

投资组合优化的新方法:Mean-CoVaR模型

张保帅¹,姜 婷¹,周孝华²,段 俊¹

(1.重庆师范大学 经济与管理学院,重庆 401331;2.重庆大学 经济与工商管理学院,重庆 400030)

摘 要:传统资产配置模型在资产组合优化过程中没有考虑系统性风险扩散,在面临金融风险尤其极端风险时,将导致资产组合遭受极大损失。为了解决这个问题,文章通过改进 Markowitz 的效率前沿,把引起个别标的资产收益率变动的因素纳入系统性风险考量,应用 CoVaR 模型衡量系统性风险扩散,构建新的基于 Mean-CoVaR 资产配置模型。结果表明,在考虑系统性风险冲击时,Mean-CoVaR 投资组合遭受系统性风险扩散的影响显著低于传统的 Mean-Variance 投资组合,Mean-CoVaR 模型对投资组合配置更有效率。

关键词:投资组合;优化;均值-系统性风险模型

中图分类号:F830.9 **文献标识码:**A **文章编号:**1002-6487(2019)11-0067-04

0 引言

随着经济全球化进程的加快,近年来全球金融市场联系日益紧密,导致金融资产间关联程度更加密切;且随着科技进步,信息的传递越来越快,信息网络已将单个的市场连成一体,更易造成单一资产问题透过高度的市场联动而形成系统性风险。同时,在金融市场快速发展的环境下,产品不断推陈出新,相对地也容易产生极不稳定的风险情况,尤其像 2008 年次贷危机,造成全球投资环境恶化,个别机构或资产的巨大损失对其他机构或资产甚至是整体市场造成巨大的损失扩散。因此,在市场越发达、投资渠道越多元化的同时,风险管理更加重要。

以 Markowitz 为代表的传统资产组合风险管理理念只

是注重自身的风险,没有考虑金融资产间风险传染效果,在极端市场风险条件下,这将导致投资组合面临极大亏损。如果能在投资组合模型中纳入风险传染的考量,将能提升分散风险的效果,进一步降低投资组合面临极端亏损的可能性,以增强投资组合的有效性,这对优化投资组合具有重要的现实意义。鉴于此,本文主要探讨将风险扩散的效果纳入到资产组合优化的统一分析框架中,检验其是否有助于降低投资组合损失的可能性。

1 模型构建及估计

随着金融市场的发展,衡量风险的方法也随之推陈出新,从一开始使用资产收益率的方差或标准差衡量风险,到之后发展出风险值(VaR)、条件风险值(CVaR)、CoVaR

基金项目:国家社会科学规划项目(18BJY09);重庆市教委科技项目(KJQN201800513);重庆市社会科学规划项目(2018PY74);重庆市教委人文社科项目(17SKG037);重庆市教委科学技术研究重点项目(KJ1600318);重庆师范大学基金资助项目(16XYY26)

作者简介:张保帅(1981—),男,河南泌阳人,博士,副教授,研究方向:金融风险管理。

姜 婷(1983—),女,湖北鄂州人,博士,副教授,研究方向:金融市场与证券投资。

周孝华(1965—),男,湖南武冈人,教授,博士生导师,研究方向:金融工程、金融市场及风险管理。

Comparison of Clustering Methods for Mixed Data

Liu Chao^{1a,1b}, Yao Qinghua^{1a,1b}, Le Ran²

(1.a.Mathematics and Systems Science Institute;b. LMIB of the Ministry of Education, Beijing University of Aeronautics and Astronautics, Beijing 100083, China; 2.Academy for Advanced Interdisciplinary Studies, Peking University, Beijing 100871, China)

Abstract: In order to scientifically use real world data, this paper explores the clustering methods applicable to the increasingly common mixed medical data. The paper analyzes and compares the two typical clustering methods: K-prototypes and Clust-MD, improves the key parameter selection method, and also proposes the clustering stability index. Cases analysis results indicate that the two methods are highly effective and stable, each with advantages and disadvantages. When data correlation is strong, data missing is serious or there are relatively more non-continuous variables, K-prototypes is recommended for hybrid data.

