

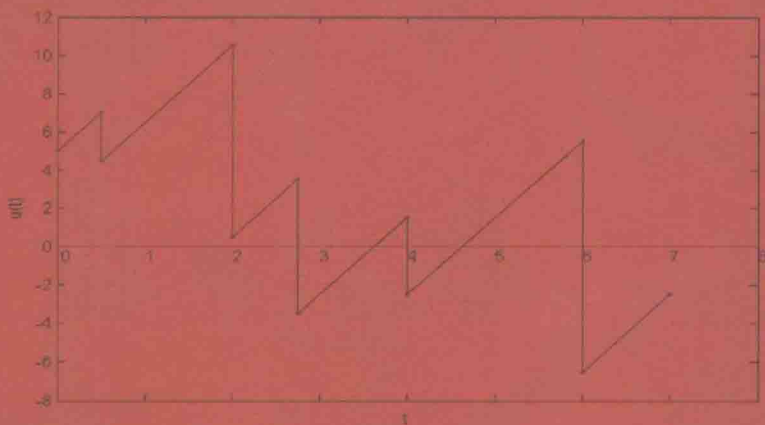


中国精算师资格考试用书

精算模型

ACTUARIAL MODELS

中国精算师协会 组编



中国财政经济出版社

中国精算师资格考试用书

精 算 模 型

Actuarial Models

主编 肖争艳

主审 孙佳美

中国财政经济出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

精算模型 / 肖争艳主编. —北京: 中国财政经济出版社, 2010. 11

中国精算师资格考试用书

ISBN 978 - 7 - 5095 - 2554 - 8

I. ①精… II. ①肖… III. ①精算学 - 资格考核 - 自学参考资料
IV. ①F224. 0

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 200527 号

责任编辑: 陈 冰

责任校对: 张 凡

封面设计: 耕者设计

版式设计: 兰 波

中国财政经济出版社出版

URL: <http://www.cfeph.cn>

E-mail: cfeph@cfeph.cn

(版权所有 翻印必究)

社址: 北京市海淀区阜成路甲 28 号 邮政编码: 100142

发行处电话: 88190406 财经书店电话: 64033436

北京富生印刷厂印刷 各地新华书店经销

787 × 1092 毫米 16 开 27 印张 652 000 字

2010 年 11 月第 1 版 2010 年 11 月北京第 1 次印刷

定价: 58.00 元

ISBN 978 - 7 - 5095 - 2554 - 8 / F · 2173

(图书出现印装问题, 本社负责调换)

本社质量投诉电话: 010 - 88190744

编审委员会

主任：魏迎宁

副主任：万峰 祝光建 李达安

委员（按姓氏笔划为序）：

丁昶 丁鹏 王德升

李秀芳 李晓林 利明光

杨智呈 林红 刘开俊

吴岚 谢志刚 詹肇岚

总 序

ZONGXU

精算起源于保险业，是保险公司经营不可或缺的核心技术之一。保险公司只有运用精算技术进行保险产品定价、准备金评估、风险管理等，才能在科学基础上实现保险业务的稳健经营，有效防范风险。

我们常说的精算，包括三个方面，即：精算理论技术、精算规则和精算师资格认证。

精算理论是对保险业务经营中各种不确定因素和风险规律的认识，精算技术以精算理论为指导，是精算工作中对各种不确定因素和风险进行识别、评估、定价、处置等所采用的方法、技术，包括所使用的数学模型、数学工具等。随着保险业经营实践的发展和人们认识的深化，精算理论技术也在不断发展。精算理论技术属于学术研究的范畴，可以存在不同的观点和流派，各种不同观点和流派之间的讨论、交流，可以促进精算理论技术的发展。

精算规则，是保险监管机关制定或认可的关于精算工作应当遵循、遵守或采用的原则、方法、标准、制度等规范。制定精算规则，以精算理论技术为基础，又要综合考虑一定时期的经济环境、保险业发展状况和风险特征、精算技术力量、监管政策的要求等多种因素。

