

基于 CVaR-GARCH-GED 模型的股指期货风险预测

王丽娜(博士) 张丽娟(博士)

(上海立信会计学院 上海 201620 上海大学房地产学院 上海 200444)

【摘要】 本文以我国沪深 300 指数期货合约(IF1012)的日收益率为样本进行实证分析,结果表明:建立在 GARCH-GED 模型基础上的 CVaR 预测收益率涨跌变化与原始收益率的变化趋势一致;CVaR 准确性检验说明 CVaR 预测收益的准确性在 95%的置信水平下是显著的,能够比较准确地预测风险。

【关键词】 股指期货 CVaR 方法 CVaR-GARCH-GED 模型

一、研究背景

股指期货是全球增长最快的金融衍生品,其在国际资本市场的风险管理过程中日益发挥着重要的作用。我国股指期货的推出可以在很大程度上优化投资者的资产组合,有效规避股票市场的系统性风险,并促进资本市场的发展,但是股指期货本身也会给金融市场带来一定的风险。近年来,关于股指期货的风险管理、定价机制、套期保值、期货与现货关系等问题已成为学术界和实务界关注的热点。其中,较多研究集中于股指期货的风险预测、控制和规避。

股指期货的风险来源广泛,而且具有放大性和连锁性的特点。然而,运用一定的统计资料和工具可以较为准确地预测股指期货的风险,并达到规避和减小风险的目的。陈晓杰(2008)应用股指期货无套利区间定价模型对沪深 300 股指期货仿真交易定价进行实证检验,结果发现股指期货仿真交易存在较为严重的实际价格与无套利价格背离现象。魏宇(2010)以沪深 300 股指期货仿真交易的 5 分钟高频数据为例,运用基于日收益数据的历史波动率模型和基于高频数据的已实现波动率模型对股指期货波动率进行刻画和预测,实证结果显示:已实现波动率模型以及加入附加解释变量的扩展随机波动模型的预测精度较高。虽然波动性对其衡量指标具有高度敏感性,但是波动性衡量指标研究的假设前提是期货与现货市场价格变化同方差。然而,实证研究表明,市场价格的收益率为异方差。因此,以异方差为假设前提的实证分析结果就会存在很大的误差。

目前,许多学者普遍采用 VaR 方法度量金融市场风险。由于 VaR 方法可以全面地衡量包括利率风险、汇率风险、股票和商品价格风险以及金融衍生品风险在内的各种市场风险,能够较为精确地计算交易风险的数值,并通过设置 VaR 限额来有效防止过度投机,同时能够较好地弥补传统金融风险管理工具中敏感性和波动性分析精确度较低的缺陷,从而大大提高了风险管理系统的科学性。1993 年 VaR 方法正式被引入市场风险管理,现今 VaR 方法作为市场风险管理的方

法迅速普及,其概念也进一步明确。而且, VaR 方法日益发展并形成一体系,由其经典模型方差-协方差法、历史模拟法到蒙特卡罗模拟法。国外研究者大多着眼于 VaR 方法作为风险计量和市场风险监控的作用,而国内大量文献更为关注 VaR 方法在绩效评估、投资组合优化、金融机构竞争力评价体系的构建等方面的作用。

虽然 VaR 方法有广泛的应用价值,但 VaR 方法本身也存在一定的局限性。首先,风险度量方法往往要求满足正齐性、次可加性、单调性及传递不变性。当金融资产的收益率呈正态分布时, VaR 方法是齐次可加的,此时尾部损失估计也是充分的。然而大量的实证研究表明,金融资产回报的波动不符合正态分布,呈现尖峰、厚尾、丛集性和非对称性等特征。在 VaR 方法的应用过程中,如果没有充分考虑金融序列数据非正态分布的特征,就会影响风险预测模型的精确度。可见,正态分布的前提极大地限制了 VaR 方法在投资组合中的应用范围。而且, VaR 方法计算的是资产组合损失分布的一种百分数,不能推算出超过了 VaR 度量损失的真实损失的容忍性。其次,由于 VaR 不能表示出临近的不利事件的发生,因此 VaR 方法不能起到预警作用。再次, VaR 在进行投资组合优化时不能表示为各种组合资产头寸的函数,因而无法对资产组合进行直接优化。最后,由于金融工具和证券组合的复杂性给市场风险的估计带来很大困难,因此 VaR 的统计计算必须运用各种近似方法,从而必然产生更大的误差。

