

---

# 销售管理

## 摘要

该文中首先对销售情况进行分类统计，其次建立灰色预测。从多方面来考虑销售情况，最后给出较为合理的销售管理方案。

问题一的求解中，主要使用 VBA 进行处理数据，把所给出的销售情况按照每个季度和每个地区进行分类统计，使用 excel 进行预处理并通过其数据透视表来整合数据。从年度进行分析，得知 2018 年相对于 2017 年呈现出了负增长。从地区进行分析，在地区 2 销售情况相对于其他几个地区的销售情况较为理想，通过 MT 渠道的方式进行销售情况最不理想。从季度进行分析，得到 2016-2019 年销售情况均是第三季度最好。从 A、C、E 三大类产品进行分析，得出 E 产品所占比例最大，高达 96%。

问题二的求解中，根据问题一中得到的 2016-2019 年每个季度的销售情况，使用灰色预测 GM(1,1)对 2019 年第二季度的情况进行预测。得出该季度的销售情况将达到 **20167.05**。

问题三的求解中，首先分析附件 5 的数据，再结合问题一的统计数据。分析出调价与销售情况的关系，得出公司调价决策的优点是能够根据销售情况进行调价，缺点是不能够调到最优价格。利用问题二中使用的灰色预测，预测了 2019 年后三季度的销售情况，再根据切比雪夫法建立等式

$$y = \lim_{n \rightarrow \infty} \sum_{i=1}^n \frac{a_i}{b_i}$$

并根据它制定了合理的销售管理方案，使得公司能有效的解决销售额下滑问题。

最后，对模型进行了优缺点分析。

关键词：Excel MATLAB 统计分析 灰色预测 VBA 编程

---

## 一、问题重述

随着我国经济的不断发展，各企业所面临的问题也越来越多。而产品的销售问题是企业集团的一个核心问题，在销售的过程中许多企业仍存在不合理的问题，比如对产品销售决策管理的处理上不能达到最优化，尤其是基层管理人员凭经验进行管理，管理过程中缺乏理论依据，应对销售数据进行建模分析，掌握产品的销售规律，有利于企业进行有效科学合理的销售决策。

故我们对以下问题进行讨论：

- 1) 根据产品的销售数据, 进行分类统计分析销售情况。
- 2) 建立数学模型，预测 2019 年第二季度的销售情况。
- 3) 根据数据分析结果，建立数学模型对公司调价决策优缺点进行评价，并给出 2019 年后第三季度的销售决策提出合理的方案。

## 二、问题分析

在进行问题的分析前，先对数据进行预处理。

### 问题一分析

观测每个附件的数据结构，发现有大量无用数据，影响汇总。所以必须将数据预处理，由于数据过于庞大采用 VBA 编程进行辅助整理。再把所给出的销售情况按照每个季度、每个地区和每类产品进行分类统计。然后通过经处理的数据用数据透视表来汇总，得出了关于在年度、季度、产品、地区的销售情况的表格和其趋势图。结合表格和图形分析可了解到其在年度、季度、产品、地区上的销售情况。

### 问题二分析

在问题一有关品名与季度的表格基础下运用不完全且不充分的预测系统，即灰色预测（Gray Models）。同时还利用 MATLAB 软件对数据进行整合从而建立出模型预测出 2019 年第二季度的销售情况。

### 问题三分析

结合所得的数据以及在问题二所建立的模型，可以预测出 2019 年后三个季度的销售情况进而提出了较为合理的方案。

---

### 三、模型假设

- 1、假设该企业有足够的能力进行我们的方案
- 2、假设产品不会有任何质量问题
- 3、假设销售地区不变

### 四、符号说明

$x^{(0)}$	公司每年第二季度销售情况原数据序列
$\hat{x}^{(0)}$	公司每年第二季度销售情况模拟数据序列
$\overline{x^{(0)}}$	公司每年第二季度销售情况原数据序列的均值
$x^{(1)}$	$x^{(0)}$ 的累加序列
$\hat{x}^{(1)}(t)$	累加序列预测的函数
$s_1$	公司每年第二季度销售情况原数据序列的方差
$e^{(0)}(t)$	公司每年第二季度销售情况残差序列
$\bar{q}$	公司每年第二季度销售情况残差序列的均值
$s_2$	公司每年第二季度销售情况残差序列的方差
$ q $	公司每年第二季度销售情况相对误差
$ e(t) $	公司每年第二季度销售情况残差序列与公司每年第二季度销售情况残差序列均值的差的绝对值
$C$	方差比 $\frac{s_2}{s_1}$
$P$	小误差概率 $P = P( e(t)  < 0.6745s_1)$
$y$	某品牌销售额
$a_i$	某品牌销售相关系数
$b_i$	某品牌价格调整系数

