

# 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

参赛队号#1255  
邮编：010021

网址：[www.tzmcm.cn](http://www.tzmcm.cn)  
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](http://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：1255

参赛队员（签名）：

队员 1：史梅华

队员 2：韦青青

队员 3：陈丽芳

参赛队教练员（签名）： 吴卢荣

参赛队伍组别：本科大学组

# 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

参赛队号#1255  
邮编：010021

网址：[www.tzmcm.cn](http://www.tzmcm.cn)  
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：1255

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  
电话：0471-5220129

参赛队号#1255  
邮编：010021

网址：[www.tzmcm.cn](http://www.tzmcm.cn)  
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第二阶段

题 目 关于车险保费浮动优惠与保险公司评估风险模型

关 键 词 保费；风险评估；非均衡方差分析；回归分析；多项式模型

### 摘 要

在第一阶段我们确定了关于影响续保率的主要因素：出险次数，车辆使用性质，承保渠道这三个因素在一定范围内对续保率 较其他因数有更大影响。

在第二阶段，主要运用出险次数与车辆使用性质来分析保费浮动优惠与保险公司对其子公司的风险评估。

问题一：首先整合原始数据，建立多项式模型，通过分类 逐一分析商业险与交强险使用性质中的各个因素与出险次数的关系，并制定出一套较为合理的保费浮动方案。。

问题二：首先，把数据进行分类汇总，计算不同的险种，展业方式和商业使用性质的平均收益，然后利用非均衡方差分析，得  $prob = 0.0196 < 0.05$ ，说明不同的因素对保险公司的收益的影响的效果显然不同。其次，通过相关分析，可以知道未决赔款与未决案件数，立案案件数，出险次数相关性较强。再对未决赔款数与未决案件数，立案案件数，出险次数分别进行曲线拟合，得到多个数学模型；其中，未决赔款数  $y$  与纯收益  $x$  呈负相关： $y = -0.8505x_0 + 9259$ ，其决定系数为  $R^2 = 0.8642$ ，所以可以通过调节未决赔款数来提高收益等，从而达到对分公司业绩的公正的考核。

参赛队号 #1255

所选题目 C

参赛密码 \_\_\_\_\_  
(由组委会填写)

Abstract

## 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

参赛队号#1255  
邮编：010021

网址：[www.tzmcm.cn](http://www.tzmcm.cn)  
Email：2011@tzmcm.cn

In the last time, we analysis multiple factors of on the rate of auto insurance renewal. We conduct stratified analysis. Finally we confirm three key factors: the number Chexian, underwriting sources, the use of nature. Then we use the conclusions of the last time to solve the problems of baofei fudong youhui. What's more, we provide the simple method for businessmen to administrate their small company.

The first problem, we modify the statitics which is not used before. Then we build up the model about polynomial, which is based on the modified statitics. In addition, we analyse the relationship between the number Chexian and every factor in the use of nature. Finally we draw a conclusion that businessmen can improve their profit by jiaoqiangxian.

The second problem, we use many rational methods to compute different types of insurance. Analysis Of Variance is the first solution for us to solve our second problem. The result  $prob = 0.0196 < 0.05$  tell us the analysis is suitable. Thus, we use the method of curve fitting to obtain the correlation between ungiven money and others factors. The result is  $y = -0.8505x_0 + 9259$  and  $R^2 = 0.8642$ , so controlling ungiven money is a fit way for small companies to improve profit.

Key word: premium risk evaluation Analysis Of Variance regression analysis polynomial model

# 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

参赛队号#1255  
邮编：010021

网址：[www.tzmcm.cn](http://www.tzmcm.cn)  
Email：2011@tzmcm.cn

## 一、问题重述

近年来，随着汽车保险成为国内产险业第一大险种，各个公司想再获利最大的情况下，不仅要考虑续保率这个问题，同时也注重了对汽车浮动保费和子公司的风险评估。所以这个模型具有重要的研究价值与研究意义。

**问题 1：**汽车保险公司通常会满足一定要求的保户或者投保人给与一定比例的保费浮动优惠，来鼓励保户续保，发展潜在保户。所以保险公司就会关注签单保费与浮动前保费的差值这一指标，也就是折扣问题，折扣越多自然越多人投保。

**问题 2：**在考虑折扣的时候，很多公司必然会想到收益问题，而在保险行业中都存在风险问题，特别是一些设立分公司的大型保险公司。为此，保险公司开始考虑引入风险评估机制来对分公司进行考核，潜在风险较低的分公司会得到较高的考核成绩。而潜在风险较高的公司将得到较低考核成绩。为了使汽车保险公司对潜在风险进行合理地评估，对子公司故意拖延理赔的这种现象，即未决赔款数的相关因素进行合理的分析。

## 二、问题分析

**问题 1：**建立合理的模型，通过 Excel 中进行图像绘制，并得到折扣与不同因素的关系，从而确定合理的保费浮动方案。

**问题 2：**通过对模型的分析，考虑各种不同因素对保险公司收益的影响。首先把原始数据中的浮动前保费与签单保费为 0 的项剔除掉，然后再对不同险种，展业方式，商业使用性质收益的数据进行整合，然后对其进行逐项分析，建立模型。其次再对子公司未决赔款数和出险次数，纯收益之间的关系进行探索，从而达到对分公司的业绩情况进行公正考核的目的。

## 三、基本假设

- (1) 假设题中所给数据真实、可靠、有效。
- (2) 假设数据在给定的区间上，国家或地方政府政策恒定。
- (3) 假设所有的保险公司对待浮动保费采用同一方法。
- (4) 假设总公司对子公司的考核都采取公平公正的原则。

# 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

参赛队号#1255  
邮编：010021

网址：[www.tzmcm.cn](http://www.tzmcm.cn)  
Email：2011@tzmcm.cn

## 四、符号说明

问题 1:

符号	代表含义	符号	代表含义
$x_1$	出租租赁车	$x_6$	商车险家庭自用车
$x_2$	非营业货车	$x_7$	商车险营业货车
$x_3$	家庭自用车	$x_8$	商车险企业非营业
$x_4$	营运货车	$x_9$	商车险营业特种车
$x_5$	党政机关、事业团体	$y$	出险次数

问题 2:

符号	代表含义
$x_0$	纯收益
$x$	出险次数,
$y$	未决赔款数

## 五、模型的建立与求解

问题一:

### 1、简单多项式模型的建立与求解

通过所给的数据，先对原始数据中浮动前保费和签单保费为 0 的剔除掉，然后求除折扣率与商业险与交强险中各因素与折扣的关系。

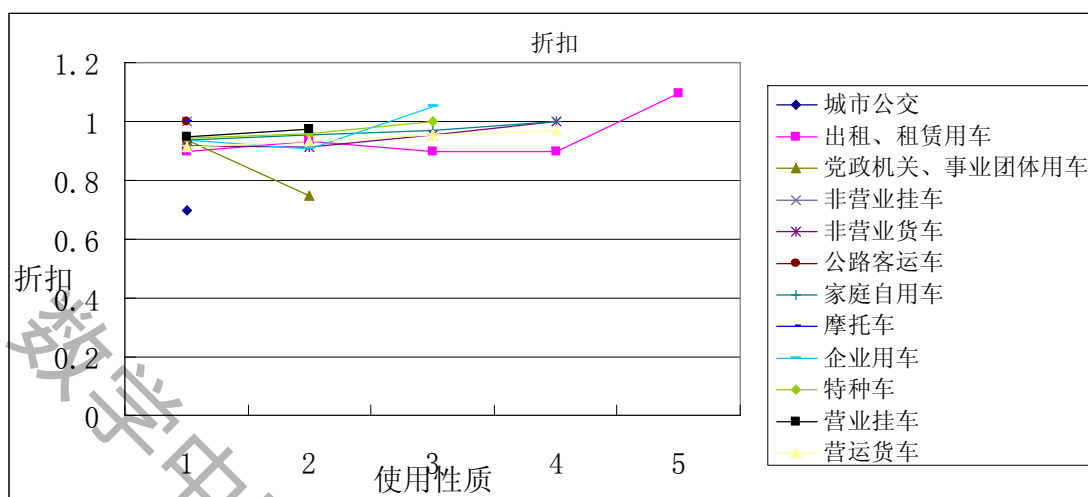
- (1) 分析交强险中使用性质与折扣率的关系，利用 EXCEL 对大量的原始数据进行系统的处理和筛选，并建立表 1 和图表；

# 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

参赛队号#1255  
邮编：010021

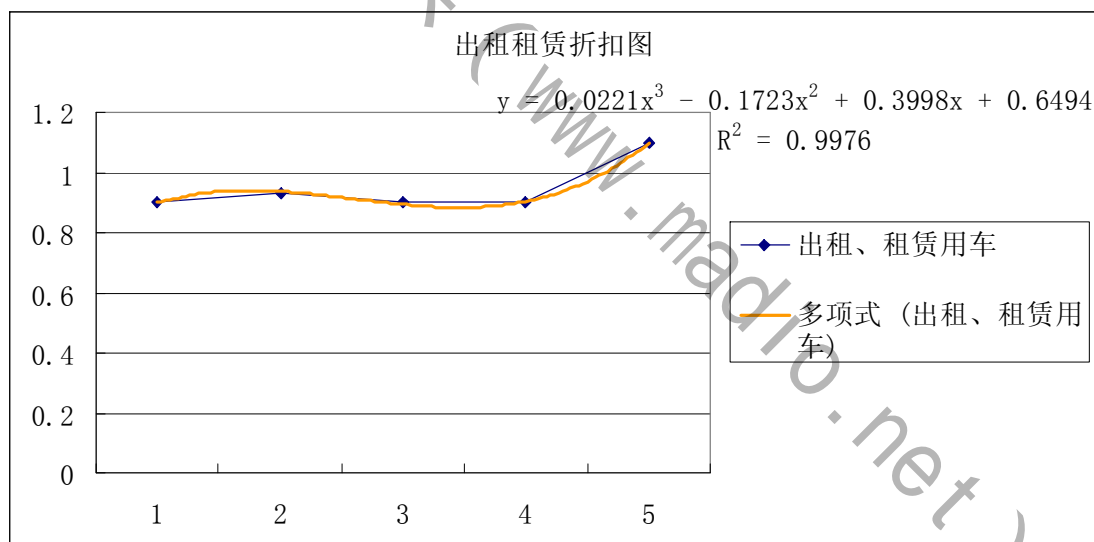
网址：[www.tzmcm.cn](http://www.tzmcm.cn)  
Email：2011@tzmcm.cn



图表 1

由图表 1 可以知道，应建立的保费浮动方案是：

- 城市公交为浮动前保费的 0.7 倍；
- 出租、租赁用车在 0 次出险的情况下是 7 折优惠，出险次数与出租、租赁用车之间存在关系如图：



多项式关系  $y = 0.0221x_1^3 - 0.1723x_1^2 + 0.3998x_1 + 0.6494$

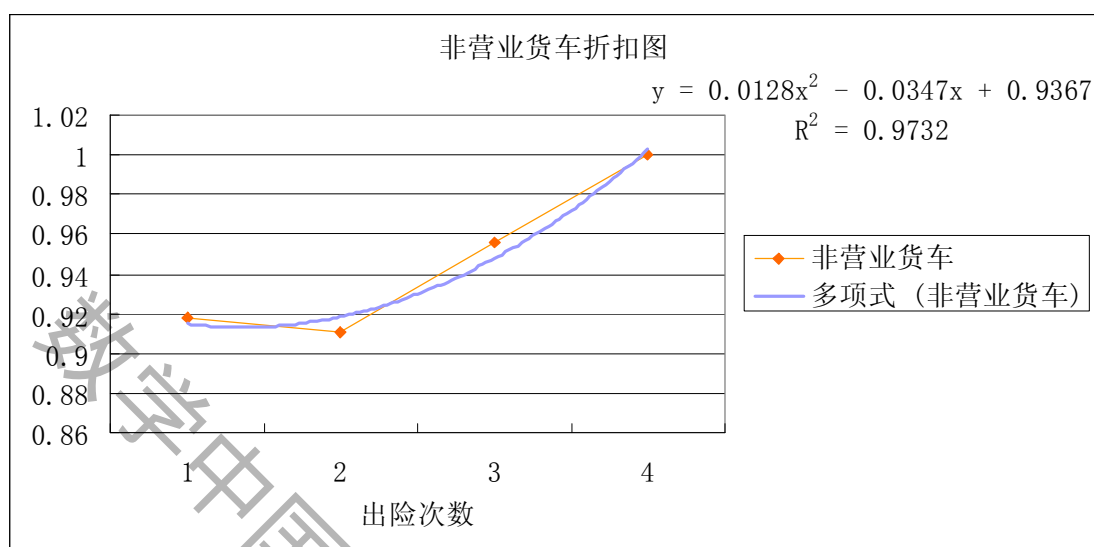
- 党政机关、事业团体用车平均保费是原始保费的 8.45 折优惠；
- 由于出险次数为 5 次以上出险的频率较小，故对出险次数只讨论 1 到 5 次的情况。
- 非营业货车在 0 次出险的情况下是 9.17 折优惠，出险次数与非营业货车之间存在关系如图：

