

## 第 2 讲：费率厘定基础 1

高光远

中国人民大学 统计学院

# 主要内容

- ① 风险基础
  - 常用的风险基础
  - 风险单位统计量
- ② 保费
  - 赔款
  - 费用和利润附加
  - 纯费率
  - 保费统计量
- ③ 赔付率等
  - 赔付率
  - 其它比率
- ④ 费率手册和网页报价

- 风险基础 (exposure base)是度量潜在损失大小的基本工具.
- 风险基础也是保费基础, 决定着保费 (premium)的高低.
- 风险单位 (number of exposures)是度量风险基础的基本单位, 也称为风险暴露数.

## 如何选取风险基础？

- 合理性：风险基础是对潜在损失的准确度量.
- 可行性：风险基础便于保险人实际使用和核实.
- 客观性：风险基础不易受到人为操纵.
- 一致性：和以往的风险基础尽可能一致.

例：近年来，行驶里程数作为风险基础. 如 UBI(Usage-based insurance), PAYD(pay-as-you-drive).

- 机动车交通事故责任强制保险(交强险): 车年.
- 车损险 (商业车险): 车年和汽车折旧价.
- 第三者责任保险 (商业车险): 车年和保险金额. 保险金额简称保额 (amount of insurance, AOI). 即保险公司最多赔偿的金额.
- 劳工补偿保险 (workers' compensation): 工资.
- 职业责任保险: 保额.
- 产品责任保险: 保额.

财产保险一般以财产的置换价格为风险基础; 责任保险一般以保额为风险基础.

- ① 承保风险单位数 (**written** exposures): 不论是否到期; 若有中途退保, 承保风险单位数为**负**.
- ② 到期风险单位数 (**earned** exposures): 已经承担的风险单位数.
- ③ 未到期风险单位数 (**unearned** exposures): 未承担的风险单位数.
- ④ 有效风险单位数 (**in-force** exposures): 在**某一时刻**所有未到期的保单的承保风险单位数.

1,2 建立在**时间段**上; 3,4 建立在**时间点**上.

Table 1: 保险期限为一年的三份汽车保单

保单	生效日期	承保风险		到期风险		有效风险
		2004	2005	2004	2005	2005/1/1
1	2004/1/1	1	0	1	0	0
2	2004/4/1	1	0	0.75	0.25	1
3*	2004/7/1	1	-0.25	0.5	0.25	1
	合计	3	-0.25	2.25	0.5	2
*: 保单 3 在 2005/4/1 退保.						

保费 = 赔款 + 理赔费用 + 承保费用 + 利润附加

Premium=Loss payment + Loss adjustment expense +  
Underwriting expense + Profit loading



# 赔款

- 赔款 (claims payment, loss payment) 是保险公司根据保险合同的约定支付给索赔人 (claimant) 的款项. 赔款是随机变量 (random variable).
- 赔款可以分为两部分: 已付赔款和未决赔款. 其中未决赔款包括: 个案准备金, 已发生未完全报案赔款和已发生未报案赔款. 这部分内容在未决赔款准备金评估中有详细的描述.
- 期望赔付成本是赔款的期望 (expectation).

# 索赔频率 (claim frequency) 和索赔强度 (claim severity)

- 风险模型课程主要研究了：索赔次数的分布 (如 Poisson, negative binomial 等), 索赔金额的分布 (如 log-normal, gamma 等) 和它们的复合分布 (如 compound Poisson-gamma).
- 索赔频率 (claim frequency) 是指在一定时期内平均每个风险单位的索赔次数.
- 索赔强度 (claim severity) 是指平均每次索赔的金额.

# 回归模型 (regression models)

- 风险模型课程中没有引入协变量 (自变量, covariates, features).
- 分类费率厘定 (以后详细讲) 将引入风险因子 (risk factors) 作为协变量, 建立回归模型 (regression models) 对索赔频率和索赔强度进行预测.
- 常用的索赔频率 (次数) 模型为泊松回归模型:

$$N_i \sim \text{Poi}(\nu_i \lambda_i); \lambda_i = f(\mathbf{x}_i)$$

其中  $N_i$  为第  $i$  辆车的索赔次数,  $\nu_i$  为车年数,  $\lambda_i$  为索赔频率,  $\mathbf{x}_i$  为风险因子.

