

## 目 录

一、问题重述.....	2
1.1 问题背景.....	2
1.2 问题简述.....	2
二、模型假设.....	3
三、符号说明与名词解释.....	3
3.1 主要变量符号说明.....	3
3.2 名词解释.....	5
四、问题分析.....	5
4.1 对问题（1）的分析.....	5
4.2 对问题（2）的分析.....	6
五、模型建立与求解.....	7
5.1 问题（1）的模型建立与求解.....	7
5.1.1 模型准备.....	7
5.1.1.1 基础公式.....	7
5.1.1.2 公式的推广.....	7
5.1.2 模型 I——变异系数法模型.....	7
5.1.2.1 变异系数法简介.....	7
5.1.2.2 子指标月均值的计算.....	7
5.1.2.3 子指标方差值的计算.....	8
5.1.2.4 子指标标准差值的计算.....	9
5.1.2.5 子指标月均值、标准差值均值化计算.....	10
5.1.2.6 目标客户偏好系数的引入.....	10
5.1.2.7 变异系数的计算.....	10
5.1.2.7 偏好系数的综合分析.....	14
5.2 问题（2）的模型建立与求解.....	14
5.2.1 问题①的模型建立与求解.....	14
5.2.1.1 模型 II——观察评估法模型.....	14
5.2.1.1.1 入账保费均值，方差，标准差的计算.....	14
5.2.1.2 模型 III——模糊层次分析法模型.....	17
5.2.1.2.1 层次分析法原理.....	17
5.2.1.2.2 模糊综合评价模型.....	17
5.2.2 问题②的模型建立与求解.....	21
5.2.2.1 模型 IV——阻滞增长模型.....	21
5.2.2.1.1 模型准备.....	21
5.2.2.1.2 问题的解决及工具.....	22
5.2.2.1.3 误差分析的理论依据.....	22
5.2.2.1.4 相关参数的确定.....	22
5.2.2.1.5 结果分析.....	23
六、模型评价.....	23
6.1 模型的优点.....	23
6.2 模型的缺点.....	23
参考文献.....	24

## 第四届“互动出版杯”数学中国

### 数学建模网络挑战赛

#### 汽车保险模型

##### 一、问题重述

###### 1.1 问题背景

当今汽车保险已成为世界保险业的重要险种之一，汽车保险是基于水险、火险、盗窃险和综合险的实践经验而来的。目前大多数国家均采用强制险或法定保险方式承保的汽车第三责任保险，它始于19世纪末，并与工业保险一起成为近代保险与现代保险分界的重要标志。

汽车保险是承保汽车因自然灾害或意外事故导致的损失或民事赔偿责任的综合性财产保险。第一张汽车保险单是由英国的“法律意外保险有限公司”于1895年签发的，保费为10至100英镑的汽车第三责任者保险。汽车保险具有组织经济补偿和实现保险金的给付等职能，是一种重要的风险转嫁方式，通过机动车辆保险，将拥有机动车辆的企业、家庭和个人所面临的种种风险及其损失后果得以在全社会范围内分散与转嫁。汽车保险解除了企业与个人对使用汽车过程中可能出现的风险的担心，提高消费者购买汽车的欲望，开展汽车保险既有利于社会稳定，又有利于保障保险合同当事人的合法权益。机动车交通事故责任强制保险，是我国首个由国家法律规定实行的强制保险制度。除了交强险，各个保险公司的商业车险产品遍及社会各个角落，兼具多样化、人性化和个性化特点，为人民生活安定做出了很大贡献。

随着我国汽车产销量跃居世界第一，私家车越来越多逐渐成为城市居民家庭财产的主要部分，保护自己的财产已经成为各个家庭的主要任务，汽车保有量逐年递增，保险市场主体不断增加，市场份额争夺成本急剧攀升，据测算，维护续保客户所花费的成本是拓展新保客户成本的1/5，续保率的高低已成为保险公司效益的“晴雨表”。

###### 1.2 问题简述

近年来由于越来越多的保险公司涉足车险市场，使得车险市场竞争日趋激烈，各种营销措施和促销花样也开始层出不穷，优惠、打折、上门服务等，车险依据互联网，以投保透明、价格实惠、快速专业、个性化服务被越来越多的消费者所接受。保险业者如何拓展和维持市场是经营的重要关键。当新的保险公司寻求自己的领地的时候，老的保险公司要做的除了积极寻找新的增长点和突破口的同时，还要巩固和维护现有优质客户群体。很多保险公司开始关注续保率这个指标，续保率就是当年到期的客户中续保客户所占的比重。客户资源是保险公司最宝贵的财富，培养忠诚稳定的客户群是保险公司永续经营的基石，保险公司如果不注重提高续保管理水平，提高优质客户的留存率和业务续保率，无疑会严重影响到保险公司保费规模的扩大和品质效益的提升，在续保数据中，

我们发现承保车辆的使用性质，承保车辆的销售渠道以及新车购买价格的不同都会影响续保率。现要解决的问题是：

(1)：根据题给的数据，建立合理的数学模型，说明影响续保率的因素。

(2)：结合数据建立合理的数学模型，全面评估电销业务的推广对于保险企业的影响，预测电销的方式将在多大程度上会取代传统的销售方式。

## 二、模型假设

根据题目要求，并达到简化问题目的，我们有以下假设：

- 1.假设题中所给样本的信息真实有效；
- 2.假设总体经济基本稳定，保险新政策不会给保险业带来太大影响；
- 3.假设影响保险业（续保、电销）只考虑题给的因素，忽略保险公司其他影响因素；
- 4.假设承保汽车的使用性能、销售渠道、销售价格等不变；
- 5.假设题中所定义的目标客户，科学、可靠；
- 6.假设题中所给样本的信息量足够大，能够有效的反映财产保险公司的营运；
- 7.假设准则层中引用九个准则足够权威，能够较好反映车险销售途径。

## 三、符号说明与名词解释

### 3.1 主要变量符号说明

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 3.1 所示，其它变量将在文中陆续说明。

表 3.1 主要变量符号说明一览表

符号	意义
$\alpha_0$	续保率
$\alpha_1$	续保客户数
$\alpha_2$	到期客户数
$\beta_0$	总体客户车辆续保率
$\beta_1$	总体客户续保车辆数
$\beta_2$	总体客户到期车辆数
$\gamma_0$	目标客户续保率
$\gamma_1$	目标客户续保车辆数
$\gamma_2$	目标客户到期车辆数
$X_{ijk}$	第 $i$ 类续保率影响指标在 $j$ 月份第 $k$ 类子影响指标下的总体客户续保车辆数
$Y_{ijk}$	第 $i$ 类续保率影响指标在 $j$ 月份第 $k$ 类子影响指标下的总体客户续保率

续表一：

$Z_{ijk}$	第 $i$ 类续保率影响指标在 $j$ 月份第 $k$ 类子影响指标下的总体客户到期车辆数
$X'_{ijk}$	第 $i$ 类续保率影响指标在 $j$ 月份第 $k$ 类子影响指标下的目标客户续保车辆数
$Y'_{ijk}$	第 $i$ 类续保率影响指标在 $j$ 月份第 $k$ 类子影响指标下的目标客户续保率
$Z'_{ijk}$	第 $i$ 类续保率影响指标在 $j$ 月份第 $k$ 类子影响指标下的目标客户到期车辆数
$\eta_{ij}$	第 $i$ 类续保率影响指标 $j$ 月的总体客户续保车辆的均值
$\eta'_{ij}$	第 $i$ 类续保率影响指标 $j$ 月的目标客户续保车辆的均值
$D_{ij}$	第 $i$ 类续保率影响指标 $j$ 月的总体客户续保车辆的方差值
$D'_{ij}$	第 $i$ 类续保率影响指标 $j$ 月的目标客户续保车辆的方差值
$S_{ij}$	第 $i$ 类续保率影响指标 $j$ 月的总体客户续保车辆的标准差值
$S'_{ij}$	第 $i$ 类续保率影响指标 $j$ 月的目标客户续保车辆的标准差值
$\overline{\eta_i}$	第 $i$ 类续保率影响指标下的总体客户续保车辆的总均值
$\overline{\eta'_i}$	第 $i$ 类续保率影响指标下的目标客户续保车辆的总均值
$\overline{S_i}$	第 $i$ 类续保率影响指标下的总体客户续保车辆标准差均值
$\overline{S'_i}$	第 $i$ 类续保率影响指标下的总体客户续保车辆标准差均值
$\varepsilon$	目标客户偏好系数
$M\eta_i$	第 $i$ 类续保率影响指标下续保车辆的综合平均值
$MS_i$	第 $i$ 类续保率影响指标下续保车辆的综合标准差值
$CV_i$	第 $i$ 类续保率影响指标下的变异系数值
$h_{ik}$	2010 年第 $i$ 类展业方式的第 $k$ 个入账保费值
$h_{jk}$	2011 年第 $j$ 类展业方式的第 $k$ 个入账保费值
$f_i$	2010 年第 $i$ 类展业方式的入账保费平均值
$f_j$	2011 年第 $j$ 类展业方式的入账保费平均值
$d_i$	2010 年第 $i$ 类展业方式的入账保费方差值
$d_j$	2011 年第 $j$ 类展业方式的入账保费方差值
$s_i$	2010 年第 $i$ 类展业方式的入账保费标准差值
$s_j$	2011 年第 $j$ 类展业方式的入账保费标准差值
$O$	目标层的影响因素
$C_i$	准则层的影响因素
$A$	准则层对目标层的成对比较阵

