

第四届数学中国数学建模网络挑战赛

地址：内蒙古数学会

电话：0471-5220129

网址：www.tzmcm.cn

邮编：010021

Email: 2011@tzmcm.cn

第四届“互动出版杯”数学中国

数学建模网络挑战赛

承 诺 书

我们仔细阅读了第四届“互动出版杯”数学中国数学建模网络挑战赛的竞赛规则。

我们完全明白，在竞赛开始后参赛队员不能以任何方式（包括电话、电子邮件、网上咨询等）与队外的任何人（包括指导教师）研究、讨论与赛题有关的问题。

我们知道，抄袭别人的成果是违反竞赛规则的，如果引用别人的成果或其他公开的资料（包括网上查到的资料），必须按照规定的参考文献的表述方式在正文引用处和参考文献中明确列出。

我们郑重承诺，严格遵守竞赛规则，以保证竞赛的公正、公平性。如有违反竞赛规则的行为，我们将受到严肃处理。

我们允许数学中国网站(www.madio.net)公布论文，以供网友之间学习交流，数学中国网站以非商业目的的论文交流不需要提前取得我们的同意。

我们的参赛队号为：1518

参赛队员（签名）：

队员 1：马剑

队员 2：廖军

队员 3：郭炜

参赛队教练员（签名）：马剑

参赛队伍组别：本科

第四届数学中国数学建模网络挑战赛

地址：内蒙古数学会

网址：www.tzmcm.cn

电话：0471-5220129

邮编：010021

Email: 2011@tzmcm.cn

第四届“互动出版杯”数学中国

数学建模网络挑战赛

编号专用页

参赛队伍的参赛队号：（请各个参赛队提前填写好）：

1518

竞赛统一编号（由竞赛组委会送至评委团前编号）：

竞赛评阅编号（由竞赛评委团评阅前进行编号）：

第四届数学中国数学建模网络挑战赛

地址：内蒙古数学会

网址：www.tzmcm.cn

电话：0471-5220129

邮编：010021

Email：2011@tzmcm.cn

2011 年第四届“互动出版杯”数学中国 数学建模网络挑战赛

题 目： 电话车险及续保率的综合评价研究

关 键 词：熵 主成分分析法 续保率 复合 Logistic CCR Logistic—灰色

摘 要：

交强险等一系列政策使得车险市场变得炙手可热，电销手段又给车险市场注入了新活力，如何提高车险企业的续保率和电话车险的推广度变得尤为重要。

问题一，基于选取的 6 个因素的变异系数，利用熵值法求得 6 个指标的影响权重；据出险次数将客户分为目标客户、非目标客户两类，通过挖掘数据求出非目标客户的续保率，进而应用主成份分析法分别求出影响这两类客户的续保率主要因素；最后，分析、综合两种思路与方法的结果，得出承保渠道、使用性质是影响续保率的最主要因素的结论。

问题二，查阅文献资料，从电话车险本身优势、所面临的挑战、国外发展现状、国内政策条件等方面综合论证电话车险在中国的发展形势。结论：虽然电话车险是形势所趋、市场空间很大，但不会完全取代传统车险，两者最终必将整合；结合附件所给数据，统计电话车险参考数据中保额均值、保额总和、续保比例、变异系数、交强险比例指标，对比分析，验证了前文论述的观点的正确性。

建立复合 Logistic 模型和 CCR 模型构成的综合评价系统。复合 Logistic 模型用来初步评价电话车险对车险企业的影响，CCR 模型能为已经实施的发展方案提供科学的调整方案，使其从推动力度和方向上更好地满足行业需求。以平安车险公司为例求解，得出平安车险应该减少电话车险方面的总投资 21-24 个单位，反应出一定程度的投资过热。

在预测电销取代传统销售问题时，建立 Logistic—灰色组合预测模型，结合了 GM (1,1) 能体现实际变化趋势性，Logistic 能反应实际发展上限的优点。结论：国内电话车险逐步稳定发展，在 2031-2036 年能达到市场占有率约 45%--55% 的广泛使用程度。

参赛队号 1518

所选题目 C

参 赛 密 码

(由组委会填写)

英文摘要（选填）

Traffic Compulsory Insurance policies make the insurance market become hot and ele-market method give new vitality into the car insurance market. It has been very important how to improve the renewal rate and extension degree of tel-car insurance.

For problem One, we obtained index of 6 weight by using entropy method based on six selected factors coefficient of variation; Then the customer were divided into target customers and the non-target according to the number of dangerous conditions. So we apply PCA to analysis what are the main factors of these two types of customers. Finally, by synthesizing the results of the two ideas and methods, we found channels of insured and properties of the car are the two most important factors.

For problem two, after having a good knowledge of documents, we argued the development situation of tel-auto insurance in China from the advantage of tel-auto insurance, the challenges, the development status of foreign, to policy conditions. And summarried the development situation of tel-auto insurance in China. The Conclusions are : Although the ele-auto insurance is the trend and the potential market is very big, the two must be eventually integrated instead that ele-auto insurance will completely replace the traditional insurance. With the data, auto insurance phone means the amount of reference data mediator, Paul The total amount of the renewal ratio, coefficient of variation, the proportion of cross-strong indicators of risk, comparative analysis, discussed previously verified the correctness of the view.

Composite Logistic model and the CCR were created as a comprehensive evaluation system. Composite Logistic model were for preliminary evaluation and CCR model were used to adjust the development of programs which have been implemented, so the strength and direction from the drive to better meet needs. Safe auto insurance company take Peace JUXIAN as an example, we obtained that the investment of ele-insurance should decrease in the total 21-24 units, this reflect a certain degree of overheating investment.

For the Forecast how ele-sales will replace the traditional sales, the Logistic-Grey forecasting model was applied. It was a combination of GM (1,1) which can reflect the actual changes in trend and Logistic ceiling which can reflect the actual development of the merits. The Conclusions are as follows ,with the gradual and stable development it will share 45%-55% of the whole market in the 2031-2036 years.

Key words: Entropy PCA Add ratio composite Logistic CCR Logistic - gray

目录

1	总述.....	1
1.1	背景	1
1.2	研究现状.....	1
2	模型假设	1
3	问题分析	2
3.1	问题分析	2
4	符号系统	2
5	影响续保率的因素分析.....	3
5.1	影响车险续保率的因素选择.....	3
5.2	基于变异系数的熵模型确定权重.....	4
5.3	基于主成份分析法的分类讨论.....	7
5.4	提高续保率的思路与有效途径.....	9
6	电话车险发展形势分析.....	10
6.1	电话车险的优势:	10
6.2	国内外发展现状	10
6.3	国内电话车险发展形势分析.....	11
7	基于统计分析的电话车险评价	12
7.1	评价指标.....	12
7.2	统计结果与分析	13
7.3	结论	14
8	基于复合 LOGISTIC 模型的电话车险对续保率的影响评价	14
9	CCR 评价模型.....	15
9.1	模型建立.....	16
9.2	CCR 模型求解.....	17
9.3	结果分析.....	18
9.4	模型应用讨论	18
10	电话车险市场占有率预测.....	19
10.1	GM (1 , 1) 模型	19
10.2	LOGISTIC-GM (1,1) 组合模型.....	19
10.3	预测结果	21
11	模型评价与改进.....	21
	参考文献.....	23

1 总述

1.1 背景

机动车辆保险业务近年来蓬勃发展，已成为我国财产保险业务的龙头险种。2001年共承保机动车近 2000 万辆，机动车辆保险保费收入 406.8 亿元，占产险总保费收入的 59.1%，同比增长 12.26%。随着车险市场竞争的日趋激烈，各大保险公司不但注重当前车辆的投保数，而且还日益注重每笔车险保单的质量，如保单的风险率、续保率等。营销经验告诉我们，开发新客户费用是保留老客户费用的 5 倍，所以说成功地保留老客户是企业提高经济效益的重要途径。正因为如此，国内的车险公司日益注重保单的续保率，因而如何提高续保率成为研究的热点。以往的研究侧重于探讨提高续保率的措施，对续保客户特征的定量分析较少。

