

一、问题的简述

问题 1：根据 4S 店前 3 年的每月每种车型每款车的销售数量，预测第四年全年每月每种车型每款车的销售数量。根据今年前 3 个月每月的实际销售数量，修正预测误差。

问题 2：由于每年的销售任务是汽车生产方指定的，为完成全年的销售目标，请结合问题 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。

问题 3：由于车售出三个月后，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。

售后部总共有 8 名接待员，已知每人平均每天接车台次、产值及工资成本和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。请设计一个接待、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。

二、问题分析

2.1 问题一的分析

车辆销售数量预测问题是一个因变量随时间自变量序列而变化的一类统计学问题，欲想建立合理的数学模型对其进行求解，必须先对每种车型的销售数量进行定性的分析。由于题目中给出的数据较少，如果利用长期预测模型就会使结果有一定的波动性，类似与蝴蝶效应，因此可以建立一个短期预测模型对其进行动态的短期预测。因为短期预测是利用近期的数据进行预测可以较真实的反应每种车型的变化。

2.2 问题二的分析

由问题一的预测我可以得到 2008 年各个月份的预期销售数量，然后根据预测结果与商家预期的 1200 辆进行比较。若预测的结果大于 1200 辆则可以超额完成任务。若预测的结果小于 1200 辆，则根据问题一中所确定的全系数，把 1200 辆分配到各个月，然后提出相应的销售策略。

2.3 问题三的分析

问题三要同时考虑每一位客户来店等待维修的时间和公司的成本，属于双优化问题。因为题目只要求考虑客户第一次来商店首期免费保养的情况，所以就公司平时的维修情况就不予以研究。公司的成本由接待员的工资和维修配料费用和维修师傅的工资组成，其中接待员的工资和维修配料的费用一般是固定的，而变化的是维修师傅的工资。同时维修师傅的费用由于维修工时确定，所以维修的工时越少公司的成本就越低而且客户等待的时间就越少。综上所述，问题三的解决归结为求解客户等待时间最短。又由于设计一个接待、派工程序，属于一类系统工程问题，所以可以利用系统工程的理论对其进行求解。

三、符号说明与基本假设

3.1 符号说明

$k_i (i=1,2,3)$ ：2005–2007 年同种车型不同年份销售数量的权值。

其中， $i=1$ 时 k_1 表示 2005 年各月份相同车型销售产值的权值， $i=2$ 时 k_2 表示 2006 年各月份相同车型销售产值的权值； $i=3$ 时 k_3 表示 2007 年各月份相同车型销售产值的权值。

$T_i (i=1...11)$ ：不同工序所需时间。

$T(i)(i = \text{甲, 乙, 丙, 丁, 戊, 己})$: 甲到己六种不同工序方案分别所需时间。

其余符号在文中均有具体说明, 在此不再赘述

3.2 基本假设

- ①: 题目给出的数据是正确合理的。
- ②: 各车型之间的销售是相互独立的, 互不影响。
- ③: 接待、派工程序的设计过程中的工序是确定的。

四、 问题一的解决

4.1 模型的建立与求解

4.1.1 灰色预测模型 GM(1, 1) 的建立

4.1.1.1 灰色预测模型的介绍

首先灰色系统是指部分信息已知、部分信息未知的系统, 它介于一无所知的黑色系统与全部确知的白色系统之间, 预测灰色系统的模型就叫作灰色预测模型。人口系统正是这样一个灰色系统影响人口增长变化的因素很多, 其中不乏一些不确定因素, 同理也可用灰色系统预测法对产品销售量变动进行分析、预测, 可以得到较精确的结果。

灰色预测方法的思想是它把离散数据视为连续变量在其变化过程中所取的离散值, 从而可利用微分方程式处理数据; 而不直接使用原始数据而是由它产生累加生成数, 对生成数列使用微分方程模型。这样, 可以抵消大部分随机误差, 显示出规律性。

4.1.1.2 建立灰色预测模型 GM(1, 1)

设时间序列 $x^{(0)}$ 有 n 个观察值, $x^{(0)} = \{x^{(0)}(1), x^{(0)}(2), \dots, x^{(0)}(n)\}$, 通过累加生成新序列

$$x^{(1)} = \{x^{(1)}(1), x^{(1)}(2), \dots, x^{(1)}(n)\} \quad \text{其中 } x^{(1)} = \sum_{i=1}^k [x^{(0)}(i)] \quad (k = 0, 1, \dots)$$

则 GM(1, 1) 模型相应的微分方程为:

$$\frac{dx}{dt} + ax = b \quad \text{其中: } a \text{ 称为发展灰数; } b \text{ 称为内生控制灰数。}$$

设 $\hat{\alpha}$ 为待估参数向量, $\hat{\alpha} = [a, b]^T$, 可利用最小二乘法求解。解得:

$$\hat{\alpha} = (B^T B)^{-1} B^T Y_n = [a, b]^T \quad \text{式 4-1}$$

$$B = \begin{bmatrix} -\frac{1}{2}(x^{(1)}(1) + x^{(1)}(2)) & 1 \\ -\frac{1}{2}(x^{(1)}(2) + x^{(1)}(3)) & 1 \\ \vdots & \vdots \\ -\frac{1}{2}(x^{(1)}(n-1) + x^{(1)}(n)) & 1 \end{bmatrix} \quad Y_n = \begin{bmatrix} x^{(0)}(2) \\ x^{(0)}(3) \\ \vdots \\ x^{(0)}(n) \end{bmatrix} \quad \text{式 4-2}$$

求解微分方程, 取 $x^{(1)}(0) = x^{(0)}(1)$ 即可得预测模型:

$$\hat{x}^{(1)}(k+1) = \left[x^{(0)}(1) - \frac{b}{a} \right] e^{-ak} + \frac{b}{a}, \quad k = 0, 1, 2, \dots, n \quad \text{式 4-3}$$

对上式进行还原即得灰色预测模型：

$$x^{(0)}(k+1) = x^{(1)}(k+1) - x^{(1)}(k) = (1 - e^{-a})(x^{(0)}(1) - \frac{b}{a})e^{-ak} \quad (k = 1, 2, \dots, n) \quad \text{式 4-4}$$

4.1.1.3 灰色预测模型的检验

定义 1.

