

doi:10.16055/j.issn.1672-058X.2022.0005.012

# 棉花期货价格波动率分析

殷秀莉, 杨 凯, 董小刚, 丁嘉雯, 李竺遥

(长春工业大学 数学与统计学院, 长春 130012)

**摘要:**针对棉花已成为制约“十四五”规划中纺织行业发展不可或缺的关键因素这一事实,提出通过研究棉花期货价格的波动来体现纺织业成本变化。基于 2008 年 1 月 2 日到 2021 年 9 月 6 日棉花 CF999 期货价格数据时序图,得到原序列不平稳的结论,处理后得棉花期货价格收益率序列,由 J-B 统计量、ADF 检验统计量,得到棉花期货价格收益率序列是平稳时间序列,但不服从正态分布,有尖峰厚尾和高阶异方差性的统计特征;然后考虑收益率序列服从 T 分布和广义误差(GED)分布,分别构建 GARCH 类模型,具体利用 GARCH、GARCH-M、EGARCH 和 MS-GARCH 4 种模型对棉花价格波动特征进行研究,结果表明:基于 T 分布的模型比 GED 分布更能描述棉花期货价格收益率序列的波动特征;棉花市场不是“高风险、高回报”产业;收益率序列存在反杠杆效应;MS(3)-GARCH(1,1)模型的拟合效果最优,收益率序列有体制变换现象,各种波动的持续期不同,高波动状态最短,为 2.12 d;最后提出相关建议。

**关键词:**价格波动;GARCH-M 模型;EGARCH 模型;MS-GARCH 模型

中图分类号:O212

文献标志码:A

文章编号:1672-058X(2022)05-0085-08

## 0 引 言

因为突如其来的新冠疫情,世界各国的生活、经济都受到了很大的负面影响,我国纺织行业也面临着巨大的国内外压力。而纺织行业在“十四五”规划中具有重要地位,棉花作为重要的纺织原料,已成为制约纺织行业发展的关键因素<sup>[1]</sup>。棉花价格的波动能够充分体现纺织行业的成本变化。因此,研究国内棉花的价格波动,对中国纺织行业发展的健康与稳定有重要意义。Chikobvu 等<sup>[2]</sup>利用 GARCH 模型对津巴布韦入境旅游游客的波动序列进行建模,得出其波动具有杠杆效应的结论,并为当地旅游

业提出了高效的短期和长期政策;孙林等<sup>[3]</sup>利用基于 T 分布的 EGARCH 模型对芝加哥期货交易所(CBOT)小麦、玉米、大豆和大米的期货收益率波动进行对比研究,发现小麦、玉米、大豆和大米价格波动用 T 分布有更好的拟合效果,但不同期货产品也会对波动的集簇性和非对称性造成影响;舒服华<sup>[4]</sup>构建 GARCH(1,1)模型对 CC 指数进行预测,认为可以一定程度上掌握棉花价格运行规律,对于指导棉纺经营和减少经济损失具有积极意义;徐燕<sup>[5]</sup>构建基于 GED 分布的 TGARCH 和 EGARCH 模型对京东小金库(嘉实)收益率进行建模,得到京东小金库收益率对利好消息敏感,波动更明显,即存在反杠杆

收稿日期:2021-09-28;修回日期:2021-12-03.

基金项目:国家自然科学基金项目资助(11901053);2021 年大学生创新创业训练计划项目(2021CXCY139).

作者简介:殷秀莉(1994—),女,山西吕梁人,硕士研究生,从事金融时间序列分析研究.

通讯作者:董小刚(1961—),男,吉林长春人,教授,博士生导师,从事金融时间序列分析研究. Email: dongxiaogang@ccut.edu.cn.

