

 世纪保险精算系列教材


精算师考试用书

中国人民大学风险管理与精算中心主编

寿险精算学

王 燕 编著



 中国人民大学出版社

21 世纪保险精算系列教材

精算师考试用书

中国人民大学风险管理与精算中心主编

寿险精算学

王 燕 编著

中国人民大学出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

寿险精算学/王燕编著.
北京:中国人民大学出版社,2008
(21世纪保险精算系列教材)
精算师考试用书
ISBN 978-7-300-09324-6

- I. 寿…
- II. 王…
- III. 人寿保险-精算学-教材
- IV. F840.62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 064848 号

21 世纪保险精算系列教材
精算师考试用书
中国人民大学风险管理与精算中心主编
寿险精算学
王 燕 编著

出版发行	中国人民大学出版社		
社 址	北京中关村大街 31 号	邮政编码	100080
电 话	010-62511242 (总编室)		010-62511398 (质管部)
	010-82501766 (邮购部)		010-62514148 (门市部)
	010-62515195 (发行公司)		010-62515275 (盗版举报)
网 址	http://www.crup.com.cn http://www.ttrnet.com (人大教研网)		
经 销	新华书店		
印 刷	北京雅艺彩印有限公司		
规 格	170 mm×228 mm 16 开本	版 次	2008 年 5 月第 1 版
印 张	20	印 次	2008 年 5 月第 1 次印刷
字 数	353 000	定 价	38.00 元

版权所有 侵权必究 印装差错 负责调换

总 序

从1775年英国公平人寿最早将运用数学工具为产品定价的专门人员命名为精算师以来，精算师职业在国际上已有200多年的发展历史。这一职业最早在人寿和养老金业务中发挥作用，之后逐步向非寿险、健康保险、社会保障等领域扩展。20世纪以后，精算师的职业进一步延伸到银行、投资、公司财务、金融工程等领域。精算师职业领域的扩展与精算职业组织的发展和精算教育水平的提高密切相关。1848年后欧美一些国家陆续成立的精算师协会以及国际精算师协会，为提高全球精算教育标准做出了贡献。例如，国际精算师协会早在1998年就公布了初级精算教育标准，要求2005年后加入国际精算师协会的成员在精算教育标准上符合国际教育标准。2007年，国际精算师协会再次公布了重新修订的初级精算教育标准及教育大纲。国际上著名的精算师职业组织，包括北美寿险精算师协会、北美非寿险精算师协会、英国精算师协会等，也从2000年后陆续对其精算教育标准和精算师考试体系进行改革，强调精算学与统计学、金融学、投资学、会计学、经济学等学科的融合，强调精算学科培养复合型风险管理人才的目标。

我国精算教育和精算师职业发展起步较晚，1992年后才陆续引入北美寿险精算师考试、英国精算师考试、日本精算师考试、北美非寿险精算师考试等，2000年后，中国精算师考试体系逐步建立起来。目前，中国精算师考试的考点已增加到15个。2006年12月，民政部批准中国精算师协会正式筹备成立。中国精算师协会的成立，必将进一步推动中国精算教育和精算师职业的发展，也迫切要求对当前的精算教育体系和精算师考试体系进行必要的改革，以尽快向国际精算师协会发布的精算教育标准看齐。

中国人民大学统计学院是国内较早开展风险管理与精算教育的大学之一。1992年统计学院就开始招收风险管理与精算专业方向的硕士研究生，1993年开始招收该方向的本科生，1996年招收了该专业方向的第一批博士研究生。2004年，经教育部批准备案，统计学院设立了独立的风险管理与精算学硕士学位点和博士学位点，标志着在风险管理与精算人才培养上，形成了学士、硕士、博士多层次、专业化的人才培养教育体系。其专业课程设置完全与国际接轨，涵盖了北美、英国和中国精算师初级课程考试的基本内容，教学大纲紧跟国际精算师协会公布的精算教育指南，同时根据学科发展的国际趋势，每年重新修订课程和教学大纲。在研究方面，设立了中国人民大学风险管理与精算中心。多年来，在寿险风险管理与精算、非寿险特别是汽车保险风险管理与精算、养老金、社会保障等领域取得了很多有影响的成果，进一步促进了风险管理与精算教育的发展。为适应我国精算教育改革与发展的需要，并体现与国际精算师协会的精算教育标准接轨，中国人民大学风险管理与精算中心精心组织编写了一套精算学系列教材，分两个阶段完成。第一阶段涵盖精算师考试初级课程的全部专业课内容，包括《金融数学》、《风险理论》、《寿险精算学》、《非寿险精算学》、《精算中常用的统计模型》5本教材，其中每本教材包含大量的练习题和解答。第二阶段涵盖精算师考试高级课程的全部内容，分寿险、非寿险、养老金、健康保险、社会保障、投资等不同系列。这套教材一方面可以满足各高校精算专业的教学需求，另一方面也可以作为参加各类精算师资格考试学员的学习参考资料，同时，也可以作为对精算学科有兴趣的同仁了解和学习精算的参考书。

