



新坐标金融系列精品课程

非寿险精算

栗芳 主编

Non-life Actuary

清华大学出版社





新坐标金融系列精品课程

非寿险精算

栗芳 主编

NON-LIFE ACTUARY



清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书分为四个部分：第一部分是寿险精算基础，介绍了寿险精算的基本概念、原理、各种相关术语和基础知识等；第二部分是寿险费率厘定，介绍了厘定寿险产品费率时应该采取的步骤和注意事项；第三部分是寿险责任准备金，介绍了保险公司寿险责任准备金的分类以及各类准备金的提存和评估方法；第四部分是寿险再保险，介绍了再保险的类型、最优再保险、最佳自留额以及再保险定价和准备金提存的各种方法。本书的特点在于全面系统地介绍了寿险精算的理论知识。由于寿险精算是一个非常复杂的领域，实践性强，作者在写作时避免使用深奥的数学推导和证明，而是注重理论与实践相结合，注重实务中的操作方法，注重理解和创新。

版权所有，翻印必究。举报电话：010-62782989 13501256678 13801310933

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签，无标签者不得销售。

本书防伪标签采用特殊防伪技术，用户可通过在图案表面涂抹清水，图案消失，水干后图案复现；或将表面膜揭下，放在白纸上用彩笔涂抹，图案在白纸上再现的方法识别真伪。

图书在版编目(CIP)数据

寿险精算/粟芳主编. —北京：清华大学出版社，2006.9

(新坐标金融系列精品课程)

ISBN 7-302-13446-4

I. 非… II. 粟… III. 保险—精算学—高等学校—教材 IV. F840.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 081305 号

出版者：清华大学出版社 地 址：北京清华大学学研大厦

<http://www.tup.com.cn> 邮 编：100084

社总机：010-62770175 客户服务：010-62776969

责任编辑：江 娅

印刷者：北京市昌平环球印刷厂

装订者：三河市化甲屯小学装订二厂

发行者：新华书店总店北京发行所

开 本：185×230 印张：20.25 插页：1 字数：417千字

版 次：2006年9月第1版 2006年9月第1次印刷

书 号：ISBN 7-302-13446-4/F·1592

印 数：1~4000

定 价：32.00元

粟芳 上海财经大学金融学院副教授，上海财经大学国际从业资格教育学院院长，上海财经大学金融保险研究所副所长，中国社会保障与保险论坛副秘书长。2002年在上海财经大学获经济学博士学位，1999年在电子科技大学获管理学硕士学位。担任财产保险、非寿险精算、保险信息管理、保险营销、保险学原理等课程的教学工作。在保险、非寿险精算、风险管理等领域有较深入的研究，著有《中国非寿险保险公司的偿付能力研究》、《机动车辆保险制度与费率》、《领导》、《保险学》、《保险营销》等书，译有《保险公司资本管理》、《人寿保险与年金的产品设计》等书，并在《金融研究》、《财经研究》、《数量经济与技术经济研究》、《上海金融》、“亚太风险管理与保险年会”等各种刊物和会议上发表了五十多篇文章，代表作有《偿付能力额度的计算模型》、《非寿险偿付能力影响因素的实证分析》、《非寿险保险公司偿付能力的实证分析》、《收入分配的公平性与保险市场发展的研究》等。



FOREWORD

非寿险精算是一门比较复杂的学科,在中国还刚刚处于起步的阶段。实际上,非寿险精算乃至整个精算科学领域都属于外来品,我们都是在学习西方科学的基础上不断完善的。2000年,谢志刚和韩天雄老师在南开大学出版社出版了《风险理论与非寿险精算》一书。尽管由于当时各种条件的限制,这本书中难免有错误,许多人都声称看不懂。但是这本书几乎是中国在非寿险精算领域中最早的一本书,被后来的众多学者所借鉴和参考。近年来,更多的学者在他们的基础上对这一领域进行了相关研究,并取得了一定的成果。

非寿险精算包括非寿险精算数学基础、非寿险费率厘定、非寿险责任准备金以及非寿险再保险几个领域。如果再考虑非寿险精算实务,则非寿险精算还应该包括偿付能力监管等领域。在这些领域中,我国的学者对非寿险数学基础、非寿险责任准备金以及偿付能力监管等方面的知识掌握程度和研究能力比较高。可以说,我国学者在这些方面的研究成果并不比国外的学者差。随着时间的流逝,这些领域的知识体系也已经比较完善。但是,相对而言,非寿险费率厘定和非寿险再保险等领域的发展在我国比较滞后。由于其非常复杂,相关的知识体系迄今为止还不是很完善。所以,目前所出版的非寿险精算相关书籍中或者是把这些部分略去,或者是仅仅点到为止。

