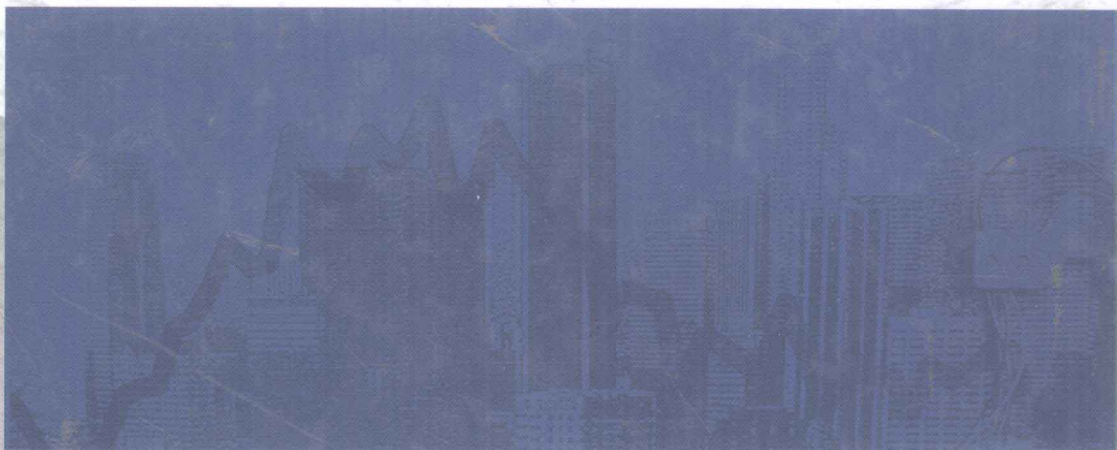


科学经管文库



保险问题博弈分析与 经济动态仿真

王文举 等 著



科学出版社

科学经管文库

保险问题博弈分析与经济动态仿真

王文举 等 著

北京市哲学社会科学规划项目、北京市教育委员会人文社会科学研究计划
重点项目(06BJBJG180)

北京市高等学校人才强教计划拔尖创新人才资助项目

北京市高等学校人才强教深化计划高层次人才资助项目(PHR20100513)

北京市优秀博士学位论文指导教师人文社科项目(YB20091003801)

科学出版社

北 京

作者简介



王文举 首都经济贸易大学教授,博士生导师,副校长,北京市重点学科“数量经济学”学科带头人,享受国务院政府津贴专家。兼任中国数量经济学会副理事长,全国数理经济学会理事长,全国博弈论与实验经济学会副理事长兼秘书长,教育部物流教学指导委员会委员,中国物流学会常务理事等职。

王文举教授长期从事博弈论和经济仿真、数量经济学等方面的研究和教学工作。发表学术论文 100 多篇,出版学术著作和教材 10 余部,主持国家社会科学基金重点项目 1 项,主持完成国家社会科学基金项目 2 项和各类省部级研究项目 15 项。主持完成的国家社会科学基金项目“博弈论的应用与我国经济学的发展”获得同行专家的高度评价、“博弈论应用与经济动态模拟研究”被鉴定为优秀成果,2008 年获北京市教育教学成果一等奖。著作《博弈论应用与经济学发展》获北京市第八届哲学社会科学优秀成果二等奖。入选“北京市新世纪百千万人才工程”和“北京市新世纪社科理论人才百人工程”,被评为北京市跨世纪优秀人才、北京市拔尖创新人才、北京市高层次人才,获霍英东青年教师奖。