效应的结论;刘维源等<sup>[6]</sup>构建 ARIMA-GARCH 模型,预测轨道交通未来节假日各时段客流量,降低了客流预测前期工作,实现了城市轨道交通节假日各时段客流预测;刘敏等<sup>[7]</sup>利用 BEKK-GARCH(1,1)等模型,对中美棉花期货市场的价格波动进行分析,并考虑中美贸易摩擦外加新冠肺炎疫情的冲击,得到中美棉花期货价格长期稳定,且与现货价格之间存在双向波动溢出效应关系的结论;王露爽等<sup>[8]</sup>运用 GARCH 等金融时间序列模型对中美棉花期货市场进行研究,得出中美棉花期货收益序列波动具有持续性特点,且具有负杠杆效应,但不具有“高风险、高收益”特征;中美棉花期货价格均为一阶单整关系,无论从长期分析还是短期分析,美国对中国棉花期货价格均具有引导作用。“一带一路”等开放国门的政策,使我国与其他国家的经济联系越来越紧密,棉花期货市场收益率序列同时受到国内与国外多方面的冲击,极有可能存在体制变换现象。GARCH 模型是经典的金融波动率的建模与分析模型,但是由于它假设模型参数不变,并不能够很好地捕捉金融的波动体制变换特征,必然会造成波动特征刻画不精确,预测也不够准确。因此,体制变换模型的引入对金融波动率的建模与分析非常有意义。高新新等<sup>[9]</sup>利用 MS-GARCH 模型研究了大庆石油价格的波动特征,得到国内石油市场与国际石油市场关系密切,石油价格波动剧烈,逐渐显现出高波动和低波动两种状态特征的结论,而且,MS-GARCH 模型比 GARCH 族模型更能捕捉数据的结构性突变特点。综上所述,GARCH 类模型对金融收益率波动的研究已经很成熟,体制变换模型 MS-GARCH 可以考虑到单一区制 GARCH 族模型存在的无法捕捉数据结构性突变的缺陷,对于棉花期货市场的波动率研究更多集中于棉花期货与现货价格关系、价格波动的影响因素和预测方面,但对波动特征研究稍有欠缺。因此,本文基于 2008 年 1 月 2 日到 2021 年 9 月 6 日棉花 CF999 期货价格数据,借助 GARCH、GARCH-M、EGARCH 和 MS-GARCH 模型对棉花价格波动特征进行考察,以期为中国棉花产业持续、稳定发展提供理论参考。

## 1 GARCH 类模型

GARCH 模型即广义自回归条件异方差模型,它广泛应用于金融波动率的建模和分析,可以很好地处理高阶异方差数据,但是它假设收益对“坏消息”与“好消息”造成的波动是相同的,而实际中,“坏消息”与“好消息”对价格波动性的影响并不一样,且坏消息对价格波动影响更大。也就是说,当前时刻收益增加时波动性减少,同理,收益减少时波动性会增大,这一趋势通常被称为杠杆效应。因此,提出 EGARCH 模型用来描述杠杆效应。而 GARCH-M 模型可以用于风险溢价研究。MS-GARCH 模型通过马尔可夫链来驱动 GARCH 模型,可以更好地描述受外部因素影响时数据不同的波动状态。收益率序列一般具有尖峰厚尾特征,所以考虑收益率序列服从 T 分布与 Nelson<sup>[10]</sup>提出的广义误差(GED)分布。GARCH 类模型和条件分布的具体形式如表 1 所示。

## 2 实例分析

### 2.1 数据描述性统计分析

从同花顺软件选取棉花 CF999 从 2008 年 1 月 2 日到 2021 年 9 月 6 日共 3 330 个期货日收盘价格数据。本文所有分析由 R 语言统计软件编程完成。首先绘制日收盘价时序图,由图 1 可知,在 2010—2011—08,棉花期货价格急速增长又急速下降。说明此棉花期货价格序列并不是平稳时间序列。棉花期货价格总是处于波动状态,说明波动发生后棉花期货价格不会立刻变为平稳,对波动进行刻画是有可能的。

