

上海师范大学商学院金融研究与实践新发展系列丛书
本书撰写出版获得上海师范大学商学院学科资助

基于多目标优化理论的 财险公司定价研究

Pricing Study of Property and Liability Insurance Company
Based on Multi-objective Optimization Theory

李方方 著



同济大学出版社
TONGJI UNIVERSITY PRESS

基于多目标优化理论的 财险公司定价研究

李方方 著



同济大学出版社
TONGJI UNIVERSITY PRESS

基于多目标优化理论的 财险公司定价研究

李方方 著



同济大学出版社
TONGJI UNIVERSITY PRESS

序

财产保险的定价问题一直是保险业界和学术界的关注热点。财产保险定价是管理者在精算费率拟定的基础上,充分考虑消费者、经营者、监管者、销售者、股东等利益相关者的要求或期望后综合制定的合理价格。不同利益相关者对价格有着不同期望,因此,定价决策具有多目标属性,其完整目标体系应包括价值目标、利润目标、规模目标、成本目标和风险目标。这些目标并不统一,甚至是相互冲突的,为了解决这个问题,需引入多目标优化理论。此外,对于财险公司来说,产品定价的关键在于未来产品销量满足大数法则要求的数量条件,因而产品需求是财险定价时必须要考虑的因素。因此,本书试图将多目标优化理论应用于财险公司定价领域,从多目标优化的角度研究多个冲突目标下的定价问题,在多目标模型的框架下研究需求对财险公司定价的影响。

构建基于多目标优化理论的财险公司定价模型并进行求解是本书的总体目标,主要解决的关键问题包括:

(1) 财产保险定价的影响因素分析。本书拟从产品层面、公司层面和环境因素层面对定价因素进行总结,采用我国 46 家财险公司的财务面板数据对价格影响因素进行实证检验。通过财产保险定价的影响因素分析,可以明确所有影响价格的潜在因素,不会在建模时有所遗漏。

(2) 多目标定价模型的构建。由于定价模型涉及较多的决策变量,以及财险公司在不同发展阶段对不同目标的期望不同,本书将多目标优化理论和财产保险定价相结合,根据决策变量个数和保险公司发展阶段建立不同时期的多目标定价模型。

(3) 财险公司随机多阶段、多目标定价模型的构建。在保险公司的实际

运营中,保险合同的获得是分散的,到期时间并不统一,保险公司在做当期价格决策时,需考虑当期价格对下一期的影响。本书将动态财务分析方法中的随机情景生成与多目标优化方法相结合,使用遗传算法得到动态产品价格的最优帕累托(Pareto)解集和相应目标值,并探析了再保险决策和初始资本投入对最优解集的影响。

(4) 需求影响下财产保险的多目标定价模型。保险产品作为正常商品,应满足经济学基本需求定律。传统定价方法中甚少体现出价格对消费者需求,进而对保费收入规模的影响。本书将需求函数代入财产保险的定价模型,从多目标视角建立经济学定价模型和金融学定价模型。

本书的主要创新之处在于:

(1) 创建了包含多个决策变量和约束条件的多目标定价模型,模型中涵盖了再保险、资本注入、投资决策等与定价过程相关的多个影响因素。克服了单目标定价模型的局限性,包括目标设置的局限性和决策变量的局限性。本研究的多目标定价模型将定价视角从单一利益相关者扩大到全部利益相关者,从公司整体层面,从更高的层次对定价目标进行扩展和提升,从而提高定价决策的有效性。

(2) 创建了随机资产负债情景下、多阶段的财险定价模型,以多期价格变量和再保险比例为决策变量,以价值、破产风险、定价风险、公平价格为目标,使用多目标遗传算法求解出最优价格组合和再保险比例的帕累托解集,并给出相应目标值集合。多目标优化算法的使用保证了求解出的决策解集为帕累托最优解集,极大地缩小了管理者的决策选择范围,提高工作效率。另一方面,多阶段的设定能免除决策者陷入短期目标困境,有助于实现持续经营。

(3) 建立了需求影响下的多目标定价模型,强调了消费者需求对产品价格的重要影响,假设消费者需求与产品价格和保险公司的违约风险有关。价格的变动不仅会影响消费者需求,还会改变财险公司的违约风险,而违约风险的变动则会反映到保险需求的变动上。这种设定通过需求函数将消费者的利益与公司管理者的利益联系在一起,使得管理者在追求自身目标的同时兼顾到消费者的权益。

