

大连理工大学管理论丛

死亡率风险证券化： 债券类产品的设计与定价研究

尚勤 著



科学出版社

大连理工大学管理论丛

死亡率风险证券化： 债券类产品的设计与定价研究

尚 勤 著

本书由国家自然科学基金(71101015)、中央高校基本科研业务费专项资金(DUT12RW422)联合资助出版

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书从我国巨灾严重、长寿问题突出的具体国情出发,结合国际上利用证券化手段管理风险的创新理论,深入探讨了典型的死亡率风险证券化产品——巨灾死亡率债券和长寿债券的设计与定价问题。本书着力从以下几个方面推进该领域的研究:人口死亡率预测的精度、不完全且带约束市场定价理论、影响定价和市场需求的违约风险及投资者的风险偏好等,据此给出适用于我国国情和资本市场现状的巨灾死亡率债券和长寿债券定价模型。研究直面我国死亡率风险管理方式滞后的局面,可为有效规避死亡率风险、缓解国家财政和养老基金支付压力提供决策支持。

本书可供金融和保险领域的研究学者、业界相关产品设计及风险管控人员阅读参考。

图书在版编目(CIP)数据

死亡率风险证券化:债券类产品的设计与定价研究/尚勤著. —北京:科学出版社, 2013

(大连理工大学管理论丛)

ISBN 978-7-03-038946-6

I. ①死… II. ①尚… III. ①债券—研究 IV. ①F810.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 250662 号

责任编辑:马 跃 李 莉 / 责任校对:宣 慧

责任印制:阎 磊 / 封面设计:蓝正设计

科学出版社 出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

北京通州皇家印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2014 年 1 月第 一 版 开本:720×1000 B5

2014 年 1 月第一次印刷 印张:8 3/4

字数:180 000

定价:52.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

丛书编委会

编委会名誉主任 王众托

编委会主任 苏敬勤

编委会副主任 李文立

编委会委员 (按姓氏笔画排序)

王延章 仲秋雁 刘俊来 刘晓冰

李文立 李延喜 苏敬勤 陈树文

党延忠 戴大双

总 序

世界已经步入 21 世纪的第二个十年，经历金融危机洗礼的世界经济迎来了新的发展机遇，但同时也带来了一系列新的挑战。我国的“十二五”发展规划已经正式启动，我国已进入工业化快速发展阶段，我国经济已经融入世界经济。如何在保持我国经济平稳快速增长和环境可持续发展间寻求平衡，如何在经济全球化条件下提高我国企业的自主创新能力等诸多问题，对新时期的科学研究提出了更高要求。

作为我国学术研究的重要组成——管理学研究，理当具备国际化的视角，立足我国经济高速发展的实际，夯实学科基础、规范研究方法、提高学术研究水平，形成具有中国特色的管理理论体系，为我国企业的管理实践提供具有普遍意义的理论支撑和指导。

大连理工大学管理学院作为我国最早引进西方先进现代管理教育的管理学院，于 1980 年正式起步。经过三十余年的建设，目前已经拥有“管理科学与工程”和“工商管理”两大一级学科。其中，“管理科学与工程”为一级学科、国家重点学科，“工商管理”下属的二级学科“技术经济及管理”为国家重点（培育）学科。学院的广大教师始终践行“笃行厚学”的院训，在人才培养、科学研究、学科建设、队伍建设、社会服务等方面孜孜追求，取得了一批有影响力的学术研究成果，为我国的管理现代化贡献了自己的力量。

本着沟通交流、成果共享、共同提高的原则，大连理工大学管理学院特推出系列学术专著（科学经管文库·大连理工大学管理论丛）。本系列专著是大连理工大学管理学院建院三十余年来学术成果的大集成，凝聚了全院师生多年的辛勤付出。其根本目的是与我国管理学同行共同探讨当前管理学领域的热点问题，更好地服务于我国的管理实践，促进我国经济快速发展。

大连理工大学工商管理学院

2011 年 10 月

前 言

伴随着巨灾事件的增多和人口老龄化程度的加深，死亡率风险证券化的研究越来越引起人们的关注。其证券化的创新理念，掀起了死亡率风险管理和转移的革命，并逐渐成为进入 21 世纪国际金融市场新的发展趋势。

本书着眼于我国巨灾严重、老龄化问题突出、人寿保险业发展滞后等客观实际，在系统梳理国际上相关研究的基础上，对死亡率风险证券化理论进行改进和创新，建立了适合我国国情的死亡率风险证券化运作机制和定价模型。