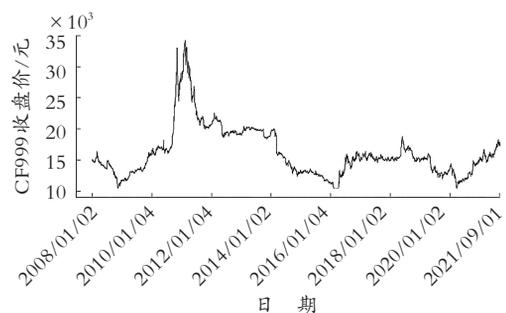


图 1 棉花期货日收盘价时序图

Fig. 1 Sequence diagram of daily closing price of cotton futures

表 1 GARCH 类模型与条件分布  
Table 1 GARCH models and conditional distributions

类 型	公 式
GARCH	$h_t = \omega + \alpha y_{t-1}^2 + \beta h_{t-1}$
GARCH-M	$\begin{cases} y_t = \delta \sqrt{h_t} + \varepsilon_t \\ \varepsilon_t = \sqrt{h_t} e_t \\ h_t = \omega + \alpha \varepsilon_{t-1}^2 + \beta h_{t-1} \end{cases}$
EGARCH	$\ln h_t = \omega + \alpha ( y_{t-1}  - E y_{t-1} ) + \beta y_{t-1} + \gamma \ln h_{t-1}$
MS-GARCH	$h_t = \omega_{s_t} + \alpha_{s_t} y_{t-1}^2 + \beta_{s_t} h_{t-1}, P(s_t = j   s_{t-1} = i) = P_{ij}, s_t = 0 \text{ 或 } 1$
T 分布	$f_T(t; v) = \frac{\Gamma(\frac{v+1}{2})}{\sqrt{(v-2)\pi} \Gamma(\frac{v}{2})} \left(1 + \frac{t^2}{v-2}\right)^{-\frac{(v+1)}{2}}, t \in \mathbf{R}$
GED	$f_{GED}(t; v) = \frac{ve^{-\frac{1}{2} \frac{t}{\lambda} ^v}}{2^{(1+\frac{1}{v})} \lambda \Gamma(\frac{1}{v})}, \lambda = \left(\frac{\Gamma(\frac{1}{v})}{4^{\frac{1}{v}} \Gamma(\frac{3}{v})}\right)^{\frac{1}{2}}, t \in \mathbf{R}$

对棉花期货价格计算相关描述统计量,结果如表 2 所示,棉花期货价格的均值为 16 168.93 元,方差为 4 005.456 元,均值与方差都很大,偏度为 1.558 7,属于右偏分布形态,峰度为 6.167 9,频数分布曲线与标

准正态分布曲线相比顶端更陡峭。为检验棉花期货价格序列是否服从正态分布,计算 Jarque-Bera (J-B) 统计量, J-B 统计量值为 2 743.1, P 值小于 2.2e-16,说明棉花期货价格序列不服从正态分布。

表 2 棉花期货价格的描述统计量

Table 2 Descriptive statistics of cotton futures prices

最大值/元	最小值/元	均值/元	标准差/元	偏 度	峰 度	J-B 统计量	P 值
34 245	9 990	16 168.93	4 005.456	1.558 7	6.167 9	2 743.1	<2.2e-16

由图 1 可知,棉花期货价格不是平稳时间序列,对棉花期货价格进行如下处理  $y_t = 100(\ln P_t - \ln P_{t-1})$ ,得到棉花期货价格日收益率  $y_t$ ,其中,  $P_t$  为第  $t$  天的棉花期货日收盘价格,日收益率样本数共有 3 329 个。首先绘制棉花期货价格日收益率序列时序图,由图 2 可以看出棉花期货价格日收益率序列值稳定在零附近上下波动,具有波动集聚特性。具体表现在某段时间内数据波动较大,且大波动后面跟着下一个大波动,而某段时间波动又相对较小,小波动后面跟着另一个小波动。这也表明,收益率序列可能存在异方差性,需要进一步对收益率序列进行 ARCH 效应检验。

正态分布偏度 0 相比,属于左偏分布形态。峰度为 15.492 2,比标准正态分布峰度 3 大,说明收益率序列更集中,频数分布曲线与标准正态分布曲线相比顶端更陡峭。J-B 统计量值为 21 856, P 值小于 2.2e-16,在 1% 的置信水平下拒绝棉花期货价格收益率序列正态分布的假设,说明棉花期货价格收益率序列不服从正态分布。

对棉花期货价格收益率序列计算相关描述统计量,结果如表 3 所示。收益率序列均值为 0.005 6,标准差为 1.275 9,较棉花期货价格序列的均值 16 168.93 元,标准差 4 005.456 元来说较小,达到了研究较小波动的目的。偏度为 -0.591 2,与标准