本人于 2005 年,在申请教育部重点基地项目“保险公司价值评估问题研究”(06JJD790036)时开始关注并研究多目标规划问题。从博士生解强开始,展开对多目标规划问题的研究,积累了一些研究成果,在此基础上承担了自然科学基金项目“基于多目标规划的保险公司随机资产负债管理”(71073084)和教育部专项基金项目“基于多目标规划的保险公司决策问题研究”。博士生李方方在进行博士论文选题时,我们共同将其博士论文选定为“基于多目标优化的财产公司定价研究”。本书也可以看作是教育部专项基金项目“基于多目标规划的保险公司决策问题研究”的后期成果。

如有不当之处,请读者指正。

李秀芳

2017 年 12 月

目 录

序

1 引 言	1
1.1 问题的提出	1
1.2 研究的背景	9
1.3 研究的意义	14
1.4 研究内容与框架	16
1.5 主要创新点	20
2 理论基础与文献综述	22
2.1 财险定价的理论基础与文献综述	22
2.2 多目标优化理论基础	37
2.3 多目标优化理论研究综述	48
3 财产保险定价的影响因素分析	55
3.1 财产保险价格影响因素分析	55
3.2 价格影响因素的实证检验	63
3.3 价格影响因素的实证结果	67
4 财产保险公司多目标定价模型的构建	78
4.1 财产保险公司基本运作的模型假设	78
4.2 财险公司定价决策目标的选择和量化	86
4.3 多目标定价决策模型的建立	93

5 财产保险公司随机多目标定价模型	100
5.1 引言	100
5.2 研究方法	101
5.3 定价模型随机模拟框架	105
5.4 财险公司定价决策目标量化和约束量化	119
5.5 多目标随机定价模型	121
5.6 多目标随机定价模型求解结果	124
6 多目标随机定价模型的敏感性分析	134
6.1 多目标模型的唯一最优解	134
6.2 多目标定价模型的敏感性分析	135
6.3 决策者目标偏好的敏感性分析	142
6.4 多业务线定价模型的扩展	148
7 需求影响下财产保险的多目标定价模型	153
7.1 引言	153
7.2 相关文献综述	154
7.3 需求影响下多目标经济学定价模型的构建	158
7.4 需求影响下多目标金融学定价模型的构建	170
8 结论与展望	184
8.1 主要研究结论	184
8.2 研究不足与未来展望	187
附录 多目标优化模型的传统解法	189
参考文献	194

引言

本章首先提出本书的研究问题,并阐述问题的研究意义,然后说明本书研究的主要内容,列出研究框架,最后给出本书的主要创新点。

1.1 问题的提出

1.1.1 财产保险公司经营的特殊性

财产保险公司经营的特殊性主要体现在高风险性、资本结构的高负债性以及监管部门的高约束性。

1. 高风险性

财险公司的高风险性主要体现在两个方面,首先是经营对象的高风险性。财险公司出售的产品本身就是与经济社会中的各种物质或者利益相关者的风险。财险公司通过收取保险费用的方式汇聚大量风险单位,集中资金按照签订合同对保单持有人的损失进行有效补偿,同时采用先进的技术和方法对风险进行管理,在时间和空间上对风险进行合理分散。

另一方面,财险公司的这种特殊经营模式使得其在经营过程中面临众多的风险因素。整体上可将财险公司面临的风险分为三种类型:第一种是负债风险,也可以称为技术风险,这类风险是财险公司所独有的,与其出售保单有关的风险。第二类风险是资本风险,也可以称为投资风险。这类风险是一般金融机构都会面临的风险,包括违约风险、市场风险等。最后一类风险是操作风险,是财险公司在操作运营过程可能会面临的风险,包括欺诈风险和法律风险等。

2. 高负债性

财险公司的资本结构由公司股东的股权资本和产品消费者的债权资本组成,股权资本与债权资本相差悬殊,导致财险公司高比例负债的特殊经营模式。由于负债发生的不确定性,财险公司需要从收取的保费收入中提取各种准备金来应对未来理赔,这些准备金形成了财险公司的主要负债项目。实际中,财险公司所发生的真实负债是不确定的,赔付与预计赔付之间的差额可能会导致准备金不足风险,影响到财险公司的承保能力和经营管理。在这种特殊的经营模式下,保单持有人既是财险公司的消费者又是财险公司的债权人,而债权人的极度分散使财险公司的主要控制权掌握在少数股东手里。与其他金融机构相比,财险公司既要努力实现股东收益最大化,又要保证充足的偿付能力来满足投保人的理赔需求,保护债权人利益。