课题组成员

课题负责人：

王文举 首都经济贸易大学教授 博士 博士生导师

课题组成员：

任 韬 首都经济贸易大学统计学院副教授 博士

孙建胜 中国人民保险集团股份有限公司人力资源部 博士

张许颖 中国人口与发展研究院研究员 博士

边文霞 首都经济贸易大学劳动经济学院副教授 博士

王 丽 人力资源和社会保障部工伤保险司认定鉴定处处长 硕士

胡 鹏 财政部社会保障司制度精算处副处长 硕士

前 言

我国经济发展和社会主义市场经济体制的建立和完善,需要有健全和完善的社会保障体系作为支撑。完善的社会保障制度是社会主义市场经济体制的重要支柱,关系改革、发展、稳定的全局。保险是我国社会保障体系的重要组成部分,保险制度的完善和保险模式的改革直接影响我国各项改革能否顺利进行。商业保险作为保险多元化的重要渠道和社会保险的重要补充,对我国社会保障体系的形成和完善起着非常重要的作用。

国际上,大多数国家依据各自国家的具体情况,建立了模式各异的保险制度,形成了一整套的保险经济理论和保险精算理论,并在实践中积累了丰富的经验,形成了一套适合各国国情特点的较为规范的保险制度和保险模式。在我国,我们学习借鉴西方国家的保险理论和经验,结合我国的具体国情,初步形成了一些保险制度和措施,关于保险合同和保险费率等问题,无论从理论研究还是到市场的运作,都有了一定的进展,商业保险范围日益扩大,涉及人民生活的方方面面,已成为社会保险的重要补充。然而,商业保险市场并不规范,保险欺诈现象并不少见,人民的保险意识并不很强,规范化运作和理赔制度还很很不完善,保险合同、保险模式和制度的设计和研究还很薄弱,具体实施中,还缺乏比较规范的法规依据和精算工具,保险模式单一,随意性较大,有很多问题有待于进一步研究和解决。

就研究方法本身来看,在国际上,保险问题的研究已经将数学科学和计算机科学有机地结合起来,从国外最新资料来看,运用新的数学工具,如博弈论、信息经济学等来研究保险合同和保险政策等问题,已经有了一些初步的成果和经验。但很少见到对保险模式和保险政策进行动态仿真研究,因此缺乏预测性和可操作性。

目前,我国关于保险问题的研究方法,虽然用了一定的数学方法作为精算工具,但是没有考虑保险中利益相互影响的各经济行为主体之间的策略选择问题。实际上,现代市场竞争的根本目的和核心问题是利益的分配和协调问题,但现有的许多经济理论和建模技术恰恰抽象了各经济实体的利益,使它们不能真实地反映经济系统的本质。而现代经济博弈论正是研究不同利益主体在合作与冲突过程中的策略选择理论,博弈论在承认各经济实体利益的基础上,更加侧重研究主体的行为特征,能够协调他们的利益,对经济理论和管理实践具有极其重要的意义。国外学者进行了大量的研究,在发达的市场经济国家里,博弈论正逐步成为经济管理界研究交流的基本分析工具和工作语言,其应用已遍及市场竞争、企业管理等微观经济的方方面面,并且正在向宏观经济延伸。经济博弈论在我国现阶段改革的理论探索和实践是大有用武之地的,有许多经济改革和发展中的热点与难点问题,能在博弈论中得到令人较为满意的解释和寻找一条新的解决途径。经济博弈论有着重要的应用和广阔的发展前景。在我国,也有一些人从事经济博弈论的理论研究和应用研究,但用博弈论原理和方法来研究保险问题的成果很少,用计算机软件对保险

模式和保险政策进行动态仿真研究的成果也很少。笔者近几年和学生一起就保险中最优免赔额、保险欺诈、再保险比例最优选择和保险期权式最优合同设计等问题进行了博弈分析和经济仿真研究,得到了一批研究成果。

本书就是用博弈论与信息经济学的原理和方法,研究保险中的最优免赔额、保险期权式最优合同设计、再保险比例最优选择、银行保险、保险欺诈和保险监管等问题,具体研究利益相互影响的各行为主体之间的策略选择方法及模式,根据保险问题的有关机理,建立有效的博弈数学模型,建立合理有效的激励机制、保险合同及保险模式与制度,利用 Swarm 等软件实验平台,利用复杂适应理论(CAS 理论)进行动态仿真研究,并结合实际进行定量分析,为我国保险市场和保险制度的完善提供理论依据和精算工具,为保险制度改革提供新思路和新方法。因此对于保险问题的研究,用博弈论建立数学模型进行数理分析,用 Swarm 等软件进行动态仿真,有理论意义和使用价值。