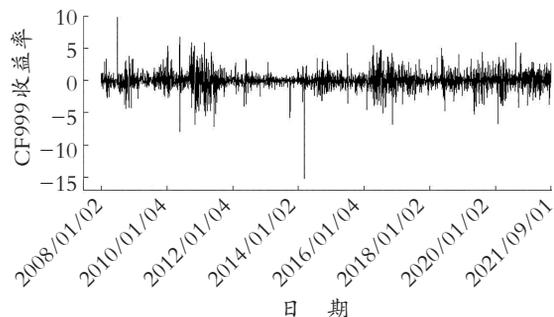


图 2 收益率时序图

Fig. 2 Sequence diagram of the return

表 3 收益率的描述统计量

Table 3 Descriptive statistics of the return

最大值	最小值	均值	标准差	偏度	峰度	J-B 统计量	P 值
9.842 8	-16.011 2	0.005 6	1.275 9	-0.591 2	15.492 2	21 856	<2.2e-16

为了更直观地比较与正态分布的差异,绘制收益率序列直方图,以及收益率序列样本均值、方差为参数的正态分布曲线,结果如图 3。由图 3 可以看出:收益率序列的直方图明显比正态分布曲线顶端更高,收益率基本在零上下波动,且分布呈左偏分布,具有聚集性特征。

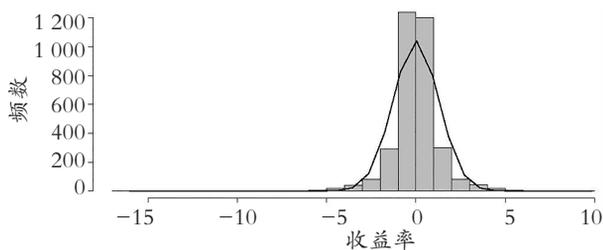


图 3 收益率直方图

Fig. 3 Histogram of the return

综上所述:棉花期货价格收益率序列波动较棉花期货价格序列要小,也不服从正态分布,分布呈尖峰厚尾状,接下来需要进一步检验棉花期货价格收益率序列的平稳性与异方差性,并进行相关的统计检验。

## 2.2 收益率的统计检验

绘制收益率自相关(ACF)图,结果如图 4,棉花期货价格收益率序列的自相关系数滞后 1 阶后就在零附近,且很快衰减到零,结合其收益率时序图,可以看出收益率序列没有明显趋势与周期,可以初步判断棉花期货价格收益率序列为平稳序列。

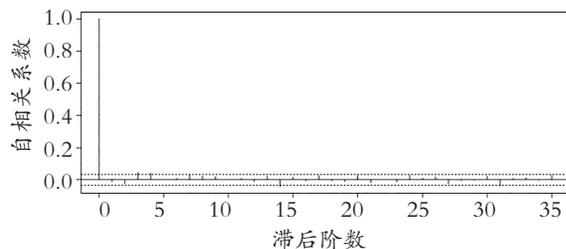


图 4 收益率序列自相关图

Fig. 4 Autocorrelation diagram of return series

进一步利用 ADF (单位根)检验来判断棉花期货价格收益率序列是否平稳。由表 4 可知,ADF 检验的 T 统计量为 -27.08,在 1%、5% 和 10% 的显著性水平中,最小的临界值为 -2.58,与 -27.08 相比要大,而且 P 值小于  $2.2e-16$ ,小于最小的 1% 置信水

平,棉花期货价格收益率序列是平稳的时间序列。

表 4 收益率单位根检验结果

Table 4 Unit root test result of the return

	T 统计量	P 值
1%	-2.58	< 2.2e-16
5%	-1.95	
10%	-1.62	
ADF	-27.08	

对平稳的棉花期货价格收益率序列进行延迟 6 阶的纯随机性检验。结果为纯随机检验的 P 值为 0.021 3,小于 0.05。说明收益率序列不是白噪声序列,即可以对该收益率序列建模并提取有效信息。

通过 ARCH 效应检验法对棉花期货价格收益率序列进行异方差性检验。由表 5 可知,棉花期货价格收益率数据延迟 12 阶和 24 阶的 P 值均小于 0.01,说明棉花期货价格收益率序列存在高阶异方差效应。

表 5 收益率 ARCH 效应检验结果

Table 5 The results of ARCH effect test on return rate

	卡方统计量	P 值
延迟 12 阶	82.283	1.5e-12
延迟 24 阶	96.738	1.1e-10

综上所述:棉花期货价格收益率序列是平稳时间序列,但不服从正态分布,具有尖峰厚尾和高阶异方差统计特征。因此考虑棉花期货价格收益率序列服从某非对称分布,例如 T 分布和广义误差分布等。