- 常用的索赔强度 (金额) 模型为伽马回归模型:

$$Y_i \sim \text{Gam}(\zeta_i, \phi); \zeta_i = g(\mathbf{z}_i)$$

其中  $Y_i$  为第  $i$  辆车的索赔金额,  $\zeta_i$  为索赔强度,  $\phi$  为离散系数 (dispersion),  $\mathbf{z}_i$  为风险因子.

- 为什么对索赔频率与强度分别建模, 而不直接对赔款  $N_i Y_i$  建模?

- 为什么对索赔频率与强度分别建模, 而不直接对赔款  $N_i Y_i$  建模?  
影响  $\lambda_i$  和  $\zeta_i$  的风险因子不同; 即  $x_i \neq z_i$ .

- 为什么对索赔频率与强度分别建模, 而不直接对赔款  $N_i Y_i$  建模?

影响  $\lambda_i$  和  $\zeta_i$  的风险因子不同; 即  $x_i \neq z_i$ .

- 对于某一保单, 是否可以直接对截止到某一时刻的索赔次数和索赔金额建立模型?

- 为什么对索赔频率与强度分别建模, 而不直接对赔款  $N_i Y_i$  建模?

影响  $\lambda_i$  和  $\zeta_i$  的风险因子不同; 即  $x_i \neq z_i$ .

- 对于某一保单, 是否可以同时对截止到某一时刻的索赔次数和索赔金额建立模型?

不可以, 这些数字没有真实地反应该保单的实际 (最终) 赔付. 判断是否为最终索赔次数时需要考虑报案延迟 (report delay), 判断是否为最终赔款金额时需要考虑报案延迟和赔付延迟 (payment delay).

- 承保费用 (underwriting expenses). 在卖出和管理保险合同时发生的费用, 包括: 代理人佣金, 一般管理费用, 广告费, 税金等.
- 理赔费用 (loss adjustment expenses, LAE). 在结案过程中发生的费用, 包括: 直接理赔费用 (allocated LAE, ALAE) 和间接理赔费用 (unallocated LAE, ULAE).
- 盈利是保险公司经营保险产品的一个重要目的.





Figure 1: ALAE and ULAE

## 纯费率 (pure premium)

= 单位风险的期望赔付成本

= 最终赔款/风险单位数

= (最终赔款/赔款次数)  $\times$  (赔款次数/风险单位数)

= 索赔频率  $\lambda_i$   $\times$  索赔强度  $\zeta_i$ .

- 纯费率厘定关键是对索赔频率和索赔强度建立回归模型.
- 传统的回归模型包括线性回归 (linear models), 广义线性模型 (generalized linear models, GLM), 广义可加模型 (generalized additive models, GAM). 这些模型要求知道回归方程  $f, g$  的形式.
- 监督机器学习 (supervised machine learning), 如 decision tree, neural network, 不需要知道回归方程  $f, g$  的形式.
- 纯费率厘定是 (初级) 精算师的一个核心工作, 另一个核心工作是准备金评估 (后面会讲到).

类似于风险单位统计量, 有以下的保费统计量

- 承保保费 (written premium)
- 已赚保费 (earned premium)
- 未赚保费 (unearned premium)

在计算已赚保费 (已赚风险单位数) 和未赚保费 (未赚风险单位数) 时, 一个隐含假设是**风险在时间轴上均匀分布**.

**赔付率 (loss ratio)**是指每单位保费中用于支付赔款的部分, 通常用赔款与保费之比进行估计.

- 严格地讲, 为了实现保费和赔款之间的配比关系, 应该用**最终赔款 (ultimate loss, ultimate claims)**与已赚保费.
- 有时把理赔费用也包含在赔款中, 这时称为**赔款和理赔费用比率 (loss and LAE ratio)**.
- 在费率厘定中, 最常用的比率就是赔付率.

