

# 金融风险管理中的 VAR 方法及其应用

郑文通

VAR (Value At Risk) 方法是近年来国外兴起的一种金融风险管理工具, 目前已被全球各主要的银行、公司及金融监管机构接受为最重要的金融风险管理方法之一, 而国内对这一方法的研究则刚刚起步。本文的目的, 即是对这一方法产生的背景、计算原理及应用作一介绍, 并分析该方法对中国的现实意义。

## 一、VAR 方法产生的背景

二战以后, 随着全球经济活动的日趋国际化, 各微观经济主体所处的经济、政治、社会环境日趋复杂, 其运作也面临着日益多样且增大的风险。这一点在金融市场中的表现尤为突出。所谓金融风险, 是指同经济活动中的不确定性所导致的资金在筹措和运用中产生损失的可能性。金融风险主要有如下几种类型: 市场风险, 指由于金融资产或负债的市场价格波动而产生的风险; 信用风险, 指由于交易对方不履行合约或无力履行合约而产生的风险; 操作风险, 指由于无法进行预期的交易而产生的风险; 流动性风险, 指由于金融市场流动性不足或金融交易者的资金流动性不足而产生的风险, 等等。

在全部金融风险中, 市场风险和信用风险是最主要的两种。过去, 在金融市场价格比较稳定的背景下, 人们更多地注意的是金融市场的信用风险, 而几乎不考虑市场风险的因素。例如, 70 年代的金融风险管理几乎全部是对信用风险的管理。然而, 自 70 年代初布雷顿森林体系崩溃以来, 浮动汇率制下汇率、利率等金融产品价格的变动日益趋向频繁和无序。80 年代以来金融创新及信息技术日新月异的发展, 以及世界各国金融自由化的潮流使金融市场的波动更加剧烈。由于分散金融风险的需要, 金融衍生工具便应运而生并且得到了迅猛发展。1995 年, 金融衍生工具的名义市场价值为 70 万亿美元, 相比之下, 全球股票市场的市值仅为 15 万亿美元。然而, 当金融衍生工具越来越多地被用于投机而不是保值的目的时, 出于规避风险的需要而产生的金融衍生工具本身也就孕育着极大的风险。近年来英国奥伦治县政府破产案、巴林银行倒闭案、日本大和银行巨额交易亏损案等, 无不与金融衍生工具有关。于是, 如何有效地控制金融市场尤其是金融衍生工具市场的市场风险, 就成为银行和公司管理人员、投资人以及金融监管当局所面临的亟待解决的问题。在这个大背景下, VAR 方法就应运而生了。

二、VAR 的计算

所谓 Value At Risk, 按字面意思解释, 就是“处于风险中的价值”。VAR 值就是在一定的持有期及一定的置信度内, 某金融投资工具或投资组合所面临的潜在的最大损失金额。例如, 银行家信托公司 (Bankers Trust) 在其 1994 年年报中披露, 其 1994 年的每日 99% VAR 值平均为 3500 万美元。这表明, 该银行可以以 99% 的可能性保证, 1994 年每一特定时点上的投资组合在未来 24 小时之内, 由于市场价格变动而带来的损失平均不会超过 3500 万美元。通过把这一 VAR 值与该银行 1994 年 6.15 亿美元的年利润及 47 亿美元的资本额相对照, 该银行的风险状况即可一目了然。

为计算 VAR 值, 我们首先定义  $\omega$  为某初始投资额,  $R$  为其在设定的全部持有期内的回报率。则该投资组合的期末价值为  $\omega = \omega_0 (1+R)$ 。

由于各种随机因素的存在, 回报率  $R$  可以看为一随机变量, 其年度均值和方差分别设为  $\mu$  和  $\delta^2$ , 并设  $\Delta t$  为其持有年限。假设该投资组合每年收益均不相关, 则该投资组合回报率在  $\Delta t$  年内的均值和方差分别为  $\mu \Delta t$  和  $\delta^2 \Delta t$

设定  $\omega$ 。在设定的置信度  $C$  下的最低回报率为  $R^*$ , 则  $\omega_0$  在该置信度  $C$  下的最低期末价值为  $\omega^* = \omega_0 (1+R^*)$  (即  $\omega$  低于  $\omega^*$  的概率为  $1-C$ )。 $\omega_0$  的期末价值均值减去期末价值最低值, 就是该投资组合的潜在最大损失, 即 VAR。所以, 一般意义上,

$$VAR = E(\omega) - \omega^* \tag{1}$$

因为  $E(\omega) = E[\omega_0(1+R)] = E\omega_0 + E\omega_0 R = \omega_0 + \omega_0 \mu$   
 $\omega^* = \omega_0(1+R^*)$