---

## 五、建立模型求解

### 5.1 问题一求解

#### 5.1.1 数据处理

由于题目给出的数据过于庞大和凌乱并且还进行了单元格合并，导致数据缺失。无法很好地使用 Excel 的分析功能。如：数据透视表、合并计算、数据透视图等均无法正常使用。所以我们先将数据进行处理，改为一个  $n$  维向量，统一其格式。即可很好的分析数据。

但是这是一个大工程，数据过于庞大，不可能人工完成，故采用了 Excel 软件的宏命令，**VBA 编程进行辅助处理**。程序见附件 1。

步骤 1 将左上角的单元格合并。

步骤 2 通过搜索功能删除所有合计、小计的行。由于这些行在数据处理中并没有起到什么作用并且会影响数据分析。如未来有需要重新计算即可。

步骤 3 对每一种品名进行合并处理，使得其不在是以合并单元格的形式显示，这样有利于分析数据。

步骤 4 计算每个季度的总销售并使用数据透视表进行统计销售情况。

步骤 5 根据上述方法也对各个地区进行汇总统计。

具体数据见支撑材料。

#### 5.1.2 统计分析

##### 5.1.2.1 按年度分析

根据每年的销售总值绘制历年总销售情况如下：

年份	2016	2017	2018	2019
销售情况	77942.82	79595.02	63120.46	

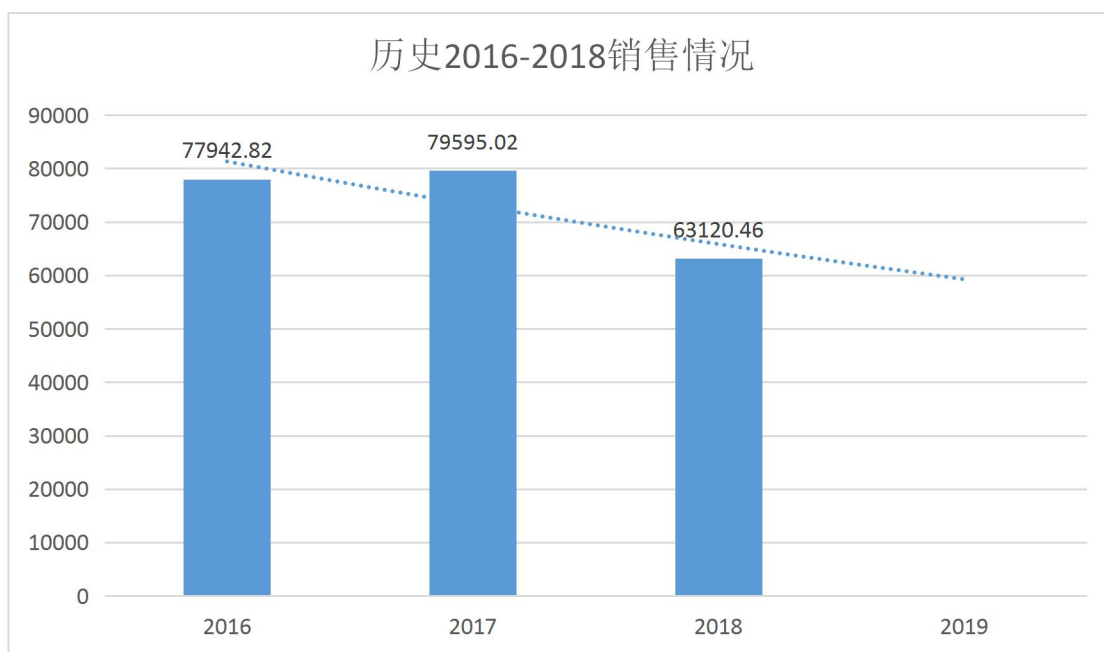


图 1

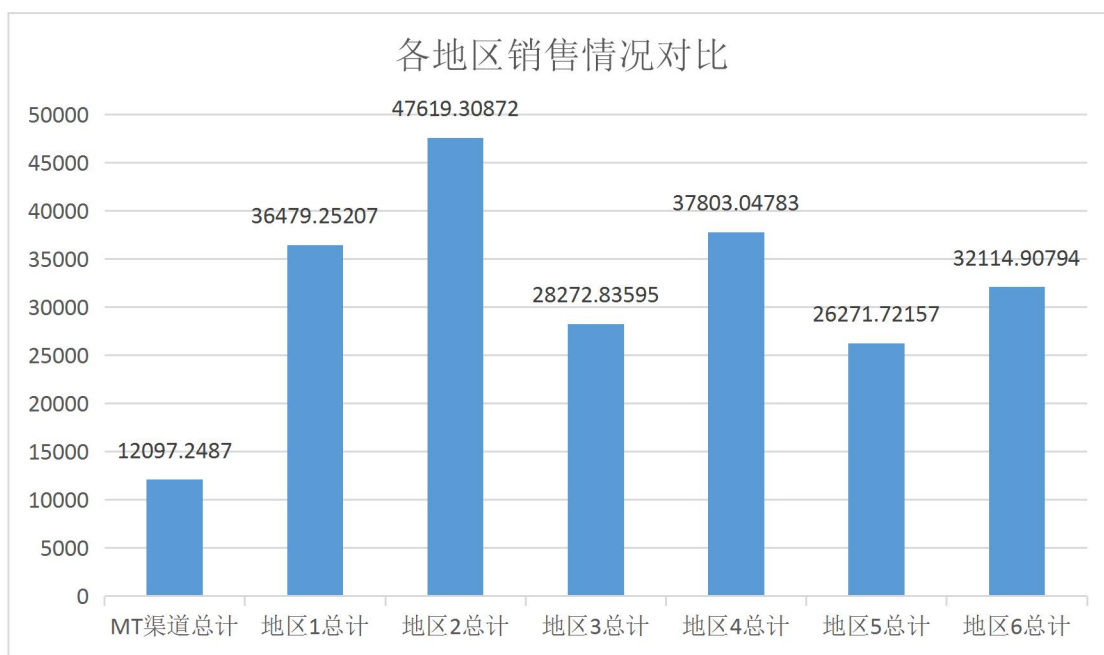
