

风险度量方法与金融资产配置模型的理论和实证研究*

吴世农 陈 斌

(厦门大学工商管理学院 361005)

自马克维兹创立投资组合理论以来,风险度量方法和金融资产配置模型的研究一直是金融投资研究的热点问题之一,金融投资专家和学者先后提出各种不同的风险度量方法和相应的资产配置模型。不同的风险度量方法直接影响着资产配置结果。围绕风险度量问题,90年代以来,一种度量风险的新方法,风险价值(Value At Risk),简称VAR,成为银行、证券经纪公司、投资基金等金融机构、市场监管者以及各类非金融公司进行投资风险度量与管理、资产配置、绩效评价等的重要工具。例如,美国的穆迪和标准普尔等资信评估公司以及财务会计准则协会、证券交易委员会等都宣布支持VAR为度量和风险管理的主要方法;巴塞尔银行监管委员会、美国联邦储备银行等亦认可了VAR作为可接受的风险度量方法之一。本文在对度量风险的不同方法(方差、Downside-Risk和VAR)及其相应的资产配置模型(马克维兹模型、哈洛模型和VAR模型)进行理论研究和比较总结的基础上,收集我国证券市场股票和国债的有关数据,分别对方差—马克维兹模型、Downside-Risk—哈洛模型和VAR模型进行系统的实证研究,最后根据实证研究结果,对这三类模型在我国证券市场的应用效率展开比较研究。

一、理论综述

1. 方差方法与马克维兹资产配置模型

在金融投资领域中,风险是个永恒存在并备受关注的主题。然而,由于风险在很大程度上是个取决于个体心理感受后进行主观价值判断的概念,因此直到马克维兹提出投资组合理论之前的很长一段时间里,风险的度量方法始终停留在非定量的主观判断阶段。1952年,在《投资组合选择》一文里,马克维兹假定投资风险可视为投资收益的不确定性,这种不确定性可用统计学中的方差或标准差来度量。在以方差为风险度量的基础上,理性的投资者在进行投资决策时追求的是收益和风险之间的最佳平衡,即一定风险下获取最大收益或一定收益下承受最小风险,因此通过均值—方差分析进行单目标下的二次规划,就可以实现投资组合中金融或证券资产的最佳配置。该模型为:

$$\text{目标函数: } \min^2(p) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n x_i x_j \text{cov}(r_i, r_j) \quad (1-1)$$

* 本文在写作过程中得到深圳证券交易所综合研究所于华博士的帮助,特此表示衷心的感谢。

$$\text{约束条件:} \begin{cases} E(R_p) = \sum_{i=1}^n x_i E(R_i) \\ \sum_{i=1}^n x_i = 1, x_i \geq 0, (\text{不允许卖空}) \\ \text{或} \sum_{i=1}^n x_i = 1, (\text{允许卖空}) \end{cases} \quad (1-2)$$

马克维兹资产配置模型是以方差作为度量风险的方法,方差方法的优劣决定着资产配置模型的有效性。方差具有良好的数学特性,在用方差度量金融或证券资产组合的总风险时,组合的方差可以分解为组合中单个资产收益的方差和各个资产收益之间的协方差,这是马克维兹资产配置模型在技术上可行的基础。但从其诞生之时起,以方差度量风险的方法就承受着众多的质疑或批评,如法玛、依波特森和辛科费尔德等人对美国证券市场投资收益率分布状况的研究以及布科斯特伯、克拉克对含期权投资组合的收益率分布研究等,基本否定了方差度量方法的理论前提——投资收益的正态分布假设;特渥斯基和卡尼曼等对风险心理学的研究则表明损失和盈利对风险确定的贡献度有所不同,即风险的方差度量对正离差和负离差的平等处理有违投资者对风险的真实心理感受;此外,巴尔泽等还提出方差方法在衡量风险状况时的指标非独立性,等等。最后,马克维兹自己也承认:“除了方差之外,也存在多种风险衡量方法的替代,其中理论上最完美的度量法应属半方差(Semivariance)方法”。

