



寿险精算学

SHOUXIAN JINGSUANXUE

雷宇 编著

北京大学保险学丛书

本书讲解
寿险精算学
分三部分
利息理论
生命的不确定性
风险理论
共二十章
并附有精算
常用数据资料等



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

46 2109

北京大学保险学丛书

寿险精算学

雷宇 编著



073247

人行研究室部藏书

分类号 F840.4/6

总号 073247

北京大学出版社
北京

图书在版编目(CIP)数据

寿险精算学 雷宇编著. —北京:北京大学出版社,1998. 10
ISBN 7-301-03873-9

I. 保… II. 雷… III. 保险业务 IV. F840.4

书 名: 寿险精算学

著作责任者: 雷 宇

责任编辑: 刘灵群

标准书号: ISBN 7-301-03873-9/F·279

出 版 者: 北京大学出版社

地 址: 北京市海淀区中关村北京大学校内 100871

电 话: 出版部 62752015 发行部 62754140 编辑部 62752032

排 版 者: 北京达卡展示设计有限公司

印 刷 者: 北京大学印刷厂印刷

发 行 者: 北京大学出版社

经 销 者: 新华书店

850×1168 毫米 32 开本 15.5 印张 388 千字

1998 年 10 月第一版 1998 年 10 月第一次印刷

定 价: 23.00 元

作者简介

雷宇,北京大学经济学院保险系讲师。

1992年毕业于北京大学数学系,获理学学士学位。

1995年毕业于北京大学经济学院,获经济学硕士学位。

1994年获中国注册会计师资格证书。

1996年2月至7月在中央财政金融大学进修精算学。

1997年1月至5月在美国巴尔州立大学数学系进修精算学。

1995年至今,在北京大学经济学院保险系任教,从事《财政学》、《会计原理》、《保险学》、《精算》等基础课程的教学与科研。

内容简介

本书是北京大学保险系学生学习精算学一课所用教材。

本书共分三部分：第一部分利息理论主要讨论了对利率的衡量和确定年金现值及终值的计算；第二部分生命的不确定性通过对被保险人余寿这一随机变量的考察，讲解了保费、准备金、现金价值、资产份额、红利和赢余等要素的计算；第三部分风险理论考察了不同时期的个体及集合风险模型。

书中通过大量例题阐述了寿险精算学的原理，循序渐进，深入浅出。每章后均有小结和习题，书后附有习题答案。本书可作为高等院校保险专业及相关专业学生学习精算学的教材及参考书，也可作为保险从业人员自学或参加精算师考试的辅助读物。

前 言

中国的保险业自 1980 年恢复以来,短短 18 年的时间,保险公司从 1 家增加到 22 家;保险费收入从年均 4 亿多元增长到 1080 亿元,年均增长 36.4%;承保金额从 1408 亿元增长到 24 万亿元左右,年均增长 33%,充分显示出一个发展中大国保险业的强劲发展势头。

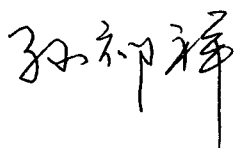
1993 年,在中国的保险业进入对外开放的第二年,北京大学保险学专业设立。这是一个在历经百年沧桑的古老的学府中,应市场经济之运而诞生的新专业。从它设立之日起,我们就在思考学科的发展和建设问题了。它包括三个方面:教学系列丛书的编写、国外优秀教科书系列的翻译以及学术科研工作。而教学丛书的编写首先被摆到了头等重要的地位。原因很简单,没有好的教科书,教师就没法有效地进行“传道、受业、解惑”的工作;学生也没法有效地接受知识的传导。

该丛书的第一本《保险学》(由我自己撰写)已于 1996 年由北京大学出版社出版。现在呈现在读者面前的是该套丛书的其他教材。这套教材主要是根据我系保险专业的主干课程编写的,它们包括《保险学》、《寿险精算学》、《人寿保险》、《财产与责任保险》、《保险法》、《风险管理》、《保险营销》等。这套丛书侧重在理论体系的建立、综合知识的介绍、学生理论素养的培养等方面。我们不指望学生通过上述课程的学习就能成为保险专家,但这至少能为学生们进入保险业打下一个良好的基础,提供一条有效的途径。“修行靠个人”,但“师傅领进门”很重要。

参与这套丛书写作的作者全部是北京大学经济学院保险学系

和有关系、所的教师。他们年轻,充满活力;他们知识结构较为合理,思维非常活跃;他们全部在北大完成其不同阶段的学业,并且都在国外接受过不同期限的保险学和相关学科的训练,现都正在从事保险学的教学和科研工作。

该丛书的出版只是我们从事保险教育的开始——一个富有挑战性的开始。今后我们的任务还很艰巨。中国的保险业要想有一个大的、健康的发展,没有人才是不可能的。而大学是培养人才的一个重要基地。我们希望这套保险学丛书的出版能够为中国保险业人才的培养起到应起的作用,北京大学保险学的教学与科研也能为推动中国保险业的发展尽到一份力量。

Handwritten signature in black ink, reading '孙御祥' (Sun Yuxiang).

