

# 经济资本研究新进展<sup>1</sup>

彭建刚 周行健

湖南大学金融管理研究中心, 长沙, (410079)

E-mail: pengjiangang@hotmail.com

**摘要:** 风险度量方法的演进反映了经济资本计量的新进展, TCE 和 ES 近年运用于经济资本计量。组合效应是经济资本配置的关键, 满足无缩减性的一致性原则及相应的梯度法被引入到经济资本配置的研究中; 基于风险和成本相统一的风险残余法也被引入到经济资本配置的研究。关于 RAROC 方法近年也有新的研究。

**关键词:** 经济资本; 资本乘子; 分位数 VaR; 风险残余; RAROC

**中图分类号:** F832.21

## 1 引言

银行管理领域发生的最为显著的变化是, 其管理重点逐渐过渡到以风险度量和资本优化配置为核心的全面风险管理。经济资本是贯穿风险度量和资本优化配置这一过程的关键概念。本文分析了国外经济资本研究的新进展。

## 2 对经济资本内涵认识的深化

20 世纪 70 年代信孚银行(Trust Bank)的研究团队开发的 RAROC(Risk-adjusted Return on Capital)方法蕴含了风险需要资本覆盖的思想, 被认为是经济资本体系的雏形。信孚银行 RAROC 的分母即经济资本, 等于一定置信水平下贷款在下一年度市场价值的最大的不利变化, 是通过久期和 risk 升水来计算的。这种计算经济资本的方法类似于后来出现的 VaR(Value at Risk)思想, 资本不仅覆盖了非预期损失, 还覆盖了预期损失。1993 年美国银行(Bank of America)的研究团队基于贷款违约的历史数据库, 根据损失标准差的一定倍数来计算经济资本。这种方法计算的经济资本只覆盖了非预期损失, 而没覆盖预期损失。美国银行研究团队认为预期损失是成本的一部分, 可以通过贷款定价来补偿这部分损失。

K. ong(1999)在其专著中进一步论述了经济资本的内涵。他认为经济资本是银行为不确定的非预期损失而预留的资本储备, 在量上等于特定资本乘子与损失标准差的乘积, 其目的是保证银行在损失真正发生时能够维持运营, 在债务人违约时能够缓解其破产压力。资本乘子的大小与置信水平的选取及损失概率分布有关。K. ong 将置信水平的选取与银行要求的目标评级相对应, 但没有对此作出进一步解释。

Schroeck(2002)则在 K. ong 研究的基础上, 通过引入风险资本的概念对经济资本的内涵进行了更深入的阐释。他认为银行持有的风险资产组合存在着发生潜在损失的可能性, 并且在某个临界水平上银行会出现偿付危机。银行持有的资本越多, 出现偿付危机的概率就越小, 所以银行的资本金就相当于用来弥补潜在损失的保险准备金。而这个保险准备金是由银行潜在损失的承担者(按照顺序依次是股东、较低级别债权人、较高级别债权人和储户)共同支付, 这相当于购买保险的保费。所以风险资本是为了防止银行净资产价值的下降而“购买保险”的最低成本, 经济资本则被定义为保证银行不触及挤兑临界线的风险资本。由于外部评级机构是通过银行较高级别债务的衡量来确定银行的信用评级, 因此当损失超出较低级别

<sup>1</sup>本文得到国家自然科学基金项目“我国商业银行违约模型与经济资本配置研究”(编号: 70673021)的资助。

债务的范围,冲击到较高级别债务时,将会触发挤兑现象。所以利用外部评级机构对银行高级优先债务的评级来确定银行挤兑临界水平,也就确定了所需的经济资本。Schroeck 以挤兑临界线作为对经济资本的计量标准,解释了 K. ong 将置信水平与银行要求的信用等级相对应的做法。

### 3 经济资本计量研究的新进展

经济资本计量的研究是随着风险度量方法的发展而演进的。经济资本计量可以理解风险的量化,给定两者的置信水平和风险期限保持一致,经济资本计量结果与风险度量结果是一致的。近年来,风险度量的理论进展主要表现为一致性风险度量原则的提出以及将一致性风险度量原则拓展为谱风险测度,相应的经济资本计量模型为 TCE(Tail Conditional Expectation)模型和 ES(Expected Shortfall)模型。

