

非寿险精算学

NON-LIFE INSURANCE
ACTUARIAL
SCIENCE

李中杰 著



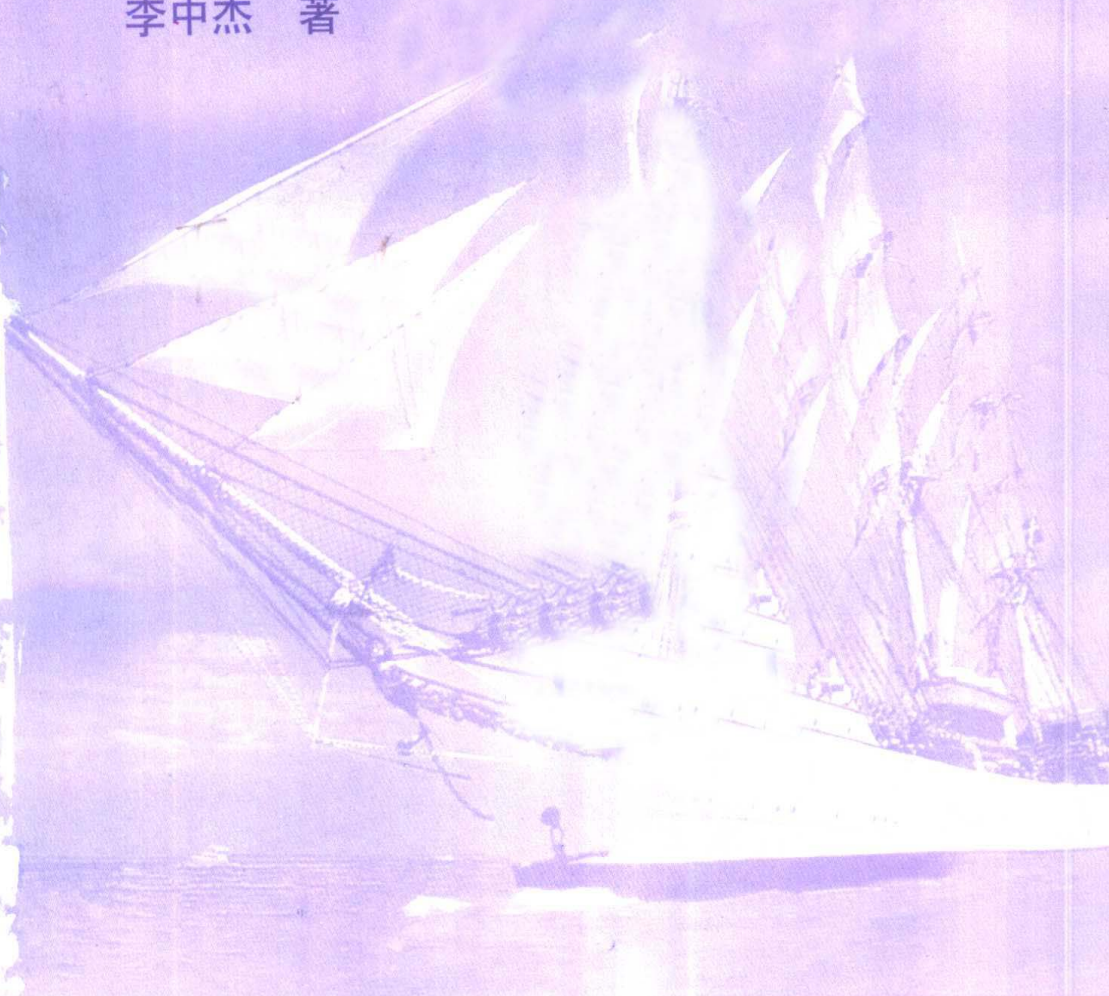
河南科学技术出版社

9807231

非寿险精算学

NON-LIFE INSURANCE
ACTUARIAL
SCIENCE

李中杰 著



河南科学技术出版社

内 容 提 要

本书是介绍非寿险精算学最新理论及精算技术的专著。全书阐述了非寿险保险企业经营管理各个环节的规律及其发展的数量分析方法及应用,为保险企业进行科学决策与提高管理水平提供依据和手段。本书对我国保险企业提高竞争能力,走向管理现代化和国际化既有理论意义,又有实用价值。