电销车险是保险公司以电话为主要沟通手段，借助网络、传真、短信、邮寄、递送等辅助方式，以专用电话与客户直接联系完成车险产品的推介、咨询、报价、保单条件确认的营销过程。电销车险以其便捷、省钱的天然优势，迅速占领市场，取得了广大保险消费者的认可，成为车险销售的重要渠道和保险企业转变发展方式的一个重要的突破口。电销渠道在有效降低销售成本、化解销售能力差异等方面的优势，使得各家保险主体纷纷加快了向这一领域进军的步伐。但是，受到市场环境、业务开展时间、车险合同复杂性、保险公司服务和管控能力等一系列因素影响，电销车险在驶上发展快车道的同时也出现了影响自身健康、持续发展的问题。

1.2 研究现状

在如何提高汽车续保率的问题上，国内外已有很多专家进行了分析研究。王戎^[1]在“车险赔付风险影响因素决策树分析”中，从出险次数的角度出发，对影响车险赔付的三类风险因素：车辆风险、被保险人风险、投保特征风险进行了决策树分析，并在此基础上提出了相关的政策建议。胡赛、计琳^[2]等对财产保险公司车险客户满意度进行了研究，指出产品内涵、服务质量、价格水平是决定满意度及续保率的主要因素。

电销车险的发展日益迅猛，发展中所遇到的问题也凸现出来。翟义刚^[3]在“浅析电销车险发展瓶颈及突破”中系统的分析了电销车险的现状发展瓶颈和突破前景。雷雨田^[4]在浅析国内电话车险业务的成本问题中从人力成本、渠道成本、市场认同与监管成本等四个角度入手，详细论述车险电销业务综合成本率居高不下的症结所在。崔伟玲^[5]在她的硕士论文中深入研究了数据挖掘技术在车险电销中的应用，通过对车险电销的历史数据进行研究，整理出一套专门针对其数据特点和挖掘目的的数据清洗、转换步骤，并针对挖掘目的和整理后的数据建立了数据挖掘模型，通过对挖掘结果进行解释，提出了对车险电销的营销意见。

2 模型假设

[1] 题目提供的数据来源于某车险企业的真实数据。

[2] 文中电话车险是指广义的电话车险。

[3] 文中续保率泛指除新生承保外的所有承保（包括转保）方式总和的续保率。

- [4] 我们主要研究电话车险而不是研究全部电销（包括电销财险等）。
- [5] 我们主要考虑电话车险在续保率方面对车险企业的影响。

3 问题分析

3.1 问题分析

3.1.1 要解决的问题

深入分析问题后，问题归结为以下几方面：

- ◆ 建模分析影响车险续保率的关键因素，根据附件数据分析出各因素的影响权重排序；
- ◆ 根据对各因素分析，提出车险企业提高续保率的思路与有效途径；
- ◆ 结合数据，建模综合评价发展电话车险对车险企业的影响，尤其是对续保率的影响；
- ◆ 结合前文的研究结论，建模预测电话车险对传统车险的冲击程度。

3.1.2 解决思路分析

交强险等政策使得车险市场变得炙手可热，电销手段又给车险市场注入了新活力，开发新客户费用是保留老客户费用的 5 倍，所以成功地保留老客户是企业提高经济效益的重要途径。如何提高车险企业的续保率和电话车险的推广度变得尤为重要。

问题一，首先，查阅资料分析出影响续保率的影响因素；其次，根据查到的数据资料，综合评价各影响因素所占的权重比；最后，根据实际情况采用以出险次数为入手点将用户分为目标用户和非目标用户两类，并分别建立模型说明影响他们续保率的因素，从而为车险企业制定合理的投保策略。

问题二，查阅文献资料，了解背景资料，从电话车险本身优势、所面临挑战、国外发展现状、国内政策条件等方面入手，综合论证电话车险在中国的发展形势；为了充分说明电销趋势，再结合附件所给数据，统计电话车险参考数据中保额均值、保额总和、续保比例、变异系数、交强险比例指标。

在综合评价电销推广时，利用复合 Logistic 模型用来初步评价电话销售对保险企业的影响，CCR 模型能为已经实施的发展方案提供科学的调整方案的优势，选取复合 Logistic 模型和 CCR 模型构成的综合评价系统来分析。最后，为了验证模型的实用性，以平安车险为例分析，探讨了该企业对电销的应用情况。

在预测电销取代传统销售问题时，为了使预测值更接近实际情况，利用 GM(1,1) 能体现实际变化趋势性，Logistic 能反应实际发展上限，建立 Logistic—灰色组合预测模型，将二者结合达到更好的预测效果。

4 符号系统

为了便于描述问题，我们用一些符号来代替问题中涉及的一些基本变量，如表 4—1 所示，其它一些变量将在文中陆续说明。

表 4-1 符号系统一览表

主要符号	单位	符号意义
a_{ij}	%	表示目标的影响程度之比
y_i	个	评价指标
x	%	比值
w_i	%	权重
S	%	评价得分

5 影响续保率的因素分析

5.1 影响车险续保率的因素选择

车险续保率指当年到期的客户中续保客户所占的比重。车险续保率的高低，能看出一个车险公司的综合实力，同时也决定着它的市场竞争力及所占的市场份额，因此各大车险公司相继想尽办法来提升续保率。

为了综合评价车险续保率的影响因素，我们先从客户对车险企业的满意度着手，客户满意度高了，则对这家企业的偏好值就增加，从而会考虑继续续保，并且会将企业介绍给周围的朋友，在一定程度上提升了续保率。客户对企业的满意度有根据企业所给客户的投保方案、投保套餐价格以及受保后服务质量，在此我们先假设客户在受保后都能享受到满意的服务质量，仅从企业制定的投保方案和投保价格分析影响客户满意度也即续保率的因素。

以下是我们根据投保方案和价格费率整合出来的6个影响因素：

- 车价：一般车价越高，车的保养要求就越严格，企业给车主可选择的投保方案也就越多，相应的价格也就越高；
- 车龄：根据机械使用磨损原理，车龄越大，车中机械部件磨损越厉害，车的事事故率也就越高；
- 出险次数：它为影响企业抉择投保费率的最直接因素，出现次数越高，企业所制定的投保费率也就越高，投保成本越大；
- 使用性质：一般分为私营车和非私营车，私营车行驶区域、距离不限，事故率也较高，投保时也会受投保价格方案的限制，非私营车，一般行驶于特定路线及场合，不受投保成本的制约。
- 品牌：车的品牌在一方面间接说明了车的质量，优质品牌汽车对每一步生产工艺要求都很严格，车的质量也有很大保证，车事故率也较少，因此车的投保方案和费率选择性都较大；
- 承保渠道：国家制定出交强险政策，因此每一辆在中国境内行驶的汽车都应该保有交强险，一般车主在购车时都会考虑汽车销售所推荐的保险公司，其次才会自己去咨询一些中意的车险公司，最近发展的电销也为用户和企业带来了很大便利和实惠。

在确定出6个影响车险企业续保率的因素后，又该如何来评价分析它们的影响权

重呢?为此, 我们建立熵值法来分析各因素影响权重大小。

5.2 基于变异系数的熵模型确定权重

5.2.1 熵值法介绍

在信息论中, 熵是对不确定性的一种度量。信息量越大, 不确定性就越小, 熵也就越小; 信息量越小, 不确定性越大, 熵也越大。根据熵的特性, 我们可以通过计算熵值来判断一个事件的随机性及无序程度, 也可以用熵值来判断某个指标的离散程度, 指标的离散程度越大, 该指标对综合评价的影响越大。

(1) 列出 6 个对象因素的 7 个时间序列指标, 则 f_{ij} 为第 i 个评价对象的第 j 个指标的数值。($i=1,2; j=1,2,3,4,5$)