为了弥补 VaR 方法的缺陷, Rockafeller 和 S. Uryasev 于 2000 年提出 CVaR 方法。 CVaR 方法可以测算在一定的置信水平下,某一资产或资产组合的损失超过 VaR 的尾部事件的期望值。同时, CVaR 模型可以用来测量客户的总体风险。一方面, CVaR 可以帮助投资者了解目前市场风险的大小,在交易之前判断交易时机是否恰当,如果 CVaR 值比平日大,则表示当日进场所承担的机会成本较大;另一方面,对于已拥有期货头寸的投资者而言, CVaR 可以帮助投资者了解目前所承担的风险是否已超过可容忍的限度。 CVaR 的计算要求尽

可能准确地刻画金融市场收益率的分布。

目前,国内股指期货风险管理的实证研究大多采用沪深300股指期货仿真交易的数据。由于仿真交易不可能实现期货与现货的无风险套利,而且仿真交易中投资者操作的随意性较大,风险控制水平低,则价格往往会被高估。所以,仿真交易的价格存在一定的“估值偏差”。本文选择沪深300指数期货合约(IF1012)的日收益率真实数据作为研究对象,利用CVaR-GARCH-GED风险度量模型预测股指期货收益率变动,从而提高了分析的准确性,使结论更具说服力。另外,条件异方差自回归(GARCH)模型可以很好地刻画股指期货收益率序列“波动集群”的特征。针对序列分布尖峰厚尾的特征,采用正态分布尾部太薄,会低估风险;但t分布尾部又太厚,则会高估风险。那么,广义误差分布(GED)比较符合股指期货收益率的分布特征。

本文的实证分析表明,建立在GARCH-GED模型基础上的CVaR预测收益率涨跌波动与原始收益率的变化趋势一致。CVaR准确性检验说明,CVaR预测收益的准确性在95%的置信水平上显著,能够准确地预测风险。

二、CVaR-GARCH-GED模型描述

CVaR-GARCH-GED模型采用CVaR方法预测风险,将GARCH模型的预测功能和CVaR预测风险的方法相结合,并将GED模型引入GARCH模型中来,可以有效解决股指期货收益率序列尖峰厚尾的问题,使风险价值的预测更加准确、合理。

CVaR方法主要测算的是在一定的置信水平下,某一资产或资产组合的损失超过VaR尾部事件的期望值。CVaR的数学公式可以定义为:

$$CVaR = -\frac{1}{1-\alpha} \int_{-\infty}^{-VaR_\alpha} f(w) w dw$$

其中, α 为某一置信水平, w 为资产或资产组合的价值, $f(w)$ 为概率密度函数, VaR_α 为置信水平下 α 的风险值。如果用 c 表示对应于某一置信水平 α 的分位数,用 x 表示大于 c 的分位数,那么我们可以将CVaR的表达式进一步写为:

$$CVaR = E [P_{t-1}x\sigma_t | P_{t-1}x\sigma_t > P_{t-1}c\sigma_t] = P_{t-1}\sigma_t E [x | x > c] = P_{t-1}\sigma_t E [-x | -x > -c] = P_{t-1}\sigma_t \frac{\int_{-c}^{-\infty} -xf(x)dx}{\int_{-c}^{-\infty} f(x)dx}$$

其中, P_{t-1} 是t-1日的结算价格, σ_t 为时变方差, $f(x)$ 为收益率序列所服从分布的密度函数, c 为某一置信水平下的分位数。

在GED分布条件下,CVaR的计算公式为:

$$CVaR = \frac{P_{t-1}\sigma_t}{1-\alpha} \int_{-c}^{-\infty} x \frac{v \exp[-1/2|x/\lambda|^v]}{\lambda 2^{(v+1)/v} \Gamma(1/v)} dx$$

上述广义误差分布(GED)的密度函数如下:

$$f(x, v) = \frac{v \exp[-1/2|x/\lambda|^v]}{\lambda 2^{(v+1)/v} \Gamma(1/v)}$$

其中, $\lambda = [2^{(-2/v)} \Gamma(1/v) / \Gamma(3/v)]^{1/2}$, λ 为尾部厚度参数。当 $v > 2$ 时,GED为厚尾分布;当 $v < 2$ 时,GED为瘦尾分布;当 $v = 2$ 时,GED为正态分布。

GED分布下的GARCH(p,q)模型为:

$$r_t = \mu + \varepsilon_t, \varepsilon_t = y_t \sigma_t, y_t \sim N(0, 1)$$

$$\varepsilon_t | I_{t-1} \sim GED(0, \sigma_t^2, v)$$

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

其中: r_t 为收益序列; μ 为收益的无条件期望值; σ_t^2 为方差序列; ε_t 为残差; α_i 为滞后参数; β_j 为方差参数。 $\alpha_0 > 0, \alpha_i > 0, \beta_j \geq 0, \sum_{i=1}^{\max(p,q)} (\alpha_i + \beta_j) < 1, I_t$ 为t时刻的信息集,残差 ε_t 由独立同分布的随机变量 y_t 与 σ_t 组成,且两者相互独立, ε_t 的条件方差为 σ_t^2 。