1998.10.

绪 论

一、保险的分类

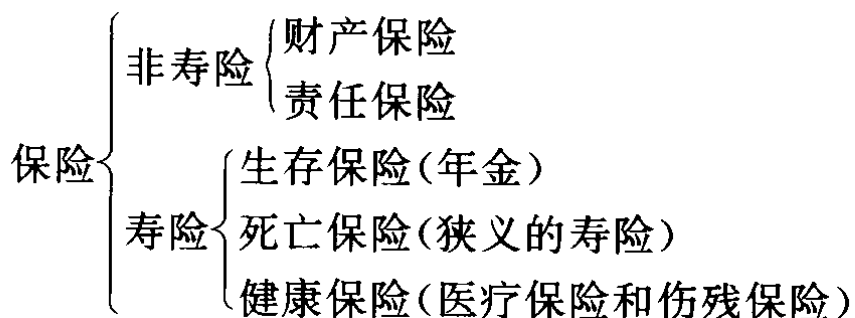
众所周知,保险是保险人(或称保险公司)与投保人之间的一种契约:投保人答应向保险人支付一定的保险费(本书以下简称保费),保险人承诺在被保险人(本书以下简称被保险人)发生合同约定的保险事故(或称风险、危险)时向受益人支付一定的保险金额(本书以下简称保额)。

依保险标的的不同,保险可分为财产保险、人身保险和责任保险。不同险种的保险标的各不相同:财产保险以物或其他财产利益为标的,责任保险以被保人的民事损害赔偿 responsibility 为保险标的,人身保险以被保人的生命、身体或健康为保险标的。

有人将以被保人的生命为保险标的的保险称为寿险,但在本书中,我们赋予寿险较广的含义,即本书中的寿险指全部的人身保险。而财产保险和责任保险则被称为非寿险。

在寿险中,生存保险可依保额给付方式的不同分为纯粹的生存保险和生存年金。前者是在被保险人活过保险期限时向受益人支付保额,后者是每隔一定时期向受益人给付保额。在实际操作中,一般不开办纯粹的生存保险,它常与死亡保险组成生死合险的形式。生死合险又称为两全保险,若被保人在保险期限内死亡则给付死亡保额,若被保人活过保险期限则给付生存保额。依保险期限的不同,生存年金可大体分为定期生存年金、终身生存年金以及延期生存年金。养老金实际上是生存年金的一种。

我们可用下图表示保险的分类：



寿险与非寿险有两个显著不同之处：第一，寿险是定值合同（此处不包括健康保险），其保险标的是人的生命与身体，发生保险事故的损失难以估计，所以寿险的保额一般根据投保人的经济收入水平、缴费能力等，由投保人和保险人在契约成立时确定。而对非寿险来说，它们是赔偿损害保险，保额由实际发生的损失来确定。从这一点来看，健康保险与非寿险相同。但因其保险标的是被保人的健康，所以仍将其列入寿险。第二，寿险业务多为长期业务，保险人收取的保费不需很快用于支付保额，如何管理这一保险基金，使其保值或增值是一个重要考虑因素。而非寿险业务多为短期业务，同寿险相比，对保险基金的投资显得不是那么重要。

二、保险精算的起源及内容

保险是投保人和保险人之间的契约：投保人付给保险人保费，保险人则在被保险人发生合同约定的保险事故时向受益人支付保额。对寿险保险人来说，他需确定保险事故发生的概率：在生存保险中，这一概率是“存活概率”；在死亡保险中，这一概率是“死亡概率”；在医疗保险中，这一概率是“发病概率”；在伤残保险中，这一概率是“伤残概率”。在确定了保险事故发生的概率的基础上，保险人方可确定应收的保费。对非寿险保险人来说，当保险标的发生保险事故时，他需确定损失的分布。

并且，保险业不同于其他的企业，保险不是“一手交钱，一手交

货”，而是投保人预付保费，保险人并不需要立刻提供产品或服务，而是在未来的时间里，在保险标的发生保险事故的情况下才向受益人支付保额。换言之，保险人向投保人收取的保费实际上是其对投保人的负债。如何建立储备金，如何管理这一暂时不需支出的资金，使其增值，以应付未来的责任实现，是保险人必须考虑的问题。所有这些都需一定的数量分析。在保险学中把这种分析称为保险精算。

