

Volatility Analysis of Stock Market Price Based on GARCH Model

Xiufang Chen, Lanyu Lin, Defei Zhang*

College of Mathematics, Honghe University, Mengzi Yunnan
Email: 1463407198@qq.com, zhdefei@163.com

Received: May 16th, 2018; accepted: Jun. 5th, 2018; published: Jun. 12th, 2018

Abstract

In this paper, we collect the daily open price data of five stocks of Yunnan Baiyao, Yunnan tourism, Kunming medicine group, China bank, construction bank in the DAZHIHUI software. By using the relevant theory of time series, this paper carries out an empirical analysis through Eviews7.2 software, studies the volatility of the rate of return, and establishes a GARCH model. According to some evaluation indexes and forecast results, the prediction chart can provide a good decision reference for investors.

Keywords

Volatility, GARCH Model, Stock Opening Price

基于GARCH模型股市价格的波动性分析

陈秀芳, 林蓝玉, 张德飞*

红河学院数学学院, 云南 蒙自
Email: 1463407198@qq.com, zhdefei@163.com

收稿日期: 2018年5月16日; 录用日期: 2018年6月5日; 发布日期: 2018年6月12日

摘要

本文通过大智慧软件收集云南白药、云南旅游、昆药集团、中国银行、建设银行等五支股票的日开盘价数据, 用时间序列的相关理论, 通过Eviews7.2软件进行实证分析, 研究收益率的波动情况, 建立GARCH模型, 结合模型预测图, 根据一些评价指标, 给投资者提供良好的决策参考。

*通讯作者。

关键词

波动性, GARCH模型, 股票开盘价

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

1.1. 选题意义及背景

云南气候四季如春, 经济发展也占优势, 在西部地区有较好的区位优势, 是上市较早, 市场较多的省份。云南股票市场的收益率序列都具有时变波动性, 集群等特点, 但股市大起大落的繁荣与衰败值得我们警醒, 认清股市, 风险的把握程度于投资者和监管者而言都意义重大, 股市的风险即研究股市的波动率与其亏损是成正比的。在云南省也不例外, 近年来, 无论是经济还是市场上, 云南省都发展迅速, 像一些著名的股票, 比如云南白药, 云南旅游, 这些股票的研究, 加深了广大研究人员的青睐, 为了能够用更好的分析方法来解释这一点, 广大学者尝试不同的模型和方法来解决这个问题, 对炒股者而言, 看懂股市行情的变化有助于其理性地制定投资策略, 以获得最大收益; 对政府经济管理而言, 认清股市波动规律有助于了解宏观经济运行的真实情况; 对上市公司而言, 股价的一定变化反应公司的经营情况。上市公司也可以以此为参考制定行业竞争者策略。

1.2. 当前研究现状

从国外的研究现状来看, 最优投资组合无非就是在投资者面临风险和收益所作出的权衡取舍, 而股民所关心的两大问题就是风险与预期收益之间的关系。实例分析股票收益率波动存在周期性, 用 GARCH 模型可以很好的反应收益率的波动情况; 从国内的研究现状来看, 可以帮助政府制订和完善金融政策等问题做了深入的研究。近年来, 中国的经济快速发展, 曾一度出现了“全民炒股”的热潮, 然而盲目的跟风入市并不一定会获得好的收益, 学会看懂股票在市场上的波动趋势, 综合各项指标, 提出科学的建议。GARCH 模型是一类常用的随机时序模型, 它对金融类短期数据进行拟合与预测, 且精度较高, 介于对收益率预测值和真实值的比较, GARCH 模型的预测能更好的反应时间序列的结构与特性。

2. 条件异方差模型

2.1. JB 检验

JB 检验是依据 OLS 残差分析的常见正态性检验, 大样本的检验最为常见。先计算序列的偏度 s 和峰度 k (对于正态分布, $s=0, k=3$), 建立假设检验。原假设: 序列 r 服从正态分布, 备择假设: 序列 r 不服从正态分布, 可能存在 ARCH 效应。