设原始序列

$$X^{(0)} = \{x^{(0)}(1), x^{(0)}(2), \dots, x^{(0)}(n)\}$$

相应的模型模拟序列为

$$\hat{X}^{(0)} = \{\hat{x}^{(0)}(1), \hat{x}^{(0)}(2), \dots, \hat{x}^{(0)}(n)\}$$

残差序列

$$\begin{aligned} \varepsilon^{(0)} &= \{\varepsilon(1), \varepsilon(2), \dots, \varepsilon(n)\} \\ &= \{x^{(0)}(1) - \hat{x}^{(0)}(1), x^{(0)}(2) - \hat{x}^{(0)}(2), \dots, x^{(0)}(n) - \hat{x}^{(0)}(n)\} \end{aligned}$$

相对误差序列

$$\begin{aligned} \Delta &= \left\{ \left| \frac{\varepsilon(1)}{x^{(0)}(1)} \right|, \left| \frac{\varepsilon(2)}{x^{(0)}(2)} \right|, \dots, \left| \frac{\varepsilon(n)}{x^{(0)}(n)} \right| \right\} \\ &= \{\Delta_k\}_1^n \end{aligned}$$

1. 对于 $k < n$, 称 $\Delta_k = \left| \frac{\varepsilon(k)}{x^{(0)}(k)} \right|$ 为 k 点模拟相对误差, 称 $\Delta_n = \left| \frac{\varepsilon(n)}{x^{(0)}(n)} \right|$ 为滤波相

对误差, 称 $\bar{\Delta} = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n \Delta_k$ 为平均模拟相对误差;

2. 称 $1 - \bar{\Delta}$ 为平均相对精度, $1 - \Delta_n$ 为滤波精度;

3. 给定 α , 当 $\bar{\Delta} < \alpha$, 且 $\Delta_n < \alpha$ 成立时, 称模型为残差合格模型。

定义 2

设 $X^{(0)}$ 为原始序列, $\hat{X}^{(0)}$ 为相应的模拟误差序列, ε 为 $X^{(0)}$ 与 $\hat{X}^{(0)}$ 的绝对关联度, 若对于给定的 $\varepsilon_0 > 0, \varepsilon > \varepsilon_0$, 则称模型为关联合格模型。

定义 3

设 $X^{(0)}$ 为原始序列, $\hat{X}^{(0)}$ 为相应的模拟误差序列, $\varepsilon^{(0)}$ 为残差序列。

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n x^{(0)}(k) \text{ 为 } X^{(0)} \text{ 的均值,}$$

$$s_1^2 = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n (x^{(0)}(k) - \bar{x})^2 \text{ 为 } x^{(0)} \text{ 的方差,}$$

$$\bar{\varepsilon} = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n \varepsilon(k) \text{ 为残差均值,}$$

$$s_2^2 = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n (\varepsilon(k) - \bar{\varepsilon})^2 \text{ 为残差方差,}$$

1. 称 $c = \frac{s_2}{s_1}$ 为均方差比值; 对于给定的 $c_0 > 0$, 当 $c < c_0$ 时, 称模型为均方差比合格模型。

2. 称 $p = p(|\varepsilon(k) - \bar{\varepsilon}| < 0.6745s_1)$ 为小误差概率, 对于给定的 $p_0 > 0$, 当 $p > p_0$ 时, 称模型为小误差概率合格模型。

表 4-1 精度检验等级参照表

指标临界性 精度等级	相对误差	关联度	均方差比值	小误差概率
一级	0.01	0.90	0.35	0.95
二级	0.05	0.80	0.50	0.80
三级	0.10	0.70	0.65	0.70
四级	0.20	0.60	0.80	0.60

4.1.2 模型的求解

根据 4S 店 2005-2007 年的每种车的销售总量：

表 1 车型销售数量统计表

车型	2005	2006	2007
A	166	51	30
B	112	31	2
C1	131	315	334
C2	235	235	291
D	401	214	310

由于在 2008 年的统计数据中缺少了 B 型车，所以认为厂家已经停止销售 B 型车了。于是我们运用上表数据来预测出 2008 年每种车的销售总量。

在灰色预测^{[1]-[3]}模型中有 $\frac{dx}{dt} + ax = b$ ，计算出预测 2008 年 A 型车的发展灰数和内生控制灰数分别为

$$a = 0.5185, b = 150.2963$$

同理可计算出其它车型的两项灰数。在此基础上，根据表中数据用 MATLAB(附录 I) 求出 2008 年各种车型的销售数量为：

表 2 各车型预测销售数量

车型	A	C1	C2	D
销售数量	18	354	358	440

由各月的销售数量，计算出各种车型的销售比重系数(附录 II)，同样，我们用灰色预测模型预测出 2008 年各月各种车型的销售比重系数(附录 II)，将 2008 年预测总销售量与比重系数相乘，便得到全年每月每种车型每款车的销售数量(表 3)

表 3 2008 年每月每种车型每款车的销售数量

车型	1	2	3	4	5	6
A	2	1	1	3	2	2
C1	37	7	19	31	33	10
C2	42	8	46	18	19	14
D	25	48	48	29	38	15
车型	7	8	9	10	11	12
A	0	0	1	3	2	0
C1	23	20	24	21	52	52
C2	12	11	38	18	41	41
D	12	33	24	18	21	30

4.2 预测值的误差进行修正

根据 2008 年前 3 个月每月的实际销售数量，计算出各月的销售比重系数。

以 A 车型为例，设出各年份对于车辆销售影响的权值 k_1 、 k_2 、 k_3 ($k_1 + k_2 + k_3 = 1$) 利用各车型 2005-2007 年各月出售所占比例关系与 2008 年前三月实际的销售值相结合确定权

$$\text{值函数: } \begin{cases} 0.14458k_1 + 0.17647k_2 + 0.13333k_3 = 0.05882 \\ 0.07229k_1 + 0.09804k_2 + 0.06667k_3 = 0.05882 \\ 0.15663k_1 + 0.11765k_2 + 0.06667k_3 = 0.11765 \\ k_1 + k_2 + k_3 = 1 \end{cases}$$

$$\text{根据函数可求得: A 车型: } \begin{cases} k_1 = 1.4194 \\ k_2 = -1.5243 \\ k_3 = 1.1038 \end{cases}$$