本书主要研究对象是两类最具代表性的死亡率风险证券化产品，即巨灾死亡率债券和长寿债券，分别从产品的运作模式、定价模型和实证检验三个层次递进展开。在研究过程中，精心筛选并运用了有助于定价和风险度量准确度提高的随机过程、Copula 函数、W 变换等理论方法和技术手段，并基于中国的数据进行模拟计算和检验。所得结论较现有研究成果更加符合中国资本市场运作，更加契合具有不同风险偏好的“投资者”的需求，并且消减了违约风险（default risk）对产品发行的影响，增强了产品的经营安全；对我国死亡率风险证券化产品的引入和发展，提供了理论支持和政策建议。本书凝结了作者在博士和博士后期间的研究成果。在研究过程中，得到了许多志同道合的科研人员的大力支持，在此一并表示真挚的感谢。

死亡率风险证券化的研究发展迅速，新成果不断涌现，本书研究内容只涉及其中的一部分，希望能给大家带来有益的启发。另外，限于作者的水平，本书存在不足在所难免，恳请读者批评指正，再次真诚感谢。

尚 勤

2013 年 6 月

目 录

总序

前言

第 1 章 绪论	1
1.1 死亡率风险证券化的由来	1
1.2 死亡率风险证券化产品的分类	8
1.3 死亡率关联债券的研究现状	10
1.4 研究内容与结构安排	16

第一篇 巨灾死亡率债券的设计与定价研究

第 2 章 巨灾死亡率债券的运作机制与定价基础	21
2.1 运行结构与交易机制	21
2.2 主要参与者及现金流分析	22
2.3 条款设计机制	24
2.4 基本定价模型	25
2.5 本章小结	25
第 3 章 基于共同单调性和单因子王变换的巨灾死亡率债券定价模型	27
3.1 死亡率满足的随机过程	27
3.2 基于共同单调理论的死亡率相关性分析	28
3.3 单因子王变换下的巨灾死亡率债券定价模型	31
3.4 实证分析	33
3.5 本章小结	40
第 4 章 基于 Copula 函数和双因子王变换的巨灾死亡率债券定价模型	41
4.1 基于 Copula 函数的死亡率相关性分析	42
4.2 双因子王变换下的巨灾死亡率债券的定价与估值	46
4.3 实证分析	48
4.4 本章小结	55
第 5 章 考虑违约风险和投资者偏好的巨灾死亡率债券定价模型	57
5.1 考虑违约风险的巨灾死亡率债券定价模型	57
5.2 巨灾死亡率债券定价的分层机制	61
5.3 实证研究	62
5.4 巨灾死亡率债券定价模型的比较分析	65

5.5 本章小结	66
第二篇 长寿债券的设计与定价研究	
第6章 长寿债券的运作机制与定价基础	71
6.1 运行结构与交易机制	71
6.2 主要参与者及现金流分析	72
6.3 条款设计机制	73
6.4 基本定价模型	75
6.5 本章小结	76
第7章 基于带跳 OU 过程和单因子王变换的长寿债券定价模型	77
7.1 死亡强度服从带跳 OU 过程的生存指数	77
7.2 单因子王变换下长寿债券的定价模型	78
7.3 实证分析	82
7.4 本章小结	90
第8章 基于带跳 Feller 过程和双因子王变换的长寿债券定价模型	91
8.1 死亡强度服从带跳 Feller 过程的生存指数	91
8.2 双因子王变换下的长寿债券定价模型	92
8.3 实证分析	94
8.4 本章小结	99
第9章 基于双向跳跃因子和 Cameron-Martin-Girsanov 理论的长寿债券的 分层定价模型	101
9.1 含双向跳跃因子的生存指数	101
9.2 基于 Cameron-Martin-Girsanov 理论的长寿债券的分层定价模型	103
9.3 实证分析	109
9.4 长寿债券定价模型的比较分析	110
9.5 本章小结	113
参考文献	115
附录	124
附录 1 巨灾死亡率债券的 Monte Carlo 模拟估值程序	124
附录 2 长寿债券的 Monte Carlo 模拟估值程序	125
后记	127

第1章 绪 论

1.1 死亡率风险证券化的由来

1.1.1 死亡率风险的暴露

人寿保险（简称寿险）公司未来现金流的最终实现受很多不确定因素的影响，死亡率风险是最重要的却一直未引起大多数寿险公司特别重视的因素之一。传统精算理论认为，死亡率风险可以通过发售大量的保单得以分散，然而，大数定律只适用于死亡率分布确定、保单发行量无限大的情况。现实中保单的发行量是有限的，而且未来的死亡率具有很强的不确定性，因而大数定律在很大程度上已失效^[1]。