# 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

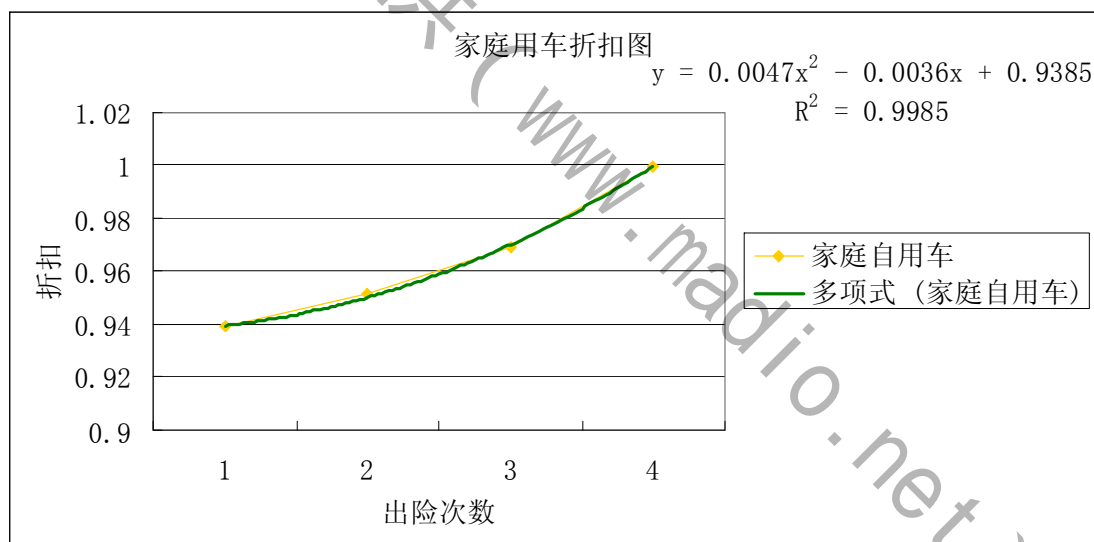
参赛队号#1255  
邮编：010021

网址：[www.tzmcm.cn](http://www.tzmcm.cn)  
Email：2011@tzmcm.cn



多项式关系  $y = 0.0128x_2^2 - 0.0347x_2 + 0.9367$

e. 家庭自用车在 0 次出险的情况下是 9.39 折优惠，出险次数与家庭自用车之间存在关系如图：



多项式关系  $y = 0.0047x_3^2 - 0.0036x_3 + 0.9385$

f. 企业用车平均的优惠是 9.66 折（因其数据较少）；

g. 营业挂车平均的优惠是 9.63 折（因其数据较少）；

h. 营运货车在 0 次出险的情况下是 9.42 折优惠，出险次数与营运货车之间存在关系如图：

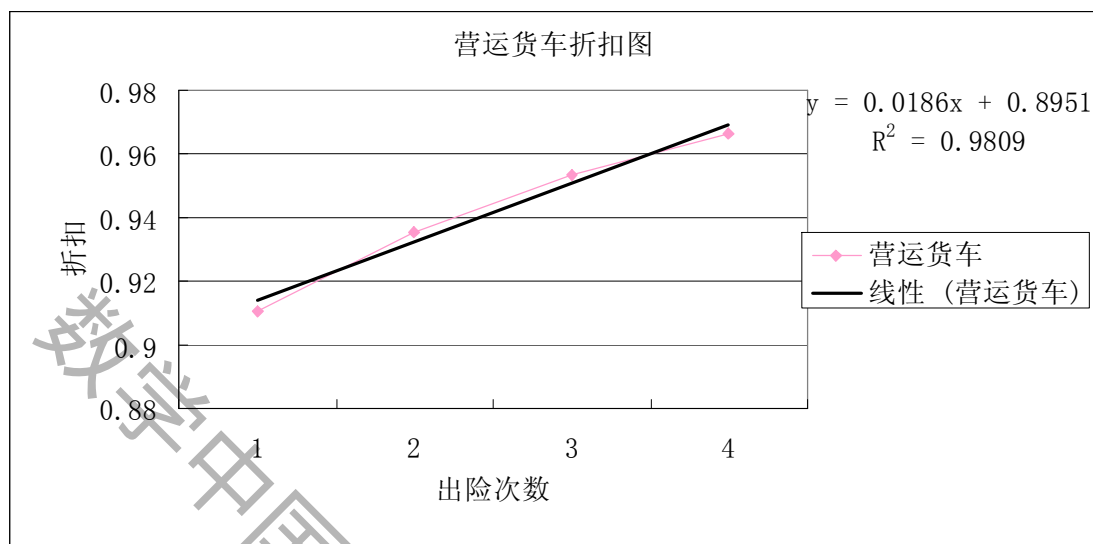


# 第四届数学中国数学建模网络挑战赛

地址：内蒙古数学会  
电话：0471-5220129

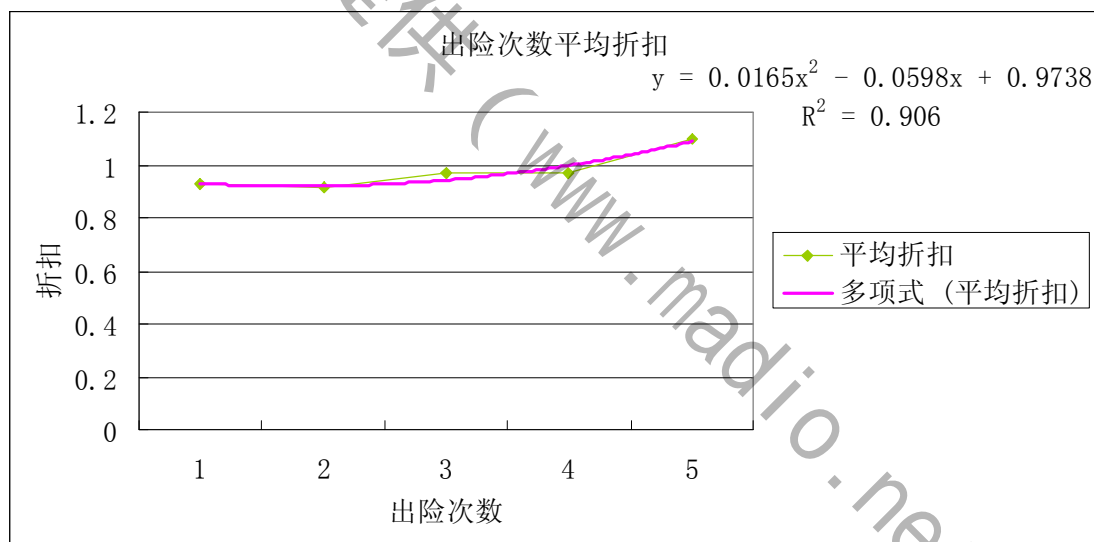
参赛队号#1255  
邮编：010021

网址：[www.tzmcm.cn](http://www.tzmcm.cn)  
Email：2011@tzmcm.cn



多项式关系  $y = 0.0186x_1 + 0.8951$

交强险的出险次数的折扣如图：



(2) 分析商业险中使用性质与折扣率的关系，利用 EXCEL 对大量的原始数据进行系统的处理和筛选，并建立表 2 和图表：商车险和交强险有所不同，其平均折扣都是比较大的有的甚至还超过了 1.