#### 3.1 基于 VaR 计量经济资本的模型及拓展

VaR,中文译为风险值或在险价值,上个世纪 90 年代诞生于 J.P. Morgan 的风险管理实践中。目前对于 VaR 比较权威的定义仍是由 Jorion(1995)给出的: VaR 是在一定的置信水平下和一定的目标期内预期的最大损失。银行资产的损失可分为预期损失、非预期损失和极端损失。根据 VaR 定义,计量覆盖非预期损失的经济资本等于置信水平  $\alpha$  下的分位数 VaR 减去预期损失。预期损失可利用历史数据简单地算出,所以计量经济资本的关键就是在损失分布的基础上确定分位数。

目前广泛应用的 CreditMetrics(CM)、Portfolio Manager(PM)、Portfolio Risk Tracker(PRT)、CreditPortfolio View(CPV)及 CreditRisk+(CR+)这五个基于 VaR 思想的组合模型均可通过确定分位数计量经济资本。CM 模型主体包括分析性部分和蒙特卡罗模拟部分,其中蒙特卡罗模拟部分可以估计资产价值的分布,该分布可以用来计算相应的经济资本量。CM 模型考虑了资产信用评级的变化,但根据穆迪 KMV 的研究,其用历史平均转移概率来近似未来评级转移概率的假设不成立。PM 模型框架非常类似于 CM 模型,不同之处在于前者是利用评级获得违约概率,而后者是利用预期违约频率(EDFs)计算违约概率。预期违约频率(EDFs)模型是前向预期的,但其有关企业财务结构的假设过于简单。PRT 模型是一个动态模型,而且该模型考虑了违约概率和违约损失率之间的相关性,但其同 CM、PM 两个模型一样都没有考虑宏观因素的影响。CPV 模型考虑了类似 GDP 增长率、失业率、利率、汇率、政府支出等宏观经济变量,但其建立的加总违约概率并不是对应于特定债务人的违约概率。CR+模型要求输入的参数相对较少,并且推导出了组合损失的显示解,但其计算组合损失中违约损失率是固定的,也没有将宏观因素量化。

CM、PM、PRT、CPV 模型在应用中通过仿真方法生成损失分布来计量经济资本,需要耗费大量的时间;CR+模型能够快速地计算出组合损失,但其采用的 Panjer 算法在计算包含笔数较多的贷款组合时误差较大。于是在后续研究中出现了一些试图能够在时间和精度方面取得较好平衡的新方法,比如鞍点法和嵌套法。

基于 Panjer 算法的不足,Gordy(2002)运用鞍点法并结合 Panjer 算法计算出 CR+模型中近似的组合损失。鞍点法利用所观察到的数据来计算组合损失,这些观察数据的分布函数虽然不能用解析方法求解得到,但它们的累积量母函数是可以计算出来的。鞍点法要求分布函数与累积量母函数之间的对应要近似且相对精确,这样就能快速计算出组合损失分布尾部

的近似值。他的实证研究表明，鞍点法的结果并不比使用 Panjer 算法计算出的结果精确，但是在计算 Panjer 算法难以处理的比较大的组合时，鞍点法会有更高的精度。为了提高计算的精度，Giese(2003)提出了嵌套计算方法。与鞍点法相比，该方法在计算时不发生中断，在组合和因子的个数很大时能有效地减小舍入误差。作者同时也给出了考虑因子之间相关性的计算方法。Haaf et al. (2003)对 Giese 提出的嵌套计算方法作了进一步分析，并对其稳定性进行了数学证明。

### 3.2 一致性经济资本计量模型及拓展

当风险的损失分布非对称时，基于 VaR 模型计量经济资本不再是一致的。Artzner et al. (1999)提出了一致性风险度量的四个性质：次可加性、单调性、正齐次性以及变换的不变性。其中次可加性是指组合的风险小于等于构成组合的每个部分风险的和，它反映了组合的风险分散效应，在银行的经济资本计量中具有重要意义。Artzner et al. (1999) 证明了基于 VaR 模型计量经济资本不满足次可加性，转而推荐使用尾部条件期望 (TCE) 模型作为一致性风险度量指标。TCE 是指在正常市场条件和一定的置信水平  $\alpha$  下，测算出在给定的时间段内损失超过分位数 VaR 的条件期望值，也有相关文献称之为 CVaR。基于 TCE 模型计量经济资本在一定程度上克服了基于 VaR 模型计量经济资本的缺点，不仅考虑了超过 VaR 值的频率，而且考虑了超过 VaR 值损失的条件期望。