## 2.3 收益率 GARCH 类模型

为了比较 T 分布和广义误差分布,哪种分布更能描述棉花期货价格收益率序列的波动特征,基于 T 分布和 GED 分布,分别拟合 GARCH、GARCH-M、EGARCH、MS(2)-GARCH 和 MS(3)-GARCH 5 个模型。得到上述 5 个模型在两种不同分布下的 AIC、BIC 值和对数似然值,结果如表 6 所示。基于

T 分布的 GARCH 类模型的 AIC 和 BIC 值比基于 GED 分布的值更小,同时对数似然值更大,所以, GARCH 类模型均基于 T 分布比 GED 分布更能描述棉花期货价格收益率序列的波动特征。棉花期货价格收益率序列 MS-GARCH 模型的 3 种状态会比 2 种状态的 AIC、BIC 值小,对数似然值大,所以棉花期货价格收益率序列应该选取 3 种状态的 MS-GARCH 模型进行波动率拟合。综合来看,MS-GARCH 模型的拟合效果是最好的。

表 6 各种 GARCH 类模型拟合效果比较

Table 6 Comparison of fitting effects of various GARCH models

模 型	分 布	AIC 值	BIC 值	对数似然值
GARCH	T	9 377.238	9 401.679	-4 684.62
	GED	9 463.248	9 487.689	-4 727.62
GARCH -M	T	9 381.114	9 417.775	-4 684.56
	GED	9 467.252	9 503.913	-4 727.63
EGARCH	T	9 317.68	9 348.231	-4 653.84
	GED	9 432.428	9 462.979	-4 711.21
MS(2) -GARCH	T	9 297.12	9 358.221	-4 638.56
	GED	9 333.954	9 395.055	-4 656.98
MS(3) -GARCH	T	9 284.01	9 393.992	-4 624.01
	GED	9 292.08	9 402.062	-4 628.04

不同的 GARCH 类模型会刻画不同的波动特征,故分析基于 T 分布的 4 个模型参数估计结果,首先分析基于 T 分布的 GARCH(1,1)模型参数估计,结果如表 7 所示。GARCH 模型为  $y_t = \varepsilon_t, h_t = 0.015 4 + 0.096 6y_{t-1}^2 + 0.902 4h_{t-1}, \varepsilon_t = \sqrt{h_t} e_t$ ,其中  $e_t$  服从 T 分布。GARCH 模型的参数 P 值均小于 0.01,在 1%置信水平下显著。参数  $\alpha$  为 0.096 6,大于 0,反映外部冲击会加剧棉花期货市场的波动;参数  $\beta$  为 0.902 4,反映棉花期货收益率序列波动会显著受前一期波动正向的影响; $\alpha + \beta < 1$ ,但值非常接近于 1,表明棉花波动具有较高的持续性,这种高持续性很有可能是由于波动的状态变换造成的,因此对波动采用 MS-GARCH 模型建模十分必要。

表 7 GARCH 模型参数估计结果

Table 7 Fitting results of GARCH model

	参数值	P 值
$\omega$	0.015 4	0.006 1
$\alpha$	0.096 6	0
$\beta$	0.902 4	0

基于 T 分布的 GARCH(1,1)-M 模型参数估计结果如表 8 所示。 $y_t = -0.002 \sqrt{h_t} + \varepsilon_t, \varepsilon_t = \sqrt{h_t} e_t, h_t = 0.015 3 + 0.097 1h_{t-1} + 0.901 8\varepsilon_{t-1}^2$ ,其中  $e_t$  服从 T 分布。风险溢价参数  $\delta = -0.002$ ,但是对应 P 值为 0.877 2,大于 0.05,在 5%显著性水平下不显著,说明棉花行业不是风险与回报同时高的产业。

表 8 GARCH-M 模型参数估计结果

Table 8 Fitting results of GARCH-M model

	参数值	P 值
$\delta$	-0.002	0.877 2
$\omega$	0.015 3	0.006 2
$\alpha$	0.097 1	0
$\beta$	0.901 8	0

基于 T 分布的 EGARCH(1,1)参数估计结果如表 9 所示。 $y_t = \varepsilon_t, \varepsilon_t = \sqrt{h_t} e_t, e_t$  服从 T 分布,有  $\ln h_t = 0.001 8 + 0.033 9(|y_{t-1}| - E|y_{t-1}|) + 0.993 7y_{t-1} + 0.150 7 \ln h_{t-1}$