非寿险精算学属于金融学科,与数学的联系非常密切。非寿险精算的发展和完善都是以数学知识的发展为基础的。但是,非寿险精算又不仅仅是数学。它是一门实践性比较强的学科,而不是一门理论性比较强的学科。非寿险精算与实践有密切联系。高深周密的数学模型并不一定能用于实践。所以,我们不能把非寿险精算与实践脱离开来,而仅仅讨论和推导理论上的模型。

因此,鉴于非寿险精算的发展情况以及非寿险精算的特征,本书在以下两个方面进行了尝试:

其一是努力完善非寿险精算的知识体系,特别是在非寿险费率厘定和非寿险再保险这两个不太完善的领域进行了大量的工作。

其二是努力把本书简单化和通俗化,注重让学生理解和运用,而不强调复杂的推导;注重不把本书写成一本理论性强的数学书,而是让学生能轻松愉快地看懂本书。

经过多年的教学和科研,我们课题组对有关非寿险精算的基本知识进行了总结,并借鉴国内外的优秀著作和论文。在经过了长时间谨慎周密的讨论和筹划之后,我们课题组成员一起编著了这本《非寿险精算》。本书分为以下四个部分:

第一部分为非寿险精算基础,介绍了非寿险精算的基本概念、原理、各种相关术语和基础知识等;

第二部分为非寿险费率厘定,介绍了厘定非寿险产品费率时应该采取的步骤和注意事项,以及各种调整费率的方法;

第三部分为非寿险责任准备金,介绍了保险公司非寿险责任准备金的分类以及各类准备金的提存和评估方法;

第四部分为非寿险再保险,介绍了再保险的类型、最优再保险、最佳自留额以及再保险定价和准备金提存的各种方法。

本书的特点在于全面阐述非寿险精算的理论知识,介绍了非寿险精算学的整个体系。本书的目标读者主要包括高等院校保险精算专业的学生,满足他们对保险精算知识进行全面了解的需要;除此之外,还包括非寿险保险公司中从事精算工作的员工,本书可供他们系统地掌握和复习有关非寿险精算的知识。

为了方便学生的学习和阅读,我们在每章开始时设计了引语,以引起读者对本章的浓厚兴趣,并对本章的内容有一个大致的了解。在各章中间,我们还单独列出了许多例题。这些例题或者是解答的案例,或者是仅需要了解的复杂推导证明。这些例题对学生更好地掌握非寿险精算知识有很大的帮助。除此之外,在各章结束时我们还设计了习题供大家练习和自我检查。但是,由于篇幅的限制,我们所设计的习题不是很多,学生在学习本书时还应该进行更多的练习,强化掌握知识。同时,出于通俗化和简单化的目的,我们没有介绍一些复杂的理论推导,有兴趣的学生可以参考相关的书籍和论文。

本书是团队工作的结晶,缺少任何人的努力都无法完成。本书由粟芳总负责,包括全书的整体筹划,初稿的修改、补充和完善的工作,并对全书进行了统稿。本书的初稿编写工作分工如下:

粟芳:第一章至第十二章

樊帆:第十三章至第十六章

周颖:第十七章至第二十一章

由于非寿险精算仍处于不断发展的过程,本书难免有一叶障目、以偏概全之处。敬请各位读者批评指正。

粟芳

2006年6月



CONTENTS

第一部分 非寿险精算基础

第一章 非寿险精算概述	3
第一节 非寿险保险的风险	3
第二节 非寿险精算	9
第三节 非寿险精算师的角色	11
习题	13
第二章 非寿险精算的专业术语	14
第一节 危险单位	14
第二节 基本术语	16
第三节 统计资料的组合	19
习题	27
第三章 损失分布	28
第一节 非寿险精算的统计基础	28
第二节 损失次数的分布	31
第三节 损失金额的分布	34
第四节 总损失金额的分布	36
习题	40
第四章 损失分布的拟合	41
第一节 损失分布拟合的基本方法	41