确切地讲，保险精算学是以现代数学和数理统计为手段，对保险业经营管理的各个环节进行数量分析，为保险业提高管理水平、制定策略和作出经营管理决策提供科学依据和工具的一门学科，它已成为保险业在激烈的市场竞争中赖以生存和发展的重要因素之一。

保险精算学起源于寿险中的保费计算，其发展与寿险有着深厚的渊源关系。1693年，英国著名的天文学家爱德华·哈雷根据德国布勒斯市居民的死亡资料，编制了世界上第一个完整的死亡表，用科学的方法，精确地计算出各年龄段人口的死亡率。这不仅使产生于12世纪的年金价格计算更为精确，也为寿险的形成奠定了科学的基础。18世纪中期，托马斯·辛普森根据哈雷的死亡表构造了依据死亡率变化而变化的保险费率表。后来，詹姆斯·多德森又根据年龄的差异确定了更为精确的保险费率表，进一步为精算奠定了基础。1762年，英国成立了世界上第一家寿险公司——伦敦公平保险公司。该公司以死亡表为依据，采用均衡保费的理论来计算保费，并且对不符合标准的被保险人另行收费。该公司的成立，标志着现代寿险制度的建立，亦标志着寿险精算的开始。^①

但精算并不仅限于寿险精算，它还包括非寿险精算。因寿险和非寿险在保险标的、保额、保险期限、保险合同的性质、承保的风险

^① 参见孙祁祥：《保险学》，北京大学出版社1996年版，第30～31页。

的均匀性、保费的估算方法都有所不同,故对二者的精算方法也不同。所以精算有寿险精算和非寿险精算之分。对寿险精算来说,一个重要课题就是估计被保人的生、死、病、残的概率;对非寿险精算来说,因保险事故造成的损失受很多不确定因素的影响,如何估计未来损失的分布就显得尤为重要。

非寿险精算的发展晚于寿险精算的发展。但随着科学技术的发展,非寿险精算的理论日益完善,已成为独立于寿险精算的一门学科。

三、保险精算的基础

保险精算的一个重要基础就是大数定律。大数定律是指随机事件的频率的稳定性及平均结果的稳定性,即随机事件在每次独立的观察中出现的偶然性将在大量重复观察中呈现必然性。保险是将个别风险单位的某些风险转移到保险公司。保险公司利用在大多数情况下损失发生的相对稳定性使风险分散,由各投保人公平合理地共同分担总的损失。对单个投保人来说,损失的发生是不确定的,且在其把风险转移给保险公司后,损失发生的不确定性并没有消失,只是从保险公司的整体方面来看,损失发生的不确定性被消除了。

保险经营的风险在于未来实际发生的损失是否与估计的期望损失值一致。每个投保人应交的纯保费必与其分担的损失的期望值相等。由大数定律可知,投保人数愈多,实际损失与期望损失值愈接近,保险经营愈稳固。所以,合理的保险经营必须维持最小限度的投保人数,并不断使投保人数增加。

按照风险大小确定的保费称为纯保费,从总体上看,纯保费收入总额应与保额支出总额相等,以维持保险公司收支平衡。这一“收支平衡原则”是保险公司计算保费的重要依据。本书提到的“等值方程”就是这一原则的应用。

四、本书的内容和结构

本书讲解寿险精算学,共分三部分:利息理论、生命的不确定性和风险理论。

在保险业务中,因保费的收取和保额的给付不是同时发生,保险人对其保险责任的履行发生在未来,这就要求保险人为未来保险责任的履行进行一定的准备。通常,保险人可对收取的保费进行投资。投资需要考虑投资收益,换言之,需要考虑利率的问题。因此,本书第一部分讲述利息理论,主要包括:利息的度量、确定年金、债务的偿还和随机利率模型。需说明的是,利率是一个复杂的问题,在实际生活中,利率受很多因素的影响。但在本书中,为了简化问题,我们假设利率是确定不变的。

对寿险业务来说,生存保险和死亡保险是重要的部分,健康保险虽在寿险中,但其精算方法与生存保险和死亡保险有所不同,本书不将它作为讲解内容,只在本书最后作一简单介绍。生存保险和死亡保险精算中的精髓就是生命的不确定性。保险人要准确估计应收的保费,就必须准确估计被保险人发生保险事故的概率,即死亡概率和生存概率。对同一个被保险人来说,其生存概率和死亡概率之和为1,研究其中之一就可以了。本书将被保人从保单生效之时起的未来存活时间(简称为“余寿”)视为随机变量,即:保额的给付时间是一不确定的随机变量,这也是“生命的不确定性”这一说法的由来。在对余寿这一随机变量进行研究的基础上,本书讲解了有关生存保险和死亡保险的保费、准备金、现金价值等的计算。