续表二：

$\lambda_{\max}$	准则层对目标层的最大特征值
$w_k^{(n)}$	第 $n$ 层的权向量
$CI_k$	一致性指标
$U_i$	车险销售途径因素
$V_i$	车险销售途径的评价方案
$t$	年份（选定初始年份的 $t=0$ ）
$r$	电销客户固有增长率
$\tilde{K}$	传统销售最优方差值
$K_0$	电话车险销售的方差初值
$K_m$	电销客户最优方差值

### 3.2 名词解释

- 1.商业车险：全称汽车保险，是指对机动车辆由于自然灾害或意外事故所造成的人身伤亡或财产损失负赔偿责任的一种商业保险。
- 2.交强险：全称机动车交通事故责任强制保险，是由保险公司对被保险机动车发生道路交通事故造成受害人（不包括本车人员和被保险人）的人身伤亡、财产损失，在责任限额内予以赔偿的强制性责任保险。
- 3.电销车险：用户以电话为主要沟通手段，借助网络、传真、短信、邮寄、递送等辅助方式购买车险（商业险以及交强险）的一种便捷购买方式。
- 4.目标客户偏好系数：企业或商家提供产品、服务的前端对象的重视程度。

## 四、问题分析

### 4.1 对问题（1）的分析

对于问题（1），需要确定一种说明影响车险续保率的方法。首先我们建立模型 I。我们对提供的数据进行信息挖掘，将参考对象划分为总体客户与目标客户。影响续保率的主要因素划分为承保车险、承保车龄、承保车牌、承保车性、承保渠道、新车卖价六个指标。分类统计出，逐月各类指标续保车辆数，并求得均值，计算方差，标准差。由于题中所涉及的参考对象有两类，为简化模型，我们引入目标客户偏好系数。根据不同企业或商家，对目标客户重视程度，利用加权系数法，计算综合标准差值。我们运用变异系数法，依次计算各指标的综合标准差与其均值的比值。通过比较各类指标变形系数的大小，据此说明影响续保率因素的依据。

## 4.2 对问题（2）的分析

对于问题（2），我们需要解决两个问题。问题①：评估电销业务的推广对于保险企业的影响。问题②：预测电销的方式在多大程度上会取代传统的销售方式。

解决问题①的关键是要我们设计出评估电销业务对保险企业影响的方法。我们建立模型Ⅱ。为了简化问题，我们按照季度参数将车险样本数据分为两类。对于 2010 年第一季度，根据展业方式，将样本数据分为经纪人、银行代理、营销员、专业代理、其它兼业代五类。分类计算出各类指标入账保费的均值，方差，标准差。对于 2011 年第一季度，我们按照展业方式，将样本的数据分为电销呼出（呼入）、个代产、柜台、汽车销售行、银行代理、营销员、运输行业、专业代理、其它兼业代十类。分类计算出各类指标入账保费的均值，方差，标准差。利用 Excel 绘图功能，绘制柱形图，运用观察比较法评估电销业务。

基于模型Ⅱ中车险展业参考季度参数时间段的限制性。我们采用层次模糊评价法建立模型Ⅲ。首先我们构建电话销售层次体系，计算准则层对目标层的权向量，讨论并计算方案层到准则层的权向量。由于车险展业涉及十个评判指标，若按造层次分析法完整做下去，步骤较繁琐。需先要构造成对比较阵，而构造成对比较阵是较主观的行为，造成最后决策上有较大的主观行为。运用模糊评判法简化模型Ⅲ。我们建立因素集、评语集，对样本矩阵进行模糊归一变换，根据最大隶属原则，判断电销业务的优劣性。

问题②要求我们预测电销的方式将在多大程度上取代传统销售方式。首先我们对电销方式进行定性分析，与传统渠道产品相比，车险电销公平、透明、方便、省钱，不受中介代理商的牵制，在互联网的支持下，电险可提供快速、专业、个性化的客户服务。因此电销前期发展迅猛，但随着产品设计的合理性、数据质量的真实完整、营销流程是否高效等因素会对电销增长起着阻滞作用，并随着电销客户的增多阻滞作用越来越大。由此我们在阻滞增长模型的基础上，建立模型Ⅳ。通过对 2010 年第一季度车险样本数据进行分析，按照展业方式，将样本的数据分为五类。计算各类指标的标准差，以均值标准差指标数作为传统销售方式最优标准值。通过对 2011 年第一季度车险样本数据进行分析，依据展业方式，将样本数据分为十类。计算电销呼出、呼入的标准差均值作为电销业务的初值。根据阻滞增长模型，利用 Matlab 软件计算得到电销方式取代传统销售方式的时间。

## 五、模型建立与求解

### 5.1 问题（1）的模型建立与求解

#### 5.1.1 模型准备

##### 5.1.1.1 基础公式

1.续保率的定义：当年到期的客户中续保客户所占的百分比。

文字表达式：续保率 =  $\frac{\text{续保客户}}{\text{当年到期客户}}$ ，符号表达式： $\alpha_0 = \frac{\alpha_1}{\alpha_2}$

2.总体客户续保率的定义：当年到期的总体客户中续保总体客户所占的百分比。

文字表达式：总体客户续保率 =  $\frac{\text{续保总体客户}}{\text{当年到期总体客户}}$ ，符号表达式： $\beta_0 = \frac{\beta_1}{\beta_2}$

3.目标客户续保率的定义：当年到期的目标客户中续保目标客户所占的百分比。

文字表达式：目标客户续保率 =  $\frac{\text{续保目标客户}}{\text{当年到期目标客户}}$ ，符号表达式： $\gamma_0 = \frac{\gamma_1}{\gamma_2}$

##### 5.1.1.2 公式的推广

我们定义符号  $i$  表示续保率的影响指标， $i = 1, 2, \dots, 6$  依次对应承保车险、承保车龄、承保车牌、承保车性、承保渠道、新车卖价六个指标。符号  $j$  表示月份， $j = 1, 2, \dots, 7$  依次对应 2010 年 9 月至 2011 年 3 月。符号  $k$  表示续保率的影响子指标。则我们对于每一类续保率的影响子指标均有：

$$\text{总体客户：} X_{ijk} = \frac{Y_{ijk}}{Z_{ijk}} \quad ; \quad \text{目标客户：} X'_{ijk} = \frac{Y'_{ijk}}{Z'_{ijk}}$$

#### 5.1.2 模型 I —— 变异系数法模型

##### 5.1.2.1 变异系数法简介

变异系数又称“标准差率”，是衡量资料中各观测值变异程度的另一个统计量。当进行两个或多个资料变异程度的比较时，如果度量单位与平均数相同，可以直接利用标准差来比较。如果单位和（或）平均数不同时，比较其变异程度就不能采用标准差，而需采用标准差与平均数的比值（相对值）来比较。

##### 5.1.2.2 子指标月均值的计算

1.基础公式：

我们定义符号  $n$  表示第  $k$  类续保率的影响子指标的数量。则我们对于每一类续保率的影响子指标均有：

$$\text{总体客户：} \eta_{ij} = \frac{\sum_{k=1}^n X_{ijk}}{n} \quad ; \quad \text{目标客户：} \eta'_{ij} = \frac{\sum_{k=1}^n X'_{ijk}}{n}$$

2.续保率影响子指标月均值的计算

我们利用上述公式，结合 Excel 函数功能，分别计算出总体客户与目标客户的各续保率影响子指标均值，如表 5.1 与表 5.2 所示。

表 5.1 总体客户各续保率影响子指标月均值

时间 影响因素	2010.9	2010.10	2010.11	2010.12	2011.1	2011.2	2011.3
承保车险	3003	3302	3474	3760	416	696	1282
承保车龄	1911	2101	2211	2393	265	443	816
承保车牌	/	/	347	379	44	73	131
承保车性	2336	2568	2702	2925	324	541	997
承保渠道	1047	156	188	234	59	70	80
新车卖价	3003	3302	3474	3760	416	696	1282

表 5.2 目标客户各续保率影响子指标月均值

时间 影响因素	2010.9	2010.10	2010.11	2010.12	2011.1	2011.2	2011.3
承保车险	2175	2413	2559	2767	325	541	1015
承保车龄	1384	1535	1628	1761	207	344	646
承保车牌	/	/	256	279	35	58	104
承保车性	1692	1877	1990	2152	253	421	789
承保渠道	946	123	144	178	47	56	62
新车卖价	2175	2413	2559	2767	325	541	1015

### 5.1.2.3 子指标方差值的计算

#### 1. 基础公式：

$$\text{总体客户: } D_{ij} = \frac{\sum_{k=1}^n (X_{ijk} - \eta_{ij})^2}{n}; \quad \text{目标客户: } D'_{ij} = \frac{\sum_{k=1}^n (X'_{ijk} - \eta'_{ij})^2}{n}$$