本书注重理论联系实际,是广大保险工作者改进保险业务、提高业务素质的必备读物,同时也是高等院校保险、金融、经济及应用数学专业的本科学生或研究生学习专业知识的重要参考书。本书还可供工商企业在选择、购买保险或进行风险管理时参考使用。

非寿险精算学

李中杰 著

责任编辑 韩家显

河南科学技术出版社出版发行

(郑州市农业路 73 号)

河南第二新华印刷厂印刷

开本 850×1168 1/32 10.75 印张 262 千字

1996 年 12 月第 1 版 1996 年 12 月第 1 次印刷

印数:1—3180

ISBN7-5349-1838-3/G·474

定价:26.00 元

序

我国经济体制改革的目标是建立社会主义市场经济体制。社会主义市场经济体制的建立和完善,必将促进我国保险业的进一步发展,同时也对保险企业的经营管理提出了新的更高的要求。社会主义保险事业属于社会主义市场经济的范畴,因此,它遵循市场经济的规律,适应并服务于市场经济发展的需要。竞争对于被保险人和保险人,以及对于参与竞争的各方都是相得益彰的。所以,改革开放给保险事业的发展创造了适宜的环境,关键是保险企业要按照市场经济的要求,尽快转换经营机制,改善经营管理,提高整体素质,增强自身的竞争力。尤其是中国保险业将走出国门,进入世界保险市场。作为对等条件,外国保险企业也将进入中国保险市场,使我国保险企业面临发达国家保险业先进的管理手段和灵活的营销策略的挑战。可以预料,在今后的我国保险市场上,除了激烈的价格(费率)竞争之外,服务、促销、管理和人材等方面的竞争也将日趋激烈。

精算学是以现代数学和数理统计学为手段研究保险业经营管理的各个环节的数量分析,为保险企业提高管理水平、制订策略和经营决策提供科学依据和工具的一门专门的学科,它已经成为保险企业在激烈的竞争环境中赖以生存和发展的重要因素之一。精算学的发展与寿险有着深厚的渊源关系。近年来,随着科学技术的迅速发展,精算技术的应用已经超越了寿险的范畴,在非寿险的领域内也得到了广泛的应用。第二次世界大战后,关于非寿险的风险理论开始建立并不断地完善,使非寿险精算理论和技术逐渐地构

成了一个完整的体系,到了 70 年代已经取得长足的进步,并形成了一门独立的分支学科,人们称之为非寿险精算学。

非寿险精算学在保险企业的经营管理中发挥着日益重要的作用,它是保险企业改善经营、实行科学管理、提高从业人员素质、增强竞争能力的有效工具,受到各国保险界的重视。我国在这方面起步较晚。我国保险业的迅速发展,要求我们必须加强非寿险精算学的研究和应用。无疑,本书的出版对于推动保险业的改革具有一定的意义。

本书的作者李中杰同志,多年来从事保险数量分析的研究工作,这本书就是他在多年研究工作的基础上写成的一部系统地介绍非寿险精算学的基本理论和实用技术的专著。本书的出版将对加速我国保险企业的现代化和国际化产生积极的影响。也希望这本书的出版,能够引起我国保险界对非寿险精算学研究的进一步关注和重视。

中国保险学会



1995 年 8 月

前 言

保险公司经营的最大特点在于它必须以科学的计算为基础。尤其是在当代保险市场上存在着激烈竞争的情况下,保险公司如果没有真正将其经营和管理置于科学计算的基础上,则将难以继续生存,更谈不上扩大或发展了。在保险学中,对于保险业务经营各环节的数量分析统称为精算。由此可见,精算在保险业的经营中发挥着日益重要的作用。

非寿险囊括了除人寿保险以外的所有其他保险业务,其经营和管理对于精算的依赖更大,关系更密切。概括地说,非寿险业务经营的成败主要取决于对未来可能发生的损失的估计是否正确。但是,非寿险承保的大多是风险大的短险种,因而影响精算结果的随机因素比较多,致使对其保险费率的计算不易正确。在费率计算不易正确的情况下,保险业务的竞争对实际费率常有决定性的影响,最终将导致保险公司在财务上出现亏损。在很多情况下,非寿险的保额巨大,例如飞机保险、核电站保险、重大工程项目保险、自然灾害保险等,一旦出现上述情况,其后果将不堪设想。因此,非寿险业的发展呼唤建立并发展非寿险精算理论和方法。

