

## 第 11 讲：非寿险责任准备金评估模型 1

高光远

中国人民大学 统计学院

# 主要内容

## ① 未到期责任准备金评估模型

- 比例法
- 风险分布法

## ② 未决赔款准备金评估模型

- 链梯法 (chain-ladder method)
- 期望赔款法 (expected claims method)
- Bornhütter-Ferguson 法
- Cape Cod 法

- 对于经营非寿险业务的保险公司来说, **准备金**一般是负债表上金额**最大**的项目.
- 非寿险产品的特点是先收保费, 后兑现保单承诺, 保险公司需要预留一部分资金用于支付**未来**可能产生的保险责任.
- 责任准备金分为三大类: **未到期责任准备金, 未决赔款准备金, 理赔费用准备金.**

- ① 未到期责任准备金用于偿还未来保险期限内可能发生的保险事故. 类似于未赚保费的概念.
- ② 未决赔款责任准备金用于偿还未决赔案. 发生未决赔案的原因有报案延迟和理赔延迟.  
这两种延迟在大作业一中有讨论: 报案延迟会影响最终索赔次数的确定, 理赔延迟会影响最终索赔金额的确定.
- ③ 理赔费用准备金是指对未决赔案可能发生的费用而提取的准备金. 直接理赔费用和间接理赔费用的评估方法有区别.

假设保费收入 (承保日期) 在**一定期限内**中是均匀的, 且风险在**保单期限内**也是均匀分布的.

- 季比例法: 假设保费收入 (承保日期) 在**每个季度**是均匀的, 且风险在**保单期限内**也是均匀分布的.
  - 由假设可知, 每季度的承保保费在**当季度**只能赚得**八分之一**.
- 月比例法: 假设保费收入 (承保日期) 在**每个月**是均匀的, 且风险在**保单期限内**也是均匀分布的.
  - 由假设可知, 每月的承保保费在**当月**只能赚得**二十四分之一**.
  - 比如, 对于一月份的保单, 在年末的未到期责任准备金应为一月份承保保费的  $1/24$ .
- 日比例法: 根据承保日期**逐单**对未到期责任准备金进行评估.
  - 一个隐含假设是风险在**保单期限内**均匀分布.

- 年比例法, 季比例法和月比例法假设保费在年内, 季度内, 月内均匀分布.
- 日比例法没有保费均匀分布的假设, 但计算量较前面几种方法要大很多.
- 但它们有个共同假设是风险在保单期限内均匀分布.

- 流量预期法：根据历史损失数据估计未来预期的风险分布状况.
- 风险分布法适用于风险在保单期限内不均匀分布的情况. 如洪灾保险, 农业保险等.

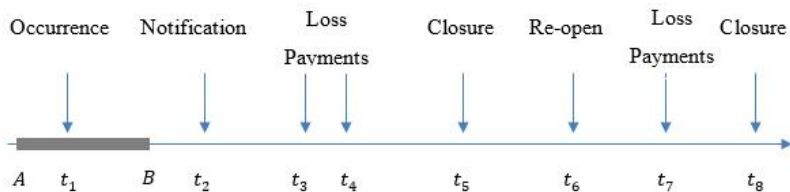


Figure 1: 一个赔案的理赔过程



## 未决赔款准备金的构成

- ① 个案准备金 (已发生已报案未决赔款准备金) (case reserves, unpaid case, incurred but not settled, IBNS).
  - 若评估日期在  $t_2$  之后, 图 1 中赔案的未决赔款准备金为个案准备金.
- ② 已报告赔案未来进展准备金 (future development on known claims).
- ③ 重立赔案准备金 (provision for reopened claims).
- ④ 已发生未报告准备金 (provision for incurred but not reported claims, IBNR).
  - 若评估日期在  $t_1$  到  $t_2$  之间, 图 1 中赔案的未决赔款准备金为 IBNR.
- ⑤ 在途准备金 (已报案未立案准备金) (incurred and reported)

## 未决赔款准备金的构成

- 个案准备金的评估依赖于赔案特征, 如汽车损坏的部位, 人员受伤部位, 严重程度等. 个案准备金的评估依赖于个体赔案的数据.
- IBNR 的估计无法细分到个案, 因为这些赔案还没有上报给保险公司. IBNR 的估计依赖于累积赔款数据.
- 广义的 IBNR 包括 2-5. 我们这里介绍的模型都是对广义 IBNR 的估计. 使用的数据为累积赔款的流量三角形数据 (run-off triangle).