精算工作需要专业人员从事，精算师就是具备精算的知识、技能，从事精算工作的专业技术人员。虽然精算师的从业范围不限于保险业，但主要还是在保险及相关行业就职（如对保险公司的精算报告进行审核的会计师事务所，为保险公司服务的精算咨询公司等）。在保险公司中，精算师责任重大。因此，必须经过资格认证，才能担任精算师（如同律师、注册会计师需要资格认证）。在国外，精算师资格的取得一般有两种方式：一种是通过专业资格考试取得，另一种是经过学历教育后取得，但主流是通过考试取得。在发达国家，精算师有自己的专业团体——精算师协会，一般由精算师协会组织资格考试，对通过考试的人授予精算师资格。

精算理论技术、精算规则、精算师资格认证三者相互联系，密不可分：精算理论技术是基础，制定精算规则、考试认证精算师，均以精算理论技术为基础，精算规则是精算师从事精算实务的直接依据。

我国自 1980 年恢复办理国内保险业务之后，曾长期缺乏精算专业人才，既没有制定精算规则，也没有建立自己的精算师资格考试认证制度。1988 年南开大学在北美精算协会的支持下开办精算专业教育，此后国内又有多所大学开办精算专业教育，培养了一批精算人才。由于当时中国没有精算师资格认证制度，这些国内学习精算的人员主要是考取北美和英国等国外的精算师资格。1992 年，国内的保险市场对外开放，外资保险公司进入国内市场，一些具有国外资格的精算师到国内工作。

1995 年颁布并施行的《中华人民共和国保险法》中，要求寿险公司必须聘用经金融监管部门认可的精算专业人员，建立精算报告制度。《保险法》首先要求寿险公司聘用精算师、建立精算报告制度，是因为：第一，精算起源于寿险业务经营，精算技术在寿险业的应用较为成熟；第二，寿险业务期限长，风险更具隐蔽性，对精算技术的运用更为迫切和重要，第三，在精算专业人员严重不足、精算规则空白的条件下，同时要求寿险业和非寿险业聘用精算专业人员、建立精算报告制度，难以实现。

为此，当时的保险监管部门——中国人民银行保险司于 1997 年 10 月启动了“中国精算制度建设”研究项目，决定建立中国的精算师资格考试认证制度，并逐步制定精算规则。中国的精算师资格考试认证制度，主要借鉴北美精算协会的考试体系，把精算师资格分为准精算师和精算师两个阶段，分别设立考试课程，通过准精算师考试课程的，授予准精算师资格，在获得准精算师资格基础上，再通过精算师资格考试的课程，授予精算师资格。在课程设置、考试内容、难度等方面，均力求达到与发达国家的精算师考试相当的水平。在制度设计、拟定考试大纲、教材编写过程中，得到国际精算团体的大力支持和帮助。1998 年 11 月，中国保监会成立之后，继续推进精算制度建设。2000 年，中国精算师资格考试开考，与此配套的教材也陆续出版发行。中国保监会 1999 年发布了关于寿险公司的精算规定，建立了寿险公司精算规则体系的基本框架。

2002 年 10 月《保险法》进行了第一次修改，于 2003 年 1 月 1 日起施行。修改后的《保险法》把聘用经金融监管部门认可的精算专业人员，建立精算报告制度的要求扩大到非寿险公司。因此，经过论证、筹备后，自 2004 年开始进行非寿险精算师的资格考试认证，称为中国精算师（非寿险方向），与此相适应，以前的精算师则称为中国精算师（寿险方向）。同时关于非寿险精算的规则也由中国保监会陆续制定发布。

2007 年，中国精算师协会成立，组织精算师资格考试是协会的重要职能之一。协会设立了考试教育委员会，负责精算师资格考试和后续教育事宜（此前是由中国保险行业协会的精算工作委员会负责精算师资格考试）。