3. 高约束性

财险公司受到严格约束的原因一方面是由于其经营过程中真实存在的众多风险,另一方面财险公司的经营状况直接关系到广大人民群众的安全和切身利益,监管者必须防止财险公司陷入偿付能力不足风险,保护消费者权益,维护社会稳定。可以说监管部门在财险公司的运营中占据重要地位,从保险机构的设立开始,申请成立的财险公司及其分支机构就必须满足比一般金融机构更为严格的审批条件。此外,财险产品的设计与定价、销售、核保和理赔等多个经营环节都需在监管部门监控下,按照一定规则进行。最后,财险公司还需要满足监管者对偿付能力充足度的要求。因此,财险公司

在经营过程中必须时刻关注监管环境变化,满足监管部门的各种约束。正是由于财险公司经营存在自身特殊性,管理者在进行定价决策时才应该充分考虑各方面因素,认清公司经营管理的各个目标。

1.1.2 不同角度的财产保险定价

财产保险定价问题包含多个角度和多个层面。首先,从精算学角度,财险产品的价格应足够补偿由出售产品所带来的赔付和费用成本,并在此基础上通过设定利润附加因子和风险附加因子使财险公司获得一定利润,并将定价风险控制可接受范围之内。精算定价法属于成本定价法,强调收支平衡。精算定价的研究重点是在现有历史赔付数据的基础上,使用数学模型来更精确地估计和预测未来损失,精确估计产品成本。精算定价也考虑了财险公司的收益目标,但是精算角度的财险定价在设定利润率时更多依赖于历史经验,没有从最优化的角度出发;与其他经营环节脱节,没有考虑公司的其他经营目标。

作为市场经济下的运行个体,财产保险公司的定价问题也属于管理学和经济学范畴。从管理学的角度,财险定价实质上是管理者的一系列决策。而这些决策需要同时考虑公司其他利益相关者如股东、管理者、消费者和监管者等多个群体的利益。不同利益群体对价格有着不同的期望和要求,而这些期望和要求之间往往相互冲突。最终的价格决策结果是多个利益群体之间相互妥协、共同作用的结果。因此,从管理学的角度,定价问题是具有多目标属性的,它需要满足多个利益主体的不同需求。

最后,从经济学的角度,财产保险价格是使得财产保险市场上保险需求与保险供给达到均衡时的价格水平。财产保险公司经营管理的基础是大数法则的运用。根据大数法则,财险公司可将汇集的大量的、不确定的个体风险转化为确定的组合风险,并且随着承保标的数量的增加,预期损失与实际损失的差距逐渐减小。对于财险公司来说,产品定价的关键在于未来产品销量满足大数法则要求的数量条件。从这个角度来说,产品需求是财险定价时

必须要考虑的因素。由于保险产品是正常商品,保险需求与价格成反比,价格过高,不具备适销性可能会导致产品的失败。

1.1.3 财产保险定价的多目标属性

随着全球金融市场一体化进程的加速,各金融组织之间的竞争日益加剧,金融环境中的不确定性和不稳定性也因为迅猛发展的技术变革而日益增加。在这种背景下,金融决策的重要性和复杂性与日俱增。传统约束条件下的最优化方法在解决如今的金融问题时遇到了瓶颈。Zopounidis (1995)指出,金融决策需要从更全面更实际的角度出发,突破传统优化问题的限制性框架。在传统微观经济学的框架下,很多优化问题只设定一个目标,如消费者决策的效用最大化目标和公司决策的利润最大化目标。这种设定存在较多问题,比如对于公司决策来说,股东财富最大化目标相比较利润最大化目标可能更贴近现实;其次,单一的利润目标对复杂的公司决策过程不具备完全解释性;最后,现实中决策者可能不具备足够的信息来实现利润最大化,而是会选择其他一些更容易实现的目标来促进利润最大化目标的达成。Spronk 等(2005)指出,不管是从企业价值最大化的单目标角度还是利益相关者的多目标角度出发,金融机构的大部分决策是具有多目标属性的。财险公司作为一种特殊的金融机构,其经营决策同样具有多目标属性。

1. 财险公司经营目标的多目标属性

保险业的特殊性决定了财险公司在经营过程中需要权衡多方利益关系,扬弃“股东至上”逻辑。虽然从短期来看维护消费者利益与价值最大化目标有所冲突,但是从长期来看,只有在保证多个群体利益的前提下才能实现最终价值最大化目标。不同利益相关者对财险公司的经营发展有着不同的期望目标,管理者在经营过程中必须充分考虑他们的希望和要求。所以财险公司的经营目标是具有多目标属性的,一方面是为了满足不同利益者的需求,另一方面更是为了实现最终价值最大化目标。