TCE 模型自提出以后被广泛应用于度量风险和计量经济资本。Panjer (2002)基于正态分布，以两部门为例运用 TCE 模型研究了经济资本的计量。Panjer 的研究为后来运用 TCE 模型计量经济资本提供了一种思路，但其对损失随机变量所做的正态分布假设与现实不相符。经验数据表明，银行损失分布图形是非对称的，它的大多数数值域集中在峰值的一侧，呈偏峰厚尾状。Landsman and Valdez (2003)把随机变量损失分布假定为椭圆分布，进一步研究了 TCE 在金融机构风险度量与经济资本计算时的实际应用。椭圆分布实际上是正态分布的更一般化形式，它考虑了随机变量的厚尾特征，但是它仍然是对称的，不能解决偏峰问题。Furman and Landsman (2005)基于多元伽玛分布运用 TCE 模型研究了经济资本的计量。多元伽玛分布适用于单峰、右倾、非负的随机变量分布，解决了偏峰问题，在实践中容易实施，但他们的研究表明该模型有关组合效应的问题仍需进一步考虑。为了解决偏峰问题，Vernic(2006)采用 Panjer(2002)运用 TCE 计量经济资本的方法，把损失分布假定为多元偏正态分布，进而研究和推导了 TCE 在经济资本计量和配置中相应的数学公式。Vanduffel et al.(2008)则将损失随机变量假设为对数正态随机变量，运用 TCE 模型通过求随机变量和的近似形式求得损失分布函数，进而计算经济资本。这种近似方法虽节省时间，但其对损失随机变量所做的对数正态假定与现实也并不总是相符的。Dhaene et al. (2008) 对 Landsman and Valdez (2003)基于椭圆分布运用 TCE 模型计量经济资本进行了数学证明，他们同时在 Panjer(2002)的基础上分别给出了基于正态分布和对数正态分布运用 TCE 模型计量经济资本的近似公式，并且运用算例进行了实证检验，结果表明近似公式有较好的效果。

Acerbi(2002)在 Artzner et al. (1999)一致风险度量的基础上提出了谱风险测度，谱风险测度在一致风险度量的四个性质基础上增加了规则不变性(law invariance)和同单调可加性(comonotonic additivity)两个性质，并且他证明了 Acerbi and Tasche(2002)提出的 ES 模型满足谱风险测度。ES 指的是组合在给定置信水平决定的尾部概率区间内（即最坏情况下）可能

发生的平均损失。当损失的密度函数连续时，TCE 模型是一个一致性风险度量模型，具有次可加性；当损失的密度函数不连续时，TCE 模型不再是一致性风险度量模型。ES 模型是 TCE 模型的改进版，它是一致性风险度量模型。如果损失  $X$  的密度函数连续，则 ES 模型的结果与 TCE 模型的结果相同，如果损失  $X$  的密度函数不连续，则两个模型计算出来的结果有一定差异。

## 4 经济资本配置研究的新进展

根据对风险、成本和收益三者之间关系的不同处理，可将经济资本配置方式划分为以下三种：完全以风险为基础配置经济资本；以风险和成本相统一为基础配置经济资本；以风险和收益相统一为基础配置经济资本。

### 4.1 基于风险的经济资本配置方式

度量风险的组合模型均可以用于经济资本的配置。前文所述的基于 VaR 思想的几个组合模型在其公布的技术文档中均提到了模型的经济资本配置功能。基于该思路配置经济资本，风险度量的属性即为经济资本配置的属性。经济资本计量和经济资本配置的差别在于方向不同，前者是由下到上方向，后者是由上到下方向。由于资产组合具有风险分散效应，在向各业务单元或产品配置资本时如何考虑组合效应，成为研究和实践中经济资本配置的关键。但正如 Artzner et al. (1999)所指出的，VaR 模型不满足次可加性，因而用于经济资本配置是有缺陷的。

