

# 商业银行操作风险内外损失数据整合研究

——基于 Bühlmann-Straub 信度模型

陈倩(博士)

(北京第二外国语学院国际商学院 北京 100024)

**【摘要】** 本文针对商业银行操作风险数据匮乏的现状,将保险精算中的信度理论引入到操作风险的度量中,构建基于 Bühlmann-Straub 信度模型的商业银行操作风险度量模型,对信度因子进行估计,以实现内外数据的有效整合。并利用我国商业银行的操作风险损失数据进行了实例分析,结果表明该模型有效地解决了单个银行因内部数据匮乏而无法有效度量操作风险的问题。

**【关键词】** 操作风险度量 信度理论 Bühlmann-Straub 模型 内外数据整合

## 一、研究背景

随着全球经济一体化,金融技术的发展,银行金融产品与金融服务不断创新,与此同时,银行经营中的操作风险问题也日益突出。近年来对银行操作风险的度量和管理工作已成为业界和学术界共同关注的重点,操作风险度量模型越来越丰富化和多元化。但由于大部分银行存在信息披露制度不全、信息技术运用滞后、缺乏统一的数据收集机制和数据平台等问题,因而操作风险损失数据匮乏。一方面,数据不全面、不完整,很难直接根据历史数据对操作风险进行建模,这可能影响操作风险度量的正确性,进而影响操作风险资本计量的准确性和操作风险管理的有效性。另一方面,与操作风险相关的数据欠缺,银行无法将国外先进的建模技术用于操作风险度量。

正是认识到现实中操作风险资本金度量的复杂性,巴塞尔银行监管委员会要求银行在使用高级度量法计提操作风险资本金时,不能仅从内部数据出发,而应该将内外数据相结合进行综合考虑。由于不同银行间存在着差异性,其操作风险损失数据也有各自的特点,如何用外部数据来实现对内部数据的有效补充是需要进一步思考的。

## 二、关于操作风险的研究现状

操作风险外部数据的来源,主要有三种类型:公共数据、保险数据和联合数据。虽然不同银行操作风险损失分布可能存在异质性,但也存在同质性,因而在银行操作风险资本金计提的过程中,可以部分参考银行外部数据,用来弥补内部数据不足,解决因数据匮乏而引发的度量困难。回顾国内外的研究,用外部数据补充内部数据来对操作风险进行度量的做法可以归纳为以下三种:①直接

简单地将外部数据与内部数据合并,得到一个新的包含内外损失数据的数据库。该方法虽然简便、易行,但实践经验和理论分析显示,不能简单将外部数据同银行的内部数据进行混合后就进行建模分析,这是因为:第一,损失金额大的事件,被媒体报道的可能性相对较大。因此简单合并,可能增大损失分布的偏度和厚尾程度,从而对真实损失分布的估计造成偏差。第二,从理论上讲,每一家银行的产品特点、风险控制体系和风险文化是有差异的。不同银行的损失数据可能服从不同的数学分布,简单的混合会改变原有数据的分布特征,依靠这样的数据集建立的数学模型,其精确度和可靠性会大大降低。②利用某些方法把内外部数据转化为同量纲,然后统一估计。如 Wei(2006), Demoulin(2006)等。该方法虽然对直接合并方法有些改进,但其所采用的转换方法和标准仍没有统一的规范,多数还是依据主观意愿。且当外部数据包含的银行数目过多时,对每条数据进行转化,其工作量是非常大的,因此该方法费时、费力,可操作性不强。③利用外部数据构建损失分布的尾部,然后和内部建模进行整合。如 Chavez-Demoulin(2006)等。

操作风险的大小是与其分布尾部紧密相连的,外部数据中常常包含某些极端风险,单独用外部数据来构建损失分布的尾部,难免会高估银行内部的操作风险,所以在其构建中也应当适当地融入银行内部信息。

因此找到一种方法来原因解决内外部数据的混合问题成了操作风险度量研究的重要方向之一。现实中在对非寿险进行保费厘定时,也面临索赔数据不足的问题,且需要同时考虑索赔频率和索赔数额的分布。考虑到保费厘定与操作风险的度量具有较多相似之处,故本文将保险精