- 理赔费用比率 (loss adjustment expense ratio): 理赔费用和赔款之比.
- 承保费用比率 (underwriting expense ratio): 承保费用和保费之比.
  - ① 发生在保单**签发时**的费用与**承保**保费相比. 如代理人佣金, 广告费, 税金等.
  - ② 发生在保单**期间**的费用与**已赚**保费相比. 如一般管理费.
  - ③ 把以上两部分比率相加得到承保费用比率.

- **经营费用比率 (operational expense ratio)**: 费用和保费之比. 由以下两部分组成:
  - ① 理赔费用与已赚保费之比
  - ② 承保费用比率
- **综合成本率 (combined ratio)**: 赔款和费用在保费中的比例. 是**衡量保险业务利润水平**的主要指标. 由以下三部分组成:
  - ① 赔付率
  - ② 理赔费用与已赚保费之比
  - ③ 承保费用比率

- 续保率 (retention ratio): 实际续保保单数和潜在可续保保单数之比.
- 签约率 (conversion ratio): 实际签订合同的人数和收到公司报价的人数之比.

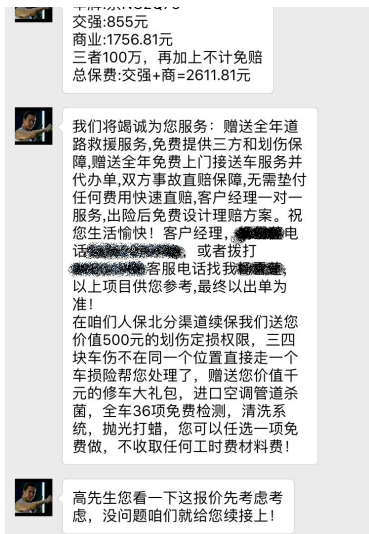


Figure 2: 续保率



费率手册 (ratemaking manual, rating plan) 是保险公司对风险进行分类并计算其保费的一种文件. 通常包括: 费率表 (rating tables), 定价公式 (rating algorithm), 使用说明. 在实际应用中, 费率手册通常需要与承保指南 (under writing guideline) 配合使用.

在信息技术未成熟前, 精算师负责制定费率手册; 目前, 大部分车险都可以网页报价.

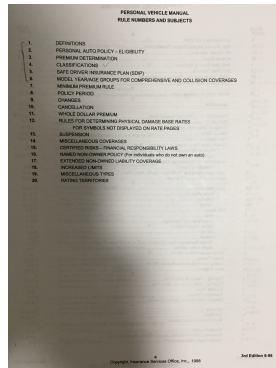
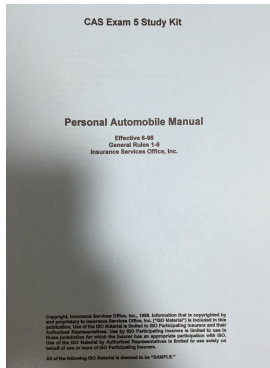


Figure 3: 费率手册

平安车险 用心·省钱

1. 精准报价

2. 提交投保

3. 支付

填写车辆信息

网上仅支持9座及以下家庭自用车，以及2吨以下非营运货车投保，企业用车请拨打4008000000投保。

投保城市 北京市

车牌号码 XXXXXXXXXX [修改](#)

车主姓名 XXXXXXXXXX

车架号

发动机号

注册登记日期

品牌型号

证件类型

居民身份证

证件号码

立即报价

[返回](#)



平安三大服务承诺

闪电快赔

先赔付 再修车

简易理赔

上门代收索赔资料  
资料齐全，全国通赔

免费救援

7\*24小时百公里  
免费丰事故道路救援  
(限购买车险客户)

Figure 4: 网页报价

- ① 阅读教材 3.1.
- ② 自测课后练习题.
- ③ 欢迎通过邮箱 [nonlife\\_actuarial@163.com](mailto:nonlife_actuarial@163.com) 提问.
- ④ 总成绩  $100 = \text{课堂 } 60 + \text{期末 } 40$ .
- ⑤ 其中, 课堂 = 作业 90 + 表现 10.