针对运用 VaR 模型配置经济资本的缺陷，Denault (2001) 在 Artzner et al. (1999) 提出的一致性风险度量原则基础上提出了一致性经济资本配置原则。他认为经济资本配置要满足一致性原则必须满足四个条件：完全配置(Full allocation)、无缩减性(No Undercut)、对称性(Symmetry)和无风险资产对冲配置(Riskless allocation)。完全配置即一银行的各分支行（或各业务线）所分配的经济资本之和应等于全行计量出的经济资本总和，使经济资本能够完全覆盖所度量的风险；无缩减性使一致性分配考虑了组合效应；对称性使一致性分配只依赖于组合的风险贡献；无风险资产对冲配置使一致性分配考虑到组合中包含无风险资产时，无风险资产对风险资产所需占用经济资本的对冲。基于一致性经济资本配置原则，Denault 结合对策论的博弈策略分两种情况研究了经济资本的配置。如果银行的分支机构博弈策略是合作的，只有在很严格的风险测度假设条件下，夏普利值(Shapley Value)方法可以满足一致性经济资本配置原则。如果银行的分支机构博弈策略是独立的，当风险测度为线性时，奥曼-夏普利值(Aumann-Shapley Value)方法可以满足一致性经济资本配置原则；当风险测度为非线性时，风险测度函数弱可微，奥曼-夏普利值(Aumann-Shapley Value)方法也可以满足一致性经济资本配置原则。

在 Denault (2001)提出的一致性经济资本配置原则的基础上，Kalkbrenner (2005)提出了梯度配置。运用梯度法配置经济资本需要风险测度满足线性、组合多样性、连续性三个条件。其中线性与一致性配置原则中的完全配置对应，组合多样性与一致性配置原则中的无缩减性对应。Buch and Dorfleitner (2008)对 Artzner et al.(1999)的一致性风险度量原则和 Denault (2001)的一致性资本配置原则含义进行了全面阐述，详细分析了两者的区别和联系，证明了两种一致性原则中，次可加性等同于无缩减性，正齐次性等同于完全配置，变换的不变性等

同于无风险资产对冲配置。他们进一步指出,梯度分配法满足一致性经济资本配置的完全配置和无缩减性,但只有在一定条件下才满足对称性。他们认为,当风险测度为线性时,梯度分配法能满足对称性;当风险测度为非线性时,如果遵循均值方差原则,梯度分配法也能够满足经济资本配置的一致性。

#### 4.2 基于风险和成本相统一的经济资本配置方式

资本是昂贵而稀缺的资源,为了稳健经营选择过高的置信水平从而配置过量经济资本很可能得不偿失;但经济资本配置不足则存在较大的破产风险。所以要达到资本配置的最优化,应该同时考虑风险和资本成本两方面。

以风险为基础的经济资本配置方式只考虑风险,没有考虑经济资本的机会成本。为此,Kaas et al. (2001)引入了风险残余的新概念,他们将风险残余定义为配置一定数额的经济资本后残留的风险。并且他们证明了金融机构总体的风险残余小于分支机构风险残余之和。

运用风险残余方法配置经济资本,将经济资本配置问题转化为求解经济资本成本与风险残余之和的最优化问题,考虑了占用经济资本的成本。Laeven and Goovaerts(2004)基于风险残余方法,提出了一个动态最优经济资本配置模型。他们在动态模型中研究了经济资本配置过程包含的三个问题:一是确定金融机构总体持有的最优资本数量;二是一定的经济资本如何实现分支机构的最优配置;三是在考虑资本成本情况下的动态连续最优配置。该方法既可以用于金融机构总体层面,也可以用于分支机构,可对经济资本配置提出一个整体解决方案。Goovaerts et al. (2005)分两个步骤研究了基于风险残余法经济资本配置:第一步确定金融机构总体持有的最优资本数量,称为绝对经济资本分配;第二步确定分支机构的最优经济资本数量,称为相对经济资本分配。他们认为当确定了风险残余与资本成本最优化的目标函数后,经济资本的配置与风险测度原则有关。他们在期望风险测度原则下求出了总体经济资本需求量以及分支机构经济资本配置的最优解。

#### 4.3 基于风险和收益相统一的经济资本配置方式

基于风险和收益相统一的经济资本配置方式是从安全与盈利两个角度出发,配置经济资本时同时考虑风险、成本和盈利。该方式根据各个业务单位风险调整后的绩效决定资本投入的数量,以优化使用现有的资本,从而实现价值创造。