2. Downside-Risk 方法与哈洛资产配置模型

长期以来,为了找到替代方差的风险度量新方法,使其既能具备理论的完善性、计量的便利性,又能符合风险度量对现实状况和真实心理感受的满足度,金融界、投资界的理论研究者 and 实际操作者做了大量的研究和尝试。这些研究的出发点基本上是为了解决损失的真实风险感受对投资行为的影响,以及解决方差方法的收益正态分布假设等问题,希望能得到更符合现实状况的风险度量方法和能更高效地获得投资回报的资产配置模型。就风险的度量问题而言,引入了风险基准或参照水平(Risk Benchmark or Reference Level)来代替方差方法中的均值 μ ,以着重考察收益分布的左边,即损失边在风险构成中的作用。因此,总的说可把这些方法归结为 Downside-Risk 度量法。其中最具代表性并形成较成熟理论体系的是哈洛的 LPMn 方法。

LPM 是“Lower Partial Moments”的缩写,意即只有收益分布的左尾部分才被用做风险衡量的计算因子。一般地,在某个目标值 T (Target Rate) 下,用 LPM 衡量一个经验(或离散)分布的投资收益的风险可表示为:

$$LPM_n = \int_{R_p = -}^T P_p(T - R_p)^n \quad (1-3)$$

这些研究和尝试包括:毛(James C. T. Mao) [1970]、波特(R. Burr Porter) [1974]、霍根(William W. Hogan)和渥伦(James M. Warren) [1974]、巴瓦(V. Bawa)和林登伯格(E. Lindenberg) [1977]、哈洛(W. V. Harlow)和劳(Ramesh K. S. Rao) [1989]等对“半方差”和“Lower Partial Moments”方法的研究;巴瓦(V. S. Bawa) [1978]、卡托卡(S. Katoaka) [1963]、罗伊(A. D. Roy) [1952]、泰瑟(L. G. Telser) [1956]的包含概率衡量法的“安全第一规则”理论的研究以及巴尔泽(L. A. Balzer) [1990]的总结研究等。

其中, P_p 是收益 R_p 的概率; $n=0, 1, 2$, n 取值的不同, 反映在 LPM 的不同含义上。当 $n=0$, LPM_0 为低于目标收益值的概率; 当 $n=1$, LPM_1 为单边离差的均值, 称做目标不足 (Target Shortfall); 当 $n=2$, LPM_2 为目标半方差 (Target Semivariance)。

根据 Downside Risk 的风险度量思想, 哈洛提出了基于 LPM_n 的资产配置新模型。该模型的目标函数为 Min(1-3) 式, ($n=1, 2$), 约束条件为 (1-2) 式。应用这一模型, 哈洛以美、英、日等 11 国证券市场从 1980 年 1 月到 1990 年 12 月的有关月度数据为对象, 研究了它与马克维兹模型在配置股票与债券两种资产时的决策效率差异。实证结果表明: 在经过变量替换处理的可比较的两种模型的有效前沿上, 哈洛模型明显处于左上位置, 表明其资产配置的效率更高。

3. VAR 方法与 VAR 资产配置模型

90 年代后, 一种新型的风险管理方法——VAR 方法得到广泛的应用。VAR 的含义是: 风险资产或组合在一个给定的置信区间 (Confidence Level) 和持有期间 (Holding Horizon) 时, 在正常的市场条件下的最大期望损失。例如, 在给定的持有期间为一星期, 给定的置信水平 99%, 即损失概率为 1% 时, 某投资组合的 VAR 等于 1000 万美元就意味着: 在下一个星期中有 99% 的置信度该组合的最大期望损失为 1000 万美元, 或者说有 1% 的可能性该组合的期望损失将超过 1000 万美元。

如果从数学的角度来精确定义 VAR, 可令 W_0 为风险资产的初值、 R 为目标时间区间 H 上的收益率、 W^* 为给定置信水平 C 上的资产最低价值, 则有:

$$VAR = E(W) - W^* \quad (1-4)$$

其中, $W = W_0[1 + R(H)]$; W^* 由下式求得:

$$c = \int_{W^*}^{\infty} f(w) dw \quad (1-5)$$

$$\text{或 } 1 - c = \int_{-\infty}^{W^*} f(w) dw = P(w \leq W^*) = p \quad (1-6)$$