CVaR模型的准确性检验采用Kupiec(1995)提出的失败频率检验法。假定CVaR的估计值具有时间独立性,实际损失超过CVaR的估计值记为“失败”,实际损失低于CVaR的估计值记为“成功”,则失败观察的二项式结果代表了一系列独立的贝努里实验,失败的期望概率为:

$$p^* = 1 - p$$

假定计算VaR的置信度为C,实际考察天数为T,失败天数为N,则失败频率为 $p(N/T)$ 。零假设为:

$$p^* = p$$

根据Kupiec(1995)可知,对零假设最合适的检验是似然比率检验。

$$LR = -2 \ln[(1-p^*)^T - N p^* N] + 2 \ln[(1-p)^T - N p N]$$

在零假设条件下,统计量LR服从自由度为1的分布。

三、数据和样本的基本统计分析

本文选用的是沪深300指数期货合约(IF1012)从2010年4月16日~2010年6月30日每个交易日收盘价的连续数据。本文所有数据来源于中国金融期货交易所网站。本文采用Eviews6.0软件和Mathematic5.0软件对样本数据进行处理。

首先,选取每日收盘价记作 P_t ,再求对数收益率 $R_t = \ln P_t - \ln P_{t-1}$,最后得到均值修正后的对数收益率:

$$y_t = R_t - \bar{R}$$

其次,通过沪深300指数期货合约(IF1012)连续收益率的时序图(图1)可知,股指期货收益率序列存在丛集性效应,即一次大的波动后伴随着较大幅度的波动,一次较小的波动后伴随着较小幅度的波动。

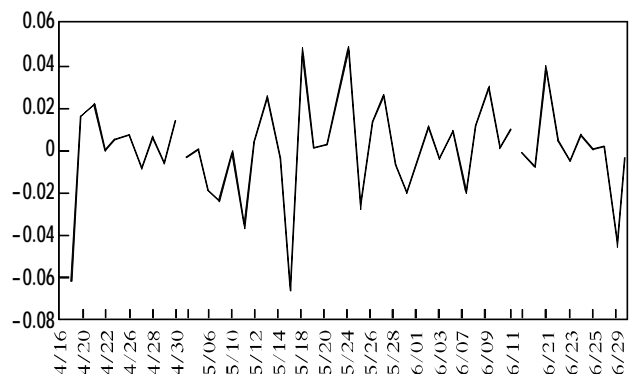


图1 沪深300指数期货合约(IF1012)连续日收益率的序列

再次,本文利用 Eviews6.0 软件进行样本数据的基本统计特征的描述和检验,具体结果见表 1:

表1 沪深300指数期货合约(IF1012)连续收益率的基本统计特征

平均数	中位数	最大值	最小值	标准差	偏度	峰度	J-B值	AC
-3.64E-06	0.000 224	0.047 446	-0.067 114	0.022 915	-0.676 2	4.451 3	8.033 8	-0.147

在正态分布的假设下, S (偏度)=0, K (峰度)=3, $J-B \approx \chi^2(2)$ 。由表 1 中的数据可知,沪深 300 指数期货合约(IF1012)连续收益率的均值较小,而标准差相对较大,而且偏度小于零,这说明样本序列不是对称的,而是左偏的。峰度大于 3,则相对于正态分布,样本序列的分布具有“尖峰性”。 $J-B$ 统计量的值(8.033 8)大于自由度为 2 的卡方分布在 95%的置信区间上的临界值为 5.991。因而,股指期货价格收益率分布具有“尖峰厚尾”性。其中,AC 的值为-0.147,大于临界值,说明样本序列存在自相关关系。但经过检验发现,二阶差分后的样本序列不存在自相关性。

另外,QQ 图通常被用来检验序列是否符合正态分布。从本文的 QQ 图(图 2)也可以看出,股指期货收益率序列不符合正态分布的特征。

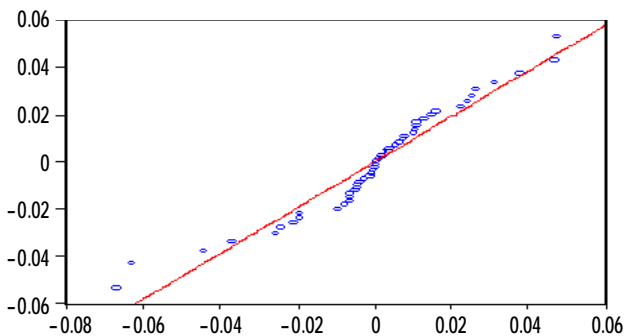


图2 沪深300指数期货合约(IF1012)连续日收益率的QQ图

最后,平稳性检验的结果说明,虽然沪深 300 股指期货日收盘价格序列是非平稳序列,然而用单位根方法检验对数收益率序列的平稳性发现,ADF 统计量为-8.608 8, P 值为 0.000 0,因此样本数据在 99%的置信水平下是十分显著平稳的。