死亡率是特定人群死亡的发生概率，直接决定了寿险公司死亡给付成本的高低。它受承保地区生活环境、地理位置、人群生存状况、道德风险、经验数据的准确性等因素的影响。死亡给付成本是指寿险产品承诺支付的合同规定给付价值。给付成本等于寿险公司对客户的所有潜在给付责任乘以预期的死亡率，因而预定死亡率的高低，直接关系到业务的经营与发展。当寿险公司的实际经验死亡率与产品设计中所使用的死亡率假设之间存在不利差异时，就产生了死差损，反之，则产生了死差益。死差益是公司利润的一种潜在来源，也可以说是针对情况恶化的安全系数。对死亡寿险而言，利润随着实际死亡率的增加而减少，随着实际死亡率的降低而增加。对于生存年金而言，利润随着实际死亡率的增加而增加，随着实际死亡率的降低而减少。因而，死亡率风险的暴露就来自于死亡寿险中对死亡率的低估和生存年金业务中对死亡率的高估两个方面。

自然或人为造成的巨灾事件导致人口死亡率骤然上升。寿险公司不得不考虑相应的一次事故造成的众多被保险人的死亡赔付问题。近年来，重大天灾和人祸频繁发生，伴随巨额财产损失导致财产保险公司接连破产的恶梦，巨灾中人口的死亡赔付也威胁着寿险公司的经营。据瑞士再保险公司（Swiss Re-insurance Company）统计，1999年自然灾害和人为灾祸造成的保险损失高达286亿美元。1992年的安德鲁飓风，使保险损失的索赔额达到了155亿美元，十多家保险公司和再保险公司一夜之间破产。2001年美国的“9·11”事件使数千人命丧黄泉，据TFP精算咨询公司估计，美国再保险市场承担的“9·11”事件所导致的意外死亡和残疾总损失达25亿美元，这使寿险再保险公司2001年度赔付率上升

约9%，是寿险业者面临的有史以来最大的灾难理赔。2003年的“非典”危机，我国保险业为此付出的代价近亿元。2004年12月月底印度尼西亚苏门答腊岛西北海岸发生里氏8.7级地震，引发印度洋沿岸的印度尼西亚、斯里兰卡、泰国、印度等国家先后遭受强烈海啸。保险覆盖面较低的情况下仍造成非寿险业总损失约50亿美元，寿险业的赔付额也超过了“9·11”事件。2008年5月12日中国四川省汶川县发生里氏8.0级地震，同样伤亡惨重。据民政部报告，截至7月21日12时，汶川地震已确认69 197人遇难，374 176人受伤，18 222人失踪。这次地震的寿险理赔中，中国人寿占了绝大部分比例，赔付笔数超过美国“9·11”事件、印度洋海啸的相关赔付，成为世界上最大的一次寿险赔付。随着环境污染、气候恶化、流行病暴发以及恐怖主义袭击事件的不断出现，巨灾事件的发生频率和危害程度仍存在进一步恶化的可能。巨灾死亡率风险的高额赔付对寿险业的冲击必将越演越烈。

而对于我国——世界上自然灾害最为严重的国家之一，发展滞后的寿险业必将面临越来越严峻的巨灾死亡率风险。我国临近世界上最大的台风源，各种气象与海洋灾害时有发生；我国还是世界上大陆地震最多和地质灾害严重的地区，20世纪以来，我国共发生6级以上地震近800次，死于地震的人数达55万之多，占全球地震死亡人数的53%；我国还是矿难事件高发的国家，据统计，全国煤炭行业每年死亡人数接近6000人。面对非人力可控的巨灾事件，万分悲痛和叹息的同时，更要提高风险防范意识，分散巨灾风险，尽量减少巨灾发生时的经济损失和人员伤亡损失。寿险业肩负着承保死亡率风险、减缓国家财政压力的重大职责。与此同时，我国拥有世界上最具潜力的人寿保险市场，随着保险覆盖面的增大，寿险业不断发挥其作用的同时，巨灾死亡率风险也必将成为其不容回避的重大风险暴露。