a. 城市公交、非营业特种车和原始保费一样；

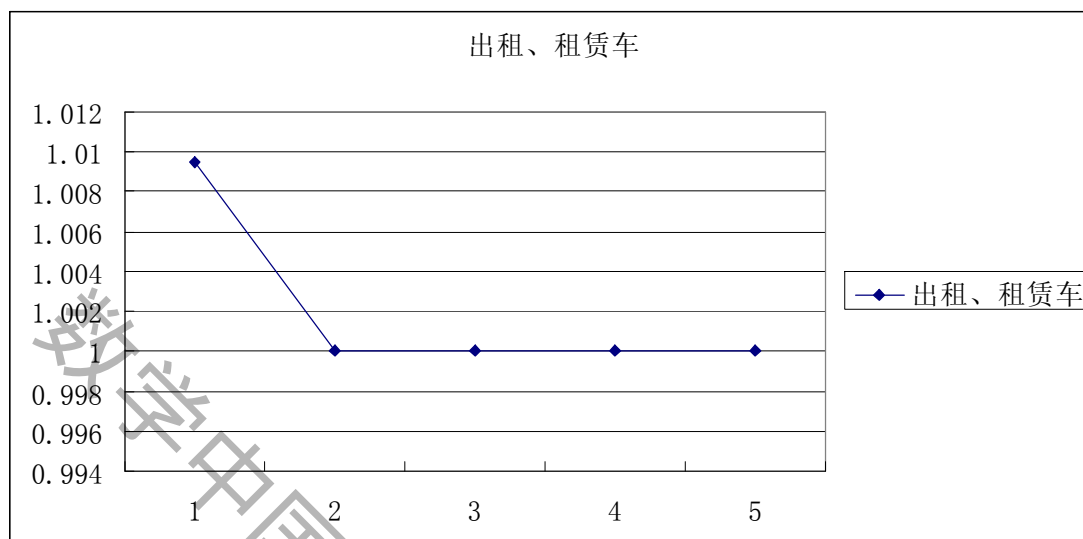
b. 出租、租赁车在 0 次出险的情况下是折扣 1.002（也就是没有折扣，反而贵了），随出险次数的增加，保费和原始保费一样；

# 第四届数学中国数学建模网络挑战赛

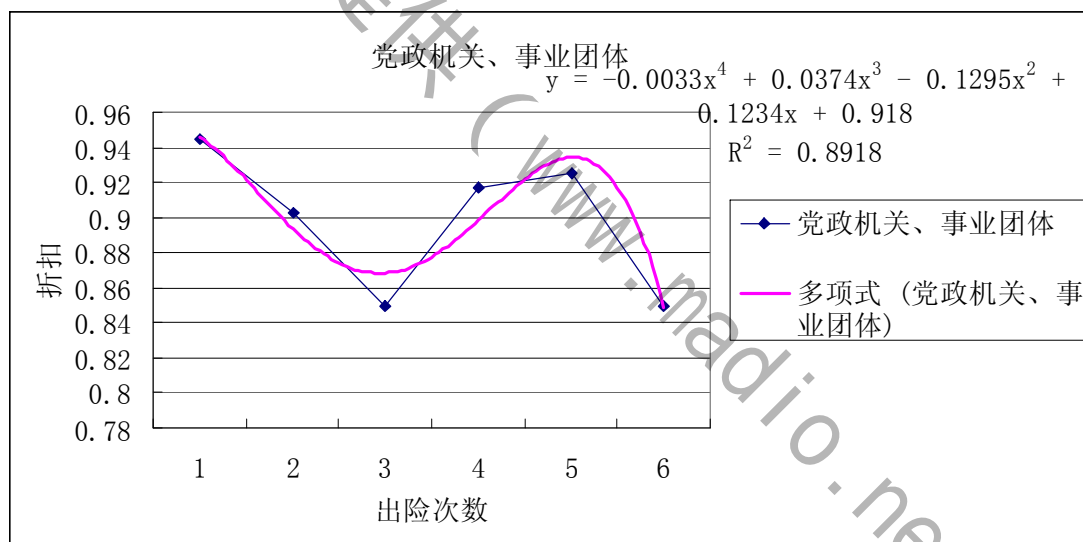
地址：内蒙古数学会  
电话：0471-5220129

参赛队号#1255  
邮编：010021

网址：[www.tzmcm.cn](http://www.tzmcm.cn)  
Email：2011@tzmcm.cn



- a. 党政机关、事业团体在 0 次出险的情况下是 9.44 折优惠，随出险次数与党政机关、事业团体的关系如图：



多项式的关系  $y = -0.0033x_5^4 + 0.0374x_5^3 - 0.1295x_5^2 + 0.1234x_5 + 0.918$

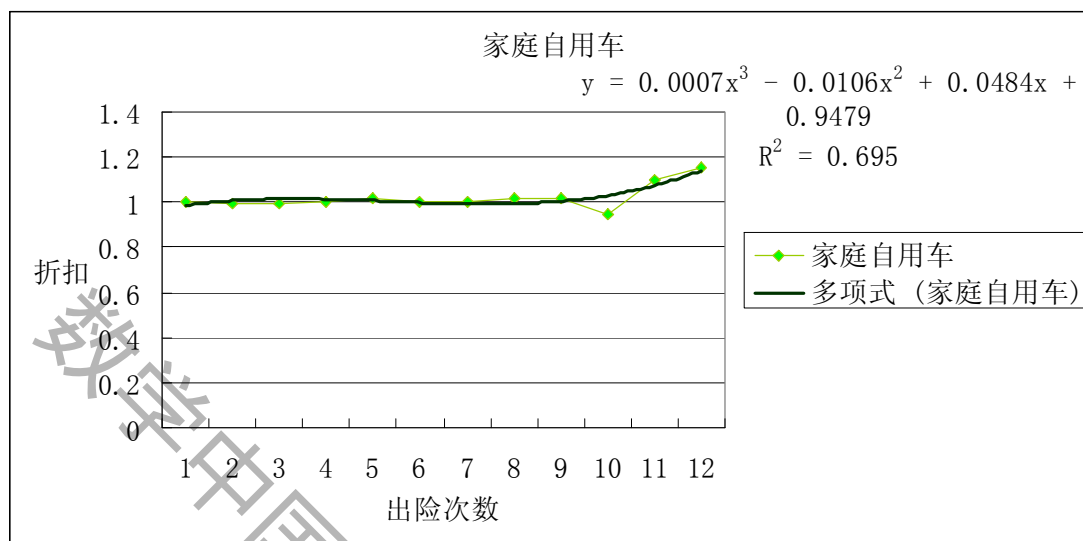
- b. 家庭自用车在 0 次出险的情况下是 1.003，随出险次数与家庭自用车的关系如图：