Key words: mixed data; clustering validity; clustering stability

等概念,且在资产配置决策中,也将这些不同的风险衡量方法加以运用,以确切掌握投资组合的风险,增进投资的效率。本文以CoVaR作为投资组合风险的评价标准,构建Mean-CoVaR资产配置模型。

回顾VaR定义,给定金融机构*i*在收益率 r_t^i 、置信水平 $1-q$ 下,则 VaR_q^i 可以表示为:

$$\Pr = (r_t^i \leq VaR_q^i) = q \quad (1)$$

注意通常 VaR_q^i 是负值,但是在实际应用中, VaR_q^i 通常用正值表示。

VaR是对单一的金融资产进行风险评估,不能反映金融资产间的风险溢出程度,于是Adrian和Brunnermeier(2008)在VaR的基础上提出了CoVaR概念,表示当金融资产*j*处于风险水平时,金融机构*i*所面临的风险值,因此, $CoVaR_q^{ij}$ 是一种反映金融资产*i*对金融资产*j*的条件风险,用公式可以表示为:

$$\Pr = (r_t^i \leq CoVaR_q^{ij} | r_t^j = VaR_q^j) = q \quad (2)$$

由式(2)可以看出, $CoVaR_q^{ij}$ 实质是一种条件VaR,衡量的是金融资产*i*面临的总风险程度,具体包含*i*自身的风险价值和*j*的风险溢出效应。CoVaR反映的是条件风险、传染风险,其主要针对衡量尾部极端概率下极端事件风险,并且具有条件性的概念,可以用来捕捉风险传染的效果。

Adrian和Brunnermeier(2008)的研究中计算CoVaR时采用了分位数回归。分位数回归利用最小绝对离差法,通过极小化残差绝对值和求解估计参数,所得参数则代表自变量影响因变量参数在特定分位点上的边际效果,本文也采用此法计算CoVaR。根据上文CoVaR定义,假定标的 r_t^j 为大盘收益率,标的 r_t^i 为投资组合中其他标的资产收益率,因此可借 $CoVaR_q^{(i,j)}$ 衡量当大盘发生系统性风险时,对其他标的造成风险扩散的影响程度。在采用分位数回归法计算的基础上,可将上述概念转换为以下模型:

$$r^{ij} = \alpha^{ij} + \beta^{ij} * r^j \quad (3)$$

其中, r^{ij} 为标的资产*i*的收益率(或者投资组合的收益率), r^j 为大盘的收益率,那么在最小化绝对离差后,可求出式(3)中 α^{ij} 、 β^{ij} 以及 $\hat{\alpha}^{ij}$,进而得到:

$$\widehat{CoVaR}^{ij} = (\hat{\alpha}^{ij} + \hat{\beta}^{ij} * VaR^j) \quad (4)$$

那么 \widehat{CoVaR}^{ij} 即为大盘收益率处于极端条件下标的资产的CoVaR值。

又根据上述CoVaR模型,并结合Markowitz(1952)最优投资组合模型,构建基于Mean-CoVaR的资产优化配置模型,其简化形式如下:

$$\begin{cases} \min_{\omega_i, \alpha, \beta, \varepsilon_i} \alpha + \beta * VaR_j^r \\ \text{subject to } \sum_{i=1}^n \omega_i = 1, \sum_{i=1}^n \omega_i \bar{r}_i = R_p \geq r_{exp} \\ \sum_{i=1}^n r_t^i \omega_i = \alpha + \beta * r_t^j + \varepsilon_i \\ i = 1, \dots, n, t = 1, \dots, T, 0 \leq \omega_i \leq 1 \end{cases} \quad (5)$$

其中, ω_i 为投资于第*i*种资产的权重, α 、 β 为分位数回归中的估计系数, ε_i 为分位数回归中的残差项, VaR_j^r 为大盘收益率在显著性水平为 $\tau\%$ 下的VaR值, n 为投资组合P中的标的资产数目, \bar{r}_i 为资产*i*的日收益率均值, R_p 为资产组合P的期望收益率, r_{exp} 为资产组合P的要求收益率, r_t^i, r_t^j 为资产*i*在*t*时的收益率, r_t^j 为大盘在*t*时的收益率。上述模型中,目标是最小化投资中的CoVaR值,并在有卖空限制条件下求投资组合收益率至少大于大盘收益率,以及符合分位数回归模型等条件下,求解Mean-CoVaR模型下的最优投资组合。