第二节	贝叶斯估计	46
第三节	复合分布的近似	48
习题	50
第五章	随机模拟	51
第一节	均匀分布随机数的模拟	51
第二节	连续型分布随机数的模拟	54
第三节	离散型分布随机数的模拟	56
第四节	复合分布随机变量的模拟	59
第五节	模拟次数的问题	60
习题	61
第六章	破产理论	62
第一节	盈余过程与破产概率	62
第二节	调节系数	65
第三节	破产概率的影响因素	67
习题	71

第二部分 非寿险费率厘定

第七章	非寿险费率厘定概述	75
第一节	费率厘定的原则和制度	75
第二节	费率结构	77
第三节	费率厘定的方法	82
第四节	费率厘定的注意事项	88
习题	89
第八章	数据的发展与调整	90
第一节	损失发展	90
第二节	趋势调整	95
第三节	保费调整和均衡保费	100
习题	103
第九章	信度理论	104
第一节	信度和信度理论	104

第二节	贝叶斯方法	106
第三节	有限波动信度	109
第四节	最小平方信度	112
第五节	Bühlmann-Straub 信度模型	116
	习题	120
第十章	分类费率	122
第一节	分类费率的准则	122
第二节	分类费率的厘定方式	125
第三节	费率因子的平衡调整	132
	习题	136
第十一章	高保额系数与自负额	137
第一节	高保额系数	137
第二节	自负额	144
	习题	149
第十二章	无赔款优待系统	150
第一节	无赔款优待系统概述	150
第二节	无赔款优待系统的原理	152
第三节	最优无赔款优待系统	160
	习题	161

第三部分 非寿险责任准备金

第十三章	非寿险责任准备金概述	165
第一节	非寿险责任准备金的定义和分类	165
第二节	非寿险责任准备金的评估原则和考虑因素	170
第三节	责任准备金评估的数据基础	172
第四节	非寿险责任准备金的精算报告	175
第五节	流量三角形和流量分析	176
	习题	181
第十四章	赔款准备金的评估(一)	182
第一节	IBNR 准备金的评估——链梯法	183



第二节	IBNR 准备金的评估——案均赔付法	193
第三节	IBNR 准备金的评估——准备金进展法	198
第四节	IBNR 准备金的评估——B-F 法	204
习题		209
第十五章	赔款准备金的评估(二)	211
第一节	已发生已报告未决准备金的评估	211
第二节	直接理赔费用准备金的评估	213
第三节	间接理赔费用准备金的评估	216
第四节	未决赔款准备金的检验	220
习题		228
第十六章	保费责任准备金的评估	230
第一节	未赚保费责任准备金的评估	231
第二节	保费不足责任准备金的评估	236
第三节	特殊业务的保费责任准备金	238
习题		239

第四部分 非寿险再保险

第十七章	非寿险再保险概述	243
第一节	再保险的概念	243
第二节	再保险的作用	246
第三节	再保险安排	251
习题		253
第十八章	非寿险再保险的类型	254
第一节	再保险的类型	254
第二节	最优再保险	264
习题		266
第十九章	最佳自留额	267
第一节	基本概念	267
第二节	最佳自留额的理论推导	268

第三节 自留额确定的实务操作·····	276
习题·····	280
第二十章 非寿险再保险的定价·····	281
第一节 再保险定价概述·····	281
第二节 再保险纯保费·····	282
第三节 平准费率法·····	286
第四节 再保险定价的一般步骤·····	289
习题·····	293
第二十一章 非寿险再保险准备金·····	294
第一节 再保险准备金概述·····	294
第二节 再保险责任准备金的评估步骤·····	301
第三节 再保险责任准备金的评估·····	304
习题·····	310
参考文献·····	311

第

一

部分

非寿险精算基础

- 第一章 非寿险精算概述
- 第二章 非寿险精算的专业术语
- 第三章 损失分布
- 第四章 损失分布的拟合
- 第五章 随机模拟
- 第六章 破产理论



CHAPTER 1

非寿险精算概述

精算是保险的灵魂,是一切保险经营活动的基础。没有精算,保险公司就无法准确定价,无法进行适当的风险分散,无法进行有效的财务管理。因此,精算师在保险公司中充当了非常重要的角色。非寿险精算是专门针对非寿险业务的精算技术。由于非寿险产品和经营与寿险有着完全不同的本质,因此,非寿险精算也完全不同于寿险精算。并且,非寿险产品所涉及的领域非常广,风险也比较大,所以相比较而言,非寿险精算更加复杂。