#### 2. 续保率影响子指标方差值的计算

我们利用上述公式，结合 Excel 函数功能，分别计算出总体客户与目标客户的各续保率影响子指标方差值，如表 5.3 与表 5.4 所示。

表 5.3 总体客户各续保率影响子指标方差值

时间 影响因素	2010.9	2010.10	2010.11	2010.12	2011.1	2011.2	2011.3
承保车险	17879823	22157503	24504182	28693677	441619	1227552	4312318
承保车龄	6810954.364	8155674.2	9090852.9	11172955.7	120695.47	338173	1053167
承保车牌	/	/	121321.12	141533.93	2430.8436	6259	17323
承保车性	9613017.1	11643599	13151177	16127540	299538.7	822434	2180570.4
承保渠道	1715642	30609	47832	78931	6613	8507	10001
新车卖价	5102821	6107349.4	6814283.3	7944145.6	105950	287108.82	855442.2



表 5.4 目标客户各续保率影响子指方差值

时间 影响因素	2010.9	2010.10	2010.11	2010.12	2011.1	2011.2	2011.3
承保车险	20807326	25722620	28883067	33622745	484083	1346101	4713722
承保车龄	2725148.876	3366706.4	3765310.8	4599187	61098.744	167670	540498
承保车牌	/	/	72089.22	84624.456	1528.6256	3972	11552
承保车性	4019401.06	5013759.4	5789540	7086708	166456.67	452305.11	1239274.8
承保渠道	1460135	20563	29988	47785	4172	5450	5875
新车卖价	2903305	3522962.8	4035215	4728219.3	67603.837	192155.35	586299.67

## 5.1.2.4 子指标标准差值的计算

## 1. 基础公式：

$$\text{总体客户: } S_{ij} = \sqrt{\frac{\sum_{k=1}^n (X_{ijk} - \eta_{ij})^2}{n}}; \text{ 目标客户: } S'_{ij} = \sqrt{\frac{\sum_{k=1}^n (X'_{ijk} - \eta'_{ij})^2}{n}}$$

## 2. 续保率影响子指标标准差值的计算

我们利用上述公式，结合 Excel 函数功能，分别计算出总体客户与目标客户的各续保率影响子指标方差值，如表 5.5 与表 5.6 所示。

表 5.5 总体客户各续保率影响子指标标准差值

时间 影响因素	2010.9	2010.10	2010.11	2010.12	2011.1	2011.2	2011.3
承保车险	4228.45	4707.176	4950.2	5356.648	664.544	1107.95	2076.61
承保车龄	2609.78052	2855.814	3015.104	3342.597	347.4125	581.5262	1026.239
承保车牌	/	/	348.3118	376.21	49.30359	79.11328	131.6181
承保车性	3100.487	3412.272	3626.46	4015.91	547.301	907	1476.675
承保渠道	1309.8	174.955	218.7042	280.9461	81.32071	92.232135	100.0033
新车卖价	2258.942	2471.305	2610.418	2818.536	325.4996	535.8254	924.9012

表 5.6 目标客户各续保率影响子指标标准差值

时间 影响因素	2010.9	2010.10	2010.11	2010.12	2011.1	2011.2	2011.3
承保车险	4561.5048	5071.747	5374.3	5798.512	695.7607	1160.216	2171.111
承保车龄	1650.802	1834.859	1940.441	2144.572	247.1816	409.4749	735.1854
承保车牌	/	/	268.4944	290.9028	39.09764	63.02713	107.4821
承保车性	2004.844	2239.143	2406.15	2662.09	407.991	672.5363	1113.227

续表三：

承保渠道	1703.909	143.3969	173.1718	218.5983	64.59222	73.82649247	76.64637
新车卖价	1703.909	1876.956	2008.784	2174.447	260.0074	438.3553	765.7021

### 5.1.2.5 子指标月均值、标准差值均值化计算

1.基础公式：我们定义符号  $m$  表示第  $i$  类续保率的影响指标的抽样月数。则我们对于每一类续保率的影响指标均有：

1) 子指标总均值计算：

$$\text{总体客户: } \bar{\eta}_i = \frac{\sum_{j=1}^m \eta_{ij}}{m}; \quad \text{目标客户: } \bar{\eta}'_i = \frac{\sum_{j=1}^m \eta'_{ij}}{m}$$

2) 子指标标准差均值化计算：

$$\text{总体客户: } \bar{S}_i = \frac{\sum_{j=1}^m S_{ij}}{m}; \quad \text{目标客户: } \bar{S}'_i = \frac{\sum_{j=1}^m S'_{ij}}{m}$$

### 2.续保率影响子指标均值、标准差值均值化计算

我们利用上述公式，结合 Excel 函数功能，分别计算出总体客户与目标客户的各续保率影响子指标总均值与标准差均值，如表 5.7 所示。

表 5.7 均值化处理

均值种类 影响因素	总体客户 子指标总均值	总体客户 标准差均值	目标客户 子指标总均值	目标客户 标准差均值
承保车险	2276.1	3298.8	1685	3547.6
承保车龄	1448.6	1968.4	1072.1	1280.4
承保车牌	194.8	196.91	146.4	153.8
承保车性	1770.4	2440.9	1310.6	1643.7
承保渠道	262	322.57	222.29	350.59
新车卖价	2276.1	1706.5	1685	1318.3

### 5.1.2.6 目标客户偏好系数的引入

由于题中参考对象有两类，总体客户与目标客户。为方便计算，简化模型。我们引入目标客户偏好系数  $\varepsilon$  ( $\varepsilon \in (0,1)$ )，构造综合均值函数 ( $M\eta_i = (1-\varepsilon)\bar{\eta}_i + \varepsilon\bar{\eta}'_i$ ) 与综合标准差值  $MS_i = (1-\varepsilon)\bar{S}_i + \varepsilon\bar{S}'_i$ 。

### 5.1.2.7 变异系数的计算

根据不同企业，对目标客户重视程度，我们分 A、B、C、D、E 五类企业讨论问题。

1. 对于 A 类, 高度重视目标客户企业家。我们定义  $\varepsilon = 1$ , 即: 综合均值函数 ( $M\eta_i = \overline{\eta_i}$ ) 与综合标准差值  $MS_i = \overline{S_i}$ 。

则对于 A 类企业的变异系数表达式:  $CV_1 = \frac{MS_i}{M\eta_i} = \frac{\overline{S_i}}{\overline{\eta_i}}$ 。

我们运用上述公式, 结合 Excel 函数功能, 计算各续保率影响因素的变异系数。利用 Excel 绘图功能, 作出 A 类企业变异系数饼图: (见图 5.1 所示)。

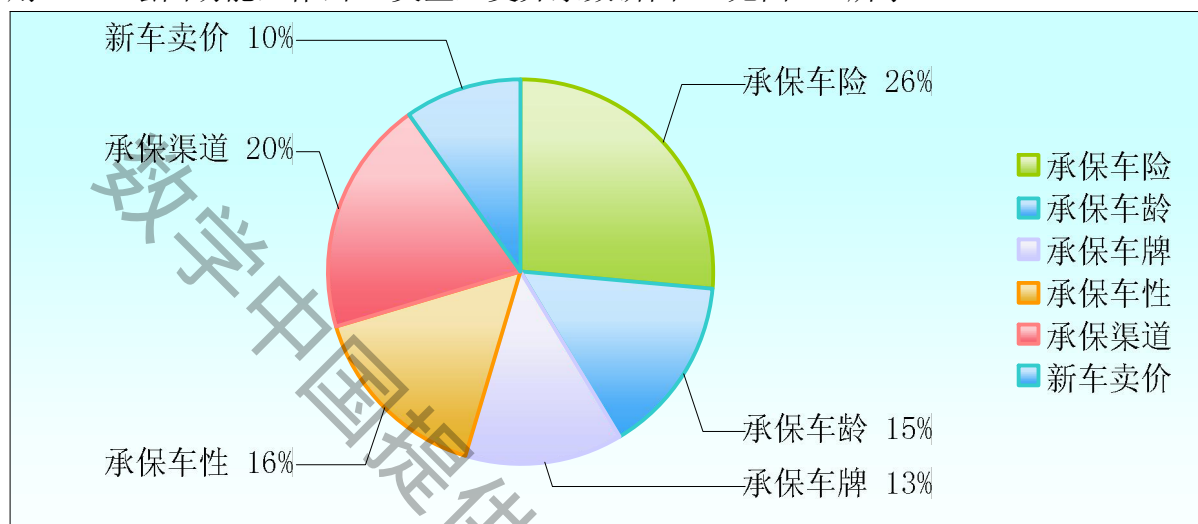


图 5.1 A 类企业变异系数

通过分析图 5.1, 我们可知, A 类企业影响续保率的因素从大到小排序, 依次为: 承保车险、承保渠道、承保车性、承保车龄、承保车牌、新车卖价。

2. 对于 B 类, 比较重视目标客户企业家。我们定义  $\varepsilon = 0.8$ , 即: 综合均值函数 ( $M\eta_i = 0.2\overline{\eta_i} + 0.8\overline{\eta_i}$ ) 与综合标准差值  $MS_i = 0.2\overline{S_i} + 0.8\overline{S_i}$ 。