检验统计量:

$$JB = \frac{n-m}{6} \left[s^2 + \frac{1}{4}(k-3) \right] \quad (1)$$

$$JB \sim \chi^2(2) \quad (2)$$

n 是样本量, m 是估计参数的个数, 在零假设下, JB 统计量服从 $\chi^2(2)$, 如果序列服从正态分布[1], 则统计量的值为 0。

2.2. 序列的平稳性检验

金融类的数据绝大部分归属于非平稳时间序列, 有区别的是在建模过程当中针对于平稳序列。若直接用非平稳的变量序列进行回归, 往往会导致伪回归, 先对序列进行平稳化处理。现代研究中, 判断序列平稳性的方法有自相关图检验法、DF 检验法、ADF 检验法和 PP 检验法[2]。笔者在此文中采用 ADF 检验的方法, 对序列 $\{x_t\}$ 取对数差分后的序列 $\{r_t\}$ 进行平稳性检验。

2.3. ARCH 模型

ARCH 模型(自回归条件异方差模型), 在金融时间序列当中得到广泛的运用。

对于通常的回归模型:

$$y_t = x_t' \beta + \varepsilon_t \quad (3)$$

假定收益率数据的均值为零, 残差序列具有异方差性。即

$$\varepsilon_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \dots + \alpha_q \varepsilon_{t-q}^2 + \eta_t, \quad t=1, 2, \dots, n \quad (4)$$

ARCH 模型的优缺点

优点有:

1) 对金融时间序列的集群性进行了描述, 能准确描述金融时间序列的波动性特征, 在原有模型的基础上已经演变出多种新的模型来拟合波动性。

2) 在证券、股票市场的上证指数、开盘价、收益率方面的定性分析方面得到大量的应用。

缺点有:

1) 为了使拟合效果更好, 就得加大滞后阶数, 这样给模型的选择及定阶方面造成一定困难, 其次是会带来多重共线和自由度减少的问题。

2) ARCH 模型不是很好的反应金融类数据的“杠杆效应”。

2.4. GARCH 模型

任何模型都有一定的使用局限, ARCH 模型也不例外。它适用异方差函数短期自相关过程, 而大部分金融类数据的残差序列具有高阶自相关性。基于对 ARCH 类模型的改进, 可用低阶的 GARCH 模型建模, 减少待估参数的估计。一般 GARCH(1,1) 就能描述大量的金融时间序列数据, 在对市场无条件波动率的预测能力方面, 有着很好的表现。

GARCH 模型是针对金融数据所制定的一种回归模型, 它的优点在于能够对残差方差进行进一步的建模, 很好的反应了波动性的分析和预测, 这样的分析对投资者的决策起到重要的指导作用[3]。GARCH 模型的一般形式如下:

$$h_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^q \alpha_i \varepsilon_{t-i}^2 + \sum_{j=1}^p \theta_j h_{t-j} \quad (5)$$

则称序列服从 GARCH(p, q) 过程。

GARCH 模型的优缺点

优点有:

目前为止, GARCH 模型是最有效的异方差序列拟合模型。

缺点有:

GARCH 模型的适用范围受制于参数的约束;对正负的扰动项反应是对称的,难免会影响预测的精度。

3. 实证分析

3.1. 数据描述

本文分析近年来云南省特色股票的日开盘价变化的基本特征,基于2008年1月2日至2017年12月29日期间的云南白药、云南旅游、昆药集团、中国银行、建设银行等5支股票的开盘价格为基础,抽样频率为周一至周五共收集2192个样本数据,数据来源于大智慧这个软件,在计算过程中,极少数会遇到数据缺失,那么选择剔除缺失数据,因为数据极少,对结果应该没有实质性的影响。用Eviews7.2对五支股票做相关的描述性统计、参数估计,最后通过建立较为理想的模型对云南多支股票进行预测。