(2) 数据标准化: 借助模糊数学的概念用类似于隶属度的含义来描述, 各指标可以分为望大型、区间型、成本型 3 种。

① 望大型指标是以稳定在某个固定值为最佳的一类指标, 其相对优属度 u_{ij} 描述为:

$$u_{ij} = \frac{f_{ij}}{(f_{i\min} + f_{i\max})}$$

② 区间型指标是指属性值以落在某个固定区间内为最佳的一类指标, 其相对优属度 u_{ij} 描述为:

$$u_{ij} = \begin{cases} \frac{1 - (f_i^L - f_{ij})}{\eta_i}, & f_{ij} < f_i^L \\ 1 & f_{ij} \in [f_i^L, f_i^R] \\ \frac{1 - (f_{ij} - f_i^R)}{\eta_i}, & f_{ij} > f_i^R \end{cases}$$

式中: f_i^L 和 f_i^R 为给定的第 i 个指标 f_i 的最佳下界和上界, η_i 为 f_{ij} 偏离最佳区间的绝对值的最大值, 即 $\eta_i = \max\{f_i^L - f_{i\min}, f_{i\max} - f_i^R\}$

式中 $f_{i\max}$, $f_{i\min}$ 为指标 f_i 所有观测点测量值的最大和最小值。

③ 成本型指标是指属性值越小越好的指标。其相对优属度 u_{ij} 描述为

$$u_{ij} = 1 - \frac{f_{ij}}{(f_{i\min} + f_{i\max})}$$

6 个因素中除了承保车辆出险次数是成本型指标外, 其余都是望大型指标。对含有 n 年统计数据的 m 个影响指标进行评估, 先根据各年的值形成目标决策矩阵

$$F = \begin{bmatrix} f_{11} & f_{12} & \cdots & f_{1n} \\ f_{21} & f_{22} & \cdots & f_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ f_{m1} & f_{m2} & \cdots & f_{mn} \end{bmatrix}$$

应用(1)—(3)并结合各指标的目标类型，将目标决策矩阵转换为相对优属度矩阵

$$U = \begin{bmatrix} u_{11} & u_{12} & \cdots & u_{1n} \\ u_{21} & u_{22} & \cdots & u_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ u_{m1} & u_{m2} & \cdots & u_{mn} \end{bmatrix}$$

(3) 计算第 j 项指标下的第 i 个评价对象占该指标的比重：

$$P_{ij} = \frac{u_{ij}}{\sum_{i=1}^n u_{ij}}, (i=1, 2, \dots, n; j=1, 2, \dots, m)$$

(4) 计算第 j 项指标的熵值

$$e_j = -k \sum_{i=1}^n p_{ij} \ln(p_{ij}), \text{其中 } k > 0, k = 1/\ln(n), e_j \geq 0$$

(5) 计算第 j 项指标的差异系数

$$g_j = \frac{1 - e_j}{m - E_e}, \text{其中 } E_e = \sum_{j=1}^m e_j, 0 \leq g_j \leq 1, \sum_{j=1}^m g_j = 1$$

(6) 求第 j 项指标的权数

$$w_j = \frac{g_j}{\sum_{j=1}^m g_j} (1 \leq j \leq m)$$

(7) 计算各评价对象的综合得分

$$s_j = \sum_{j=1}^m w_j \cdot p_{ij} (i=1, 2, \dots, n)$$

5.2.2 数据整理与挖掘

据题给附件数据，已知 6 个因素指标 2010 年 9 月—2011 年 3 月的“当年到期车辆续保率 a”“当年到期车辆数 b”、“当年到期目标客户车辆数 b1”、“目标客户续保率 a1”、“非目标客户续保率 a2”，从而挖掘出当年到期的“非目标用户续保率” $a3 = (a \cdot b - a1 \cdot b1) / (b - b1)$ 。各因素中分成很多类指标，我们采用变异系数评价它对续保率的影响程度。

变异系数 CV 采用 excel 中的 STDEVP 和 AVERAGE 函数求得，计算结果如下表 5-1 所示。

其中，变异系数又称离散系数，用 CV(Coefficient of Variance) 表示，CV(Coefficient of Variance): 标准差与均值的比率。用公式表示为： $CV = \sigma / \mu$ 衡

量。其作用为：反映单位均值上的离散程度，常用在两个总体均值不等的离散程度的比较上。若两个总体的均值相等，则比较标准差系数与比较标准差是等价的。

表 5-2 各因素对续保率的变异系数

因素	续保率	2010/9	2010/10	2010/11	2010/12	2011/1	2011/2	2011/3
车龄	总续保率	0.1633	0.1720	0.1686	0.1671	0.1857	0.1561	0.1711
	目标续保率	0.1425	0.1581	0.1577	0.1557	0.1884	0.1528	0.1597
	非目标续保率	0.1840	0.1807	0.1940	0.2092	0.3766	0.4177	0.3795
出险次数	总续保率	0.1855	0.2244	0.1766	0.1704	0.2185	0.2155	0.1021
车辆品牌	总续保率	0.3125	0.3076	0.3071	0.2977	0.2644	0.2448	0.1895
	目标续保率	0.3240	0.3176	0.3186	0.3077	0.2941	0.2590	0.2013
	非目标续保率	0.3379	0.3283	0.3325	0.3184	0.2058	0.2646	0.2137
使用性质	总续保率	0.4880	0.4714	0.4726	0.4663	0.4386	0.3502	0.2516
	目标续保率	0.5009	0.4822	0.4795	0.4719	0.4597	0.3668	0.2626
	非目标续保率	0.4363	0.4278	0.4509	0.4474	0.3117	0.2810	0.2710
承保渠道	总续保率	0.2665	0.3091	0.3177	0.3204	0.4194	0.2748	0.2234
	目标续保率	0.4119	0.3311	0.3346	0.3488	0.4783	0.3341	0.2626
	非目标续保率	0.3519	0.5829	0.5643	0.5558	0.1859	0.0558	0.0223
车价	总续保率	0.2462	0.2387	0.2180	0.2047	0.1933	0.1527	0.1731
	目标续保率	0.1391	0.1412	0.1414	0.1441	0.1472	0.0996	0.1263
	非目标续保率	0.2230	0.2224	0.2075	0.1989	0.1013	0.0860	0.1335

(注：由于附录数据中，出险次数、车辆品牌只给出了部分月的数据，为了便于统计分析，我们根据原有数据进行了适当的预测，得出其余月的数据值；其中车辆使用性质中公路客运数据求出的非目标续保率的变异系数值为负，车辆品牌部分品牌求出的非目标续保率的变异系数为零和负数，我们在处理这部分特殊数据时进行了适当合理舍弃。)

5.2.3 结果及分析

将上表中的变异系数代入熵值法模型中，利用 matlab 软件求的 6 个因素对续保率影响的熵值综合评分，见下表。

表 5-3 各因素对续保率的熵值综合评分

因素	出险次数	车龄	品牌	使用性质	承保渠道	车价
权重	0.0108	0.0158	0.0171	0.0216	0.0195	0.0159

从上表可看出，车的使用性质所占比例最大，也即其对车险续保率的影响最大；其次，车险承保渠道和车的品牌也占有较大的比重；车价和车龄所占比例不是太多平均在 0.01585 左右；出现次数在影响续保率的因素中所占比例最少，仅有 0.0108。

从上表 2 知，6 个因素的熵值综合评分最大为车辆的使用性质。车辆的使用性质主要包括私营车和非私营营业车两大类，其中私营车包括：出租车、营业货车、长途客车、家用车；非营业车主要包括：党政机关客车、企业客车、特种车、城市公交等。车辆的使用性质不一样也就决定了其使用的目的，对车辆安全、保养的重视程度以及用户所具有的资金储备不一样，从而决定了用户对车险公司的依赖度不一样，导致车

剩下的是如何确定主成分的个数，我们总结了下面几个求解步骤：

- 1、对 5 个影响因素数据进行标准化变换；
- 2、求出相关系数 R 的特征值与特征向量；
- 3、求出各影响因素的主成分。

5.3.2 模型求解

车险企业在为用户制定最适合的投保方案和投保费率时常会重点考虑用户的车险次数，因此我们根据用户出险次数将其分为目标客户和非目标客户。由附件所给数据，整理出其中 5 个因素（除去出险次数）的目标客户续保率和非目标客户续保率，见上表 1。