主要内容分为以下六个部分。

1. 最优免赔额博弈分析与动态仿真

建立保险最优免赔额的完全信息静态和动态、不完全信息静态和动态博弈分析模型,求出各种均衡解,进行比较分析和比较静态分析,用 Swarm 进行动态仿真检验。

2. 保险期权博弈分析

将保险作为一种特殊的期权,利用期权定价公式建立行为主体的博弈分析模型,求出博弈均衡解,提出政策建议。

3. 再保险博弈分析

建立再保险比例的完全信息静态和动态、不完全信息静态和动态博弈分析模型,求出各种均衡解,进行最优选择比较分析,并用 Swarm 进行动态仿真检验,提出政策建议。

4. 银行保险博弈分析

分析我国银行保险中“主体人”的行为,并对我国银行保险主体利益分配与行为进行博弈分析,提出政策建议。

5. 保险欺诈博弈分析

分析保险欺诈中的信息不对称现象,建立保险中保险人、投保人、代理人 and 监管人之间的各种欺诈的博弈分析模型,进行博弈均衡求解,对保险欺诈中所涉及的监管、核查和激励进行机制设计,提出政策建议。

6. 保险监管博弈分析与动态仿真

建立保险公司偿付能力监管、保险代理人监管和市场结构监管博弈分析模型,进行博弈分析,并进行经济动态仿真。

本书是北京市哲学社会科学规划项目和北京市教育委员会人文社会科学研究计划重点项目(06BJBJG180)、北京市高等学校人才强教计划拔尖创新人才资助项目《保险问题博弈分析与经济仿真研究》、北京市高等学校人才强教深化计划高层次人才资助项目(PHR20100513)和北京市优秀博士学位论文指导教师人文社科项目(YB20091003801)的研究成果。课题研究得到了北京市社科规划办和北京市教育委员会科研处的大力支持和帮助,特别是北京市社科规划办李建平副主任和刘娟处长、北京市教育委员会委员叶茂林博士和科研处赵青处长从开题到结项都给予了全力支持。首都经济贸易大学科研处王

曼怡处长、刘延杰同志和经济学院的领导和同志们给予了大力支持与帮助,在此一并表示感谢!

在研究中,人力资源和社会保障部工伤保险司陈刚司长、认定鉴定处王丽处长,中国社会科学院数量经济技术经济研究所王国成研究员,北京信息科技大学经济管理学院院长葛新权教授,北京大学光华管理学院黄涛教授,首都经济贸易大学经济学院田新民教授、王利教授、廖明球教授和统计学院纪宏教授、刘黎明教授等朋友提出了许多宝贵意见和建议,科学出版社林建同志给予了热情帮助,在此一并表示衷心的感谢!

课题组的组成是:负责人王文举博士,首都经济贸易大学副校长、教授、博士生导师,中国数量经济学会副理事长兼学术委员会委员,数理经济学专业委员会理事长,博弈论与实验经济学专业委员会副理事长兼秘书长;课题组成员有任韬博士,首都经济贸易大学统计学院副教授;孙建胜博士,就职于中国人民保险集团股份有限公司人力资源部;张许颖博士,中国人口与发展研究院研究员,中国数量经济学会理事;边文霞博士,首都经济贸易大学劳动经济学院副教授;胡鹏硕士,财政部社会保障司制度精算处副处长。课题组成员发扬团队精神,紧密配合,团结协作,发表和出版了多项研究成果,为本课题的完成奠定了良好的基础。呈现在您面前的这项研究成果,是课题组全体成员辛勤劳动的成果!

