


*Practical Non-life
Actuarial Science*

实用非寿险 精算学

→ 孟生旺 袁卫 编著

Practical Non-life

Actuarial Science

 经济科学出版社

实用非寿险精算学

孟生旺 袁 卫 编著

经济科学出版社

责任编辑：齐伟娜

责任校对：董蔚挺

版式设计：周国强

技术编辑：董永亭

实用非寿险精算学

孟生旺 袁 卫 编著

经济科学出版社出版、发行 新华书店经销

社址：北京海淀区万泉河路66号 邮编：100086

总编室电话：62541886 发行部电话：62568485

网址：www.esp.com.cn

电子邮件：esp@public2.east.net.cn

北京印刷一厂印刷

华丰装订厂装订

850×1168 32开 9.75印张 240000字

2000年2月第一版 2000年2月第一次印刷

印数：0001—3000册

ISBN 7-5058-2041-9/F·1458 定价：17.20元

(图书出现印装问题，本社负责调换)

(版权所有 翻印必究)

图书在版编目 (CIP) 数据

中国非寿险精算学/孟生旺,袁卫编著.-北京:经济科学出版社, 2000.2

ISBN 7-5058-2041-9

I. 实… II. ①孟…②袁… III. 保险公司-会计
IV. F840.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (1999) 第 56510 号

前 言

所谓精算学，是指应用高等数学、统计学和保险学的理论与方法，处理保险经营过程中的大量计算问题，如保险条款设计、保险费率厘定、责任准备金估计、险种创新等等。精算技术最早起源于寿险的保费计算，它的发展与寿险有着深厚的渊源关系。但它的应用远远不局限于寿险业务本身。随着科学技术的发展，以及非寿险市场竞争的日趋激烈，精算技术逐渐渗透到了非寿险经营的各个领域。尤其是二次世界大战以后，风险理论的建立使非寿险精算的理论和应用都有了突飞猛进的发展。

非寿险包括了除寿险以外的所有保险业务，如财产保险、责任保险、信用保险、健康保险和意外伤害保险等。非寿险精算虽然借用了寿险精算的许多现有成果，但它们之间的区别仍然是十分显著的，就如同寿险与非寿险之间存在着很大区别一样。譬如，从理论发展的角度来看，寿险精算源远流长，理论体系比较完善，而非寿险精算起步较晚，目前还处于探索阶段；从具体应用的角度来看，寿险精算的应用已经相当成熟，具有很多规范化的操作程序，而非寿险精算的应用在很大程度上还依赖于精算师的个人判断。对同一个非寿险精算问题，不同的精算师可能会使用不同的精算方法，从而得出完全不同的精算结论。

基于非寿险精算与寿险精算的上述区别，非寿险精算的发展比较迟缓，它还没有引起我国保险理论界和实务界的足够重视。不

论是对非寿险精算专业人才的培养，还是对非寿险精算技术在保险实践中的具体应用，都远远落后于寿险精算。这种现状必须得到改观。非寿险精算尽管不及寿险精算那样完善，但其中也不乏已经相当成熟的精算技术。我国的财产保险公司应该结合自己的实际情况，有选择地应用这些已经被外国保险公司广泛采用的精算技术，提高经营管理水平，从当前的粗放式经营向集约化经营转变。

本书以实用性为原则，介绍了非寿险公司常用的精算技术。在方法介绍中，力求在不损害内容的系统性和逻辑性的前提下，尽量回避抽象的数学推导，而是通过大量实例向读者展示各种非寿险精算技术的具体应用。因此，本书特别适合经济管理和金融保险等专业的学生阅读，同时，对保险实业界的朋友也具有很强的参考价值。

全书共分十三章。第一章是绪论，简单介绍了非寿险、非寿险精算学和非寿险精算师的有关概念。第二章是保险的统计基础，包括风险的度量、风险分级和偏度系数的概念等。第三章讨论了常见的索赔次数分布与赔付额分布模型。第四章讨论了总赔付成本的分布（即复合分布及其应用）。第五章介绍了保险费的概念及其构成，包括纯保费、安全附加和费用附加的计算，同时还讨论了免赔额和赔偿限额对纯保费的影响。第六章介绍了经验费率的估计方法，包括经验估费法、可信性理论和NCD系统等。第七章介绍了风险分级变量的选择、参数估计、模型检验和点数计价系统等内容。第八章是非寿险预测基础，包括数据分析和预测模型的选择等内容。第九、十章介绍了未决赔款准备金的各种估计方法，如链梯模型、平均赔付额模型、逐案估计预测法、预算IBNR方法等。第十一章讨论了资本、利润和准备金的有关概念。第十二章介绍了再保险的各种类型、最优再保险的安排和再保险费率的确定等内容。第十三章介绍了风险理论的基本概念及其应用。