见表1是股票的原始部分开盘价数据的展示。

3.2. 序列的时序图

原始序列的时序图看出是非平稳时间序列,有明显的波动趋势,故对数据进行简单处理,研究收益率的波动情况来反应股市价格的变化。五支股票表现出两个共同特征:一,波动聚集性(有时波动大,有时波动小,往往是成群出现的);二,杠杆效应(即股票收益率序列向上波动和向下波动的幅度并不一致)。说明残差项可能具有异方差性。由时序图看出大致是非平稳时间序列,笔者在文中采用 ADF 检验判断序列的平稳性。

序列的描述性统计和相关性分析如下:

由表 2 可知,云南的三支股票当中偏度都小于 0,说明序列分布出现左偏,而同属世界的两支股票偏度大于 0,说明右偏;峰度大于 3,说明序列 $\{r\}$ 具有尖峰和厚尾的特征。概率 P 值接近 0,说明序列 r 不服从正态分布。可能存在 ARCH 效应。

Table 1. The part of the five stock data is as follows

表 1. 五支股票的部分数据如下

代码	002059'	000538'	601988	601939	600422'
名称	云南旅游	云南白药	中国银行	建设银行	昆药集团
日期	开盘	开盘	开盘	开盘	开盘
2017/3/1	11.46	76.61	3.69	5.92	13.21
2017/3/2	11.52	76.4	3.68	5.9	13.25
2017/3/3	11.82	76.4	3.66	5.89	13.14
2017/3/6	11.85	76.15	3.65	5.86	13.14
2017/3/7	12.4	76.4	3.62	5.88	13.26
2017/3/8	12.09	77.2	3.63	5.93	13.26
2017/3/9	12.1	76.21	3.63	5.89	13.13
2017/3/10	11.98	75.66	3.63	5.87	12.92
2017/3/13	11.93	76.85	3.63	5.86	12.92
2017/3/14	12.1	77.24	3.67	5.92	12.94
2017/3/15	11.86	76.86	3.65	5.92	12.93
2017/3/16	12.11	78.5	3.66	5.92	12.93

Table 2. Descriptive statistics of five stocks**表 2.** 五支股票的描述性统计

指标	均值	标准差	偏度	峰度	J-B 统计量	P 值
中国银行	-0.00024	0.01726	0.48561	12.86512	8970.678	0.00
建设银行	-0.00012	0.018815	0.30201	10.95176	5805.73	0.00
云南白药	0.0007	0.02515	-0.25055	17.4146	18991.58	0.00
昆药集团	0.0001	0.039298	-3.59725	72.62076	447220.7	0.00
云南旅游	0.000134	0.04392	-0.3308	73.83632	458121.9	0.00

由表 3 可知, 各指标的 ADF 值都小于 1%水平下的临界值, 且概率 P 值极小, 说明各序列平稳, 可对其建立 GARCH 族模型。

3.2.1. 自相关图与偏自相关图

截取滞后45阶的自相关图表明中国银行、建设银行、云南白药、云南旅游等四支股票都存在显著的自相关性, 四支股票的概率P接近于0, 所以存在ARCH效应。说明该期收益率受前期收益率的影响, 而昆药集团这支股票P值不是明显的接近0, 该序列不存在显著相关性, 说明收益率不受前期收益率的影响。

3.2.2. ARCH 效应检验

由表 4 可知 ARCH-LM 检验 F 统计量对应的概率 $P < 0.05$, 拒绝原假设, 说明收益率序列存在 ARCH 效应, 可对其运用 GARCH 族模型。

3.3. 建立 GARCH 模型

分别对云南旅游、中国银行、建设银行、云南白药、昆药集团等五支股票建立低价GARCH类模型。并根据AIC和SC最小的准则, 选出适合各支股票最优的GARCH模型。首先对分布滞后模型的残差系列建立ARCH模型, 本文选取云南旅游这支股票为例分别建立ARCH模型和GARCH模型, 经过反复试验, 云南旅游这支股票建立ARCH(2)模型。根据AIC和SC值越小, Log值越大的原则, 云南旅游这支股票选定GARCH(1,2)模型, GARCH(1,2)模型表达式为:

