

# 聚合信用风险模型在我国商业银行应用的方法论探讨<sup>1</sup>

彭建刚 刘波 张丽寒 屠海波

湖南大学金融学院, 长沙, (410079)

湖南大学金融管理研究中心, 长沙, (410079)

E-mail: [pengjiangang@hotmail.com](mailto:pengjiangang@hotmail.com)

**摘要:** 根据 VaR 的基本原理和《巴塞尔新资本协议》的要求并结合我国商业银行的现实情况, 本文对数据需要量相对较少的聚合信用风险模型 (CreditRisk+ model) 的参数和测量方法在中国的应用作了拓展性研究, 探讨了在我国商业银行分支行运用该模型的可操作性, 并对这种方法的科学性进行了论证。

**关键词:** 聚合信用风险模型, 违约损失分布, 非预期损失, 经济资本

**中图分类号:** F832.21

## 1. 引言

风险管理在最近的几年真正经历了一场革命, 这始于受险价值 (VaR)。近十年来, 通过 VaR 方法进行经济资本管理已经逐渐被应用到信用风险领域, 并很快成为不可缺少的风险管理手段。当前用于定量测度风险的综合模型可以分为两类: 一类是组合理论模型, 如 JP 摩根的 Credit Metrics、KMV 法等; 另一类是违约模型, 如瑞士第一信贷银行的 CreditRisk+ 和麦肯锡公司的 Portfolio View 模型等。两类模型最大的区别是, 违约模型是基于理论分析估计组合未来的违约分布, 而组合理论模型则从历史数据中估计组合的未来违约分布<sup>[1]</sup>。

聚合信用风险模型属于解析模型, 解析模型的主要优点是能快速得到结果。它通过利用一些简化假设, 对组合投资中同质资产进行分组, 根据同质的假设, 就可以对信用资产的损失分布给出一个“准确”的解析解<sup>[2]</sup>。梁凌等(2005)在基于 Tail VaR 的风险度量与经济资本分配标准, 并在违约概率均值不变的情况下, 对聚合信用风险模型下的商业银行经济资本分配进行了初步的实证分析<sup>[3]</sup>。然而, 该文在违约概率、违约损失率及频带划分等参数的设计上并没有完全交代清楚, 而且依照 2003 年 4 月的巴塞尔新资本协议第三次征求意见稿的规定把在一定的置信区间上的 VaR 值或 Tail VaR 值在数量上就等于经济资本, 把预期损失也涵括在内。

本文根据 VaR 的基本原理和 2004 年 6 月颁布的《巴塞尔新资本协议》的要求, 采用我国某国有控股商业银行的地级市分行对公贷款数据, 对聚合信用风险模型 (CreditRisk+ 模型) 进行了合理的拓展。针对我国商业银行数据储备不足、对债务人的信息收集尚不完备等特点而不能直接应用聚合信用风险模型的现实情况, 相对灵活而又科学合理地改变该模型的参数和测量方法从而使不同规模的银行都可以应用该模型来进行信用风险的测量, 并对该模型的参数进行了实证检验。

## 2. 风险度量 VaR 方法和聚合信用风险模型

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。假设  $X$  表示随机损失,  $\rho$  为风险度量函数,  $r$  为风险度量值, 则风险度量过程可以表示为:

$$r = \rho(X) \quad (2.1)$$

因此, 风险度量方法的核心问题就是选择正确的风险度量函数  $\rho$ 。常见的风险度量方法有: 标准差、方差、VaR 等, 以及基于其他各种转换函数的风险度量方法。

近年来, 对风险的度量引入了受险价值 VaR 方法。VaR (Value at Risk) 是指在一定概率条件下 (如  $\alpha = 99\%$ ) 的最大可能损失。或者说,  $VaR(\alpha)$  是在最大的  $100(1-\alpha)\%$  损失中的最

<sup>1</sup> 本文得到国家自然科学基金项目(编号: 70673021)和教育部博士点基金项目(编号: 20060532011)的资助。

小损失。因此, VaR 是一个分位数指标。假设风险  $X$  的累积分布函数为  $F(x)$ ,  $VaR(\alpha)$  可用数学语言表述如下:

$$Pr ob\{X \leq VaR(\alpha)\} = \alpha \quad (2.2)$$

或者 
$$VaR(\alpha) = Min\{x | F(x) \geq \alpha\} \quad (2.3)$$

根据风险测量的一般原理, 并依照巴塞尔委员会在 2004 年 1 月 30 日公布的文件《改变信用的预期和非预期损失的整体处理办法》将预期损失与非预期损失分开处理的规定<sup>[5]</sup>, 本文把银行未来可能遭受的损失分为预期损失、非预期损失和极端损失三个部分, 其中非预期损失=一定容忍度下的最大损失-预期损失。按照巴塞尔新资本协议经济资本覆盖潜在风险(非预期损失)的要求, 经济资本=非预期损失(UL)。所谓经济资本(Economic Capital, EC), 也叫风险资本(Capital at Risk, CaR)就是指在一定容忍度下覆盖潜在风险所需要的资本, 因此, 经济资本(EC)=非预期损失(UL)=风险价值(VaR)-预期损失(EL)。获得贷款组合的损失分布是计算和分配经济资本的前提, 为得到损失分布, 需要利用模型进行测量。本文利用聚合信用风险模型来测量我国商业银行的信用风险。

