件异方差性。

3.5. EGARCH 模型

我们建立 EGARCH(1,1)模型如下

$$\ln(s_t)=\underset{(0.000)}{0.0315}+\underset{(0.000)}{0.9967}\times\ln(s_{t-1})+\mu_t \tag{3.9}$$

$$\ln(\sigma_t^2)=\underset{(0.000)}{-0.245}+\underset{(0.000)}{0.1207}\times\left|\frac{\mu_{t-1}}{\sigma_{t-1}}\right|-\underset{(0.000)}{0.0564}\times\left(\frac{\mu_{t-1}}{\sigma_{t-1}}\right)+\underset{(0.000)}{0.981}\times\ln(\sigma_{t-1}^2) \tag{3.10}$$

$AIC=-5.36$，$SC=-5.35$，对数似然值 12536，序列不存在 ARCH 效应，说明利用 EGARCH(1,1)模型消除了方程的残差序列的条件异方差性。在 TGARCH 模型中，杠杆效应项的系数等于 0.0968，说明股票价格的波动性具有杠杆效应，即利空消息能比等量的利好消息产生更大的波动。当出现利好消息的时候，会对股票价格指数带来一个 0.0286 倍的冲击，而出现利空消息的时候，会到来一个 0.1254 倍的冲击。

同样的在 EGARCH 模型中非对称项的估计值为−0.0564 相比 α 的估计值 0.1207 来说，当 $\mu_{t-1}>0$ 时，该信息冲击对条件方差的对数有一个 0.06 倍的冲击，当 $\mu_{t-1}<0$ 时，该信息冲击对条件方差的对数有一个 0.17 倍的冲击。香港恒指期货中负冲击使得波动性更大，具有明显的非对称性。

4. VaR 风险预测

根据得到的条件方差方程，计算出条件方差的估计值，再对其开方得到条件标准差的估计值，从而利用 VaR 的计算公式依次计算出每天的 VaR 值，其中选取置信度 = 0.05，Z = 1.65。VaR 的估测值有多种检测方法，如区间值预测、失败值检验、超预期损失估测分布检验等。本文采用失败检验法，其基本原理为：假设置信水平下，给出预期失败水平，然后利用估算的 VaR 结果与实际水平进行比较，得出失败概率。由于数据过于庞大，现只截取最后 100 个交易日的数据和 VaR 值绘图。

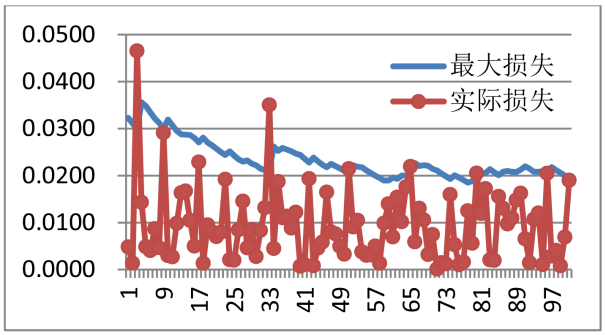

Figure 1. Test chart of VaR prediction results
图 1. VaR 预测结果检验图

由图1可以看到VaR的预测值基本覆盖了收益率涨跌水平，下面进行95%置信水平下的失败频率检验。恒指期货序列共有数据4674组，其中VaR预测失败共有418组，预测失败率8.94%。说明VaR方法可以较好的预测恒指期货市场次日的风险。

5. 结论

本文的主要贡献是构建了多类 GARCH 模型，分析建模结果得出如下结论：恒指期货数据非平稳但其对数收益率数据平稳；恒指期货收益率序列存在波动集群、尖峰厚尾、负偏等特点；利空消息对恒指期货的冲击明显大于利好消息，非对称性明显。第二部分在理解风险预测和 VaR 理论的基础上，使用 GARCH 模型所得的条件方差构建日 VaR 序列，尝试预测恒指期货市场次日风险，结果令人满意。

尽管 GARCH 模型的应用非常广泛，但是也具有一定的局限性：GARCH 模型适合用于自回归序列，但是金融中的决策很少是基于预期的收益率和波动率；GARCH 模型不能解决资产收益序列中的厚尾问题。为了弥补这个缺陷，像 T 分布这样的厚尾分布可以运用到 GARCH 模型中，加之计量工具的使用，就可以解决之前的问题。VaR 方法也存在其缺陷。所有 VaR 计算方法都是试图使用历史数据预测将来的可能损失；某些 VaR 方法假设资产收益率或价格服从正态分布或“历史重演”等，但通常金融数据并不符合这些假定；VaR 的结果在统计意义上是可靠的，但这不代表计算出的风险值完全可靠；方差-协方差法基于序列正态性假设容易导致低估风险。

基金项目

海南省自然科学基金(项目编号 117014 和 2018141)和海南大学青年基金项目(编号 hdkyxj201720)。

参考文献 (References)

[1] 潘水洋, 王一鸣. 基于沪深 300 股指期货高频数据趋势持续期模型的构建与检验[J]. 统计与决策, 2017(20): 90-93.

[2] 王爽, 宋军. 异常波动中股指期货和现货市场信息传导机制[J]. 系统工程学报, 2017, 32(5): 628-637.

[3] 周亮. GARCH 模型与协整模型在跨商品套利中的比较研究——以铁矿石和螺纹钢期货为例[J]. 山东财经大学学报, 2017, 29(5): 54-60.

[4] 朱莉, 刘向丽. 股指期现货市场间的信息溢出和相关性研究——基于 ADCC-TGARCH 模型和 CCF 检验[J]. 系统科学与数学, 2016, 36(4): 487-501.

[5] 郭锦, 王思哲, 张天一, 王志刚. 科研综合实力评价方法研究[J]. 应用数学进展, 2017, 6(1), 37-44.

[6] 沈一岚, 王志刚. 高校人文社会学科科研综合实力评价方法研究——基于核主成分分析和实证研究法[J]. 安徽师范大学学报(自然科学版), 2017, 40(1): 20-26.

[7] 易丹辉. 数据分析与 EVIEWS 应用[M]. 北京: 中国人民大学出版社, 2002.
[8] 符一平, 王志刚. 基于 ARCH 模型对上证综指的实证研究[J]. 应用数学进展, 2015, 4(5): 124-128.
[9] 王思哲, 王志刚, 何勇. 基于数据挖掘技术的葡萄酒评价体系研究[J]. 应用数学进展, 2015, 4(4): 376-384.

Hans 汉斯

知网检索的两种方式：

1. 打开知网页面 http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD
   下拉列表框选择：[ISSN]，输入期刊 ISSN：2324-7991，即可查询
2. 打开知网首页 http://cnki.net/
   左侧“国际文献总库”进入，输入文章标题，即可查询

投稿请点击：http://www.hanspub.org/Submission.aspx
期刊邮箱：aam@hanspub.org