## 流量三角形

- 流量三角形 (run-off triangle) 是一种将赔款数据按照事故发生日期和赔款支出日期进行累积而形成的类似于上三角的数据表格.
- 流量三角形的每一行代表发生在某一时期 (常为年) 事故的赔付历史, 每一列代表赔付延迟.
- 流量三角形中的数据可以是已付赔款, 已报案赔款, 个案准备金, 已报案案件数, 已结案案件数等.
- 准备金评估就是从三角形到长方形的过程.

# 流量三角形

Table 1: 累积已报案赔款流量三角形

事故 年	进展年			
	0	1	$\dots$	$I - 1$
1	$C_{1,0}$	$C_{1,1}$	$\dots$	$C_{1,I-1}$
2	$C_{2,0}$	$C_{2,1}$	$\dots$	
$\dots$	$\dots$			
$I$	$C_{I,0}$			

注：每一条**对角线**上的数值表示在**同一年**的已报案赔款，如最后一条对角线上的数值表示在第  $I$  日历年已报案赔款。

链梯法为最常用的未决赔款准备金评估方法, 其主要步骤包括:

- ① 建立累积已付赔款流量三角形:

$$C^u = \{C_{i,j} : i + j \leq I, i = 1 : I, j = 0 : I - 1\}.$$

- ② 计算历史进展因子:

$$F_{i,j} = C_{i,j+1}/C_{i,j}.$$

- ③ 比较  $(F_{i,j})_{i=1:I-j}$ , 选定逐年进展因子 (age-to-age factor, development factor)  $\hat{f}_j$  (链). 常选用的进展因子包括加权平均进展因子:

$$\hat{f}_j = \frac{\sum_{i=1}^{I-j} C_{i,j} F_{i,j}}{\sum_{i=1}^{I-j} C_{i,j}} = \frac{\sum_{i=1}^{I-j} C_{i,j+1}}{\sum_{i=1}^{I-j} C_{i,j}}, \quad j = 0, \dots, I - 2.$$

- ④ 预测下三角部分的数值(梯)

$$\hat{C}_{ik} = C_{i,I-i} \hat{f}_{I-i} \cdots \hat{f}_{k-1}, \quad k = I - i + 1, \dots, I - 1$$

- ⑤ 依据预测的下三角部分, 求得未决赔款准备金.

跳过第 4 步, 采用下面的步骤, 可以直接求得每个事故年的未决赔款准备金

- ① 计算累积进展因子 (cumulative development factor)

$$\widehat{cdf}_j = \hat{f}_j \cdots \hat{f}_{I-2}, \quad j = 0, \dots, I-2.$$

注: 累积进展因子的倒数也称为累积已报案赔款比例.

- ② 事故年  $i$  的最终赔款估计为

$$\hat{C}_{i,\infty} = \hat{C}_{i,I-1} = C_{i,I-i} \widehat{cdf}_{I-i}$$

- ③ 事故年  $i$  的未决赔款准备金估计为

$$\hat{R}_i = \hat{C}_{i,I-1} - C_{i,I-i}.$$

- ④ 总未决赔款准备金估计为

$$\hat{R} = \sum_{i=1}^I \hat{R}_i$$

- 链梯法的重要假设是赔款支出具有稳定的延迟. 即每个事故年的赔款有类似的发展过程.
- 使用已付赔款的缺点是没有利用个案准备金的信息, 已付赔款受理赔部门处理赔案的速度影响.
- 使用已报案赔款可以克服以上缺点.
- 一般地, 在理赔速度发生变化时, 已报案赔款比已付赔款更加稳定.
- 鉴于链梯法的假设, 在理赔速度发生变化时, 使用已报案赔款更合适.