算中的信度理论引入到操作风险的度量中,以解决操作风险数据匮乏的问题,实现内外数据的有效整合。

### 三、操作风险信度模型的构建

1. 信度理论简介。信度理论又称经验率理论,萌芽于20世纪20年代,作为保险精算中比较成熟的理论,它是非寿险精算学中经验费率厘定最重要的方法。保险精算中进行保费厘定的问题,实际是如何建立一个经验费率系统来确定下一年的保费,使保费的厘定不仅考虑到该组个体理赔记录,还要考虑到集体理赔记录。因此非寿险的保费厘定可以根据两类数据来进行:一类是通过观察得到的某险种一组保单的近期损失数据,根据这类数据确定的保费称为经验保险费 $PM_e$ ;另外一类是同险种保单早期损失数据或类似险种保单的同期损失数据,单纯根据这种先验信息确定的保险费称为先验信息保险费 $PM_o$ 。所谓信度理论就是研究如何合理利用这两类信息,如何对这两类保险费进行加权平均,来估计出后验保险费。即:

$$PM = zPM_e + (1-z)PM_o \quad (1)$$

其中, $z(0 \leq z \leq 1)$ 称为信度或可信度因子。

$z$ 越接近于1,说明保单近期的索赔数据权重越大,即实际索赔数据提供的信息越充分。因此,信度理论的出发点是对权重 $z$ 取值的研究,研究如何为保单近期的索赔数据和类似险种同期的索赔数据赋予适合的权重,从而能充分利用这两类信息对下一期保费做出估计。

2. 基于信度理论的操作风险度量模型。对商业银行操作风险的度量也可以依据两类数据来进行。一类是银行内部的操作风险损失记录,代表银行自身风险水平;另一类是外部数据库中的损失数据,代表行业风险水平。假设仅根据内部数据计算的操作风险监管资本、尾部风险和可预期损失分别为 $CaR_{int}$ ,  $VaR_{int}$ 和 $EL_{int}$ ,根据外部数据计算的操作风险监管资本、尾部风险和可预期损失分别为 $CaR_{ext}$ ,  $VaR_{ext}$ 和 $EL_{ext}$ ,则整合内部数据和外部数据的商业银行操作风险信度模型为:

$$CaR = zCaR_{int} + (1-z)CaR_{ext} \quad (2)$$

从式(2)可以看出, $z$ 越接近于1,表明商业银行自身的操作风险损失数据越充分,在操作风险度量中内部信息的权重就越大。因而在解决操作风险变量中数据不充分的问题时,信度模型具有非常明显的优势。首先,对于没有收集操作损失数据的银行,其对操作风险资本的提取可以依照同业水平。其次,对于仅拥有部分损失数据的银行,可以利用外部数据来解决数据不足的问题。最后,由于当前的操作风险记录可能不包含一些极端风险,如果仅依照内部数据来度量操作风险,则一些潜在的极端风险信息将无法展示,特别是在突如其来的风险面前,历史数据的作用将大大削减。而外部数据的引入能解决

操作风险度量中过分依赖历史数据的不足。

### 四、基于最精确信度理论的Bühlmann-Straub信度模型的构建

以银行A为研究对象,它共有 $n_1$ 个内部损失数据。在操作风险的度量中,假设外部数据库中除A银行外共包含 $r-1$ 个银行,或者银行A可以按经营模式、风险管理水平等将其中的其它银行划分为 $r-1$ 类,各组分别有 $n_1, n_2, n_3, \dots, n_r$ 个历史损失数据。用 $x_{ij}(i=1, \dots, r)(j=1, \dots, n_i)$ 表示第 $i$ 个银行的第 $j$ 个操作风险损失的大小,其中 $i=1$ 时代表银行A。假设每个银行的风险水平可以用一个风险参数 $\theta_i$ 表示( $\theta_i$ 可以是向量)。不同的银行对应不同的 $\theta_i$ ,这就把银行之间的风险特征差异进行了量化。记 $X_i = (x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{in_i})$ ,则每一银行 $i$ 对应着一个随机向量 $(\theta_i, X_i)$ 。记: $\mu(\theta_i) = E(X_i | \Theta = \theta_i)$ ,  $v(\theta_i) = \text{Var}(X_i | \Theta = \theta_i)$ ,则 $\mu(\theta_i)$ 和 $v(\theta_i)$ 分别为条件期望和条件方差,定义:

$$\mu = E[X_i] = E[X_i | \Theta] = E[\mu(\Theta)] \quad (3)$$

$$s^2 = E[\text{Var}(X_i | \Theta)] = E[v(\Theta)] \quad (4)$$

$$a = \text{Var}[E(X_i | \Theta)] = \text{Var}[\mu(\Theta)] \quad (5)$$

其中, $\mu$ 是在没有任何关于 $\theta_i$ 信息下的条件期望的期望,故其代表了操作风险的行业水平。 $v(\theta_i)$ 衡量了银行风险水平的差异, $s^2$ 为 $v(\theta_i)$ 的均值,即 $X$ 的同质方差。 $a$ 为风险损失 $\mu(\theta_i)$ 的方差, $\mu(\theta_i)$ 依赖于风险参数 $\Theta$ 。所以, $a$ 描述了因风险水平不同而产生的差异,即 $X$ 的异质方差。因此我们的目标是利用外部的历史数据和银行的内部数据来对银行下一年的总损失均值即 $\mu(\theta_i)$ 做出估计。

假设每个银行的历史损失数据个数相同的基础上,即 $n_1 = n_2 = \dots = n_r = n$ ,其中 $i=1, 2, \dots, r; j=1, 2, \dots, n$ 。Bühlmann提出的方法是在历史损失数据的线性函数范围内寻找均方误差最小的估计量,即求解下面的优化问题:

$$\min E \left\{ \left[ \mu(\theta_i) - c_0 - \sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^n c_i x_{ij} \right]^2 \right\} \quad (6)$$

该最优化的问题的详细求解和推导过程参见严颖(1996),最后模型的最优解为:

$$\begin{aligned} \hat{\mu}(\theta_i) &= c_0 + \sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^n c_i x_{ij} = (1-z)\mu + \sum_{j=1}^n c_j x_{ij} \\ &= (1-z)\mu + z \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n x_{ij} = z\bar{X}_i + (1-z)\mu \end{aligned} \quad (7)$$

$$\text{其中, } \bar{X}_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n x_{ij}, \text{信度系数为: } z = \frac{n}{n + s^2/a} \quad (8)$$

Bühlmann信度模型要求每个银行(分类)都有相同的 $n$ 个记录,但实际中,各个银行的损失数据个数不可能是一样的。Bühlmann-Straub信度模型是Bühlmann模型一般化的表示,它允许观测数据不完全,即允许每个银行(分类)的损失数据个数不一致,故我们将Bühlmann信度模型

扩展为实用性更强的 Bühlmann-Straub 信度模型。该模型假设在风险参数给定的条件下不同风险之间相互独立,且同一组(银行)的操作风险历史损失数据的风险特征相同,而不同组(银行)则不同。则:

$$\min E \left\{ \left[ \mu(\theta_i) - c_i - \sum_{j=1}^r \sum_{k=1}^{n_j} c_k x_{ij} \right]^2 \right\} \quad (9)$$

对该最优化问题求解得到最优解为:

$$\hat{\mu}(\theta_i) = z_i \bar{X}_i + (1 - z_i) \mu \quad (10)$$

$$\text{其中, } \bar{X}_i = \frac{1}{n_i} \sum_{j=1}^{n_i} X_{i,j}, z_i = \frac{n_i}{n_i + s^2/a}, \mu = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^{n_i} X_{i,j},$$

$$n = \sum_{i=1}^r n_i, s^2 = \frac{\sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^{n_i} (x_{ij} - \bar{X}_i)^2}{(n - r)},$$

$$a = \frac{\sum_{i=1}^r n_i (\bar{X}_i - \bar{X})^2 - (r - 1) s^2}{(n - \sum_{i=1}^r n_i^2/n)}.$$

而当  $n_1 = n_2 = \dots = n_r = n$  时, Bühlmann-Straub 信度模型就简化为 Bühlmann 信度模型。

Bühlmann-Straub 信度模型和传统的有限波动信度模型相比除了能有效地消除数据之间的依赖风险和充分风险,还能通过分析内外损失数据之间风险的同质性和异质性,将整个行业内可能遭受的损失反映到银行内部的操作风险度量中来,从而更准确地估计应提取的风险资本金,以应对可能的操作风险损失。

