

报名号 #2139

2008 年 第一届 “数学中国杯”

数学建模网络挑战赛

承 诺 书

我们仔细阅读了首届“数学中国杯”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。

我们的参赛报名号为：2139

参赛队员（签名）：

队员 1：

队员 2：

队员 3：

参赛队教练员（签名）：

参赛队伍组别：大学组

报名号 #2139

2008 年 第一届 “数学中国杯”

数学建模网络挑战赛

编 号 专 用 页

参赛队伍的参赛号码：（请各个参赛队提前填写好）：
2139

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）：

报名号 #2139

2008 年 第一届“数学中国杯” 数学建模网络挑战赛

题 目 汽车销售服务问题

关 键 词 汽车销售 回归模型 预测 排队论

摘 要：

建立了汽车销售的预测模型，使 4S 店再保持原来的经济效益下，预测出了今年的每个月每种车型每款车的销售数量，并提供了有关完成全年销售目标所采取的相关办法。同时，运用排队论为公司提供了有关每位顾客来店等待维修的时间最短，公司成本最低的较好的建议。

在模型 I 中，为解决问题 1，本文使用了五个回归模型。其中，从 B 型车的销售量与时间 t 的函数趋势线中，本文预测 A 型车将会在将来的不久停产。在拟合 C1 型车的销售量与时间 t 的函数关系中，本文使用 SPSS 软件对曲线进行拟合，并通过理论的检验得出 C1 型车的销售量与时间 t 的函数关系式。对于拟合 C2 型车以及 D 型车的销售量分别与时间 t 的函数关系式，本文使用了 Excel 进行拟合。最后其结果如下所示：

在问题 2 中，本文结合中国汽车市场当前的状况与 4S 店的经营状况进行了分析，为公司的销售提供了一份较好的销售策划报告书。

在模型 3 中，本文使用了排队论进行设计一个接待、派工程序，使得每一位客户来店等待维修的时间最短，且公司成本最低。

参赛队号 2139

所选题目 G 题

参赛密码 _____ (由组委会填写)

报名号 #2139

1.1 问题的提出

4S 店要预测今年的每月每种车型每款车的销售数量，要考虑销售量与时间的因素。已知 4S 店前 3 年的每月每种车型每款车的销售数量（于附件中），其他经营情况及要求如下：

- (1) 每年的销售任务是汽车生产方指定的。
- (2) 车售出三个月后，所售车辆必须按照厂方规定回 4S 店定点保养（免费），但是由于种种原因。回店首次保养的客户比实际买车的客户少。
- (3) 售后部总共有 8 名接待员，已知每人平均每天接车台次、产值及工资成本。已知售后部机修组每组师傅用于完成保养、一般维修、保修、及事故车维修的工时。
- (4) 工作流程：新车销售-3 月后客户返回 4S 店做首期免费保养-前台服务接待客户-服务接待开车进维修部-维修部派师傅维修-维修好交给接待，接待负责办好手续，轿车给客户。

现提出以下三个问题：

- (1) 根据资料和要求，预测今年的每月每种车型每款车的销售数量。
- (2) 结合问题 1 写一份销售策划报告书给公司 CEO，并指出完成该目标所采取的相关办法。
- (3) 设计一个接待、派工程序，使得每一位客户来店等待维修的时间最短，且公司成本最低。

1.2 符号约定

y	销售量
t	时间

1.3 问题的分析

对于问题一，本文先对题目中的 2004--2008 年前 3 个月的历史统计数据进行了整理，得到了 2008 年 4 月份以后的汽车销售量（见下表）。

通过对模型的检验，并用 2004--2008 年前 3 个月实际的汽车销售量进行了检验性预测后，我们选出预测精度较高（即相对误差较少）的模型来对 2008 年 4 月份以后的汽车销售量进行预测。接着我们以时间 t 为自变量，汽车销售量 y 为因变量，画出散点图（见附录），观察发现，与都有较明显的非线性关系，所以据此建立了非线性回归模型，如对数函数回归模型，逆函数回归模型，二次曲线回归模型，三次曲线回归模型等非线性回归模型。

