

## ARCH 模型在沪深 300 指数中的应用

葛志闯

(华东交通大学 江西 南昌 330013)

**【摘要】**金融时间序列一直是专家学者研究和关注的焦点。ARCH 模型和 GARCH 模型都可以很好地拟合金融时间序列的特征，例如尖峰后尾，波动聚集，杠杆效应等特点。本文以沪深 300 指数近 5 年的日收盘价为研究目标，运用 GRACH 模型证明指数中存在 ARCH 效应；高风险并不具有高回报的特点；利用 TARCH 和 EGARCH 模型说明沪深 300 指数收益率存在信息不对称性，近 5 年“利空消息”的冲击并没有“利好消息”冲击大的特征；最后，我们用模型结果去解释行为金融中的相关的理论，结合消费者心理因素，给出一定的建议去规范和完善我国金融市场。

**【关键词】**ARCH 效应；尖峰后尾；丛集性；杠杆效应；行为金融

## 一、引言

金融市场中，股票的价格波动现象是其最大的特征之一，随着股票市场的日益发展，我们逐步认识到其波动率与收益率之间，波动率和风险率之间都存在着直接的联系，这其中无疑对波动率进行相关的研究变得非常的重要。经典的金融经济分析认为波动率是恒定不变的，但随着金融理论的深入发展，这一假设明显出现了不合理的结果，Mandelbrot (1963) 研究发现金融价格的随机变量可能具有趋于无穷的方差，并且观察到许多金融随机变量并不严格服从正态分布，而且具有“厚尾”特性，且方差在不断变化。Fama 在 20 世纪 60 年代，发现价格波动呈现波动率聚集的特点，所谓波动率聚集现象是指，金融资产价格波动剧烈的时期之后往往还是跟随着价格波动剧烈的时期，而价格波动比较平缓的时期之后，仍然会跟着波动平缓的时期，两者变化不同程度时期交替出现。针对这种情况，Robert · Engle 于 1982 年提出条件异方差自回归模型，即 ARCH 模型。ARCH 模型的基本思想是波动率是随时间变化的，且线性地依赖于过去的收益率。此模型可以刻画波动率的聚集性以及金融数据“尖峰后尾”的特征，也可以对此进行回归分析和预测，并作出相关的经济学解释。随后 Bollerslev (1986) 在此基础上提出了推广形式以充分描述资产收益率的波动率过程，称为广义自回归条件异方差模型 (GARCH 模型)。随后为了刻画时间序列受自身方差影响的特征，Engle, Lilien 和 Robins 提出 GARCH - M 模型，是为了在条件方差和条件均值之前建立关系。因为金融资产的价格下跌比相同幅度的价格上涨对资产价格波动的冲击是不对称的，Nelson 提出了更加贴近现实的 EGARCH 模型，即可以解决波动率中存在的杠杆效应。

国内对于收益波动性的研究大致分为两个方向：对大盘指数的收益波动性研究和某个行业板块的股票收益波动性研究。在对大盘指数收益波动性的研究方面，赵莉以沪深 300 指数为研究对象，并采用 GARCH 模型进行研究。研究发现，沪深 300 指数的波幅序列分布具有波动性和波群性，其波幅表现出峰尾的特征。安起光和郭喜兵使用 GARCH 模型分析了上海股市在不同阶段的日收益，并得出结论，在熊市和牛市的不同时期，坏消息和好消息对中国股市的影响不同。在研究行业的股票收益波动率上，王吉恒和张贺泉利用大豆和油菜籽期货的日收盘价数据，运用 ARCH 模型族，对中国油料期货价格波动进行了实证分析。结果表明，大豆，油菜籽期货价格波动具有明显的集聚性和不对称性，大豆，油菜籽期货市场没有高风险，高收益的特点。