2 实证

2.1 数据来源及描述性统计

2.1.1 数据来源

上证50指数由上海证券交易所2004年1月2日正式发布,该指数编制以上海证券交易所上市股票中,挑选规模大、流动性好的50只股票作为成分股,并以其市值作为加权重数。上证50指数不但可体现蓝筹股的绩效,同时也是“华夏上证50ETF”的参照标准,其成分股特征是规模大、流动性好,并且成分股的更换及权重的调整比较稳健,适合机构法人进行投资组合保值和套利操作,是基金投资绩效的评价标准。此外,由于上证50指数的价格走势和上证综合指数趋势几近相同,不但可以用来模拟大盘股市的表现,亦可直接在市场集中交易,以利于实务操作。因此,本文以上证50指数为大盘标的,在考虑标的资产交易量和流动性下,采用上证50指数中权重排名前6的股票为标的资产,分别为:中国平安(600318)、招商银行(600036)、贵州茅台(600519)、兴业银行(601166)、民生银行(600016)以及交通银行(601328)。

本文选取样本期间为2010年1月4日至2016年12月31日,共7年,剔除缺失数据,得到样本1700个。数据来源于锐思数据库,下文计算操作均采用R软件编程完成。

2.1.2 描述性统计

图1是上证50指数样本区间2010年1月4日至2016年12月31日的价格走势。图

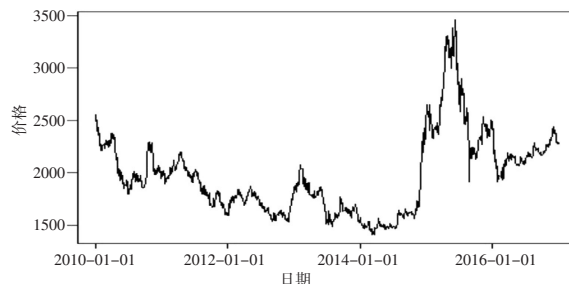


图1 上证50指数日价格走势

从图1中可以看出,上证50指数除了2015年波动比较大外,整体呈平稳震荡趋势。2015年波动比较大主要受股灾的影响,上证50指数曾一度大幅崩盘,最高达到将近3500点,最低点跌至2000点以下,随后在2015年底即

恢复正常水准。表1为各标的资产的收益率资料。

表1 标的资产描述性统计

代码	名称	平均日收益率 (年化%)	日收益率标准差 (年化%)	偏度 系数	峰度 系数
601318	中国平安	10.120	32.462	0.177	3.655
600036	招商银行	8.412	28.351	0.568	4.928
600519	贵州茅台	20.184	30.259	0.191	2.678
601166	兴业银行	10.364	32.830	0.368	4.370
600016	民生银行	14.548	30.105	0.483	5.802
601328	交通银行	2.940	28.459	0.289	8.868
000016	上证50指数	-0.715	10.902	-0.426	4.889

从表1可以看出,上证50指数年化日平均收益率和标准差分别为-0.715%和10.902%,而本文选择的6个标的资产中,表现较好的前3个分别为贵州茅台(600519)、民生银行(600016)以及兴业银行(601166),且所有样本年化日收益率均大于2.940%,均优于上证50指数;但从标准差来看,波动最大的前3个分别为兴业银行(601166)、中国平安(601318)以及贵州茅台(600519),其中兴业银行(601166)、贵州茅台(600519)的平均日收益排在前三位,但其收益率波动幅度也相对较高,为高风险、高收益的投资标的。从偏度系数来看,6只股票的资产收益率均呈右偏态分布,上证50指数收益率呈现左偏态分布,有极端损失情形发生;从峰度系数来看,各标的资产包括上证50指数均大于3,说明其收益率分布呈厚尾特征。

2.2 Mean-CoVaR 模型估计

基于构建的Mean-CoVaR模型,本文选取的标的资产数为6只股票,即 $n=6$,且样本的区间为2010年1月4日至2016年12月31日,共1700个样本;此外,选择以上证50指数走势作为大盘表现,且显著性水平为5%($\tau\%=5\%$),那么上证50指数在样本区间内5%水平下VaR值为1.155%,即 $VaR_t^1 1.155\%$;本模型要求收益率为上证50指数平均日收益率,由于样本区间上证50指数平均日收益率为-2.96E-5,接近于0,因此,这里选定 $R_{exp}=0$,其余各股票要求收益率平均值与表2相同。