对于问题二，我们通过核对当前汽车市场的相关资料，并结合当前中国汽车市场的状况以及公司的经营状况进行分析，为公司的销售方面提供了一份销售策划报告，并指出了完成该目标所采取的相关办法。

对于问题三，我们以经济学的原理为基础，采用计量经济学的方法，其中汽车销售和售后服务来 4S 店的客人都是相互独立的（相互间没有影响）、期望为 0、方差为常数、正态分布的随机变量，称为随机误差。通过构造公司成本和顾客满意度的关系，由此确定出合理的接待、派工程序方案。

报名号 #2139

1.4 基本假设

- (1) 所给历史统计数据都是真实、可信的；
- (2) 在模型的预测时间内自然和社会环境相对稳定（即不发生战争、重大传染性疾病、地区核污染和自然灾害等使人口巨减的事故以及经济发展稳定）；
- (3) 调整汽车的车型生产后，对用汽车需求量的影响是即时的、显著的，且在下次调整水价之前是影响的等价的；
- (4) 人口、物价水平、国民生产总值以及气候温度等因素按规律变化；
- (5) 2004 年到 2008 年的城市零售汽车商品价格指数符合社会真实标准。

1.5 模型建立与求解

1.5.1 模型 I

对于问题 1 要预测全年每月每种车型每款车的销售辆，根据 2004 年~2008 年的汽车销售表给出的汽车销售数据，假定预测时间内自然和社会环境相对稳定（即不发生战争、重大传染性疾病、地区核污染和自然灾害等使人口巨减的事故以及经济发展稳定），从而预测出 2008 年的全年每月每种车型每款车的销售辆。

1、A 车型

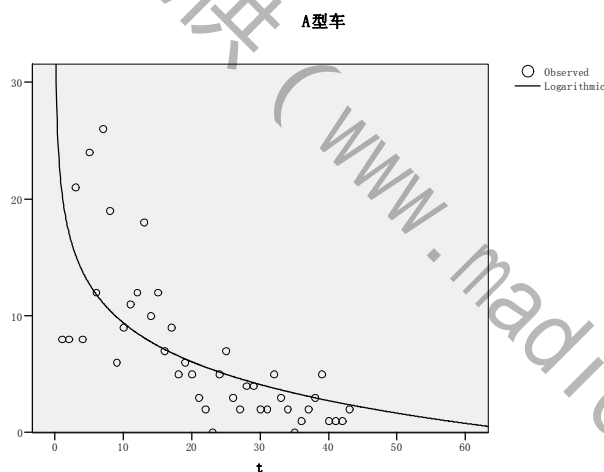


图 1: A 型车

报名号 #2139

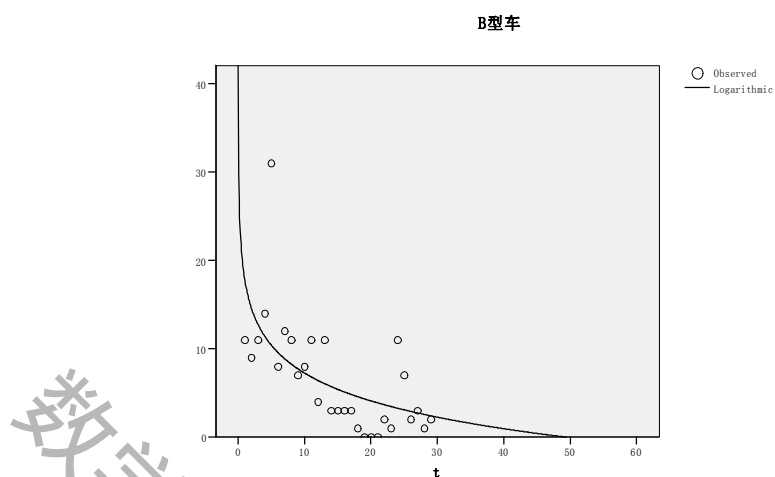


图 2: B 型车

A 型车的销售量以及时间 t 的曲线函数用对数线性函数进行拟合。

由图可知，A 型车的销售数量是一年不如一年，同时，又由 2006 年至 2008 年 3 月的数据可知，A 型车的销售数量是逐步减少的，考虑到最大紧急效益，它终会同 B 型车那样停产。因而本文假定 A 型车于 2008 年 4 月停产。