## 二、模型解释

## (一) 对称模型

## 1. ARCH 模型

ARCH 模型的主要思想是时间点  $t$  的扰动项  $\mu_t$  的方差  $\sigma_t^2$  与时间点  $t-1$  平方误差的大小是密不可分的，即  $\mu_{t-1}^2$ 。其方程为：

$$\text{ARCH (1) 过程为: } \begin{cases} y_t = \gamma_0 + \gamma_1 x_{1t} + \cdots + \gamma_k x_{kt} + \mu_t \\ \text{Var}(\mu_t) = \sigma_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 \mu_{t-1}^2 \\ \mu_t \sim N(0, \sigma_t^2) \end{cases} \quad (1)$$

$$\text{ARCH (P) 过程为: } \begin{cases} y_t = \gamma_0 + \gamma_1 x_{1t} + \cdots + \gamma_k x_{kt} + \mu_t \\ \sigma_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 \mu_{t-1}^2 + \cdots + \alpha_p \mu_{t-p}^2 \end{cases} \quad (2)$$

ARCH (1) 模型是 ARCH (p) 模型的特殊形式。

## 2. GARCH 模型

在原有的 ARCH 模型中，GARCH 模型将误差项的条件方差中用误差项条件方差  $\sigma_t^2$  的滞后值替代  $\mu_t^2$  的滞后值，从而可以有效排除序列的波动集聚性中的过度峰值现象。GARCH (p, q) 模型的方差方程定义为：

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 \sigma_{t-1}^2 + \cdots + \alpha_q \mu_{t-q}^2 + \beta_1 \sigma_{t-1}^2 + \cdots + \beta_p \sigma_{t-p}^2 \quad (3)$$

其中，GARCH 项的阶数为 p，ARCH 项的阶数是 q。

$$\text{其中: } \sum_{i=1}^q \alpha_i + \sum_{j=1}^p \beta_j = 1$$

这样，我们可以得到 GARCH (1, 1) 模型方程：

$$\begin{cases} y_t = \gamma_0 + \gamma_1 x_{1t} + \cdots + \gamma_k x_{kt} + \mu_t \\ \sigma_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 \mu_{t-1}^2 + \beta_1 \sigma_{t-1}^2 \end{cases} \quad (4)$$

## 3. GARCH - M 模型

GARCH - M 模型通常用于关于资产的预期收益与预期风险紧密相关的金融领域。在方程表达上就是把条件方差  $\sigma_t$  引进到均值方程中，得到 GARCH - M 模型：

$$\begin{cases} y_t = \gamma_0 + \gamma_1 x_{1t} + \cdots + \gamma_k x_{kt} + \delta \sigma_t + \mu_t \\ \sigma_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 \mu_{t-1}^2 + \cdots + \alpha_p \mu_{t-p}^2 \end{cases} \quad (5)$$

其中条件方差  $\sigma_t^2$  用来衡量估计参数  $\delta$ ，反映了期望风险对金融收益  $y_t$  的影响程度。

## (二) 非对称模型

因为 GARCH 模型存在两大局限性：第一，非负线性约束条件 (ARCH/GARCH 模型中所有估计参数必须非负) 在估计 ARCH/GARCH 模型的参数时被违背；第二，ARCH/GARCH 模型都无法解释金融资产收益率中的杠杆效应。所以为了解决此类局限性，给出了 TARCH 模型和 EARCH 模型。

## (1) TARCH 模型

TARCH 模型由 Zakoian (1990) 和 Glosten, Jafanathan, Runkle (1993) 引入提出，并定义其条件方差为：

$$\begin{aligned} \sigma_t^2 &= \alpha_0 + \alpha_1 \mu_{t-1}^2 + \cdots + \alpha_q \mu_{t-q}^2 + \beta_1 \sigma_{t-1}^2 + \cdots + \beta_p \sigma_{t-p}^2 + \gamma d_t \mu_{t-1}^2 \quad (6) \\ d_t &= \begin{cases} 0 & \mu_t \geq 0 \\ 1 & \mu_t < 0 \end{cases} \end{aligned}$$