所以 (1) 式可变形为

$$VAR = \omega_0 + \omega_0 \mu - \omega_0(1+R^*) = \omega_0(\mu - R^*) \tag{2}$$

如果引入  $\Delta t$ , 则

$$VAR = \omega_0(\mu \Delta t - R^*) \tag{3}$$

可见, 如果能求出某置信度  $C$  下的  $\omega^*$  或  $R^*$ , 即可求出某投资组合在该置信度下的 VAR 值。下面, 我们就分别对于  $\omega$  和  $R$  不同的概率分布情况分析  $\omega^*$  和  $R^*$  的求法。

1.  $\omega$  和  $R$  的概率分布函数未知

在这种情况下, 无法知道某投资组合未来价值的概率密度函数  $f(\omega)$  的确切形式。但根据 VAR 的定义, 我们可以用下式来确定  $\omega^*$ :

$$C = \int_{\omega^*}^{+\infty} f(\omega) d\omega \tag{4}$$

或  $1-C = \int_{-\infty}^{\omega^*} f(\omega) d\omega \tag{5}$

(4)、(5) 式表明, 在给定的置信度水平  $C$  下, 我们可以找到  $\omega^*$ , 使  $\omega$  高于  $\omega^*$  的概率为  $C$  或使  $\omega$  低于  $\omega^*$  的概率为  $1-C$ , 而不用求出具体的  $f(\omega)$ 。这种方法适用于随机变量  $\omega$  为任何分布形式的情况。

举例来说, JP 摩根 1994 年年报披露, 1994 年该公司一天的 95%VAR 平均为 1500 万美元。这一结果可以从反映 JP 摩根 1994 年日收益分布状况的图 1 中求出。

图 1: VAR 值的计算

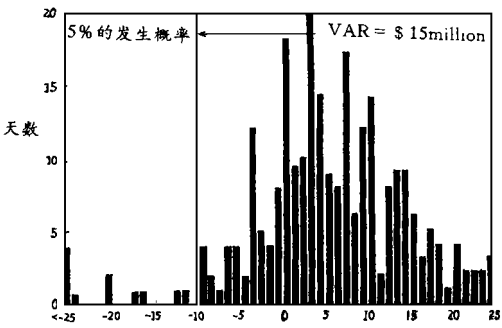


图 1 中共抽取了 JP 摩根 1994 年 254 天的收益额作为样本。横轴表示样本中各个可能的日收益值, 纵轴表示每一个日收益值在 1994 年出现的天数。例如, 依图所示, 1994 年, JP 这摩根日收益为 500 万美元的有 20 天, 日收益为 800 万美元的有 17 天, 等等。经计算, 可得出平均日收益约为 500 万美元, 即  $E(\omega) = \$500$  万。要想求 95% 置信度下的 VAR, 我们需要找一个  $\omega^*$ , 使得  $\omega$  低于  $\omega^*$  的概率为 5%。在本例中, 就是要找一个  $\omega^*$ , 使得低于  $\omega^*$  的  $\omega$  出现的天数为  $254 \times 5\% = 13$  天。从图中可以看出, 这一  $\omega^* = -\$1000$  万。根据 (1) 式  $VAR = E(\omega) - \omega^* = \$500 \text{ 万} - (-\$1000 \text{ 万}) = \$1500$  万

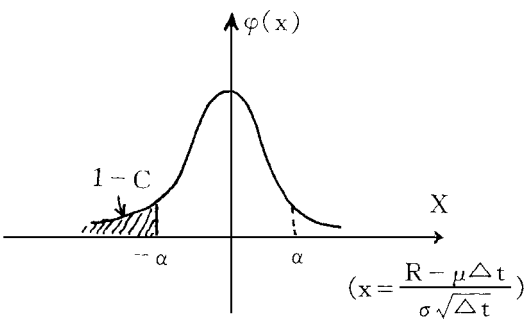
2.  $\omega$  和  $R$  服从正态分布

如果投资组合的未来回报率和未来价值可以假定服从正态分布, 那么上述的 VAR 计算过程可以极大地简化为

求该投资组合的标准差的计算，过程如下：

设  $R$  服从均值和方差分别为  $\mu \Delta t$  和  $\sigma^2 \Delta t$  的正态分布，即  $R \sim N(\mu \Delta t, \sigma^2 \Delta t)$ 。则  $\frac{R - \mu \Delta t}{\sigma \sqrt{\Delta t}}$  服从均值为 0、方差为 1 的标准正态分布，即  $\frac{R - \mu \Delta t}{\sigma \sqrt{\Delta t}} \sim N(0, 1)$ ，其概率密度函数为  $\varphi(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{x^2}{2}}$ 。