本书具体分工如下:前言(王文举),第一章(王文举、任韬),第二、三、四、五、七章(孙建胜、王文举),第六章(胡鹏、王文举),第八、九章(张许颖、王文举),第十~十二章(边文霞、王文举),第十三~十五章(任韬、王文举)。王文举设计总体框架、提出课题突破的难点与方法、组织研究、审定成果、修改并总纂最终成果。任韬博士帮助我做了大量的编辑、协调和组织工作。

为了完成本课题,我们参阅了国内外的大量资料,由于文献很多,没有一一列出,只将其中的一部分列在“主要参考文献”中。

虽然我们为本书的完成做出了很大的努力,但由于水平有限,一定存在很多缺点和不足,敬请广大读者批评和指正!

王文举

2011年3月

目 录

第一篇 最优免赔额博弈分析与动态仿真

第一章 保险博弈分析模型及其动态仿真检验	3
第一节 保险博弈分析模型	3
第二节 保险人行行为特征分析	6
第三节 保险博弈仿真模型的建立	7
第四节 保险博弈仿真模型的运行结果	11
第五节 结论与思考	17
第二章 不完全信息下的免赔额保险博弈分析	19
第一节 基本模型与假设	19
第二节 不完全信息下的最优免赔额确定	21
第三节 例子与结论	23

第二篇 保险期权博弈分析

第三章 免赔额保险公平定价期权博弈分析	27
第一节 精算定价与金融定价	27
第二节 保险负债经济定价模型	29
第三节 免赔额保险公平定价分析	35
第四章 保险公司资本结构期权博弈分析	42
第一节 资本结构和主体利益索求权分配	43
第二节 保险偿付能力监管与保险保障基金体系	45
第三节 风险保费保障基金体制下资本结构分析	47
第四节 划一保费保障基金下资本结构分析	56
第五节 结论	62
第五章 投资连结寿险定价期权博弈分析	63
第一节 投资连结寿险基本合同定价分析	65
第二节 投保人自由退保边界的确定	74
第三节 结论	81

第三篇 再保险博弈分析

第六章 再保险定价中自留额决定博弈分析	85
第一节 理论回顾	86
第二节 基本模型假设	88
第三节 完全信息下超额赔款再保险合同的确定	89
第四节 不完全信息下超额赔款再保险合同的确定	91
第五节 完全信息下比例再保险的博弈模型	93
第六节 结论	96
第七章 超额损失再保险期权博弈分析	97
第一节 期权分析方法	97
第二节 最优超额损失再保险分析	98

第四篇 银行保险博弈分析

第八章 中国银行保险主体行为分析	105
第一节 中国银行保险主体分析	105
第二节 中国银行保险主体行为分析	108
第三节 中国银行保险主体行为案例分析	113
第四节 中国银行保险发展中典型问题博弈分析	117
第九章 中国银行保险主体利益分配与行为博弈分析	122
第一节 银行保险委托-代理博弈分析	122
第二节 银行保险讨价还价博弈分析	126
第三节 银行保险利益分配合作博弈分析	131

第五篇 保险欺诈博弈分析

第十章 投保人保险欺诈博弈分析	153
第一节 社会医疗保险构成及欺诈动因	153
第二节 完全信息静态博弈模型	157
第三节 完全信息动态博弈模型	163
第四节 不完全信息静态博弈	169
第五节 不完全信息动态博弈模型之一	171
第六节 不完全信息动态博弈模型之二	175
第七节 投保人保险欺诈最优均衡保单设计	177
第十一章 代理人保险欺诈博弈分析	188
第一节 保险代理人欺诈博弈分析	188

第二节	保险代理人监督博弈分析	190
第三节	保险代理人单因素激励机制设计	193
第四节	保险代理人双因素最优激励机制设计	198
第十二章	保险人保险欺诈博弈分析	203
第一节	寿险监管博弈模型	203
第二节	基于社会福利最大化的监管博弈模型	207
第三节	有效防范寿险欺诈博弈模型	210