聚合信用风险模型是瑞士信贷金融产品公司(CSFP)依据财险思路开发的产品, 它不关注引发违约的具体原因, 它只考虑贷款违约或不违约两种状态, 认为违约是一种随机行为, 不同期间的违约事件彼此独立, 从而得出违约个数服从泊松分布的结论, 通过计算违约事件的频率、损失的严重程度等来测算损失的大小<sup>[4]</sup>。这种方法可以通过基于违约概率和风险敞口在预期违约个数不变和可变两种情况下来计算损失分布。本文基于预期违约个数不变的情况下来进行分析。

### 3. 聚合信用风险模型在我国银行应用的基本思路和方法论探讨

聚合信用风险模型仅需要输入较少的数据, 不考虑风险转移, 且不依赖于信用质量的最终变化以及未来利率的变化, 因此在我国有较好的应用基础。考虑我国的现实情况, 直接应用该模型来测量我国商业银行信用风险的条件还不够成熟。比如, 我国商业银行目前收集的数据还无法精确的估计每个债务人的违约概率和违约损失率, 国内银行虽已开始重视违约损失率的研究工作, 但我国的违约损失数据库的建设尚处于起步阶段, 所以直接应用模型在对各参数(违约概率、违约损失率)的选取时出现了困难。另外, 我国中小规模的商业银行如各银行的分支机构等的数据库量相对较少, 在划分频带上直接应用模型提供的方法也会出现一定程度上的困难。

根据 VaR 的基本原理和《巴塞尔新资本协议》的要求并结合我国商业银行的现实情况, 本文对聚合信用风险模型在我国商业银行中应用的方法进行了研究。针对我国银行直接应用该模型出现的各种困难, 我们对模型中的参数和测量方法进行了灵活合理的处理, 进而应用模型测算出了银行贷款组合的违约损失分布、非预期损失以及所需的经济资本, 并对模型中应用的各参数进行了实证检验。

#### 3.1 聚合信用风险模型应用到我国商业银行的基本思路

结合《巴塞尔新资本协议》的要求和我国商业银行的实际情况, 将聚合信用风险模型应用到我国银行来进行信用风险测量的思路如下:

将不同类型的贷款看作一个整体, 以每一次损失为一基本对象。我们假设在相同的期间内, 贷款的违约概率与其他月份的违约概率相同。另外我们假设具体债务人的违约概率非常小, 而且在任意给定期间内发生违约的债务人个数与在其他期间内发生的违约个数无关。

##### 1. 计算违约事件的频率

在给定的时期内违约事件发生的频率为泊松过程:  $P(n \text{ defaults}) = \frac{e^{-\mu} \mu^n}{n!}$ , 其中  $n$  是违约事件,  $\mu$  表示组合内债务人的预期违约个数。各个频带的预期违约个数等于该频带内所有债务人的违约概率之和, 即  $\mu = \sum_{i=1}^N p_i$  表示  $N$  个债务人的预期违约个数,  $p_i$  为债务人  $i$  的

年违约概率。本文考虑的是贷款组合在短期内的违约信用风险，即假设每个债务人的暴露经过一定期限的违约概率不变，那么各个频带的预期违约个数不变。因此本文是基于预期违约个数不变来计量贷款组合的损失分布。

因此计算违约事件频率的关键是测量债务人的违约概率。鉴于我国银行拥有的有效数据不足从而不能精确地预测债务人违约概率的特点，我们分别利用历史平均违约频率与银行内部的信用评级两种方法来估计债务人的违约概率，并将这两种违约概率分别作为计算贷款组合损失分布的重要参数。本文将通过比较计量的过程、损失分布的特征和计量的结果，来判断这两种估计债务人违约概率的相对的优劣。

另外为了检验聚合信用风险模型贷款违约个数服从的泊松分布拟合真实分布的精确性，我们用标准差的定义来计算各频带的实际标准差，并对模型计算出的理论标准差与实际标准差进行了比较。

## 2. 计算违约损失率

在聚合信用风险模型中，每个债务人的暴露用预期的违约损失率进行调节来计算违约损失。考虑到本文采集的有效数据量不大且我国银行目前收集的数据还不足以对债务人的违约损失率进行精确的预测等因素，我们使用了历史平均违约损失率来估计债务人的违约损失率。《巴塞尔新资本协议》允许实施初级IRB法的银行使用历史平均损失率作为LGD的预测估计值。这种方法操作简单，业务部门也很容易接受，但随着样本数据的增加，每年必须重新计算历史平均违约损失率，以此作为未来违约损失率的估计值<sup>[6]</sup>。

在实践中我们发现历史违约损失率在两个区间上的分布有所不同，因此本文把违约损失率的时间跨度分为两个区间分别进行核算，并比较这两个区间计算出的历史平均违约损失率值，并对这两个时间跨度区间的违约损失率作 Jarque-Bera 检验来比较两者分布的异同。

## 3. 计算贷款组合的违约损失分布

每个债务人的暴露根据违约损失率、贷款利率与期限进行调整，并将每一频带的暴露用一个整数近似表示。聚合信用风险模型为了确定组合的违约损失分布，一般要求将暴露分为不同的频带，一般事先选定好的单位暴露  $L$ ，然后将组合内每个债务人的暴露向上取整或是将暴露四舍五入取整，用  $L$  的单位乘子来代替每个债务人的暴露金额。

Gordy(2002)认为对于中小型贷款组合来说，标准的聚合信用风险模型的求解方法非常有效<sup>[7]</sup>。由于本文选取的某商业银行市分行的样本数据不是足够大，对各个频带的暴露额度的处理上我们并没有采用模型中建议的方法，而是采用了加权平均的方法。将组合内的暴露划分为几个频带，如果频带的宽度小于组合的平均暴露，那么这个近似就不那么显著。一旦确定了频带，便可估计出各个频带组合的年均违约概率和预期损失。将不同频带的贷款看作一个整体来计算贷款组合的违约损失分布<sup>2</sup>。