图 2：标准正态分布下 VAR 值的计算



如上图所示，如果  $R$  服从正态分布，要想求出给定置信度水平  $C$  下的  $R^*$ ，只要利用标准正态分布表找到标准正态分布的一个上分位点  $\alpha$ ，使得

$$1 - C = \int_{-\infty}^{-\alpha} \varphi(x) dx \quad (6)$$

然后根据  $-\alpha = \frac{R^* - \mu \Delta t}{\sigma \sqrt{\Delta t}}$  即可求出与置信度  $C$  相对应的  $R^*$ 。

$$R^* = -\alpha \sigma \sqrt{\Delta t} + \mu \Delta t \quad (7)$$

然后根据 (3) 式，得：

$$\begin{aligned} \text{VAR} &= \omega_0 (\mu \Delta t - R^*) = \omega_0 (\mu \Delta t + \alpha \sigma \sqrt{\Delta t} - \mu \Delta t) \\ &= \omega_0 \alpha \sigma \sqrt{\Delta t} \end{aligned} \quad (8)$$

仍以图 1 为例。假设该样本及总体服从正态分布。要计算置信度为 95% 的 VAR，需要求出  $\alpha$  使  $5\% = \int_{-\infty}^{-\alpha} \varphi(x) dx$  也就是  $95\% = \Phi(X) = \int_{-\infty}^{\alpha} \varphi(x) dx$ 。从标准正态分布表中可以查出，当  $\Phi(X) = 0.95$  时， $\alpha = 1.645$ 。另外，经计算，图 1 样本中的标准差为 \$920 万。所以  $95\% \text{VAR} = 1.65 \times \$920 \text{ 万} = \$1520 \text{ 万}$ 。这一数值与上例不知  $\omega$  分布情况下所得的 \$1500 万非常接近，说明  $\omega$  和  $R$  服从正态分布这一假设在本例中是计算

VAR 的一种很好的近似方法。

3.  $\omega$  和  $R$  服从非正态的概率分布

虽然在某些情况下  $\omega$  和  $R$  服从正态分布这一假设可以用来近似计算 VAR 值，但通过对实际数据的统计分析发现，许多金融变量的概率密度函数图形的尾部要厚过正态分布的尾部。也就是说，在现实中，较极端的情况（如巨额盈利或巨额亏损）发生的概率要高于标准正态分布所表明的概率。在这种情况下，我们可以假设该随机变量服从自由度为  $n$  的  $t$  分布。当  $n$  较小时， $t$  分布的尾部要比标准正态分布肥大，其尾部大小由自由度  $n$  决定，当  $n \rightarrow \infty$  时， $t$  分布的概率密度函数就等于标准正态分布的概率密度函数，二者的尾部也就互相重合。表 1 提供了 1990—1994 年各种金融资产日收益的  $t$  分布参数估计值。

表 1：各类金融资产  $t$  分布的参数估计值

金融资产	参数估计值
美国股票	6.8
马克 / 美元汇率	8.0
马克 / 英镑汇率	4.6
美国长期债券	4.4
美国 3 月期国库券	4.5

资料来源：Financial Analyst Journal, Nov/Dec 1996, P. 50.

可见，以上各种金融资产的  $t$  分布自由度都在 4.0—8.0 之间，证明其概率密度函数图形的尾部确实比较肥大。在这种  $\omega$  和  $R$  不服从正态分布而假设服从自由度较小的  $t$  分布的情况下，VAR 值的计算仍可以采用 (6) 式，只不过要将其标准正态分布的概率密度函数  $\varphi(X)$  换为  $t$  分布的概率密度函数  $h(X)$ 。通过  $t$  分布表查出给定自由度及置信度下的上分位点  $\alpha$ ，然后再计算  $R^*$  和 VAR。

例如，当自由度为 6 时，查  $t$  分布表可得到使  $5\% = \int_{-\infty}^{-\alpha} h(x) dx$  成立的上分位点  $\alpha$  值为 1.943。则  $\text{VAR} = \omega_0 \alpha \sigma \sqrt{\Delta t} = 1.94 \times \$920 \text{ 万} = \$1785 \text{ 万}$ 。

不管是假设  $\omega$  和  $R$  服从正态分布还是服从  $t$  分布，其分布都是对称型的。这种对称型分布假设适用于股票、债券、汇率等大多数金融产品，但不适用于期权这种收益呈非对称型分布的金融产品。不过，对于银行、公司日常