根据以上表格，公司销售情况并不理想，虽然 2017 年比 2016 年的销售有所增长，但是整体情况逐渐呈现下降趋势，由其指数预测曲线可以初步看出该销售的趋势有所下降。故第三问的价值非常大，我们要合理安排销售计划。否则公司后期可能会出现滞销等问题。虽然趋势不明显，但是也是我们需要考虑的对象。

#### 5.1.2.2 以地区分析

由地区分析.xlsx 得出下表，历三年各个地区总销售情况

地区	MT 渠道 总计	地区 1 总 计	地区 2 总 计	地区 3 总 计	地区 4 总 计	地区 5 总 计	地区 6 总 计
总计	12097.2 487	36479.25 207	47619.30 872	28272.83 595	37803.04 783	26271.72 157	32114.90 794

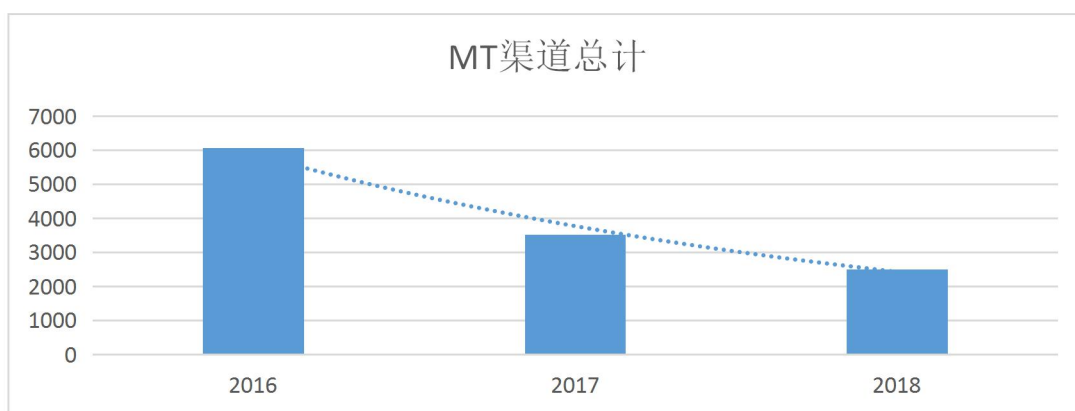
为了更好反应数据，绘制条形图如下



各地区排名表如下：

地区	地区 2 总计	地区 4 总计	地区 1 总计	地区 6 总计	地区 3 总计	地区 5 总计	MT 渠道总计
总计	47619.31	37803.05	36479.25	32114.91	28272.84	26271.72	12097.25
排名	1	2	3	4	5	6	7

从图表中，可以看出在地区 2 销售情况相对于其他几个地区的销售情况较为理想。通过 MT 渠道的方式进行销售情况最不理想。并通过初步的指数预测，发现 MT 渠道的下降趋势最为严重。