均值方程:

$$r_t = 0.04104\varepsilon_{t-1} - 0.08638\varepsilon_{t-2} + \varepsilon_t \quad (6)$$

方差方程:

$$h_t = 0.00000167 + 0.06661\varepsilon_{t-1}^2 + 1.57318h_{t-1} - 0.63256h_{t-2} \quad (7)$$

其余四支股票的结果分析

五支股票都存在ARCH效应的基础上, 分别建立GARCH模型, 中国银行建立GARCH(2,2)模型、建设银行建立GARCH(2,2)模型、云南白药建立GARCH(1,1)模型、昆药集团建立GARCH(1,2)模型、云南旅游建立GARCH(1,2)模型。

中国银行建立GARCH(2,2)模型的表达式:

均值方程:

$$r_t = -0.003879\varepsilon_{t-2} + \varepsilon_t \quad (8)$$

方差方程:

$$h_t = 0.00000106 + 0.10972\varepsilon_{t-1}^2 + 0.18206\varepsilon_{t-2}^2 - 0.07689h_{t-1} + 0.76847h_{t-2}$$

Table 3. Test on the stability of each stock**表 3.** 各支股票的平稳性检

指标	ADF 值	P 值	临界值		
			1%	5%	10%
中国银行	-35.9962	0.00	-3.4331	-2.8627	-2.5674
建设银行	-49.4628	0.00	-3.43314	-2.8627	-2.5674
云南白药	-36.2001	0.00	-3.43314	-2.8627	-2.5674
昆药集团	-35.9269	0.00	-3.43314	-2.8627	-2.5674
云南旅游	-37.7202	0.00	-3.4314	-2.8627	-2.5674

Table 4. ARCH effect test results**表 4.** ARCH 效应检验结果

指标	F 统计量	P 值	Obs*R-squared	P 值
中国银行	3.6546	0.026	6.8141	0.033
建设银行	182.1261	0.000	312.6142	0.000
云南白药	3.6795	0.025	7.3443	0.025
云南旅游	258.512	0.00	418.635	0.00
昆药集团	150.372	0.012	200.539	0.019

建设银行建立 GARCH(2,2)模型的表达式:

均值方程:

$$r_t = -0.0427\varepsilon_{t-2} - 0.0196\varepsilon_{t-2} + \varepsilon_t \quad (9)$$

方差方程:

$$h_t = 0.00000235 + 0.0935\varepsilon_{t-1}^2 + 0.1034\varepsilon_{t-2}^2 - 0.1252h_{t-1} + 0.8558h_{t-2}$$

云南白药建立 GARCH(1,1)模型的表达式:

均值方程:

$$r_t = -0.0673\varepsilon_{t-1} - 0.0225\varepsilon_{t-2} + \varepsilon_t \quad (10)$$

方差方程:

$$h_t = 0.00000233 + 0.05879\varepsilon_{t-1}^2 + 0.9051h_{t-1} \quad (11)$$

昆药集团建立GARCH(1,2)模型表达式:

均值方程:

$$r_t = -0.0763\varepsilon_{t-1} - 0.1113\varepsilon_{t-2} + \varepsilon_t$$

方差方程:

$$h_t = 0.00000416 + 0.16999\varepsilon_{t-1}^2 + 0.053481h_{t-1} + 0.562441h_{t-2} \quad (12)$$

4. 模型预测与拟合

前文根据收益率波动的特征,并没有给出云南旅游建立 ARCH(2)模型和 GARCH(1,2)模型的优劣,接下来,本文将以均方根误差(RMSE)和平均绝对误差(MAE)作为模型评价指标进一步分析[4],均方根误差是预测值和实际值的离差取平方,能很好的反映模型的预测精度;平均绝对误差是预测值和实际值的