第六篇 保险监管博弈分析与动态仿真

第十三章	偿付能力监管博弈分析	217
第一节	偿付能力与偿付能力监管	217
第二节	偿付能力监管博弈模型	224
第三节	模型求解与分析	227
第四节	模型改进	229
第五节	结论与建议	230
第十四章	保险代理人监管博弈分析及动态仿真	232
第一节	保险代理人监管	232
第二节	动态仿真模型的建立	236
第三节	专业代理公司进入市场对投保人福利影响实验研究	252
第四节	监管行为对个人代理人业务素质影响实验研究	256
第五节	结论与建议	261
第十五章	市场结构监管博弈分析及动态仿真	263
第一节	保险市场结构分析	263
第二节	保险市场结构动态仿真模型的建立	264
第三节	保险人规模差距对定价行为影响分析	272
第四节	结论及建议	276
主要参考文献		278

第一篇

最优免赔额博弈分析与动态仿真

从经济学意义上讲,保险是指以补偿经济损失为目的的保障事业。本篇主要研究的保险方式是限额责任方式,指保险人仅在损失超过一定限度时才负赔偿责任,这个限度称为免赔额。免赔额内的损失由投保人自行承担,只有当财产损失超过免赔额时,保险人才负责赔偿免赔额之上的损失。限额责任方式可降低保险费率,减轻投保人的保费负担,并有利于加强投保人的责任心。

经济动态仿真以现实世界中的经济环境和经济代理人行为的特点为原型,将它们之间的相互作用抽象成为可计算的数学模型,并编制计算机程序进行运算,模拟现实经济运行。在此基础上,研究者可以通过改变一些参数的设置,模拟现实经济生活中某些经济变量的改变,观察程序运行结果,以辅助经济学的研究。本篇使用博弈论和经济动态仿真方法对最优免赔额问题进行了分析。

第一章 保险博弈分析模型及其动态仿真检验

第一节 保险博弈分析模型^①

一、保险博弈过程分析

(一) 局中人

本模型有两类局中人:保险人和投保人。设二者的冯·诺依曼效用函数分别为 $u(\cdot)$ 和 $v(\cdot)$, 其中 $u' > 0, u'' < 0, v' > 0, v'' < 0$, 即保险人和投保人都是风险规避的。同时假设保险人和投保人都是理性人, 都关心自己的利益, 并由此决定了双方的行为都是以追求自身利益最大化为目标。投保人总是想以最少的保费来获得最大限度的保障, 即追求自身效用最大化; 而保险人则总是想以最少的赔偿金额换取更多的保费收入, 即追求财富的最大化。

(二) 保险标的的信息分布情况

本模型中假设两个局中人都都不拥有个人信息, 即投保人投保时要如实向保险公司反映保险标的的实际情况, 对于可能的损失分布函数是两个局中人的共同信息, 并且不存在投保人的道德风险和心理危险引起的保险标的的损失的增加。也就是说, 我们假定这个保险博弈模型是个完全信息博弈模型。对这个模型的更一般的假设是信息的分布不对称, 投保人对于保险标的有自己的私人信息, 即有道德风险和心理危险的倾向, 这是可用博弈论中的委托-代理关系来分析的。

(三) 博弈过程分析

保险合同是附和合同, 即由保险人提出合同的主要内容, 投保人要么接受, 要么不接受, 没有商量的余地。这一点在模型中表现为博弈过程的动态性: 保险人先决定保费率, 投保人在签保险合同时观察到这一保费率, 在给定的保费率下寻求自身效用的最大化以确定其最优投保额。

由此我们可以认定, 本模型是一个完美信息动态博弈。在博弈的第一阶段, 保险人制定可变的某一参数 a ; 在博弈的第二阶段投保人观察到参数 a , 然后确定其最佳免赔额 D 。投保人策略是从 S_a 到 S_D 上的一个函数, 即 $S_a \rightarrow S_D$, 其中 $S_a = (0, +\infty)$ 是保险人的策略空间, $S_D = [0, N]$ 是投保人的行动空间。保险人的策略是简单地选择 a 。纯策略均衡结

^① 夏龙梅, 王文举. 保险价格比较静态博弈分析. 数量经济技术经济研究, 2002, 7: 73-76.