为了比较频带划分数量的多少对最终计算出的违约损失分布的影响程度，我们将该贷款组合的频带划分成三种数量不同的情况进行对比分析。

另外，我们对违约损失分布进行了非正态性检验。这是因为假如信用组合损失服从正态分布，那么已知组合的预期损失与非预期损失便可准确地确定发生巨额损失的概率。但由于贷款组合内单个债务资产的损失概率是非常“偏斜的”，借款人在大多数情况下不违约且贷款人的损失为零，而借款人一旦发生违约，贷款人的损失通常是很大的。另外组合内总存在发生概率很大数额相对小的损失，和发生概率很小的巨额损失。这种“偏斜性”导致信用资产组合的实际损失分布呈现偏峰厚尾的特征<sup>[5]</sup>。为了检验我们计算出的损失分布的特征是否与理论上的特征相符，我们对其进行了非正态性检验。

最后我们把聚合信用风险模型计算出的经济资本与银行采用的系数法计算出的经济资本进行了比较来判断两种方法在资本配置中的优劣。

<sup>2</sup> 每个频带可以看作是一个独立的贷款组合，用  $v_j$  表示频带  $j$  用单位  $L$  衡量的敞口， $\varepsilon_j$  表示用  $L$  衡量的频带  $j$  的预期损失， $\mu_j$  表示频带  $j$  的预期违约数，则  $\varepsilon_j = v_j \times \mu_j$ 。由概率生成函数，可以循环计算出损失分布的结果：
$$P(\text{loss} = nL) = A_n = \sum_{j: v_j \leq n} \frac{\varepsilon_j}{n} A_{n-v_j}, \text{ 其中, } A_0 = e^{-\mu}.$$

### 3.2 数据的选取与说明

#### 1. 样本数据的采集

本文选取了某国有控股商业银行一地级市分行 1998 年 1 月-2007 年 1 月与之发生对公业务贷款的企业或公司的数据作为样本, 违约概率取截至分析日尚具有贷款余额的借款企业或公司数据, 时间跨度为 2002 年 7 月-2007 年 1 月。违约损失率选取时间跨度为 1998 年 1 月-2007 年 1 月的数据, 并分为 1998 年 1 月-2002 年 6 月和 2002 年 7 月-2007 年 1 月两个区间来分别核算。

#### 2. 违约概率和违约损失率的估计

聚合信用风险模型要求在计算贷款组合的违约损失分布时已知债务人的违约概率和违约损失率, 由于我国商业银行目前还无法精确地测量每个债务人的违约概率和违约损失率, 因此我们使用了历史数据平均法来估计债务人的违约损失率, 并分别用信用评级和历史违约频率两种方法来估计债务人的违约概率, 结果如下:

##### (1) 使用信用评级法估计债务人的违约概率

根据该银行对债务人的信用评级和年度违约概率的映射关系(如表 1), 可以分别计算出各个债务人的违约概率及各个频带的预期违约个数, 以组合 1 为例计算结果如表 2 所示。

表 1: 客户信用等级与违约概率的映射关系

信用等级	AAA	AA	A	BBB	BB	B	CCC
违约概率(年)	0.67%	1.25%	2.25%	4.00%	7.00%	11.50%	17.00%

表 2: 各频带预期违约个数

频带 $j$	1	2	3	4	5	6	7
预期违约个数	8.2925	5.3875	2.01	2.2325	0.84	0.425	0.18

##### (2) 使用历史违约频率法估计债务人的违约概率

无论是评级机构还是银行的内部信用评级都与违约频率密切相关。违约的历史频率是根据历史统计数据估计的, 可替代预期违约概率<sup>[5]</sup>。

假设处于同一频带的借款人违约概率近似相等, 则该频带借款人的年均违约概率可根据历史违约情况和贷款笔数进行计算。本文使用的有效样本数据量为 227 笔, 在计算历史违约频率时考虑到有些敞口额度在历史上没有违约频率, 因此我们将贷款组合分为 4 个频带, 结果如表 3 所示:

表 3: 使用历史违约频率法计量的各频带年均违约概率

单位 L=10 万元人民币				
频带 $j$	1	2	3	4
年均违约概率	15.79%	19.51%	11.11%	3.01%

#### 3. 样本数据的分组以及频带的划分

按照模型对频带划分的要求, 我们将贷款的敞口额度根据贷款的远期价值<sup>3</sup>乘上违约损失率来调整, 并把该银行在分析日尚具有余额的贷款按其风险敞口的大小升序排列, 从而将各个贷款的敞口额度以均匀程度为依据划分频带。为了比较频带划分数量的多少对最终结果的影响程度, 我们将频带划分为三种频带数量不同的组合, 其中组合 1 将频带划分为 7 个, 组合 2 将频带划分为 8 个, 组合 3 将频带划分为 11 个。

##### ① 频带组合 1(将贷款组合划分成 7 个频带)计算的结果如表 4 所示:

表 4: 组合 1 的参数与结果

单位 L=10 万元人民币				
频带 $j$	风险敞口 $v_j$	贷款笔数	预期违约个数 $\mu_j$	预期损失 $\varepsilon_j$
1	1	52	8.2925	8.2925
2	5	36	5.3875	26.9375
3	10	36	2.01	20.1
4	18	41	2.2325	40.185
5	30	31	0.84	25.2
6	61	21	0.425	25.925
7	154	10	0.18	28.11