根据上述模型介绍，我们利用表 1 中数据进行主成分分析，求得结果如下所示：

5-4 目标客户续保率影响因素变异系数

0.1425	0.1581	0.1577	0.1557	0.1884	0.1528	0.1597
0.3240	0.3176	0.3186	0.3077	0.2941	0.2590	0.2013
0.5009	0.4822	0.4795	0.4719	0.4597	0.3668	0.2626
0.4119	0.3311	0.3346	0.3488	0.4783	0.3341	0.2626
0.1391	0.1412	0.1414	0.1441	0.1472	0.0996	0.1263

目标客户的影响续保率因素的主成分分析

由 DPS 软件，我们求解出影响目标客户续保率的因素的主成分分析结果，见下图

No	特征值	百分率%	累计百分率%
1	6.7496	96.4231	96.4231
2	0.2304	3.2916	99.7147
3	0.0172	0.2463	99.9610
4	0.0027	0.0390	100.0000

主成分分析因子得分：

No	Y(i, 1)	Y(i, 2)	Y(i, 3)	Y(i, 4)
N(1)	-2.5711	0.1973	-0.1760	0.0537
N(2)	0.3143	-0.3314	-0.1102	-0.0875
N(3)	3.5451	-0.4942	0.0267	0.0532
N(4)	1.9675	0.8441	0.0636	-0.0165
N(5)	-3.2558	-0.2158	0.1958	-0.0029

图 5-1 影响目标客户续保率因素主成分分析结果

从上图 1 中可以看出，当主成分为 1 时，其累计百分率就达到了 96.4231%，主成分分析效果很好，因此对于目标客户的影响因素可以只分成一个主份；在上图 1 主成分分析因子得分结果中找到 Y(i, 1) 列数据中绝对值最大的因素，由此可知，影响目标客户续保率的关键因素在于：车辆使用性质和车价。因此，车险企业在针对目标客户续保时应重点从车辆的使用性质以及车价入手，制定出合理的投保方案和费率。

5.3.2.1.1 非目标客户的影响续保率因素的主成分分析

5-5 非目标客户续保率影响因素变异系数

0.1840	0.1807	0.1940	0.2092	0.3766	0.4177	0.3795
--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

0.3379	0.3283	0.3325	0.3184	0.2058	0.2646	0.2137
0.4363	0.4278	0.4509	0.4474	0.3117	0.2810	0.2710
0.3519	0.5829	0.5643	0.5558	0.1859	0.0558	0.0223
0.2230	0.2224	0.2075	0.1989	0.1013	0.0860	0.1335

同理，我们利用下表中各因素关于非目标续保率的变异系数，经 DPS 软件求解出影响非目标客户续保率的因素的主成分分析结果，见下图 2。

No	特征值	百分率%	累计百分率%
1	4.5357	64.7959	64.7959
2	2.1179	30.2563	95.0522
3	0.3178	4.5406	99.5928
4	0.0285	0.4072	100.0000

主成分分析因子得分：

No	Y(i, 1)	Y(i, 2)	Y(i, 3)	Y(i, 4)
N(1)	-3.2397	0.8567	-0.6525	-0.0014
N(2)	-0.1608	0.0018	0.5362	0.2968
N(3)	0.8226	1.8509	0.5701	-0.1858
N(4)	3.3086	-0.1799	-0.7002	0.0287
N(5)	-0.7307	-2.5294	0.2464	-0.1383

图 5-2 影响非目标客户续保率因素主成分分析结果

同理分析知，在图 2 中影响因素分为两个主分时累计百分率才达到了 90% 以上；由图 2 中主成分分析因子得分知：第一主分包含影响因素有：车龄和承保渠道，第二主分包含影响因素为：使用性质和车价。因此，车险企业在对非目标客户制定续保方案时应该综合考虑车辆的使用性质、车价和车的承保渠道以及车龄因素。

5.4 提高续保率的思路与有效途径

车险企业在针对目标用户和非目标用户应根据具体情况制定不同的投保策略，由图 1 和图 2 分析可知，目标客户和非目标客户在考虑因素时主要区别在于：车龄和承保渠道。由模型一中熵值法知，影响客户续保率的主要因素在于：车辆使用性质和承保渠道。因此，综合考虑模型一和模型二的求解结果，我们得知车险企业最佳投保方案制定流程：

- 1、车险企业在给用户制定投保方案和费率时应该优先分析考虑用户的车辆使用性质；
- 2、在充分考虑车辆使用性质后，车险企业再根据车的出险次数将其划分为：目标续保客户和非目标续保客户；
- 3、对于目标续保客户，车险企业在制定续保方案时应优先考虑车的价格；
- 4、对于非目标续保客户，车险企业在制定续保方案时应优先考虑车辆的承保渠道，在此基础上再考虑车龄，最终再考虑车的价格方面因素。

6 电话车险发展形势分析

6.1 电话车险的优势：

电话车险(网络车险)是新兴的投保模式，由保险公司通过互联网、电话和客户直接交易，可以理解为保险公司的车险直销。

相比传统的营销渠道，电销有着无与伦比的优势：

(一) 成本低

作为新渠道之一，电销渠道能节省中介渠道手续费。而电销渠道能够省去中间代理人 15% 手续费，提供价格优惠的车险产品。

(二) 办理方便快捷

车主如果需要通过电话直销途径购买车险，只需致电相关保险公司的电话销售中心，投保信息就会进入投保人所在地区机构的系统，随后电话车险销售中心的工作人员就可根据车主的要求予以报价，如果车主决定投保，当地的保险公司会派人上门提供保单，并通过现金支付或移动 POS 机刷卡方式缴费，保费到账后会有专人上门递送保单。整个电话直销业务过程中，无论是缴纳投保资料、审核，还是进行缴费，都是由保险公司派人上门服务，客户足不出户就可办理。

(三) 价格透明、公开

由于电话车险是采用集中运营的方式，报价统一规范，因此车主也可以享受到公道、透明的价格体系。

(四) 客户资源不受限制。

与传统的保险营销方式不同，保险公司可以通过集中的电话中心向不同地区，甚至不同国家的客户提供保险产品和保险服务。由于电话营销地域覆盖面广泛，可触及社会各阶层，可以为有保险需求但找不到保险购买渠道的客户提供服务，也可以通过电话沟通，使一些意识不到自身保险需求的准客户树立正确的保险意识。

(五) 便于监管

全程录音监听，保证业务质量，规避诱导、误导客户，维护客户权益。

6.2 国内外发展现状

6.2.1 国外发展情况

根据罗兰·贝格提供的数据，在英国和美国等一些保险市场发达的国家，电话车险在车险总额中的比例高达 61% 以上。海外保险公司早在上世纪 70 年代末就开始通过与银行合作尝试开展电话营销业务，到目前这一营销渠道已经成为不少国际知名保险公司的主要销售渠道之一。

台湾：电话营销年产能约合人民币 1.8 亿元，占新单保费 35% 以上。

香港：占新单保费 90%。

日本：友邦 60% 新单业务。

韩国：友邦 70% 新单业务来自电话营销。

美国：电销和网销的保费收入已经超过总保费的 20%，到 2010 年将达到 25%~35%（麦肯锡研究数据显示）。

6.2.2 国内发展条件

6.2.2.1.1 车险行业形势大好

汽车消费的增长为我国汽车保险市场提供了广阔的发展空间，中国是世界上最大

最有潜力的汽车保险市场^[1]。2006 年以来,车险经营形势发生了明显变化。从外部环境来看,主要反映在以下几个方面:

1. 法律环境发生深刻变化;
2. 车辆保险需求快速增长;
3. 车险代理渠道迅速发展。

6.2.2.1.2 平安一家独大, 市场空间大:

2007 年平安产险公司首次开办电话销售车险(简称“电话车险”)业务。平安电话车险 2009 年完成保费 42.5 亿元,电话呼入量达 138 万次。2011 年一季度,保费收入已逾 20 亿元,同比增长超过 200%。