人寿保险业死亡率风险暴露还来自于人类寿命的普遍延长。随着人们生活水平的提高和医疗卫生条件的改善，接踵而来的长寿风险给寿险公司的年金业务带来前所未有的挑战。随着人口老龄化程度的加剧，长寿风险已成为政府、企业和个人所面临的一种日益严重的社会风险。从广义上说，长寿风险是指个人或总体人群未来的平均实际寿命高于预期寿命产生的风险^[2,3]。个体长寿风险(individual longevity risk)是指个人在其生存年限内的花费超过了自身所积累的财富，此类风险可通过参加相关养老保险进行管理，如参加政府的社会养老保险、参加企业的养老保险、购买人寿保险公司的年金产品等。总体人群的长寿风险称为聚合长寿风险(aggregate longevity risk)，是指一个群体的平均生存年限超过了预期的年限，该风险是无法根据大数法则进行分散的系统风险^[4,5]，无论是人寿保险公司、企业的养老金计划还是政府的社会保险计划，都难以对聚合长寿风险进行有效的管理。如无特别说明，本书中的长寿风险均指聚合长寿风险。

随着世界各国经济的发展,以及人民生活水平和医疗水平的不断提高,人均寿命迅速增加。根据联合国的统计,世界人均寿命在1950年时只有44岁,目前已经提高到66岁,到2050年时将延长到77岁。人类寿命的迅速延长是世界人口老龄化的主要原因。根据联合国提供的最新统计数字,2002年全世界60岁以上的老人为6.29亿人,占世界人口总数的10%。到2050年,老人人数将猛增到19.64亿,占世界总人口的21%,平均每年增长9000万。

长寿问题在中国尤为突出。目前,我国已步入了人口老龄化大国的行列,并且老龄化的速度也明显快于其他国家。受计划生育政策的影响,在未来的27年中,中国的老龄人口比例将从7%上升到14%,而在美国,这一进程需要69年的时间才能完成。我国的人均预期寿命从1982年的67岁增长到2003年的72岁,预计到2020年将会达到79岁。老龄人口的增加意味着养老金负担的加重。据劳动和社会保障部估计,资金缺口将每年至少增加1000亿元人民币。如果资金短缺问题无法解决,那么30年后,这个缺口将会扩大到6.2万亿元。据测算我国寿险业偿付高峰期将徘徊在2020~2025年。到2020年,我国老年人口将达到2.48亿人,老龄化水平将达到17.17%^[6,7]。

老龄化程度的加深、人口红利的丧失,把中国置于“未富先老”的困局,养老金支付面临巨大压力。根据联合国最新的人口预测数据,2011年以后的30年里,中国人口老龄化将呈现加速发展态势。到2030年,中国65岁以上人口所占比例将超过日本,成为全球人口老龄化程度最高的国家。而中国的人口红利大约在2013年达到顶峰,此后将处于缓慢下降的状态。这意味着,“十二五”时期中国人口红利将逐渐丧失。据民政部社会福利和慈善事业促进司统计,目前中国养老金“空账”规模约1.4万亿元,未来30年里将达到6万亿元。与此同时,我国养老金收益还跑不过CPI,将养老金保值增值的希望寄托在资金运营上,可能很难扭转局面。不断加剧的养老压力将可能导致人均GDP、投资和资本存量的增长速度持续下滑,以及公共债务规模的持续扩大。

近年来,商业年金和退休年金在我国发展迅速,并已成为社会保障体系的重要组成部分。人寿保险业的退休年金业务将极大缓解社保资金不足问题,为老龄人口提供更多的保障。但人口总体寿命的延长必将给寿险公司偿付能力带来严重威胁。

总的来说,随着社会的发展与进步,日益凸显的巨灾死亡率风险和长寿风险,给世界各国的经济、社会、政治、文化等方面的发展带来了深刻影响,尤其对经营死亡率风险的寿险公司更是埋下了偿付危机和破产风险,因而我们不得不提高死亡率风险防范意识,重新审视死亡率风险的规避问题。