同理即可求得不同车型在不同年份是销售量所确定的权值：

$$\begin{aligned} \text{C1 车型: } & \begin{cases} k_1 = -0.0707 \\ k_2 = -0.0701 \\ k_3 = 1.1409 \end{cases} & \text{C2 车型: } & \begin{cases} k_1 = 0.1818 \\ k_2 = -0.1534 \\ k_3 = 0.9656 \end{cases} & \text{D 车型: } & \begin{cases} k_1 = 1.0441 \\ k_2 = -0.6552 \\ k_3 = 0.6056 \end{cases} \end{aligned}$$

将权值与前三年各月销售比例所结合对原预测结果进行修正，即可确定 2008 年 4-12 月各月各不同车型销售比例，从而可以预测出各车型每月销售数量如下表所示：

表 4 2008 年各车型每月销售数量预测值

月份	1	2	3	4	5	6
A	1	1	2	3	2	11
C1	41	15	19	35	37	11
C2	39	11	27	18	23	22
D	31	29	32	56	58	42
月份	7	8	9	10	11	12
A	0	0	1	2	4	0
C1	26	22	23	19	55	49
C2	18	13	47	27	56	57
D	39	16	17	39	19	35

五、 问题二的解决

由问题二的分析可知，只要恰当的分配好各个月的汽车销售数量，就可以达到预期目标。具体结果见十一、写给公司 CEO 的销售策划报告书。

六、 问题三的解决

6.1 系统理论模型的准备

系统工程^{[4]-[7]}是研究复杂系统设计的科学，该系统由许多密切联系的元素所组成。设计该复杂系统时，应有明确的预定功能及目标，并协调各个元素之间及元素和整体之

间的有机联系，以使系统能从总体上达到最优目标。在设计系统时，要同时考虑到参与系统活动的人的因素及其作用。

一个系统是人类在某项实践活动中的一个对象；系统中的要素根据实践的目的组合在一起，形成一个整体，并成为思维的对象。

当把系统的一个部分作为考察对象时，这个部分就称为原系统的一个子系统。

系统的每个最小组成要素和各种子系统都称为系统的一个组分。系统在功能上不能再分的最小组分叫做基本组分，也是一个子系统。

一个系统的结构就是所有组分间关联方式的总和。

图 6.11，图 6.12，图 6.13 是个组分间关联方式的结构示意图。

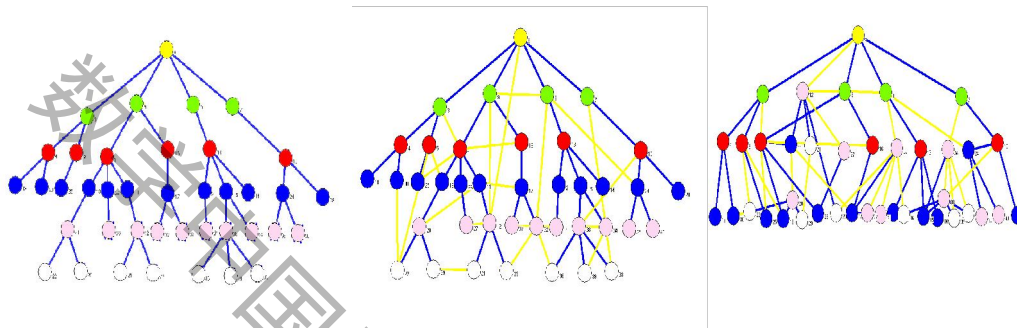


图 1 树状结构示意图 图 2 网状结构示意图 图 3 扁平化的网状结构示意图

问题三要求以客户等待时间最少为条件，为解决接待、派工程序的问题设计一个行动计划系统。

6.2 模型的建立与求解

6.2.1 列出维修车所需的全部工序

(1) 当顾客打电话预约、陈述汽车故障或故障现象并时创建维修委托单。(2) 为每个计划的维修活动或操作创建一个独立的维修项目，包括需要使用的汽车零配件。同时为维修项目和汽车零配件报价，计算总的维修价格。并打印维修报价单给客户。(3) 检查所有必需的汽车零配件都有库存。(4) 给客户报价，经客户确认同意后，打印维修委托书并签名。(5) 汽车进厂后，可进入车间安排检测、维修。(6) 经检测再次确认维修项目，或增加或减少，与车主沟通确认。(7) 车间进行派工，按照系统设定，分配工时自动计算工资，打印派工单给维修工。维修工开始实施维修项目。(8) 需要零配件的向配件仓库领用，仓库开领料单，并打印出来，领料人员签名可取走。(9) 根据维修进度，车间进行一定的调度。(10) 车间维修完工后，进行维修检测。车间主管确认后，可在维修结算单或车间调度审核为完工。(11) 财务人员进入结算单确认领用配件和维修项目后，计算实际维修金额。可打印维修结算单给客户确认后，可进行财务结算并审核。审核时生成维修服务跟踪记录，可打印汽车出厂放行条。(12) 开具发票，并记录发票信息。(13) 车主凭汽车出厂放行条经门卫确认后可出门。

6.2.2 确定每道工序所需的时间

表 5 工序所需时间表

序号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
紧前工序	无	1	1	2、3	4	5	6	6	6、7、8	9	10
工序时间(分)	T_1	T_2	T_3	T_4	T_5	T_6	T_7	T_8	T_9	T_{10}	T_{11}

6.2.3 确定各道工序之间的时间连接关系

因为题目只要我们求出让客户等待时间最短的接待、派工的程序，所以我们就只考虑客户到维修厂后的工序。

首先对客户有没有预约直接影响到接待、派工程序的设计，关系到客户等待时间的长短，并且这也是决定客户下次是否再次预约的关键因素。所以我们就对客户是否有预约分情况讨论。