<sup>3</sup> 目前, 我国商业银行一般采用到期还本, 按月付息的方法来回收贷款, 大部分贷款使用单利法计息, 只有当债务人不按月付息时银行才对该贷款按复利法计息, 因此我们采用单利法来计算贷款的远期价值。

② 频带组合 2(将贷款组合划分成 8 个频带)计算的结果如表 5 所示:

表 5: 组合 2 的参数与结果

单位 L=10 万元人民币				
频带 $j$	风险敞口 $v_j$	贷款笔数	预期违约个数 $\mu_j$	预期损失 $\mathcal{E}_j$
1	1	52	8.2925	8.2925
2	5	36	5.3875	26.9375
3	10	35	1.9875	19.875
4	16	26	1.7925	28.68
5	23	30	0.8175	18.8025
6	40	29	0.7675	30.7
7	92	16	0.2875	26.45
8	247	3	0.0375	9.2625

③ 贷款组合 3 (将贷款组合划分成 11 个频带) 计算的结果如表 6 所示:

表 6: 组合 3 的参数与结果

单位 L=10 万元人民币				
频带 $j$	风险敞口 $v_j$	贷款笔数	预期违约个数 $\mu_j$	预期损失 $\mathcal{E}_j$
1	1	52	8.2925	8.2925
2	4	20	3.0075	12.03
3	8	40	4.0525	32.42
4	12	12	0.3375	4.05
5	16	24	1.7475	27.96
6	20	13	0.3775	7.55
7	24	11	0.2725	6.54
8	28	13	0.3775	10.57
9	36	13	0.3325	11.97
10	70	24	0.5	35
11	200	5	0.0725	14.5

### 3.3 模型使用的方法论探讨

#### 3.3.1 各频带的年均违约概率分布的检验

在聚合信用风险模型中, 贷款违约个数  $n$  服从泊松分布, 各频带的预期违约概率的标准差就等于均值(年均违约概率)的平方根。我们用标准差的定义来计算各频带的实际标准差, 然后对模型计算出的理论标准差与实际标准差进行比较, 以组合 1 为例结果如表 7 所示。

表 7: 平均违约概率及其波动性

单位 L=10 万元人民币				
频带 $j$	风险敞口 $v_j$	年均违约概率	理论标准差	实际标准差
1	1	15.95%	3.99%	32.59%
2	5	14.97%	3.87%	30.69%
3	10	5.58%	2.36%	16.22%
4	18	5.45%	2.33%	15.20%
5	30	2.71%	1.65%	1.04%
6	61	2.02%	1.42%	0.95%
7	154	1.83%	1.35%	0.90%

表 7 中数据表明, 除频带 5、6、7 以外, 其他频带的实际标准差均大于预期违约概率的标准差, 说明泊松分布假设低估了实际违约波动性的估计。

另外, 从下文中图三、图四和图五的分布和表 13 的检验结果来看, 组合违约损失的分布有一个较为厚实的尾部。这是因为假定违约个数服从泊松分布, 而表 7 的数据说明泊松分布略低估了实际违约波动性, 原因可能是违约概率均值本身在现实中是变化的且组合内债务人之间的违约并不一定是独立的, 这就表明在今后的研究中我们要考虑长期内在违约

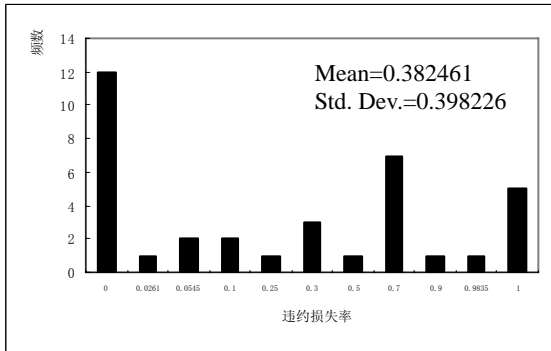
概率可变和行业相关的前提下来计算组合的违约损失分布，这是今后我们借鉴聚合信用风险模型的一个重要步骤和思路。

### 3.3.2 违约损失率的估计和检验

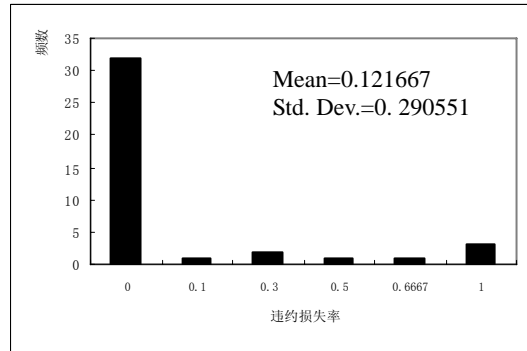
#### 1. 违约损失率的估计

考虑到本文采集的有效数据量不大且我国银行目前收集的数据还不足以对债务人的违约损失率进行精确的预测等因素，我们使用了历史平均违约损失率做代替。《巴塞尔新资本协议》允许实施初级IRB法的银行使用历史平均损失率作为LGD的预测估计值<sup>[6]</sup>。

下面将违约损失率的数据时间跨度（1998年1月-2007年1月）分为1998年1月-2002年6月和2002年7月-2007年1月的跨度期大致相当的两个区间来进行比较分析。结果如图一和图二所示：



图一：1998.1-2002.6 违约损失率的频率分布



图二：2002.7-2007.1 违约损失率的频率分布

在图一中(区间为1998年1月-2002年6月)，贷款的违约损失率均值=38.2461%，其标准差=0.3982226，而在图二中(区间为2002年7月-2007年1月)，贷款的违约损失率均值=12.1667%，标准差=0.290551，与图一相比，平均损失程度及其波动性都减小了，说明银行近几年在对公放贷业务中，已经运用抵押等担保方式来加强风险控制并取得了成效。