其中  $\gamma d_t \mu_{t-1}^2$  为非对称效应项 (TARCH 项)，在这个模型中，好消息 ( $\mu_t > 0$ ) 和坏消息 ( $\mu_t < 0$ ) 对条件方差有不同的影响：好消息有一个  $\alpha$  的冲击；坏消息有一个对  $\alpha + \gamma$  的冲击。当  $\gamma = 0$  时，条件方差对冲击的反应是对称的，当  $\gamma \neq 0$  时，条件方差对冲击的反应是非对称的，当  $\gamma > 0$  时，称这种现象为杠杆效应。

## (2) EARCH 模型

EARCH 模型又称为指数 ARCH 模型。为了简单说明，这里面给出了 EARCH (1, 1) 模型，其条件方差设定为：

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

若  $\gamma$  显著小于 0，则利空消息对波动的影响大于利好消息，反之，利好消息影响大于利空消息。

## 三、实证分析

本文选取沪深 300 指数每个交易日的收盘价作为研究对象。数据时间的选取从 2014 年 1 月 1 日至 2019 年 10 月 31 日，研究近 5 年的指数变化情况，可以为投资者给以更多的参考和提出相关的建议。操作软件为 Eviews8.0

本文先对原始数据进行了对数的选取，这是为了计算的便利和误差的减小。

1. 进行 ADF 平稳性检验，这是 ARCH 类模型效应检验的必要过程，经检验发现其是含截距项的平稳数据 (由 t 统计量显著性可以看出



在 5% 的显著性水平下不拒绝原假设)

2. 对数据进行滞后一阶自回归, 然后并进行异方差检验。

(1) 图示检验法

生成残差序列图 e2, 如图 1 所示。

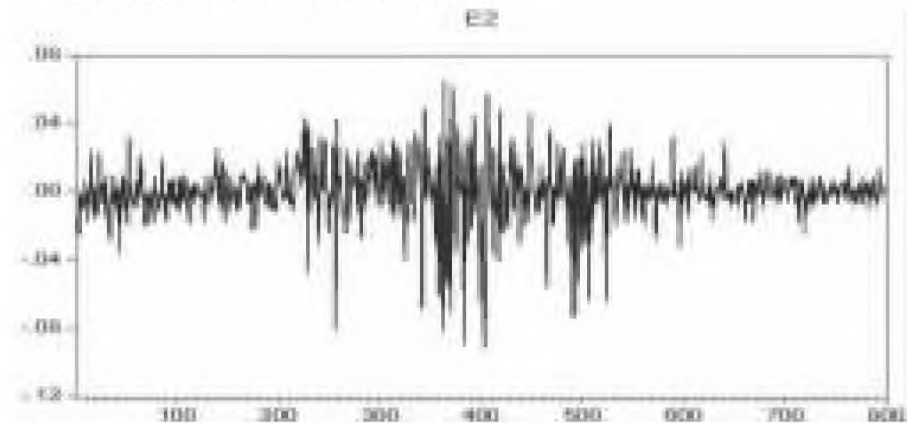


图 1 残差序列图

很明显, 我们可以从残差图看出数据存在波动集聚性, 大波动后跟着一段时期的大波动, 价格波动平稳的时期后跟着一段时期的小波动, 这样我们可以初步判断数据存在 ARCH 效应。

(2) 对数据进行 ARCH LM 检验。如表 1 所示。

表 1 沪深 300 日收盘价 (ARCH-LM 检验)

		P 值
F 统计量	3.113538	0.0450
Obs * R - aquaed	6.209703	0.0448

从表 1 可以看出在 5% 的显著水平下, t 统计量是拒绝原假设的, 即可确认序列数据存在异方差。

3. GARCH 模型的建立。

如表 2 所示, 我们给出了 GARCH (1, 1) 模型分析的结果, 从中可以看出, 估计出的结果比较显著, 其中 ARCH 项和 GARCH 项的和接近于 1, 这也说明了收益的波动冲击影响会持续一段时间, 随后会缓慢消失。

表 2 GARCH (1, 1) 模型回归结果

	系数	标准差	Z - 统计量	P 值
ARCH 项	0.066118	0.008254	8.010395	0.0000
GARCH 项	0.998804	0.006298	148.4331	0.0000