这套教材的特点，一是在内容上涵盖了北美寿险、北美非寿险、英国、中国精算师考试最新的内容，同时紧跟国际精算师协会提出的精算教育标准，涵盖了国际精算教育大纲的基本内容；二是为了便于读者自学和教师讲授，我们为第一部每本教材编写了学习辅导用书，辅导书中包括学习要点、教材习题解答和一部分补充练习题及其解答等；三是在写法上，力求把精算学的数理理论与实务结合起来，注意精算数学背后的实践意义，努力从实际意义上解释各种数学关系。

本套教材凝结了中国人民大学风险管理与精算中心全体教师的心血，特别是王晓军、孟生旺、黄向阳、王燕、肖争艳、肖宇谷等老师，他们为本套教材的编写付出了极大的艰辛，统计学院部分硕士研究生和本科生对辅导用书中的习题解答和答案进行了验证，感谢他们为本套教材做出的贡献，同时也感谢中国人民大学出版社的编辑们为本书的出版付出的辛勤劳动。

袁卫

前 言

寿险精算学是以人的寿命为风险标的，主要研究寿命风险评估和厘定的一门专业课程。它是寿险精算教育体系的核心课程，也是任何一个寿险精算考试体系的必考科目。

中国人民大学统计学院从 1992 年设立风险管理与保险精算专业方向以来，已经开设这门课程逾 15 年，在教学内容安排、例题选择和习题建设方面积累了丰富的经验。长期的教学实践显示，寿险精算学是一门概念原理和方法技巧并重的学科，光讲理论而忽视技巧练习，或光顾风险厘定技巧而不精通精算原理都不能真正学好这门课程。为了学生全方位地掌握寿险精算学的内容，我们专门编写了这本寿险精算教材。与其他教材相比，本书最大的特色在于集精算理论和练习技巧于一体。

本书从结构上可以分为两大部分，前一部分是教材，主要以讲解概念和原理为主；后一部分是学习辅导，主要以传授精算技巧为主。

教材部分共分为 9 章：

第 1 章绪论，阐述寿险精算学的起源和概念，以及寿险精算的工作范畴和精算人员的责任。

第 2 章是生命表理论，主要介绍生命表函数和生命表的构造，它和利息理论一起构成了寿险精算学的基础部分。

第 3~6 章主要介绍以单个被保险人为承保对象，以被保险人的剩余寿命作为保险标的的精算方法。

第7章是第3~6章的拓展,它将以单个被保险人为承保对象的一元精算模型拓展到以两个及两个以上的被保险人组成的联合风险集团为承保对象的多元精算模型。

第8章是第2章生命表理论的拓展,将第2章的生命表理论从只考虑死亡的单一损因推广到多重损因场合。

第9章是理论与实务的结合,主要介绍了保单现金价值和资产份额的概念,并对保单红利进行了利源分析。

这9章的内容安排比较完整地覆盖了寿险精算学的核心内容,可以作为任何寿险精算考试的参考教材。

学习辅导部分与教材的章节对应,每章分为两个部分:

第一部分是各章习题解答。本书为了起到督促学生理论结合技巧的目的,每章都设置了大量的课后习题,并且在这部分对各章习题都做了详尽的解答,可以帮助学生更好地掌握精算技巧。

第二部分是单元测试。在每章习题解答之后都附有一个单元小测试,这个小测试是本章知识的一个综合检查,学生应该在一节课的时间之内完成测试。后面附有单元测试答案,便于学生自检。

在整本书的最后,还附有一套综合测试题及解答,作为学生总复习的资料。

由于本书配有大量的练习和解答,它也可以作为各种寿险精算资格考试的练习册。

为了方便学生学习,我们还在中国人民大学出版社的网站(www.rdjg.com.cn)上提供了本书各章概要和附录。

最后感谢中国人民大学93本科和94本科的同学,他们参与了这本书的习题建设和审稿工作,感谢他们的辛勤劳动。

编著者

目 录

第 I 部分 教材

第 1 章 绪论	3
1.1 寿险精算学的产生与概念	3
1.2 寿险精算学的主要研究内容	6
1.2.1 不同险种的精算方法	6
1.2.2 概率模型的构造	6
1.2.3 精算参数的合理假定	7
1.3 寿险精算的应用领域和工作流程	8
1.3.1 精算应用领域	8
1.3.2 精算管理控制系统	10
1.4 本书结构	11
第 2 章 生命函数与生命表理论	12
2.1 寿命	12
2.1.1 寿命的分布函数	13
2.1.2 寿命的生存函数	13
2.1.3 寿命的密度函数	15
2.2 剩余寿命	16