长期以来,人们把保险精算学局限于寿险范畴并沿用至今。然而随着科学技术的飞速发展,适用于非寿险的精算理论和方法已有了长足的进步。近年来它们已经达到比较完善的程度,因此我认为它们已经构成了一门独立的学科,并提议称它们为“非寿险精算学”(Non-life Insurance Actuarial Science)。本书正是第一次正式以“非寿险精算学”为书名的专著。

随着改革的深化,我国保险业有了很大发展。为了适应保险业的迅速发展,我国的保险企业必须用非寿险精算学作为手段,加速自身管理现代化的进程,并逐步走向国际化。本书的出版正是为了适应当前我国经济建设的需要。

自从1986年我受原中国人民保险总公司的邀请从事地震保险研究以来,一直从事保险精算研究。在实际工作中切实体会到许多业务问题迫切需要用精算方法加以解决。因此,在自己研究的基础上,汲取国内外同行的有关成果(均已注明),写成了本书,奉献给读者。希望本书的出版能起到“抛砖引玉”的作用,以期引起我国保险界对非寿险精算学研究的关注和重视。本书是作者多年来对保险精算学的学习、研究和实践的一点结晶,其中许多问题只是研究的开始,对某些问题的论述尚属初次尝试。因本人水平所限,书中难免会有疏漏和不妥之处,恳请各位专家、保险工作者以及广大读者不吝赐教。

郑州大学陈容真副教授参加了本书部分章节的撰写,并悉心审阅了全部书稿。陈教授多年来从事保险和经济理论的教学和研究工作,造诣较深。本书的出版是与她的工作分不开的。笔者十分感谢中国保险学会常务副会长潘履孚先生对本书写作的鼓励和支持。潘先生不仅为本书写了序,还对本书提出了许多宝贵的意见。在本书出版之际,笔者谨向他们表示衷心的感谢。

李中杰

1996年6月

目 录

第1章 绪论	(1)
§ 1.1 非寿险精算学的概念.....	(1)
§ 1.2 非寿险精算学的产生和发展.....	(3)
§ 1.3 非寿险精算的职能.....	(5)
§ 1.4 非寿险精算常用的数学方法.....	(5)
第2章 概率论基础	(7)
§ 2.1 概述.....	(7)
§ 2.2 随机事件.....	(8)
§ 2.3 概率分析.....	(10)
§ 2.4 随机变量及其分布.....	(16)
§ 2.5 随机变量的数字特征.....	(21)
第3章 非寿险中常用的统计分布	(31)
§ 3.1 概述.....	(31)
§ 3.2 正态分布.....	(33)
§ 3.3 常用的连续型分布.....	(40)
§ 3.4 泊松分布.....	(44)
§ 3.5 常用的离散型分布.....	(48)
§ 3.6 中心极限定理.....	(53)
§ 3.7 非寿险常用分布的正态分布近似.....	(55)
§ 3.8 危险的不均匀性.....	(58)
第4章 大数定律与保险	(59)
§ 4.1 非寿险经营三定律.....	(59)
§ 4.2 契比雪夫(Чебыщев)不等式.....	(61)

§ 4.3	大数定律	(62)
§ 4.4	大数定律在保险中的应用	(64)
§ 4.5	危险单位数下限值估计	(67)
§ 4.6	财政稳定系数	(69)
第5章	非寿险统计推断	(71)
§ 5.1	基本概念	(71)
§ 5.2	统计量的分布	(78)
§ 5.3	点估计	(80)
§ 5.4	区间估计	(89)
§ 5.5	假设检验	(95)
§ 5.6	危险因子识别	(100)
第6章	风险保险费计算	(110)
§ 6.1	保险费的定义	(110)
§ 6.2	厘定保险费率的基本原则	(112)
§ 6.3	保险费的基本计算方法	(114)
§ 6.4	保险费的分类	(131)
§ 6.5	风险保险费的基本概念	(138)
§ 6.6	索赔频率的近似计算	(141)
§ 6.7	平均赔付额的估算	(147)
§ 6.8	免赔限额	(153)
第7章	经验估费法	(159)
§ 7.1	经验估费法的基本概念	(159)
§ 7.2	可信性理论的应用	(166)
§ 7.3	经验估费中的贝叶斯方法	(171)
§ 7.4	无赔款优待折扣(NCD)计费法	(179)
§ 7.5	最优NCD制	(191)
第8章	未决赔款准备金估计	(195)
§ 8.1	概述	(195)