价值最大化目标的核心在于长期的稳定发展以及各方利益的满足,同时价值目标兼顾了风险报酬和资金的时间价值。可以说,它是公司财务目标的最优选择,对于财险公司来说也不例外。公司价值主要源于三个重要的决策领域:公司战略、公司理财和公司治理(张平淡,2003)。其中,财险公司战略主要包括保险产品的开发、定价和销售,市场战略等;财险公司理财主要指投资收益的获得,如何在最小化资本成本和投资风险的前提下最大化投资者的资本回报率;最后财险公司治理旨在使所有的利益相关者都得到公平的保护,包括公司职员的业绩评价、薪酬规划,债权人与股东利益权衡,投资人与经理人之间的沟通等,是促使最终目标达成的制度保障。所有这些决策都需要在满足监管者规定的前提下进行。由此可见,实现公司价值最大化是一个非常复杂的过程,财险公司需要制定一系列的中间目标或者中介目标来保证最终目标的实现。

如图 1.1 所示,管理者在制定财险公司战略时需要考虑其对公司的规模、利润和风险的影响。梁宝柱和任珊(2003)指出,财险公司战略可细分为:整体发展战略,确定未来发展导向;业务战略,扩大需求,提高市场份额;经营战略,保证公司利润最大化的前提下使所有的利益相关者得到公平的保护;国际扩张战略,开发国际市场;营销战略;等等。这些领域的战略决策与财险公司的规模、利润和风险息息相关。

第一,利润最大化是业务战略和经营战略的主要目标,利润不仅能提高保险人的偿付能力水平,而且给了保单持有人续保和股东持续投资的信心。因此财险公司经营业务的一个重要目标就是获得利润。第二,公司规模是业务战略、国际扩张战略和营销战略的主要目标,我国保险市场是垄断竞争的保险市场,各种类型的财险公司都在努力地通过扩大市场份额来实现规模利润和获得更大市场影响力。虽然财险公司规模越大,成本越高,但相比之下,产品收入销量会更高,并且在未来可能会经历更高的保费收入增长。第三,风险是财险公司的主要经营对象,财险公司的经营过程中伴随着多种风险,管理者在制定各类战略规划都不可能将风险目标排除在外。

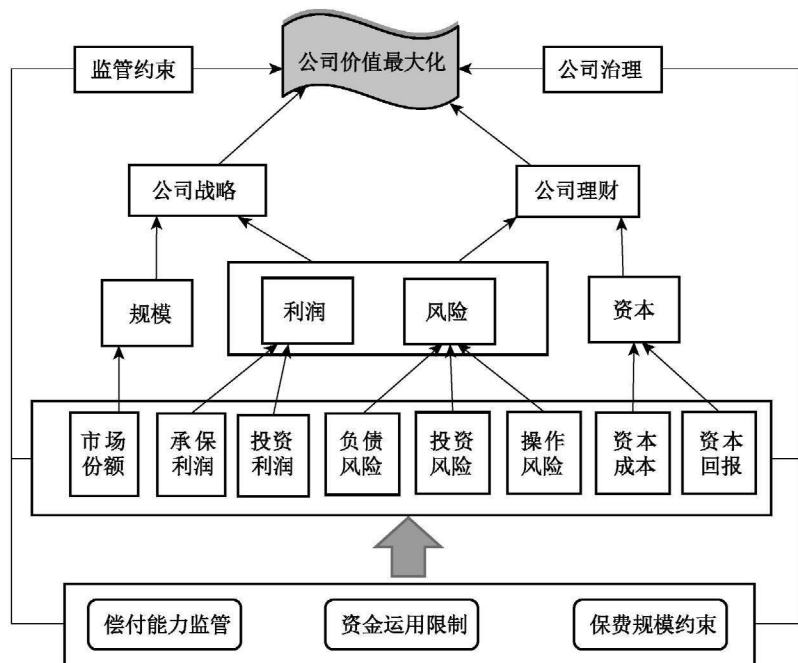


图 1.1 财险公司价值最大化的目标层级图

财险公司理财的重点在于投资决策、融资决策和资本管理,这些决策会对财险公司的资本、利润和风险产生影响。

第一,投资利润是财险公司利润的重要组成部分,财险公司利用收取保费和支付赔款之间存在的时间差赚取投资收益,随着市场竞争的加剧,承保利润的降低,投资利润在财险公司总利润中的地位越来越重要。