EGARCH 模型参数  $\beta = 0.993 7 > 0$ ,说明棉花期货价格收益率序列存在反杠杆效应;当出现“好消息”时,会对期货收益率带来一个 1.027 6 倍的冲击,而出现“坏消息”时,则带来 0.959 8 倍的冲击,说明“好消息”比等量的“坏消息”产生更大的波动。

表 9 EGARCH 模型参数估计结果

Table 9 Fitting results of EGARCH model

	参数值	P 值
$\omega$	0.001 8	0.423 4
$\alpha$	0.033 9	0.000 1
$\beta$	0.993 7	0
$\gamma$	0.150 7	0

基于 T 分布的 MS-GARCH(1,1) 模型参数估计结果如表 10—表 12 所示。MS(3)-GARCH(1,1) 模型参数的 P 值均小于 0.01, 说明在 1% 置信水平下各参数显著。按照  $\sigma_i = \sqrt{\omega_i / (1 - \alpha_i - \beta_i)}$ , 计算得到 3 种状态下的无条件偏差。状态 1 的无条件偏差为 0, 为 3 个状态中最小, 状态 1 为低波动状态; 状态 3 的无条件偏差为 3.111 9, 为 3 个状态中最大, 状态 3 为高波动状态; 状态 2 为中波动状态。在 3 种状态下, 参数  $\alpha_i$  均大于 0, 反映外部冲击会加剧棉花期货市场的波动; 参数  $\beta_i$  也均大于零, 反映了棉花期货收益率序列波动会显著受前一期波动的正向影响;  $\alpha_1 + \beta_1 = 0.999$ ,  $\alpha_2 + \beta_2 = 0.983$  均接近 1, 说明低波动与中波动持续度较高,  $\alpha_3 + \beta_3 = 0.866 6$ , 高波动持续度较低。3 种状态均  $\alpha + \beta < 1$ , 说明各状态均为平稳状态。转移概率  $P_{11} = 0.976 4$ , 说明低波动状态有 97.64% 概率在下一时刻会保持本身状态; 同理, 转移概率  $P_{22} = 0.927 7$ , 说明中波动状态有 92.77% 概率保持不变, 只有很小的概率会转移到其余 2 个状态;  $P_{33} = 1 - P_{31} - P_{32} = 0.528 2$ , 说明高波动状态更容易发生转移, 且由于  $P_{31} = 0$ , 所以高波动状态大概率会转移到中波动状态。低状态的稳态概率  $\pi_1 = 0.320 5$ , 中波动状态的稳态概率  $\pi_2 = 0.603 1$ , 高波动状态的稳态概率  $\pi_3 = 0.076 4$ , 说明在经济系统稳定时, 将有 60% 的概率处于中波动状态, 较其余 2 个状态更大概率处于中波动状态。

根据公式  $l_i = \frac{1}{1 - P_{ii}}$ , 计算各状态的平均持续期分别为低波动状态 42.37 d, 中波动状态 13.83 d, 高波动状态 2.12 d。说明高波动状态容易转换, 持续时间不会太长。

表 10 MS-GARCH 模型状态 1 的参数估计结果  
Table 10 Fitting results of MS-GARCH model state 1

	参数值	P 值
$\omega_1$	0	4.66e-01
$\alpha_1$	0.010 6	4.86e-01
$\beta_1$	0.989 3	<1e-16
$P_{11}$	0.976 4	<1e-16
$P_{12}$	0.023 5	<1e-16
$\pi_1$	0.320 5	
$\sigma_1$	0	

表 11 MS-GARCH 模型状态 2 的参数估计结果  
Table 11 Fitting results of MS-GARCH model state 2

	参数值	P 值
$\omega_2$	0.004 8	4.14e-02
$\alpha_2$	0.053	1.09e-02
$\beta_2$	0.930 2	<1e-16
$P_{21}$	0.012 5	4.93e-01
$P_{22}$	0.927 7	<1e-16
$\pi_2$	0.603 1	
$\sigma_2$	0.534 5	

表 12 MS-GARCH 模型状态 3 的参数估计结果  
Table 12 Fitting results of MS-GARCH model state 3