1.1.2 传统风险管理方法与证券化技术

死亡率风险的规避是全世界寿险公司不得不面临的一道难题,利用传统管理

风险的办法很难实现死亡率风险的转移。首先，在意识到巨灾风险暴露增加的情况下，补充资本金的方案很难实现。寿险公司很难短时间筹集到如此巨额的资金，来为其所面临的巨额风险暴露补充足够的资本金。其次，通过提高风险保单的保费来抵消部分新增风险的作用甚微。传统转移死亡率风险的做法是提高风险保单的保费，或是提高承保标准、选择优质保户等，这种做法将会导致保险公司的大量保险业务的流失。最后，传统的再保险产品和方法暴露出了功能上的缺陷。由有限的巨灾保险历史数据来看，再保险的价格受巨灾事件发生的影响非常严重。一次巨灾事件发生后保险人和再保险人纷纷调整对巨灾损失的评估，提高保险费率和再保险费率，上升的额度可能高达期望损失的数十倍。同时，传统再保险所能提供的再保险产品的数量和种类有限并将大幅度减少，有些自然灾害和人祸不列入保险公司的可保范围，然而在保险技术水平上还不能对此有效地进行承保和分保。再有，20世纪80年代以来严重自然灾害导致巨额索赔的连续发生，使保险人、再保险人的盈余急剧减少，再保险供给能力严重不足。1993年有8家美国再保险公司和38家其他国家的再保险公司，或者收缩巨灾再保险业务或者不再承保巨灾再保险。再保险价格的上升、保障范围的减少以及供给能力的不足，将极大地抑制由于巨灾事件和长寿问题引起的再保险需求，并将严重地影响寿险公司通过再保险转移超额风险的有效性。当潜在的损失金额超过保险及再保险公司偿付能力时，人寿保险公司从现有保险体制中难以通过快速筹集资金寻找到有效的解决途径，此时公司的破产概率很大。

为了寻找新的风险配置方式，以满足不断增长的保险需求。人们开始将寻求再保险支持的目光转向发达的资本市场。资本市场上流动的巨额资金无论在数量、流动性及地域分布等方面都存在可以利用的优势。资本市场自然就成为金融创新者探索配置风险的新领域。利用资本市场极强的风险消化能力实施风险证券化，从而分散风险、提高保险人的承保能力，已成为金融创新的一个发展趋势。

保险风险证券化的概念最早是由美国学者罗伯特·戈西（Robert Goshay）和理查德·桑道（Richard Sandor）在1973年发表的一篇关于保险衍生产品的论文《构建再保险期货市场的可行性研究》中提出的，但在当时却没有引起多大的反响。直到1989~1993年，全球发生前所未有的巨灾损失，使得国际再保险公司损失惨重，保险公司资本急速减少，连带巨灾再保险市场为之低迷，巨灾风险难以分散。再保险市场的疲软，导致保险公司承保能力下降。在这种情况下，保险风险证券化的构想才再次被提出，并被用于巨灾财产保险的赔付问题上。

巨灾保险风险证券化（catastrophe insurance risk securitization, CIRS）是指把缺乏流动性、但是具有与其未来稳定现金流的保险公司特定的巨额承保风险暴露汇集起来，形成一个风险池，通过结构性重组与分割，设计出一种能承载该特定风险池中的新型的金融工具——CIRS产品，并通过在资本市场买卖这种新

型的金融工具而达到转移和为这些风险融资的目的的过程。1992年,美国芝加哥商品交易所(Chicago Board of Trade, CBOT)推出了巨灾保险期货和期权,从而开了保险衍生产品的先河。此后,CBOT在1995年又推出财产赔偿服务(property claim service, PCS)巨灾期权,从此,整个期货市场才开始注意到保险风险的证券化问题。继美国芝加哥交易所PCS期权上市交易后,百慕大商品交易所(Bermuda Commodities Exchange)也于1997年推出巨灾指数期权(catastrophe index options),提供避险者于美国芝加哥交易所期权之外的另一种避险工具。但无论是美国芝加哥交易所的PCS期权,还是百慕大商品交易所的巨灾指数期权,都是保险风险通过资本市场证券化的程序,用公开市场已标准化的合同进行交易,将巨灾风险转移至资本市场。而最成熟、最广为接受的风险证券化产品是巨灾债券。1997年,纽约设立了巨灾风险交易所,这是一个专门通过网络进行各种巨灾风险交换、非传统风险转移工具等买卖的场所。