四、CVaR-GARCH-GED 模型估计与实证分析

首先,本文利用 Eviews6.0 软件估计 GARCH (1,1)-GED 模型的参数,并得到时变残差序列(参见表 2)。

表2 GARCH(1,1)-GED模型的参数估计结果

Model	α_0	α_1	β_1	ν
GARCH(1,1)-GED	0.003 2	0.093 83	0.393 0	-0.393 1
	19.529 3	34.415 8	3.440 93	2.938 3

注:第一行为模型系数,第二行为 Z 统计量。

其次,运用 GARCH(1,1)-GED 模型对沪深 300 指数期货收益涨跌幅度进行 CVaR 的计算,得到 CVaR 值的一般统计特征,并将 CVaR 预测收益率涨跌趋势与原始收益率进行比较,分别求得在 95%和 99%置信水平下的失败天数和相应的失败率。

由图 3 可知, CVaR 预测的收益涨跌变化与原始收益率变化趋势较为一致。图中, yt 为原始收益率。

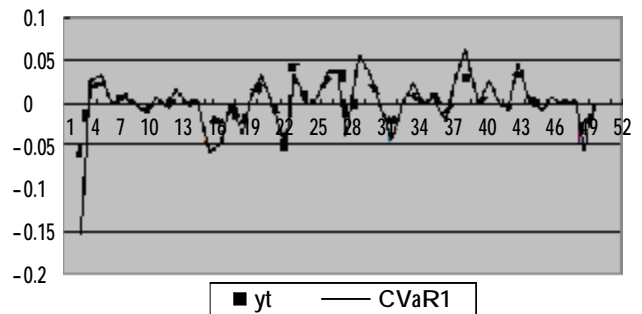


图3 CVaR-GARCH-GED模型预测收益涨跌幅度与原始收益涨跌幅度的比较

表3 CVaR估计值的统计特征

Model	水平	最小值	最大值	均值	方差	天数	失败率
GARCH(1,1)-GED	95%	-0.060 2	0.120 3	-0.008 4	0.018 3	2	8.69%
	99%	0.017	0.11	0.038	0.017	1	4.13%

最后,根据 Kupiec 提出的对零假设最合适的检验是似然比率检验,LR 统计量的计算如下:

$$LR = -2\ln[(1-p)^T - Np^*N] + 2\ln[(1-p)^T - NpN]$$

在零假设条件下,统计量 LR 服从自由度为 1 的 χ^2 分布。经过相关数据的估计和计算,在 95%的置信水平下,LR 统计量为 7.625,临界值为 3.841,LR 统计量大于临界值,则失败率小于期望失败率,不存在风险的低估;而在 99%的置信水平下,LR 统计量 5.731,临界值为 6.635,LR 统计量小于临界值,则失败率大于期望失败率,可能存在风险的低估。

五、结论

我国资本市场的风险监管体系以及投资者的投资理念都有待进一步的完善和成熟。同时,股指期货风险的跨市场传导性、放大性、连锁性和迭加性会给资本市场和金融机构的风险管理带来极大的挑战。因此,从定量的角度对股指期货的风险进行较为精确的度量,并进一步构建完善的风险管理体系是非常重要的。

根据本文的实证分析可知,我国沪深 300 股指期货的收益率序列具有尖峰、厚尾和波动群集性的特征,如果选用正态分布,则在 99%置信水平下会低估风险,而 t 分布则容易造成对风险的高估,采用 GED 分布和 GARCH 模型进行估计更符合序列的特征,可以较好地估计风险。实证研究结果发现, CVaR 的预测结果在 95%的置信水平下是显著的。而且,通过 CVaR 预测收益波动与原始收益涨跌趋势发现, CVaR-GARCH-GED 模型能够较好地预测沪深 300 股指期货价格的变动。在此基础上,投资者可以利用股指期货对证券市场现货资产进行风险对冲,从而平稳证券市场的价格波动,并达到降低系统性风险的目的。另外,投资者可以通过 CVaR-GARCH-GED 模型对股指期货价格的预期,将股指期货作为杠杆倍数的投机套利工具,丰富资产组合的结合方式,以获得较大的收益。