中国精算师资格考试施行 10 年来，通过考试认证了一批中国精算师和

中国准精算师，取得了一定成绩，积累了一定经验。目前已在北京、上海、天津、广州等 15 个城市设立了考试中心，并在香港、加拿大滑铁卢大学设立了 2 个海外考试中心，每年春秋两季举办考试。

随着国内保险市场的发育、精算技术的发展及国际精算界的变革，原有的考试体系已不完全适应。为此，中国精算师协会于 2009 年决定对中国精算师资格考试认证体系进行调整，并于 2011 年实施。调整的基本内容是：精算师资格考试仍分为准精算师和精算师两个阶段；在准精算师阶段，不再区分方向，对原寿险和非寿险两个方向的考试课程进行整合，考生通过 8 门必考的准精算师考试课程，并经过职业道德培训后，可获得中国准精算师资格；精算师则继续分为寿险和非寿险两个方向，有 3 年以上工作经历的准精算师，通过 5 门精算师考试课程，并经过职业道德培训后，可获得中国精算师（寿险方向）或中国精算师（非寿险方向）的资格，5 门精算师考试课程，既有必考的，也有选考的，具体科目，因寿险和非寿险方向有所不同。

对于在旧考试体系下已经通过的考试科目，如何转换为新考试体系的相应科目，也进行了研究，制定了转换规则。

为编写新考试体系的教材，中国精算师协会成立了教材编审委员会。教材编写力图贯彻国际性、先进性和实用性三个原则。国际性是指，鉴于中国精算师协会已正式申请加入国际精算师协会，因此精算师资格考试必须符合国际精算师协会的要求，达到国际精算师协会的标准。所以，在课程设置、课程内容、必考科目等方面，均以国际精算师协会的要求为标准。先进性是指，尽可能把精算理论技术的最新成果包括在这套教材之中。实用性是指，教材内容紧密联系国内保险业的实际，考虑国内精算人员需要掌握的知识和技能。

教材的具体编写实行主编负责制。教材编审委员会研究、协调、决定教材编写中的重大事项，确定各门课程的主编和主审人员，指定协调人对若干相关课程的内容调整、取舍和进度进行协调。教材初稿完成后，不仅由主审进行审阅，而且组织保险公司的相关人员进行试读，提出修改意见。教材的主编、主审、试读人员，都是在保险业、精算界具有业务专长、经验较为丰富、具有一定影响力的人员。可以说，这套教材的编写，是集中了行业的智慧和力量，凝结着组织协调人员、编审人员、试读人员的心血。

尽管如此，我们仍不认为这套教材已经尽善尽美。由于经验不足、认识水平有限，也由于时间仓促，教材在某些方面还显粗糙，还存在许多可改进、待完善之处。我们希望在教材投入使用之后，听取专家、考生和社会各界人士的意见，将来进一步修订。

回顾中国精算师资格考试 10 年来的历程，是在保险监管机关的领导

下，在保险业、有关高等院校及社会各界的积极参与下，在国际精算组织的支持下，不断发展、完善，取得进步的。在此，我谨代表中国精算师协会，对多年来关心、支持、参与、帮助中国精算事业发展的有关领导、专家和广大的精算专业人员表示真诚的敬意和感谢！

中国精算师协会 会长



2010年11月15日

编写说明

BIAN XIE SHUO MING

精算科学的主要部分是构造和分析数学模型，这些模型刻画了保险赔付损失，以及资金流入和流出一个保险系统的过程。精算风险也可以用随机模型的方法进行表述，这些模型是对这些精算风险变量未来的概率分布及环境状况的假设。本教材的目的是向读者阐述精算建模的过程，即如何从实际数据出发建立一个合适的精算模型。