则对于 B 类企业的变异系数表达式:  $CV_2 = \frac{MS_i}{M\eta_i} = \frac{0.2\overline{\eta_i} + 0.8\overline{\eta_i}}{0.2\overline{S_i} + 0.8\overline{S_i}}$ 。

我们运用上述公式, 结合 Excel 函数功能, 计算各续保率影响因素的变异系数。利用 Excel 绘图功能, 作出 B 类企业变异系数饼图: (见图 5.2 所示)。

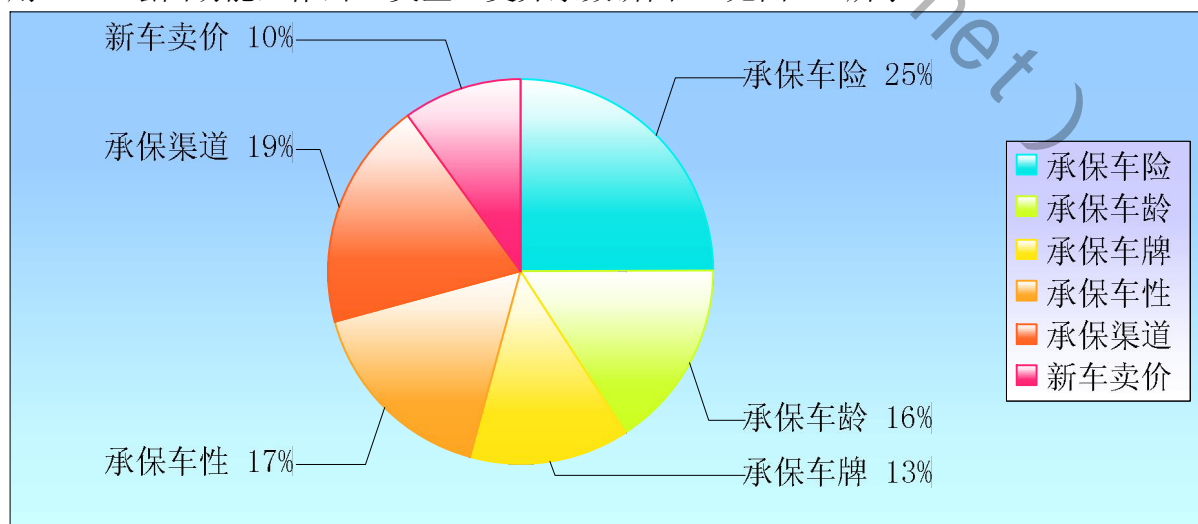


图 5.2 B 类企业变异系数

通过分析图 5.2，我们可知，B 类企业影响续保率的因素从大到小排序，依次为：承保车险、承保渠道、承保车性、承保车龄、承保车牌、新车卖价。

3. 对于 C 类，一般重视目标客户企业家。我们定义  $\varepsilon = 0.5$ ，即：综合均值函数 ( $M\eta_i = 0.5\bar{\eta}_i + 0.5\bar{\eta}'_i$ ) 与综合标准差值  $MS_i = 0.5\bar{S}_i + 0.5\bar{S}'_i$ 。

$$\text{则对于 C 类企业的变异系数表达式: } CV_3 = \frac{MS_i}{M\eta_i} = \frac{0.5\bar{\eta}_i + 0.5\bar{\eta}'_i}{0.5\bar{S}_i + 0.5\bar{S}'_i}。$$

我们运用上述公式，结合 Excel 函数功能，计算各续保率影响因素的变异系数。利用 Excel 绘图功能，作出 C 类企业变异系数饼图：（见图 5.3 所示）。

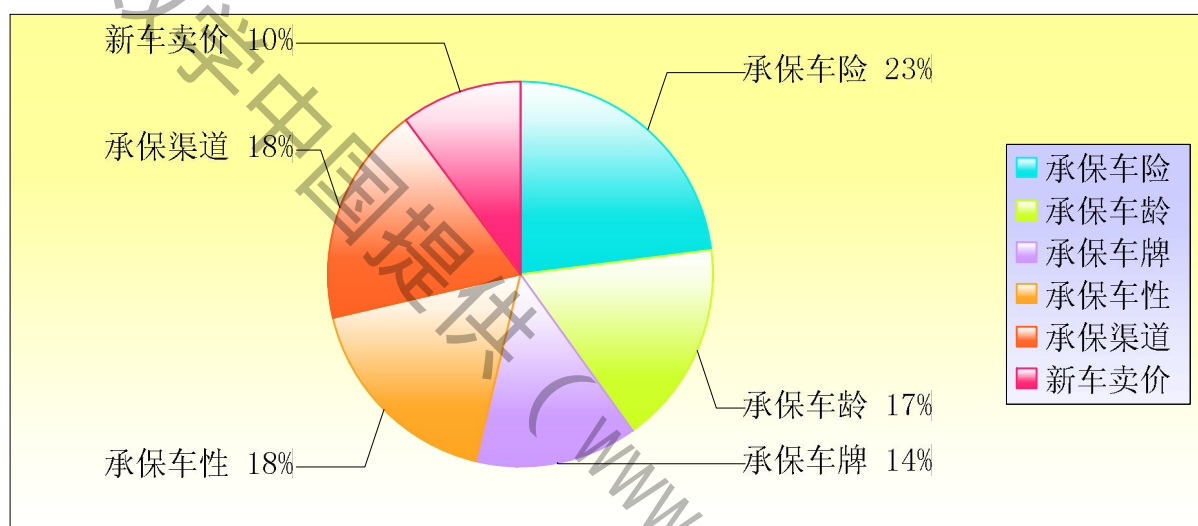


图 5.3 C 类企业变异系数

通过分析图 5.3，我们可知，C 类企业影响续保率的因素从大到小排序，依次为：承保车险、承保渠道、承保车性、承保车龄、承保车牌、新车卖价。

4. 对于 D 类，比较轻视目标客户企业家。我们定义  $\varepsilon = 0.2$ ，即：综合均值函数 ( $M\eta_i = 0.8\bar{\eta}_i + 0.2\bar{\eta}'_i$ ) 与综合标准差值  $MS_i = 0.8\bar{S}_i + 0.2\bar{S}'_i$ 。

$$\text{则对于 D 类企业的变异系数表达式: } CV_4 = \frac{MS_i}{M\eta_i} = \frac{0.8\bar{\eta}_i + 0.2\bar{\eta}'_i}{0.8\bar{S}_i + 0.2\bar{S}'_i}。$$

我们运用上述公式，结合 Excel 函数功能，计算各续保率影响因素的变异系数。利用 Excel 绘图功能，作出 D 类企业变异系数饼图：（见图 5.4 所示）。

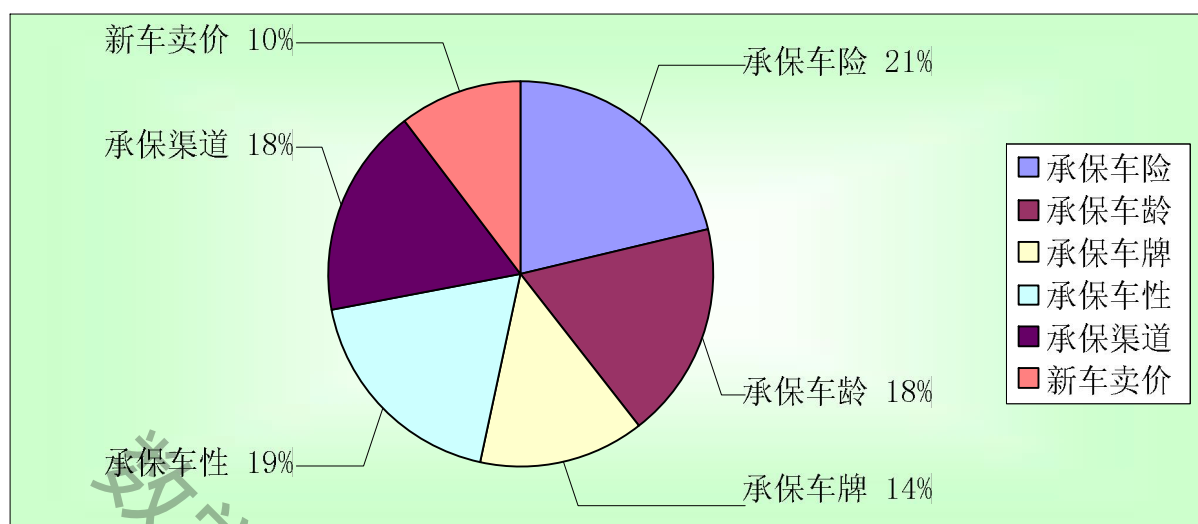


图 5.4 D 类企业变异系数

通过分析图 5.4，我们可知，D 类企业影响续保率的因素从大到小排序，依次为：承保车险、承保车性、承保渠道、承保车龄、承保车牌、新车卖价。

5. 对于 E 类，非常轻视目标客户企业家。我们定义  $\varepsilon = 0$ ，即：综合均值函数 ( $M\eta_i = \bar{\eta}_i$ ) 与综合标准差值  $MS_i = \bar{S}_i$ 。