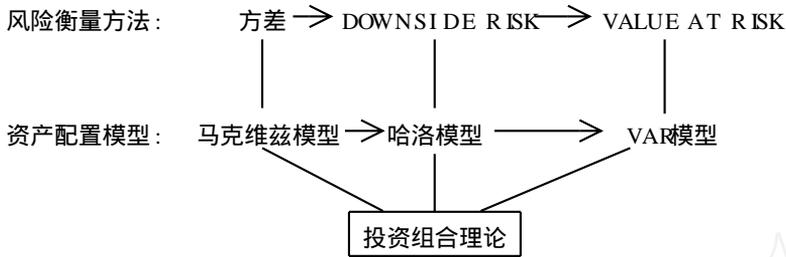
VAR 计算方法主要有四种: 正态方法、历史方法、历史模拟方法和随机模拟方法 (又称蒙特卡洛方法)。

风险的 VAR 度量方法的最明显优点是 VAR 简洁的含义和直观的价值判断方法。这一优点使得资产组合的风险能够具体化为一个可以与收益相配比的数字, 从而有利于经营管理目标的实现。同时, 这一优点提供了不同于收益变异或收益概率的新的风险表现方式, 从而有利于从多角度多层次出发进行风险综合管理。更重要的是, 从概念的内涵可以看出, VAR 也是一种建立在 Downside Risk 思想上的风险衡量方法, 它更侧重对影响投资绩效的消极收益边 (Negative Return Side) 的管理, 因此与方差、标准差方法对比, 它更接近于投资者对风险的真实心理感受, 更适合于在收益一般分布情况下的风险精确计量及管理。最后, VAR 方法对风险的表现形式和以模拟分析为主的计算方法特别适合于管理包含有衍生金融产品交易的风险, 这本身也是 VAR 方法产生的最初动因。

建立在风险的 VAR 度量方法基础上的 VAR 资产配置模型的目标函数为 Min(1-4), 约束条件为 (1-2)。应该指出的是, 随着 VAR 计算方法的不同, VAR 资产配置模型的目标函数将有很大的变化。

二、比较与讨论

由以上理论综述可以发现,建立在投资组合理论关于风险—收益优化分析思想核心上的资产配置模型随着风险度量方法的差别而表现为不同形式,两者在渊源、联系和进展等方面存在以下的显著脉络。三种模型理论基础的差异影响着它们在投资实务中的应用状况。



1. 马氏模型与哈洛模型

应该说,风险的 Downside-Risk 度量方法以及建立在其基础上的哈洛资产配置模型远不如最初马克维兹提出的方差度量方法及其相应的配置模型更具有理论上的突破意义。但从实际应用的角度看,Downside-Risk 架构的配置理论确实具有更强的现实操作性。具体地说,首先,风险的 Downside-Risk 衡量方法更加符合投资者的真实风险感受。其次,模型应用的理论假设更加简单。方差方法下的马克维兹模型的一个基本前提是收益的正态分布假设,而在哈洛模型中,这一假设要求并不存在。因此,当现实的收益分布情况与假设不符时,哈洛模型的应用价值更大,配置效率更高。最后,大多数风险度量方法,包括传统的方差方法均可视作 LPM_n 的特例,这一点只要在 LPM₂ 的计算式中将目标值 T 换成均值 μ 就不难理解。因此从某种意义上说,马克维兹模型也可视为哈洛模型的一个特例。相比马克维兹模型,哈洛模型的不足是在进行优化分析时,其途径主要是历史数据的逐次模拟分析运算,当组合中个体资产数增大时,若无计算机,数据的巨大处理量将是制约模型应用的一个重要因素。