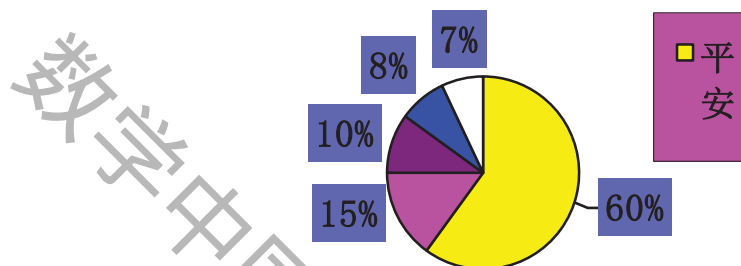


图 6-1 国内车险企业电销渠道的市场占有率分布情况

6.2.2.1.3 国家政策支持

交强险政策,使得车险行业形势大为好转。保监会规定,电话车险在 7 折限折令的基础上,费率上可再降 15%。

2009 年,财险行业曾制定了车险自律公约,严格限制了给中介返点,商业车险手续费最高为 10%,交强险手续费最高为 4%。并且保监会也对车险返点作了严格的规定,保监会规定,中介销售的车险折扣新车只能打九折,如果第一年不出险,第二年购买可以打七折。一时间,中介销售的车险失去了价格优势。

保监会在《关于财产保险公司电话营销专用产品开发与管理的通知》明确规定,电话投保商业车险,在商业险最低折扣的基础上,可以再降 15%,这明显提升了电话车险的竞争力。

6.2.2.1.4 多家险企抢夺市场

多家家保险主体纷纷加快了向这一领域进军脚步。目前市场上已有平安、人保、阳光等 12 家产险公司获得车险电销资格,有近 30 家险企正在申请经营这一业务。

6.3 国内电话车险发展形势分析

6.3.1 车险电销业务的发展已成大势所趋。

电话车险是一种新兴的投保渠道,随着经济的不断发展,人们的物质生活水平也在不断提高,有车一族这一群体也在不断壮大,所以,电话车险的消费群体是非常巨大的,市场前景很好。从长远看,随着信息技术的日新月异和保险市场趋于成熟,以先进的信息技术为载体,以“简便快捷、让利于客户”为特点的电销、网销必将迅猛发展,最终成为车险业务的主要销售渠道。

但是,车险行业的竞争也是相当的激烈,就目前的车险市场来看,传统形式的销售形式仍然占主导地位。

6.3.2 电销无法完全取代传统渠道

电话车险业务的迅猛发展，给车险传统销售渠道带来巨大冲击，而且这种冲击正在变得日益严重。在这种形势下，险企既要看清电销迅速发展已成趋势，也要认识到电销不是万能的，无法完全取代传统销售渠道。一般来讲，传统销售渠道主要包括直销、个人代理、中介和交叉销售四种基本方式。传统销售渠道有着自身独有的优势。

- 在长期发展、成长过程中，这些销售方式已经在人们心目中形成定式或习惯，特别是 20 世纪 70 年代以前出生的人，在短时间内很难接受从崭新的渠道购买保险。
- 传统渠道，销售人员与客户面对面，更有利于与客户之间的交流和沟通，对客户实行个性化服务，提高客户对保险产品的认同感，同时，在社会信用度普遍不高的前提下，这种方式也能很大程度上使客户减少顾虑。
- 保险营销员和中介手中都掌握着大量的客户资源，这些客户都是经过多年的维系，有着很强的忠诚度，短时间流失的可能性不大。相对传统渠道，电话车险也有着诸如承保方式过于程式化、针对客户群体单一的局限性。保险企业要想在未来激烈的市场竞争中立于不败之地，在积极开拓电销业务的同时，巩固和发展传统销售渠道。在未来电销业务竞争出现胶着状态时，稳固传统销售渠道无疑将成为竞争的制胜法宝。

6.3.3 电话车险发展空间很大

由国外发展现状和国内发展条件分析知，国外经过 20 多年发展后电话车险占车险市场的比例大都超过 50%。而国内仅为 5%，况且随着社会发展车险

6.3.4 电话车险任重而道远

- 社会认知度低
据不完全统计，60%接受调查者表示怀疑这种保险形式的可靠性，即使是接受这种形式的，也有大部分人表示担心电销形式购买的保险在理赔时没有人提供服务，而宁肯选择传统保险模式。
- 电销成功率不高
有些电销人员每天拨打上百电话，可能颗粒无收。据统计，呼出岗位每通电话拒绝率高达95%，而成功约访的准客户中签单率大约10%。呼入岗位成功率相对高些，主要是因为客户呼入本身就表示其有一定的保险需求。长沙市就保险电话营销进行了一系列问卷调查，其中问题“有没有接到过保险公司业务员电话营销”的答案众说不一，95%接受问卷者说接到过，大多数年平均两三次，极少数平均每星期达到了两三次；而针对问题“有没有主动致电保险公司购买保险”，24%接受问卷者表示有，其中几乎都是咨询车险。
- 电销业务赔付率高
电销车险主要是针对中低端车型的个人车险，且单均保费较少，而电销车险赔付率70%，比传统渠道销售的车险赔付率高大约10个百分点左右。

7 基于统计分析的电话车险评价

7.1 评价指标

附件中所给数据显示，2010 年一季度该企业没有开展电销业务；2011 年一季度

开展电销业务。经统计分析后，我们认为该数据来自于一家 2011 年刚刚涉足电话车险的企业，该企业具有电话车险这个新兴投保形式的典型特点。具体分析如下。

首先，我们选取多个指标对数据统计分析：

均值：统计时期内，保额和费率的平均值，体现车险总体平均水平。

总和：统计时期内，保额和费率的累加和，体现车险总量。

变异系数：体现数据的相对离散程度，表征投保方案多样化和差异性。

交强险比例：交强险占有所有车险交易量的比例。

续保比例：续保（包括转保）车险交易数量占交易总量的比例。是企业特别关注的指标。

7.2 统计结果与分析

7.2.1 发展电话车险前后两阶段对比分析

通过比较分析出发展电销业务后对企业的具体影响。统计结果见下表数据。

表 7-1 不同时期投保分析比较

	2010 年一季度		2011 年一季度		比较值	
	保额	费率	保额	费率		
均值	212581.9	0.012611	237754.7612	0.012541	0.894123	1.005616
总和	6.11E+08	52.0784	2083682727	109.5585	0.293102	0.475348
变异系数	1.049689	0.617333	1.163982551	0.637907	0.901808	0.967748
交强险比例	0.590385287		0.605704507		0.974708427	
续保比例	0.2368758		0.306446092		0.772977062	

表 7-2 中的统计数据可知，

- 1、均值和总和项表明：保额有了大幅提高，几乎达到 3 倍。
- 2、变异系数表明：发展电销业务后不仅投保总量增加，而且投保方案增多，出现明显投保差异性。
- 3、续保比例有所增长。

7.2.2 电话车险与非电话车险对比分析

首先，我们将 2011 年一季度数据分成电销与非电销两部分，利用 excel 分别单独统计各指标量，结果见下表。

表 7-3 电销与非电销分析比较

	电销		非电销		比较值	
	保额	费率	保额	费率	保额	费率
均值	249231.8	0.009224	236986.27	1.28%	1.051672	0.722693
总和	1.37E+08	5.082624	1.947E+09	104.4979	0.070538	0.048639
变异系数	0.600798	0.336054	1.1950173	0.640648	0.502752	0.524554
交强险比例	0.283121597		0.627267194		0.451357252	
续保比例	0.139745917		0.317711503		0.439851611	

表 7-3 所示，数据统计结果表明：电销业务电销业务的续保比例、交强险比例、变异系数、费率均低于同时间段内的非电销水平。

7.3 结果讨论

综合两表分析可知：

- 1、续保比例一高一低，反映了电销业务社会认知度差、交流相对困难，保持客户比客户困难。获得新增投保的难度大于通过电销进行续保的难度。
- 2、电话车险是一种非常有效的提高续保率的途径。

电话车险是一个新兴的投保形式，在中国刚刚发展起步，数据分析、现状论证都表明，电话车险尤其独特的绝对优势，发展电话车险是形势所趋。政府和企业应据各个国家和地区的独特的状况具体分析，做出合理决策来推动电话车险的发展。我们接下来任务就是评价电话车险对车险企业的影响，提供合理的方案或方法，帮助政府和企业发现问题、提出可行的指导性意见和建议；其次，在政府和企业做出一定的具体措施后，我们继续提供方案评价其措施的作用效果，为其下一步决策和措施调整指明方向。