接下来为了探寻资产的预期收益与预期风险, 进行 GARCH - M 模型检验, 沪深 300 指数在 GARCH - M 模型均值方程中, 风险溢价系数  $\delta$  值为 -1.564040, 且对应的 P 值为 0.5651, 很明显不显著, 即不拒绝原假设, 表明沪深 300 指数不具有高风险高报酬的特点, 也由此可以看出, 大部分交易人决策易受非理性因素的影响。同时还可以画出 GARCH - M 模型的条件方差图。如图 2 所示, 在时间段 230 ~ 280 (即 2014 年 12 月 8 日至 2015 年 2 月 26 日); 350 ~ 450 (2015 年 6 月 8 日至 2015 年 11 月 5 日); 500 ~ 600 (2016 年 1 月 15 日至 2016 年 6 月 16 日) 条件方差较大, 说明此时市场的波动比较大, 市场风险也比较高。

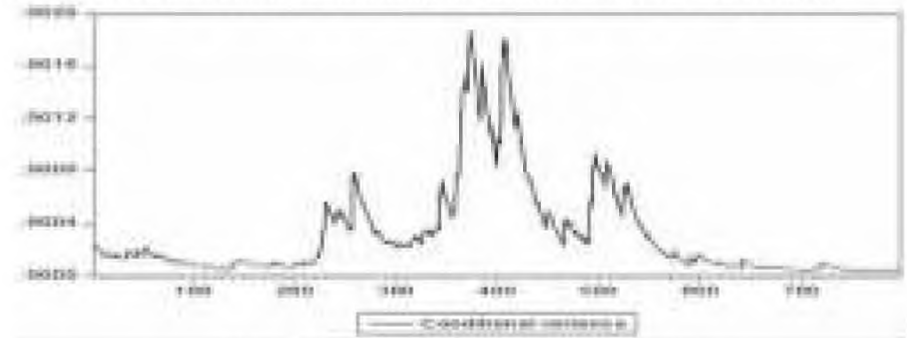


图 2 沪深 300 指数对数收益率条件方差图

4. 杠杆效应的检验

在金融市场上除了它们的“聚集性”之外, 还存在着杠杆效应, 这里采用 EGARCH 模型对沪深 300 指数进行建模研究, 去探讨利空消息 (收益率的下跌) 下与同样程度的利好消息 (收益率的上涨) 产生波动冲击孰高孰低的问题。模型输出结果如表 3 所示。

表 3 EGARCH 模型结果

	系数估计值	P 值
$\alpha$ 项	0.121776	0.0000

$\gamma$ 项	0.031461	0.0033
------------	----------	--------

由表 3 可以看出,  $\alpha$  的估计值为 0.121776, 非对称项  $\gamma$  的估计值为 0.031461, 两者的统计量都很显著。当  $\mu_{t-1} > 0$  (利好消息) 时, 该信息冲击对条件方差对数有一个  $0.121776 + 0.031461 = 0.4386$  倍的冲击; 而当  $\mu_{t-1} < 0$  (利空消息) 时, 它给条件方差的对数带来的冲击为  $0.121776 + 0.031461 * (-1) = 0.090315$  倍。

为了清晰地表明利好消息与利空消息冲击的影响, 根据 EGARCH 模型的结果, 绘制出相应的信息影响曲线, 见图 3。从图 3 中可以看到, 这条曲线在信息冲击大于 0 时 (代表利好消息) 比信息冲击小于 0 (代表利空消息) 稍微陡峭点。这就说明了利好消息的冲击使得波动性的变化更加大一些, 说明近 5 年我国的投资比较激进, 群众更有冒险心力, 与之前所研究的比较保守的现象, 有了慢慢改变的倾向。