6.2.3.1 有预约的情况

根据日常经验，对有预约情况可以分三种情况讨论

甲：(5) → (6) → (7) → (8) → (9) → (10) → (11)

乙：(5) → (6) → (7) → (8) → (9) → (10) → (11)

6.2.3.2 无预约的情况

丙：(1) → (2) → (3) → (4) → 甲

丁：(1) → (2) → (3) → (4) → 甲

戊：(1) → (2) → (3) → (4) → 乙

己：(1) → (2) → (3) → (4) → 乙

6.2.5 分析计算各种方案所需的总时间，做出比较结论

$$T(\text{甲}) \text{ 甲方案总时间 } T(\text{甲}) = \sum_{i=5}^{11} T_i$$

$$\text{乙方案总时间 } T(\text{乙}) = T_5 + \text{MAX}\{T_8, T_6 + T_7 + T_9\} + T_{10} + T_{11}$$

$$\text{丙方案总时间 } T(\text{丙}) = \sum_{i=1}^{11} T_i$$

$$\text{丁方案总时间 } T(\text{丁}) = \text{MAX}\{T_3, T_1 + T_2 + T_4\} + \sum_{i=5}^{11} T_i$$

$$\text{戊方案总时间 } T(\text{戊}) = \sum_{i=1}^5 T_i + \text{MAX}\{T_8, T_6 + T_7 + T_9\} + T_{10} + T_{11}$$

$$\text{己方案总时间 } T(\text{己}) = \text{MAX}\{T_3, T_1 + T_2 + T_4\} + T_5 + \text{MAX}\{T_8, T_6 + T_7 + T_9\} + T_{10} + T_{11}$$

分析结果：在有预约的情况下乙方案最节约客户等待时间，在无预约的情况下己方案最节约客户等待时间。

再结合实际情况，得到在无预约的情况下最好的接待、派工程序如下图所示：

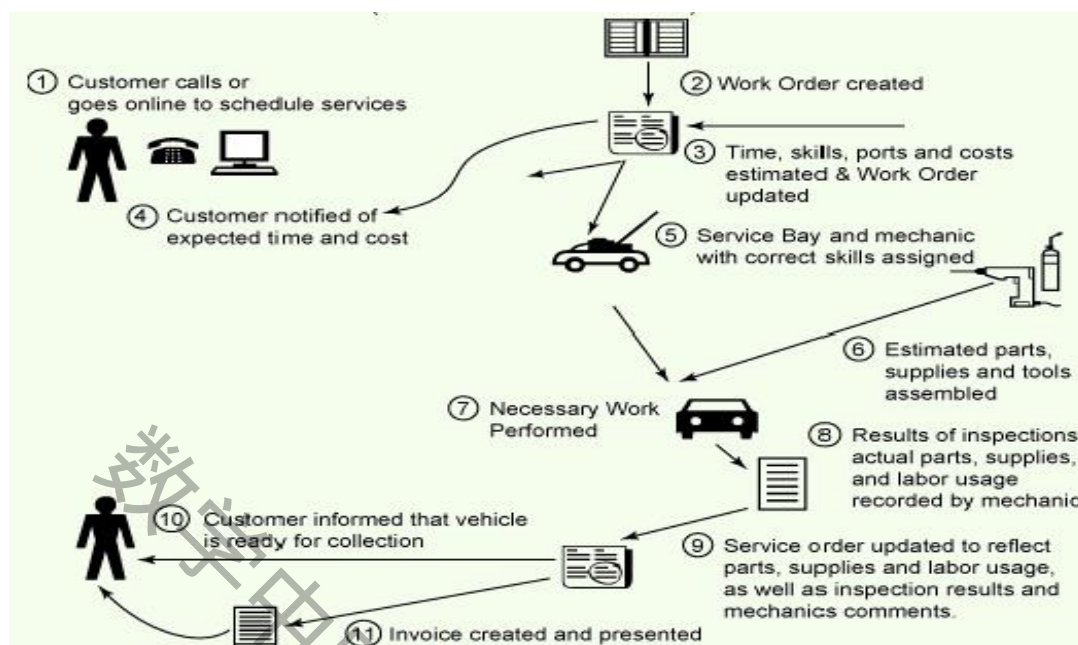


图4 工序流程图

七、模型的进一步讨论与改进

问题一中的灰色预测模型可以改用精度更高的 BP 神经网络模型来求解，同时为了得到更好的预测结果可以结合灰色模型和 BP 神经网络模型对其进行预测。

问题三中的模型可以扩充到整个维修流程，即不只是客户等待时间程序的设计，这样可以使模型更具有适用性。

八、模型的科学性及现实意义

8.1 模型的科学性

灰色预测模型是通过少量的、不完全的信息对事物发展规律作出模糊性的长期描述。而本题所给车型销售数量也满足这一特点。

灰色理论认为车销售的行为现象尽管是朦胧的，数据是复杂的，但它毕竟是有序的，是有整体功能的。灰色预测模型，就是从杂乱中寻找出规律。所以利用灰色预测模型求解此题具有一定的科学性。

同时关于接待、派工的设计涉及到一个系统的优化问题，利用系统理论对其求解，可以得到最好的结果，所以也具有一定的科学性。

8.2 模型的现实意义

我们可以根据问题一模型建立一个预测工具箱，在界面上输入需要预测的月份和车型，然后选择预测方法即可得到预测结果。

我们也可以根据问题三的模型设计一款汽车维修软件，来模拟维修厂修车的流程，并对其进行控制，使其满足实际需求。

九、模型的评价与推广

9.1 模型的评价

9.1.1 模型的优点

- (1) 灰色预测模型简单，应用起来比较方便
- (2) 巧妙地利用系统工程理论模型来解决接待、派工程序设计，使结果更具有说服力
- (3) 系统工程理论模型也很简单，且效果较好
- (4) 原创性较强