果是 $(D^*(a^*), a^*)$ 。

二、博弈分析模型

设投保人的初始财富为 W , 他的某些财产易遭受损失, 假设 N 为该损失的最大值, $N \leq W$ 。某一损失的发生可能是部分的, 也可能是全部的。保险人的初始财富是 R 。

设以 x 表示损失值, 由于无索赔事件发生的概率很大, 又由于财产全损失的概率是不可忽略的, 损失有两个重要的点: $x=0, x=N$ 。令 $p = \text{Prob}(x=0)$ 和 $q = \text{Prob}(x=N)$ 。假设部分损失 $0 < x < N$ 的概率分布是连续的, 并表示为概率密度函数 $f(x)$ 。损失的概率密度函数是投保人和保险人的共同知识, 而且这个损失概率是客观的且独立于保险的购买。因此有

$$p + \int_0^N f(x) dx + q = 1 \quad (1.1.1)$$

设投保人投保的保险含有免赔额 $D, D \in [0, N]$ 。设纯保费是 $E(D)$, 商业保费是 $P(D)$, 并假设商业保费与纯保费成线性关系, 即等于纯保费加上与纯保费成比例的附加保费, 所以有

$$P(D, a) = (1 + a)E(D) \quad (1.1.2)$$

式中, a 由保险人决定并且与投保人的行为有关, $a \geq 0$ 。

令 $I(x)$ 为发生损失 x 时保险公司的赔付额, 则

$$I(x) = \begin{cases} 0, & 0 \leq x \leq D \\ x - D, & D \leq x \leq N \\ N - D, & x = N \end{cases} \quad (1.1.3)$$

含有免赔额 D 的纯保费 $E(D)$ 由下式给出:

$$E(D) = \int_D^N (x - D) f(x) dx + q(N - D) \quad (1.1.4)$$

设 $F(t)$ 为 x 的累积分布函数, 则 $F(x) = p + \int_0^x f(x) dx$ 。那么有

$$E_D = F(D) - 1 < 0 \quad (1.1.5)$$

$$E_{DD} = f(D) \geq 0 \quad (1.1.6)$$

由前面定义的商业保费公式, 又有

$$P_D = (1 + a)E(D) = (1 + a)(F(D) - 1) < 0 \quad (1.1.7)$$

$$P_{DD} = (1 + a)f(D) \geq 0 \quad (1.1.8)$$

$$P_a = E(D) > 0 \quad (1.1.9)$$

式(1.1.5)和式(1.1.7)说明: 在 a 给定时, 随着 D 的增大, 纯保费和商业保费都是降低的。换句话说即为, 当保险人行为不变时, 投保人少买保险可降低保费支出。但式(1.1.6)和式(1.1.8)说明: 在 a 给定时, 随着 D 的增大, 纯保费和商业保费降低的幅度都是减小的。

令 Y 表示投保人的最终财富, 则

$$Y(x) = \begin{cases} Y_1(x) = W - P(D), & x = 0 \\ Y_2(x) = W - P(D) - x, & 0 < x \leq D \\ Y_3(x) = W - P(D) - D, & D < x \leq N \end{cases} \quad (1.1.10)$$

令 Z 表示保险人的最终财富, 则

$$Z(x) = \begin{cases} Z_1(x) = R + P(D), & 0 \leq x \leq D \\ Z_2(x) = R + P(D) - x + D, & D < x < N \\ Z_3(x) = R + P(D) - N + D, & x = N \end{cases} \quad (1.1.11)$$

设 $u(\cdot)$ 和 $v(\cdot)$ 分别为投保人和保险人的期望效用函数, 其中 $u' > 0, u'' < 0, v' > 0, v'' < 0$ 。设 U 和 V 分别为投保人、保险人的最终期望效用值, 则

$$\begin{aligned} U(D, a) &= p \cdot u(Y_1) + \int_0^D u(Y_2) f(x) dx + \left[\int_D^N f(x) dx + q \right] \cdot u(Y_3) \\ &= p \cdot u(Y_1) + \int_0^D u(Y_2) f(x) dx - E_D \cdot u(Y_3) \end{aligned} \quad (1.1.12)$$

$$\begin{aligned} V(D, a) &= \left[p + \int_0^D f(x) dx \right] \cdot v(Z_1) + \int_D^N v(Z_2) f(x) dx + q \cdot v(Z_3) \\ &= F(D) \cdot v(Z_1) + \int_D^N v(Z_2) f(x) dx + q \cdot v(Z_3) \end{aligned} \quad (1.1.13)$$