本书参考了澳大利亚精算协会的部分学习材料，在此我们表

示由衷的感谢。

由于作者水平有限，不当之处在所难免，恳请各位专家学者提出宝贵意见。

编著者

1999年10月

目 录

第一章 绪论	(1)
--------	-------

第二章 保险的统计基础	(8)
第一节 引言	(8)
第二节 风险转移	(11)
第三节 风险的非对称性：偏度系数	(22)

第三章 索赔次数与赔付额	(24)
第一节 引言	(24)
第二节 索赔次数分布	(26)
第三节 损失分布	(38)

第四章 总赔付成本	(48)
第一节 复合分布	(48)
第二节 复合分布的应用	(56)

第五章 保费构成	(63)
第一节 纯保费	(64)
第二节 免赔额与赔偿限额	(75)
第三节 安全附加与保费计算原理	(82)
第四节 费用附加	(90)

第六章 经验费率	(94)
-----------------------	--------

第一节 经验估费法.....	(94)
第二节 可信性理论.....	(101)
第三节 无赔款折扣系统.....	(108)

第七章 风险分级	(117)
-----------------------	-------

第一节 引言.....	(117)
第二节 风险分级变量的选择.....	(120)
第三节 参数估计模型.....	(126)
第四节 模型检验.....	(141)
第五节 模型选择.....	(144)
第六节 点数计价系统.....	(145)

第八章 非寿险预测	(149)
------------------------	-------

第一节 预测原理.....	(150)
第二节 数据分析.....	(155)
第三节 预测模型.....	(160)
第四节 适应性控制.....	(177)

第九章 未决赔款准备金估计 (上)	(178)
--------------------------------	-------

第一节 引言.....	(178)
第二节 流量三角形.....	(182)
第三节 链梯模型.....	(184)
第四节 平均赔付额模型.....	(192)

第十章 未决赔款准备金估计 (下)	(210)
--------------------------------	-------

第一节	逐案估计预测法	(210)
第二节	预算 IBNR 方法	(216)
第三节	应用操作时间的 PPCI 模型	(225)
<hr/>		
第十一章	资本与利润	(234)
<hr/>		
第一节	资本	(234)
第二节	利润	(241)
第三节	准备金	(242)
<hr/>		
第十二章	再保险	(247)
<hr/>		
第一节	资本需求	(248)
第二节	再保险类型	(249)
第三节	最优再保险	(258)
第四节	再保险费率	(264)
<hr/>		
第十三章	风险理论	(272)
<hr/>		
第一节	引言	(272)
第二节	古典风险理论	(273)
第三节	现代风险理论	(285)
<hr/>		
参考文献		(298)

第一章

绪论

一、非寿险与非寿险精算学

保险产生于人们防范风险的需要，因此，讨论保险问题不能不涉及风险的有关概念。风险是指发生损失的可能性，包括投机风险和纯粹风险。投机风险涉及三种可能结果，即损失、盈利或保本。纯粹风险不存在获利机会，它只能导致两种可能结果，要么受损，要么维持原状。这种只存在损失的可能性、绝无盈利机会的纯粹风险才是保险公司可以承保的风险。因为保险的目的就在于补偿经济损失，而不是提供盈利机会。

为了消除或减少风险，人们可以采取四种方法：回避风险、控制风险、承受风险和转移风险。保险就是最常用的一种风险转移技术。

一般而言，人们可以为三种类型的风险购买保险，即财产风险、责任风险和个人风险。财产风险导致的经济损失主要包括由于交通事故、偷窃、火灾或自然灾害所造成的汽车、房屋及其附属物品的毁损。责任风险是指由于责任人的过失而造成他人人身伤亡或财产毁损时所应承担的经济赔偿责任。个人风险包括与死亡、疾病、伤残和老无所养相联系的经济损失风险。与此相联系，保险也就分为三种类型，即财产保险、责任保险和人身保险。