# 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

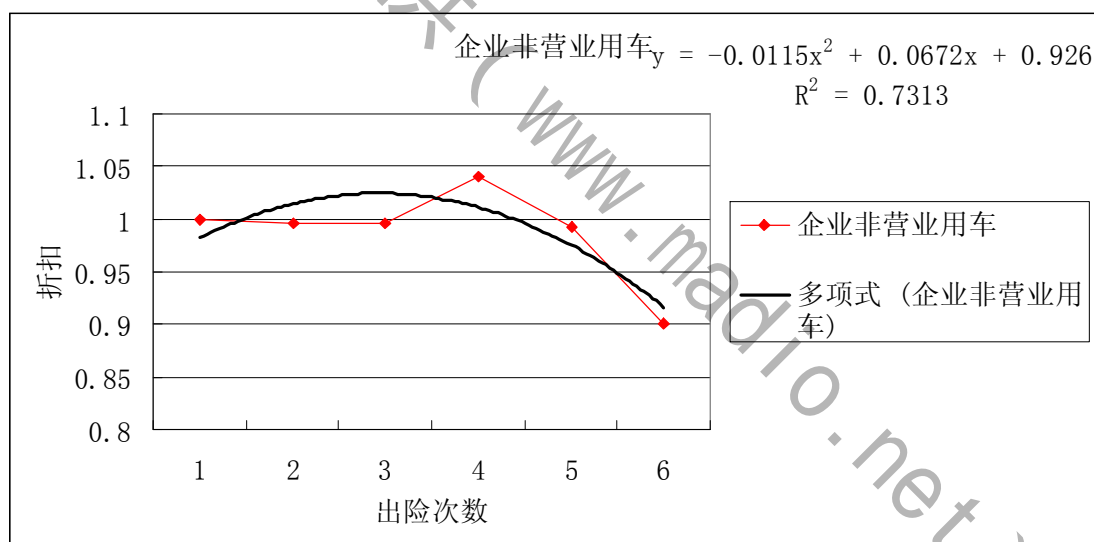
参赛队号#1255  
邮编：010021

网址：[www.tzmcm.cn](http://www.tzmcm.cn)  
Email：2011@tzmcm.cn



$$y = 0.0007x_6^3 - 0.0106x_6^2 + 0.0484x_6 + 0.9479$$

企业非营业用车在 0 次出险的情况下是 9.99 折优惠，出险次数与企业非营业用车的关系如图：



$$y = -0.0115x_7^2 + 0.0672x_7 + 0.926$$

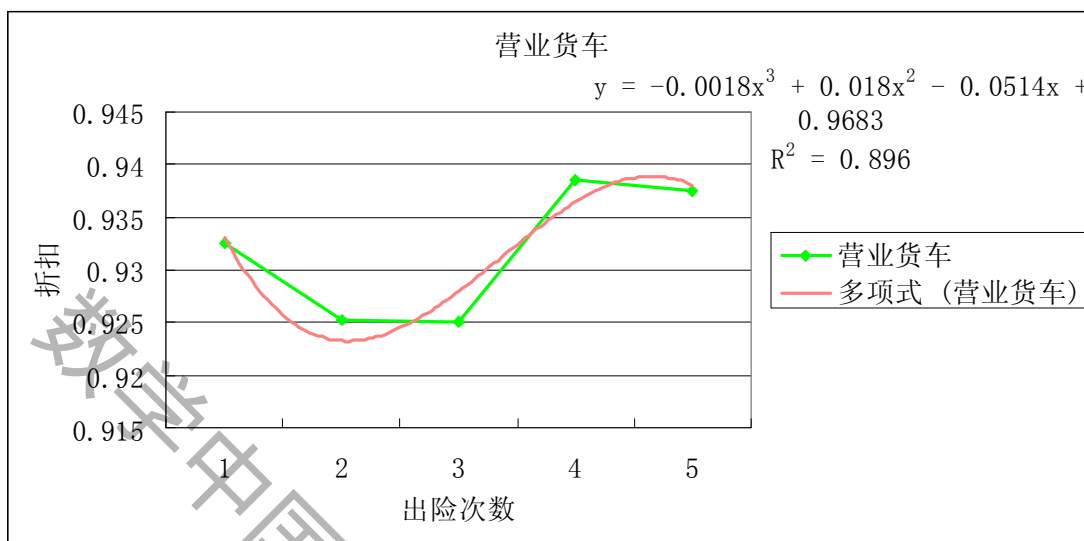
f. 营业货车在 0 次出险的情况下是 9.33 折优惠，出险次数与 营业货车 的关系如图：