2、C1 车型

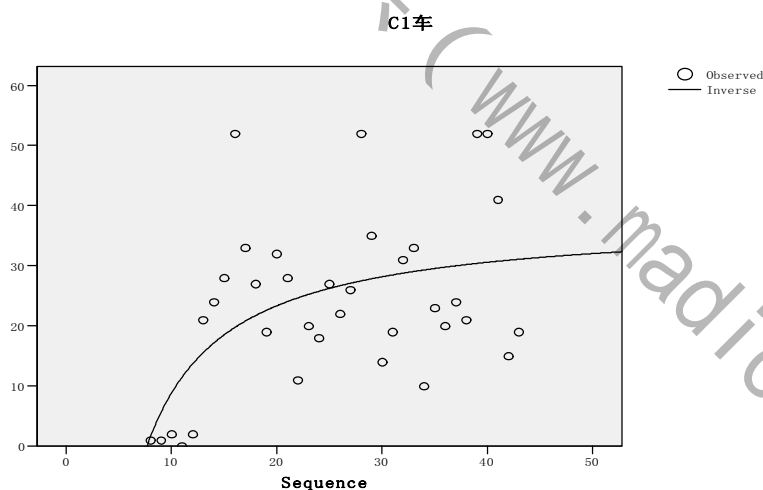


图 3: C1 型车

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Regression	2036.567	1	2036.567	13.445	.001
Residual	5150.183	34	151.476		
Total	7186.750	35			

表1

Coefficients

	Unstandardized	Standardized	t	Sig.
--	----------------	--------------	---	------

报名号 #2139

	Coefficients		Coefficients		
	B	Std. Error	Beta	B	Std. Error
1 / Case Sequence	-288.997	78.816	-.532	-3.667	.001
(Constant)	37.856	4.360		8.683	.000

表2

使用SPSS软件中的逆函数进行拟合C2型车的销售量与时间t的函数关系式，由表1，表2可知，该函数通过了F检验和t检验。由此可得C2型车的销售量与时间t的函数关系式：

$$y = 37.856 - 288.99/t$$

并由此可预测C1于2008年每个月的数据，如下：

3、C2型车

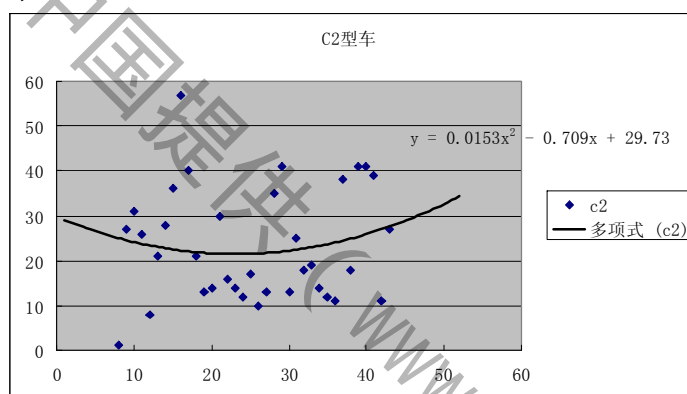


图4：C2型车

由Excel拟合C2的销售量与时间t的关系式为：

$$y = 0.0153x^2 - 0.709x + 29.73$$

其估计值如下：

一月	二月	三月	四月	五月	六月
26.38	26.94	27.53	28.15	28.81	29.49
七月	八月	九月	十月	十一月	十二月
30.20	30.95	31.72	32.53	33.37	34.23