应该注意的是，并非所有的纯粹风险都可以从保险公司获得

保险保障。保险公司所承保的风险必须满足一定条件，即可保风险必须具备下述基本特征：

(1) 损失发生与否必须是随机的，即不能包括被保险人的故意行为所造成的损失。

(2) 损失必须是明确的，即损失发生后，损失金额和损失时间是可以确定的。

(3) 损失必须足够大。太小的损失没有保险的必要。

(4) 损失的频率及其金额必须是可以预测的。这是保险公司厘定保险费的基础。

(5) 对保险人而言不能是巨灾损失。

(6) 保险不能危害公众利益，譬如，即使并非出于主观意愿，也不能在客观上鼓励欺诈和犯罪。

为财产风险和责任风险提供财务安全保障的保险公司被称作财产和意外伤害（或财产和责任）保险公司。财产保险为各种特定危害（如火灾、偷窃和其他事故）所造成的被保险财产的毁损或丢失提供赔偿金。责任保险替非故意过失人所造成的他人人身伤亡或财产毁损支付赔偿金。财产保险和责任保险（也称作财产和意外伤害保险）通常是在一份保单中同时销售的。譬如，如果你驾驶的汽车购买了财产险和责任险，某次意外地撞坏了邻居的大门，同时汽车也因此而受损，那么保单的责任险部分将替你承担对邻居大门所造成的损害赔偿赔偿责任，而财产险部分将支付汽车的修理费用。

本书所谓的非寿险（Non-Life Insurance，或 General Insurance，或 Property/Casualty Insurance），也就是指除人身保险之外的财产保险和责任保险。

非寿险精算学（Non-Life Insurance Actuarial Science）是为非寿险领域的经营与管理提供数量分析方法的一门学科，它是基于统计学和保险学的一门边缘性学科。精算学（Actuarial Science）最早起源于寿险业务的保费计算，因此人们通常所说的

精算学指的是寿险精算学。但是，进入 20 世纪以后，精算学在非寿险领域的应用日益增多，逐渐出现了专门以非寿险领域为研究对象的精算学，即非寿险精算学。随着非寿险精算学的不断发展，它与寿险精算学的差异越来越明显。因此，现在所说的精算学，既包括寿险精算学，也包括非寿险精算学。

非寿险精算学的产生与发展远远落后于寿险精算学，其中的主要原因是非寿险精算涉及的随机因素更多，应用的困难更大。这主要体现在以下几个方面：

(1) 在人寿保险中，被保险人的生命表是相对稳定的，所以寿险业务也是比较稳定的。除极少数的情况外（如战争、地震等灾害事故），人寿保险通常不可能出现大量被保险人同时发生保险事故的情况。在某一个时点上，一次需要支付大量保险金的情况是较为罕见的。但在非寿险领域，许多被保险人同时发生保险事故的现象是比较常见的，譬如恶劣的天气可能造成许多被保险车辆同时发生保险事故，一场大火可能造成相邻的许多家民房遭受火灾，等等。这种情况使得非寿险业务极不稳定，从而对其进行精算研究也就比较困难。

(2) 在人寿保险中，保险金的给付具有可预期性。寿险业务的风险保费是根据预定死亡率、预定利率和预定费用率为基础计算的。由于生命表具有较大的稳定性，而利率和费用率也可根据经验进行预测，因此，只要这三个依据较为准确，纯保费的计算就有相当的准确性，从而对保险金的支付也就具有相当的准确性。但在非寿险业务中，索赔频率和赔付额都具有很强的随机性，譬如一次大火既有可能烧毁整个建筑物，也有可能只烧毁了其中的部分财产。在责任保险中，未决赔款的估计更是困难重重，许多因素都有可能导致估计结果与实际结果出现很大偏差。

(3) 寿险业务是以人的生命、身体作为保险标的的保险，而人的生命一般可长达几十年，所以人寿保险业务具有长期性，这就使得寿险公司的资金来源和资金运用比较稳定。而非寿险业务

大多数是短期险种，年年都得续保，从而使保险公司的财务稳定性年年受到冲击，在这种情况下进行精算研究当然困难会很多。

二、非寿险精算师

精算师 (Actuary) 是从事精算学的研究与应用，并取得权威机构认可的高级专门人才。20 世纪初期，美国和欧洲的精算师就已经涉足非寿险领域。美国的非寿险精算师还成立了财产与意外险精算协会。当时，美国精算师的研究方法与欧洲同行有所不同，他们更加强调实际应用，解决诸如劳工补偿保险和汽车保险的费率计算问题，这种研究导致了可信性理论的发展与应用。而欧洲精算师则偏重于理论研究，为风险理论的发展与应用做出了很大贡献。

