

从资产负债管理到全面风险管理

——金融市场风险管理实践的简要回顾

上海期货交易所博士后工作站 杨再斌博士

按照巴塞尔银行监管委员会的分类标准，金融市场的风险主要有五类：信用风险、市场风险、流动性风险、操作风险和法律风险。1988 年巴塞尔银行监管委员会出台的控制银行风险的措施主要针对信用风险。但随着资产证券化趋势的加强以及表外业务的迅速膨胀，金融机构风险管理的重点已转向了市场风险。近年来，人们开始注意到金融市场流动性风险对整体风险的影响，开始将研究视角延伸到流动性风险与市场价格风险的合成管理上，同时充分考虑到市场风险状况的复杂性特征，对合成管理模型进行峰度和偏度调节。这方面的模型目前已经取得了重大进展。

大致而言，风险管理从技术实践上经历了从传统资产负债管理到风险价值（VaR）管理以及全面风险管理的变革。

一、资产负债管理：期限缺口法和存续期法

资产负债管理在银行等金融机构的风险管理中占据重要地位，在 20 世纪 70 年代后期开始形成，在 90 年代中后期逐步成为商业银行主流的经营管理方法。银行一般将资产负债管理区分为战略性资产负债管理和操作性资产负债管理，战略性资产负债管理包括银行帐簿和交易帐簿的所有资产、负债项目。常用的方法是当前收益法、经济价值法和动态模拟法。在当前收益法中，最常用的技术就是缺口分析，包括利率敏感性缺口分析、流动性缺口分析和汇率敏感性缺口分析。以利率敏感性缺口为例，商业银行通过考察到期或在一定时期内重新定价的全部资产与负债的现金流量，将这些资产与负债区分为利率敏感性资产与利率敏感性负债，通过考察二者之间的缺口是否大于 0 或者小于 0 来判断市场利率变化可能给银行带来的损失。

在缺口分析中，应用得较多的是期限缺口法（Gap），期限缺口重点在于考察银行资产和负债期限不匹配而导致的利率风险。特点是以利率调整的期间来划分资产负债的各个项目，并按各期限计算资产负债的缺口，以此来观察在什么期限内以及在何种程度上存在利率风险。

期限缺口法的缺点是没有考虑资产负债的精确到期日和重新定价日，而是将资产与负债产生的现金流按到期日的时间段取其中值来进行分类划分和重新定价，没有考虑各资产、负债项目的利率弹性和期限匹配，也无法进行客户行为分析。后来发展出期限队列法和标准化缺口分析来解决这一问题。期限队列法可以衡量若干个期限即期限队列存在的缺口，以精细化的方法计算出利率的变化在一段期限内对具有多重结构的资产和负债的影响。标准化缺口分析则区分了不同资产和负债的利率弹性的差别。

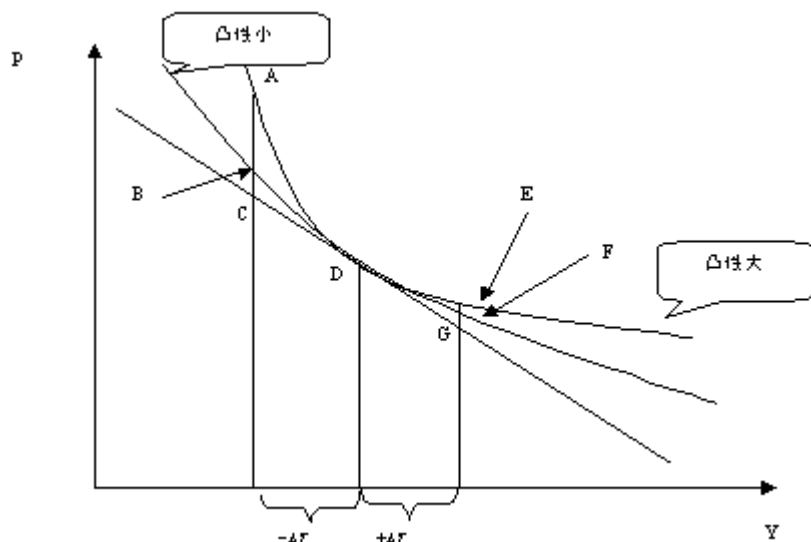
市场价值法则将持续期引入资产负债管理当中，通过持续期来测量机构资产的市场价值对利率风险的风险暴露。即存续期法。