2.2.1	剩余寿命的定义	16
2.2.2	剩余寿命的分布函数	16
2.2.3	剩余寿命的生存函数	17
2.2.4	剩余寿命的期望与方差	18
2.3	整值剩余寿命	21
2.3.1	整值剩余寿命的定义	21
2.3.2	整值剩余寿命的分布函数	21
2.3.3	整值剩余寿命的生存函数	21
2.3.4	整值剩余寿命的概率密度函数	21
2.3.5	整值剩余寿命的期望与方差	22
2.4	死亡效力	23
2.4.1	定义	23
2.4.2	死亡效力与生存函数的关系	24
2.4.3	死亡效力与密度函数的关系	25
2.4.4	死亡效力表示剩余寿命的密度函数	25
2.5	有关寿命分布的参数模型	26
2.5.1	de Moivre 模型	26
2.5.2	Gompertz 模型	26
2.5.3	Makeham 模型	26
2.5.4	Weibull 模型	26
2.6	生命表	27
2.6.1	生命表的起源	27
2.6.2	生命表的理论基础	27
2.6.3	生命表的构造	28
2.7	选择—终极生命表	31
2.8	有关分数年龄的假设	33
2.8.1	使用背景	33
2.8.2	均匀死亡假定	34
2.8.3	常数死亡效力假定	36
2.8.4	Balducci 假定	37
	习题	39
第3章	人寿保险趸缴净保费的厘定	42
3.1	人寿保险趸缴净保费的厘定原理	42

3.2	死亡即刻赔付趸缴净保费的厘定	44
3.2.1	终身寿险	44
3.2.2	n 年定期寿险	48
3.2.3	n 年定期生存险	50
3.2.4	n 年定期两全险	51
3.2.5	延期 m 年的终身寿险	53
3.2.6	延期 m 年的 n 年定期保险	56
3.2.7	递增寿险	58
3.2.8	n 年递减定期寿险	61
3.3	死亡年末赔付保险趸缴净保费的厘定	63
3.3.1	n 年定期寿险死亡年末赔付趸缴净保费的厘定	63
3.3.2	其他主要险种死亡年末赔付趸缴净保费的厘定	66
3.4	死亡即刻赔付与死亡年末赔付的关系	68
3.4.1	单纯覆盖死亡风险的险种死亡即刻赔付与死亡年末 赔付的关系	68
3.4.2	两全保险场合死亡即刻赔付与死亡年末赔付的关系	71
3.4.3	年内变额受益场合死亡即刻赔付与死亡年末赔付的 关系	71
3.5	递归方程	72
3.5.1	递归方程一	72
3.5.2	递归方程二	73
3.5.3	递归方程三	73
3.5.4	公递归方程四	74
3.6	计算基数	75
	习题	76
第4章	生存年金	80
4.1	生存年金简介	80
4.1.1	生存年金的定义和分类	80
4.1.2	生存年金的用途	81
4.2	与生存相关联的一次性支付	82
4.3	连续生存年金	83
4.3.1	连续给付终身生存年金精算现值的估计	83
4.3.2	连续给付终身生存年金现值变量方差的估计	85

4.3.3	连续给付定期生存年金精算现值的估计	88
4.3.4	连续给付延期生存年金精算现值的估计	88
4.4	离散生存年金	90
4.4.1	离散生存年金简介	90
4.4.2	初付生存年金精算现值的估计	90
4.4.3	延付生存年金精算现值的估计	93
4.5	年付 h 次的生存年金	95
4.5.1	年付 h 次的终身生存年金	95
4.5.2	年付 h 次的定期生存年金	97
4.5.3	年付 h 次的延期生存年金	97
4.6	等额年金计算基数公式	99
	习题	99
第 5 章	期缴保费	102
5.1	期缴净保费	103
5.1.1	期缴净保费的厘定原则	103
5.1.2	完全连续净均衡年保费的厘定	103
5.1.3	完全离散净均衡年保费的厘定	106
5.1.4	半连续净均衡年保费的厘定	108
5.1.5	每年缴纳数次保费的均衡净保费的厘定	111
5.2	期缴毛保费	113
5.2.1	毛保费的构成	113
5.2.2	经营费用的构成与分类	114
5.2.3	期缴毛保费的厘定	115
5.2.4	保单费用与费率函数	117
	习题	120
第 6 章	责任准备金	124
6.1	净责任准备金的概念	125
6.1.1	净责任准备金产生的原因	125
6.1.2	净责任准备金的定义	128
6.2	净责任准备金的厘定方法	132
6.2.1	将来法	132
6.2.2	保费差公式	138
6.2.3	缴清保险公式	138