表

4、D型车

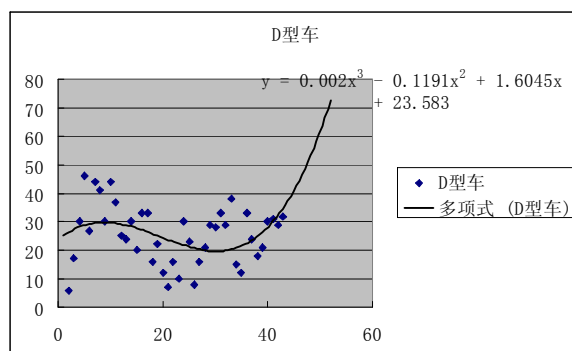


图5：D型车

报名号 #2139

由Excel拟合D的销售量与时间t的关系式为：

计算之后其估计值如下：

1.52 模型 II

销售策划报告书

第一部分 汽车市场调研分析

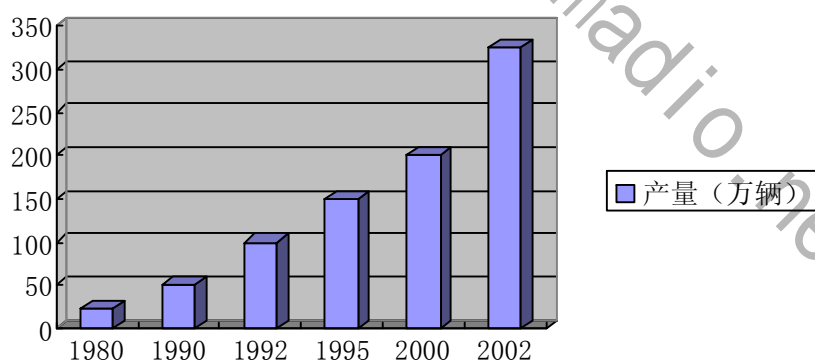
第一节 中国汽车市场现状及其发展前景

一、中国汽车市场发展态势

未来 20 年，中国经济增长将保持年均 7% 以上，人均 GDP 将由 1000 美元增长到 4000 美元，预计在这期间居民汽车消费将保持两位数增长。即如果每年递增 10%，10 年后的汽车销售量将达到 830 万辆；如果每年递增 15%，将超过 1290 万辆。那时，中国的汽车保有量还远未达到世界水平，也未达到同等人均 GDP 国家的水平。

（一）中国汽车产量情况

生产年份	1980 年	1990 年	1992 年	1995 年	2000 年	2002 年
汽车产量(万辆)	22	50	100	150	200	325

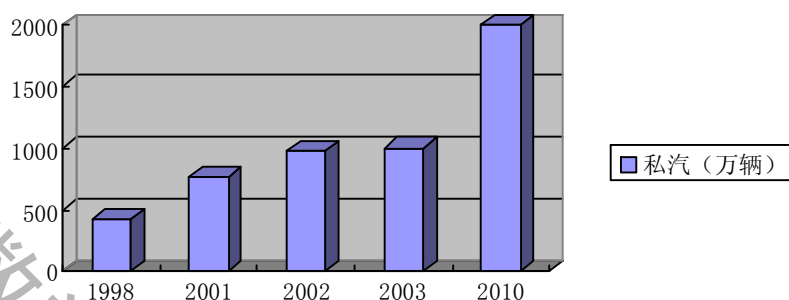


从以上图表分析，自从改革开放以来，我国汽车产量快速增长，80 年产量 22 万辆，90 年 50 万辆，在 10 年期间，增长了 2.27 倍；2000 年达 200 万辆，10 年又增长 4 倍。特别是最近两年，产量增长速度达 30%，由此我国汽车行业已进入了起飞阶段。汽车产业的发展，跟国民经济收入基础有着密切的联系，当人均 GDP 达到 1000 美元时，汽车将进入转型期，私家购车的比重增大。

（二）中国私人汽车情况

报名号 #2139

年 份	1998 年	2001 年	2002 年	2003 年	预计 2010 年
私人汽车（万辆）	424	770	969	1000	2000



最新统计表明，到目前为止，我国私人汽车的保有量已经突破 1000 万辆，平均每 130 人就拥有一辆私人汽车。汽车业专家认为，这标志着我国渡过公务购车、商务购车阶段，迈入私人购车的新时期。截至 2002 年年底，我国私人汽车达 969 万辆。今年 1 至 4 月，全国共销售汽车 136 万辆，私人购车至少占 80 万辆。这样，我国私人汽车保有量已经突破 1000 万辆，预计到 2010 年将达到 2000 万辆。我国私人汽车保有量用了 7 年时间从 100 万辆增至 500 万辆。从 2000 年到 2003 年年初，仅 3 年多的时间，私人汽车保有量就从 500 万辆增加到 1000 万辆。截至目前，我国私人购车比例达到 60%，私人汽车占整个民用汽车保有量的近五成，私人汽车增幅超过单位用车 20 多个百分点。