第一节 非寿险保险的风险

一、非寿险保险的定义

非寿险(non-life insurance),顾名思义不是寿险。非寿险是保险人对被保险人的财产及其有关利益在发生保险责任范围内的灾害事故而遭受经济损失时给予补偿的一种保险。在我国通常把非寿险称为财产保险,也就是采用了所谓广义财产保险的概念。非寿险保险中所指的财产除了包括一切动产、不动产、固定或流动财产以及处于生产中的有形财产之外,还包括运费、预期利润、信用以及责任等无形财产。所以,非寿险保险的范围很广泛。可以说,除了人身保险以外的各种保险均可归为非寿险,包括财产保险、运输工具保险、货物运输保险、工程保险、农业保险、责任保险、信用保险以及保证保险。

非寿险与寿险有着本质的区别,表 1-1 中列出了人寿保险与非寿险的区别。这些本质的不同决定了非寿险精算与寿险精算也完全不同。

表 1-1 人寿保险与非寿险保险的区别

人寿保险	非寿险保险
保险标的是人的生命和身体	保险标的是有形财产、无形财产、经济收益和赔偿责任
保险标的是无价的	可以用货币衡量保险标的的价值
根据保险合同的约定进行定额给付	根据实际损失的金额确定赔付金额
不适用于补偿性原则、比例分摊原则和代位追偿原则,不存在重复投保、超额投保和不足额投保问题	适用于补偿性原则、比例分摊原则和代位追偿原则,存在重复投保、超额投保和不足额投保问题
保险金额没有限制	保险金额不能超过保险财产的实际价值
投保人在投保时对被保险人具有保险利益,保险合同就有效	投保人在投保时以及发生保险事故时对保险标的都具有保险利益,保险合同才有效
保险期限多为长期	保险期限多为一年
受利率、通货膨胀等因素的影响更大	几乎不受利率、通货膨胀等因素的影响
保险合同可以转让	保险合同是属人的合同,未经保险人同意不能转让
出险概率(即死亡率)的波动较小,基本不具有巨灾风险	出险概率波动较大,具有巨灾风险
寿险经营的稳定性较好,较少运用再保险	再保险必不可少

二、非寿险保险公司的风险

非寿险保险公司在经营过程中会面临许多风险。由于保险产品和承保责任的不同,非寿险保险公司所面临的风险也与寿险风险完全不同。非寿险保险公司所面临的风险主要是由于以下各种因素所造成的。

(一) 负债

1. 索赔的波动

索赔的波动是就索赔率超出正常年景的特殊情况而言。与索赔相关的因素包括索赔金额和索赔频率。一般在进行费率厘定时,精算师是假设索赔金额和索赔频率都分别服从于某种随机分布,如正态分布、泊松分布、 Γ 分布等。但是,这些随机分布只能在一定程度上拟合现实,并是以正常年景为基础的。然而,索赔金额和索赔频率肯定还是会随机波动的。如果索赔金额和索赔频率发生的随机波动较大,就会明显影响到保险公司的偿付能力。

而且,通常在保险行业中都存在着逆向选择的问题。也就是说,投保人通常会将风险较大的标的物进行投保。因此,保险公司所承保的标的物发生索赔的概率就会大于精算师的估计,这也增加了保险公司的索赔风险。

2. 保险未到期责任的分布构成

保险未到期责任的分布构成状况,会对预期赔款的稳定性产生直接的影响。不同险种的保险业务,由于承保的风险责任的性质、特点不同,表现的赔款波动趋势也不相同。因此,各险种在保险公司所有险种中的比例不同,其索赔量对保险公司的影响也就不同。按照风险分散的原理,保险公司应该尽可能地分散它的险种,以分散风险。

3. 巨灾的风险

发生巨灾的直接结果就是公司发生大量的索赔支出,现金流出增加。而且,正如前面索赔的波动和保险未到期责任的分布构成对偿付能力的影响一样,直接承保巨灾风险的险种在全部险种中的比重以及该险种的再保险安排是否恰当,会对保险公司造成不同程度的赔款波动。比如1992年美国的安德鲁飓风,使保险公司赔付了创记录的155亿美元。而2001年的“9.11”事件,也使保险业遭到重创。由于环境污染等各种原因,巨灾发生的频率增加,灾害的破坏性越来越严重。巨灾的发生而导致的索赔波动对保险公司的影响特别突出。