长期以来，我国精算课程和考试体系都包含了精算建模的内容，但是它们都分属于不同的课程体系。生存模型及估计是寿险精算的重要基础，用于确定身故、失效和伤残时间的概率模型，这部分内容被放在“生命表基础”课程中；理赔额和理赔次数一般模型是非寿险精算的重要基础，用来确定非寿险公司的赔付损失分布，这部分内容被放在“风险理论”课程中。虽然生存模型与理赔量和理赔数分布模型刻画的风险不同，但从统计方法上，生存模型的研究与理赔量和理赔数的一般模型并没有本质的差异。因此，国际精算师协会（IAA）在国际精算教育指南和国际认可精算师资格考试的培训大纲中，将这些内容放在一门课程（IAA6）中。为适应 IAA 考试体系的要求，中国精算师协会考试委员会将中国精算师资格考试课程“05 风险理论”和“06 生命表基础”整合成新课程体系中的“A3 精算模型”。作为这门课程的指定教材，本书试图将这些内容整合在一起，从精算建模的角度出发，以概率统计为研究工具，对保险经营中的损失风险和经营风险进行定量的刻画，建立精算模型并研究模型的性质。

为了保持与原考试课程体系的连贯性，本书是在中国精算师资格考试用书《风险理论》（吴岚、王燕主编，中国财政经济出版社 2006 版）和《生命表基础》（李晓林、孙佳美主编，中国财政经济出版社 2006 版）的基础上进行编写和修订。根据 IAA 课程大纲，本书增加了多状态生存模型、理赔额和理赔次数的分布、布朗运动与盈余过程、信度理论、Bootstrap 模拟和 MCMC 模拟等内容；保留了生存模型、生命表、短期个体风险模型、长期聚合风险模型、修匀理论、随机模拟等章节的基本内容，删除了人口统计和效用理论等内容。本书的最大特色是，重新编写了三章的内容来阐述在完整和非完整样本数据情况下生存函数、理赔额和理赔次数分布模型的估计和选择，并用两个案例来说明整个精算的建模过程。

虽然本书是精算师考试教材，但并不要求读者对保险系统已经具有很

好的知识背景。凡是在本书中首次出现保险术语的地方，我们都会给出定义。本书同时也是一本统计应用教材，既适合于具有中等概率统计知识的读者学习怎样运用统计学知识处理和研究保险业务的问题，也为已经掌握较多数理统计和随机过程知识的读者提供较深的理论内容，以便更好地掌握保险精算知识。

本书由中国人民大学统计学院肖争艳老师担任主编，负责全书统稿和编写第一、八、九、十、十二、十四章，并对第十一、十三章的初稿进行了修订；中央财经大学保险系郑苏晋老师负责编写第二至第四章，并对第五至第七章的初稿进行了修订；北京大学数学科学院的吴岚老师作为教材协调人，对全书的大纲和内容提出了方向性的指导意见；南开大学孙佳美老师作为教材主审，对全书进行了认真细致的审阅，并提出了许多宝贵的修改建议；李晓林、贾冬梅、钟颖、史森、郭程宁等作为试读人，为本书进行了认真的评审，为保证全书的出版质量提供了有力的支持；北京大学数学科学院的杨静平老师也对本书提出了一些参考意见。在本书的编写过程中，中国人民大学统计学院的一些研究生也参与了本书初稿编写和习题解答等工作，他们是：邵亚娣、李君、刘天营、王伟伟、左辰、鲍金辉、张逸铭、徐梦语、蒋安华和程夏莹等同学，同时还有许多读者、专家也提出了宝贵的意见和建议，在此一并表示衷心的感谢。