6.2.4	过去法	139
6.2.5	其他公式	141
6.3	责任准备金的递推公式	142
6.4	一年缴费若干次责任准备金的厘定	144
6.5	分数期责任准备金的厘定	146
6.6	修正责任准备金	147
6.6.1	修正责任准备金产生的原因	147
6.6.2	责任准备金修正方法	151
	习题	153
第7章	多元生命函数	155
7.1	多元生命函数简介	155
7.2	多元生命状况	158
7.2.1	连生状况	158
7.2.2	最后生存状况	161
7.3	多元生命场合净保费的厘定	164
7.3.1	多元生命场合死亡受益精算现值的厘定	165
7.3.2	多元生命场合生存年金的厘定	166
7.4	单重次顺位函数的精算厘定	168
7.4.1	先死概率	168
7.4.2	后死概率	169
7.4.3	顺位保险	170
7.4.4	继承年金	171
7.5	在特殊死亡律假定下求值	173
7.5.1	Gomperz 假定	173
7.5.2	Makeham 假定	174
	习题	175
第8章	多重损因模型	178
8.1	多重损因模型的构造	179
8.1.1	模型结构	179
8.1.2	多重损因函数	179
8.2	残存组的确定	182
8.3	多重损因表的构造	183
8.3.1	绝对损失函数	183

8.3.2 多重损因表的构造	186
习题	189
第9章 现金价值与资产份额	193
9.1 现金价值的概念	194
9.2 现金价值的计算	195
9.3 保险选择权	197
9.3.1 减额缴清	198
9.3.2 展期定期	198
9.3.3 自动垫缴保费	199
9.4 资产份额	200
9.5 利源分析	204
习题	207

第Ⅱ部分 学习辅导

第2章 生命函数与生命表理论	211
2.1 习题解答	211
2.2 单元小测试	218
单元小测试答案	219
第3章 人寿保险趸缴净保费的厘定	221
3.1 习题解答	221
3.2 单元小测试	230
单元小测试答案	230
第4章 生存年金	233
4.1 习题解答	233
4.2 单元小测试	239
单元小测试答案	240
第5章 期缴保费	243
5.1 习题解答	243
5.2 单元小测试	249
单元小测试答案	250
第6章 责任准备金	252
6.1 习题解答	252

6.2	单元小测试	259
	单元小测试答案	260
第7章	多元生命函数	263
7.1	习题解答	263
7.2	单元小测试	269
	单元小测试答案	270
第8章	多重损因模型	272
8.1	习题解答	272
8.2	单元小测试	277
	单元小测试答案	278
第9章	现金价值与资产份额	279
9.1	习题解答	279
9.2	单元小测试	281
	单元小测试答案	281
	综合测试题	283
	综合测试题答案	288
附录1	标准正态分布表 $P(0 < Z < z)$	298
附录2	中国人寿保险业经验生命表 (1990—1993) 非养老金业务表	299
附录3	中国人寿保险业经验生命表 (1990—1993) 养老金业务表	302



第 I 部分

教 材

- 第 1 章 绪论
- 第 2 章 生命函数与生命表理论
- 第 3 章 人寿保险趸缴净保费的厘定
- 第 4 章 生存年金
- 第 5 章 期缴保费
- 第 6 章 责任准备金
- 第 7 章 多元生命函数
- 第 8 章 多重损因模型
- 第 9 章 现金价值与资产份额

第1章

绪 论

为了准确地评估和控制风险，保险精算学得以产生和发展。《寿险精算学》是以人的生存或死亡为风险保障基础，主要研究寿命风险厘定的原理和方法的一本专业教材。它不仅对寿险业务的稳健经营有着重要意义，对其他金融风险的分析和控制也有思想上和方法上的双重借鉴作用。

作为全书的起始章节，本章主要介绍寿险精算学的相关概念和背景知识。

本章重点：

1. 了解风险转移的重要性与局限性；
2. 理解寿险精算学的概念；
2. 了解寿险精算学的主要研究内容；
4. 了解精算管理控制系统的工作流程；
5. 了解寿险精算学的主要应用领域。

1.1 寿险精算学的产生与概念

人类面临许多严重的风险事故。譬如疾病、火灾、交通事故等可能会导致家庭主要劳动力死亡，这会使全家突然陷入经济困境；也可能由于前半生积蓄不够多，当年老体弱时，得不到足够的养老金。个人通常无法预测和避免这些风险事