2010 年我国私人汽车预计达到 2000 万辆，意味着在 7 年时间里净增 1000 万辆。汽车的寿命一般为 10 年，在这段时期内，至少有一半（500 万辆）要报废和换新车，即新增加 500 辆，共实现买卖交易约 1500 万次。

二、汽车产业政策导向

（一）汽车关税政策

中国 WTO 的加入，全球经济一体化，关税的降低，允许国外的部分汽车品牌进入中国市场参与竞争。从关税来说，尽管国产汽车有 5 年的过渡期保护，但进口汽车关税从目前的 100% 降到 5 年后的 25%，并不是 5 年期满后才开始降，而是从第一年就开始了。实际上第一二年降幅最大，因此国产汽车必须在进口汽车之前先行调低价格。

（二）取消不合理收费及地方保护措施

在全国计划会议上，国家计委主任曾培炎谈及刺激消费、拉动增长时，将促进轿车消费摆在了所有消费的第一位。表示要进一步拓宽消费领域，更有力地拉动经济增长，加快制定相应的消费政策，坚决取消对购买轿车的一切不合理收费，破除各种形式的地方保护措施。

报名号 #2139

（三）鼓励汽车消费的政策制订

汽车业资深学者、中国汽车工业咨询公司高级研究员贾新光透露，经过多轮讨论，一系列鼓励汽车消费的政策已经制订完成，目前正等待国务院审批。该政策涉及到的《机动车登记管理办法》已正式发布。这对中国汽车工业和汽车市场的长远发展将起到重要作用。

（四）金融体制改革刺激汽车消费

金融体制的改革，银行降息，刺激消费，拉动内需。

第二部分 4S 店项目定位分析

第一节 实施方案

按照“统一规划、总体设计、分期实施”的原则，根据第一问所做出的答案，我们可以知道，在今年 4 月份时就已经停止生产 A

第二节 4S 店商业业态定位建议

商业服务与商业文化软件建设

- 1、二十四小时电话咨询服务；
- 2、设立旧车拍卖中心（附属业务），聘请汽车评估师委托估价，以利于以旧换新业务，暂不考虑规模化的二手车经营业务；
- 3、邀请知名驾驶培训中心进驻，开设驾驶、维修、保养等培训业务；
- 4、定期举行新车发布、车展等汽车文化活动、全场让利促销活动等；
- 5、委托有相关经验和影响力的人士成立“车友俱乐部”，定期组织活动、举办车会交流会，适当时机创办市场专刊，促进本汽车园市场影响力；
- 6、投资与“贵州都市报”或“贵阳晚报”协作，定期在某固定版面创办“汽车沙龙”、“汽车之窗”等栏目，及时反馈市场信息和刊登广告，为经营商家创造一个高性价比的信息传播平台；
- 7、建立网站，至今贵阳未有，相对费用较低。其目的主要不是为了网上销售，因为网上成交率极低，这跟中国传统的消费习惯有关。关键是为了传递反馈信息、提升项目品质，同时，利于招商，引进新的汽车品牌；
- 8、以打造“汽车公园”为主题，突出项目所在地的环境优势，从而以贵阳定位为“林城”相对应，塑造口碑宣传和树立自身形象。

第三节 项目实施建议

一、方案一：强强联手的招商引资思路

“地段、品牌、服务”是经营汽车的核心要素。西部汽车市场服务较弱，认为只要

报名号 #2139

将车卖出去就百事大吉，缺乏品牌经营理念。从其它行业可以发现，以北京华联、诺玛特进驻贵阳为代表，已寻找到了生存与发展的空间，成为两大重量级超市，人气十足，场面火爆。同理，西部汽车市场亦需要大型品牌来参与竞争，有竞争，才会有优秀的经销商，才能有效降低经营成本。