基于风险和收益相统一配置经济资本始于20世纪70年代美国信孚银行研究团队提出的RAROC方法。1993年美国银行也开始运用RAROC方法对其37个商业部门进行经济资本配置,只是他们的研究团队采用了不同的方式计算RAROC的分母。之后,RAROC在实践中得到了广泛应用,Brannan et al. (2002)调查了41家大型国际银行,结果表明这些银行中有32家运用RAROC配置经济资本或进行绩效测评。

RAROC虽然在实践中得到了广泛应用,但其理论上还不是完美的,尤其是RAROC标准值的确定需要做进一步的研究。Wilson(1996)是首先发现这一问题并对RAROC进行改进的学者之一。他认为传统的RAROC基于CAPM计算的最低回报率仅对风险进行补偿,而没有考虑对股东投入资本成本进行补偿,而且将风险溢价看作任意选择的主观变量,不能反映真实的市场价格。基于此,他对RAROC模型进行了修正,以使RAROC不仅补偿风险,也补偿资本成本。并且他给出了选择恰当的置信区间的方法以使风险溢价反映真实的市场价格。Froot and Stein(1998)对Wilson(1996)的RAROC模型作了进一步的改进,他们把RAROC

标准值看作是风险的市场价格、银行的风险厌恶程度、可交易风险、不可交易风险等变量的函数。Schroeck(2002)进一步指出将RAROC和CAPM推导的最低回报率进行比较从而确定一项交易所产生的价值存在两个问题：其一，CAPM计算的最低回报率仅仅考虑系统风险，而经济资本的基础是整体风险水平；其二，经济资本是由银行现有资产组合（内部beta）的整体风险贡献决定的，它不需要像CAPM一样（外部beta）反映与广义市场组合之间的关联关系。他认为RAROC标准值应为以CAPM方式计算出的股东投入资本和整体风险成本所要求的回报率之和。

在运用RAROC方法进行经济资本配置时，银行的高级管理者和部门客户经理之间存在着信息不对称，高级管理者并不能直接了解部门客户经理的私人信息，部门客户经理的效用目标函数和银行整体的目标函数也不是完全一致的。Stoughton and Zechner(2007)把信息不对称理论引入到商业银行经济资本配置。他们以EVA的最大化为目标函数，提出了在银行高级管理者和部门客户经理之间存在着信息不对称且权益资本不能迅速筹集的约束条件下，如何利用RAROC指标进行经济资本配置的方法。

## 5 简评

近年来，对经济资本的研究主要围绕经济资本计量和经济资本配置展开，研究内容涵盖了风险度量方法、损失分布估计、资本配置原则及资本配置方法等方面。其特点为：（1）研究角度具有多样性。VaR、TCE及ES等风险度量方法可用于经济资本计量，但应注意这些方法是基于不同风险度量原则的。在测算资产组合损失中，假定满足各种不同的损失分布形式。在研究经济资本配置时，对风险、成本和收益三者之间关系的处理存在不同的思路，因此不能得出一个统一的经济资本配置模式，基于不同原则和方法得出的方案不具备可比性。（2）研究手段丰富。研究者通过引入计量经济学、数据库理论、极值理论、博弈论等相关领域的方法拓宽了经济资本的研究平台，使得对经济资本的研究不断深入。（3）研究的理论性与实用性并重。经济资本计量与配置的研究都以相关的理论为基础，紧密联系实际业务，使得经济资本研究的新成果很快能在金融机构得到应用。

我国对经济资本的研究尚处于起步阶段，创新性研究比较少。随着对这一领域的重视和研究的不断深入，国内对经济资本的认识、研究及应用将有很大的发展空间。

### 参考文献：

- [1] Acerbi, C. & Tasche, D. (2002), "On the coherence of expected shortfall", *Journal of Banking and Finance* 26: 1487-1503
- [2] Acerbi, C. (2002), "Spectral measures of risk: A coherent representation of subjective risk aversion", *Journal of Banking and Finance* 26: 1505-1518
- [3] Artzner, P., Delbaen, F., Eber, J. M. & Heath, D. (1999), "Coherent measures of risk", *Mathematical Finance* 9: 203-228
- [4] Buch, A. & Dorfleitner, G. (2008), "Coherent risk measures, coherent capital allocations and the gradient allocation principle", *Insurance: Mathematics and Economics* 42: 235-242
- [5] Denault, M. (2001), "Coherent allocation of risk capital", *Journal of Risk* 4: 7-21
- [6] Dhaene, J., Henrard, L. & Landsman, Z. (2008), "Some results on the CTE-based capital allocation rule", *Insurance: Mathematics and Economics* 42: 855-863
- [7] Furman, E. & Landsman, Z. (2005), "Risk capital decomposition for a multivariate