表2 标的资产与上证50指数平均日收益率

标的资产	平均日收益率(%)	标的资产	平均日收益率(%)
中国平安(601318)	0.0418	兴业银行(601166)	0.0428
招商银行(600036)	0.0348	民生银行(600016)	0.0602
贵州茅台(600519)	0.0834	交通银行(601328)	0.0123
上证50指数(000016)(要求收益率%)		-2.96E-5	

在上述构建的Mean-CoVaR模型下,应用上文设定标的资产收益率等样本资料,同时把投资组合收益率与各投资组合对应标的权重等分为100个点,图2即基于Mean-CoVaR模型的100组投资组合的效率前沿。同时文章列出100组最优投资组合的权重分配,如图3所示。

从图2和图3可以看出,Mean-CoVaR模型效率前沿中最小点的风险值为0.0337,组合收益率为0.0006,即该投资组合收益率受到系统性风险扩散影响程度较低,该点的投资组合资产配置如图4所示。

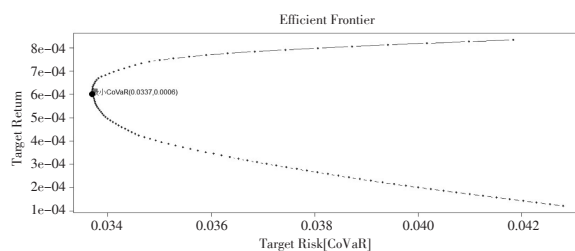


图2 Mean-CoVaR模型的效率前沿

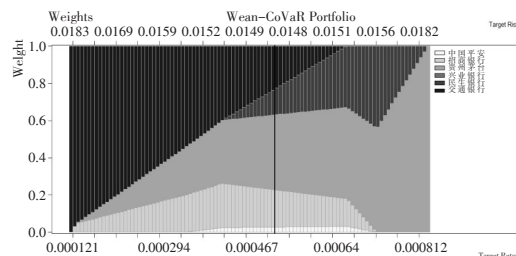


图3 Mean-CoVaR模型的效率前沿的权重分配

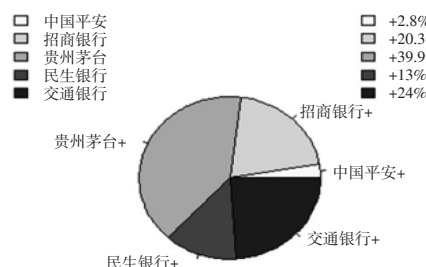


图4 最小CoVaR点投资组合权重

由图4可以看出,在Mean-CoVaR模型下,效率投资组合的权重配置根据大盘(这里以上证50指数为大盘)面临的风险条件下,极小化投资组合总和CoVaR值,最小CoVaR效率前沿的权重配置兴业银行(601166)为0,中国平安(601318)为2.8%,民生银行(600016)为13%,另外三个标的都大于20%。但因为CoVaR和VaR同样不具加成性,投资组合的CoVaR不一定会较两个别资产的总和CoVaR值小。因此,本文试解释最小CoVaR值投资组合权重配置原因如下:图5列出了各标的资产的CoVaR-Return分布图,从中可以看出,兴业银行(601166)较民生银行(600016)、贵州茅台(600519)报酬率低,而CoVaR相对较高,因此兴业银行(601166)可能因此原因被其他标的取代。

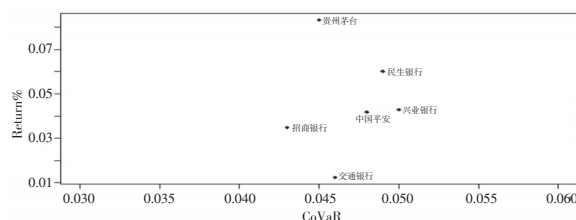


图5 各标的资产CoVaR-Return分布图

2.3 实证结果比较

为了比较Mean-CoVaR模型的效果,本文借鉴马科维茨的Mean-Variance模型计算标的资产组合的效率前沿。同时,由于Mean-Variance模型的效率前沿是在收益率-标准差坐标空间,为了比较分析,以下将Mean-Variance模型中各最优投资组合权重配置结果代回CoVaR公式,回推其投资组合的CoVaR值,并将Mean-Variance效率前沿自原