对一张保单来说,被保险人可能是一个人,也可能是两个或两个以上的人。我们称前者为单生命保单,后者为多生命保单。引起保单失效的因素可能是一个,也可能是两个或两个以上,我们称前者为单元衰减保单,后者为多元衰减保单。在第二部分中,本书主要探讨单生命单元衰减的情况,但在该部分最后,本书亦对多生命多

元衰减有所涉及。

第二部分探讨的是如何估计保费、准备金、现金价值等,这些都是预期值,但实际发生的损失很可能与预期的损失有所差别。若二者的偏差很大,会对保险公司造成损失。本书第三部分从风险理论的角度考察了保险公司预期损失与实际发生损失之间的差异,是对第二部分的补充。

五、本书要求的基础知识

本书主要从概率、数理统计的角度来讨论寿险精算,因此要求读者具有基本的微积分、概率论和数理统计的知识。

第一部分 利息理论

第一章 利息的度量

利息是使用资本的代价或报酬,对其的恰当度量是寿险精算的基础.这是因为寿险业务多为长期业务,需考虑投资收益,利息在其中起着非常重要的作用.

本章主要讨论以下问题:利息的定义;利息的度量.

关键词: 积累函数 金额函数 单利 复利 名义利率 有效利率 名义贴现率 有效贴现率 利息力 积累因子 贴现因子 现金流量 现值 终值 常数利息力

§ 1.1 利息概述

1.1.1 利息的定义

利息可定义为使用资本的代价或报酬.资本使用者不一定拥有资本的所有权,他可借入资本来使用.对资本借入者来说,利息就是因他使用资本借出者的资本而支付给后者的代价.对资本借出者来说,利息就是他暂时转让资本的使用权而从资本借入者处得到的报酬.例如,银行需付存款人一定利息,因其在存款期间可自由使用存款人的资本.存款人得到利息,是因其在存款期间内转让了资本的使用权.

1.1.2 影响利息的因素

1. 本金

用来生息的资本(即初始投资的资本)以货币计量时,就称作本金.过了一定时期后收到的总金额称为积累值或终值(假定资本数额的任何变化都是由利息的效应所造成的,即假设在投资期间不再加入或抽出本金).终值和本金之间的差额就是投资期间的利息金额.在其他因素不变的情况下,本金越多,可得到的利息也越多.

这里我们来定义积累函数 $a(t)$:

定义 1.1 $a(t)$ 表示时刻 0 时的 1 单位货币到时刻 t 时的积累值.

$a(t)$ 具有如下几点性质:

(1) $a(0) = 1$;

(2) $a(t)$ 通常是递增函数:随着时间的推移,利息会增加.

若利息连续增加,则此函数为连续函数.但实际中常存在这样的情况:利息在支付日期之间并不连续增加,此时该函数具有间断性.

积累函数通常有下面几种如图 1.1 到图 1.4 的情况:

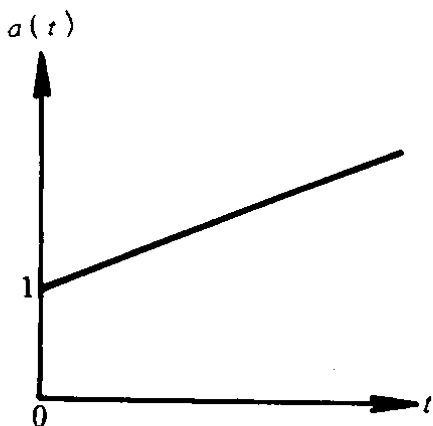


图 1.1

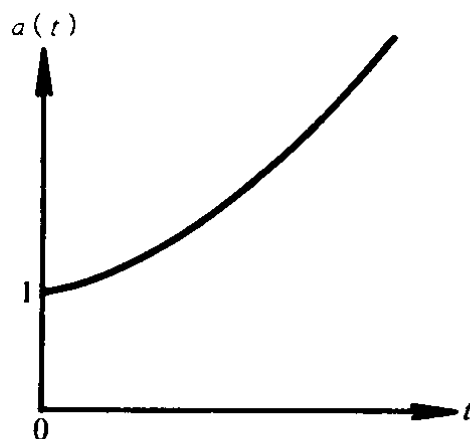


图 1.2

其中,图 1.1 是线性金额函数,以下所讲的单利情况下的积累函数即是这样;图 1.2 是非线性函数,以下所讲的复利情况下的积