2. VAR 模型与马氏模型

与 VAR 这种风险度量方法相对应,VAR 模型对比马克维兹模型的优点与哈洛模型一样,表现为模型效率的提高和风险心理真实感受度的增强。不足之处是,在应用 VAR 模型进行资产配置决策时,VAR 计算方法的选用以及历史数据的宽度、处理方式等,都将显著影响到决策过程的复杂程度和最终的精度。

值得指出的是,当收益满足正态分布时,由 VAR 的正态计算方法有 $VAR(c, h) = \dots$,那么 VAR 配置模型中的目标函数 MinVAR 就等价于 $Min[\dots]$,亦等价于 $Min[\dots]$ 。因此,马克维兹模型更可视作 VAR 模型的一个特例。

3. VAR 模型与哈洛模型

与哈洛组合模型比较,两者具有显著的相似之处:它们使用的风险度量方法从本质上看都是一种 Downside-Risk,这类风险度量方法都符合投资者对风险的真实感受,并无须存在对收益的正态分布假设,因此在应用这两类模型进行资产配置时,都具有比马克维兹模型更强的适

应性和准确性。不同的是,VAR 这种度量风险的方法比 LPMn 这种度量风险的方法更具有简明易判、收益与风险价值匹配以及在现代金融市场中对重大风险的有效管理等优点,从而使 VAR 模型更加具有潜在和广泛的应用价值。同时,LPMn 对风险的计算往往仅局限于历史数据的经验处理这种方法,而 VAR 可以采用多种计算方法,VAR 模型也更具有灵活性,它可以根据投资者所要求的置信程度的不同计算有效前沿和在投资组合中包括衍生金融产品。

三种资产配置模型的主要性质比较如下表所示。

表 1 三种资产配置模型应用特性的比较表

模型 项目	马克维兹模型	哈洛模型	VAR 模型 (非正态的一般形式)
风险衡量方法	方差或标准差	LPMn	VAR
适用的分布条件	正态分布	一般分布	一般分布
模型的形式	标准	标准的多种形式	随采用的 VAR 计算方法而有不同具体形式
模型的效率	一般(非正态时)	高效	高效

三、实证分析:三种资产配置模型应用效率的比较

1. 样本数据及其处理

实证分析中,我们以深圳股票市场综合指数的周收益率代表投资股票资产的收益状况;以上海市场综合国债指数的周收益率代表投资国债资产的收益状况。样本时限从国债品种正式在交易所挂牌上市的 1996 年 1 月 5 日起至 1999 年 3 月 5 日止,共 38 个月 157 个周收益率为样本观测点。

深证综合指数是以价值加权法为基础编制的市场指数,它已经综合考虑了各种股票的拆细、除权、除息等信息,因此股票资产的周收益率可以简单表示为:

$$R_t = (S_t - S_{t-1}) / S_{t-1} * 100 \%$$

其中, R_t 为周收益率, S_t 为本周深证综指收盘值, S_{t-1} 为上周深证综指收盘值。

在我国,尚没有机构编制反映国债市场状况的相关市场指数,因此在确定国债资产的投资收益时面临着一些困难。本文采用的数据处理方式是:

(1) 计算上海市场从 96 年 1 月 5 日至 99 年 3 月 5 日间所有国债交易品种的每周收益率:

$$R_{it} = \frac{B_{it} - B_{it-1} + I_{it}}{B_{it-1}} * 100 \%$$

其中, R_{it} 为第 i 种国债的周收益率, B_{it} 为该种国债本周收盘价, B_{it-1} 为上周收盘价, I_{it} 为该种国债在 t 周所获得的利息收益。

在样本时间区间内,上市交易的国债品种主要有:92 国库券、93 国库券、95 国债(1)、96 国债(1)、95 国债(2)、96 国债(2)、96 国债(3)、964、965、966、967、968、971、973、974 等 15 种。