Table 5. Comparison of GARCH class optimal models
表 5. GARCH 类最优模型的比较

指标	模型	RMSE	MAE	rank (RMSE)	rank (MAE)
云南旅游	GARCH(1,2)	0.0439	0.025	5	5
中国银行	GARCH(2,2)	0.0172	0.0108	1	1
建设银行	GARCH(2,2)	0.0189	0.0121	2	2
云南白药	GARCH(1,1)	0.0251	0.0172	3	3
昆药集团	GARCH(1,2)	0.0393	0.0249	4	4

离差被绝对值化, 该指标能很好的反映预测值对真实值偏离的实际情况。通过动态预测法可知: 指标值越小, 预测效果越好。

因为真实的波动率是不可观测的, 故基于历史数据波动率研究表明, 中国银行和建设银行的收益率预测图与前文的真实收益率波动图对比大致相同, 采用静态预测法, 都在同一时间内剧烈波动, 一段时间内波动缓慢, 说明该模型较好的拟合数据; 云南白药、云南旅游和昆药集团, 采用动态预测法, 云南白药的 RMSE(0.02513)和 MAE(0.01721)与昆药集团的 RMSE(0.039293)和 MAE(0.024917), 两个模型的评价指标都很小, 结合真实值与预测值之间存在一定差异, 这也解释了股票不可控因素很多, 受市场的影响, 可能这些模型对股市过去的收益率波动有很好的描述, 但未来股市收益率波动的改变可能不在适应这个模型。需要对模型的相关参数进行调整或重新拟合模型, 以提高预测精度。

5. 结论及其建议

由表 5 可知, GARCH 族模型预测效果的比较, 根据 AIC 准则, RMSE 和 MAE 对各模型预测能力的排名, 分别是中国银行、建设银行、云南白药、昆药集团、云南旅游, 从侧面说明前两支同属世界的股票, 排名靠前, 对比分析出云南所特有的股票最优的是云南白药, 其次是昆药集团, 同样受市场和收益波动率的影响, 由于股票是金融类数据, 适合做短期预测, 这些模型只能够预测短期的收益波动, 所以需要不断的对模型进行改进。本文可将交易量因子和价格极差因子引入 GARCH 模型, 也可尝试将成交量与成交额引入该模型, 运用到高频数据的研究。本文的不足只引入单一的 GARCH 模型, 仅能帮助投资者对具体问题具体分析, 而且对于决策的制定者也有很好的参考价值。

本文以 5 支股票为研究对象, 建立 GARCH 模型, 都是基于历史数据的验证, 这个验证的过程是需要仔细分析和综合的, 当到达一个峰值的时候就能选择出理想的模型以备构建。这个所谓的理想模型并非就是一成不变的, 新数据序列的出现随时间的变化而变化, 需要对模型的相关参数进行调整或重新拟合新模型, 以提高预测精度。GARCH 类模型族模型只考虑时间序列本身的特性来预测, 没有考虑股票的收益率受许多复杂因素的影响, 如市场的影响、人为因素的操控等。结合本文最优模型的预测可知, 五支股票的收益率序列短期内不会有较大震荡, 为股票市场管理提供了模型依据及有意义的预测信息。除股票收益率以外、黄金价格的现价比和股指期货的涨跌等大部分资产价格的波动性均同时具有线性和非线性的特点, 因此本文中的模型对于这一类资产价格波动性的研究有一定的借鉴意义。

基金项目

本文受云南省大学生创新创业计划训练项目(编号: DCXM163004)及国家自然科学基金项目(11761028)资助。

参考文献

- [1] 周屏. 基于开放式基金的市场风险度量[D]: [硕士学位论文]. 长沙: 湖南大学, 2007.
- [2] 徐晓楠. 基于跨期最优消费理论的中国进口消费品和国内消费品关系研究[D]: [硕士学位论文]. 杭州: 浙江工商大学, 2012.
- [3] 秦秀红. 基于上证指数数据股票市场周日效应实证研究[J]. 统计与决策, 2012(12): 153-155.
- [4] 甄宗坤, 蔡东健. 基于库伊克模型的地面沉降预测分析[J]. 测绘工程, 2015(11): 48-50.

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