编者

2010年8月

目 录

第一章 绪论	(1)
§ 1.1 构建精算模型	(1)
§ 1.2 本书的结构	(4)
第一篇 基本风险模型	
第二章 生存分析的基本函数及生存模型	(7)
§ 2.1 生存分析的基本函数	(7)
§ 2.2 参数生存模型举例	(11)
§ 2.3 条件随机变量的分布	(15)
§ 2.4 多元生存模型	(19)
习题	(26)
第三章 生命表	(29)
§ 3.1 生命表及其内容	(29)
§ 3.2 相邻整数年龄间的死亡分布	(35)
§ 3.3 选择—终极生命表	(40)
习题	(42)
第四章 理赔额和理赔次数的分布	(45)
§ 4.1 损失额分布	(45)
§ 4.2 理赔额分布	(50)
§ 4.3 理赔次数的分布	(56)
习题	(71)
第五章 短期个体风险模型	(74)
§ 5.1 引言	(74)

§ 5.2 个体保单的理赔分布 (75)

§ 5.3 总理赔额的分布——卷积法 (77)

§ 5.4 总理赔额的分布——矩母函数法 (81)

§ 5.5 总理赔额分布的正态近似 (83)

习题 (88)

第六章 短期聚合风险模型 (90)

§ 6.1 引言 (90)

§ 6.2 理赔总量模型 (91)

§ 6.3 复合泊松模型 (95)

§ 6.4 聚合理赔量的近似模型 (105)

§ 6.5 个体风险模型与复合泊松模型的关系 (109)

习题 (111)

第七章 破产模型 (114)

§ 7.1 盈余过程与破产概率 (114)

§ 7.2 总理赔过程 (118)

§ 7.3 连续时间终极破产概率的计算 (122)

§ 7.4 破产概率与调节系数 (128)

§ 7.5 离散时间破产模型 (133)

§ 7.6 最优再保险与调节系数 (137)

§ 7.7 布朗运动与盈余过程 (142)

习题 (148)

第二篇 模型的估计和选择

第八章 经验模型 (150)

§ 8.1 数据类型 (150)

§ 8.2 完整数据情况下的经验分布函数估计 (154)

§ 8.3 非完整数据情况下的经验分布函数估计 (162)

§ 8.4 核密度估计 (172)

§ 8.5 大样本数据下的经验分布函数估计 (179)

习题 (182)

第九章 参数模型的估计 (186)

§ 9.1 完整数据情况下参数的点估计 (186)

§ 9.2 非完整数据情况下参数的点估计	(194)
§ 9.3 区间估计和方差	(202)
§ 9.4 多变量的参数模型	(207)
习题	(221)
第十章 参数模型的检验和选择	(224)
§ 10.1 引言	(224)
§ 10.2 模型的直观选择	(225)
§ 10.3 分布的拟合优度检验	(230)
§ 10.4 最优模型的选择	(239)
习题	(246)
第三篇 模型的调整和随机模拟	
第十一章 修匀理论	(250)
§ 11.1 修匀法概述	(250)
§ 11.2 表格数据修匀	(253)
§ 11.3 参数修匀	(264)
习题	(273)
第十二章 信度理论	(278)
§ 12.1 引言	(278)
§ 12.2 有限波动信度	(279)
§ 12.3 贝叶斯信度	(286)
§ 12.4 最大精度信度模型	(296)
§ 12.5 经验贝叶斯信度参数估计	(303)
习题	(315)
第十三章 随机模拟	(320)
§ 13.1 引言	(320)
§ 13.2 均匀分布随机数与伪随机数	(321)
§ 13.3 一般分布随机数	(324)
§ 13.4 模拟样本的容量	(336)
§ 13.5 Bootstrap 模拟	(338)
§ 13.6 MCMC 模拟	(344)
§ 13.7 精算建模中的随机模拟实例	(351)

----->

习题	(354)
第十四章 案例分析	(357)
§ 14.1 引言	(357)
§ 14.2 退休人员的死亡时间和养老金	(357)
§ 14.3 再保险定价案例分析	(363)
附 录	(384)
附录一 中国人寿保险业经验生命表	(384)
附录二 常用概率分布及其性质	(392)
附录三 部分习题解答	(399)
附录四 名词索引	(409)
参考文献	(414)
特别鸣谢	(418)