广东物资集团汽车贸易公司（广物汽贸）代理经销 150 多个型号的进口、国产名车，常年备有 3000 多辆展车供客户选择。自 1997 年开业以来，汽车交易每年稳步增长，总交易量已突破 18 万辆，高居广东省首位。

引进广物汽贸的优势

- 1、运用品牌效益，增强市场影响力；
- 2、规范管理汽车市场，容易制造新闻热点；
- 3、可以减少招商费用与广告投入；
- 4、可以降低操作难度和提高品牌进驻率；
- 5、将带动贵阳其它汽车公司的进场；
- 6、能真正做到 4S 店，给后市场做大；
- 7、由于全国有连锁店，邻省特殊情况下，可以随时调货，弥补了贵阳定货需 1 个星期，甚至 20 多天的市场空白；
- 8、由于自己有配送队伍，可减轻运输成本，在销售价格上，占优势；
- 9、引进广物汽贸，连锁店，可以降低社会流通成本，提高流通效率；
- 10、对传统产业的结构调整与重组起到了分解、催化作用。

二、方案二：招商计划

- 1、为生产商提供一份关于拓展汽车经营市场的可行性方案；
- 2、建立网站；
- 3、免三个月—六个月年租金，免 1—2 年物业管理费；
- 4、报纸广告及新闻操作：引进已（或待）进驻某地经营的普通品牌和经销商。

招商计划大致分两步进行：

第一步：按 1—4 点的要求，直接与厂商或代理商洽谈，引进品牌汽车专卖店；

第二步：结合 4、5 点和大型品牌的号召力，来带动普通品牌汽车和经销商。

其中第二步又可分为两个阶段，第一阶段是让普通品牌汽车和经销商了解，本项目已有大型品牌进驻和给予一系列优惠措施的同时，他们不得不进场，否则显得没有实力，但此时此地只是设一个分店而已；第二阶段是当本案操作到位时，让普通品牌汽车和经销商把重心放在本项目上来，原来其他主力店反而成为小分店，甚至撤消。

三、综合结论

方案一的所带来的整体利益应大于方案二，但洽谈难度较大，现没有完整的可行性方案很难说服对方；方案二的招商形式受外环境影响较大，关系到国际市场、中国市场

报名号 #2139

和当地消费等因素。再说大多数品牌在贵阳设有销售或服务点，如果其经营状况不理想，很难开分店，总体难把控。但由于 WTO 的加入，有诸多新品牌将要打入中国市场，他们在选店时，除了位置外，对规模、配套设施及企业形象有严格要求，本项目占有一定优势。

本案规划建设速度要快，抢先机，让他们主动退出市场，改做其它的项目，或我们努力争取方案一能得到顺利实施。当今市场，不仅是“大鱼吃小鱼”，同时亦是“快鱼吃慢鱼”。

经销商最关心以及需要了解的问题依次是：规模、位置、交通、资料、品牌、租金、配套、服务及其他。

根据公司的实际情况，本文假定 A 型车从 2008 年 4 月开始停产。根据 A 型车与其他各种型号的汽车的相关关系，拟将生产 A 型车的资金转投资到 C1 型车和 D 型车去。

其相关关系表如下：

Correlations

		A型车	C1型车	C2型车	D型车
A型车	Pearson Correlation	1	-.287	-.026	.416(**)
	Sig. (2-tailed)		.090	.882	.006
	N	43	36	36	42
C1型车	Pearson Correlation	-.287	1	.630(**)	-.156
	Sig. (2-tailed)	.090		.000	.363
	N	36	36	36	36
C2型车	Pearson Correlation	-.026	.630(**)	1	.224
	Sig. (2-tailed)	.882	.000		.189
	N	36	36	36	36
D型车	Pearson Correlation	.416(**)	-.156	.224	1
	Sig. (2-tailed)	.006	.363	.189	
	N	42	36	36	42

** Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

通过将资金的转移，使4S公司的营业利润空间更加的大。

1.53 模型III

由于销售出去的汽车是有限的，根据问题3的要求，本文就此问题进行以下假设：

- (1) 汽车维修的方式是单个的，汽车到达率是随机的。
- (2) 顾客的到达可以是相互独立的，就是说，以前的到达情况对以后顾客的到来没有影响。
- (3) 输入过程可以是平稳的，或称对时间是其次的，是指描述相继到达时间间隔分布和所含参数（如期望值和方差）都是和时间无关的。
- (4) 顾客到达时，如所有服务台都正被占用，在这种情况下顾客可以直接离去，也可排队等候。为顾客进行服务的次序可以采用下列各种规则：先到先服务，及有优先权的先服务等。
- (5) 服务时间的分布我们总假定是平稳的，即分布的期望值和方差等参数都不受

报名号 #2139

时间的影响。

再一般情形下，提高服务水平（数量、质量）自然会降低顾客的瞪大费用（损失），但常常增加了服务机构的成本，我们最优化的目标之一是使二者费用之和为最小，决定达到这个目标的最优的服务水平。另一个常用的目标函数是使纯收入或利润（服务收入与服务成本之差）为最大。

各种费用在稳态的情形下，都是按单位时间来考虑的。一般情况下，服务费用（成本）是可以确切计算或估计的。至于顾客等待费用是可以根据统计的经验资料来估计的。

设共有 m 辆汽车，有 c 个修理工人，汽车出了故障表示“到达”，带待修理的汽车形成队列，修理工人是服务员，汽车在每单位运转时间出故障的期望次数为 λ 。系统中，出故障的汽车数为 n ；当 $n \leq c$ 时，所有的故障汽车都在被修理，有 $(c-n)$ 个修理工人在空闲；当 $c < n \leq m$ 时，有 $(n-c)$ 辆汽车在等待修理，而修理工人都在繁忙状态。假定这 c 个工人修理技术相同，修理（服务）时间都服从参数为 μ 的负指数分布。

(1)

(2) 平均故障数

排队系统的组成和特征

一般的排队系统都有 3 个基本组成部分：1，输入过程；2，排队规则；3，服务机构。现在分明说明各个部分的特征。

1.6 模型的评价与推广

模型的评价与改进方向

一、本文优点：

(1) 本文建立数学模型所使用的方法是回归分析，这种方法原理简单，容易操作，有利于模型的推广使用，当然同时也便于理解；

(2) 本文对建立的数学模型都进行了严格的检验，特别是对 2004 年到 2008 年的实际值进行检验性预测，选用精度较高（即相对误差较小）的模型进行预测，所有模型的相对误差都控制在 0.9% 以内，预测可信度很高；

(3) 在问题三，我们考虑到对返回保养汽车的消费者的满意度情况，以及随机修理的时间，建模时对它进行了折算，这使得模型更贴近实际；

(4) 本文建立的回归模型可以推广到其他领域，比如……

报名号 #2139

二、本文缺点：

本文在建立模型的时候，尤其是对问题三，并没有考虑其他的外界因素，只是单纯的考虑了单个服务对象，而对其流程的可操作性只是简单地定性的进行了分析，而没有对其进行定量的分析。

三、改进方向：

可以建立一个考虑各种影响因数的综合模型：如……

参考文献：

- [1] 何晓群 刘文卿，应用回归分析，北京：中国人民大学出版社，2007 年。
- [2] 《运筹学》教材编写组，运筹学，北京：清华大学出版社，2005年。
- [3] 中国广告网，中国广告网|广告论坛，<http://bbs.cnad.com>，2008 年 4 月 12 日。
- [4] 35 商务文库，某皮卡汽车上市策划方案（全程）-68 页-策划方案-商务文库网，<http://www.35wl.com/down/20083/421249.html>，2008 年 4 月 12 日。
- [5] 公务员之家，汽车营销策划方案-华普粉色之旅_精华，<http://www.gwyoo.com/Article/xzgaoshou/fangan/200611/68582.asp>，2008 年 4 月 12 日。