的包含众多种类的金融资产的投资组合来讲，其收益基本呈对称型分布，故以上的方法仍不失为计算VAR的简便而有效的方法。

必须强调的是，VAR值表明的是投资组合在未来持有期内的金融风险，所以，以上介绍的VAR计算方法中的 $\omega$ 和R概率分布的数据都应是未来持有期内的数据，但这些数据在事前又是无法得到的。所以，要计算VAR值，必须首先用投资组合收益的历史数据对未来数据进行模拟。目前在VAR值的计算中采用最多的有两种数据模拟方法：历史模拟法（Historical Simulation）和蒙特卡罗模拟法（Monte Carlo Simulation）。由于篇幅所限，这两种模拟方法在这里不作具体介绍。

另外，VAR值不仅能计算单个金融工具的风险，还能计算由多个金融工具组成的投资组合的风险。在这时，投资组合的收益和回报率就是一个多元随机变量。要想求出多元随机变量的概率密度函数，必须首先求出该多元随机变量的协方差矩阵，于是这就涉及到一个如何确定多元随机变量之间的相关系数的问题。在实际应用中，就是要确定不同金融工具的收益之间是否相关以及在多大程度上相关。相关系数不同的界定标准会导致不同的VAR值。现在通用的对相关系数的两种估计是JP摩根公司的Riskmetrics相关系数和国际清算银行巴塞尔委员会的BIS/Basle相关系数。Riskmetrics认为不同种类的金融资产之间如债券和股票之间存在着收益相关，而BIS/Basle认为只有在同种金融资产内部的不同品种之间存在着收益相关，不同金融资产的收益不相关。可见用BIS/Basle相关系数计算出的VAR值要大大高于用Riskmetrics相关系数计算出的VAR值。二者之间的关系为  $VAR_{BIS/Basle} = 4.45 VAR_{Riskmetrics}$ 。

三.VAR 方法的用途

VAR值可以用来简单明了地表示市场风险的大小。VAR值的单位是美元，没有任何技术色彩，所以即使没有任何专业背景的投资者和管理者都可以通过VAR值对金融风险进行评判。并且VAR方法可以事前计算风险，而不像以往风险管理的方法都是在事后衡量风险大小。另外，VAR方法还可以衡量全部投资组合的整体风

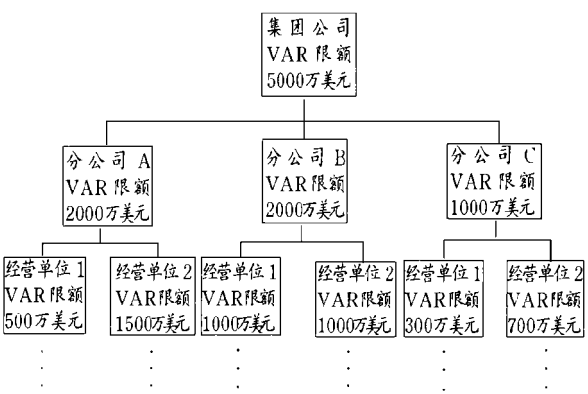
险大小，这也是传统金融风险管理所不能做到的。VAR方法的这些特点都决定了它在金融风险管理中有着广泛的应用。

因为VAR主要用来衡量金融资产的市场风险，所以，凡是握有存在市场风险的金融资产的机构都可以使用VAR进行风险管理。这些机构可以是进行自有资金交易的银行、储蓄机构、投资基金等金融机构，也可以是在利率、汇率等方面面临市场风险的非金融机构。此外，金融监管部门出于维持金融市场稳定的需要，也可以利用VAR方法作为金融监管的工具。

具体来说，VAR方法可以在以下几个方面得到广泛应用：

第一，VAR可用于风险控制。1993年，30集团（Group of 30）发表的研究报告将VAR方法视为控制金融衍生工具的市场风险的最佳方法，竭力推荐其成员银行使用VAR方法。这一建议得到广泛接受，目前已有超过1000家的银行、保险公司、投资基金、养老金基金及非金融公司采用VAR方法作为金融衍生工具风险管理的手段。

利用VAR方法进行风险控制，可以使每个交易员或交易单位都能确切地明了他们在进行有多大风险的金融交易，并可以为每个交易员或交易单位设置VAR限额，以防止过度投机行为的出现。以上过程可以如图3所示：