第一章 绪 论

学习目标

- 了解精算建模的一般过程
- 了解参数模型与经验模型的优缺点
- 了解本书的基本结构

§1.1 构建精算模型

所谓模型，就是对现实的一种数学简化。对任何给定问题的研究，都可以用模型化的方法来解决。精算中许多问题的解决都需要借助于模型。例如，在寿险中，通过建立生存模型，对人口的死亡规律进行分析来预测被保险人未来的赔付；在非寿险中，精算师通过估计被保险人的索赔次数和索赔额的分布来进行费率厘定、准备金计提、再保险安排等一系列精算问题。因此，北美精算协会在公开发表的《精算学基本原理》中指出：“精算风险可以用随机模型的方法进行表述，这些模型是对这些精算风险变量未来的概率分布以及未来的环境状况的假设”^①。这里的精算风险变量一般指：风险是否发生、发生的时间和损失量——索赔事件的发生机率、如果索赔事件发生其发生的时间以及围绕索赔的所有成本。

精算模型的构建有两种方法：经验法和参数模型法。经验法就是不对模型做任何分布假设，直接使用经验数据建模。当统计数据特别充足而且完整时，经验分布趋近于真实分布。但在通常情况下，我们所获得的样本数据是有限的，尤其是关于高额赔付的数据更为有限。有时得到的数据还是不完整的，有可能被截断或被删失。这些都会导致经验法存在偏差。下面两个例子将阐明这一点。

【例 1-1】 某团体人寿保险合同由不同年龄和不同受益水平的 500 个雇员组成。在过去的 5 年中，已有 8 名雇员身故并共计得到 45 万元。由于该计划的身故赔付与雇员的工资水平挂钩，所以需要将赔付进行通货膨胀调整。假设下一年通货膨胀率是 10%，试根据以上信息对该合同下一年的预期身故赔付进行经验估计。

^① 这句话来自 Society of Actuaries Committee on Actuarial Principles, “principles of actuarial science”, Transactions of the Society of Actuary, 1992, 第 571 页的原理 3.1。

解：5年内年平均赔付额为9万元，考虑到通货膨胀因素，预计下一年预期身故赔付为9.9万元。当然这个估计的缺陷在于，过去5年的经验不一定完全能够反映这个合同在未来一年的情况，因为在如此短（5~6年）的时间内身故赔付的表现可能会有很大波动。 ■

看来，更合理的方法是建立一个模型。依例1-1，应建立一个生命表，而要构造这样的表需要积累很多个体的经验，500个人的经验是不够的。有了这张生命表，不仅可以估计下一年的预期赔付，还可以度量我们所作的估计本身的风险。

【例1-2】 考虑一个公司团体牙医保险计划。目前保单规定，每次事故的免赔额为50元，即只对一次医疗费用超过50元的保单赔付超出的部分。为了减少保险公司的平均赔付成本，有3种修改方案。第一种方案认为应该取消免赔额，这样员工就会经常去看牙，从而减少高昂的医疗费用；第二种方案认为应该提高免赔额到100元，以降低赔付成本；第三种方案认为应该限制对高额损失的赔付，建议保持免赔额50元不变，但每次最高理赔额不超过2000元。作为精算师，你认为哪种方案比较合理？为了研究方便，假设你已经随机抽取了10个赔付数据：141、16、46、40、351、259、317、1511、107、567。

解：在免赔额为50元的条件下，每次赔付的平均值为335.5元。如果免赔额提高到100元，上述保单的赔付额数据将变为：141-50=91，351-50=301，…，567-50=517元，其中赔付额低于50元的保单将为0。于是平均理赔额为 $(91+301+\dots+517)/7=2903/7=414.7$ 元。保险公司的成本将减少 $(3355-2903)/3355=13.47\%$ 。