随着保险业与资本市场的联系日渐密切,在再保险公司的推动下,保险风险证券化的思路、技术及产品设计,已经开始从巨灾风险领域向保险传统领域深入,人们开始注意到寿险业开展证券化业务的可能性和必要性。Cowley等从贷款支持证券结构入手,讨论了人寿和年金证券化,研究表明金融混业导致的竞争加剧、保险产品类型的转换、新业务的继续拓展以及更加严格的偿付能力要求是人寿保险公司开展资产证券化的动力,并讨论了人寿保险证券化几种主要类型的运作机制,包括保单现金流证券化、准备金证券化、死亡率风险证券化及保单质押贷款证券化等^[8]。Stone和Zissu将证券化技术应用于防范不可预测的重大疾病中,并提出了一种能够测量在估计寿命之外的保险证券价值的模型^[9]。Pieter等分析了人寿保险证券化对欧洲资本市场的影响,并对未来发展前景进行预测^[10];Cox从经济的视角对证券化进行了讨论^[11]。国外学者对人寿保险证券化的探讨较多,但也不十分完善,仍然处于理论与实践的摸索阶段。国内对此技术接触时间较短,缺乏定量研究,尚处于介绍阶段。李勇权探讨了我国引入保险风险证券化技术的可行性与必要性^[12];洪哲详细介绍了保险风险证券化的概念及其运作结构,分析了保险风险证券化产品与传统再保险产品的差异,并对保险风险证券化的前景进行了展望^[13];徐为山等分析了保险证券化的金融原理和定价理论基础,并且从理论上证明保险证券化技术不只可以运用于巨灾风险,而且可以在人寿保险中得到运用,并且认为后者更具发展潜力^[14];林泽涛分析了我国引入寿险证券化的必要性和可行性,并在对我国引入寿险证券化障碍进行分析的基础上提出相关政策建议^[15]。

首次发起寿险纯(死亡率)风险转移的证券化交易的是瑞士再保险公司,它于2003年12月将CIRS技术与方法应用于寿险保单的死亡率风险上,用于转移寿险公司面临的寿险保单死亡率增加的风险,成为寿险风险证券化具有开创意义

的尝试。寿险公司将一组保单下等于预期死亡率成本的费用支付给特殊目的机构 (specid purpose vehicle, SPV), 然后根据该组保单的实际死亡率经验收取来自 SPV 的支付。SPV 通过向投资者发行证券进行融资, 投资者则将收到伦敦同业拆借利率 (London intorbank offered rate, LIBOR) 加上一个风险利差以补偿其承担死亡率风险可能带来的损失。这种寿险公司的风险证券化类型与 CIRS 最为相像。死亡率风险债券的触发条件由特定的死亡率标准来描述。寿险风险转移证券化的特征是其具有期权性质。转移风险的寿险证券类似于产险中的巨灾证券。第一次真正尝试长寿风险证券化的是 2004 年 11 月由法国巴黎银行 (BNP Paribas) 推出的长寿债券。与息票给付相联系的生存指数是英国和威尔士 2003 年 65 岁的男士, 债券最初的市场价值 5.4 亿英镑, 25 年到期。虽然该债券最终未能广泛流通, 但提出了如何给长寿债券定价, 如何确定发行量等很多值得研究的问题。

信息技术的进步、资本市场信息的完备性提高、交易者行为理性增强、人们对资本市场的认知程度提高, 以及相应的法律、服务等方面知识的增加, 促进了资本市场的扩张与保险风险证券化发展。正是保险市场方面的推力和证券市场方面的吸引力, 导致了死亡率风险证券化产品的出现。死亡率风险证券化将传统意义上不可保的风险通过证券化转移到了资本市场, 从而使其变得可保; 或者将传统的风险转移方式不能够有效地转移的风险, 通过重新包装销售给资本市场实现风险的转移, 从而在一定程度上替代了传统的保险方式, 并使投资者能够更有效地配置资金、分散投资风险。随着资本市场的成熟, 寿险业与资本市场融合度的不断加深, 死亡率风险证券化将不断发挥其在寿险业和资本市场中的潜在作用。

1.1.3 死亡率风险证券化的作用

死亡率风险证券化在国外从 1973 年开始萌芽, 经过 20 余年的酝酿, 再到 2003 年瑞士再保险公司死亡率债券的成功交易, 经历了复杂的演化过程。随着近年来巨灾事件的增多和长寿问题的凸显, 死亡率风险证券化研究越来越引起人们的关注。其证券化的创新理念, 掀起了风险管理和转移的革命, 并逐渐成为进入 21 世纪国际金融市场新的发展趋势。然而, 对于巨灾严重、长寿问题突出的我国, 死亡率风险的补偿还主要依赖国家财政支出, 随着巨灾赔付的增多, 以及社保基金缺口的不断扩大, 国家财政已不堪重负。在人口众多的我国如何管理死亡率风险不仅关系到寿险业经营状况和竞争能力的改善, 还关系到国家的发展和人民生活质量的提高。目前, 我国有关死亡率风险证券化研究刚刚起步, 多数研究还仅处在定性的讨论阶段。因此, 加强死亡率风险证券化研究, 利用证券化产品实现对死亡率风险的有效管理, 不仅有利于提高我国寿险公司的承保和偿付能力, 促进其风险管理技术与国际接轨, 而且对于我国资本市场乃至整个金融业的