由此，我们小组的工作重点就是针对已有的的决策和实施的措施，设法提供一套简单实用的评价方案，并且给出如何调整的方案。

8 基于复合 Logistic 模型的电话车险对续保率的影响评价

通过我们建立的复合 Logistic 模型可以判断电话车险的发展力度是否滞后于续保率的需求。下面给出具体阐述：

（以国内最大的电话车险企业平安车险为例）

事物发展受其内外因两方面因素影响，我们认为电销车险开始发展以其自身的特殊优势为主导，当发展到一定程度后，它与其他因素一起影响续保率，二者在不同时期叠加，共同成为影响续保率的主要因素。

基于以上分析，我们做出以下假设：

（1）目前和更早时期，电话车险的自身优势还未充分发挥，这个时期内，续保率服从 Logistic 模型，即：
$$\frac{dy}{dt} = ry(1 - \frac{y}{k})$$

其中， y 表示电话车险保额， r 为增长率， k 为最大容量

（2）未来发展中，电话车险将起决定作用，此时续保率随时间增长是在已经平稳的基础上的 Logistic 模型，即整个模型是两个类似的 Logistic 曲线在不同时期的叠加。

类比传统 Logistic 模型，我们希望找到一个微分形式是 M 的函数，即有两个增长点，最终确定为

$$\frac{dy}{dt} = ry(1 - \frac{y}{k}) \left[\left(1 - \frac{y}{b}\right)^2 + c \right]$$

其中： r 为增长率， k 为内外因共同高度发达时的饱和值， b 为第一阶段 Logistic 曲线达到平稳时电动车辆，即内因引起的饱和值， c 的大小反映了电话车险发展力度的延迟程度。

传统 Logistic 模型与复合 Logistic 模型二者如图所示：

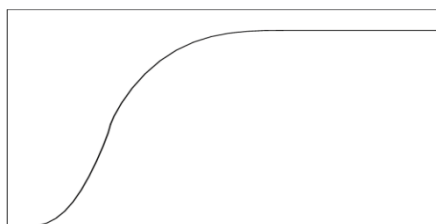


图 8-1 传统 logistic 模型积分图

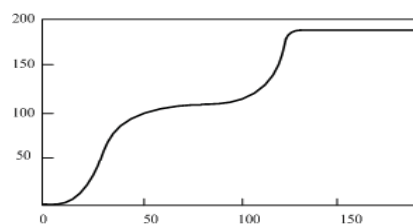
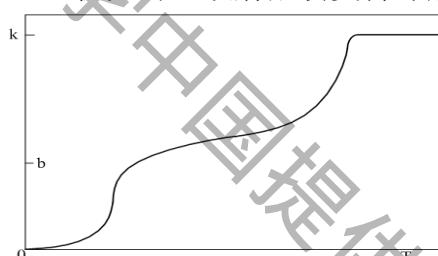


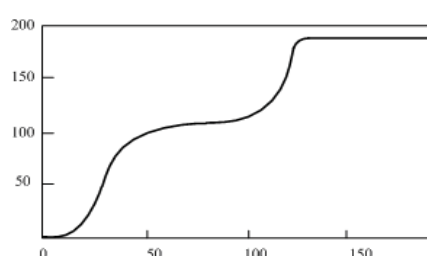
图 8-2 复合 logistic 模型积分形式

由于复合 Logistic 模型表达式的解析解较难求得,我们可通过数值方法对其求解。模型含有多个参数使曲线型丰富,但对其各参数内联系,由于时间紧迫,我们不做全部讨论,仅对参数 c 做简单讨论:

下图展示不同 c 的取值对线型的影响,从图中可以看出 c 取值小时,政府配套支持滞后性大, c 值大时,政府配套支持滞后性小。



$$\frac{dy}{dt} = 0.4y \left(1 - \frac{y}{200} \right) \left[\left(1 - \frac{y}{100} \right)^2 + 0.015 \right]$$



$$\frac{dy}{dt} = 0.4 \left(1 - \frac{y}{200} \right) \left[\left(1 - \frac{y}{100} \right)^2 + 0 \right]$$

图 8-3 复合 logistic 模型不同参数积分形式图形

这样,我们可以获取多组数据值,应用最小二乘拟合法求出方程中的各未知参数。然后观察图线型就能确定企业是否需要加大支持力度;利用此模型同时也能求出社会广泛推广电销时电销的保额量,这个方面后文会继续展开讨论。

如果通过复合 Logistic 模型判断出政府、企业总体支持力度的是滞后的,那么政府、企业又该从哪些方面着手调整措施呢?

9 CCR 评价模型

我们知道不同国家和地区发展电话车险的条件差异很大,因此我们很难建立统一的一般化模型,来评价所有或者大多数政府和企业的推动和调控决策的效率。

为了达到较好的调控效果,政府通常会做大量的专业调研工作,定期采集一些关键指标数据,并以此做出合理决策。我们小组工作重点就是为政府提供一种合适的数学方法来处理这些数据,评测政府的推动措施和力度,并且尽可能给出优化的决策需要的调整方向。

下面继续以平安车险为例进行讨论。

➤ 政府、企业投入指标归结为:电话车险总投资;呼叫中心配备量;专业人才

配备数；政策标准化程度；电话车险费率折限。

➤ 效果评价指标：电话车险保额总量；企业利润

分析知道，上述 5 个指标及 2 个评价指标显然是多输入多输出的数据矩阵，DEA 法便能客观地评价此投入产出系统，并且给出具体的改进方案。

9.1 模型建立

DEA, Data Envelopment Analysis)是一种用来测度生产效率的非参数的前沿效率分析方法，它衡量的是一组投入、产出相同的决策单元的相对效率，是一种多指标评价方法，

若某个 DMU 在一项活动中的投入向量 $X = (x_1, x_2, \dots, x_i, \dots, x_m)$, x_i 表示第 i 种投入；产出（输出）向量 $Y = (y_1, y_2, \dots, y_r, \dots, y_s)$, y_r 表示第 r 种产出(输出)； (X_j, Y_j) 对应第 j 个决策单元的投入、产出向量， (x_0, y_0) 对应被评价决策单元的相应指标，于是可以用 (X, Y) 表示这个 DMU 的整个生产活动， n 个 DMU 的投入集就可以构成一个 $n \times m$ 阶的投入矩阵，其产出集可以构成一个 $n \times s$ 阶产出矩阵。

CCR(由 Charnes, Cooper 和 Rhodes 于 1978 年提出)是 DEA 的一种,用于评价 DMU 的规模 and 技术的总体有效性。CCR 有分式规划和线性规划两种形式。从投入（产出）的角度测算决策单元 (x_0, y_0) 相对效率的 DEA 模型可以表示为：

$$\begin{cases} \min \theta = \frac{w^T X_{j0}}{v^T Y_{j0}} \\ s.t. \frac{w^T X_{j0}}{v^T Y_{j0}} \geq \theta, \quad \forall j = 0, \dots, n \end{cases} \quad \begin{cases} \max \theta = \frac{v^T Y_{j0}}{w^T X_{j0}} \\ s.t. \frac{v^T Y_{j0}}{w^T X_{j0}} \leq \theta, \quad \forall j = 0, \dots, n \end{cases}$$

w^T, v^T 表示对输入输出的度量权。该分式规划可转变成线性规划 (1) 和 (2)：

$$(1) \quad \begin{cases} \min w^T X_{j0} \\ s.t. w^T X_j - v^T Y_j \geq \theta - 1, \quad \forall j \\ w^T X_{j0} = 1 \end{cases} \quad (2) \quad \begin{cases} \max v^T Y_{j0} \\ s.t. w^T X_j - v^T Y_j \geq \theta - 1, \quad \forall j \\ v^T Y_{j0} = 1 \end{cases}$$