久期(也称持续期)是 1938 年由 F.R.Macaulay 提出的，用来衡量债券的到期时间，以未来收益的现值为权数计算的到期时间。

$$D = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{t \cdot C_t}{(1+i)^t} + \frac{n \cdot F}{(1+i)^n}}{P}$$

公式分子右边是本金的净现值，左边是利息的净现值， t 为计算各利息现值时的权数，等于 t 时刻支付的现值占总现值的比率。 n 为债券持有期限。当资产的收益率变动很小时，资产或负债的变动完全可由久期来表示，由于久期是一个对应利率较小变化的概念，不能作为短期内利率大幅度变化时利率风险的有效衡量手段，金融资产价格随利率变化的波动性越大，这种误差越大，从而必须引入凸性。凸性是对金融资产价格曲线弯曲程度的一种度量。久期相当于债券价格对收益率一阶导数的绝对值，而凸性相当于债券价格对收益率的二阶导数，凸性越大，金融资产价格曲线弯曲程度越大，用修正久期度量债券的利率风险所产生的误差越大。严格地定义，凸性是指在某一到期收益率下，到期收益率发生变动而引起的价格变动幅度的变动程度。当两个债券的久期相同时，它们的风险不一定相同，因为它们的凸性可能是不同的。如图所示：在收益率增加相同单位时，凸性大的金融资产价格减少幅度较小；在收益率减少相同单位时，凸性大的债券价格增加幅度较大。因此，在久期相同的情况下，凸性大的金融资产风险较小。

久期表现为价格收益率曲线的斜率，该值越大，收益率曲线就越陡，因此金融资产价格对收益率的变动就越敏感，从而意味着该资产的市场风险越高，可见，久期是到期收益率的减函数，到期收益率越高，久期越小，金融资产的利率风险越小。但久期无法说明当利率发生变动时，金融资产价格的变动程度，这只能用修正的久期来衡量金融资产价格的利率敏感度。一般修正久期小的金融资产较修正久期大的金融资产抗利率上升风险能力强，但抗利率下降风险能力较弱。



假设 VA_k 是组合中第 K 种资产的当前价格， VL_j 为第 j 种负债的当前价格， D^* 为修正的久期，当收益率曲线发生水平移动时，则净资产的市场价值变动为：

$$\Delta w = [\sum_k (-D_{kA}^* * VA_k) - \sum_j (-D_{jL}^* * VL_j)] * \Delta i$$

如果组合的久期是单一资产与负债久期的加权平均，则上式可近似表示为：

$$\Delta w \approx (D_A^* * VA - D_L^* * VL) * \Delta i \approx D_w^* * w * \Delta i$$

$$D_w^* = \frac{(D_A^* * VA - D_L^* * VL)}{W}$$

其中：

当 $D_w^* \phi 0$ 时，净资产的市场价值随利率的下降而上升，当 $D_w^* \pi 0$ 时，净资产的市场价值随利率的下降而上升。

引入杠杆比率（即按市场价值计算的债务与股本比率） Lev ，则机构对冲市场利率风险的条件转化为：

$$D_A^* + (D_A^* - D_L^*) * Lev = 0$$

当 $D_A^* \phi D_L^*$ 时， D_w^* 随便杠杆比率上升而上升，因而可以降低杠杆比率来减少 D_w^* ，从而降低利率风险。

由于缺口法和市场价值法都不能解决客户行为分析的难题，现代商业银行开始运用情景模拟来进行多种情景下客户行为的动态模拟，并运用极值理论进行压力测试。

二、风险价值法：从 VaR 到 CVaR、ES、LaVaR 模型的演化

所谓风险度量，就是把一个代表风险的随机变量转化为一个实际值的过程，风险度量的核心是风险度量函数的确定。风险价值方法是运用标准的统计技术，在给定的置信区间下衡量给定的资产和负债在一段给定的时间内可能发生的最大市值损失的方法。其主要思想是通过历史数据从过去的价格变动情况计量在特定的持有期间、特定的概率范围内，市场向不利的方向变动时所能预测的最大损失额。经常使用的风险价值计量方法主要有德尔塔—正态方法、历史模拟分析法、应力测试、结构蒙特·卡罗模拟方法等等，其中较为常用的有德尔塔—正态方法和结构蒙特·卡罗模拟方法。

VaR 的测定必须考虑两个重要因素：一是时间间隔的长短，二是置信水平的大小。设 W_0 为初始投资额， R 为投资回报率， μ 为期望收益率， σ 为收益率 R 的波动率，那么，目标期间投资组合的价值将是： $W = W_0(1 + R)$