(2)对每周内参与交易的所有国债品种(随时间的不同,有的品种可能已期满兑付而退出交易,有时则可能新加入)的周收益率进行简单平均,而得出每一时间样本点的国债综合收益率。

$$R_t = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n R_{it}$$

2. 实证研究方法

(1) 资产配置模型具体形式的选择

出于简化分析和遵从我国证券投资实务中现实规则的考虑,实证分析中各资产配置模型一律采用不存在卖空时的模型形式。同时,为了能够使各模型的优化结果能在同一环境下具有可比性,我们选择哈洛模型的 LPM₂ 形式,以及在 VAR 模型中分别采用正态和历史的 VAR 计算方法。这主要因为:首先,LPM₂ 是目标值左边的离差平方和的加权累积,在 Downside-Risk 形式的风险衡量法中,它最接近于方差,特别是当组合收益呈现正态分布且目标值等于组合期望收益时,有 $LPM_2 = (1/2)^2$,因此采用 LPM₂ 形式能够方便平等地比较马克维兹模型与哈洛模型的效率差异;其次,如前文所述,正态算法下的 VAR 模型事实就是马克维兹模型,因此使用 VAR 的正态算法就意味着在马克维兹模型和一般分布条件下的 VAR 模型间构筑对比的桥梁;最后,采用 VAR 的历史算法主要是由于历史模拟和随机模拟方法涉及大量的数据处理,并且处理结果很大程度上依赖于不同投资者的具体处理手法,因此当实证分析追求的是三种资产配置模型应用效率的比较时,首选的是客观而简单的计算方法。

(2) 有效前沿的确定方法

由于有效前沿函数的表达式较复杂,并且本文在对哈洛模型和 VAR 模型进行优化求解时使用的是历史数据的经验处理方法,因此在实证分析中,每一模型有效前沿的确定采用特征点描述法,特征点由股票和国债两种待配置资产的系列比例组合确定而成,既直观又简单,具体如表 2 所示。

表 2 有效前沿特征点的组合比例

特征点 资产比例	点 1	点 2	点 3	.....	点 23	点 24	点 25
股票	100 %	96 %	92 %	.....	8 %	4 %	0 %
国债	0 %	4 %	8 %	.....	92 %	96 %	100 %

每种资产配置模型的有效前沿确定的步骤为:

A、由给定特征点的两资产配置比例 X_s 和 X_b 计算该特征点的期望收益:

$$E_t = X_s \cdot E(R_{st}) + X_b \cdot E(R_{bt}) \quad (t = 1, 2, 3, \dots, 157)$$

即目标函数为 $\min LPM_2 = \frac{1}{R_p < T} \sum_{i=1}^T (T - R_p)^2$ 的哈洛模型。

事实上,资产比例分别从 0 到 100% 构成的各特征点是两资产组合的可行域点。但在论文实证分析所采用的数据中,应用马克维兹模型所得出的有效前沿上最小方差点的配置比例是股票资产 1.2%、国债资产 98.8%,也就是说,可行域与有效前沿几乎重叠。

B、计算该特征点的风险度量值,其中:

$$\text{马克维兹模型: } i = \sqrt{X_s^2 \cdot s_s^2 + X_b^2 \cdot s_b^2 + 2 \cdot X_s \cdot X_b \cdot s_b \cdot s_s \cdot b}$$

其中: i 、 s_s 、 s_b 分别表示投资组合、证券和国债收益率的标准差; s_b 为证券和国债收益率相关系数。

$$\text{哈洛模型: } LPM_2 = \frac{1}{n} \sum_{E(Pt) < T} [T - E(Pt)]^2$$

为小于 T 的历史组合收益 E(Pt) 个数

VAR 模型: 收益正态分布时,亦等同于马克维兹模型,有 $VAR = \sigma^2$

收益一般分布时, $VAR_i = E - W^*$, 即由设定的置信水平 C, 在历史组合收益中寻找满足 C 的特定值 W^* 而计算 VAR。

C、由特征点(各模型风险度量值, E_i) 描出模型的有效前沿。

3. 实证结果及其分析

在实证分析过程中,我们重点考察和比较三种资产配置模型的应用效率:马克维兹模型与哈洛模型的应用效率比较;VAR 模型与马克维兹模型的应用效率比较;马克维兹、哈洛以及 VAR 模型的综合应用效率比较。