如果执行严格的VAR管理，一些金融交易的重大亏损也

## ☆Operation And Management of Overseas Banks

许就完全可以避免。例如，在著名的美国奥伦治县政府破产案中，由奥伦治县财政部长 Bob Citron 管理的投资组合包括大额存单、抵押债券、共同基金等多种金融资产，价值 76 亿美元。在发生巨额亏损前，Bob Citron 认为他的投资组合的风险是“谨慎的”。事实上，如计算该投资组合一年期的 95%VAR 则会发现，如假设投资收益服从任意形式的分布则 VAR 为 11 亿美元，如假设服从正态分布 VAR 为 12 亿美元。最后，奥伦治县政府在损失 16.4 亿美元之后破产清算。又如著名的英国巴林银行破产案，交易员 Nick Leeson 所持有的日经指数期货和日本国债期货的投资组合在破产当天的 VAR 为 8 亿多英镑。

第二，VAR 方法可用于业绩评估。在金融投资中，高收益总是伴随着高风险，交易员可能不惜冒巨大的风险去追逐巨额利润。公司出于稳健经营的需要，必须对交易员可能的过度投机行为进行限制。所以，有必要引入考虑风险因素的业绩评价指标。例如，银行家信托公司的业绩评价指标称为“经风险调整的资本收益”（Risk Adjusted Return on Capital，简称 RAROC）。 $RAROC = \text{收益} / \text{VAR 值}$ 。如果交易员从事高风险的投资项目，那么既使利润再高，由于 VAR 值较高，RAROC 值也不会很高，其业绩评价也就不会很高。可见，VAR 方法用于业绩评估，可以较真实地反映交易人员的经营业绩，并对其过度投机行为进行限制。此外，VAR 方法也可以用于对投资项目的业绩评估中。利用 VAR 方法计算经风险调整后的项目收益情况，可以使公司更好地选择在最小风险下获取最大收益的项目。

第三，VAR 方法可用于金融监管。这方面最典型的例子当数国际清算银行巴塞尔委员会关于资本充足率的规定。1995 年 4 月，巴塞尔委员会公布的《有关在资本充足率协议中纳入市场风险因素的补充文件》中规定，从 1997 年年底开始，其成员银行在设置应付风险的资本金额时除考虑信用风险外，还要考虑市场风险。在计算市场风险时，成员银行可以采用巴塞尔委员会制定的标准计算方法，也可以采用自己的内部 VAR 模型。在利用内部模型计算市场风险时，必须满足巴塞尔委员会设置的最低标准，即至少要计算置信度为 99%、持有期为 10 天的每日 VAR 值。成员银行也可以自由决定采取更加严格的计算

标准。

此外，1994 年，负责制定会计准则的美国财务会计标准委员会（FASB）制定的 FAS119 号准则，也鼓励及时计算并披露 VAR 值等风险的量化信息。美国证券和交易委员会（SEC）1997 年 1 月规定，上市公司必须及时披露关于其金融衍生工具交易风险的量化信息，VAR 方法是可以采用的三种方法之一。

VAR 方法有着如上所述的广泛应用。但是，我们也不能忽视它的局限性。VAR 方法衡量的是市场风险，如单纯依靠 VAR 方法，就会忽视其他种类的风险如信用风险。另外，从技术角度讲，VAR 值表明的是一定置信度内的最大损失，但并不能绝对排除高于 VAR 值的损失发生的可能性。例如假设一天的 99%VAR = \$1000 万，仍会有 1%的可能性会使损失超过 1000 万美元。这种情况一旦发生，给经营单位带来的后果就是灾难性的。所以在金融风险管理中，VAR 方法并不能涵盖一切，仍需综合使用各种其他的定性、定量分析方法。

### 四 . VAR 方法引入中国的必要性

中国金融市场的建设，正处于一个从计划型向市场型过渡的转轨过程中。随着社会主义市场经济体制下的金融市场的建立和完善，金融市场上的行政干预会逐步让位于市场调节，市场风险的重要性也会日益突出。所以，将 VAR 方法引入中国，能够为金融机构和投资人提供一种行之有效的市场风险管理工具，也能够为证监会等金融监管部门提供一个风险管理的标准。

另外，中国经济国际化程度正逐步提高，我国在境外上市的公司将会不可避免地被要求执行国际风险管理标准。我国也正积极努力加入世界贸易组织，而世界贸易组织正加快开放其成员国的服务贸易，金融服务业的国际一体化将是大势所趋。届时，我国金融服务业也会不可避免地同国际标准接轨。所以，将 VAR 方法引入中国的金融风险管理领域，对于我国的金融市场建设有着比较重大的现实意义。

（作者工作单位：中国人民大学国际经济系）

（责任编辑：雷小帆）