# 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

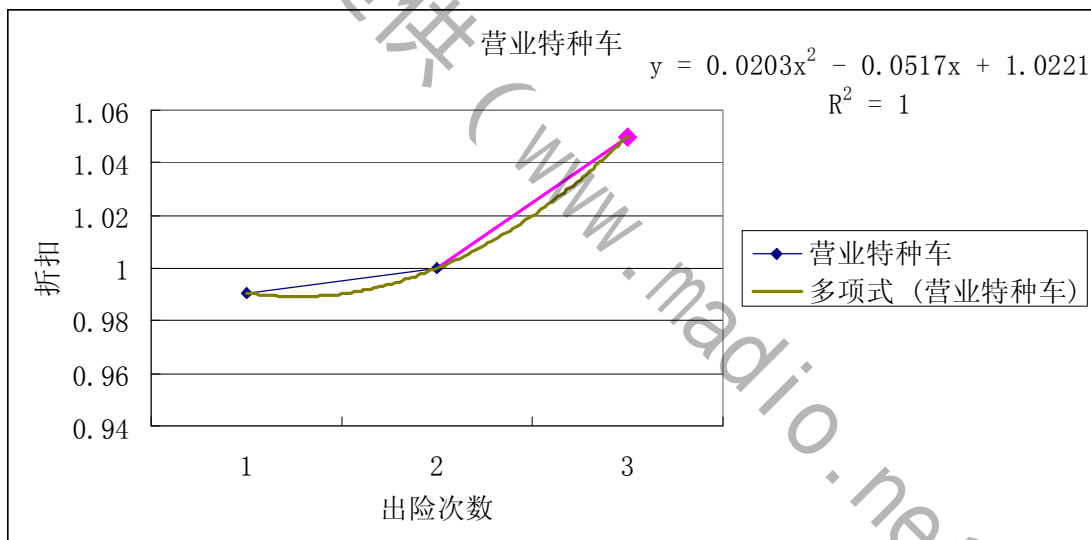
参赛队号#1255  
邮编：010021

网址：[www.tzmcm.cn](http://www.tzmcm.cn)  
Email：2011@tzmcm.cn



$$y = -0.0018x_8^3 + 0.018x_8^2 - 0.0514x_8 + 0.9683$$

g. 营业特种车在 0 次出险的情况下是 9.91 折优惠，出险次数与营业特种车的关系：



$$y = 0.0203x_9^2 - 0.0517x_9 + 1.0221$$

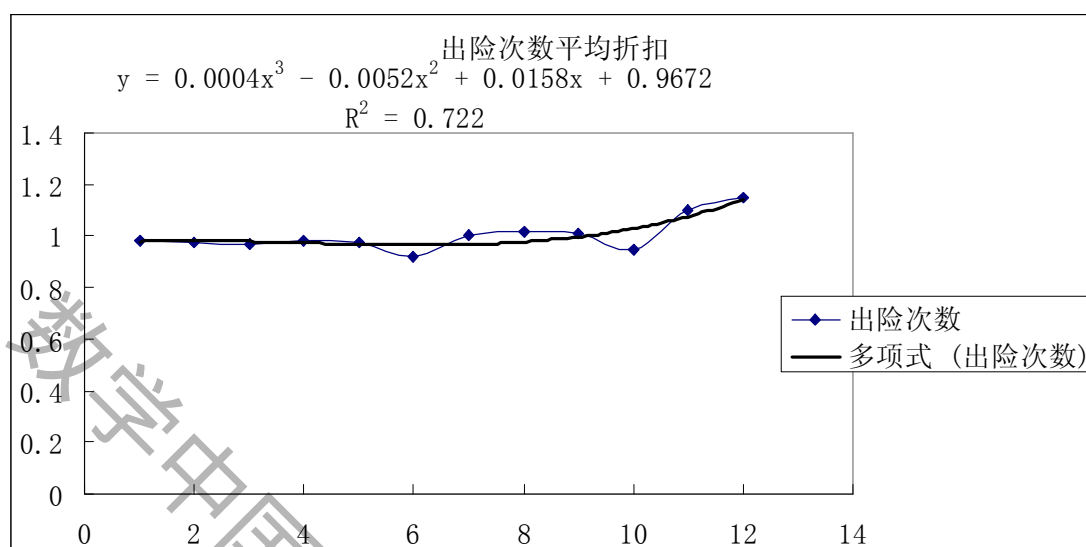
商业险的出险次数平均折扣如图：

# 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

参赛队号#1255  
邮编：010021

网址：[www.tzmcm.cn](http://www.tzmcm.cn)  
Email：2011@tzmcm.cn



## 问题二：

### 1、对数据的分析

把数据进行分类汇总，计算不同险种，不同展业方式，不同商业使用性质的收益，取它们收益的平均值整合成一张表如下：

	种类	收益	展业方式	收益	使用性质	收益
1	商业险	3760.758	专业代理	1310.806	城市公交	2334.29
2	交强险	828.3856	经纪人	520.3059	出租	3158.475
3			营销员	2233.616	党事业团体	1439.311
4			银行代理	7732.579	非营业特种车	727.755
5			其他	3942.33	家庭自用车	2071.391
6					企业非营用车	1085.613
7					营业货车	4756.033
8					营业特种车	4736.268