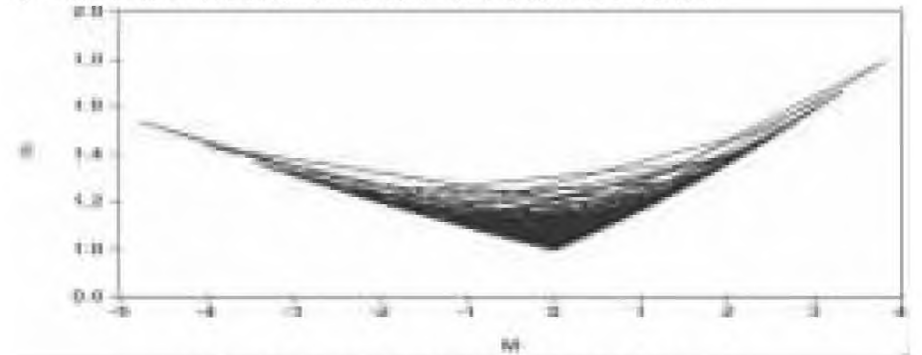


图 3 沪深 300 指数收盘价收益率的信息冲击曲线

相应的, 又通过 TARCH 模型对数据进行分析, 在 TARCH 中,  $\gamma d\mu_{t-1}^2$  项的系数估计值大于 0, 且 P 值为 0.0015, 显著拒绝原假设小于 0。这说明沪深 300 股市中好消息引起的波动比同等大小的坏消息引起的波动要大, 沪深股市都存在杠杆效应, 这之前 EGARCH 模型的分析结果一致。

四、行为金融学下的 ARCH 类模型现象解释

在当今的金融市场中, 出现了许多无法用现代金融理论解释的异常现象。有效市场假说, 并不能适用当前所有的情况。而行为金融从投资者心理因素的角度进行讨论, 以解释投资者在市场决策中的异常行为和偏差, 这是对传统金融理论的补充。所以, 这里针对此次研究结果, 去解释行为金融中的一些理论。

(一) 波动的丛聚性和延续性

实证结果表明, 股票价格波动表现了极强的的丛聚性现象, 其中,  $\alpha_i + \beta_i < 1$ , 说明模型是平稳的, 且  $\alpha_i + \beta_i$  接近于 1, 这说明其波动持续性比较大。

行为金融理论解释: 正反馈或负反馈效应。市场中存在许多非理性投资者, 由于保守性和代表性偏差的存在, 使得他们在投资中产生系统性偏差, 会产生反应过度或反应不足, 最终导致价格会偏离其内在价值, 然后反过来影响投资者对价格的判断, 进一步产生认知偏差和情绪偏差, 这就形成了一种反馈机制。然后又在羊群效应的影响下导致整个投资群体的决策偏差, 最终在股价上的反应就是出现较大的波动, 并有一定的延续性。

(二) 杠杆效应

在股票市场中, 投资者对股价变化的反应通常表现出不对称效应, 这在资本资产定价理论中很难解释。行为金融理论中的“损失厌恶”表明人们在投资决策过程中, 其内心对利益权衡的是不平衡的, 给予“避险”因素考虑的权重大于“趋利”因素的权重, 本文研究结果也侧面表现出表现不对称的现象。

(三) 风险补偿效应

我们经常在现实生活中看到投资者的“冒险精神”。“高风险, 高回报”已成为许多投资者追求高回报的标准。这在财务理论上是可以充分证明的。但是本文的 GARCH - M 模型分析结果表明在高风险下, 并不意味着高利润。参数  $\delta$  是预期风险对可以观察到的收益的影响程度, 代表了风险与收益之间的平衡, 本文中  $\delta$  不是大于零的, 究其原因, 可能是因为中国股市缺乏完备的管理与规则, 导致投机成分很大。

五、结论

首先, 本文选取沪深 300 指数近 5 年的指数序列数据, 得出其对数收益率的主要特征; 其次, 基于 ARCH 类模型对指数收益波动进行实证分析; 最后, 我们用实证分析的结果去解释行为金融理论中的一些现象。研究结论: (1) 指数收益率存在显著的 ARCH 效应, 其波动性有“丛聚性”和“延续性”, 可以据此去预测

(上转第 176 页)



A Test of Catering Theory [J]. Review of Financial Studies, 2009, 22 (1): 187-217.