在给定置信水平 c 下，投资组合的最小价值为： $W^* = W_0(1 + R^*)$ ，与期望值有关时， VaR 等于投资组合的期望价值与最小价值之差：即 $\text{VAR} = E(W) - W^* = -W_0(R^* - \mu)$ ，与初始值有关时， $\text{VAR} = W_0 - W^* = -W_0 R^*$ 。

在以上两种情形下，只要知道最小价值或最低投资汇报率就可以计算出相应置信水平下的 VaR 值。另外，也可以通过未来投资组合价值 $f(w)$ 的概率分布来计算 W^* ，在给定置信水平 c 下，低于 W^* 的概率为 $p = P(w \leq W^*)$ 为 $1-c$ 即：

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

在正态分布中 VaR 可以直接由投资组合的标准差和一个取决于一定置信水平的乘数因子得到。即先将一般分布 $f(w)$ 转化为标准正态分布 $\phi(\varepsilon)$ ，有 $1 - c = \int_{-\infty}^{W^*} f(w)dw = \int_{-\infty}^{|R^*|} f(r)dr = \int_{-\infty}^{-\alpha} \phi(\varepsilon)d\varepsilon$ ，其中， R^* 和最低价值 W^* 相对应的最低收益率， ε 服从标准正态分布， $\phi(\varepsilon)$ 是标准正态密度函数，其中 $-\alpha = \frac{|R^*| - \mu}{\sigma}$ ， $\varepsilon = \frac{r - \mu}{\sigma}$ 。

则将求 VaR 的问题就转化为求 α 的问题，只要使 α 左侧的面积等于 $1-c$ 即可，若置信水平为 0.95，对应的 α 值为 1.65，若置信水平为 0.99 对应的 α 值为 2.58，即 α 为标准正

态分布的上分位点值。再由 $R^* = -\alpha\sigma + \mu$ (R^* 一般为负值可去掉绝对值符号) 即可得到最低收益率的值。一般假设 μ 和 σ 以年为基础, 时间间隔为 Δt (单位是年), 那么和期望值有关的 VaR 与和初始值有关的绝对损失就可以分别变为:

$$VaR = -W_0(R^* - \mu) = W_0\alpha\sigma\sqrt{\Delta t}$$

$$VaR = W_0 - W^* = -W_0R^* = W_0(\alpha\sigma\sqrt{\Delta t} - \mu\Delta t)$$

尽管风险价值方法为资产组合的潜在风险提供了一个简明的统一尺度, 但风险价值的计算需假定市场收益率变动服从正态分布, 只能用于可交易的资产与负债, 并且只能度量市场风险不能度量信用风险, 且未考虑流动性风险, 对非正常状态事件下风险度量则会增加预测误差。从本质上说, VaR 只是某个置信水平下的分位点, 故又称分位点 VaR。但 VaR 无法度量分位点下方损失, 从而使人们忽视小概率事件的巨额损失, 从而诱导人们进行高风险投资。另外, 风险价值方法也忽略了头寸的伽马 (γ) 风险等非线性风险因素、维伽 (Vega) 等期权风险因素, 自身存在一事实上的模型风险, 没有考虑投资者偏好, 而价格、偏好和概率是现代风险管理的基本框架。

为了解决传统 VaR 模型的上述缺点, 出现了后来的 ES (Expected Shortfall) 模型和 CVaR (Conditional Value at Risk) 模型以及对流动性风险、价格风险进行合成管理的 LaVaR 模型。由于流动性度量方法的不同, LaVaR 模型又大致可以区分为价差模型和资产出清模型ⁱ。

基于 VaR 模型的弱点, Artznerⁱⁱ等在 20 世纪 90 年代提出了条件 VaR 模型 (CVaR), 即期望 VaR 模型。其基本原理是指在正常市场条件下和一定的置信水平 a 上, 测算出在给定的时间段内损失超过 VaR 的条件期望值。

设 X 是描述证券组合损失的随机变量, $f(X)$ 是其概率分布函数, 则条件风险价值可以表示为:

$$CVaR = -E\{x | F(x) \leq a\}$$

CVaR 模型的缺点是只有当资产组合损失的密度函数是连续函数时, CVaR 模型才满足具有次可加性, 满足风险度量一致性条件。当资产组合损失的密度函数是离散型时, 则可以通过 ES 模型进行度量。

Acerbi (2001) ⁱⁱⁱ等提出了一般化的 ES 模型, 对资产组合的损失密度函数没有特殊要求, 在分布函数连续和不连续的情况下都能保持一致性风险度量这一性质, 使该模型不仅可以应用到任何的金融工具的风险度量和风险控制, 也可以处理具有任何分布形式的风险源, 而且