当免赔额为0，上述理赔额分别为：141+50=191，16+50=66，…，567+50=617元。平均理赔额为 $3855/10=385.5$ 元。保险公司的成本将提高 $(3855-3355)/3355=14.90\%$ 。

实际上，当取消免赔额时，经验法得到的结果是没有意义的，因为我们使用的数据并不是真正来自原始样本。如果免赔额为0，则任何有医疗费用的保单都可以获得赔付，也都应该有可能被随机抽取到。但是由于最初的保单规定免赔额为50元，因此医疗费用低于50元的保单损失不可能被保险公司所记录，更不可能被随机抽取。这样会损失了大量的原始数据，造成估计结果的偏差。

对于第三种方案，经验法无法衡量这个修改对平均赔付额的影响，因为样本数据中没有理赔额超过2000元的数据。

经验法的上述缺陷可以通过建立参数模型来解决。在例1-2中，假设每张保单的原始医疗费用服从对数正态分布 $LN(\mu, \sigma)$ ，利用极大似然法得到参数估计值为 $\hat{\mu}=5.262$ ， $\hat{\sigma}=1.112$ 。经计算得到免赔额为50元时，

每张保单的平均赔付额为 308.88 元。当免赔额提高到 100 元时，平均赔付额为 268.93 元，平均赔付额将减少 14.88%。当取消免赔额时，则每张保单的平均赔付额等于对数正态分布的期望值 356.49 元。由于医疗费用大于 50 元的概率为 0.8876，若取消免赔额，理赔次数将会增加 $0.11569/0.88776 = 12.66\%$ 。当每张保单的最高赔付额不超过 2 000 元时，每张保单的平均赔付额为 287.22 元，平均赔付额将减少 7.1%。 ■

相比较而言，参数模型法对分析问题更加有用。首先，理论分布中有丰富的应用性质（如中心极限定理、独立同分布泊松随机变量的可加性），这些性质有助于对实际问题进行分析；其次，参数模型法更加简单，完全可以由少数几个参数概括，如泊松分布、指数分布只有一个参数，正态分布、对数正态分布、伽玛分布、帕累托分布和负二项式分布也仅有两个参数；最后，模型法不仅可以给出各种相关量的点估计值，还可以估计置信区间，进行误差分析。

图 1-1 是建立参数模型流程的示意图^①，这个流程由以下六个阶段组成：

第一阶段，根据分析人员对现有数据的性质和形式的先验认知和经验，初步选择一个或多个模型。例如，在研究死亡率时，所选的模型也许会包含以下这些协变量：年龄、性别、保单生效期限、保单类型、健康方面的信息和生活方式等。在研究保险的损失量大小，会对统计分布类型有一些自然的选择（例如：对数正态、伽玛、威布尔）。

第二阶段，基于观测数据进行模型的校准。在研究死亡率的情形，数据可能是某寿险保单群体的信息；在研究财产保险的索赔时，数据可能是某财产保险群体的实际赔付数据。

第三阶段，确定所拟合模型的有效性是否充分考虑了数据中的所有信息。这里可以采用各种诊断检验。例如一些著名的统计检验：卡方拟合优度检验、Kolmogorov - Smirnov 检验，或者按照事物的本质进行的定性检验。检验方法的选择直接依赖于建模的目的。在保险有关的研究中，经常要求最终的模型能够从整体上复制出实际经验数据所表现的损失，保险实务中也常称之为“模型的无偏性”。

第四阶段，要有适当的机会考虑其他可选模型。特别是，如果在第三阶段揭示出前面的模型不适用，这个步骤将特别有价值。在这个阶段也许会考虑不止一个的有效模型。

第五阶段，将所有第一至第四阶段考虑的有效模型按照一定的准则进

^① 引自 Klugman S. A., H. H. Panjer., G. E. Willmot 著：《损失模型：从数据到决策》，吴岚译，人民邮电出版社 2009 年版，第 1~2 页。