[26] Stein J C. Rational Capital Budgeting In An Irrational World [J]. Journal of Business, 1996, 69 (4): 429-455.

[27] Baker M P, Wurgler J. A Catering Theory of Dividends [J]. Journal of Finance, 2004, 59 (3): 1125-1165.

[28] NOFSINGER J R. Social mood and financial economics [J]. Journal of Behavioral Finance, 2005, 6 (3): 144-160.

[29] Fang, V. W., X. Tian and S. Tice. 2014. "Does Stock Liquidity Enhance or Impede Firm Innovation?", The Journal of Finance, 69 (5): 2085 ~ 2125.

[30] Huberman, G., Halka, D., 2001. Systematic liquidity. Journal of Financial Research 24, 161-178.

[31] Froot, K. A., Dabora, E. M., 1999. How are stock prices affected by the location of trade? Journal of Financial Economics 53, 189-216.

[32] Barberis, N., Shleifer, A., Wurgler, J., 2005. Comovement. Journal of Financial Economics 75, 283-317.

[33] Karolyi G A, Lee K H, Dijk M A V. Understanding commonality in liquidity around the world ☆ [J]. Journal of Financial Economics, 2012, 105 (1): 82-112.

(下接第 179 页)

### (三) 加强互联网金融监管, 进一步完善制度体系

近几年来, 互联网金融虽然繁荣发展, 但是我们不能只停留其表象, 应该透过现象看到互联网金融内部存在的风险性逐渐增大的本质。我们应该有未雨绸缪的意识, 基于互联网金融可能产生的信用违约风险、技术风险、法律风险等一系列风险, 加强互联网金融的监管, 使其有序发展。具体来说有以下几点措施:

第一, 应当从国家层面组建专门的互联网金融监管机构, 在准入机制、退出机制和示范惩罚机制等方面加强行业规范建设, 促进行业自律<sup>[15]</sup>。

第二, 应当将互联网金融纳入法制化轨道, 加快互联网金融的立法, 明确互联网的定性概念及其业务的分类, 坚持依法适度对互联网金融进行监管。

第三, 应该细化互联网金融监管主体, 充分发挥互联网管理机构、我国工业和信息化部 and 各个地方政府在互联网监管体系中的作用, 各司其职。同时完善地方法律法规, 使各监管主体明确自身责任, 相互配合。

第四, 应当实行差异化的分类监管。互联网金融监管机构应该秉承具体问题具体分析的原则, 对互联网金融机构实行功能监管。例如, 对于 P2P 网贷来说应该重点监管其信息披露方面, 而对于第三方支付来说

(下接第 181 页) 短期内未来的指数波动规律; (2) 沪深 300 指数收益率不能体现风险——收益均衡投资原则, 高风险高回报特征不显著, 说明我国股票债券市场并不是完全成熟市场; (3) 沪深 300 指数收益率的波动存在显著的不对称性, 即存在杠杆效应。

在多年的快速发展中, 中国的股票市场受到了很多噪音和投机活动和政策的影响。中国股市不可能处在完美的状态, 仍然需要很长的路要走。对于政府而言, 有必要建立和完善相关法律法规, 充分考虑政策信息的发布对市场的影响, 加强市场监管, 监督上市公司的信息披露, 使投资者有更及时完备的消息; 对于广大投资者而言, 要提高自身素质, 树立健康的投资理念; 对于股票上市公司, 完善上市公司的治理结构, 信息披露及时, 并加强监督管理, 做好安排和调整。只有多方的共同努力才能建立更加健康和标准化的金融市场。

### 【参考文献】

[1] Engle, Robert. Autoregressive conditional heteroskedasticity with estimates of the variance of U. K [J]. Econometrica, 1982 (50): 987-1008.