存货经济订货批量模型研究

谢海娟 陶晓美

(桂林电子科技大学 广西桂林 541004)

【摘要】 本文介绍了目前存在的经济订货批量模型,然后指出了其存在的不足,并针对这些不足尝试建立了这些模型的修正模型,以期对相关研究提供借鉴。

【关键词】 存货 经济订货批量模型 缺货成本 数量折扣

经济订货批量是指能够使一定时期存货的相关总成本达到最低的进货数量。经济订货批量控制作为最主要的存货控制方法,决定着最佳的订货时间和进货批量,以使存货的总成本最低。因此,如何建立一个与实际情况相符的经济订货批量模型也就成了亟待研究的问题。

一、存货成本分析

存货的成本由取得成本、储存成本和缺货成本这三部分构成。

(一)取得成本

取得成本是为取得某种存货而发生的成本,即 TC_a 。它可以细分为订货成本和购置成本两部分。

1. 订货成本。订货成本指的是取得订单的成本,如办公费、差旅费、邮费、电报电话费等支出。订货成本有一部分与订货次数无关,如常设采购机构的基本开支等,这称为订货的固定成本,用 F_1 表示;另一部分与订货次数有关,随订货次数的增加而上涨,如差旅费、邮费、电报电话费等,这称为订货的变

动成本。当用 B 表示每次订货的变动成本、用 A 表示存货的年需要量、用 Q 表示每次的进货批量时,存货的采购次数可以表示为 A/Q ,订货的变动成本是 $A/Q \times B$ 。由此,订货成本的计算公式为:

订货成本=订货的固定成本+订货的变动成本=订货的固定成本+每次订货的变动成本×存货年需要量/每次进货批量= $F_1+A/Q \times B$

2. 购置成本。购置成本是存货本身的价值,通常根据购货数量与单价来确定,即:购置成本=存货的年需要量×单价。如果用 P 表示存货的单价,则存货的购置成本就是 AP ,然而这是在没有数量折扣的情况下,该成本这时为一个固定成本。然而,供应商为了增加销售量,有时会规定当买方购买货物达到或超过某一数量时就会给予一定的数量折扣,这时候的购置成本会随着每次订货量的不同而发生改变,则:

购置成本=存货的年需要量×单价×(1-折扣率)= $A \times P \times (1-r)$

股指期货投资者伴随着交易量的规模与日俱增,但是有相当一部分国内投资者对股指期货交易的常识和风险控制意识比较缺乏。例如,很多投资者习惯交易现货月合约、习惯满仓交易,这将给股指期货带来更大的管理风险、交易风险和技术风险。因此,向投资者普及股指期货风险知识和意识,完善股指期货风险监管的制度体系是股指期货价格发现、套期保值等功能有效发挥的重要保障。

本文为股指期货风险规避和风险管理提供了一定的理论基础。首先,参考 $CVaR-GARCH-GED$ 模型实证分析的结果,证券交易所可以依据市场风险的高低调整股指期货交易保证金标准,进一步完善股指期货保证金制度。其次,根据模型的预测,证券交易所可以更及时地发现价格的非理性波动,随市场情况调整期货合约的熔断与涨跌停板幅度以及限仓制度、强制平仓和减仓。再次,本文的分析有助于证券交易所建立风险预警模型,以发现期货价格的异常,并采取要求报告情况、谈话提醒、书面警示、公开谴责、发布风险警示公告等措施警示和化解风险。最后,投资者在此基础上更准确地判断

风险的可承受性,从而有效规避未来的行情中可能遭受的巨大损失。

【注】 本文受上海市教育委员会科研(创新)项目“厚尾分布下的风险测量模型——以衍生品市场为例”(项目编号:06QS007)和教育部人文社科规划项目“境外短期资本流动与我国金融安全”(项目编号:08JA790083)的资助。

主要参考文献

1. 陈晓杰. 沪深 300 股指期货仿真交易价格风险实证研究. 当代财经, 2008; 8
2. 魏宇. 沪深 300 股指期货的波动率预测模型研究. 管理科学学报, 2010; 2
3. 王树娟, 黄渝祥. 基于 $GARCH-CVaR$ 模型的我国股票市场风险分析. 同济大学学报(自然科学版), 2005; 2
4. 刘小茂, 李楚霖, 王建华. 风险资产组合的均值—— $CVaR$ 有效前沿. 管理工程学报, 2003; 1
5. 田新民, 黄海平. 基于条件 $VaR(CVaR)$ 的投资组合优化模型及比较研究. 管理工程学报, 2004; 7