对偶规划为：

$$(3) \quad \begin{cases} \min \theta \\ s.t. \sum_{j=1}^n \lambda_j X_j \leq \theta X_0 \\ \sum_{j=1}^n \lambda_j Y_j \geq Y_0 \\ \forall \lambda_j \geq 0 \\ j=1, 2, \dots, n \end{cases}$$

$$(4) \quad \begin{cases} \max \delta \\ s.t. \sum_{j=1}^n \lambda_j X_j \leq \theta X_0 \\ \sum_{j=1}^n \lambda_j Y_j \geq \delta Y_0 \\ \forall \lambda_j \geq 0 \\ j=1, 2, \dots, n \end{cases}$$

引入松弛变量，(3)、(4) 两式可以表示为线性规划 (D) 和(P):

$$(D) \quad \begin{cases} \min \theta \\ s.t. \sum_{j=1}^n \lambda_j X_j + s^- = \theta x_0 \\ \sum_{j=1}^n \lambda_j Y_j - s^+ = y_0 \\ \forall \lambda_j \geq 0, j=1, 2, \dots, n \\ s^+ \geq 0, s^- \geq 0 \end{cases}$$

$$(P) \quad \begin{cases} \max \delta \\ s.t. \sum_{j=1}^n \lambda_j X_j + s^- = x_0 \\ \sum_{j=1}^n \lambda_j Y_j - s^+ = \delta y_0 \\ \forall \lambda_j \geq 0, j=1, 2, \dots, n \\ s^+ \geq 0, s^- \geq 0 \end{cases}$$

由于线性规划(D)和线性规划(P)互为对偶规划，两者都存在最优解，并且投入和产出的CCR模型评价结果一致，本文仅考察投入比率情况。如果(D)或(P)的最优值为1，则决策单元 j_0 为弱DEA有效；如果(D)或(P)的最优值为1，且最优解 $\lambda^0 = (\lambda_1^0, \lambda_2^0, \dots, \lambda_n^0)^T, s^{0-}, s^{0+}, \theta^0$ 都有 $s^{0-} = 0, s^{0+} = 0$ ，则决策单元 j_0 为DEA有效。

在投入模型中，对于 $\theta < 1$ 情况，可以通过 $X^* = \theta X - S^{0-}$ ， $Y^* = Y + S^{0+}$ 将生产前沿面上的投入产出值计算出来。据此我们就可对原来的方案进行优化，以最大限度地节约资源。同时也得到了政府需要加强调控的方向和程度。

9.2 CCR模型求解

搜集平安公司的某期调研数据，整理如下：

表 9-1 调研数据整理结果

指标	单元	1	2	3	4
投入	电话车险总投资	62	45	33	23
	呼叫中心配备量	73	70	34	16
	人员配备数	25.2	29.5	28.5	30.8
	政策标准化程度	75.7	54.9	39.3	58.9
产出	电话车险费率打折限制	77.4	25.5	52.7	18.1
	电话车险保额总量	0.6	0.4	0.5	0.5
	企业利润	84.6	53.2	73.8	51.6

据CCE模型的求解步骤，将上述数据导入线性回归模型，利用LINGO软件计算得到如下结果，如表4-5所示，具体程序请见附录

上述程序中,ctr的值分别输入1, 2, 3, 4，经过4次计算,得到4个最优目标值：(1，

0.9613595, 1, 1)

整理结果如下表：

表 9-2 相对效率及松弛变量

	S_1^-	S_2^-	S_3^-	S_4^-	S_5^-	S_1^+	S_2^+	θ
1	6.5205	15.3218	8.8282	0	0	0.0139	0	0.715
2	18.7239	47.3118	16.084	0	0	0.0722	0	0.9434
3	0	0	0	0	0	0	0	1
4	0	0	0	0	0	0	0	1

9.3 结果分析

由上表的结果可知，决策单元 DMU3 与 DMU4 的相对效率值均为 1，而且松弛变量均为 0，因此都是 DEA 相对有效；而另外两方案的有效值均小于 1，即为非 DEA 有效，因此都存在不同程度的资源调控低效现象。尤其方案 1 有效值仅为 0.7150，说明企业配套运行相对滞后，必须调控其中的部分投入指标，在期待实现目标一定的条件下，实现各种投入要素的最佳组合，最大限度地减少投入，根据第二部分论述，具体改进方案需计算“投影”点，有：

$$\begin{aligned}\hat{X} &= \theta' X_1 - S_1^- = 0.7150 * (62, 73, 31.2, 75.7, 77.4) - (6.5205, 15.3218, 8.8282, 0, 0) \\ &= (37.8095, 36.8732, 13.4798, 54.1255, 55.3410)\end{aligned}$$

$$\hat{Y} = Y_1 + S_1^+ = (0.6, 84.6) + (0.0139, 0) = (0.6139, 84.6)$$

$$\begin{aligned}\hat{X}_2 &= \theta^2 X_2 - S_2^- \\ &= 0.9434 * (45, 70, 29.5, 54.9, 25.5, 0.4, 53.2) - (18.7239, 47.3118, 16.0840, 0, 0) \\ &= (23.7291, 18.7262, 11.7463, 51.7927, 24.0567)\end{aligned}$$

$$\hat{Y}_2 = Y_2 + S_2^+ = (0.4, 53.2) + (0.0722, 0) = (0.4722, 53.2)$$

从上述配置低效率方案的投入产出指标的标准值，即“投影”点可知，各方案的“效率”已基本满足发展需要。低效率反映在产出指标上，主要是电话车险保额总量，即成本投入指标普遍处于低效率状态。其中方案 1 相对 DEA 有效的 3 和 4 而言，可减少电话车险总投资 24 个单位，电话车险费率打折限制 36 单位，并且可降低人才配备量，过剩人力未充分发挥效益，其原因可能配备人员量大但专业化程度不够，企业应该注意这一点。方案 2 可减少电话车险总投资 21 个单位，电话车险费率打折限制 36 单位。这与中国政府现阶段对电动汽车扶持、推动力度过急的现实吻合，呼叫中心配置还可进一步优化。

9.4 模型应用讨论

该模型通过处理相对客观的调研数据，能够评测政府和企业现有支持方案的优劣，并且给出优化方案所要做出的调整方向及程度，经过多次调研逐步收集搜集客观数据，每次从评测结果显示的调整方向和调整量出发，反复一两次调整就能达到针对政府辖

区的优化投入组合，为政府科学合理地推动电动汽车行业发展提供参考。

值得注意的是，CCR 模型中，我们忽略了调研期间的较短的连续时间电话车险规模的变化，与实际情况有一定的出入，对于此，可以采用 BCC 模型求解，此模型能够考虑规模变化引起的变化，由于时间有限，这里不再展开讨论。

在对政府和企业采取方案给出确切评价方案后，接下来，我们预测电话车险推广时市场占有率。

10 电话车险市场占有率预测

预测电话车险市场占有率是个复杂的问题，并且我们使用的数据也是从现阶段的不成熟或者不合理的系统得来，所以我们很难应用神经网络或者向量机等精确的方法通过高精度逼近现有数据序列的变化，训练系统达到预测的目的，而应该通过考虑挖掘数据序列中的总体趋势部分，进而达到趋势性预测的目的。

灰色系统预测能够在系统机理不很明晰情况下，通过处理少量数据就能挖掘数据序列内部的趋势性成分，因此我们首先考虑建立了 GM (1 , 1) 模型。

10.1 GM (1 , 1) 模型

搜集的原始数据如下：

表 10-1 原始数据

年份	2005	2006	2007	2008	2009	2010
电话车险保额相对值	1	1.1	1.3	1.4	1.3	2.2

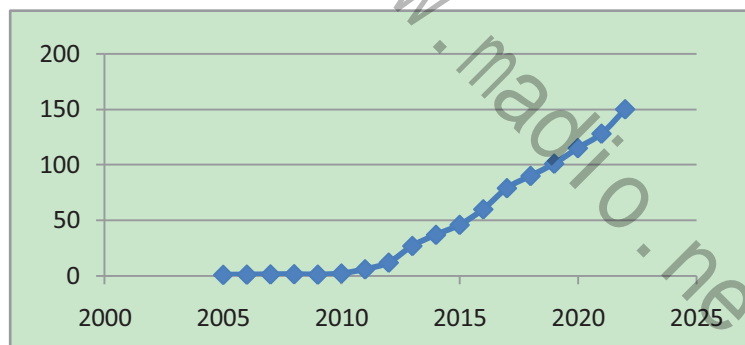


图 10-1 GM (1,1)模型的预测结果

表 10-2 预测数据表

年份	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
预测值	6	12	27	37	46	60	79	90	101	115	128	150