[2] Engle, RUSSELL J. Autoregressive conditional duration: a new model for irregular spaced transaction data [J]. Econometrica, 1998 (66):

[34] Chau F, Deesomsak R, Koutmos D. Does investor sentiment really matter? ☆ [J]. International Review of Financial Analysis, 2016, 48: 221-232.

[35] Ching - wai (Jeremy) Chiu, Richard D. F. Harris, Evarist Stoja, Michael Chin. Financial market Volatility, macroeconomic fundamentals and investor Sentiment [J]. Journal of Banking and Finance, 2018, 92.

[36] Shu, Hui Chu, and J. H. Chang. Investor Sentiment and Financial Market Volatility [J]. Journal of Behavioral Finance, 2015, 16 (3): 206-219.

[37] Lee, P. M., and O Neill, H. M. Ownership Structures and R&D Investments of US and Japanese Firms [J]. Academy of Management Journal. 2003. 46 (2): 212-225.

[38] Amihud Y. Illiquidity and Stock Returns Cross - Section and Time - Series Effects \* [J]. Journal of Financial Markets, 2002, 5 (1): 31-56.

[39] Pastor L, Stambaugh R F. Liquidity Risk and Expected Stock Returns [J]. Cepr Discussion Papers, 2001, 111 (3): 642-685.

作者简介: 黄齐 (1993—), 男, 汉族, 湖北省武汉市人, 硕士研究生在读, 金融学硕士, 武汉大学经济与管理学院金融学专业, 研究方向: 金融市场微观结构与绿色金融。

应该对其交易过程进行重点监管。

### 【参考文献】

[1] 同勤学, 李建. "互联网+" 环境下的农业金融发展方向探析 [J]. 辽宁农业科学, 2019 (05): 85-87.

[2] 张文娟. 互联网金融在农村金融普惠中面临的挑战 and 对策研究 [J]. 农业经济, 2019 (10): 105-106.

[3] 罗慧媛. 金融支持农村电子商务与互联网整合发展研究——以欠发达地区榆林为例 [J]. 北方经贸, 2019 (10): 96-98.

[4] 李建英, 武亚楠. "互联网+" 农业价值链融资的融合模式、运行机制及效果 [J]. 西南金融, 2019 (10): 66-72.

[5] 阙立娜, 王晓星. 新型农村互联网金融发展模式比较研究 [J]. 农村金融研究, 2019 (09): 59-64.

[6] 戴序, 董亚文. 农村金融发展对农村居民消费影响的实证分析 [J]. 税务与经济, 2019 (02): 29-36.

作者简介: 王欣 (1994—), 女, 四川泸州, 助教, 硕士研究生, 泸州职业技术学院, 主要研究方向: 农村土地、市场经济运行与宏观调控。

1127-1162.

[3] Bollerslev, Tim. Generalized autoregressive conditional heteroskedasticity [J]. Journal of Economics, 1986 (31): 307-327.

[4] 万蔚. 我国沪深股市的波动性研究——基于 GARCH 族模型 [J]. 价值工程, 2007 (10): 14-18.

[5] 邓尧天, 杜子平. EGARCH 模型在同业拆借利率预测中的应用 [J]. 湖北民族学院学报, 2007, 25 (2): 234-237.

[6] 赵莉. 基于 GARCH 模型的沪深 300 指数收益率波动性分析 [D]. 成都: 成都理工大学, 2012.

[7] 安起光, 郭喜兵. 基于 GARCH 族模型的股市收益率波动性研究 [J]. 山东财政学院学报, 2009 (1): 47-50.

[8] 王吉恒, 张贺泉. 中国油料作物期货价格波动分析——基于 ARCH 类模型分析 [J]. 价格理论与实践, 2016 (7): 130-133.

[9] 凌正华. 我国鸡蛋期货价格波动特征及其影响因素研究——基于 ARCH 类模型的分析 [J]. 价格理论与实践, 2018 (02): 91-94.

作者简介: 葛志闯 (1994—), 男, 汉族, 江苏淮安市人, 经济学硕士在读, 华东交通大学经济管理学院金融学专业, 研究方向: 金融产业政策与金融风险。