则对于 E 类企业的变异系数表达式： $CV_4 = \frac{MS_i}{M\eta_i} = \frac{\bar{S}_i}{\bar{\eta}_i}$ 。

我们运用上述公式，结合 Excel 函数功能，计算各续保率影响因素的变异系数。利用 Excel 绘图功能，作出 E 类企业变异系数饼图：（见图 5.5 所示）。

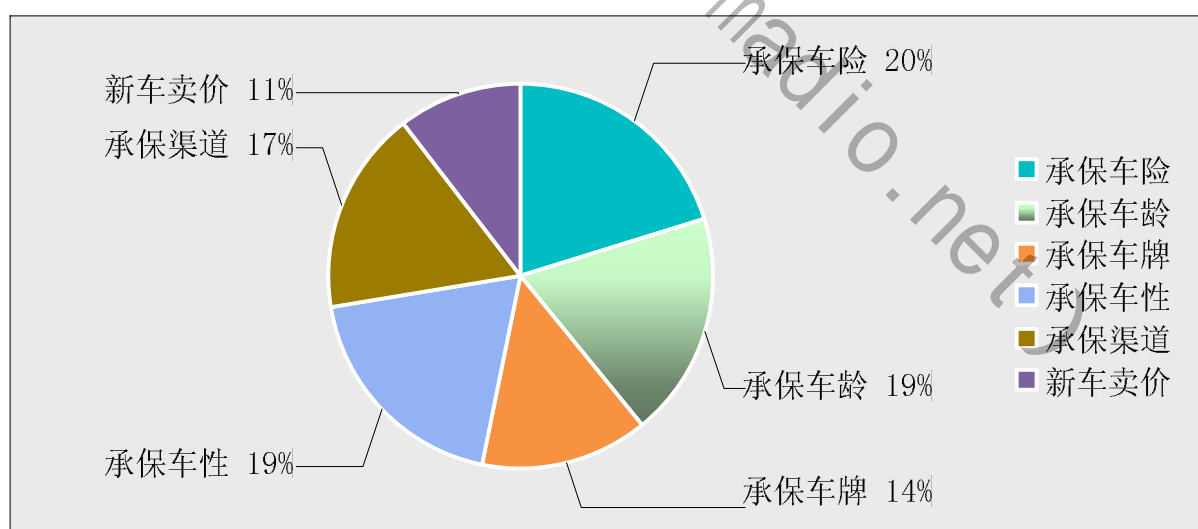


图 5.5 E 类企业变异系数

通过分析图 5.5，我们可知，E 类企业影响续保率的因素从大到小排序，依次为：承保车险、承保车性、承保车龄、承保渠道、承保车牌、新车卖价。

### 5.1.2.7 偏好系数的综合分析

通过分析上述五类企业的变异系数，我们初步得到影响续保率的因素（从大到小）依次为：承保车险、承保车性、承保车龄、承保渠道、承保车牌、新车卖价。

为了进一步，确定目标客户偏好系数对变异系数的影响，我们利用 Excel 绘图功能，作出五类企业变异系数趋势折线图：（见图 5.6 所示）。

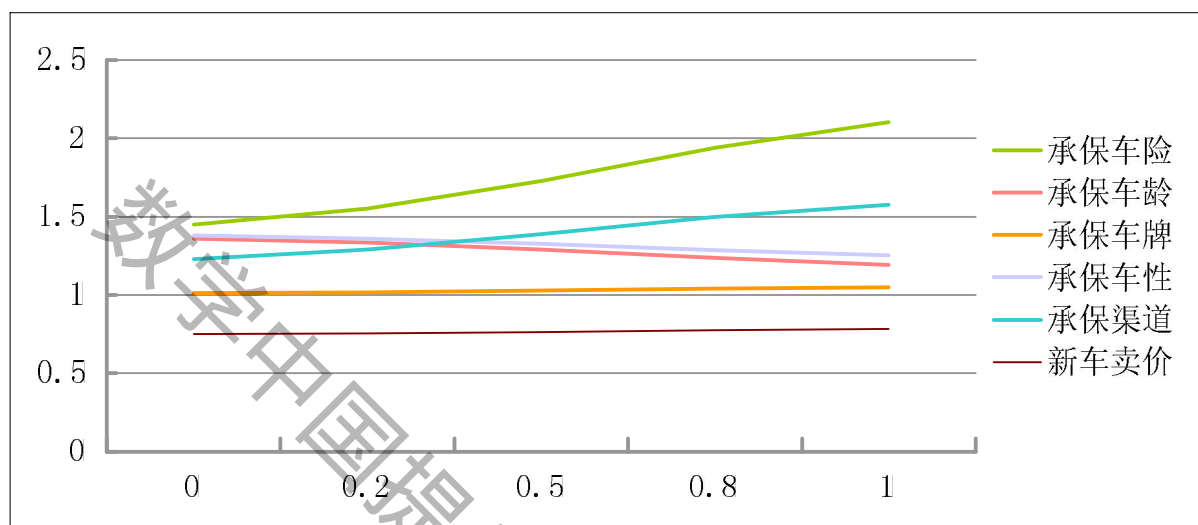


图 5.6 变异系数总汇

通过分析图 5.6，我们可知，随着目标客户偏好系数的增加，承保车险、承保渠道、对续保率的影响逐渐增大；承保车龄、承保车性对续保率的影响逐渐减小；承保车性、新车卖价影响变化不大。承保车险、承保渠道对续保率影响最高，承保车性、承保车龄、承保车牌对续保率影响一般，新车卖价对续保率影响最低。

## 5.2 问题（2）的模型建立与求解

对于问题（2），我们需要解决两个问题。问题①：评估电销业务的推广对于保险企业的影响。问题②：预测电销的方式在多大程度上会取代传统的销售方式。

### 5.2.1 问题①的模型建立与求解

#### 5.2.1.1 模型 II——观察评估法模型

观察评估法：根据所给的数据在坐标上做出柱形图。直接观察柱形图的变化高低，进行分析、归纳得出结果。

##### 5.2.1.1.1 入账保费均值，方差，标准差的计算

1.基础公式：为了简化问题，我们按照季度参数将车险样本数据分为两类。

对于 2010 年第一季度，根据展业方式，将样本数据分为经纪人、银行代理、营销员、专业代理、其它兼业代五类。我们定义符号  $n$  表示第  $i$  类展业方式入账保费的数量。则我们对于 2010 年每一类展业方式均有：

$$\text{平均值: } f_i = \frac{\sum_{k=1}^n h_{ik}}{n}; \quad \text{方差: } d_i = \frac{\sum_{k=1}^n (h_{ik} - f_i)^2}{n}; \quad \text{标准差: } s_i = \sqrt{\frac{\sum_{k=1}^n (h_{ik} - f_i)^2}{n}}$$

对于 2011 年第一季度，我们按照展业方式，将样本的数据分为电销呼出（呼入）、个代产、柜台、汽车销售行、银行代理、营销员、运输行业、专业代理、其它兼业代十类。我们定义符号  $m$  表示第  $i$  类展业方式入账保费的数量。

则我们对于 2011 年每一类展业方式均有：

$$f_j = \frac{\sum_{k=1}^m h_{jk}}{m}; \text{ 方差: } d_j = \frac{\sum_{k=1}^m (h_{jk} - f_j)}{m}; \text{ 标准差: } s_j = \sqrt{\frac{\sum_{k=1}^m (h_{jk} - f_j)^2}{m}}$$

## 2. 2010 年、2011 年各展业入账保费均值，方差，标准差的计算

我们利用上述公式，结合 Excel 函数功能，分别计算 2010 年各展业入账保费均值，方差，标准差；2011 年各展业入账保费均值，方差，标准差。如表 5.8 与 5.9 所示。

**表 5.8 2010 年各展业入账保费相关数据**

展业方式 评价因素	平均数	方差	标准差
经纪人	618.7959	133068.8386	364.786
其它兼业代	1982.67	2822916.584	1680.154
营销员	3358.089009	23060235.01	4802.107
专业代理	1845.010543	8064602.086	2839.824
银行代理	5444.996897	39476294.35	6283.016

**表 5.9 2011 年各展业入账保费相关数据**

展业方式 评价因素	平均数	方差	标准差
电销呼出	2248.115	3288790.347	1813.502
电销呼入	3032.108431	2953025.026	1718.437
柜台	6104.609214	86187384.97	9283.716
个代产	8245.988767	281831815	16787.85
其它兼业代	8884.705968	56509995.78	7517.313
银行代理	18673.08978	78522937.89	8861.317
营销员	6100.105626	45421751.06	6739.566
运输行业	10105.04136	59735189.07	7728.854
专业代理	8668.163406	110593411.6	10516.34
汽车销售行	7951.721169	58914436.63	7675.574