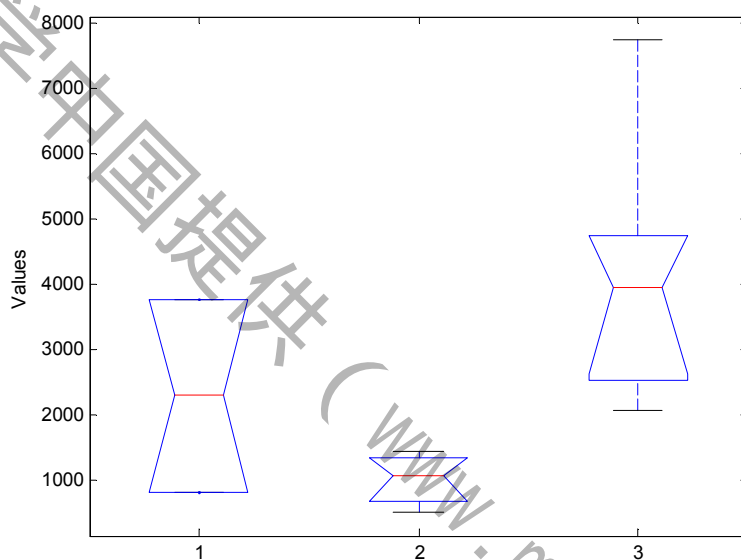
对表中的数据采用非均衡方差分析，结果如下：

# 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

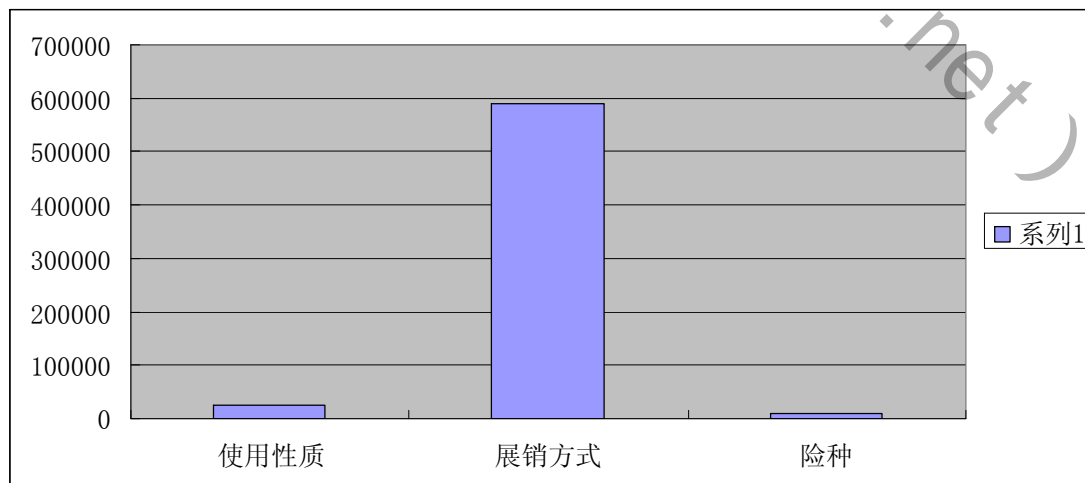
参赛队号#1255  
邮编：010021

网址：[www.tzmcm.cn](http://www.tzmcm.cn)  
Email：2011@tzmcm.cn



$prob = 0.0196 < 0.05$  即说明不同的因素对保险公司的收益的影响是显著的。

统计不同的因素的未决赔款，来讨论分公司的风险问题。绘图发现不同的展销方式在未决赔款中占最大比率，如下：



由柱状图可知，展销方式对未决赔款的影响是最大的，故可对分公司的展销方式的收益进行重点考察，来预测此分公司的风险。

# 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

参赛队号#1255  
邮编：010021

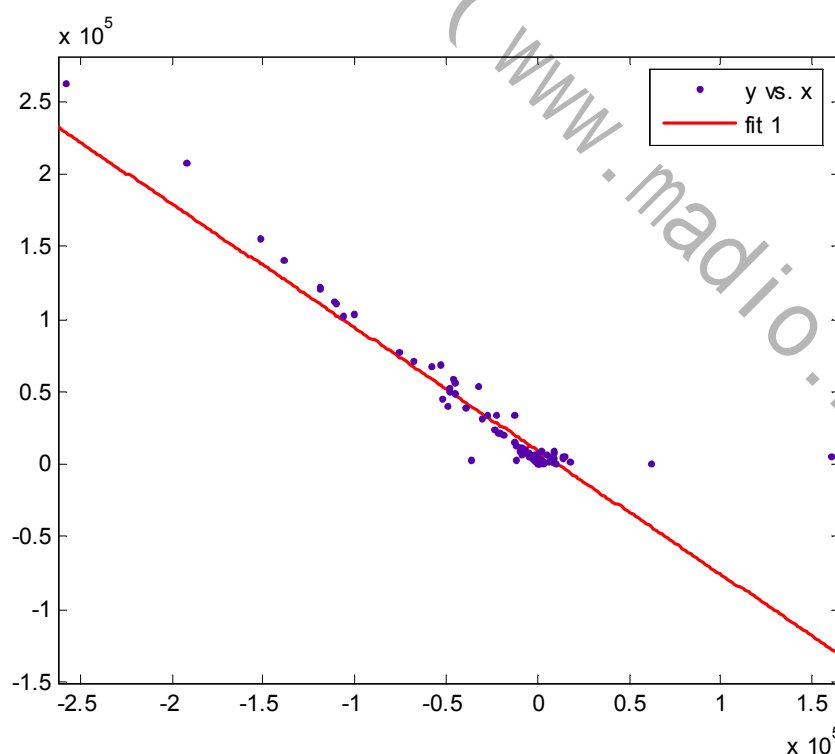
网址：[www.tzmcm.cn](http://www.tzmcm.cn)  
Email: 2011@tzmcm.cn

根据纯收益数据的整理，我们提供如下风险评估参考表：

纯收益范围	相应评估
$<-3000000$	极差
$[-300000, -200000)$	差
$[-200000, -1000000)$	较差
$[-100000, 0)$	不太好
$[0, 100000)$	一般
$[100000, 200000)$	较好
$[200000, 300000)$	好
$[300000, 400000)$	很好
$>400000$	极好

## 2、未决赔款问题的分析

- 1) 首先进行相关系数分析，分析发现未决赔款与未决案件数，立案案件数，出险次数相关性较强。分别对未决赔款数与未决案件数，立案案件数，出险次数进行曲线拟合，首先分析未决赔款数与纯收益的关系如图：



R-square: 0.8642 很大，说明未决赔款数与纯收益有很大的关系

即  $y = -0.8505x + 9259$

由此可见，公司的未决赔款数与真正的收益是呈负相关的，因此公司要想提高真正的收益率来提高加分，可通过调节未决赔款数这个途径来解决。

- 2) 选取其中的出险次数进行分析，利用数据透视图观察分析，并去除出险次数中出

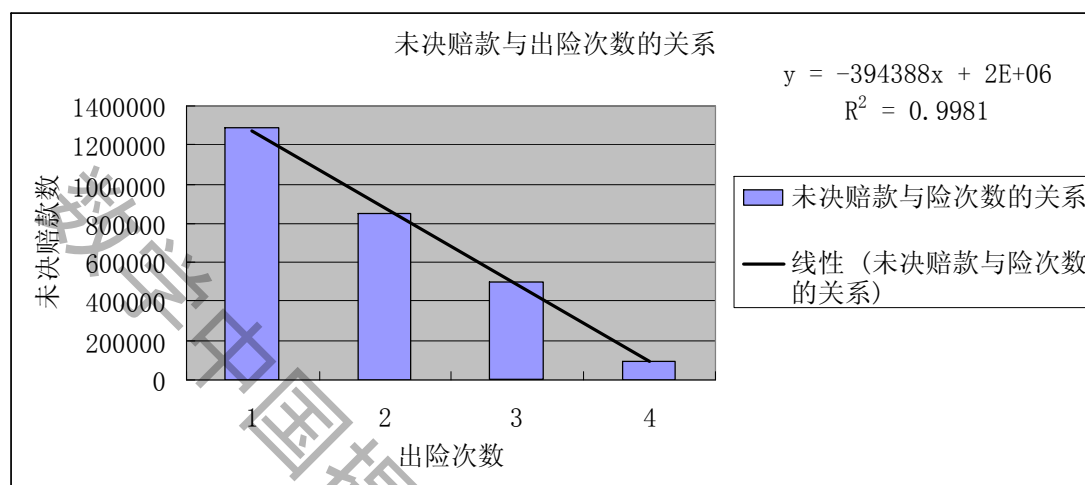
# 第四届数学中国数学建模网络挑战赛

地址：内蒙古数学会  
电话：0471-5220129

参赛队号#1255  
邮编：010021

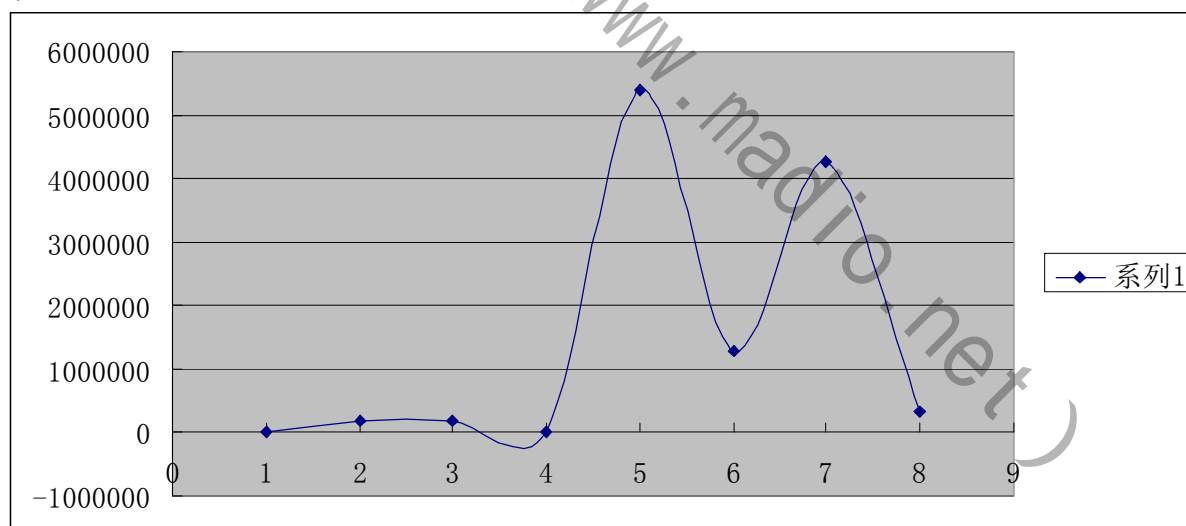
网址：[www.tzmcm.cn](http://www.tzmcm.cn)  
Email: 2011@tzmcm.cn

