

全国社会保险经办管理培训教材



Yanglao baoxian jingsuan

养老保险精算

孟昭喜 主编

理论与实务

Lilun yu shiwu

劳动和社会保障部社会保险事业管理中心 组织编写

 中国劳动社会保障出版社

责任编辑 / 仲艳平

责任校对 / 马 维

封面设计 / 小 薛

版式设计 / 沈 悦

ISBN 978-7-5045-6484-9



9 787504 564849 >

定价：29.00元

全国社会保险经办管理培训教材

养老保险精算理论与实务

劳动和社会保障部社会保险事业管理中心 组织编写

主 编 孟昭喜
副主编 王晓军 聂明隽

中国劳动社会保障出版社

图书在版编目(CIP)数据

养老保险精算理论与实务/劳动和社会保障部社会保险事业管理中心
组织编写. —北京:中国劳动社会保障出版社, 2007

全国社会保险经办管理培训教材

ISBN 978 - 7 - 5045 - 6484 - 9

I. 养… II. 劳… III. 养老保险-精算学-教材 IV. F840.67

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 177916 号

中国劳动社会保障出版社出版发行

(北京市惠新东街1号 邮政编码:100029)

出版人:张梦欣

*

北京北苑印刷有限责任公司印刷装订 新华书店经销

787毫米×960毫米 16开本 16.5印张 240千字

2008年1月第1版 2008年1月第1次印刷

定价:29.00元

读者服务部电话:010-64929211

发行部电话:010-64927085

出版社网址:<http://www.class.com.cn>

版权专有 侵权必究

举报电话:010-64954652

全国社会保险经办管理培训教材

编审委员会

主任 刘永富

副主任 孟昭喜 戴广义 白璐

成员 (按姓氏笔画排序)

陈仰东 周祖荣 秦喆 梁席民

黄桂芳 程乐华 董克用 蒋斌

葛蔓 鲍淡如 蔡畅元

本书编写人员

王晓军 胡劲松 耿树艳 刘凯

策划统筹

王永

目 录

第一章 总论

学习目标	1
第一节 精算科学与精算师	2
第二节 保险和社会保障精算学的基本原理	5
第三节 养老保险精算管理	11
第四节 教材的内容和基本结构	14
小结	15
复习思考题	15

第二章 利息理论

学习目标	17
第一节 利息基本理论	18
第二节 年金	29
小结	37
复习思考题	38

第三章 生命表

学习目标	39
第一节 生命表基本函数	40
第二节 生存分布	44
第三节 非整数年龄存活函数的估计	50
第四节 生命表的编制	53
小结	57
复习思考题	58

第四章 净保费	
学习目标	61
第一节 寿险精算现值	62
第二节 生存年金精算现值	71
第三节 均衡净保费	84
小结	91
复习思考题	91
第五章 给付责任准备金	
学习目标	93
第一节 准备金的意义和种类	94
第二节 均衡净保费给付准备金	96
第三节 给付准备金的递推公式	112
第四节 会计年度末给付准备金	114
小结	119
复习思考题	120
第六章 基本养老保险精算评估	
学习目标	123
第一节 养老保险精算估计的基本问题	124
第二节 养老保险精算估计的理论模型	126
第三节 长期精算平衡分析方法	134
第四节 长期敏感性分析	148
第五节 基金状态预测	152
小结	153
复习思考题	154
第七章 精算模型的设计与应用	
学习目标	155
第一节 模型概述	156
第二节 模型主要模块	158
第三节 输入工作簿	169