### 3.展业方式的评估

我们进一步分析表 5.8 与 5.9，利用 Excel 绘图功能，依次作出 2010、2011 年各展业入账保费标准差柱形图：（如图 5.7、5.8 所示）。

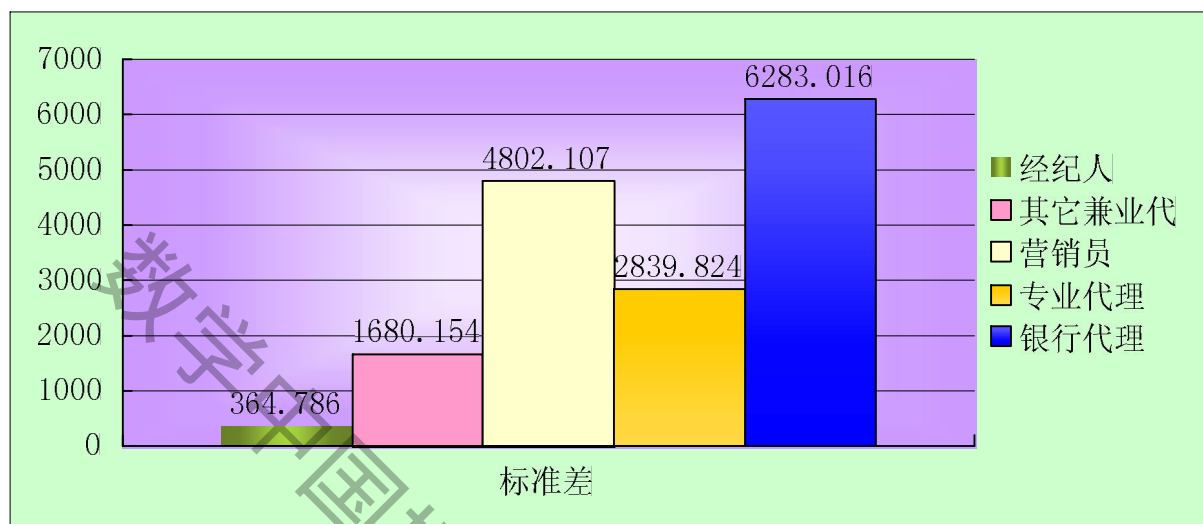


图 5.7 2010 年各展业入账保费标准差

以展业方式的入账保费为汽车保险费重要来源。从图 5.7 可得知展业经纪人的入账保费标准差为 364.786，波动幅度最小，最稳定。而展业银行代理的入账保费标准差为 6283.016，标准差最高，波动幅度最大，最不稳定。由此可以看出，保险业务发展的好坏，很大程度上取决于各类展业人员推销的技巧与自身素质。

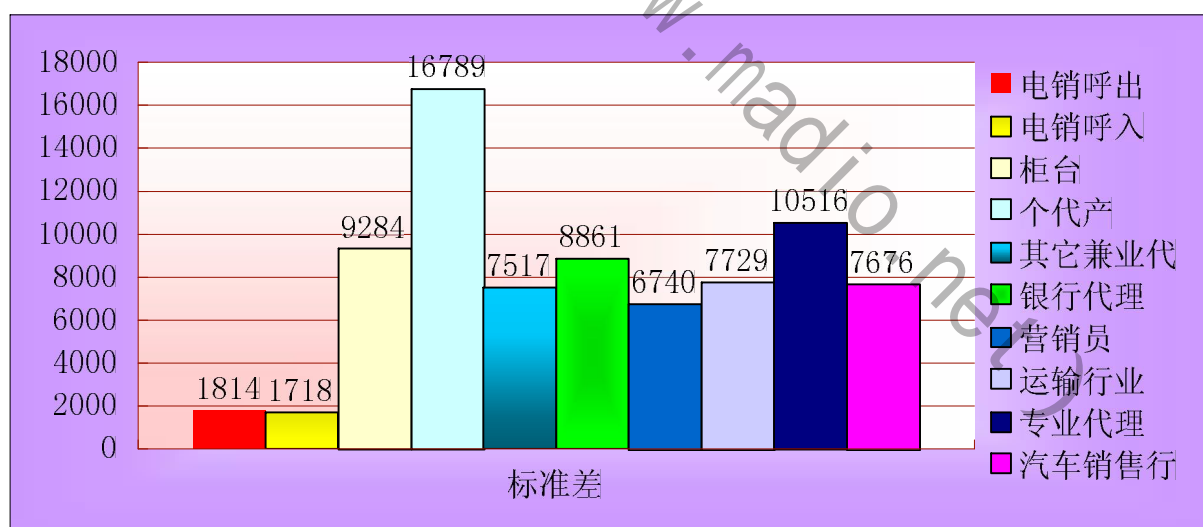


图 5.8 2011 年各展业入账保费标准差

汽车保险为产险业中最大的市场，从图 5.8 可得知展业电销呼入的入账保费标准差为 1718，波动幅度保持最小，最稳定。而展业运输行业的入账保费标准差为 19789，标准差最高，波动幅度最大，最不稳定。展业人员要以诚感人，以利动人，用各种方式为客户提供方便与人性关怀，参加保险不是“帮忙”而是“二利”是“双赢”，以此占得市场份额。由此，我们应该扩大电销业务。



### 5.2.1.2 模型Ⅲ——模糊层次分析法模型

基于模型Ⅱ中车险展业参考季度时间段的限制性。我们采用层次模糊评价法建立模型Ⅲ。

#### 5.2.1.2.1 层次分析法原理

层次分析法是根据问题的性质和要求，将所包含的因素进行分类，一般按目标层、准则层和子准则层排列，构成一个层次结构，对同层次内诸因素采用两两比较的方法确定出相对于上一层目标的权重，这样层层分析下去，直到最后一层，给出所有因素相对于总目标而言，按重要性程度的一个排序。其主要特征是，它合理地将定性与定量决策结合起来，按照思维、心理的规律把决策过程层次化、数量化。

#### 5.2.1.2.2 模糊综合评价模型

模糊综合评价是对受多种因素影响的事物做出全面评价的一种十分有效的多因素决策方法，其特点是评价结果不是绝对地肯定或否定，而是以一个模糊集合来表示。本文采用将层次分析法和模糊综合评价法相结合用于教学质量评价步骤如下：

1. 采用层次分析法建立以下层次结构：

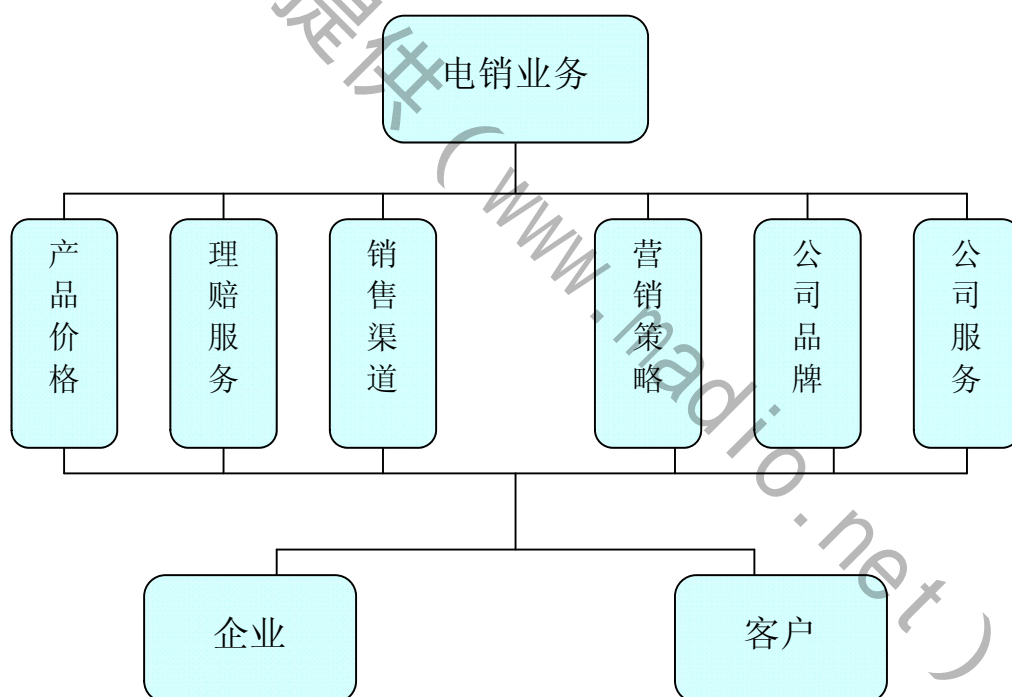


图 5.9 层次结构

2. 生成准则层对目标层的权向量  $w_k^2$

为构造一个成对比较阵，先采用 1-9 标度请专家给出一个综合评价表，假定专家给出评价表如下：

表5.10 专家评价

重要程度		不重要	稍重要	明显重要	重要得多	绝对重要
判断值		1	3	5	7	9
对比项目	产品价格 对 O	√				
	理赔服务 对 O				√	
	销售渠道 对 O					√
	营销策略 对 O			√		
	公司品牌 对 O		√			
	公司服务 对 O			√		

由上表可得出一个准则层对目标层的成对比较阵  $A$ 。

数据如下表：

表5.11 准则层对目标层成对比较阵

	产品价格	理赔服务	销售渠道	营销策略	公司品牌	公司服务
产品价格	1	1/7	1/9	1/5	1/3	1/5
理赔服务	7	1	7/9	7/5	7/3	7/5
销售渠道	9	9/7	1	9/5	3	9/5
营销策略	5	5/7	5/9	1	5/3	1
公司品牌	3	3/7	1/3	3/5	1	3/5
公司服务	5	5/7	5/9	1	5/3	1

