

基于期待效用的无索赔优待汽车保险系统研究^①

董海茵

新疆农业职业技术学院 人文分院, 新疆 昌吉 831100

摘要: 在我国的保险行业中, 汽车车险在财产保险板块中占有非常重要的地位. 该文以汽车保险无索赔优待系统为研究对象, 开展了如下的研究工作: ①同时融合索赔次数和索赔额度, 构建了一个新的负二项分布; ②在新的负二项分布的基础上, 借鉴期待效用思想, 构建了一个新的无索赔优待系统; ③以只考虑索赔次数的优待系统和只考虑索赔额度的优待系统为参照, 展开 3 个系统的对比实验研究. 实验结果表明, 该文构建的无索赔优待系统, 对于 13 家保险公司的概率分布更加理想.

关键词: 无索赔优待; 汽车保险; 保险精算; 负二项分布

中图分类号: F840.4

文献标志码: A

文章编号: 1000-5471(2017)05-0108-05

保险业在西方的发展已经比较成熟, 但在中国还处在比较初级的发展阶段^[1]. 财产保险和人寿保险是保险业两大重要的构成板块, 汽车保险又在财产保险中占有非常重要的地位^[2]. 近年来, 随着我国汽车总量和人均汽车保有量的不断增加, 汽车保险市场份额也不断扩大, 对中国整个保险市场和整个保险业的发展起到了重要的支撑作用^[3]. 另一方面, 因为道路拥堵、驾驶员的素质和经验等问题, 各种交通肇事频发, 使得越来越多的人意识到汽车保险的重要性^[4]. 在这种情况下, 接纳更多的汽车车险保单、妥善地制定适合于汽车保险客户的保险策略, 已经成为汽车车险领域必须要面对的问题. 一个保险公司, 要争夺更多的汽车车险市场份额, 最根本的理念就是要切实保证客户利益, 坚持公平公正原则. 对于汽车车险而言, 如果能够把可能的风险因素都纳入到保险精算模型中, 并进行定量测量, 就可以达到理论上的公平公正, 即没有出险的客户分担了出险客户的损失也是可以接受的^[5-6]. 但是, 对于汽车车险领域, 完全把握各种风险因素是不可能的, 每个人的应变能力、超车变道欲望是难以事先测量的. 所以, 这就需要保险公司根据不同类型的客户给予一定程度的灵活调整, 对出险次数低、无出险的客户给予保费费率上的优惠, 这就是无索赔优待系统^[7]. 无索赔优待系统提出以后, 在发达国家的汽车车险领域中获得了广泛的应用, 各种保险精算模型被运用于其中, 以期从索赔次数、索赔额度等方面精算出更加合理的费率优惠和费率惩罚, 从而用更加科学的依据赢得客户的青睐^[8-10]. 目前, 我国的汽车车险行业也全面采用了无索赔优待系统. 为了使得无索赔优待系统更加合理, 本文从期待效用保险精算模型的角度出发开展研究, 以期获得更加理想的效果.

1 索赔次数和索赔额度融合的负二项分布构建

根据以往汽车车险系统精算模型的研究成果来看, 学者们要么针对索赔次数构建精算模型、要么针对索赔额度构建精算模型. 其中, 以索赔次数构建的精算模型, 包括泊松分布精算模型、负二项分布精算模型、泊松一反高斯分布精算模型; 以索赔额度构建的精算模型, 包括指数精算模型、对数分布精算模型、正态分布精算模型、伽马分布精算模型、帕累托分布精算模型.

① 收稿日期: 2016-12-12

作者简介: 董海茵(1979-), 女, 湖北鄂州人, 硕士, 副教授, 主要从事数理金融与保险精算研究.

实际上,对于汽车车险的无索赔优待系统而言,索赔次数和索赔额度是共同施加作用的.特别突出某一方面,就会忽视另一方面.所以,仅考虑索赔次数的保险精算模型和仅考虑索赔额度的保险精算模型,都无法与无索赔优待系统的实际情况真正地吻合.为此,本文同时考虑索赔次数和索赔额度,构建一种索赔次数和索赔额度融合的负二项分布,为进一步的无索赔优待系统保险精算奠定基础.

以汽车车险为研究对象,设 Y_i 可以代表第 i 次的索赔, N 可以表示客户在 1 个保险周期内(一般为 1 年)的索赔次数,并且不考虑同时有多辆汽车连环相撞的复杂情况,假定索赔次数和索赔额度在概率统计意义下互不相关,那么该客户在 1 年之内总的索赔额度,可以用下面的公式计算.

$$T = Y_1 + Y_2 + \cdots + Y_N \quad (1)$$

显然,索赔总额度 T 的分布状态,取决于 Y_i 的分布状态和 N 的分布状态.因此,要分析 T 的性质,就需要考虑 Y_i 和 N 的性质.