	参数值	P 值
$\omega_3$	1.2919	2.07e-01
$\alpha_3$	0.191	3.35e-01
$\beta_3$	0.675 6	4.91e-03
$P_{31}$	0	4.12e-01
$P_{32}$	0.471 8	<1e-16
$\pi_3$	0.076 4	
$\sigma_3$	3.111 9	

对 4 种 GARCH 类模型的残差进行 ARCH-LM 检验, 得表 13。各模型残差滞后 7 阶统计量的 P 值都大于 0.05, 说明 4 种模型残差均不存在 ARCH 效应, 基于 T 分布的 GARCH 类模型成功提取了收益率序列的异方差性。

表 13 各种 GARCH 类模型残差 ARCH-LM 检验  
Table 13 ARCH-LM test for residuals of GARCH models

模 型	卡方统计量	P 值
GARCH	0.532 1	0.975 4
GARCH-M	0.535 6	0.975 0
EGARCH	0.156 6	0.998 3
MS-GARCH	0.533 2	0.975 5

### 3 结论与建议

#### 3.1 结论

选取棉花 CF999,从 2008 年 1 月 2 日到 2021 年 9 月 6 日共 3 330 个期货日收盘价格数据进行分析。因原序列不平稳,处理后得棉花期货价格收益率序列。由自相关图、J-B 统计量、ADF 检验统计量,得到棉花期货价格收益率序列是平稳时间序列,但不服从正态分布,有尖峰厚尾和高阶异方差的统计特征,所以考虑收益率序列服从某非对称分布并建立 GARCH 类模型。基于学生 T 分布和广义误差分布分别构建 GARCH(1,1)、GARCH(1,1)-M、EGARCH(1,1)、MS(2)-GARCH(1,1)和 MS(3)-GARCH(1,1) 5 个模型对棉花期货价格收益率序列进行波动特征研究。结果表明:T 分布比 GED 分布更能描述棉花期货价格收益率序列的波动特征;外部冲击会加剧棉花期货市场的波动,过去的波动变化会对未来的变动产生显著正向作用;棉花市场不是"高风险、高回报"产业;棉花期货价格收益率序列不存在杠杆效应;MS(3)-GARCH(1,1)模型拟合效果最优,低波动状态收益率序列会以 97.64% 概率在下一时刻保持低波动状态,当处于低波动状态时,会大概有 42.37 d 的持续期,其次为中波动状态,当处于中波动状态时,会大概有 13.83 d 持续期,高波动状态的持续概率最低,持续期最短,只会持续平均 2.12 d,而且会以 47% 的概率从高波动状态转换为中波动状态。

#### 3.2 建议

做好棉花期货价格预警机制。棉花期货价格收益率存在波动聚集性,及时关注棉花期货价格变化,在波动发生前期采取有效措施,有利于控制棉花期货价格波动,避免棉花期货价格大波动造成的整个棉花产业链的损失。