目 录

第四节	模型的使用	178
小结		185
复习思考题		185
第八章	基金收支预测分析	
学习目标		187
第一节	基金收支预测概述	188
第二节	基金收支预测工作程序	191
第三节	起始年基金运行情况分析	194
第四节	主要参数假设	200
第五节	预测结果及分析	209
小结		221
复习思考题		222
第九章	基本养老金计发办法改革测算	
学习目标		223
第一节	改革背景和目标	224
第二节	改革的主要内容	225
第三节	新老计发办法对比	227
第四节	测算过程及方法	230
第五节	新计发办法的运行情况分析	236
小结		238
复习思考题		238
第十章	精算报告	
学习目标		241
第一节	精算报告概述	242
第二节	基本养老保险定期精算报告的主要内容	245
第三节	探索建立适合国情的基本养老保险精算报告制度	249
小结		254
复习思考题		254

第一章

总 论

精算科学是一门实用性学科，在开始学习之前，了解精算科学和精算师的相关知识，有助于加深对精算公式和模型的理解，避免把精算科学变成单纯的数学公式推导。

■ 学习目标

- 了解精算科学的基本原理和主要内容；
- 了解精算师在保险和社会保障中的作用；
- 了解养老保险精算管理的职能和主要内容。

第一节 精算科学与精算师

一、精算科学是保险和社会保障事业建立的基础

精算科学是保险和社会保障事业建立和健康运作的数理基础。它以概率论和数理统计为基础，与人口、社会、经济有关科学相结合，对风险事件进行评价，对各种经济保障方案的未来财务收支和债务水平进行估计，使经济保障方案建立在稳定发展的财务基础上。保险和社会保障事业的对象是风险，风险是未来发生损失事件的不确定性，风险无处不在、无时不有。通过保险和建立社会保障，可使风险造成的损失得以分散或补偿。保险和社会保障事业建立和健康运作的基础是对其运作成本进行科学估计。无论是商业保险还是社会保险，其实际成本都由未来的实际给付额和经营费用决定。这就需要运用精算技术对未来风险程度和损失分布进行估计，进而对未来经营成本、财务收支、长期偿付能力和盈利能力等做出估计。

精算科学是适应寿险业发展的需要而产生和发展起来的，最初应用于人寿保险中对人口死亡率的估计，以后逐步在财产、灾害、责任保险的营运和社会保障事业的建立中发挥重要的作用。在保险经营中，保险人运用精算技术预先估计其承担每类风险的经济成本，并把它分摊成保单的价格。投保人购买保单后，把风险转移给保险人，在损失发生时得到经济补偿。保险人在出售保单后担负起未来的赔付责任，这要求保险经营积累足够的准备金用于未来赔付。为了长期的发展和保护投保人的利益，需要具有长期的偿付能力，同时为了实现商业保险的经营目的，需要实现一定的盈利水平，这些都需要运用精算方法进行估计和分析。

社会保障制度是国家通过立法强制实施的、为公民正常生活提供基本经济保障的制度。在我国，社会保障制度包括社会保险、社会救助、社会福利和优抚保障。社会救助是最低层次的社会保障，保障贫困者的最低生活。社会福利增进公民的生活福利，满足人们较高层次的发展和享受需要。优抚保障为军烈属的基本生活提供保障。社会保险为劳动者因老年、疾病、失业、工伤、生育造成的经济损失提供基本经济保障，包括养老保险、医疗保险、失业保险、工伤保险、生育保险。作为一种不以营利为目的的保险制度，社会保险的对象也是风险，同样要测算制

度的成本。为此，首先需要对各种风险的发生规律和造成经济损失的分布规律有所认识。比如，养老保险以职工退休后存活为给付条件，需要预先估计职工退休年龄分布和分年龄死亡规律，在承诺的退休给付下估计养老保险的成本。在风险和损失测算的基础上，运用精算技术可以估计出保险的总成本和分摊在每年和每个职工身上的成本，这是确定保险费的基础。除了测算成本水平，还需要测算债务水平。养老保险对职工做出养老金承诺的同时，积累了将来需要兑现的责任。在完全基金积累模式下，制度积累的基金必须与积累的债务相对应，以使制度具有足够的偿付能力。在现收现付制度下，为了避免人口老龄化使现收现付成本率上升引起缴费率的上升，通常需要预先建立一定的积累基金，这需要进行长期收支水平的估计和长期精算平衡分析。当制度从现收现付制转向基金制或部分基金制时，需要测算过去隐藏在现收现付制度下的养老金债务水平，并研究可能的债务分摊方法和不同分摊方法对新制度财务的影响。对于社会救助和社会福利等社会保障项目，其资金直接来源于财政，也需要测算每年需要的支出成本，使收支相对应。综上所述，精算科学是保险和社会保障制度运行的基础。