设定客户车险保单方案组合中的泊松参量 c 呈现出特征为 (a, b) 的伽马分布状态,那么从这个方案组合中随机选出任何一个方案,在单位时间内出现 k 次索赔的可能性为

$$\begin{aligned} p_k &= \int_0^\infty \frac{c^k e^{-c}}{k!} v(c) dc = \\ &= \int_0^\infty \frac{c^k e^{-c}}{k!} \cdot \frac{b^a e^{-bc} c^{a-1}}{\Gamma(a)} dc = \\ &= \frac{b^a}{k! \Gamma(a) (1+b)^{k+a}} \int_0^\infty e^{-c(1+b)} [c(1+b)]^{k+a-1} d[c(1+b)] = \\ &= \frac{\Gamma(k+a)}{\Gamma(k+1)\Gamma(a)} \cdot \frac{b^a}{(1+b)^{k+a}} = \\ &= \binom{k+a-1}{k} \left(\frac{b}{b+1}\right)^a \left(\frac{1}{1+b}\right)^k \end{aligned} \quad (2)$$

公式(2)给出的这个概率函数,就是 1 个典型的服从负二项分布的概率函数,其均值表达、方差表达、偏度系数表达分别如公式(3),(4),(5)所示.

$$\mu = \frac{a}{b} \quad (3)$$

$$\sigma^2 = \frac{a}{b} \left(1 + \frac{1}{b}\right) \quad (4)$$

$$\gamma = \sigma^{-3} [3\sigma^2 - 2\mu + 2(\sigma^2 - \mu)^2] \quad (5)$$

可见,本文所构建的负二项分布,从形式上是融合了泊松分布和伽马分布的混合状态.根据这个新构建的负二项分布,索赔总额度 $T = Y_1 + Y_2 + \cdots + Y_N$ 的概率函数,可以按照如下的第推关系给出.

$$p_T(0) = \begin{cases} p^s & p(0) = 0 \\ M_N(\log p(0)) & p(0) > 0 \end{cases} \quad (6)$$

$$p_T(y) = \frac{1}{1 - qp(0)} \sum_{j=1}^y \left[q + \frac{q(s-1)}{y} j \right] p(j) p_T(y-j) \quad (7)$$

这样,索赔次数 N 和索赔额度 T 之间的关系就建立起来了.

2 基于期待效用的无索赔优待系统

保险精算的目的,对于保险公司来讲主要是如何使其承担的风险合理,对于客户来讲如何使其感觉合理.这 2 个合理性的衡量,实际上就是期待和效用之间达成平衡的状态.本文在期待效用的总体思想指导下,在前一节构建的负二项分布的基础上,设计了一种新的无索赔优待系统.

假设存在如下 3 个基本条件:

1) 保单方案中免费额度为 B ,假设参保人员在 1 年内执行了索赔 n 次,参保人员在第 i 次索赔中发生的实际损失额度为 Y_i ,那么第 i 次的索赔额度计算为

$$Z_i = \begin{cases} Y_i - B & Y_i > B \\ 0 & Y_i \leq B \end{cases} \quad (8)$$

- 2) 假设优惠种类是有限的, 如果出现索赔, 参保人员的优惠级别将下调 1 个档次; 如果不出现索赔, 参保人员的优惠级别将上调 1 个档次. 这里的处理办法是下调到极限或上调到优惠最高档次.
- 3) 每一类优惠又细分为多个子级优惠, 这个细分与参保人员所处的级别有关.

参保人员在 1 个参保周期(一般为 1 年)的索赔总额 $T = \sum_{i=1}^n Z_i$, 它是 1 个数学意义上的分段函数, 为

$$T = \begin{cases} T_0 & T = 0 \\ T_1 & 0 < T \leq b_1 \\ \dots & \dots \\ T_m & b_{m-1} < T \leq b_m \end{cases} \tag{9}$$

基于这个分段函数, 本文进一步设计 1 个面向汽车车险领域的无索赔优待系统. 假定参保人员的性别信息、年龄信息、车别信息、车用信息都是已知的, 据此可以设置若干个优惠级别, 每一个优惠级别可以用 d_i 来表达. 每一个优惠级别, 根据参保人员索赔总额度 T 的分段数据, 又可以再细分为多个级别, 这个细分可以用 d_{ik} 来表示.

在 1 个保险周期内(一般为 1 年), 参保人员的保险优惠级别与 3 个因素有关: ① 上一个保险周期内的优惠级别; ② 上一个保险周期内的索赔次数; ③ 上一个保险周期内的索赔总额度.

据此, 本文所设计的无索赔优惠系统, 取决于这样 3 个要素:

- 1) 参保人员的保费水平;
- 2) 参保人员可以享受的初始优惠级别;
- 3) 上一保险周期到此保险周期的转移规则设定.