9.1.2 模型的缺点

- (1) 问题三没有利用实际数据进行计算

9.2 模型的推广

9.2.1 灰色预测模型的推广

灰色模型作为一种预测理论，已经在各行各业得到充分的应用。探索其在车辆销售预测中的应用具有现实的意义。由于 GM(1, 1) 模型要求数据较少，原理简单，计算量适中，结果精度较高等诸多优点。但是，在这里需要指出的是 GM(1, 1) 适合于短期的预测，不能用于较长时间的预测，否则会产生较大的误差，为了对较长时间的趋势值进行预测，需要引入新的数据，这样可以确保预测的可靠性；所以如果要用灰色预测进行长期预测可以引入新陈代谢灰色预测模型进行求解，这样得到的结果比较准确。

9.2.2 系统工程理论模型的推广

系统工程是以研究大规模复杂系统为对象的新兴边缘科学，是处理系统的一门工程技术。对新系统的建立或对已建立系统的经营管理，采用定量分析法（包括模型方法、仿真实验方法或优化方法）或定量分析和定性分析相结合的方法，进行系统分析和系统设计，使系统整个系统预定的目标。系统工程的研究范围已由传统的工程领域扩大到社会、技术和经济领域，如工程系统工程、科学系统工程、企业系统工程、军事系统工程、经济系统工程、社会系统工程、农业系统工程、行政系统工程、法治系统工程等。各门系统工程除特有的专业学科基础外，作为系统工程共同的基础技术科学，有运筹学、控制论、信息论、计算科学和计算技术。相应的基础科学为系统学。任何一种社会活动都会形成一个系统，这个系统的组织建立、有效运转就成为一项系统工程。因此，系统工程可以解决的问题涉及到改造自然，提高社会生产力，增强国防力量，直至改造整个社会活动。

十、 写给公司 CEO 的销售策划报告书

尊敬的贵公司：

在充分了解贵公司成立以来各年各月份不同车型的销售情况基础上，我和我们组的队员建立了相应的数学分析模型，根据贵公司前 3 年的每月每种每款车的销售数量，利用 2005-2007 年各车型的出售总量建立了灰色 GM(1, 1) 模型对 2008 年个车型出售总量进行预测（如下表 6）：

表 6 预测模型预测出的各车型销售总量

年份 车型	2005	2006	2007	2008
A	166	51	30	18
C1	131	315	334	354
C2	235	235	291	358
D	401	214	310	440

统计出各月份出售的车型所占当年总出售数量的比例，同时设出各年份对于车辆销售影响的权值 k_1 、 k_2 、 k_3 ($k_1 + k_2 + k_3 = 1$) 利用各车型各年各月出售所占比例关系与 2008 年前三月实际的销售值相结合确定权值，再根据前三年各车型出售所占的比例确定出 2008 年 4-12 月各月所销售的数量所占总数的比例，再根据预测出的各车型总量即可推出各月的销售数量，再根据此时各车型所占总量的比例以 1200 辆车为销售目标可确定各车型所需销售的数量，同时由于各车型各月份销售的比例已知即可得出各月销售数量。由于预测销售总数为 1170 辆，并没有达到 1200 辆的销售目标要求，因此我们建立了针对销售目标的销售模型，按照不同车型所占预测结果中不同的权值我们计算出为完成目标各月所需销售数量如下表所示：

表 7 完成目标各月所需销售数量

月份 车型	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A	1	1	2	4	2	1	0	0	1	2	4	0
C1	41	15	19	36	38	11	27	23	23	19	56	50
C2	39	11	27	19	23	22	19	13	48	28	57	58
D	31	29	32	57	59	43	40	17	18	40	20	36

按照上述销售计划即可完成生产方指定的全年销售目标，考虑到由于预测出的销售总量并不能达到要求，因此我们给出相应的提高产量的相关方法仅供参考：

1. 对于销售量较好的C1,C2,D车型可相应选取降价的方式促进销售以增加销售数量；
2. 对于成本较贵价格较高且顾客很少的A车型可进行改造或取消该车型的销售以减少成本同时将会促进C1,C2,D三种车型的销售；
3. 对于C1,C2两种车型进行改进同时保证价格基本不上涨也将获得更多的销售量；
4. 研发新的车型，推广到市场上必将获得一部分销售量；
5. 提高服务质量，保证顾客满意度，以增加良好的声誉也可以提高业绩。

众所周知，汽车行业的 4S 店是指 4S 店是一种以“四位一体”为核心的汽车特许经营模式，包括整车销售（Sale）、零配件（Sparepart）、售后服务（Service）、信息反馈等（Survey）。其中：4S 店的售后服务和其他单位相比价格是较高的。因此，要想在汽车行业或是同类产品竞争中取得优势，必须注意自己的服务质量和经营方式，因此合理的经营加上人性化的服务水平必将促进公司的发展，希望我们的建议能够对您经营公司完成目标有所帮助。

十一、 写给维修部的相关意见

（1）如何提高维修效率

1. 维修效率的相关定义

从问题三的结果我们可以看出，要节约客户的等待时间最重要的就是提高效率，维修厂只有正确理解了效率，才能明确效率管理应该管什么和怎么管。

通常效率被定义为一定的投入量所产生的有效成果，也是单位时间完成的工作量。在维修行业，效率则被定义为销售工时与生产工时的比率，并将其称作维修效率。其中维修效率和标准工时关联性很大。

标准工时通常反映的是某个国家或地区完成特定维修项目所需要的平均时间，技术

精湛的技师使用的时间一般会比较少。经销商往往将标准工时作为维修销售的依据，将其与工时费率（工时单价）相乘得出向客户收取的维修工费。例如，梅塞德斯奔驰的标准工时系统（ASRA）中将更换 W220 发动机机油及滤清器的标准工时设为 1.0 小时，这说明梅塞德斯奔驰认为其授权维修中心技师完成此项工作的平均时间为 1.0 小时。假如该维修中心的工时费率为 320 元/小时，则该维修中心应当向客户收取 320 元工时费。

不同的国家与地区，效率的指导值有所不同。良好的效率表现应在 115~125% 之间。效率并不是越高越好。效率一旦超过 130%，排除计时不准确因素，不是标准工时不合理，就是实际维修过程中技师存在投机取巧的行为。片面追求高效率会影响到服务质量与顾客满意度。