10.2 Logistic-GM (1,1) 组合模型

GM (1,1) 模型虽然能较好地预测中国电话车险市场占有率的总体趋势，但从预测结果图可以看出，它存在一个缺点，预测结果可能随着时间推移而趋向无穷。

联系前文的复合 logistic 模型，我们可以借鉴 logistic 模型的思想，结合人口预测模型来预测。logistic 模型虽然能很好的解决最大容纳上限的问题，但其增长率 r 为固

定值，而实际上 r 受诸多因素的影响， x_m 也为固定值，实际上随着经济的增长（或衰退）， x_m 也会随之改变。我们假设 x_m 在短时间内不会改变，则可利用逐年的历史数据来计算出 r 的变化情况，进而可以用灰色系统 GM (1,1) 模型预测其发展状况。模型建立如下：

$$\begin{cases} \frac{d_x}{d_t} = r(t) \left(1 - \frac{x}{x_m} \right) x, \\ r^{(0)}(t) + az_1(t) = b, \\ x(0) = x_0, \end{cases} \quad \text{其中, } z_r^{(1)}(k) = \frac{(r^{(1)}(k) + r^{(1)}(k-1))}{2}, \quad r^{(1)}(k) = \sum_{i=1}^k r^{(0)}(i)$$

代入方程，逐步计算出参数 $r^{(0)}(k)$ ($k=1,2,\dots$)，再用 $r^{(0)}(k)$ ($k=1,2,\dots$) 通过最小二乘法求出 a , b

取 $x_0 = (1, 1.1, 1.3, 1.4, 1.3, 2.2)$ ，计算得

$r = (0.1195, 0.662, 0.05486, 0.1634, 0.2763, 0.1978)$, $a = -0.4$ $b =$

将 a , b 代入上式方程，利用 matlab 软件得 ode23 () 函数，采用二级三阶龙格库塔法求数值解。

改进的 logistic 模型的预测值与真实值比较 (图形)

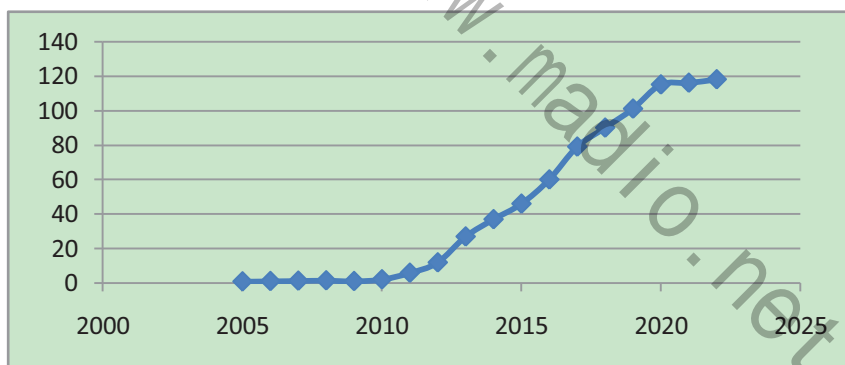


图 10-2

改进的 logistic 模型的预测值与真实值比较 (数据表)

表 10-3 预测值和真实值间对比

年份	2005	2006	2007	2008	2009	2010
预测值	1	1.2	1.4	1.6	1.2	2.2
原始数据	1	1.1	1.3	1.4	1.3	2.2

表 10-4 2011-2022 年的预测值

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
预测值	6	12	27	37	46	60	79	90	101	115	128	150

从上表可以看出，改进后的组合模型的预测精度比前几个模型都要好，并且从上图可以看出，改进后的 $\text{logistic-GM}(1,1)$ 组合模型由于用灰色预测模型预测了增长率，使得其预测精度提高。

10.3 预测结果

采用后验差检验法：对组合模型：

$$1) \text{ 计算原始数列 } x^{(0)} \text{ 的均方差 } S_0 = \sqrt{\frac{S_0^2}{n-1}} = 4207546.094$$

$$2) \text{ 求残差 } \varepsilon \text{ 的均方差 } S_1 = \sqrt{\frac{S_1^2}{n-1}} = 62566.134$$

$$3) \text{ 计算方差比 } c = \frac{S_1}{S_0} = 0.1487$$

显然 $c < 0.35$ ，模型 III 是“好”的

表 10-5 预测精度等级划分

c 值	预测精度等级
<0.35	好
<0.5	合格
<0.65	勉强合格
>=0.65	不合格

由复合 logistic 模型得出结论：广泛使用电动车表现图线上的特征就是 s 型曲线达到平稳部分，由图线可知 2031-2036 年达到广泛推广程度，占车险业务比例大约为 45%--55%，即电话车险会逐步取代传统车险市场份额的一部分，最大程度约为 45%--55%。

11 模型评价与改进

● 模型的优点

- 1) 变异系数和熵值法结合求权重，让数据说话，个人主观因素对评价结果影响小，方法科学，结果客观、可靠。
- 2) 通过观察，敏锐挖掘原始数据的隐含关系，求出了非目标客户的费率，为后文分类讨论提供了条件，同时也充分利用了原始数据信息。
- 3) 熵值法与主成份分析法分析影响因素时，不是简单的变换方法求解同一问题，而是思路 and 求解方法都不同。
- 4) 文章思路清晰，结构紧凑，重点突出，逻辑性强；

- 模型的缺点

- 1) 考虑影响因素时，只考虑了主要因素，没有全面考虑到所有的因素；
- 2) 对电话车险的发展进行预测，只给出大概的范围，不够精确；

- 模型的改进

对于复合 logistic 模型, 模型含有多个参数使曲线型丰富, 但对其各参数内联系, 由于时间紧迫, 我们没有做全部讨论, 仅对参数 c 做简单讨论。后续工作中我们将利用数值方法对其求解, 逐步改进、完善模型。

。

数学中国提供 (www.madio.net)

参考文献

- [1] 王戎, 车险赔付风险影响因素决策树分析. 价值工程, P248~249.
- [2] 胡赛、计琳, 财产保险公司车险客户满意度研究, 证券保险, 2010, 9.
- [3] 翟义刚, 浅析电销车险发展瓶颈及突破. 上海保险. 2010年第8期.
- [4] 雷雨田, 浅析国内电话车险业务的成本问题, 金融视线, 2010, 5.
- [5] 崔伟玲, 数据挖掘技术在车险电销中的应用, 2008.
- [6] 2010年中国汽车保险市场调研报告
- [7] 俞礼军, 严海, 严宝杰, 最大熵原理在交通流统计分布模型中的应用, 交通运输工程学报, 2001-9, 第1卷, 第3期
- [8] 刘加齐, 谢玮, 闫东鹏, 传统logistic模型与复合logistic模型的对比分析, 数学建模的实践, 2007-8, page: 215—219
- [9] 马占新, 数据包络分析模型与方法, 科学出版社, 2010-4
- [10] 吴道远, 张晓飞, 孔慧媛, 基于灰色系统理论的旅游需求预测模型, 数学建模的实践, 2007-8, page176—192
- [11] 中华人民共和国国家统计局<http://www.stats.gov.cn/tjsj/>
- [12] 吴鹏, 北京市国民生产总值的灰色分析, 北京航空航天大学出版社, 2010-6, 第183页—188页
- [13] 高秋红, 电销冲击下传统销售渠道将何去何从, 中国人保财险廊坊市分公司
- [14] 杜玉新, 保险电话营销问题研究, 金融教学与研究[D], 2010-6
- [15] 赵爱清, 吴晓芹, 论保险电销渠道与传统渠道的整合, 保险研究[D], 2010-11
- [16] 百度知道: 电话车险<http://baike.baidu.com/view/2592086.html?wtp=tt#sub2592086>