设定转移规则可以用 $R_{(N, T)}$ 来表达, 这里 $R_{(N, T)}(i, k) = jl$ 表示出现索赔同时索赔, 总额度的分段数据为 T 时, 参保人员的优惠级别将从 d_{ij} 变化到 d_{jl} , 这个转移的概率为

$$p_{ij}(T) = \sum_{k=0}^{m+1} p_{T_k}(T) t_{ik}^{(N, T)} \tag{10}$$

上述转移过程只取决于现在状态而与转移的历史过程和历史状态无关, 据此可以设计 1 个马尔可夫链, 为

$$L(T) = (p_{ij}(T)) = \sum_{k=0}^{m+1} p_{T_k}(T) T_{T_k} \tag{11}$$

上述无索赔优待系统的构建, 同时考虑了索赔次数和索赔总额度, 更加符合汽车保险的实际情况.

下面, 从理论上验证本文提出的无索赔优待系统精算特性. 选择只考虑索赔次数的无索赔优待系统和只考虑索赔额度的无索赔优待系统作为比较, 针对 13 家保险公司计算 3 种系统的概率分布理想程度, 如表 1 和图 1 所示.

表 1 3 种无索赔优待系统概率分布理想程度对比结果 %

序号	保险公司	χ^2_1	χ^2_2	χ^2_3
1	香 港	32.189 4	31.651 7	28.534 4
2	台 湾	33.601 9	34.053 2	27.251 2
3	人 保	38.767 6	37.254 8	30.002 6
4	平 安	36.751 3	37.051 4	25.256 9
5	太平洋	31.532 4	30.952 1	21.084 2
6	天 津	29.115 8	30.002 4	20.015 5
7	深 圳	34.251 7	34.034 9	24.535 4
8	大 中	35.191 6	36.489 3	28.752 6
9	永 安	33.367 8	34.062 9	25.601 7
10	联 合	31.082 4	30.947 7	22.541 2
11	天 安	40.058 1	38.271 6	26.556 9
12	大 地	31.069 3	30.184 4	21.478 1
13	华 泰	30.284 8	28.456 6	22.134 9

表 1 中 χ_1^2 代表了只考虑索赔次数的无索赔优待系统概率分布理想程度的卡方值； χ_2^2 代表了只考虑索赔额度的无索赔优待系统概率分布理想程度的卡方值； χ_3^2 代表了本文提出的无索赔优待系统概率分布理想程度的卡方值。

图 1 中，S1 代表了只考虑索赔次数的无索赔优待系统概率分布理想程度的卡方分布柱状图；S2 代表了只考虑索赔额度的无索赔优待系统概率分布理想程度的卡方分布柱状图；S3 代表了本文提出的无索赔优待系统概率分布理想程度的卡方分布柱状图。

结合表 1 的数据和图 1 中的直方图对比可知，本文提出的无索赔优待系统概率分布理想程度的卡方数据，在 13 家保险公司上都低于其他 2 种无索赔优待系统，这充分说明了本文构建的系统概率分布更加理想，从理论上验证了本文系统构建的有效性。

下面以华泰保险公司为研究案例，对本文所建立的基于期待效用的无索赔优待汽车保险系统进一步加以验证。

从华泰公司近 10 年的经营情况来看，高风险客户、中风险客户、低风险客户的索赔频率分别为 2.100 2，0.603 5，0.101 9，即高风险客户的索赔频率接近低风险客户的 20 倍。而目前其使用的精算系统，对 3 类客户所计算出的期望费率之比分别为：高风险客户/中风险客户=1.823 1；中风险客户/低风险客户=1.121 7；高风险客户/低风险客户=2.016 6。

可见，就高风险客户和低风险客户的对比情况来看，高风险客户的索赔频率为低风险客户的 20 倍，而缴纳的保费费率仅为其 2 倍，这表明当前的保费系统设置存在明显的不合理现象。

按照本文方法，融合索赔额度和索赔次数对华泰公司的 3 类客户重新计算期望费率之比，为高风险客户/中风险客户=2.851 3；中风险客户/低风险客户=1.936 2；高风险客户/低风险客户=5.412 2。

这样的期望费率之比，降低了对低风险客户的收费比率，大大增加了对高风险客户的收费比率，奖惩配置更加合理。

3 结 论

针对汽车车险的保险精算问题，在已有研究成果的基础上提出了 1 种同时考虑索赔次数和索赔额度的无索赔优待系统。根据 13 家保险公司的实验结果显示，本文构建的无索赔优待系统概率分布更加理想。

通过理论研究、验证研究、个案研究，也发现我国目前的汽车保费系统存在以下问题：①保费系统中采取的保费精算方案还有待完善；②对不同级别的客户保费奖惩方案缺乏足够的公平；③优秀的保费方案缺乏稳定性。