二、精算师在保险和社会保障中的作用

精算师通常被称为金融、保险、投资和风险管理的工程师，他们通过对风险和损失的预先评价，对风险事件做出预先的财务安排，保证风险经营的财务稳健性。

（一）精算师在保险公司的作用

在保险公司，精算师主要就职于产品开发部、精算部、财务部等部门，其工作职责主要有经验数据分析、新产品设计和保费定价、负债评估、利润分析等。经验数据分析是对已生效保单的出险、费用、退保等各种状态变化趋势的分析研究，通过收集大量的业务统计数据 and 财务数据，根据一定的主题对这些数据表现出来的规律性进行分析，比如分析退保率的变化、费用率、分险种索赔情况、代理人的工作能力变化等。新产品设计和保费定价是精算师的主要工作职责，保险公司需要适应市场变化和消费者需求，不断推出新产品。但是，新产品设计是跨部门的工作，精算部的分工是根据产品设计特征完成产品的各个参数的计算，

检验该产品的盈利能力。负债评估是精算师最传统的工作，无论是否有新产品推出，都需要测算产品应计提的准备金数额和公司的负债水平，并研究公司的资产偿付负债的能力。精算师也需要配合财务部门完成财务报表，提交利源分析报告，并对公司的盈利能力进行分析，对公司的利润分配方案提出意见。要完成上述工作职责，精算师需要了解公司运作的整体状况，需要与销售和市场、投资、财务、管理、政府监管机构等建立良好的合作关系。

（二）精算师在社会保障领域中的作用

在社会保障领域，精算师在制度建设、政策评估、财务预算、风险预警等方面都发挥着重要的作用。在建立社会保障制度时，需要精算师测算在给定的社会保障资源下可能提供的社会保障水平，或者为了实现一定的社会保障水平必须具备的经济能力，从而为社会保障制度的建立提供依据。对于已有的社会保障制度，精算师需要定期评估制度当前和未来的财务状况，确保制度的健康发展。对于现行制度，精算师通过提供短期精算评估报告，为财政预算提供依据。通过长期精算评估报告，反映制度未来的发展方向，为及时发现问题和解决问题提供依据。

（三）精算师职业

从国际上最早用生命表分析年金问题的论文算起，精算科学在西方已经有 300 多年的发展历史。即使从国际上第一个精算师协会——英格兰精算师协会于 1848 年成立算起，也有 150 多年的历史。经过长期的发展，精算科学已经形成了比较成熟的教育体系和职业培训体系。在英国、美国、加拿大、日本等国家，成为精算师必须通过一系列的考试，不论过去的教育背景如何，只要通过规定课程的考试，就可以获得精算师资格。系列考试课程分为两个阶段：第一阶段的课程包括精算师必须具备的基本知识和基本技能，通过这一阶段的考试可以获得准精算师资格，成为精算学会的预备会员。在此基础上，再通过一系列的精算高级考试课程，并有一定的精算工作经验，可以获得精算师资格，成为精算学会的正式会员。澳大利亚的精算教育以大学教育为主，在精算师初级培训课程上没有专门的考试体系，学生必须通过大学的正规教育或大学同等水平的业余培训，才能获得相当于准精算师的资格，精算学会和大

学共同组织精算师资格高级课程的考试。其他国家则主要采取学历认可制度，大学精算专业本科毕业相当于准精算师资格，其中一些国家的精算组织也在建立作为大学精算教育后续补充的高级课程教育体系。