(1) 马氏模型与哈氏模型的应用效率比较

在目标值 T 等于期望收益率的哈洛模型马克维兹模型的有效前沿比较图上可以看出,哈洛模型的有效前沿在马克维兹模型的左上方,也就是说,在相同的期望收益水平下,哈洛模型得出的资产配置将具有更小的风险,或相同的风险水平下,配置(组合)具有更大的收益,因此哈洛模型的资产配置效率更高。这一结果进一步证实了哈洛应用 LPMn 分析对美英等 11 国股票市场与债券市场的配置效率的实证分析结论,同时也说明在我国的证券市场中,应用马克维兹模型尚不能更高效地满足最优组合要求,而这中间的根本原因可推论为我国证券市场投资收益的非正态分布。

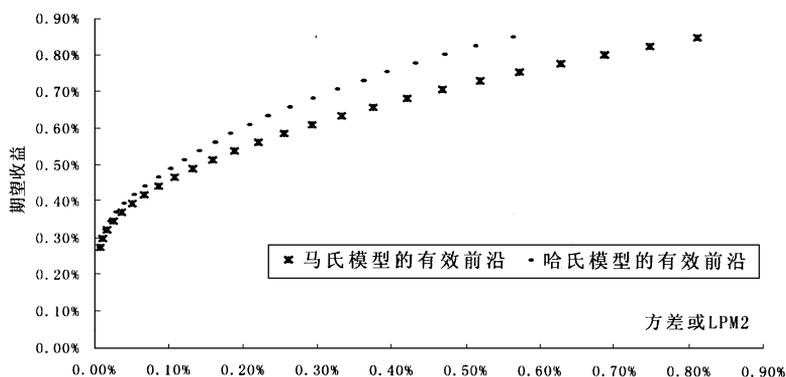


图 1 马克维兹模型与哈洛模型之有效前沿比较

(2) VAR 模型与马克维兹模型的应用效率比较

为了考察 VAR 模型的实际应用效率,我们以 80% 的置信水平来求取股票和国债两资产组合时 VAR 模型的有效前沿,并将其与用马克维兹模型得出的有效前沿在 E-VAR 平面内的形式做比较(即 $VAR = \sigma \cdot \tau = 1.2828$)。

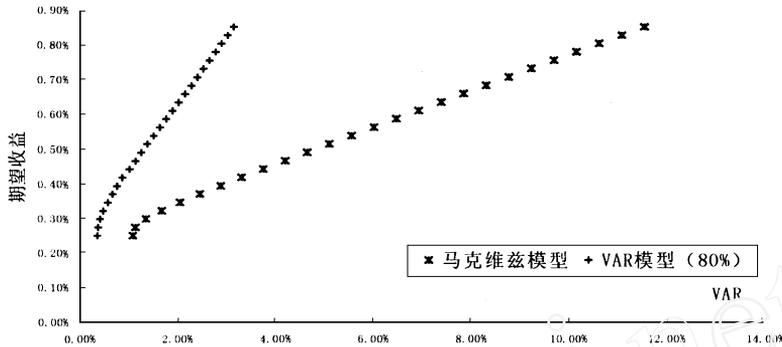


图 2 VAR 模型与马氏模型之有效前沿比较

注:图形中将各模型有效前沿特征点的横坐标数值换算成 VAR 单位,下同。

可以看出,在置信水平 80% 时,VAR 模型的有效前沿位于马克维兹模型有效前沿的左边。平均而言,在期望收益相同的情况下,VAR 模型配置的组合资产的风险(VAR 值)仅为马克维兹模型配置结果的 1/3 左右。这说明,至少是在实证分析选择的实例中,使用 VAR 模型进行资产配置决策时要比使用马克维兹模型高效得多,风险的 VAR 衡量方法比方差方法更能反映投资风险的本质特征。