#### 2. 违约损失率的检验

分别对两个时间跨度区间（1998年1月-2002年6月、2002年7月-2007年1月）的违约损失率作Jarque-Bera检验<sup>4</sup>，零假设是违约损失率分布服从正态分布，结果如表8所示。

表8：违约损失率分布的检验结果

Period	Mean	Std. Dev.	Skewness	Kurtosis	Jarque-Bera	Probability
1998.1-2002.6	0.382461	0.398226	0.423404	1.530756	4.313646	0.115692
2002.7-2007.1	0.121667	0.290551	2.331836	7.023282	63.22772	0.000000

在1998年1月-2002年6月的期间中，Jarque-Bera=4.313646，相伴概率 Probability = 0.115692，表明在10%的显著性水平下，不能拒绝零假设，即违约损失率分布近似服从正态分布；而在2002年7月-2007年1月的期间中，Jarque-Bera=63.22772，相伴概率 Probability = 0.000000，表明至少在99%的置信水平下拒绝零假设，即违约损失率分布不服从正态分布。

在聚合信用风险模型中，通常假设违约损失率为常数，表8的违约损失率分布的检验结果表明，两个时间区间的违约损失率分布、均值均出现了较大差异，而在本文中我们不考虑每个债务人的具体情况统一使用历史平均违约损失率替代真实的违约损失率，存在一定的误差。如何科学准确地估计出客户的真实违约损失率是我们今后应做的研究工作。

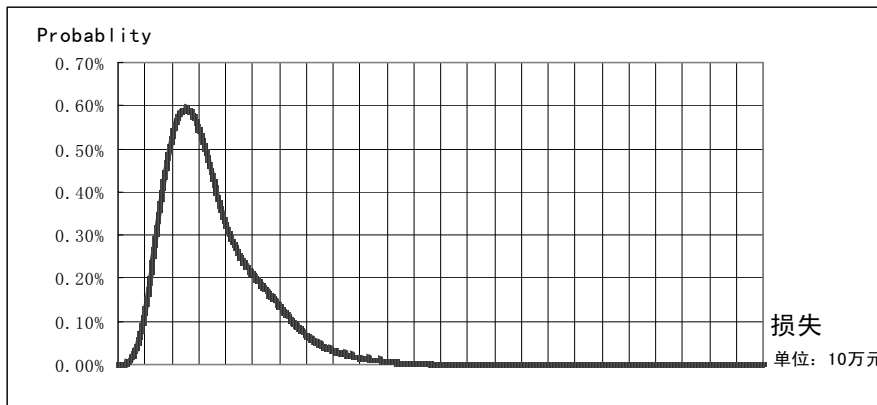
### 3.3.3 三种不同数量频带组合测算的各种结果的比较和检验

为了比较频带划分数量的多少对最终结果的影响程度，我们将频带划分为三种频带数量不同的组合，其中组合1将频带划分为7个，组合2将频带划分为8个，组合3将频带划分为11个。

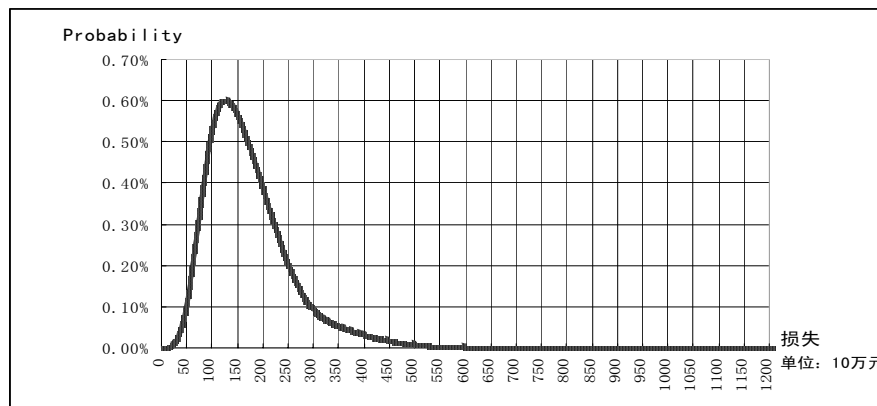
<sup>4</sup> 在零假设下，Jarque-Bera统计量服从  $\chi^2(2)$  分布， $\chi^2(2)$  分布在显著性水平为1%、5%、10%下的临界值分别为9.210、5.991、4.605。

1. 贷款组合违约损失分布的计算和比较

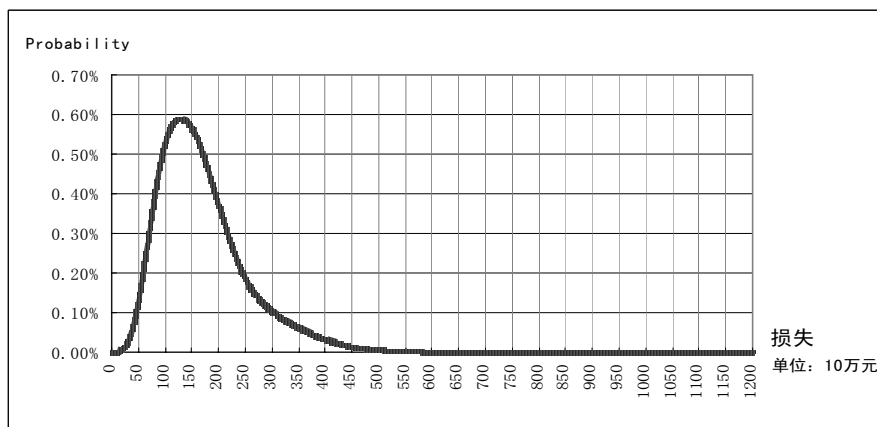
将不同频带的贷款看作一个整体来计算贷款组合的违约损失分布。使用 CreditRisk+ 模型并根据表 4、表 5、表 6 中的参数，计算出三个组合的损失分布的结果如下所示。