随着经济和金融全球化的发展，精算师的认可标准和教育标准也将在全球范围内趋于一致。1998年，欧共体精算协会顾问团公布了欧洲精算培训核心大纲，可以看做是欧洲国家建立精算师相互资格认可的基础。同年，国际精算师协会通过了一套国际精算教育指南和培训大纲，要求至少2005年以后的正式会员资格符合教育大纲的要求。由于不同国家的保险精算实务差异很大，这一培训大纲实际上只限于准精算师层面。在这样的国际环境下，英国精算学会和北美寿险精算学会也于2000年对其教育大纲进行了改革，目的是与国际精算师协会推荐的教育体系靠近。

我国《保险法》第一百二十一条规定，保险公司必须聘用经保险监督管理机构认可的精算专业人员，建立精算报告制度。1999年10月，为推动精算职业教育的发展，中国保险监督管理委员会举行了首次精算师资格考试。2000年12月15日，开始了正式的中国精算师系列考试。2004年，为了满足保险行业发展对非寿险精算的需求，开始增加了中国精算师——非寿险方向。

第二节 保险和社会保障精算学的基本原理

一、保险精算学的基本原理

保险精算学研究商业保险的风险分析、产品设计、产品定价、负债评估、资产与负债管理、偿付能力评价、盈利能力分析等问题，为保险业的健康发展提供基本保障。保险的功能并不是消除未来的意外不幸事件，而是为因意外不幸事件所造成的经济损失提供一定补偿。虽然事先人们并不知道未来的意外不幸事件是否会发生，如果发生又会造成多大损失，但可以通过保险实现风险的转移，运用精算技术对意外事件的发生概率及其后果进行预测，实现风险管理。

下面以一个1年期定期寿险为例说明保险的基本运作。1年期定期寿险的基本规定包括从保单生效之日起，如果被保险人在1年之内去世，则保险人向保单的受益人给付保单规定的保险金；否则，合同在1

年后自动失效。假定保险人签发了 10 000 份条件相同的保单，这些保单构成了一个封闭型保单组。所谓条件相同，在这里是指保险金额相等，比如都等于 100 000 元；被保险人的投保年龄相同，比如都等于 50 岁；保费采取一次缴清方式，也就是趸缴保费方式，而死亡给付假设在保单年度末进行。保单组是一个抽象概念，可以理解为除保单当事人以外，所有其他条件都一样的保单构成的一个整体。从保单组来理解保险业务和相应的精算模型比较容易。

投保和承保是一种金融交易行为，这里要用到三种分析金融交易的基本方法。第一，要从买卖双方的成本和收益方面来分析整个交易；第二，把交易过程抽象为交换现金流；第三，在一定意义下可以认为买卖双方在进行等价交换。保险业务的特别之处在于，在保险交易的过程中，购买相同保险的投保人构成了一个利益共同体，对买方的分析要从个别投保人和整个保单组两个角度来进行。

为了描述的方便，把保单生效日定为时间起点，即时刻 0，单位时间长度为 1 年。从保险人的角度来看，在 0 时刻要制定一个价格，即保费。和一般企业的定价相似，保险人所制定的价格中包含给付成本和费用以及部分利润，但是保险人面临的不确定性往往高于一般的企业。在时刻 1，保险人所收到的保费中有很大大一部分返还给若干出险保单。对于投保人来说，在时刻 0，需要向保险人缴付保费；在时刻 1，少数出险保单会得到相应的索赔，赔付额往往是所缴保费的若干倍。而没有出险的保单，则得不到任何赔付，在时刻 0 缴付的保费用于对其他出险保单的赔付和补偿保险公司必要的费用支出等。

保险人在销售保单之前必须厘定保费，保费中有一部分要返还给出险保单的受益人，这部分保费可以称为净保费或者给付保费。假定在 1 年之内的死亡概率为 0.004 3，不考虑保费的投资收益和保险人的费用，所有死亡给付在年末支付。那么保险人在 0 时刻应该向每个投保人收多少保费？