§ 8.2	流量三角形	(198)
§ 8.3	链梯估算法	(200)
§ 8.4	分离估算法	(213)
§ 8.5	其它两种分离估算法	(230)
§ 8.6	已发生但未报告(IBNR)赔款准备金的估计··	(232)
第9章	再保险	(238)
§ 9.1	概述	(238)
§ 9.2	再保险分类	(241)
§ 9.3	再保险的基本原理(Borch 理论)	(246)
§ 9.4	自留额的确定	(251)
§ 9.5	超额赔款再保险	(256)
§ 9.6	超额赔付率再保险	(262)
第10章	随机模拟的应用	(272)
§ 10.1	概述	(272)
§ 10.2	随机数的生成	(276)
§ 10.3	离散型随机变量的模拟	(280)
§ 10.4	连续型随机变量的模拟	(288)
§ 10.5	随机过程的模拟	(293)
§ 10.6	应用举例	(296)
第11章	风险理论基础	(301)
§ 11.1	风险理论的基本概念	(301)
§ 11.2	具有不变赔付额的风险过程	(303)
§ 11.3	广义泊松过程	(307)
§ 11.4	破产理论	(319)
附录	(324)
1.	标准正态分布函数表	(324)
2.	随机数字表	(329)
参考文献	(333)

第 1 章

绪 论

§ 1.1 非寿险精算学的概念

非寿险精算学(Non-Life Insurance Actuarial Science)是以现代数学和数理统计学为手段研究非寿险保险业经营管理各个环节的数量分析,为保险公司提高管理水平、制订策略和经营决策提供科学的依据和工具的科学。就其性质来说,它是对非寿险保险业经营活动数量方面进行分析研究的方法论科学。应该指出,方法本身就是科学研究的一个重要内容。方法论可以说是科学内部的一种逻辑。它决不是随意创造的方法的总和,而是认识和改造非寿险现实的手段。事实证明,非寿险精算学是为改进非寿险业经营管理服务的。没有非寿险数量分析,就谈不上非寿险业的现代化管理。

非寿险数量分析发展的条件和标志反映在所用的数学方法和计算机应用两个方面。数学方法不仅是数值计算的手段,更重要的是逻辑分析的工具。电子计算机的作用不仅表现在快速、精密的计算上,还表现在大量数据的加工处理和非寿险实际问题的模拟试验上。因此,普遍地使用电子计算机以及运用与发展非寿险精算技术已成为非寿险业管理现代化的重要标志之一。

保险是一种经济补偿制度,它以大数法则为基础,集中保险费建立保险基金,用于补偿因自然灾害或意外事故造成的损失,或对

个人因死亡、伤残给付保险金。按保险公司经营业务时主要考虑的问题分类,保险可分为财产保险、责任保险、保证保险和人身保险四类。其中前三类保险与第四类保险有根本性的区别。财产保险、责任保险和保证保险都是损害赔偿保险,习惯上统称为非寿险;人身保险有时被简称为寿险。寿险和非寿险之间,不论在保险标的、保险价值、保险期限、保险合同的性质、承保的危险的均匀性,还是其保险费率的估算方法,都有根本性的区别。所以,非寿险精算学是解决非寿险数量分析问题的专门的科学。

在保险学中,保险业务活动的数量分析被赋予一个专门的名词“精算”。按照中国保险学会印发的《保险词汇》(试用本)一书中有关条目的解释,精算是指有完备的理论依据,结合寿险实际对寿险的保险费、给付金额等项的精确的计算。掌握精算技术而获得一定职称的人员被称为精算师(Actuary)。因此,精算可理解为理论完备、密切联系保险实际、结果精确的保险计算。研究精算理论和方法的科学被称为精算学(Actuarial Science)。必须指出,精算学起源于寿险的保险费计算,其发展与寿险有着深厚的渊源关系。长期以来,人们习惯于把涉及寿险精算的科学称为精算学,并一直沿用至今。所以,现在所说的精算学,既指包括整个保险学范围的保险精算学,又可理解为寿险专有的精算学。但是,随着科学技术的进步,在第二次世界大战后,非寿险精算技术和理论日益完善。到了20世纪70年代,它已发展成为一门独立的分支学科,人们称之为非寿险精算学。虽然非寿险精算学与传统的精算学有着许多联系,然而它们的内容和理论基础是有根本区别的,它们是两个不同的学科。因此,非寿险精算学既属于保险精算学的范畴,又不同于传统的精算学。