第二,融资决策和资本管理决定了财险公司的总资本规模,资本规模的增加不仅能提高财险公司的承保能力,增加业务规模,还能提高财险公司的安全性。然而资本是稀缺资源,如何在最小化资本成本的同时最大化资本回报,是公司理财所要实现的目标之一。

最后,投资决策、融资决策和资本管理中会可能产生投资风险、信用风险、流动性风险等,管理者需在最小化风险的前提下,最大化股东的资本回报率。

从上述的分析过程中可以看到,财险公司价值目标可以分解成利润、资本、风险和规模等中间目标,实现各类中间目标的过程也即是实现价值最大化目标的过程。其中各类中间目标可继续向下划分,比如利润目标可划分为承保利润目标和投资利润目标;资本目标可划分为资本回报目标和资本成本目标。实际中,决策者在制定相关目标时,需要考虑更多因素。比如对于承保利润目标,如果数据齐全,可直接求解出某一险种的期望承保利润,那么可直接使用量化后的承保利润为发展目标。而在无法直接得到承保利润的情况下,决策者可使用保费增长率和销售额等指标代替承保利润目标。再例如对于规模目标,可能会出现公司规模扩大而市场份额下降的情况,随着保险市场的发展,市场竞争的加剧,市场份额不足以反映公司规模的发展,此时决策者可设定诸如保费规模、总资产规模等指标来进行补充。

由于保险业的特殊性,实现目标过程中的任何决策都需要在满足监管者的要求下进行。事实上,除却监管者的各种约束外,决策者也会设定各种风险约束。对于风险目标来说,有些目标是难以量化的,比如操作风险。对于可量化的风险如投资风险,如果设定风险最小化,那么理想的状态是风险为零,而实际中投资风险为零的状态是很难达到的,非常低的投资风险往往是以牺牲投资利润为代价,风险与收益共存的特性使得风险最小化的目标与利润最大化的目标不可能同时出现。此时,决策者可通过限制风险程度来实现风险目标,比如设定最严重情况下的损失最大值等。

2. 财产保险定价决策的多目标属性

财产保险定价是管理者在精算费率拟定的基础上,充分考虑消费者、经营者、监管者、销售者、股东等利益相关者的要求和期望后综合制定的合理价格。

首先,对于股东来说,他们对公司进行投资的目的是期望获得超额利润,他们关注自身利益,希望最大化收益或者最大化公司价值。他们对资本的期望收益不仅包括投资利润还包括承保利润,否则他们会将资本直接投资于资本市场而不是投资于财险公司。他们希望保险产品价格是能够带来

额外承保利润的产品价格,而不是通过投资收益来弥补承保亏损的保险产品。

其次,管理者对价格的期望较为复杂,针对不同的产品,他们会根据其开发目的有着不同希望:有的产品旨在增加公司经营利润,价格会偏高;有的产品可以提升公司的知名度,增加市场份额,价格会偏低。此外,在公司发展的不同阶段,管理者对同一产品的价格期望也会不同。同时由于信息不对称,导致缺失有效监管措施,加之管理者往往急于追求在任期间的自身利益,他们可能更加注重一些短期目标,比如对保费收入目标的追逐,会使得新保单的占比大幅度增加,短期利润增加,而新保单较高的损失率在后期会导致较低的承保利润。

再次,对于消费者来说,他们购买保险产品主要是为了其风险保障的能力,在相同保险责任情况下,价格自然是越低越好。另一方面消费者在追求低廉价格的同时会要求财险公司具有较高的安全等级和足够的偿付能力。有研究表明,消费者对财险公司的偿付能力十分敏感,特别是对于新成立的财险公司或者较小规模的财险公司,消费者会更在意其安全性。此外,由于我国财险保险市场上的同质产品较多,消费者容易对不同公司的产品价格进行比较;财险期限短,消费者往往有多次购买产品的经验,容易形成自己心理上的价格尺度。

最后,对于监管者来说,他们处于中立位置,希望产品的定价能够公平合理。既要防止产品定价过低导致公司的偿付能力出现问题,又要抑制产品定价过高而使得公司获得高额利润,损害广大消费者的利益。维护保险市场秩序和消费者利益是他们的主要任务,因此他们会制定各种政策来防止出现过度价格竞争、偿付能力不足等现象。随着我国财险市场化程度的提高,监管者对价格管制的程度逐渐降低,更多地转移到对偿付能力充足率等的监控上。

综上所述,不同利益相关者对产品价格有着不同的期望,定价问题应当充分考虑各利益群体的希望和目标,设定多个目标,制定合理价格,使各方的利益趋于均衡。