本的收益率-标准差坐标空间转化为收益率-CoVaR 值的坐标空间进行比较。

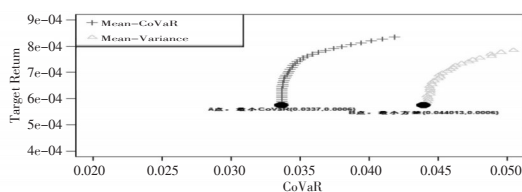


图6 Mean-CoVaR模型与Mean-Variance模型效率前沿比较

从图6可以看出,在相同的投资组合收益率下(0.0006), Mean-CoVaR模型的CoVaR值小于Mean-Variance模型的CoVaR值($0.0337 < 0.044013$),即按照Mean-CoVaR模型的投资组合A配置资产,在遭受系统性风险扩散的影响比按照Mean-Variance模型投资组合B小。

此外,在相同收益率条件下,Mean-CoVaR模型效率前沿上的其他各点投资组合CoVaR值均小于Mean-Variance效率前沿上的投资组合CoVaR值,因此,在考虑系统性风险溢出的条件下,Mean-CoVaR模型的资产配置较Mean-Variance模型更有效率。除此之外,就A、B点的夏普率来说,A点为0.04大于B点的0.007,因此,A点的投资组合配置绩效优于B;同时,针对图5中两种模型投资组合的夏普率比较,基于Mean-CoVaR模型有92%的投资组合夏普率大于Mean-Variance模型,因此,Mean-CoVaR模型资产组合配置绩效总体优于Mean-Variance模型。

综合上述实证结果,在考虑风险溢出的条件下,Mean-CoVaR模型资产组合配置绩效优于Mean-Variance模型。因此,在传统的Mean-Variance模型下,如果能以CoVaR取代Variance构建出新的Mean-CoVaR投资组合模型,把大盘风险溢出效应考虑进去,将可能降低投资组合在大盘发生崩盘时的亏损程度,保持较好的投资绩效。

3 结论

本文把CoVaR概念与马科维茨投资组合模型相结合,在传统投资模型框架内纳入风险扩散的考量,构建出基于

Mean-CoVaR模型的新投资组合配置模型;利用上证50指数排名前6的股票为标的资产,并以上证50指数为风险源,通过选取2010年1月4日至2016年12月31日样本进行实证分析,结果表明:

(1)把投资组合的CoVaR作为风险考量时,基于Mean-CoVaR投资组合遭受系统性风险扩散的影响显著低于传统的Mean-Variance投资组合,Mean-CoVaR模型对投资组合配置更有效率。

(2)根据样本期间的检验结果,基于Mean-CoVaR模型的投资组合能显著降低亏损的可能性,其受到系统性风险扩散的影响显著低于基于Mean-Variance投资组合,并且在样本期间Mean-CoVaR模型的投资组合有92%的夏普值大于Mean-Variance模型,投资绩效更优。

参考文献:

- [1]Campbell R,Huisman R, Koedijk K.Optimal Portfolio Selection in a Value at Risk Framework[J].Journal of Banking and Finance,2001,(9).
- [2]Rockafellar R T, Uryasev S.Optimization of Conditional Value-at-risk [J]. Journal of Risk, 2000,(2).
- [3]Pfug G, Uryasev S.Some Remarks on the Value-at-risk and the Conditional Value-at-risk[M].In Probabilistic Constrained Optimization: Methodology and Applications,2000.
- [4]Roman D, Mitra G, Zviarovich V.Enhanced Indexation Based on Second-order Stochastic Dominance[J].European Journal of Operational Research, 2013,(1).
- [5]Adrian T,Brunnermeier M K.CoVaR[R].Federal Reserve Bank of New York Staff Reports no.348,September,2008.
- [6]张帮正,魏宇,余江,李云红.基于EVT-Vine-copula的多市场相关性及其投资组合选择研究[J].管理科学,2014,(3).
- [7]赵鲁涛,李婷,张跃军,魏一鸣.基于Copula-VaR的能源投资组合价格风险度量研究[J].系统工程理论与实践,2015,(3).
- [8]张冀,谢远涛,杨娟.风险依赖、一致性风险度量与投资组合——基于Mean-Copula-CVaR的投资组合研究[J].金融研究,2016,(10).
- [9]徐维军,周平平,李婷,张卫国.基于CVaR和多元权值约束下的积极投资组合模型[J].系统管理学报,2017,(3).

(责任编辑/浩 天)