由于非寿险精算学在保险业的发展中发挥着日益重要的作用,因而倍受各国保险界的重视,它已成为保险公司在激烈的竞争环境中得以生存和发展的重要因素之一。目前,国外已有非寿险精

算师的职业和相应的学会。例如,美国有灾害精算学会,另有意外精算学会负责颁发财产和责任保险精算师证书;日本有损害保险学会,等等。我国在这方面起步较晚,而我国保险业的发展急需加强非寿险精算学的应用和研究。当前的首要任务是加强我国非寿险精算队伍的建设,加速非寿险精算专业人材的培养,以及广泛开展非寿险精算的研究。

§ 1.2 非寿险精算学的产生和发展

精算学的起源最早可以追溯到 1662 年戈朗特(John Graunt)的“生命表的特征及政治观察”一文的发表以及 1671 年荷兰学者韦特(Jan de Witt)用概率论计算终身年金现值的倡行。但是,作为寿险精算基础的生命表最早是在 1693 年由英国天文学家哈雷(Edmund Halley)及在 1755 年由英国数学家多德森(James Dodson)作出的。1762 年成立的英国公平人寿保险公司就是根据多德森的精算结果收取保险费的。此后,精算学在保险业中得到了越来越广泛的应用和发展。1849 年在英国伦敦成立了精算学会(Institute of Actuaries)。于 1895 年在比利时的首都布鲁塞尔成立国际精算会议(International Congress of Actuaries)的国际组织。除两次世界大战期间外,国际精算会议每三年定期召开一次会议。在各次会议中,最初只是讨论寿险精算问题,以后逐渐扩大到包括火灾保险、财产保险等非寿险精算问题。随着数理统计学的发展,非寿险精算技术和理论有了较大的发展,特别是适合非寿险的保险费理论和风险理论的发展更为突出,并逐渐形成自己的体系。

作为非寿险精算学理论基础的风险理论,是由古典风险理论发展而来的。古典风险理论的研究范围仅限于人寿险且只考虑单个保单中的随机波动问题。但是,它没有在实际中得到广泛的应用。古典风险理论的发展由鲍尔曼(G. Bohlmann)发表在 1909 年

国际精算会议上的论文作了总结。进入 20 世纪以来,龙贝格(F. Lundberg)和柯瑞莫(H. Cramér)的工作开创了近代风险理论。由于他们的工作,建立了风险理论与随机过程理论的联系,使风险理论的适用范围包括非寿险和寿险在内,而且研究的对象也变为保险公司承保的全部保单。风险理论的发展进一步促进了非寿险精算学的发展,到了 70 年代它已有了长足的进步,并成为一门独立的分支学科。

非寿险精算学的发展远远迟于传统的精算学,其主要原因是非寿险问题的数量分析比寿险精算更为困难。我们可以顺便列举几个困难的方面来说明这一问题。

(1)非寿险的保单持有人可能同时蒙受数种损失,如汽车保险、家庭财产综合保险等。

(2)非寿险的赔付额是一个随机变量,例如一次火灾对某建筑物造成的损失可能是其全部,也可能只是它的一部分。

(3)在非寿险领域内的统计问题和参数估计是错综复杂的,尤其还要受到剧烈变化的经济环境的影响,非寿险保险费率的计算是相当困难的。

(4)非寿险的保单多半是短保险期限的,因而总是频繁地续保,致使保险公司的财务每年都受到冲击。

(5)非寿险是纯粹的风险保险,其投资收益难以与寿险相比,况且收益只是从难以估计的延迟理赔中获得的。

(6)非寿险承保的危险在多数情况下都存在显著的不均匀性,对危险的先验估计是困难的,或在某些情况下是不可能的。

上述情况刚好和寿险形成了鲜明的对比,表明了非寿险精算学的复杂性和自身的特点。这些问题也充分说明非寿险业的发展对非寿险精算学提出了更高的要求,促进了非寿险精算学的发展。