准则层对目标层的成对比较阵：

$$A = \begin{bmatrix} 1 & \frac{1}{7} & \frac{1}{9} & \frac{1}{5} & \frac{1}{3} & \frac{1}{5} \\ 7 & 1 & \frac{7}{9} & \frac{7}{5} & \frac{7}{3} & \frac{7}{5} \\ 9 & \frac{9}{7} & 1 & \frac{9}{5} & 3 & \frac{9}{5} \\ 5 & \frac{5}{7} & \frac{5}{9} & 1 & \frac{5}{3} & 1 \\ 3 & \frac{3}{7} & \frac{1}{3} & \frac{3}{5} & 1 & \frac{3}{5} \\ 5 & \frac{5}{7} & \frac{5}{9} & 1 & \frac{5}{3} & 1 \end{bmatrix}$$

在  $A$  矩阵中  $a_{12} = \frac{1}{7}$  表示产品价格  $C_1$  与理赔服务  $C_2$  对电销业务这个目标  $O$  的重要性之比为 1:7,  $a_{13} = \frac{1}{9}$  表示产品价格  $C_1$  与销售渠道  $c_3$  之比为 1:9;  $a_{24} = \frac{7}{9}$  表示理赔服务  $C_2$  与营销策略  $C_4$  之比为 7:9。

可求得矩阵  $A$  的最大特征根:  $\lambda_{\max} = 6$

得权向量:  $W_k^{(2)} = (0.0333, 0.2333, 0.3, 0.1667, 0.1, 0.1667)'$

计算一致性指标:  $CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} = 0$  ( $n=9$ )

查表知随机一致性指标  $RI = 1.24$

则一致性比率  $CR = \frac{CI}{RI} = 0 < 0.1$ , 通过一致性检验, 因此接受前面构造的成对比较阵  $A$ 。

### 3. 讨论并生成方案层到准则层的权向量 $w_k^3$

和前面的步骤一样需先构造 6 个  $2 \times 2$  的成对比较阵, 再计算出各个成对比较阵的归一化向量生成权向量  $w_k^3$ , 计算并再结合  $w_k^2$  计算出总排序权值, 若各个成对比较阵能通过一致性检验和总一致性检验, 则接受得出的数据。

由于专家给出评价流通服务相应的准则数据值较权威, 若按造层次分析法完整做下去, 步骤较繁琐。而且先要构造成对比较阵, 而构造成对比较阵是较主观的行为, 造成最后决策上有较大的主观行为。

### 4. 确定每个准则权重

由于层次分析法较繁琐, 我们不给出层次分析法之后的几个步骤。层次分析法的前几个步骤生成的  $w_k^2$ , 将它作为反映各项准则指标对影响如何决择的重要程度的权重指标, 列表如下:

表5.12 权重指标

车险展业种类因素	各因素对目标的重要程度
产品价格	0.0333
理赔服务	0.2333
销售渠道	0.3
营销策略	0.1667
公司品牌	0.1
公司服务	0.1667

为了更直观的比较各权重, 生成饼图, 见图 5.10。

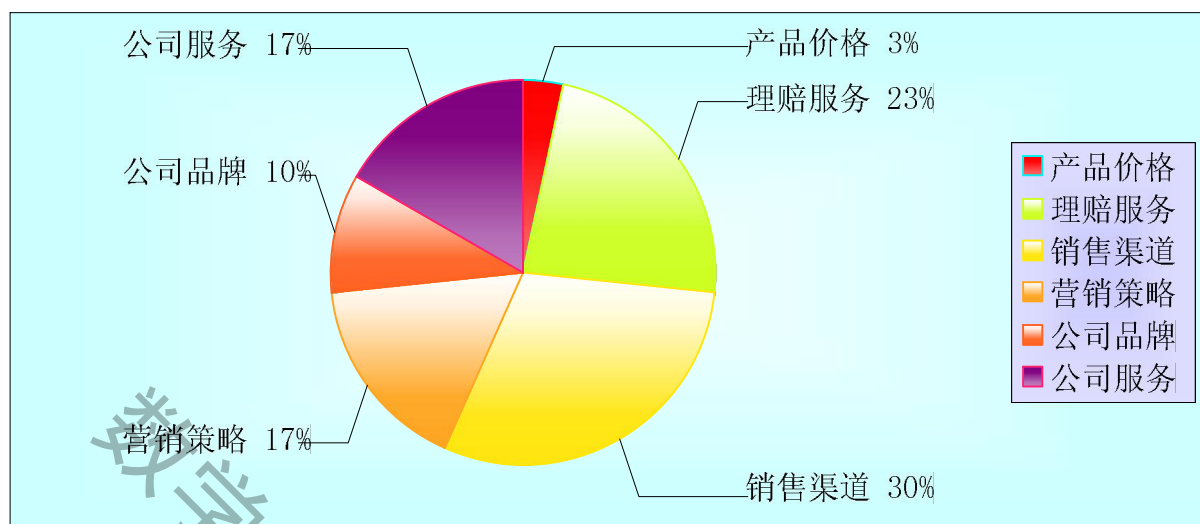


图 5.10 权重指标

### 5. 因素集与评语集的建立

因素集:  $U = \{u_1, u_2, u_3, u_4, u_5, u_6\}$

其中:  $u_1$ : 产品价格;  $u_2$ : 理赔服务;  $u_3$ : 销售渠道;

$u_4$ : 营销策略;  $u_5$ : 公司品牌;  $u_6$ : 公司服务;

6. 评语集:  $V = \{v_1, v_2, v_3, v_4\}$

其中:  $v_1$ : 很好;  $v_2$ : 较好;  $v_3$ : 一般;  $v_4$ : 不好;

经过多种调查, 下面为很多客户和企业家对这些车险销售评价的统计结果:

表 5.13 评语指标

评语 指标	很好	较好	一般	不好
产品价格	20%	40%	30%	10%
理赔服务	20%	30%	40%	10%
销售渠道	25%	30%	25%	20%
营销策略	25%	25%	30%	20%
公司品牌	30%	20%	25%	25%
公司服务	10%	20%	25%	45%

## 6. 单因素评判

进行单因素评判得到：

$$u_1 \rightarrow r_1 = (0.2, 0.4, 0.3, 0.1); \quad u_2 \rightarrow r_2 = (0.2, 0.3, 0.4, 0.1);$$

$$u_3 \rightarrow r_3 = (0.25, 0.3, 0.25, 0.2); \quad u_4 \rightarrow r_4 = (0.25, 0.25, 0.3, 0.2);$$

$$u_5 \rightarrow r_5 = (0.3, 0.2, 0.25, 0.25); \quad u_6 \rightarrow r_6 = (0.1, 0.2, 0.25, 0.45);$$

构建模糊关系矩阵：  $R = \begin{bmatrix} 0.2 & 0.4 & 0.3 & 0.1 \\ 0.2 & 0.3 & 0.4 & 0.1 \\ 0.25 & 0.3 & 0.25 & 0.2 \\ 0.25 & 0.25 & 0.3 & 0.2 \\ 0.3 & 0.2 & 0.25 & 0.25 \\ 0.1 & 0.2 & 0.25 & 0.45 \end{bmatrix}$

## 7. 模糊变换

进行模糊变换，计算  $B = A \circ R$

用模型  $M(\wedge, \vee)$  计算得：  $B = A \circ R = (0.25, 0.3, 0.25, 0.167)$

## 8. 归一化变换

$$\text{将 } B \text{ 归一化为: } B = \left( \frac{0.25}{0.967}, \frac{0.3}{0.967}, \frac{0.25}{0.967}, \frac{0.167}{0.967} \right) = (0.259, 0.31, 0.259, 0.173)$$

## 9. 进行综合评判

按最大隶属原则，此预约的模糊综合评价为：较好。

## 5.2.2 问题②的模型建立与求解

### 5.2.2.1 模型IV——阻滞增长模型

#### 5.2.2.1.1 模型准备

阻滞增长模型的原理：滞增长模型是考虑到产品设计的合理性、数据质量的真实性等因素对电销客户增长的阻滞作用，对指数增长模型的基本假设进行修改后得到的。阻滞作用体现在对电销客户增长率  $r$  的影响上，使得  $r$  随着客户数量  $x$  的增加而下降。若将  $r$  表示为  $x$  的函数  $r(x)$ 。则它应是减函数。于是有：

$$\frac{dx}{dt} = r(x)x, \quad x(0) = x_0 \quad (1)$$

对  $r(x)$  的一个最简单的假定是，设  $r(x)$  为  $x$  的线性函数，即

$$r(x) = r - sx \quad (r > 0, s > 0) \quad (2)$$

设自然资源和环境条件所能容纳的最大人口数量  $x_m$ ，当  $x = x_m$  时人口不再增长，即增长率  $r(x_m) = 0$ ，代入 (2) 式得  $s = \frac{r}{x_m}$ ，于是 (2) 式为

$$r(x) = r \left( 1 - \frac{x}{x_m} \right) \quad (3)$$

将 (3) 代入方程 (1) 得：

$$\begin{cases} \frac{dx}{dt} = rx(1 - \frac{x}{x_m}) \\ x(0) = x_0 \end{cases} \quad (4)$$