图三：组合 1 的违约损失分布图



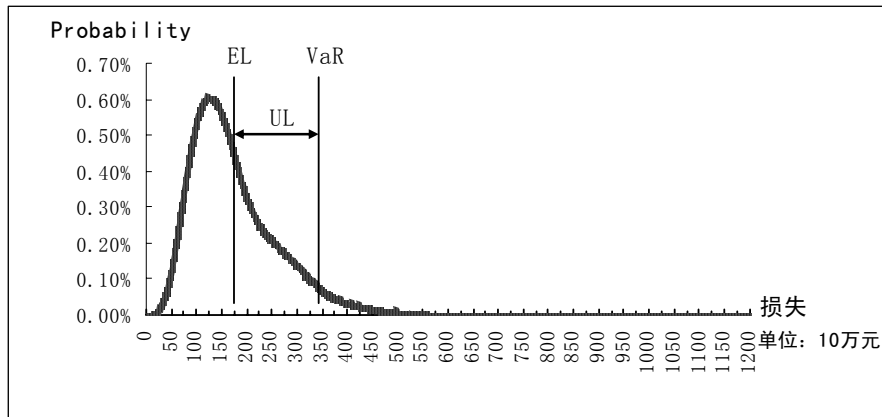
图四：组合 2 的违约损失分布图



图五：组合 3 的违约损失分布图

由于单个债务资产的“偏斜性”和组合损失分布的不对称性导致信用资产组合的实际损失分布呈现偏峰厚尾的特征。从图三、图四和图五中我们可以很明显的看出组合违约损失分布图呈现出偏峰厚尾的特征，通过比较图三、图四和图五得出的违约损失分布，三种不同频带的划分所得到的最终结果是非常接近的。

2. 预期损失(EL)与非预期损失(UL)计算和比较



图六：组合损失分布图

根据图三、图四和图五的结果，以及(2.3)和图六的原理，计算贷款组合在不同置信水平下的非预期损失，结果如表 9、表 10 和表 11 所示。

表 9：频带组合 1 的预期损失与非预期损失

单位 L=10 万元人民币			
置信水平( $\alpha$ )	95%	99%	99.9%
非预期损失	169.2550	274.2550	407.2550
预期损失	174.7450		

该银行在对应的置信水平为 99.0%下，应对对公贷款业务配置 2742.550 万元经济资本，在巴塞尔委员会要求的置信水平为 99.9%下，应配置 4072.550 万元经济资本。

表 10：频带组合 2 的预期损失与非预期损失

单位 L=10 万元人民币			
置信水平( $\alpha$ )	95%	99%	99.9%
非预期损失	166.0000	284.0000	431.0000
预期损失	169.0000		

该银行在对应的置信水平为 99.0%下，应对对公贷款业务配置 2840 万元经济资本，在巴塞尔委员会要求的置信水平为 99.9%下，应配置 4310 万元经济资本。

表 11：频带组合 3 的预期损失与非预期损失

单位 L=10 万元人民币			
置信水平( $\alpha$ )	95%	99%	99.9%
非预期损失	168.1175	272.1175	414.1175
预期损失	170.8825		

该银行在对应的置信水平为 99.0%下，应对对公贷款业务配置 2721.175 万元经济资本，在巴塞尔委员会要求的置信水平为 99.9%下，应配置 4141.175 万元经济资本。

将表 9、表 10 和表 11 计算的各置信度下的非预期损失值进行对比，我们发现三种不同频带的划分计算出的结果是非常接近的。另外，按照预期损失的计算公式<sup>5</sup>，我们计算出样本数据的真实的预期损失为 1676.164 万元，而组合 1 计算出的预期损失为 1731.575 万元，组合 2 计算出的为 1690 万元，组合 3 计算出的为 1708.825 万元，四个数据相差不大，说明使用模型计算出的结果比较接近真实值，对实际情况均拟合的比较好。也就是说划分成不同数量的频带组合所计算出的结果是很接近的。