三、最优免赔额的确定

由于本模型是一个完全信息动态博弈模型, 我们可以用倒推归纳法来求其子博弈完美纳什均衡。

(一) 投保人的策略选择

投保人根据观察到的 a 来确定最优免赔额 D , 投保人面临的选择是确定 D 以使自己的最终效用最大化

$$\max_D U(D, a) = \max_D \left[p \cdot u(Y_1) + \int_0^D u(Y_2) f(x) dx - E_D \cdot u(Y_3) \right] \quad (1.1.14)$$

解这个式子, 得到下式:

$$-(1+a) \cdot E u'(Y) + u'(Y_3) = 0 \quad (1.1.15)$$

在一定条件下, 解式 (1.1.15) 即可得出投保人在 a 给定的前提下的最佳反应函数 $D^* = D^*(a)$ 的隐函数形式。

(二) 保险人的策略选择

在博弈的第一阶段, 保险人预料到投保人会按照式 (1.1.15) 给出的反应函数 $D^* = D^*(a)$ 的形式来行动, 他就会在 $D^* = D^*(a)$ 的基础上选择 a 以实现自身效用的最大化。保险人的问题是

$$\max_{a \geq 0} V(D^*, a) = \max_{a \geq 0} \left[F(D^*) \cdot v(Z_1) + \int_{D^*}^N v(Z_2) f(x) dx + q \cdot v(Z_3) \right] \quad (1.1.16)$$

解这个式子,得到

$$\frac{D_a^* + \frac{dP(D^*(a), a)}{da}}{D_a^* + \frac{dE(D^*(a), a)}{da}} = \frac{v'(Z_1)}{Ev'(Z)} \quad (1.1.17)$$

在一定条件下,解式(1.1.17)即可求出最优的 a^* ,从而子博弈完美纳什均衡的结果为 $(D^*(a^*), a^*)$ 。

式(1.1.17)的经济含义是:达到最优水平时,不管投保人的反应函数有何特征,保险人的风险规避都意味着保险人总会采取相应的行动,使其所增加的保费收入超过因该附加的保险而产生的赔付额。

第二节 保险人行为特征分析^①

一、保险人的初始财富大小对其行为的影响

在这一部分的讨论中,我们假设保险人表现出递减的绝对风险规避态度,如 $r'(Z) < 0$,即随着保险人财富的增加,他的风险规避程度会降低。这一假设是比较自然、合理的。类似于 Schlesinger(1981)对投保人行为特征的描述,对保险人我们有下述引理:

引理 1 如果 $r'(Z) < 0$,则 $r'(Z) < -Ev''(Z)/Ev'(Z)$ 。

该引理的证明可以由函数的递减性推导得出。利用该引理,我们可以推导出如下定理:

定理 1 如果 $r'(Z) < 0$,且 $V_{aa}(a^*) < 0$,在投保人反应函数不变的前提下,当 $D_a^* \geq 0$ 时, $\frac{\partial a}{\partial R} \Big|_{(D^*(a), a^*)} < 0$; 当 $D_a^* < 0$ 时, $\frac{\partial a}{\partial R} \Big|_{(D^*(a), a^*)} > 0$ 。

由定理 1 中我们可以看出,当保险人的初始财富增加,无论保险人作出何种选择,其目的都促使投保人在第二阶段选择较小的免赔额,即多买保险。这样,保险人的保费收入增加了,投保人保险标的的保障程度也增加了。因此可以说,保险人财富越多,越会促使投保人购买更多的保险。