计算保费需要遵守收支对等原则。对保额为 100 000 元的保单，在 0.004 3 的死亡概率下，每个人的期望损失为 $100\,000 \times 0.004\,3 = 430$ (元)。也就是说，在不考虑保险公司的费用、投资收益、利润的情况下，每个投保人需要缴付的保费为 430 元。如果保险公司在 0 时刻出售 10 000 张保单，则纯保费收入总额为 $430 \times 10\,000 = 4\,300\,000$ (元)。

如果实际死亡概率完全与预期的死亡概率相等，在一年内死亡的人数为 $10\,000 \times 0.0043 = 43$ （人），100 000 元保额的总赔付为 $100\,000 \times 43 = 4\,300\,000$ （元），正好与所收取的保费相等。但实际上，保险人的给付支出是一个随机变量，它取决于该年内保单组产生的实际死亡人数。如果在 10 000 张保单中实际死亡人数超过了预计的 43 人，则保险人预收的保费不能补偿给付支出，这种情况称为对保险人的不利偏差，在死亡率风险上会产生一个损失；反之，如果保险人预收的纯保费超过了给付支出，保险人由此可以获得承保利润。不利偏差（adverse deviation）是实际营业过程的经验数据和预先的假设发生了偏差，且这种偏差会给保险人带来损失。由此可以看到，保险人所面临的风险并非保单组带来的死亡索赔，而是发生的索赔数超过了保险人的预期。用概率论语言来描述，保险人的风险不是随机变量的期望（预计死亡人数），而是随机变量的不利偏差。

从单个投保人来说，他用当前的一个小额确定型支出，即 430 元的净保费，换来一个对未来的高额不确定的保障，即 100 000 元的保额。430 元净保费等于获得给付的可能性乘以给付的金额，是合乎情理的。1 年以后，所有的不确定性都消失了，投保人可以分成发生索赔和没有发生索赔两类。对于没有发生索赔的保单来说，保单所有人所缴的保费没有任何返还；对于发生索赔的保单来说，虽然被保险人去世是不幸的，但是受益人毕竟可以获得一定的经济支持。就是说，在保单所有人之间发生了转移支付，这种转移支付功能是由保险人来完成的。

从整个保单组的角度来看，由大数定律几乎可以确定，这个保单组中在 1 年之内会有若干保单的被保险人去世，从而获得死亡给付。所以，保单组在 0 时刻缴给保险人总额为 4 300 000 元的保费，可以预期的是大部分保费都会返还给发生保险事故的保单。考虑到保险人运营成本、可能的退保等，实际收取的保费即毛保费或营业保费会高于净保费。同时，保险公司收取保费后，必须为保单承诺的未来赔付责任和其他可能的风险建立预先储备，这就是保险公司必须提留的准备金。准备金与公司承担的风险相对应，是公司承担的风险净值的衡量。在保险经营过程中，还需要对公司的偿付能力、盈利能力进行评估，对公司的利润进行分析和分配，这些过程都需要运用精算平衡和风险测量的方法进行。