方程 (4) 右端因子  $rx$  体现电销客户自身的增长趋势，因子  $(1 - \frac{x}{x_m})$  则体现了产品设计的合理性、数据质量的真实性等因素对客户增长的阻滞作用。若对电销人口数据进行拟合，则需要对 (4) 进行求解。

#### 5.2.2.1.2 问题的解决及工具

##### 1. 线性化方法求解：

要对 (4) 式求解，可先做变换： $\frac{dx/dt}{x} = r - \frac{r}{x_m}x$ ，令  $y = \frac{dx/dt}{x}$ ， $s = \frac{r}{x_m}$ ：

则 (4) 式为： $y = r - sx$ 。先采取数值微分方法求解  $\frac{dx}{dt}$ ，再利用 Matlab 编程对 (4) 式进行参数拟合。

##### 2. 非线性化求解

实际上，方程 (4) 可以用分离变量法求解得到：

$$x(t) = \frac{x_m}{1 + (\frac{x_m}{x_0} - 1)e^{-rt}} \quad (5)$$

我们可以利用 (5) 式，直接进行非线性拟合，求得参数  $r$  和  $x_m$ ，用 Matlab 软件可以实现。

#### 5.2.2.1.3 误差分析的理论依据

在 Matlab 中，数与数之间的最小分辨率用  $eps$  表示，它使关系式  $1 + eps \neq 1$  成立，因此表达任何数的相对误差都不可能小于  $eps$ 。此外，求解问题的程序在执行中，都不可避免地使用这个放大最小误差，比如，被一个很小的数除、两个十分接近的数相减都会对计算结果的精度产生很坏的影响，范数对求解过程中误差放大的现象进行定量描述有重要作用。矩阵的 2-范数确定了被该矩阵相乘向量长度的最大可能的放大倍数，其数学定义为  $\|A\| = \max_{\|x\|=1} \|Ax\|$ ，在本文的拟合过程中，我们采用 Matlab 计算模拟，所以就是采用矩阵的 2-范数来判别计算误差的大小。

#### 5.2.2.1.4 相关参数的确定

我们将 2010 年第一季度车险样本数据，按展业方式分类。定义以均值低方差指标数作为传统销售方式最优方差值。由于经纪人的销售方式在 2011 已被淡化，我们不予

讨论，则  $\tilde{K} = K_m = \frac{\sum_{i=2}^5 d_i}{4} \approx 3900 = x_m$

我们将 2011 年第一季度车险样本数据，按展业方式分类。定义以电销呼出、呼入的标准差的均值作为电销业务的初值，则  $x_0 = \frac{1814+1718}{2} = 1766$ 。

### 5.2.2.1.5 结果分析

1. 根据线性化方法拟合所得的结果为：

$r \approx 0.0152$ ， $t \approx 2.73$  年；所得结果的残差 2-范数为：48.4356；

在求解  $\frac{dx}{dt}$  时，用 Matlab 中的 diff 函数直接得到，再对参数进行拟合，结果为：

$r \approx 0.0129$ ， $t \approx 3.19$  年；所得结果的残差 2-范数为：73.6784；

2. 根据非线性化方法拟合所得结果为：

$r \approx 0.0184$ ， $t \approx 2.34$  年；所得结果的残差 2-范数为：32.4587；

从以上拟合结果可以看出，最小二乘残差最小的为曲线拟合，这说明在求解该阻滞增长模型参数时，先对其线性化再拟合，不如直接对其进行非线性拟合准确。但是非线性最小二乘问题很难处理的。有时连解的存在性和唯一性都难以确定。它的主要特点是：建模使用比较简单的模型函数，有利于构造比较完善的专用算法；二乘函数的最小值点总处在平坦，平缓的凹区中，因此不能盲目企求高精度解。而且在进行非线性拟合时，参数的选取至关重要，如选取不当，就不能得出结果。比如在用函数 nlinfit 对数据进行拟合时，如果参数 be 的初始值选取不恰当的话就根本得不到结果，首先对 be (1) 的选取不宜太小，如果选的值小于 0.1，则拟合不出曲线，对 be (2) 的选取不能小于 4，否则误差就很大。

一般来说，当电销客户较少时，客户的增长较快，即增长率较大，客户增长到一定数量以后，增长就会慢下来，即增长率会变小。

我们把所求年限均值化： $\bar{t} = \frac{t_1 + t_2 + t_3}{3} = 2.75$  年，则电销在大约 2.75 后会取代传统的销售方式。

## 六、模型评价

### 6.1 模型的优点

- (1) 采用较为成熟的数学理论建立模型，可信度比较高；
- (2) 模型 I 利用 Excel 软件绘制饼图，方法简单实用，结果明确；
- (3) 模型 III 采用模糊评判法使评价预约系统更具有客观性。

### 6.2 模型的缺点

- (1) 模型 II 车险展业季度时间段具有局限性；
- (2) 模型虽然综合考虑很多因素，但为建立模型，理想化许多影响因素，具有的局限性，得到的最优方案可能与实际有出入；
- (3) 计算和系统误差的存在，影响模型的准确性。

## 参考文献

- [1]姜启源, 谢金星, 叶俊.数学模型(第三版)[M].北京市西城区,德外大街4号, 高等教育出版社, 2003.8
- [2]李志林, 欧宜贵.学建模及典型案例分析[M].北京市东城区,青年湖南街13号, 化学工业出版社.2006.12
- [3]范周田.模糊矩阵理论与应用[M].北京东黄城北街16号, 科学出版社, 2006.12
- [4]赵静, 但琦.数学建模与数学实验(第二版)[M].北京市西城区, 德外大街4号, 高等教育出版社.2003.6
- [5]葛哲学, 孙志强.神经网络理论与MATLAB2007[M].北京海淀区万寿路173信箱, 电子工业出版社.2008.5
- [6]刘涛, 孟晓谕.基于AHP的教学质量模糊综合评价模型[J].郧阳医学院数理教研室.2008.3

## 七、附录

### 7.1 附录一：层次分析M文件

```
function cengcifenxi=AHP1(A)
%层次分析法的 matlab 程序;
disp('请输入判断矩阵 A(n 阶)');% 在屏幕显示这句话;
A=input('A=');% 从屏幕接收判断矩阵;
[n,n]=size(A);% 计算 A 矩阵的维度, 行与列元素个数;
B=A;%变量分配空间, 加快编译速度
for i=1:n;
B(:,i)=A(:,i)/sum(A(:,i)); %A 矩阵各列元素除以各列均值,各列归一化;
end
C=ones(n,1);%建立 n 行,1 列的单位矩阵;
for i=1:n
C(i,:)=sum(B(i,:)); %B 矩阵各行求和;
end
w=ones(n,1);%建立 n 行,1 列的单位矩阵;
w=C(:,1)/sum(C(:,1)); %C 矩阵各列元素除以各列均值,各列归一化;
disp('权向量');disp(w);% 显示权向量 w
D=ones(n,1);%建立 n 行,1 列的单位矩阵;
D=A*w;
t=sum(D(:,1))./w(:,1))/n;
disp('最大特征值');disp(t);% 显示最大特征值 t
%一致性检验
CI=(t-n)/(n-1);% t-维度 n 再除以维度 n-1 的值赋给 CI
RI=[0 0 0.52 0.89 1.12 1.26 1.36 1.41 1.46 1.49 1.52 1.54 1.56 1.58 1.59];% 计算的标准
CR=CI/RI(n);% 计算一致性
disp(['一致性值:CR=',num2str(CR)])
if CR<0.10
disp('此矩阵的一致性可以接受!');
```



```

disp('Cl=');disp(Cl);
disp('CR=');disp(CR);
else
disp('此矩阵的一致性不可以接受!');
end

```

## 7.2 附录二：模糊评判 M 文件

```

function[B]=max_min(A,R) %模糊矩阵的合成,先取小后取大;
%B=[]; %定义一个空矩阵,可以没有这行代码;
[m,s1]=size(A); %测定 A 的行数与列数分别赋给 m 与 s1;
[s2,n]=size(R); %测定 R 的行数与列数分别赋给 s2 与 n;
if(s1~=s2) %必须保证前一矩阵列数等于后一矩阵行数;
disp('A 的列不等于 B 的行');
else
for(i=1:m)
for(j=1:n) %i,j 分别为结果矩阵 B 的行标与列标;
B(i,j)=0; %给 B 赋值全为 0;
for(k=1:s1) %k 为 A 的列标 B 的行标;
x=0;
if(A(i,k)<R(k,j)) %对应元素取小判断;
x=A(i,k);
else
x=R(k,j);
end
if(B(i,j)<x)
B(i,j)=x; %x 是一个中间变量,在 k=1 时,
end %将 A 的第 i 行第一个数与 R 的第 j 列的第一个数比较值的最小值赋给
B(i,j);
end %k=2 时
end %将 A 第 i 行第二个数与 R 的第 j 列第二个数比较后的最小值给 x;
%如果第一次比较结果 B(i,j)比 x 小,则 B(i,j)变为更大的数 x;
end %当 A 第 i 行与 B 第 j 列对应元素最小值都比较完后,B(i,j)就是最小中的最大值;
end
end

```