### 3.3.4 聚合信用风险模型计量的贷款组合经济资本与银行系数法计量的经济资本比较

根据经济资本覆盖非预期损失的要求，经济资本=非预期损失。我们将模型计算的贷款

<sup>5</sup> 预期损失(EL)=风险敞口(EAD)×违约概率(PD)×违约损失率(LGD)。



组合经济资本（因为三种组合的结果很接近，这里我们使用了组合 1 的数据）与银行基于系数法<sup>6</sup>计算的经济资本进行比较，结果如表 12 所示。

**表 12：聚合信用风险模型计量的贷款组合经济资本与银行系数法计量的经济资本比较**

单位：万元人民币

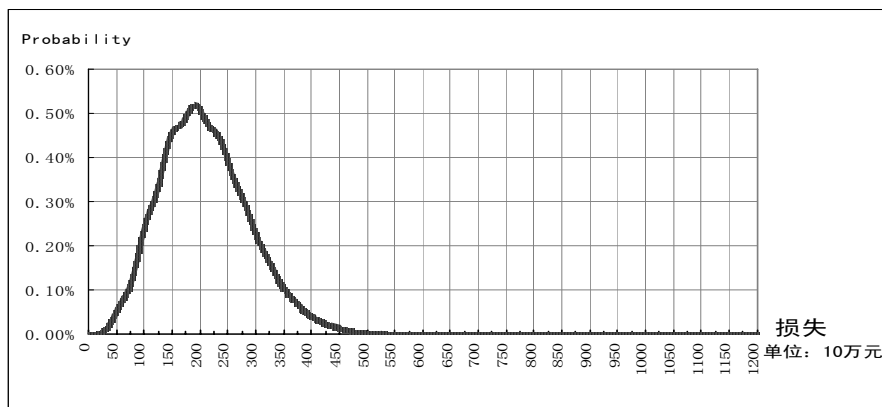
模型计量的经济资本			银行系数法计量的经济资本
$\alpha=95\%$	$\alpha=99\%$	$\alpha=99.9\%$	
1692.55	2742.55	4072.55	32357.4

我们对用聚合信用风险模型得到的经济资本与银行内部系数法所得到的经济资本进行比较发现，银行系数法所要求配置的经济资本超过利用聚合信用风险模型所要求配置的经济资本，因此我们可以认为系数法计算出的经济资本超出了银行实际所需要的经济资本量，这说明，采用银行系数法计算出的经济资本虽然能够覆盖风险，但配置到对公贷款业务中的经济资本将出现过剩现象。并且银行系数法并没有考虑置信度的设置，无法体现银行的风险偏好。聚合信用风险模型是建立在一系列的假设基础之上，它可能不能完全精确的度量出每个贷款组合所需要的真实经济资本，但它能为我们估计每个贷款组合所需要的经济资本提供一个大致范围。因此从风险精确度量的要求来看，目前我国商业银行计量经济资本可以使用本文所采用的计量方法。

### 3.3.5. 两种方法估计债务人违约频率应用聚合信用风险模型的结果比较

#### 1. 贷款组合违约损失分布比较

我们对使用历史违约频率来估计贷款人的违约概率的贷款组合使用 CreditRisk+模型并根据表 3 中的参数，计算出组合的损失分布的结果如图七所示：



**图七：用历史违约频率来计量的违约损失分布图**

与图三、图四和图五相比，图七中偏峰厚尾的特征并不十分明显。我们利用历史平均违约频率与银行内部的信用评级两种方法来估计债务人的违约概率，显然这两种方法得到的结果相差较大。

#### 2. 损失分布的非正态性检验与比较

用信用评级法来估计债务人的违约概率从而计算出的组合的违约损失分布图三的损失分布与正态分布有明显不同。下面将组合 1 的损失分布与正态分布进行比较，结果如表 13 所示。

**表 13：损失分布的非正态检验结果**

	Skewness	Kurtosis	均值	中位数
正态分布	0	3	/	/
组合损失分布	1.178508	4.830619	174.7450	154.0000

组合损失分布的中位数明显低于均值，这是当数据具有较长右尾时的典型结果，而且

<sup>6</sup> 系数法是根据经验设定各产品的经济资本分配系数，将单个产品扣减减值准备后的余额乘以对应的分配系数得到单个产品的经济资本占用，再将单个产品的经济资本占用累加得到整个资产组合的经济资本。

偏度(Skewness)大于 0, 峰度(Kurtosis)大于 3, 所以, 与标准正态分布(S=0, K=3)相比, 贷款损失分布呈现出右偏、尖峰分布形态, 分布的右端出现肥尾特征。

而用历史违约频率计算出的组合违约损失分布图(图七)的违约损失分布图形近似于正态分布的形态, 用同样的方法对其进行比较, 结果如表 14 所示。

表 14: 损失分布的非正态检验结果

	Skewness	Kurtosis	均值	中位数
正态分布	0	3	/	/
组合损失分布	0.506224	3.270089	208.6178	201.0000

组合损失分布的偏度(Skewness)均大于 0, 峰度(Kurtosis)均大于 3, 所以与标准正态分布(S=0, K=3)相比, 贷款损失分布不服从正态分布, 并呈现右偏、尖峰分布形态, 分布右端出现肥尾特征。但与表 13 中的数据相比, 右偏与尖峰的特征均不够显著。

### 3. 两种方法计算的贷款组合预期损失和非预期损失的比较

使用历史违约频率方法来估计债务人的违约概率, 根据图七以及(2.3)和图六的原理, 计算贷款组合在不同置信水平下的非预期损失, 结果如表 15 所示:

表 15: 历史违约频率方法计算的贷款组合的预期损失与非预期损失

单位 L=10 万元人民币			
置信水平( $\alpha$ )	95%	99%	99.9%
非预期损失	141.3822	212.3822	298.3822
预期损失	208.6178		

该银行在对应的置信水平为 99.0%下, 应对对公贷款业务配置 2123.822 万元经济资本, 在巴塞尔委员会要求的置信水平为 99.9%下, 应配置 2983.822 万元经济资本。

我们可以看出计算出的预期损失值(2086.178 万元)与真实值(1676.164 万元)相差较多, 比较表 15 与表 9、表 10 和表 11 可以得出, 表 15 计算出的各置信度下的非预期损失值与使用评级法计算出的非预期损失也相差较远, 尤其是置信度越高, 非预期损失值相差越大。从表 13 和表 14、图三和图七、表 9 和表 15 的对比来看, 两种方法得到的结果差距较大, 使用信用评级来估计债务人的违约概率比使用历史平均违约频率的方法得到的预期损失值更接近真实的预期损失值。