(3) 三种资产配置模型的应用效率比较

通过对哈洛模型有效前沿在 E-VAR 平面内的转化——哈洛模型有效前沿特征点的风险用 VAR 表示为: $VAR = \sigma \cdot \sqrt{LPM_2}$,结合图 1 和图 2 的结果,我们得到 VAR、马克维兹和哈洛模型有效前沿在同一平面的比较图。

不难发现,在置信水平 80% 的条件下,VAR 模型的组合结果的效率最高,其次为哈洛模型,马克维兹模型则最次。为什么同样使用历史数据经验分析方法且风险衡量思想同属 Downside-Risk 的 VAR 模型和哈洛模型存在效率的差异呢?我们认为:本实证研究中哈洛模型的目标值 T 选择的是期望收益(可视为置信水平 50%),与 VAR 模型选择的 80% 置信水平比,前者在探讨单边消极离差(相对于期望收益)时涉及的收益分布区域还太大。也就是说,由于收益分布的不对称,特别是消极边部份区域的特异性使得更倾向于研究小概率消极收益的组合模型效率更高。这一点也同时提供了这样的启示:应用 VAR 模型进行资产配置分析的中心是对 VAR 计算中置信水平 C 的确认,而置信水平是对投资者在进行投资管理时对风险暴露以及其后的风险承受程度、风险管理不同偏好或能力的衡量。

对其它置信水平下模型效率差异的实证分析结果亦得出与下文相同的结论。

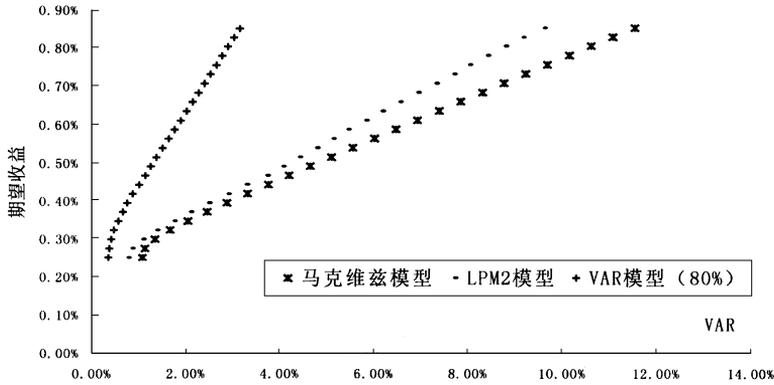


图3 VAR、马氏、哈洛模型的有效前沿比较

各种资产配置模型的差异归根到底是对风险度量方法的认识差异,这种差异一方面是对风险感受的心理真实性的追求,另一方面是对现实收益一般分布情况的遵从。当投资收益确实服从于对称的正态分布假设时,从理论上讲,三种模型必将殊途同归,从而得出一致的资产配置决策结论。因此,结合以上各种模型应用效率的实证分析结果看,一个必然的推论是:我国证券市场的投资收益属非正态分布。因此,我们应用柯莫格罗夫—斯米尔诺夫方法(K-S 检验)进行投资收益分布的检验,结果表明:在95%的置信水平下,股票收益率不服从于正态分布;而在99%的置信水平下,国债收益率也不服从于正态分布。这一事实强有力地说明了在应用各种资产配置模型时应注意它们的差异性,才能正确选择合适的资产配置模型,提高模型的应用效率。

参考文献

- 吴世农,1997:《现代财务理论与方法》,中国经济出版社。
 刘宇飞,1999:“VAR模型及其在金融监管中的应用”,《经济科学》,第1期。
 Philippe Jorion, *Value at Risk*, The McGraw-Hill Companies, Inc, 1997.
 Leslie A. Balzer, “Measuring Investment Risk: A Review”, *The Journal of Investing*, Fall 1995.
 Harlow, W. V. *Asset Allocation in a Downside Risk Framework*, Salomon Brothers, New York, March 1991.
 Katerina Simons, “Value at Risk—New Approaches to Risk Management”, *New England Economic Review*, September/October 1996.
 Amos Tversky, “The Psychology of Risk”, *Journal of Economic Perspectives*, Vol. 4, No. 2, 1990.

(责任编辑:石村)(校对:子璇)