发展都会产生重要影响。

(1) 提高寿险公司承保、抗风险能力,有助于解决寿险业面临的资金运用狭窄、抗灾能力差等问题。通过证券化形式,将集中于寿险公司的死亡率风险通过资本市场机能加以分散。通过这种金融市场的结构性融合、保险风险证券化技术,寿险公司可以将超出自身承保能力的风险业务如巨灾死亡率风险、长寿风险等出售给资本市场的机构或个人投资者。这在客观上提高了寿险公司的偿付能力、扩大了承保范围,有助于其提高市场占有率。

(2) 弥补我国再保险的不足,提高我国寿险公司的财务安全水平,减小资产负债匹配风险,保证寿险公司经营安全。我国的再保险市场并没有完全与国际再保险市场接轨,再保险的国际分保的分入和分出渠道的缺乏,造成风险的积累,再保险缺乏足够的资本来应付巨灾赔付。以资本市场为基础,通过风险证券化,将集中于寿险公司的风险进行分散,被证券化的风险责任可以在资产负债表中调整,这样可以最大限度地满足寿险公司的偿付能力要求。

(3) 解决寿险公司面临的资金筹集通道不畅及流动性不足等问题。保险给付的精算现值与未来保费收入的精算现值之间是存在差额的,因此寿险公司必须持有一定的准备金,这必然要占有寿险公司大量的流动资金,风险证券化产品可以提前实现保单内涵价值,使寿险公司有更多的流动资金去开展新业务。

(4) 降低信用风险,提高寿险公司的信用等级。我国加入世界贸易组织(World Trade Organization, WTO)后,以往政府对于国内寿险公司的过度保护政策将被停止。国外保险公司资金雄厚、管理先进、经验丰富、科技水平高、人才优势突出、信用等级高,如果国内公司不能得到较高的信用等级,将很难同国外保险公司竞争。寿险证券化产品在发行过程中有第三方担保做信用增级,可以减少寿险公司的信用风险。为了保证被保险人和投资者的利益,死亡率关联债券(mortality linked bonds)发行所筹集的资金投资于投资收益较高的证券,并且用评级高的公司做担保,该证券作为担保品放在特殊目的机构中,这样死亡率风险就转化为一种投资证券。由于特殊目的机构积累了充足的资金以支付各种可能出现的理赔,死亡率关联债券与传统再保险相比具有更高的信用质量。因此,开展死亡率风险证券化对国内保险公司信用等级提高具有特别重要的意义。

(5) 进一步丰富了证券市场,为投资者提供了新的、风险独立的投资渠道。根据马克维茨(Markowitz)的投资组合理论,投资组合中的各种投资工具之间的相关程度越低,投资组合的风险越小。保险事故的发生与股票、债券市场的回报率之间不存在相关关系,因此,投资死亡率关联债券等保险连接证券与投资无风险资产具有相同的作用,可以进一步分散投资风险、优化投资组合。

寿险死亡率风险证券化还具有赔付迅速、触发机制清楚及优化税收等优点。随着保险市场与金融资本市场的不断融合,此类交易标准化、监管、税收等法律

规则的逐渐明晰，死亡率风险证券化正在逐步得到保险市场和资本市场的普遍认可，进而形成一个独立的市场。死亡率风险证券化产品的推出，将进一步加强银行业、证券业、保险业之间的合作，提升金融业的总体水平，促进我国保险业与国际接轨，推动我国金融创新能力的提高。此类产品的研发，不仅对于寿险业而且对于国家财政和社会保障部门都将起到不可估量的作用。

1.2 死亡率风险证券化产品的分类

1. 死亡率关联债券

死亡率关联债券与一般债券相比，最明显的特点就是它的触发指数设定是基于标的死亡率状况。如果在约定期限内触发事件未发生，购买死亡率关联债券的投资者将获得约定的回报；如果触发事件发生，债券购买者将丧失部分或全部利息收入，甚至丧失部分或全部本金，具体由死亡率关联债券种类设置而定。根据所对冲死亡率风险的不同，死亡率关联债券可分为巨灾死亡率债券和长寿债券。两类债券的触发指数分别为死亡率指数和生存指数，因此，也可根据触发指数的不同将两类债券称为死亡（率）债券和生存债券。本文采用巨灾死亡率债券和长寿债券的分类法。