二、保险标的的损失概率对保险人行为的影响

假设保险标的的损失只有两种状态,或者全损,或者无损,即 $p = \text{Prob}(x=0)$ 和 $q = \text{Prob}(x=N)$ 且 $p+q=1$ 。部分损失的概率密度函数 $f(x)=0$ 。

定理 2 在两状态模型中,如果 $V_{aa}(a^*) < 0$,在投保人反应函数不变的前提下,则当 $D_a^* < 0$ 时, $\frac{\partial a}{\partial q} \Big|_{(D^*(a), a^*)} < 0$; 当 $D_a^* > 0$ 时, $\frac{\partial a}{\partial q} \Big|_{(D^*(a), a^*)} > 0$ 。

由定理 2 我们可以看到,若 $\frac{dp}{da} > 0$, $D_a^* < 0$,则 $\frac{\partial V_a}{\partial q} < 0$,即 $\frac{\partial a}{\partial q} \Big|_{(D^*(a), a^*)} < 0$,所以当保险标的的损失概率 q 增加时,保险人会减少其最优保费附加率 a ,促使投保人选择较大的

^① 王文举,夏龙梅. 保险人行为博弈分析. 数量经济技术经济研究, 2003, 8: 82-86.

免赔额,即少买保险。若 $\frac{dp}{da} < 0, D_a^* > 0$, 则 $\frac{\partial V_a}{\partial q} > 0$, 即 $\frac{\partial a}{\partial q} \Big|_{(D^*(a), a^*)} > 0$, 所以当保险标的的损失概率 q 增加时, 保险人会增大其最优保费附加率 a , 促使投保人选择较大的免赔额, 即少买保险。我们可以由这个分析中看出, 当损失概率增加时, 不管保险人怎么选择, 他的最终目的是使投保人少买保险。这时虽然保险人的保费收入减少, 但同时其保险责任也减小了。

第三节 保险博弈仿真模型的建立

一、定义主体和确定研究对象

仿真模型的主体有三类, 一是仿真主体, 该类主体是现实中经济代理人在仿真模型中的映射; 二是功能主体, 该类主体是为了实现仿真模型的功能而设, 在现实中不一定有其原型; 三是控制主体, 这类主体是固定的, 分别是 ObserverSwarm 和 ModelSwarm, 它们在每个仿真模型中都必须存在, 其作用是控制模型的运行和提供模型与研究人员的信息交换手段。

根据前面的分析可以知道, 在保险博弈分析模型中含有两类局中人, 分别是保险人和投保人。因此, 在该博弈模型的仿真模型中, 也应该含有这两类仿真主体, 即保险人主体 Firm 和投保人主体 Consumer。其中, 保险人主体在模型中只有惟一的一个, 而投保人主体有 500 个, 这些投保人主体结构相同, 但是在仿真模型运行时其属性的值不同, 也就是说在运行时它们有不同的状态。保险人主体在执行其确定保费附加率的行为时, 需要根据情况实时地调整其行为模式, 所以我们还定义了一个主体 GALCS, 该主体为功能主体, 它的运行原理在下文将有详细介绍。为了使模型能够正常运行, 还需要定义两个控制主体, 它们就是前面提到的 ObserverSwarm 和 ModelSwarm, 它们的作用是控制仿真模型的运行并提供模型使用者与模型的信息交换界面。

在前面, 详细地分析了保险人在不同环境下的行为特征, 本节建立仿真模型的目的就是检验这些结论的正确性。因此, 本模型的研究对象就是主体在不同的环境下的行为。在模型中, 我们通过 ObserverSwarm 建立了针对保险人主体的一些属性的实时观察器, 借以观察保险人的行为。

二、定义仿真主体的属性和行为

(一) 定义主体的属性

保险人主体的属性主要有保费附加率 a , 初始财富 R , 利润 P , 它们的意义与前面相应的变量相同。

投保人的属性有免赔额 D , 损失 x , 它们的意义与前面相应的变量也相同。

(二) 定义保险人主体的行为

仿真主体拥有两类行为, 一类可称之为仿真行为, 这类行为被仿真模型直接控制, 真