(二) 资产

保险公司盈利的两个轮子,一个是保险,一个就是投资。保费收入的有效运用对保险公司而言非常重要,但因此也蕴涵了许多风险。资产的现状和价值变动对保险公司的盈余以及风险有着非常重要的影响。

1. 资产贬值

保险公司的资产包括股票、债券、银行存款、房地产、直接投资等。股票市场价格的波动、房地产市场价格的波动、发行债券的企业无力支付利息及本金等原因,都会造成保险公司资产价值的下降。涉外保险公司的资产价值还与汇率有关。汇率的变动同时造成海外房地产、外国股票、外国债券等价值的波动,同样影响着保险公司的风险。所以,资产贬值的危险时时刻刻都威胁着保险公司。目前盛行的金融衍生工具为保险公司提供了规避风险的工具,但同时也给保险公司带来了因操作不当而产生更大风险的可能。

2. 利率风险

利率的变动是造成保险公司资产贬值的重要因素。利率的降低,不但会降低公司银行存款的价值,还会引起其他市场如债券市场、股票市场价格的波动,从而给保险公司带来恐慌。利率的上升,导致其他投资工具如债券市场和股票市场盈利率的上升,会给保险公司带来保单持有人退保的风险。而且,由于当期利率是保险公司制定保单费率的基础,两者之间存在着一段延迟,所以,利率下降了,而费率在一定时期内不能升高。这样,保险公司的保费收入不变,但资产收益下降了,出现了利差倒挂的现象,给保险公司造成了巨大的利差损。因此无论是利率的升高还是降低,都会给保险公司带来巨大的危险。利率风险是所有保险公司面临的最大的、最为常见的风险。

3. 投资风险

造成投资风险的主要原因在于：资金的利用比例太高，资金的流动性差，不能满足索赔波动所带来的赔付需要；投资项目失败，比如投资不熟悉的领域、高风险领域等。投资风险的暴露必然降低保险公司的投资收益，保费收入没有得到有效利用，保险公司的经营效率明显降低，总盈余也就会直线下降。毫无疑问，这不仅将严重地威胁保险公司的盈利，而且长期内会影响到保险公司的存亡。

（三）经营管理

与其他任何企业一样，保险公司的经营管理水平影响着盈利水平。管理措施有效，内控措施严密，公司出现管理失误或工作失误的概率较小，公司的运作效率就会较高，盈利水平就会较高。经营管理的风险具体表现在以下几点。

1. 理赔风险

理赔风险是指理赔环节中存在的风险，主要是不该赔和多赔的问题。从外部讲，保险欺诈是造成理赔风险的主要原因。比如美国“9.11”事件以后，纽约市一直面临着一个巨大的难题——虚假保险申报索赔。美国保险犯罪管理局的一位官员说道，面对巨额的保险赔偿金，许多人不惜铤而走险骗保，情况相当严重，例如：虚假投保合同、收据；对没有遭受损失的车辆要求索赔；对不存在的人员伤亡及不存在的资产索赔，等等。从内部原因讲，公司理赔制度不健全，理赔人员素质不高、不负责任等，也给保险欺诈造成了可乘之机。所以，保险公司加强内部控制和管理措施，可以降低保险欺诈的成功率，使得保险欺诈无从下手，这样也可以提高保险公司的经营业绩。

2. 决策风险

决策风险是任何企业都可能发生的风险，是决策者因为决策失误而发生的风险。如果保险公司的管理水平较高，公司做出决策的程序就会较为规范，这种经过大家严密思考、讨论通过的决策失误的可能性较小。再者，保险公司紧密有序的管理方法和措施会激发员工的工作热情，使他们积极地为公司努力工作，增强公司的竞争能力。

3. 红利分配

红利分配实际上也是决策风险的一种。红利分配通过影响公司的盈余而影响到公司的公积金，进而影响到公司的偿付能力。由于一些非寿险公司以参与红利分配为条件而吸引众多投保人，如投资理财和保险的综合险种，保险公司不得不考虑保单持有人所应该获取的合理的预期红利。同时，保险公司盈利以后，公司股东的红利分配也影响公司的经营。

（四）再保险

再保险的有效安排给保险公司提供了规避巨灾风险的良好手段。没有再保险，公司