长寿债券具有多种形式。Blake 和 Burrows 开创性地提出，可以运用长寿债券来规避长寿风险^[16]。该长寿债券具有下述结构：债券的未来息票给付依赖于一个生存指数，生存指数为债券发行日达到退休年龄的人口（如年龄为 65 岁的人口）在息票给付日仍生存的比率，例如，2000 年发行的生存债券在 2020 年进行的息票支付与 2000 年的 65 岁人口生存到 85 岁的比率成比例；该生存债券无本金偿还，由政府发行且可以在市场上公开交易。Lin 和 Cox 对长寿债券的交易机制用现金流图表示^[17]如图 1.1 所示。

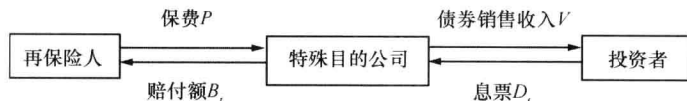


图 1.1 长寿债券现金流

图 1.1 中，再保险人（或保险人）从特殊目的公司（special purpose company, SPC）购买再保险；特殊目的公司向投资者发行长寿债券；根据再保险合同约定，特殊目的公司每期根据死亡率的变化情形向再保险人进行赔付，赔付额为 B_t ；依据事先约定的死亡率指数计算办法，根据死亡率指数的变化，特殊目的公司向投资者每期支付变动的息票 D_t ，到期偿还本金。Lin 和 Cox 给出了计算 B_t 和 D_t 的公式^[17]。

Blake 等对长寿债券进行了深入的讨论，指出长寿债券的设计应考虑以下因

素：发行的债券是否作为长寿风险的套期保值工具；存在长寿风险的寿险产品类型，如年金产品；使用的死亡率指数；支付函数 f_t 的性质及其与生存函数 S_t 的关系，即 $f_t(s_t)$ 的函数形式如何表述。基于以上考虑，他们提出了以下不同形式的长寿债券^[18]。

(1) 零息票长寿债券。与传统的零息票债券类似，可作为复杂的定制生存债券的基本构件。

(2) 经典长寿债券。由 Blake 和 Burrows 提出^[16]，Lin 和 Cox 进行了进一步研究^[17]。

(3) 本金有风险的长寿债券。息票支付额固定或与利率相关，而与死亡率变动无关；到期本金的支付与约定的死亡率指数的变动相关，即本金的返还情况反映了长寿风险的影响。

(4) 反向长寿债券。与反向浮动利率债券类似，其中息票支付 $f_t(s_t)$ 是 S_t 的逆函数，例如， $f_t(s_t) = k(1 - S_t)$ ， $k > 0$ 。显然，随着时间的延续反向生存债券的息票支付额增大。

(5) 抵押长寿债券。与传统的抵押债券类似，抵押生存债券被分成一系列不同的组，这些组被称为“层”（tranche），不同层的现金流不同，存在不同程度的长寿风险，具有不同的期望回报。

2. 死亡率互换

相关学者研究了长寿风险证券化的又一形式——死亡率互换（mortality swaps）^[19]。死亡率互换的交易机制用现金流动图表示，如图 1.2 所示。

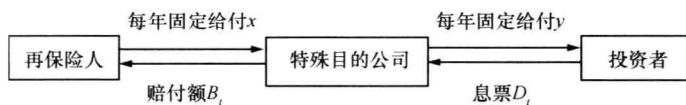


图 1.2 死亡率互换现金流

图 1.2 中，再保险人（或保险人）向特殊目的公司每年固定给付 x ；投资者向特殊目的公司每年固定给付 y ； B_t 和 D_t 分别表示赔付额和息票，到期无本金偿还。Blake 等对上述死亡率互换进行了较深入的探讨，指出目前存在一定数量柜台交易类型的死亡率互换并介绍了死亡率互换的应用^[18]。与死亡率关联债券相比，死亡率互换由于缺乏本金作担保，存在交易的对手风险（counterparty risk），并且由于柜台交易的特点，很难获得生存互换的交易信息。

3. 死亡率期货

死亡率期货（mortality futures）中，寿险公司在市场上主要是扮演保值者角色，即寿险公司通过买卖死亡率期货产品来弥补超过预期的赔付损失。寿险公司在承保的同时购入与保额等份的合同，一旦损失大于预期，期货合同的市场价