## 4. 结论

本文是在预期违约个数不变的前提下和商业银行数据量不大的情况下, 具体利用聚合信用风险模型来对我国商业银行信用风险进行度量所做的研究, 并从中探讨该模型在我国商业银行应用的方法论。得出的主要结论如下:

1. 从我们计算出的结果来看, 利用模型法计量的经济资本远远小于用银行系数法计量的经济资本。银行系数法没有完全考虑客户违约概率、违约损失率和银行的风险偏好, 因此系数法不能与非预期损失挂钩, 偏离了经济资本的实际含义, 其计量结果难以真实反映银行的风险状况。而本文运用聚合信用风险模型来进行风险测量, 模型均考虑了这些参数的设置, 计量的结果也比较理想, 所以它能为银行估计贷款组合所需要的经济资本提供一个基准的范围。因此只要方法得当, 数据处理基本合理, 我国商业银行计量经济资本可以使用聚合信用风险模型法来替代系数法, 它有利于在银行内出现激励约束效应, 从而提升银行的效益。

2. 从该模型应用的总体上看, 模型所需要的数据量较少, 可操作性强。模型使用的参数如敞口、违约概率、违约损失率等数据可从银行日常业务中直接获取。而且聚合信用风险模型不仅可以在大银行使用, 就像本文实证研究的那样, 在业务量不多、规模比较小的分支行或基层行也可以使用。

3. 我们使用了历史违约频率法及银行内部信用评级两种方法估计客户的违约概率。通过比较由它们得出的违约损失分布, 我们发现, 利用银行内部信用评级得出的违约概率更加科学。因此, 在我国现有信用评级的基础上, 我们鼓励有条件的银行采用信用评级来估计客户的违约概率。随着我国征信系统的进一步完善, 银行对客户的信用状况了解的更加全面,

对客户的信用评级也更加客观、准确,从而能够得到更加反映客户实际风险水平的违约概率,为更好的应用该模型创造有利条件。

4. 我们使用历史平均违约损失率替代客户真实的违约损失率,这在当前我国银行业违约损失率数据库不大的情况下具有一定的可取之处。但这种没有考虑客户的具体情况,而统一用一个相同的违约损失率做替代,存在一定的偏差。正像我们文中检验的那样,违约损失率并不服从正态分布,它的分布非常复杂。随着我国银行业的不断发展,违约损失率数据的不断扩充,如何科学准确地估计出客户的真实违约损失率是我们今后应做的研究工作。

5. 对于频带的划分,我们并没有采用聚合信用风险模型技术文档中所要求的向上取整或四舍五入的方法,而采用了加权平均的方法进行处理。虽然这种方法对于频带的划分具有一定的主观性。但通过检验,我们发现,只要频带间隔均匀、划分后的预期损失与真实的预期损失相差不大,频带划分的数量可以有所不同,但计量出来的贷款组合的经济资本在数量上相差不大。这说明该聚合信用风险模型的这一频带划分方式具有很强的可操作性,在较大的范围内,不会因人而异所造成的频带划分差别对经济资本计量结果带来显著的影响。这种方法特别适用于债务人数量较少的分支行进行经济资本的计量。

6. 本文是在预期违约个数不变的前提下应用该模型,它比较适合于短期内计算银行贷款组合的违约损失分布,但当贷款组合的期限较长,此时就不能不考虑客户的信用等级变化对组合损失分布的影响。因此,在今后的研究中,我们要考虑在预期违约个数可变及行业相关等情况下来计算组合的违约损失分布,这是我们研究工作努力的方向。

### 参考文献

- [1] 杨军. 银行信用风险——理论、模型和实证分析(M). 北京:中国财政经济出版社, 2004. 9.
- [2] 阿诺·德·瑟维吉尼, 奥里维尔·雷劳特著(M). 信用风险度量与管理. 任若恩, 徐晓肆等译. 北京:中国财政经济出版社, 2005. 7.
- [3] 梁凌, 谭德俊, 彭建刚. CreditRisk+模型下商业银行经济资本配置研究(J). 经济数学, 2005. 9(22)
- [4] Credit Suisse First Boston, Credit Risk+—A Credit Risk Management Framework, Credit Suisse First Boston International, 1997.
- [5] 詹原瑞. 银行信用风险的现代度量与管理(M). 北京: 经济科学出版社, 2004. 11.
- [6] 刘志刚, 罗光, 杨志明. 违约损失率数据库与预测模型的构建(J). 金融研究, 2007. 5(5).
- [7] Michael B. Gordy. Saddlepoint approximation of CreditRisk+. Journal of Banking & Finance 26 (2002) 1335-1353.

## A research on the application of CreditRisk+ model in China's commercial banks

Peng Jiangang Liu Bo Zhang Lihan Tu Haibo

College of Finance, Hunan University (410079)

Research Center of Financial Management, Hunan University (410079)

**Abstract:** According to the fundamentals of VaR and the requirements of New Basel Capital Accord, considering the real situation of the commercial banks in China, this paper develops the parameters and measurement methods which used in CreditRisk+ model. So we can use the CreditRisk+ model which requires relatively few data to apply it in China's commercial banks. Then we discuss the operability of this model in the branches of China's commercial banks, and demonstrate the scientificity of these methods.

**Keywords:** CreditRisk+, default loss distribution, unexpected loss, economical capital

**作者简介:** 彭建刚, 男, 湖南长沙人, 经济学博士, 湖南大学研究院副院长, 湖南大学金融学院教授、博士生导师, 研究方向: 金融管理与金融工程。