20 世纪 60 年代，保险公司开始意识到了传统方法在估计未决赔款准备金方面存在的严重问题，尤其是在责任保险和再保险中，关于未决赔款准备金的估计问题尤为突出。譬如，英国某家保险公司在承保汽车综合险业务（包括车损险和第三者责任险）时，由于对未决赔款准备金估计不足，错误地做出了降低保险费率，抢占市场份额的决策，最终只得以宣布破产而告终。大量事实证明，非寿险业务的经营与管理必须有精算师的介入。因此，许多有远见的保险公司早已在提存责任准备金和开发新产品时开始征求精算师的意见。

可以说，随着全球保险市场的一体化进程和竞争的日趋激烈，精算师已经渗透到了保险公司经营管理的各个方面，如：

- (1) 财务分析；
- (2) 保费计算；
- (3) 责任准备金估计；
- (4) 信息的搜集与呈现；
- (5) 核保与理赔分析；
- (6) 再保险安排；

- (7) 提供精算报告；
- (8) 新险种的开发与设计；
- (9) 保险公司的经营业绩评价。

下面对上述几个方面分别进行分析。

1. 财务分析

涉及精算师参与的财务分析主要包括下述几个方面：从盈利性和偿付能力的角度对保险公司的各种财务方案进行评价；参与财务预算；分析保险公司的现金流量和其他投资问题；分析保险公司的费用结构及其在不同险种之间的分配；分析不同险种的投资收益。

2. 保费计算

在保费计算方面，精算师的主要职能是：对保险公司的索赔次数数据和赔付额数据进行分析和解释；在保费调整时设计预测模型；分析和评价不同险种的相对费率；分析未决赔款准备金的估计值对保险费率的影响；计算附加费率（即费用附加和利润附加）；分析保单条款的变化（如免赔额、无赔款优待等的变化）对保险费率的影响。

精算师在参与保费计算时必须准确把握保险公司的定价策略、保单的销售环境、保险公司及其竞争对手的营销策略等。

在某些强制性第三者责任保险中，保险公司所厘定的保险费率必须向保险监管部门报告，而在此报告中，精算师必须提供关于保险费率公平合理的证明。

3. 责任准备金估计

对保险公司而言，精算师最为重要的职能就是对责任准备金进行估计。他不仅要分析历史数据，应用流量三角形等技术估计未决赔款准备金，而且要采取恰当的方法对估计结果的合理性做出评价。对未决赔款准备金的估计是一个十分复杂的预测过程，精算师必须考虑许多影响因素，如通货膨胀、附加膨胀和理赔模式的变化等，此外，精算师还必须考虑再保险安排及其对责任准备

金的影响。

保险公司除了需要提取未决赔款准备金之外，还必须提取未到期责任准备金。精算师负责对未到期责任准备金的充足性进行评价。

4. 信息的搜集与呈现

精算师不仅需要向保险公司的信息系统提供统计信息，而且有可能直接涉及该系统的建立与完善。保险公司的信息系统必须具有一定的灵活性，便于精算师和其他管理部门使用。因此，在建立该系统时，必须保证管理部门能够通过该系统获得足够详细的信息，同时又不能过于臃肿或杂乱无章，而且要便于使用者阅读与理解。

5. 核保与理赔分析

精算师可以帮助管理部门正确把握保险公司的险种构成和业务来源，指出影响核保过程的各种因素，分析高额赔付可能对保险公司造成的财务影响。

6. 再保险安排

在再保险领域，精算师可以向原保险人提供下述建议：分析再保险成本；估计巨灾风险，从而确定分保金额和分保方式；分析自然灾害的影响；对不同的再保险契约进行比较；分析再保险对原保险人偿付能力的影响。

7. 向保险监管部门提供精算报告

精算师可能需要向保险监管部门提供某些方面的精算报告，譬如，法定偿付能力边际的计算依据；在应用经验估费系统时的成本计算方法；赔付率的计算依据；自然灾害保险的成本核算；等等。

8. 新险种的开发与设计

在许多情况下，当保险公司没有经营某个险种的直接经验时，它会参考在该险种的经营中有特殊专长的再保险公司的核保经验。另外，保险公司还可以请求精算师为即将承保的新险种提供

技术支持，包括保单条款的设计和保险费率的计算等。

9. 保险公司的经营业绩评价

现代的各种金融分析技术，如资本资产定价模型，都可供精算师用于分析保险公司的经营业绩，并对其所持股票的价值进行评估。当保险公司采取收购或兼并策略时，精算师还可以对保险公司自身的价值做出评估。