保证了在给定风险量的约束条件下最大化预期收益组合的唯一性。

模型思想如下：

设 X 是描述资产组合损失的随机变量，概率密度函数 $F(x) = p[X \leq x]$ ，设

$$F^{-1}(p) = \inf\{x | F(x) \geq p\}, \text{ 则 } ES_{(a)}(X) = -\frac{1}{a} \int_0^a F^{-1}(p) dp。$$

在损益服从正态分布时，ES的计算推导如下：

$$\begin{aligned} ES_a(x) &= E[X | -X < q] = \frac{\int_{-\infty}^q xf(x)dx}{\int_{-\infty}^q f(x)dx} = -\frac{1}{\alpha\sigma_t\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{-VaR_a^t(x)} x * e^{-\frac{x^2}{2\sigma_t^2}} dx \\ &= -\frac{1}{\alpha\sigma_t\sqrt{2\pi}} \left[-\sigma_t^2 * e^{-\frac{x^2}{2\sigma_t^2}} \right]_{-\infty}^{-VaR_a^t(x)} = \frac{\sigma_t}{\alpha\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{VaR_a^t(x)^2}{2\sigma_t^2}} = \frac{\sigma_t}{\alpha\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{q_a^2\sigma_t^2}{2\sigma_t^2}} = \frac{e^{-\frac{q_a^2}{2}}}{\alpha\sqrt{2\pi}} \sigma_t \end{aligned}$$

其中 q_a 为标准正态分布的百分位数。

但是上述 VaR 模型没有将流动性风险纳入整体风险计量中,自上世纪 90 年代以来,经济学家开始通过各种方法将流动性风险纳入资产组合的风险计量之中,一是通过资产变现期限的市场风险与流动性风险进行合成管理,一是通过买卖价差的市场风险与流动性风险进行合成管理,比较成功的有 BDSS 模型iv和 H-W 模型v。

设 $\bar{s}$ 代表买卖价差的平均值， σ 、 σ^* 和 α 、 α^* 分别代表资产组合收益率分布和买卖价差分布的方差和分位数。则：

$$LaVaR_{BDSS} = P_t(1 - e^{(E(r) - \alpha\sigma)}) + \frac{1}{2}[P_t(\bar{s} + \alpha^*s^*)]$$

如果收益率分布不服从正态分布，将上式加入峰度系数 θ ，则模型转化为：

$$LaVaR_{BDSS} = P_t(1 - e^{(E(r) - \alpha\theta\sigma)}) + \frac{1}{2}[P_t(\bar{s} + \alpha^*s^*)], \text{ 其中 } \theta = 1 + \eta \ln(k/3), k \text{ 是峰度,}$$

η 是与概率值相关的常数，如 99%置信度， $\eta=0.4$ 。

$$LaVaR_{H-W} = P_t(1 - (1 - \frac{\bar{S}_p(Q)}{2})e^{(-\alpha\sigma)}) + \frac{1}{2}[P_t(S_{pt}(Q) - \bar{S}_p(Q))]$$

其中 $\bar{S}_p(Q)$ 和 $\bar{S}_p(Q)$ 分别代表经过交易量调节的平均价差和时刻 t 经过交易量调节的价差。

三、风险管理技术的新发展:从整体风险管理到全面风险管理

VaR 的系列演化模型都没有解决投资者偏好在风险管理中的计量问题,而风险管理必须解决好价格、偏好、概率三个主要因素,因为价格是经济主体为规避风险所须支付的成本,而概率则表示各种风险发生的可能性,偏好则是经济主体在其可支付的价格(成本)内愿意和能够承担的风险。传统的 VaR 模型只考虑了经济主体面临的风险量,而整体风险管理 TRM (Total Risk Management) 在单一变量概率的基础上引入价格与偏好,在风险管理中力求达到客观计量与主体偏好的最优均衡,即经济主体在愿意承担多大风险的基础上获得最大的风险报酬,从而实现对风险的全面控制。

但是,投资者偏好的确定具有明显的主观性,在操作上仍存在一些需要解决的问题。因此,全面风险管理在金融机构风险管理中得到了广泛应用。

全面风险管理(Enterprise-Wide Risk Management) ERM 是对整个金融机构内各个层次的业务单位、各个风险因素、各种产品和地理区域风险进行整体管理。通常采用统一的RAROC(风险调整的资本报酬率)和 VaR 指标对风险进行量化,对收益进行风险调节,同时综合考虑金融机构不同经营单位和不同产品之间的风险相关性。ERM 系统要求风险管理系统不仅仅处理市场风险或信用风险,还要求处理各种其它风险,并要求包含这些风险涉及的各种金融资产与资产组合,如利率、汇率、股票、商品等等。