据此，笔者认为我国的汽车保险行业需要通过以下措施进行整改：①要全面考虑汽车保险的实际情况，厘清其中的各种影响因素，制定更加科学合理、符合我国国情的保费精算方案，既要有利于保险公司的生存发展，又要保护参保人的合法权益。例如，本文方案就同时考虑了保费额度和保险次数。②在汽车保险的保费方案中，不同风险级别的客户要制定差异化处理方案，突出对不同客户的公平性原则。那些索赔额度大、索赔次数高的高风险客户，其保费比例也要增加，同时配套更为严厉的惩罚措施；那些索赔额度低、索赔次数少的低风险客户，其保费比例也要调低，同时配套更为优惠的奖励措施。③不能因为短时利益放弃优秀的保费方案，即使短时间损失一些客户，也要坚持优秀保费方案的稳定性、持续性，立足于公司的远期发展。

参考文献：

[1] NICHILA E, SPYRIDON D, Vrontos. Design of Optimal Bonus-Malus Systems With A Frequency And A Severity

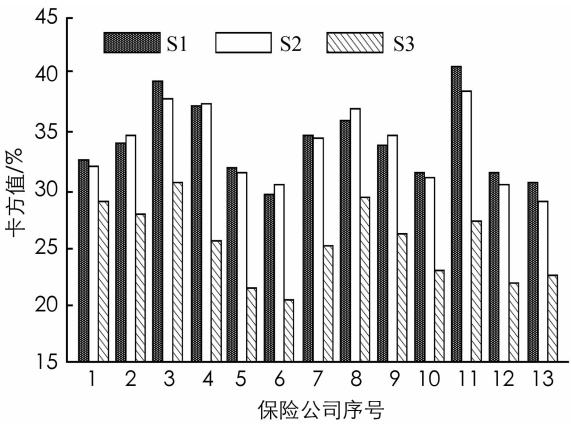


图 1 表 1 结果的柱状图显示

- Component On An Individual Basis In Automobile Insurance [J]. *Astin Bulletin*, 2001, 31(5): 1—22.
- [2] EMILIO G, JOSE M, ENRIQUE C. Univariate and multivariate versions of the negative binomial-inverse Gaussian distributions with applications [J]. *Insurance: Mathematics and Economics*, 2008, 42(2): 39—49.
- [3] 张 慧, 吴黎军, 黄云敏. 构造和评价奖惩系统的新方法 [J]. *应用数学与计算数学学报*, 2009, 23(1): 87—93.
- [4] 何 青, 温利民, 易才风. 具有相对折扣的奖惩系统 [J]. *江西师范大学学报(自然科学版)*, 2008, 32(2): 249—252.
- [5] SCOLLNIK D P M. A Damaged Generalised Poisson Model and Its Application to Reported and Unreported Accident Counts [J]. *Astin Bulletin*, 2006, 36(2): 463—487.
- [6] 王新成. 职工养老保险的数学模型分析及政策建议——以温州为例 [J]. *西南师范大学学报(自然科学版)*, 2015, 40(1): 113—120.
- [7] ISABEL M, LUIS B. Bonus-Malus Systems Using an Exponential Loss Function with an Inverse Gaussian Distribution [J]. *Insurance: Mathematics and Economics*, 2003, 33(9): 49—57.
- [8] 刘 敏. 养老事业中商业保险的经济效率研究——基于 OLG 模型的分析 [J]. *西南师范大学学报(自然科学版)*, 2016, 41(8): 151—158.
- [9] BRUNETTE M, HOLECY J, SEDLIAK M, et al. An Actuarial Model of Forest Insurance Against Multiple Natural Hazards in Stands in Slovakia [J]. *Forest Policy & Economics*, 2015, 55(10): 46—57.
- [10] BARRACCHINI C, ADDESSI M E. Cyber Risk and Insurance Coverage: An Actuarial Multistate Approach [J]. *Review of Economics & Finance*, 2014, 12(4): 57—69.

On Non-Claim-Preferential Insurance System Based on the Expected

DONG Hai-yin

Faculty of Humanities, Xinjiang Agricultural Vocational Technical College, Changji Xinjiang 831100, China

Abstract: In our country's insurance industry, auto insurance in the property insurance sector occupies a very important position. This car insurance claims discount system as the research object, and carries out the research work as follows: first, both claim number and claim amount, construction of a new two negative binomial; second, two in the negative binomial distribution on the basis of new reference expected utility thought, construct a the new no claim bonus system; third, to consider only the discount claim number and claim amount only consider the bonus system as reference, comparative experimental study of three systems. The experimental results show that the proposed system is constructed in this paper, and the probability distribution of the 13 insurance companies is more ideal.

Key words: preferential treatment; automobile insurance; insurance actuarial; negative two items

责任编辑 夏 娟