2. 维修效率的影响因素及解决方案

维修效率的影响因素涉及流程因素、设施设备因素、员工因素及组织激励机制等，这些因素最终均可归纳为员工（内因）与组织（外因）两个方面。

从员工自身查找效率不佳的原因可能有员工缺乏培训、技能不佳，士气低落等；而组织管理的问题则可能是由于管理缺乏监督与激励机制、流程不清或混乱、设备工具缺乏或管理不善、维修车间布局不合理等因素影响。当某一个员工在一定时期内出现效率异常的情况，可能是员工自身的原因，反映在个体员工的人员绩效上，而组织管理上的问题则可能影响到整个修理团队的组织绩效。

当员工士气低落、缺乏主动性和迫切感时，应当确定是否缺乏激励和奖励机制，考虑奖励方案的合理性，应对车间或个人取得的成绩给予及时表扬和嘉奖。及时与员工进行交流沟通，确定员工的个人改进目标并进行督促检查。

当员工的技能出现问题，无法及时完成车辆维修或存在较高返修率时，一方面应当评估员工的技能，尤其是评估特定维修工作的技能，安排工作遵循“适人适事”原则，使分配的工作与执行人的能力相符。另一方面需要有效实施人员培训计划，并在从事复杂维修工作时进行指导并给予必要的技术支持。同时，需要对车间组织及派工流程进行改善。当新车型上市时，维修车间的效率会因对新车型不熟悉而有一定的下降，这时应当及时更新、公布技术资料通报和数据，有针对性地进行新车型的技术培训。

工作中缺乏必要授权，维修人员需要不断等待确认，无法及时有效顺畅的沟通，这些通常也影响到维修效率与维修质量。这就需要进行流程的改善，适当进行授权定义，改善沟通方式与效果。

当场地、设备及专用工具缺乏时，维修车间整体的效率也会大大降低。所以，日常的设备及专用工具的保养维护及工具借用制度势必需要加强。即使是维修人员的工具缺失，对个人及整体效率的影响也是不可小视的。同时，确定维修区域停车位置，明确区分待修车辆停车区域、在修车辆停车区域、待检车辆维修区域、完工车辆停车区域，减少待修车辆滞留在车间内的数量，及时将完工待交车辆调离车间，保持车间通道畅通也是提高设备与场地使用率的有效方法。

在实际工作中，领料时间过长是维修效率的“无形杀手”。仓库布局不合理，没有位置合理的常用件货架，发料人员不熟悉业务等都可能成为影响效率的节点。同时，还要考虑流程的改善，通过预先备料和捡料缩短领料时间，提高维修效率。

3. 维修效率监测的频度

为了切实提高效率，我们就必须对维修效率进行监测。一般而言，维修效率应当每天进行统计，每周张榜公布，让所有的维修人员都能及时获知他的维修效率及效率水平。同时，每月应当确定整个维修车间的平均效率水平，对于出现的效率异常应当引起足够的重视，并将车间效率与人员效率作为奖金发放的依据。

当然，笔者认为维修管理始终应当强调“做多好与做多少”，两者不可偏废。效率

测量可以部分回答“做好”的问题，而“做多少”的问题，必须通过对生产率状况进行研究。同时维修车间管理的数据化分析还有很多科学的数据化的绩效指标，管理者一方面需要在工作中不断积累，另一方面还需要不断地学习与借鉴先进的维修管理体系。

（2）接待、派工程序的具体实施方案

第一步：预约。此步骤最重要的是：要让预约客户享受到预约的待遇，要与直接入厂维修客户严格区分开。这是决定此客户下次是否再次预约的关键因素。公司开业先期，此步骤比较难做。主要是因为开始业务量较小，预约和直接入厂维修的客户从维修的时间来看区别不大。然而，雷克萨斯的客户对于时间一定是相当看重的！安排客户预约的方法有几个：1. 让客户知道预约服务的各种好处。2. 在客户接待区和客户休息室放置告示牌，提醒客户预约。3. 在对客户回访跟踪时，宣传预约业务，让更多的客户了解预约的好处。4. 由 SA 经常向未经预约直接入厂的客户宣传预约的好处，增加预约维修量。

第二步：接待。客户将车辆停好后，由引导人员将其带入维修接待区域并根据公司要求介绍给某个 SA。此步骤其实就是一个 SA 与客户沟通的过程，也就是一个问诊的过程。此过程 SA 应注意几个问题：

1. 问诊时间最少 7 分钟，这样的好处是：a 可以更多地准确地了解客户的需求。b 可以为公司挖掘潜在的利润。c 可以更多的了解客户性格，有利于后续的工作。D 可以和客户奠定一定的感情基础，有利于后续的工作。
2. 技术方面的问题如果 SA 自己解决不了，必须向车间的技术支持求助，不可擅自作主。
3. 查验车辆要认真仔细，但是不可让客户感觉我们防他就像防贼一样。例如：查验车辆外观，可以说：“x 先生，您看这里有块刮蹭，什么时候您有时间，咱走个保险，我帮您把它修了”。或者“您看这块伤，您要是从这里上的保险，都不用您费什么事，我们直接就帮您把他修了，手续特别简单”。这样说既可以解决客户对于 SA 查验车辆外观的抵触情绪；又可以间接的帮助公司创造利润。
4. 查验车辆的同时，要当着客户的面铺三件套。即使客户客气说不用了等话语，也要坚持这样做。
5. 明确向客户建议，取走车内的贵重物品，并为客户提供装物品的袋子。如果，有些物品，如导航仪；mp3 等物品，客户不愿拿走，SA 可以将物品收到前台的储物柜中，并记录于查车单上。如果是大件物品，可以记录于查车单上，并向调度室说明此情况。

第三步：打印工单。工单是一个合同，要注意在客户签字之前，必须向客户说明几个问题。1. 工单中所做哪些服务项目。2. 工单中的服务项目工料合计约需要多少费用（估算值与实际值上下不能超过 10%）3. 工单中的服务项目所需的大概时间。对于雷克萨斯的客户，时间看的可能比钱还重要。4. 是否要保留更换下来的配件，放后备箱还是什么地方。5. 是否洗车。这就是“五项确认”。另外还要注意：1. 所维修的项目如果不是常见的维修项目，先要向配件咨询是否有货，多长时间到货。2. 将客户车辆的车钥匙拴上钥匙卡，记明车牌号；工单号；SA 名字；车型；车辆颜色；车辆停放位置。3. 如果客户有钥匙链，还要在工单明显处注明。