§ 1.3 非寿险精算的职能

对于经营非寿险业务的保险公司来说,在其经营管理的各个环节上,如计划、统计、展业、财务、投资、研究及培训等方面,都需要精算发挥其特有的作用。非寿险精算具有计算、分析、预测、服务等项职能。这些职能可以通过非寿险精算师的职能具体地表现出来。非寿险精算师的一般职能如下所述:

- (1)根据精算理论,科学地厘定非寿险各险种的保险费率。
- (2)计算责任准备金、支付准备金以及各种累积金。
- (3)按经济环境变动的趋势,为保险投资决策提供预测数据。
- (4)分析保险公司的年度利润来源。
- (5)根据保险市场的变化、对保险的需求及地区特点为保险公司设计新险种。
- (6)参与保险公司的计划、展业、投资、财务等项的经营管理的决策;参与编制保险公司的各项年度报表(如财务报表、经营报表、税务报表、呈送给保险监督部门的报表等),负责其中精算部分的计算。
- (7)协助职能部门根据统计资料研究各险种的效益以及保险费率的调整,以适应市场竞争的需要;编制内部报告。
- (8)研究灾害损失的趋势,预测本公司的偿付能力;为防灾技术提供资料和研究手段;参与防灾、防损及危险管理。
- (9)研究再保险的设置、再保险费率及再保险对本公司经营的作用。

§ 1.4 非寿险精算常用的数学方法

从某种意义上说,非寿险精算学可以被理解为数学和数理统

计学在非寿险数量分析中的应用,特别是数理统计学的应用具有更重要的意义。在非寿险精算学中常用的数理统计方法主要有以下几个方面:

(1)多元统计方法:包括用加法线性模型构造数学模型的主流方法,特别是多元回归和因子分析法。与数据分析有关的多元统计方法也是很重要的,如主分量分析、聚类分析及相应分析等。

(2)非参数方法:当分布未知或分布为已知的非正态分布时常用此法。非参数法对于非寿险损失分布的拟合十分重要,例如单个索赔的分布和索赔总量的分布可用像 K. —S. (Kolmogorov — Smirnov) 统计量这样的方法进行研究。某些假设检验问题,如一组保单持有人的索赔与另一组的相比较的问题,用非参数法是很有有效的。

(3)广义线性模型:在非寿险问题的分析中,索赔件数是一个变量值只取正整数的随机变量,其分析可用广义线性模型,而该模型的误差项服从泊松分布。

(4)时间序列分析:非寿险赔案趋势的分析常用此法。同样,季节变动、周期分量、长期趋势、通货膨胀及风险特征变化等均可用时间序列分析法进行研究。

(5)非寿险危险的特殊分布:在拟合非寿险赔付金额的分布时常用到某些特殊的分布,如对数正态分布、帕累托分布、伽马分布等。

(6)贝叶斯方法:在非寿险精算学中用此法的包括可信性理论、经验估费法及决策理论等。

(7)保险费理论。

(8)非寿险总损失的风险理论和保险公司偿付能力的分析。

第 2 章

概率论基础

§ 2.1 概 述

概率分析和大数法则是保险学主要理论和保险费率计算的科学基础。保险公司欲使其业务不断发展并保持财务的稳定,必须遵照若干数理原则实施才行。具体地说,非寿险业的经营技术是以合理的计算为基础的,而这些计算又是以概率论中的三个定律——大数律、概率律、平均律为基础的。由此可知,非寿险精算学和概率论是紧密地联系在一起的。

概率论是一门专门研究随机现象的统计规律性的数学分支学科,它侧重从整体上研究现象总体的特征。数理统计学则以概率论为理论基础,通过对样本的分析来对总体的某些特征进行推断、估计和预测。现代概率论是以概率公理以及集合论、测度论为基础定义概率、随机变量、期望值、条件概率、条件期望值等,研究内容包括概率运算、大数定理、极限问题、分布理论、随机过程等。数理统计学则主要包括抽样理论、估计理论、假设检验理论、实验设计、决策论、非参数统计、序贯分析、多元分析、时间序列分析和对策论等。概率论和数理统计学从其产生到发展都是与保险业的发展分不开的。保险是典型的风险行业,它所承保的危险是既可能发生、又可能不发生的随机事件。显然,保险是概率论和数理统计学的主