二、社会保障精算的基本原理

社会保障精算就是对社会保障各项目的风险规律、损失规律、成本水平、债务水平、年度收支水平及差距、长期综合收支水平及差距、资产累积水平、财务偿付能力等进行的估计和分析，从而保证社会保障制度建立在稳定的财务基础上。社会保障精算原理与商业保险一样，建立在对风险和损失分布认识的基础上，通过对风险的评价，测算所保风险的成本和不同时期的未来赔付责任——债务，对比债务与资产，可以评价保险项目的偿付能力。对风险规律和损失分布规律的测算建立在大量观察的基础上。虽然不同个人工资收入将发生怎样的波动、何时面临贫困、何时死亡、何时因病需要治疗、治疗费用为多少、何时失业、何时因工伤残等是随机的，但通过对面临同类风险个人的大量观察，风险的发生将表现出一定的规律性。统计学上的大数法则保证了通过大量观察，可以发现风险和损失发生的规律。有了风险概率和平均损失水平及其分布，就可以估计保险平均成本及其变动范围。比如，已知在一定时期（如1年）内某年龄上某种疾病发生的概率为1%，又知发生这种疾病需要的平均医疗费用为100元。如果这个年龄上共有1000个参加者，那么，这一时期这个年龄上所有参加者由这种疾病的发生导致平均1000元（ $1000 \times 1\% \times 100 = 1000$ ）的医疗费支出。如果医疗保险给付80%的医疗费支出，那么，这一医疗保险项目的平均成本为800元。根据风险和损失的分布规律，还可以估计出成本的变动程度。对于养老、失业、工伤、生育等保险，其给付水平通常以风险发生前本人过去的工资或社会平均工资规定。因此，不需要估计损失分布规律，根据保险规定的给付水平和风险概率，可以估计出一定时期的成本额。比如，已知1年内失业率为3%，失业保险规定的月给付额为300元/人，平均失业给付期为6个月，如果失业保险参加人数为1000人，那么，当年失业保险支出额为54000元（ $1000 \times 3\% \times 300 \times 6 = 54000$ ）。保险项目的总成本需要由所有参加保险的人共同分担，因为，尽管每个人在一定时期内是否发生风险事故、损失程度如何是随机的，但他们面临的风险概率和损失分布是相同的。分摊到个人的成本就是每个参加者需要缴付的净保费，加上分摊的保险经营费用，形成了保险项目的总保费。

社会保障也需要测算制度积累的债务，并与积累的资产比较。对于

基金积累制的保险项目，需要定期测算保险项目的债务水平，并与项目积累的资产对比。如果积累的资产大于积累的债务，这一保险项目是完全基金制的，是具备偿付能力的。反之，如果债务水平大于资产水平，这一项目就缺乏偿付能力。对于现收现付和部分基金积累的保险项目，年度和长期内综合的财务收支预测，是精算分析的重要内容。根据每年的成本水平和费用项目，可以估计年度支出；根据缴费率和保险参加人数，可以估计年度收入。根据年度收支以及预定利率可以估计长期内综合的收支率。对比年度收支和长期综合收支率，可以看出保险项目在短期和长期的收支是否平衡，作为调整待遇和缴费的依据。年度收支的预测不能仅以未来风险和损失分布、未来保险覆盖人口及其年龄分布预测为基础。社会保障项目承诺的给付多数与工资水平相关，比如，养老金、失业保险金、伤残待遇等通常以本人过去工资的一定比例规定，并随通货膨胀或劳动生产率而调整，保险缴费通常也以工资的一定比例征收。因此，需要预测未来劳动生产率和工资的变动、未来通货膨胀水平的变动等，它们与社会经济发展水平密切相关。长期精算估计涉及对经济、人口和社会保障覆盖范围变动的预测，从而使社会保障精算比商业人寿保险精算更为烦琐和复杂。

三、精算管理控制系统

精算管理可以看做是在精算制度和精算标准下运用精算技术进行的科学管理。精算制度是精算工作必须遵循的法律、法规和相关政策规定。精算标准是由精算职业组织制定的、在精算工作中需要遵守的实务标准，比如，有关负债评估的方法和精算假设，有关偿付能力评估标准等。精算管理系统是一个概念性的框架，包括确定相关的风险管理问题，运用精算技术设计并执行解决方案，监控解决方案的实际效果等相关过程等。

传统的精算工作领域是产品定价和负债评估。由于各种保险类型的不同特点，在实践中形成了分别用于寿险、非寿险、养老金、投资、社会保障等不同领域相对独立的精算体系。这些体系的形成和发展对精算技术的专门化具有重要的作用，但同时对精算工作领域的扩展也产生了一定的限制作用。

1985年，英国的精算师学会前任会长 Jeremy Goford 先生在一篇关