完善棉花市场的公开信息建设。政府应及时发布棉花相关价格信息,减少信息不对称,防止投资者在棉花大幅波动时出现投机行为,增强棉花市场投资者的理性交易。

投资方面,本着理性投资的原则,棉花期货市场

不是高风险高回报行业,要紧密切关注棉花期货市场风险信息,发现风险较大时不要抱侥幸心理,及时止损。

#### 参考文献(References):

- [1] 吴博. 中国纺织品国际市场出口萎缩的成因分析[D]. 昆明:云南大学, 2016.  
WU Bo. The causes of China's textile export shrinking in the international market[D]. Kunming: Yunnan University, 2016.
- [2] CHIKOBVU D, MAKONI T. Statistical modelling of Zimbabwe's international tourist arrivals using both symmetric and asymmetric volatility models[J]. Journal of Economic and Financial Sciences, 2019, 12(1):1—10.
- [3] 孙林,倪卡卡. 国际粮食价格波动非对称性分析——基于 T 分布下 EGARCH 模型[J]. 南京农业大学学报(社会科学版), 2013, 13(2):68—75.  
SUN lin, NI Ka-Ka. On the asymmetry of the international grain price volatility: based on T distribution EGARCH model[J]. Journal of Nanjing Agricultural University (Social Sciences Edition), 2013, 13(2):68—75.
- [4] 舒服华. 基于 GARCH 模型的中国棉花价格指数预测[J]. 棉纺织技术, 2018, 46(3):73—76.  
SHU Fu-hua. Prediction of China cotton price index based on GARCH model[J]. Cotton Textile Technology, 2018, 46(3):73—76.
- [5] 徐燕. 京东小金库收益波动率的 GARCH 类模型构建[J]. 重庆工商大学学报(自然科学版), 2020, 37(6):88—94.  
XU Yan. Construction of GARCH-type model for Jingdong small treasury's return volatility[J]. Journal of Chongqing Technology and Business University (Natural Science Edition), 2020, 37(6):88—94.
- [6] 刘维源,戈悦淳,李磊,等. 苏州轨道交通节假日客流预测研究[J]. 都市快轨交通, 2021, 34(5):66—73.  
LI Wei-yuan, GE Yue-chun, LI lei, et al. Passenger flow forecast for Suzhou rail transit during holidays[J]. Urban Rapid Rail Transit, 2021, 34(5):66—73.
- [7] 刘敏,王鼎. 中美贸易摩擦背景下我国棉花期货与现货价格波动研究[J]. 信阳农林学院报, 2021, 31(1):25—30.  
LIU Min, WANG Ding. Research on the fluctuation of

- China's cotton futures and spot price under the background of Sino-US trade friction[J]. Journal of Xinyang Agriculture and Forestry University, 2021, 31(1):25—30.
- [8] 王露爽, 高祥晓, 卢秀茹. 中美棉花期货价格波动特征及联动性研究[J]. 价格月刊, 2021, 41(9):10—17. WANG Lu-shuang, GAO Xiang-xiao, LU Xiu-ru. Research on the fluctuation characteristics and linkage of Chinese and American cotton futures prices [J]. Prices Monthly, 2021, 41(9):10—17.
- [9] 高新新, 王璐, 李丽虹, 等. 中国石油产业定价市场化进程: 基于 GARCH 与 MS-GARCH 预测能力的研究[J]. 河南科学, 2020, 38(2):179—187. GAO Xin-xin, WANG Lu, LI Li-hong, et al. The Chinese oil industry pricing marketization process: research on prediction ability based on GARCH and MS-GARCH[J]. Henan Science, 2020, 38(2):179—187.
- [10] NELSON D B. ARCH models as diffusion approximations[J]. Journal of Econometrics, 1990, 45(1-2):7—38.

## Analysis of Cotton Futures Price Volatility

YIN Xiu-li, YANG Kai, DONG Xiao-gang, DING Jia-wen, LI Zhu-yao

(School of Mathematics and Statistics, Changchun University of Technology, Changchun 130012, China)

**Abstract:** During the “14th Five-Year Plan” period, cotton has become a key factor restricting the development of the textile industry, so it is proposed to study the volatility of cotton futures price to reflect the change of textile industry cost. Using the time series plot of the cotton CF999 futures price data from January 2, 2008, to September 6, 2021, the conclusion is that the original time series is unstable, and the original time series is processed to obtain the cotton futures price return, which is tested by J-B statistical test and ADF test. It is concluded that the cotton futures price return is a stable time series and does not obey the normal distribution. It has the statistical characteristics of peak fat tail and high-order heteroscedasticity. Therefore, considering that the cotton futures price return obeys the T distribution and the generalized error distribution (GED), GARCH models are constructed and the characteristics of cotton price fluctuation are studied by using GARCH, GARCH-M, EGARCH and MS-GARCH models. The results show that the model based on T distribution is better than GED distribution to describe the volatility characteristics of cotton futures price return series; the cotton market is not a “high risk and high return” industry; the return has an anti-leverage effect; the MS(3)-GARCH(1,1) model best fits the data, and the return has the phenomenon of system conversion. The duration of various volatility is different, and the shortest high volatility state is 2.12 days. Finally, relevant suggestions are put forward.

**Key words:** price volatility; GARCH-M model; EGARCH model; MS-GARCH model

责任编辑:李翠薇

引用本文/Cite this paper:

殷秀莉, 杨凯, 董小刚, 等. 棉花期货价格波动率分析[J]. 重庆工商大学学报(自然科学版), 2022, 39(5):85—92.

YIN Xiu-li, YANG Kai, DONG Xiao-gang, et al. Analysis of cotton futures price volatility[J]. Journal of Chongqing Technology and Business University (Natural Science Edition), 2022, 39(5):85—92.