### 五、实例分析

我们以搜集到公开报道的操作风险损失案例为研究对象,来验证本文所构建的操作风险信度模型。我们把该案例中的 246 个损失事件作为研究对象,将数据集中属于银行 X 的 29 件风险事件作为银行 X 的内部损失,将剩余的 217 个事件作为银行的外部损失,即外部数据。

表 1 给出了银行 X 的内部和外部数据的统计特征。可以看出,银行 X 的损失均值和标准差均小于外部数据的统计结果,说明行业水平的操作风险大于银行 X 的操作风险。

表 1 内部数据和外部数据描述统计结果

组别	案例数	均值(万元)	标准差	最小	最大
内部数据	29	18 299.21	33 471.01	10	114 985
外部数据	217	21 166.9	54 904.74	16.09	399 400

我们用最大精度理论来对内部数据的权重做出估计,在本例中仅考虑两组分组,即  $r=2$ ,且  $n_1=29, n_2=217$ 。根据 Bühlmann-Straub 信度模型,可计算得到模型的参数值及最终的信度因子  $z$ 。

表 2 Bühlmann-Straub 信度模型参数值

$n_1$	$\bar{X}_1$	$n$	$u$	$s^2$	$a$	$z$
29	18 299.21	246	20 828.84	2.80E+09	1.56E+08	0.6 178

从表 2 可知,银行 X 的内部数据所占比重为 0.617 8,即在其下一年的操作风险资本金的计提中,内部数据提供了 61.78% 的信息,而剩余的信息由外部数据来弥补。与部分信度理论计算的银行 X 权重相比, Bühlmann-Straub 信度模型不仅考虑了银行的损失个数,而且包含损失大小与行业损失水平差异的信息,因此其对信度的计算更为合理和可靠。将基于内部和外部损失数据得到的风险大小,用信度因子  $z$  进行加权后,即可得到整合内外部数据的银行 X 的操作风险大小。

表 3 列出了单独使用内部数据和整合内外数据的银行 X 的操作风险大小。其中的第三行数据表示整合内外损失数据后所得到的操作风险是仅用内部数据度量结果的倍数。从中可以看出,结合外部数据后的操作风险的 VaR 和 ES 值均比单独使用内部数据所度量的风险值大,说明银行 X 所经历极端风险的影响低于行业水平,仅根据内部损失数据估计得出的操作风险比较保守。

表 3 内部数据、内外数据整合下银行 X 的操作风险

	VaR <sub>95%</sub>	VaR <sub>99%</sub>	VaR <sub>99.9%</sub>	ES <sub>95%</sub>	ES <sub>99%</sub>	ES <sub>99.9%</sub>
A、内部数据	131 997.9	302 780.8	484 761.9	258 051.0	542 974.2	816 952.8
B、内外数据相结合	189 240.3	360 159.8	576 627.5	308 237.4	553 406.5	832 649.1
C、B/A	1.434	1.190	1.146	1.194	1.019	1.035

### 六、结论

基于 Bühlmann-Straub 信度理论的操作风险度量模型可以有效地解决单个银行因内部操作风险损失数据不足、极端风险事件匮乏而无法有效度量操作风险的问题,通过信度理论实现了内、外数据的有效整合。该模型能较好地甄别出银行内部风险与外部风险的同质性及异质性,通过内外数据的整合,将行业层面上可能遭受的操作风险反映到单个银行的风险中来,能更准确地估计银行可能遭受的损失。

另外,信度因子随着银行内部数据样本容量的增加而加大,随着内部数据的扩充和完善,银行内部损失数据在操作风险度量中所起的作用也越大。而当银行内部操作风险损失数据达到完全信度标准时,银行的操作风险大小就完全依赖于银行内部的损失数据大小。

【注】本文是 2012 年教育部人文社科青年基金项目“商业银行操作风险的度量与风险资本计提研究:理论模型与实证分析”(项目编号:12YJC790013)的阶段性成果,并得到“北京高等学校青年英才计划项目”资助。

### 主要参考文献

- 高丽君. 商业银行操作风险外部数据的内生偏差研究. 管理评论, 2011; 23
- 田华, 童中文. 操作风险测度的内外数据混合方法. 系统工程, 2008; 26