现不频繁的点，则剩下出险次数为 1, 2, 3, 4, 四个点，对其进行与未决赔款数总额的分析作图：



## 3、纯收益与不同因素的关系

1)分析纯收益与不同使用性质的关系：



1 代表城市公交  
2 代表出租、租赁车  
3 代表党政机关、事业团体  
4 代表非营业特种车

5 代表家庭自用车  
6 代表企业非营业用车  
7 代表营业货车  
8 代表营业特种车

由图可知可以通过提高家庭自用车和营业货车来提高纯收入，从而在风险评估得到较高的评分。

2)分析纯收益与不同展销方式的关系：

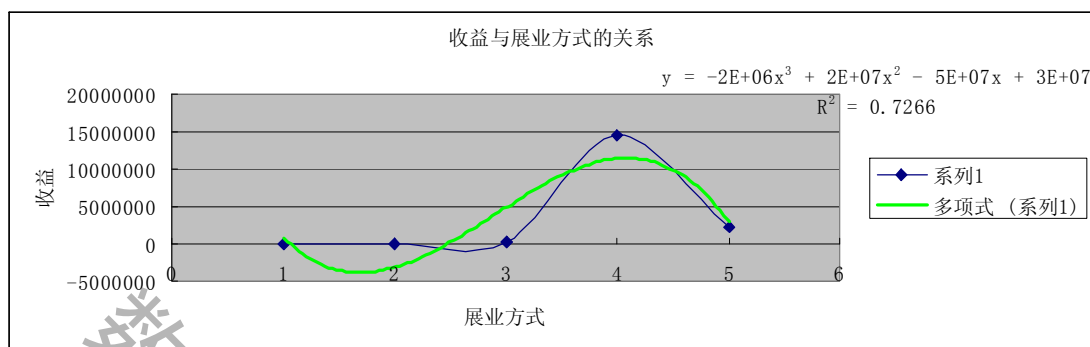


# 第四届数学中国数学建模网络挑战赛

地址：内蒙古数学会  
电话：0471-5220129

参赛队号#1255  
邮编：010021

网址：[www.tzmcm.cn](http://www.tzmcm.cn)  
Email：2011@tzmcm.cn



通过数据透视图及绘制散点图发现当展业方式为营销员方式时收益是最大的，故子公司重点通过营销员这种方式来提高公司的收益。

## 六、模型的评价

此次模型在第一阶段的基础上进行进一步的探究。对题目所要求的问题进行比较全面的研究，对于第一个问题，我们采用了 Excel 来进行相应的绘图分析，并找出了折扣率与不同的因素间的关系，但对数据处理的方法比较简单。对于问题 2，利用数据透视表进行相应的数据整理，采用方差分析，Excel 绘图分析，曲线拟和对所要解决的问题分析处理，初步得到所要的结果，但分析的还不够透彻。

## 七、参考文献

- [1] 龚纯，王正林编著，MATLAB语言常用算法程序集[M]，北京：电子工业出版社，2008.
- [2] 姜启源，数学模型[M]，北京：高等教育出版社，1993.
- [3] 刘卫国，MATLAB 程序设计与应用[M]，北京：高等教育出版社，2006. 7
- [4] 谢中华，MATLAB统计分析与应用：40个案例分析，北京：北京航空航天大学出版社，2010年。
- [5] 杨浩，模型与算法，北京：北方交通大学出版社，2002年。

# 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

参赛队号#1255  
邮编：010021

网址：[www.tzmcm.cn](http://www.tzmcm.cn)  
Email: 2011@tzmcm.cn

## 八、附录

附录一：

非均衡方差分析的代码：

```
x=[3760.758 1310.806 2334.29
828.3856 520.3059 3158.475
2233.616 1439.311 7732.579
727.755 3942.33 2071.391
1085.613 4756.033 4736.268
];
g=[ones(1,2),2*ones(1,5),3*ones(1,8)];
x=[x(1:2),x(4:7),x(8:12),x(13:15)];
p=anova1(x,g)
```

附录二

表 1

交强使用性质	平均折扣	0 次	1 次	2 次	3 次	4 次
城市公交	0.7	0.7				
出租、租赁用车	0.946471	0.9	0.932353	0.9	0.9	1.1
党政机关、事业团体用车	0.845	0.94	0.75			
非营业挂车	1	1				
非营业货车	0.945899	0.917404	0.910638	0.955556	1	
公路客运车	1	1				
家庭自用车	0.964886	0.939229	0.951351	0.968966	1	
摩托车	1	1				
企业用车	0.966006	0.938018	0.91	1.05		
特种车	0.967967	0.943902	0.96	1		
营业挂车	0.9625	0.950001	0.974999			
营运货车	0.941544	0.910651	0.935526	0.953333	0.966667	

表 2

	平均	0	1	2	3	4	5	6
城市公交	1.00	1.00	1.00					
出租、租赁车	1.00	1.01	1.00	1.00	1.00	1.00		
党政机关、事业团体	0.91	0.94	0.90	0.85	0.92	0.93	0.85	
非营业特种车	1.00	1.00	1.00					
家庭自用车	1.00	1.00	1.00	0.99	1.00	1.02	1.00	1.00
企业非营业用车	1.00	1.00	1.00	1.00	1.04	0.99	0.90	
营业货车	0.93	0.93	0.93	0.93	0.94	0.94		

# 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

参赛队号#1255  
邮编：010021

网址：[www.tzmcm.cn](http://www.tzmcm.cn)  
Email: 2011@tzmcm.cn

营业特种车 1.01 0.99 1.00 1.05

表 3

未决赔款	签单保费	已决件数	未决件数	拒赔件数	注销件数
500	115519.3	12.1538	23	2	8.5
1500	33033.33	1.23	10	0	2.38
2500	38227.05	10	9	0	1
3500	82424.94	3.67	13	0	3.67
4500	101838.6	3.5	10.5	0	4.5
5500	190231.9	0	7	0	1
6500	19618.57	1	3	0	0
7500	19950.29	1	3	0	0.34
8500	14016.51	4	9	0	1.68
9500	24847.87	2	4	0	2
未决赔款	立案件数	出险次数	财务赔款	理赔费用	收益
500	45.65	45.654	3684	875	110960.3
1500	13.69	13.692	731.26	184.2	32117.87
2500	20	20	20563	1350	16314.05
3500	20.33	20.33	70835.87	700	10889.07
4500	17.5	17.5	6502.6	525	94811
5500	8	8	0	0	190231.9
6500	4	4	14641	100	4877.57
7500	5.33	5.33	1352	100	18498.29
8500	16.66	16.66	5867	500	7649.51
9500	8	8	1150	300	23397.87