- dependent gamma portfolio”, Insurance: Mathematics and Economics 37: 635-649
- [8] Froot, K. & Stein, J. (1998), “Risk management, capital budgeting and capital structure policy for financial institutions: An integrated approach”, Journal of Financial Economic 47: 55-82
- [9] Giese, G. (2002), “Enhancing CreditRisk+”, Journal of Risk 16(4): 65-75
- [10] Goovaerts, M. J., Borre, E. V. D. & Laeven, R. J. A. (2005), “Managing economic and virtual economic capital within financial conglomerates”, Working paper, download from <http://www.ssrn.com>
- [11] Gordy, M. B. (2002), “Saddlepoint Approximation of Credit Risk+”, Journal of Banking and Finance 6:1335-1353
- [12] Haaf, H., Reiss, O. & Schoenmakers, B. (2003), “Numerically stable computation of CreditRisk+”, Technical report, Weierstrass-Institut
- [13] Kalkbrenner, M. (2005), “An axiomatic approach to capital allocation”, Mathematical Finance 15: 425-437
- [14] Kass, R., Goovaerts, M. J., Dhaene, J. & Denuit, M. (2001), Modern Actuarial Risk Theory, Kluwer Academic Publishers
- [15] Laeven, R. J. A. & Goovaerts, M. J. (2004), “An optimization approach to the dynamic allocation of economic capital”, Insurance: Mathematics and Economics 35: 299-319
- [16] Landsman, Z. & Valdez, E. (2003), “Tail conditional expectation for elliptical distributions”, North American Actuarial Journal 7 (4): 55-71
- [17] Ong, M. K. (1999), Internal Credit Risk Models: Capital Allocation and Performance Measurement, London: Risk Books
- [18] Panjer, H. H. (2002), “Measurement of risk, solvency requirements and allocation of capital within financial conglomerates”, Proceedings of the 27th International Congress of Actuaries, Cancun
- [19] Schroeck, G. (2002), Risk Management and Value Creation in Financial Institutions, John Wiley and Sons
- [20] Stoughton, N. M. & Zechner, J. (2007), “Optimal Capital Allocation Using RAROC and EVA”, Journal of Financial Intermediation 16: 312-342
- [21] Vernic, R. (2006), “Multivariate skew-normal distributions with applications in insurance”, Insurance: Mathematics and Economics 38: 413-426
- [22] Vanduffel, S., Chen, X., Dhaene, J. & Goovaerts, M. J. (2008), “Optimal approximations for risk measures of sums of lognormals based on conditional expectations”, Journal of Computational and Applied Mathematics (in press)
- [23] Zaik, E., Walter, J. & Kelling, J. G. (1996), “RAROC at Bank of America: From Theory to Practice”, Journal of Applied Finance 9: 83-93

## The New Advance of Study of Economic Capital

Peng Jiangang Zhou Xingjian

(Research Center of Financial Management, Hunan University, Hunan 410079)

### Abstract

The evolution of risk measurement methods reflects the advance of economic capital measurement, TCE and ES are applied to economic capital measurement in recent years. Diversification effect is the key to the economic capital allocation, the consistency of principle Meeting no undercut and the corresponding gradient method was introduced to the economic capital allocation; the residual

risk based on the risk and cost also was introduced to the allocation of economic capital. RAROC has new research in recent years.

**Key words:** economic capital; capital multiplier;  $q$ -quantile VaR; risk residual ; RAROC

作者简介：彭建刚（1955 -），男，湖南长沙人，经济学博士，湖南大学研究院副院长、湖南大学金融管理研究中心主任，湖南大学金融学院教授、博士生导师，“985工程”首席科学家。