教材 211 页. 期望赔款法也称为赔付率法

- ① 根据历史赔付率, 结合经验判断, 选取**最终赔付率**  $\hat{r}$ .
- ② 计算每个事故年的最终赔款

$$\hat{C}_{i,\infty}^E = P_i \hat{r}$$

其中,  $P_i$  为日历年  $i$  的已赚保费 (和事故年  $i$  的赔款对应).

- ③ 最终赔款减去已付赔款得到未决赔款准备金

$$\hat{C}_{i,\infty}^E - C_{i,I-i}$$



链梯法只使用了历史数据没有加入经验判断, 期望赔款法只使用了经验判断, 没有使用历史数据. BF 方法是这两种方法的折中.

- ① 使用期望赔款法计算最终赔款  $\hat{C}_{i,\infty}^E$ .
- ② 使用链梯法计算累积进展因子  $(\widehat{cdf}_j)_{j=0,\dots,I-2}$ .
- ③ 计算未决赔款准备金

$$\hat{R}_i^{BF} = \hat{C}_{i,\infty}^E \times \left( 1 - \frac{1}{\widehat{cdf}_{I-i}} \right)$$

- BF 法的最终赔款为

$$\begin{aligned}\hat{C}_{i,\infty}^{BF} &= C_{i,I-i} + \hat{C}_{i,\infty}^E \times \left(1 - \frac{1}{\widehat{cdf}_{I-i}}\right) \\ &= \hat{C}_{i,\infty}^{CL} \times \frac{1}{\widehat{cdf}_{I-i}} + \hat{C}_{i,\infty}^E \times \left(1 - \frac{1}{\widehat{cdf}_{I-i}}\right)\end{aligned}$$

- BF 法的最终赔款为链梯法最终赔款和期望赔款法最终赔款的加权平均. 权重为累积进展因子的倒数.
- 权重随着事故年  $i$  的增大而减小. 说明 (a) 对于较早的事故年, 链梯法占的比重大; (b) 对于较晚的事故年, 期望赔款法占的比重大.
- (a) 较早的事故年有比较多的历史索赔数据, 所以链梯法合适;  
(b) 较晚的事故年有比较少的历史索赔数据, 所以期望赔款法比较合适.

- 教材 255 页. Cape Cod 法也称为 Standard-Bühlman 方法.
- Cape Cod 法和 BF 方法类似, 但在计算  $\hat{C}_{i,\infty}^E$  时依据现有的数据.
- 在 Cape Cod 法中, 假设已知已赚保费.

- ① 计算累积进展因子  $(\widehat{cdf}_j)_{j=0,\dots,I-2}$
- ② 计算每个事故年对应于已报案赔款的保费

$$\hat{P}_{i,I-i} = P_i \times \frac{1}{\widehat{cdf}_{I-i}}$$

- ③ 计算期望赔付率

$$\hat{r} = \frac{\sum_{i=1}^I C_{i,I-i}}{\sum_{i=1}^I \hat{P}_{i,I-i}}$$

- ④ 基于该赔付率, 使用期望赔款法计算最终赔款

$$\hat{C}_{i,\infty}^{CC} = \hat{r} \times P_i$$

- ⑤ 计算未决赔款准备金

$$\hat{R}_i^{CC} = \hat{C}_{i,\infty}^{CC} \times \left(1 - \frac{1}{\widehat{cdf}_{I-i}}\right)$$

- 阅读教材 181-197 页, 211-215 页 (BF 法), .
- 完成习题 7.1, 7.2, 8.1, 8.2, 8.4, 8.6, 11.5.