第四步：实时监控。此步骤就是监督工作的进程，主要体现在两方面：1. 完工时间。对于完工时间，在部门间的协作规定中，应该有这样的规定：维修技师根据工单的完工时间推算，如果不能按时完工应及时提醒 SA。当天取车的至少提前半小时，隔天取车的最好提前一天说明。做为服务顾问也应该根据工单表明完工时间，及时向车间控制室询问工作进度。如不能按时交车，必须主动提前向客户说明原委并道歉。2. 估价单。对于在车间检查出来的各种问题，服务顾问必须先自己搞清楚几个问题：A. 隐形故障发生的原因，即为什么这个配件会有问题，以及此故障现在的实际损害程度。B. 此隐性故障

在现在或者将来可能会对客户本人或者客户车辆有什么样的损害。C. 维修此故障需要花费客户多长时间及费用。D. 如果估价单有很多隐性的故障，就需要 SA 本人来替客户甄别哪些故障是现在必须修理的；哪些是暂时不用修理的等等。最好把各个故障到底是怎么回事，以及损害的程度一一向客户说清楚，由客户定夺。

第五步：终检。即车辆维修完成后，由 SA 对照查车单检查车辆。包括，工单的服务项目是否都作了；车辆的公里数；车辆外观等等。

第六步：交车说明。这是比较重要的一个步骤。我们应该有一个交车说明单，此单上半部分应说明此次所有服务项目对于客户在将来开车过程中应该注意什么。例如：此次更换了刹车片，那么 SA 应该在交车说明单上注明，“已更换刹车片，请保持车距，注意刹车片磨合”。交车说明单的下半部分应注明客户的车辆在达到多少公里后或者多长时间后，应该做什么服务项目，这些服务项目需要多少时间及费用。例如：您的车辆现在的公里数是三万五千公里，此车四万公里时需要进行更换机油机滤；空滤；汽滤；空调滤；清洗喷油嘴；清洗节气门进气道；四轮定位等服务项目。总计的费用约为八千元，需要的时间约为六个小时。此外，还要向客户解释结算预览单，说明此次维修的服务项目及费用，并带领客户结账。俗话说：“三分接车，七分交车”。交车做好了就是下一次的接车。

第七步：送人。此步骤 SA 务必要做到两点。

1. 要当着客户的面，撤掉三件套。
2. 引领客户车辆至公司大门口，送别客户。

第八步：信息反馈。针对回馈信息，及时改进流程，做到真正的“以人为本；持续改善”。

十二、参考文献

- [1] 邓聚龙. 灰色系统基本方法[M]. 武汉: 华中理工大学出版社, 1987.
- [2] 王建根, 李春生. 灰色预测模型问题的一个注记[J]. 系统工程, 1996, 14(6): 14-15.
- [3] 林春艳. 一种新的灰色预测模型及其在人口管理中的应用[J]. 人口与经济, 2002. 10.
- [4] 谭跃进. 系统工程原理[M]. 国防科学技术大学出版社, 2003.
- [5] 周德群. 系统工程概论[M]. 科学出版社, 2005.
- [6] 孙东川. 系统工程引论[M]. 清华大学出版社, 2004.
- [7] 许国志. 系统科学[M]. 上海科技教育出版社, 2004.

十三、附录

附录 I 灰色预测模型主要源代码

灰色预测的 matlab 代码:

```
% function [S_Exp,Relative_error,Predict]=Grey_Model(X0,p)
format long
X0=[166 51 30]';
```

```

p=1;
%% X0---已有得到的原始观测数值,p---需要进行今后 p 年的预测;
%% The function returns S_Exp---一元一阶微分方程的解曲线;
%% Relative_error---GM(1,1)预测模型此次预测的相对误差;
%% Predic---未来 p 年的预测数值;
%% the calculating process for the typical Grey Model(1,1).
n=length(X0);
%% 对原始数据进行一次累加.
%% For vectors, CUMSUM(X) is a vector containing the cumulative sum of the elements of X.
X=cumsum(X0);
%% GM(1,1)的微分方程:          dx
%%                               ---- + ax = b
%%                               dt
%% At first,generate the matrix B.
B=ones(n-1,2);
for i=1:n-1;
    B(i,1)=-(X(i)+X(i+1))/2;
end
%% Then generate the matrix Y.
Y=zeros(n-1,1);
for i=1:(n-1);
    Y(i)=X0(i+1);
end
%% 由最小二乘法得到 A=[a,b]'的数值如下:
A=B\Y; %% Matlab 可以自动调用 Moore-Penrose 广义逆矩阵来求解 A=(inv(B'*B))*B'*Y.
%% Display the Symbolic Expression of the Grey Model'General Solution.
str1=num2str(A(2)/A(1));
str2=num2str(X(1)-A(2)/A(1));
str3=num2str(-A(1));
S_Exp=strcat(str1,'+',str2,'*exp('',str3,'*(t-1))');
%% The comparison between the calculated and the observed value.
%% 求得一次累加的计算值。
Calculate=zeros(1,n+p);
for i=1:n+p
    Calculate(i)=A(2)/A(1)+(X(1)-A(2)/A(1))*exp((-A(1))*(i-1));
end
%% 对求得的数值进行差分处理.
%% DIFF(X), for a vector X, is [X(2)-X(1) X(3)-X(2) ... X(n)-X(n-1)].
Cal_diff_All=[X(1),diff(Calculate)];
Cal_diff_Pre=diff(Calculate(1:n));
Observed_Pre=X0(2:n);
Observed_Pre=Observed_Pre';
%% 计算 GM(1,1)预测系统的绝对误差.
Absolute_error=Cal_diff_Pre-Observed_Pre;