近年来,商业银行开始运用内部资金转移定价(FTP)方法对商业银行的内部风险进行管理,并将其应用于商业银行的全面风险管理之中。内部资金转移定价并不是实际发生的资金流动,而是在金融机构内部为可能发生业务风险的部门建立虚拟的资产负债表,而是通过专门的管理信息系统实时提供与市场风险变动的内部转移价值,从而在金融机构各业务部门内部形成市场化的风险度量与定价机制,资金使用部门必须支付资金成本,从而对业务部门单纯的规模扩张和不计风险成本的利润冲动构成约束。内部资金转移定价有四大功能⁶:一是分离市场风险。将市场风险交由资金部门集中管理,而分支机构、营销部门只需承担信用风险。二是引导产品合理定价。由于内部转移价格决定了产品的资金成本,因此,营销部门只要再加上信用溢价和自身的费用,就可以得到报价底限。三是可以优化业务组合。利用内部资金转移定价可以科学地分析不同业务、不同产品的边际收益,并在此基础上制定业务发展策略。四是有利于建立科学有效的激励机制,建立起基于实际收益而非规模的绩效考评体系和激励机制。Laeven, Roger J.A.和 Goovaerts, Marc J.在 2004 年提出了基于经济资本动态分配的最优模型⁷。此外,信用风险管理量化技术上出现了 Z 值模型、KMV 模型、CreditMetrics 模型等。

(责任编辑:金登贵)

注释:

1 Lawrence, C. & Robinson, G. (1996), 'Liquidity, dynamic hedging and var', Risk Management for Financial Institutions pp. 63 - 72.

Haberle, R. & Persson, P. (2000), 'Incorporating market liquidity constraints in var', Banque & Marchés (44), 14 - 19.

Alain Fran, cois-Heudea and Pascal Van Wynendaele, Integrating Liquidity Risk in a Parametric Intraday VaR Framework, <http://econpapers.repec.org/>

2 Artzner, P., F. Delbaen, J.-M. Eber, and D. Heath. 1999. Coherent measures of risk. *Mathematical Finance* 9:203 - 228.

3 Carlo Acerbi, Dirk Tasche. Expected Shortfall: A Natural Coherent Alternative to Value at

Risk[R]working paper, 2001.

4 Bangia1A, Diebold1F1, Schuermann, T & Stroughair, J.1999, Modeling liquidity risk with implications for traditional market risk measurement and management, Working Paper, The Wharton School - University Pennsylvania.

5 Alain Francois-Heude and Pascal Van Wynendaele, Integrating Liquidity Risk in a Parametric Intraday VaR Framework, <http://gloriamundi.org/detailpopup.asp?keywords=liquidity&ID=453055905>

6 陈小宪 《加速建立现代商业银行的资产负债管理体系》《金融研究》2003 年 2 期

7 Roger J.A. Laeven, Marc J. Goovaerts, An optimization approach to the dynamic allocation of economic capital, *Mathematics and Economics* 35(2004)299 - 319

ⁱ Lawrence, C. & Robinson, G. (1996), 'Liquidity, dynamic hedging and var', *Risk Management for Financial Institutions* pp. 63–72.

Haberle, R. & Persson, P. (2000), 'Incorporating market liquidity constraints in var', *Banque & Marchés* (44), 14–19.

Alain Francois-Heude and Pascal Van Wynendaele, Integrating Liquidity Risk in a Parametric Intraday VaR Framework, <http://econpapers.repec.org/>

ⁱⁱ Artzner, P., F. Delbaen, J.-M. Eber, and D. Heath. 1999. Coherent measures of risk. *Mathematical Finance* 9:203–228.

ⁱⁱⁱ Carlo Acerbi, Dirk Tasche†. Expected Shortfall: A Natural Coherent Alternative to Value at Risk[R]working paper, 2001

^{iv} Bangia1A, Diebold1F1, Schuermann, T & Stroughair, J.1999, Modeling liquidity risk with implications for traditional market risk measurement and management, Working Paper, The Wharton School - University Pennsylvania

^v Alain Francois-Heude and Pascal Van Wynendaele, Integrating Liquidity Risk in a Parametric Intraday VaR Framework, <http://gloriamundi.org/detailpopup.asp?keywords=liquidity&ID=453055905>