```

```

Relative_error=mean(abs(Absolute_error./Observed_Pre));
%% 判断本次 GM(1,1)模型预测结果的置信度.
if Relative_error>0.2
    disp('Model disqualification !');
elseif Relative_error>0.1
    disp('Model needs to be checked out .');
else
    disp('Perfect!');
end
%% Grey Model Predicting and Graphics Ploting.
Predict=Cal_diff_All(n+1:n+p);
plot(1:n,X0,'*',1:n+p,Cal_diff_All,n+1:n+p,Cal_diff_All(n+1:n+p),'ro');
title('Curve of Grey Model Analysis');
grid on
Predict
A

```

附录 II

A 种车型的销售比重系数

月份	2005.1	2005.2	2005.3	2005.4	2005.5	2005.6
比重系数	0.14458	0.07229	0.15663	0.11446	0.03614	0.05422
月份	2005.7	2005.8	2005.9	2005.10	2005.11	2005.12
比重系数	0.06627	0.07229	0.10843	0.06024	0.07229	0.04217
月份	2006.1	2006.2	2006.3	2006.4	2006.5	2006.6
比重系数	0.17647	0.09804	0.11765	0.09804	0.05882	0.03922
月份	2006.7	2006.8	2006.9	2006.10	2006.11	2006.12
比重系数	0	0.09804	0.13725	0.05882	0.03922	0.07843
月份	2007.1	2007.2	2007.3	2007.4	2007.5	2007.6
比重系数	0.13333	0.06667	0.06667	0.16667	0.1	0.06667
月份	2007.7	2007.8	2007.9	2007.10	2007.11	2007.12
比重系数	0	0.03333	0.06667	0.1	0.16667	0.03333

C1 种车型的销售比重系数

月份	2005.1	2005.2	2005.3	2005.4	2005.5	2005.6
比重系数	0	0	0	0.00763	0.00763	0.01527
月份	2005.7	2005.8	2005.9	2005.10	2005.11	2005.12
比重系数	0	0.01527	0.16031	0.18321	0.21374	0.39695
月份	2006.1	2006.2	2006.3	2006.4	2006.5	2006.6
比重系数	0.10476	0.08571	0.06032	0.10159	0.08889	0.03492
月份	2006.7	2006.8	2006.9	2006.10	2006.11	2006.12
比重系数	0.06349	0.05714	0.08571	0.06984	0.08254	0.16508
月份	2007.1	2007.2	2007.3	2007.4	2007.5	2007.6
比重系数	0.10479	0.04192	0.05689	0.09281	0.0988	0.02994
月份	2007.7	2007.8	2007.9	2007.10	2007.11	2007.12

比重系数	0.06886	0.05988	0.07186	0.06287	0.15569	0.15569
------	---------	---------	---------	---------	---------	---------

C2 种车型的销售比重系数

月份	2005.1	2005.2	2005.3	2005.4	2005.5	2005.6
比重系数	0	0	0	0.00426	0.11489	0.13191
月份	2005.7	2005.8	2005.9	2005.10	2005.11	2005.12
比重系数	0.11064	0.03404	0.08936	0.11915	0.15319	0.24255
月份	2006.1	2006.2	2006.3	2006.4	2006.5	2006.6
比重系数	0.17021	0.08936	0.05532	0.05957	0.12766	0.06809
月份	2006.7	2006.8	2006.9	2006.10	2006.11	2006.12
比重系数	0.05957	0.05106	0.07234	0.04255	0.05532	0.14894
月份	2007.1	2007.2	2007.3	2007.4	2007.5	2007.6
比重系数	0.14089	0.04467	0.08591	0.06186	0.06529	0.04811
月份	2007.7	2007.8	2007.9	2007.10	2007.11	2007.12
比重系数	0.04124	0.0378	0.13058	0.06186	0.14089	0.14089

D 种车型的销售比重系数

月份	2005.1	2005.2	2005.3	2005.4	2005.5	2005.6
比重系数	0.11471	0.06733	0.10973	0.10224	0.07481	0.10973
月份	2005.7	2005.8	2005.9	2005.10	2005.11	2005.12
比重系数	0.09227	0.06234	0.05985	0.07481	0.04988	0.08229
月份	2006.1	2006.2	2006.3	2006.4	2006.5	2006.6
比重系数	0.15421	0.07477	0.1028	0.05607	0.03271	0.07477
月份	2006.7	2006.8	2006.9	2006.10	2006.11	2006.12
比重系数	0.04673	0.14019	0.10748	0.03738	0.07477	0.09813
月份	2007.1	2007.2	2007.3	2007.4	2007.5	2007.6
比重系数	0.09355	0.09032	0.10645	0.09355	0.12258	0.04839
月份	2007.7	2007.8	2007.9	2007.10	2007.11	2007.12
比重系数	0.03871	0.10645	0.07742	0.05806	0.06774	0.09677

预测的 2008 年各种车型的销售比重系数

月份	2008.1	2008.2	2008.3	2008.4	2008.5	2008.6
A 比重系数	0.1005	0.0453	0.0376	0.1886	0.1411	0.1072
月份	2008.7	2008.8	2008.9	2008.10	2008.11	2008.12
A 比重系数	0	0.013	0.0333	0.2111	0.1515	0.015
月份	2008.1	2008.2	2008.3	2008.4	2008.5	2008.6
B 比重系数	0.1048	0.0211	0.0536	0.0341	0.0123	0.0134
月份	2008.7	2008.8	2008.9	2008.10	2008.11	2008.12
B 比重系数	0.0231	0.0192	0.0123	0.0213	0.0234	0.0189
月份	2008.1	2008.2	2008.3	2008.4	2008.5	2008.6
C 比重系数	0.1164	0.0229	0.129	0.0178	0.0191	0.0217

月份	2008.7	2008.8	2008.9	2008.10	2008.11	2008.12
C 比重系数	0.022	0.023	0.0213	0.0192	0.0217	0.0159
月份	2008.1	2008.2	2008.3	2008.4	2008.5	2008.6
D 比重系数	0.057	0.1086	0.1101	0.0192	0.0219	0.0157
月份	2008.7	2008.8	2008.9	2008.10	2008.11	2008.12
D 比重系数	0.0135	0.0231	0.0213	0.0291	0.0134	0.0129

数学中国提供 (www.madio.net)