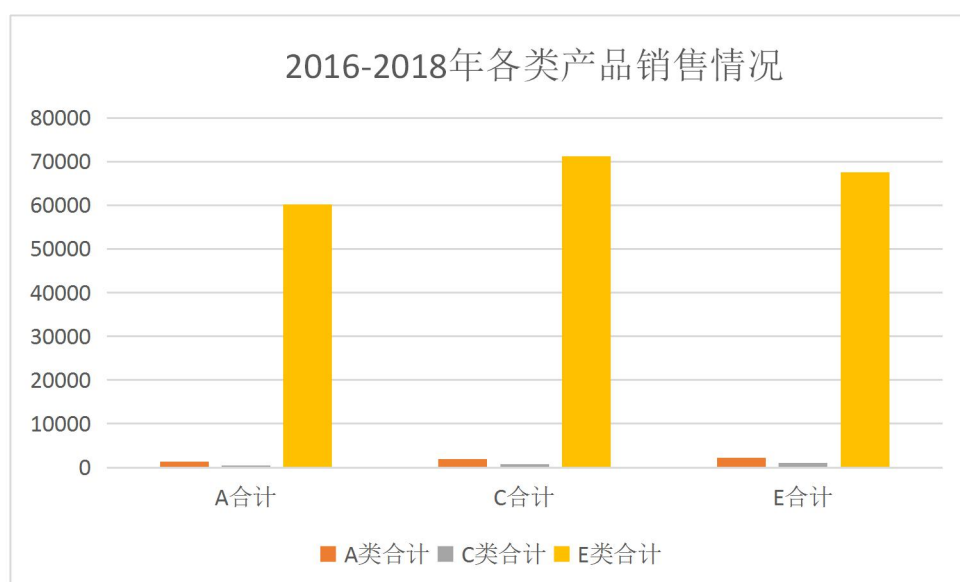


### 5.1.2.3 按 A、C、E 类产品分析

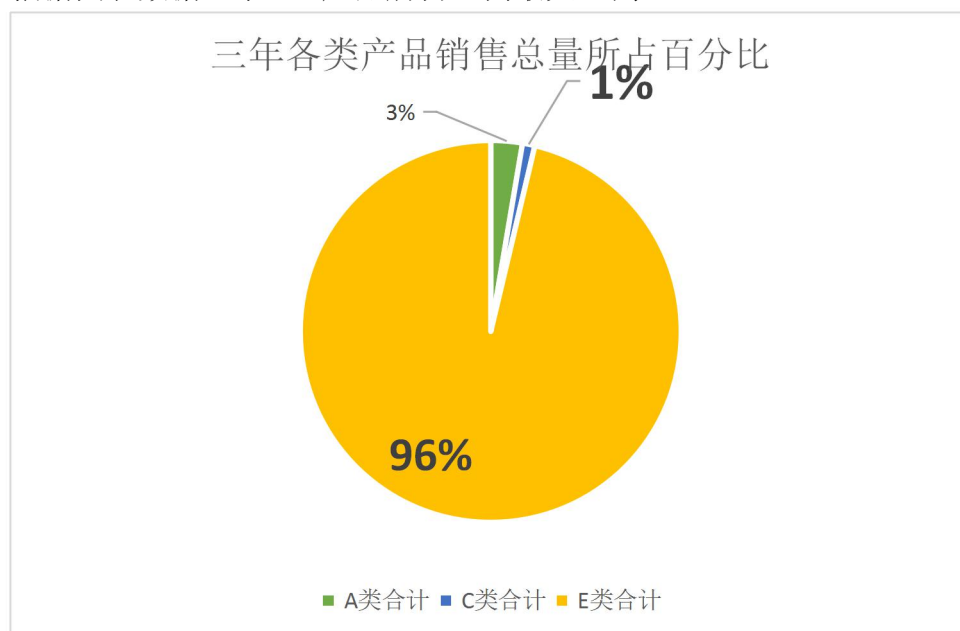
根据原表分析，发现每个原表结构一致，可以使用 INDIRECT 函数调用字符串为具体单元格地址，故制作了一个辅助程序，将数据一次性汇总，结果见支撑

材料。具体总结如下

	2016	2017	2018	三年合计
A 类合计	1388.512	1968.592	2151.908	5509.012
C 类合计	456.6375	682.963	1038.057	2177.658
E 类合计	60245.62	71148.22	67598.33	198992.2



根据图表数据显示，E 产品所占比例最大，高达 96%。



根据以上分析，故建议公司加强对 E 类产品的推广。

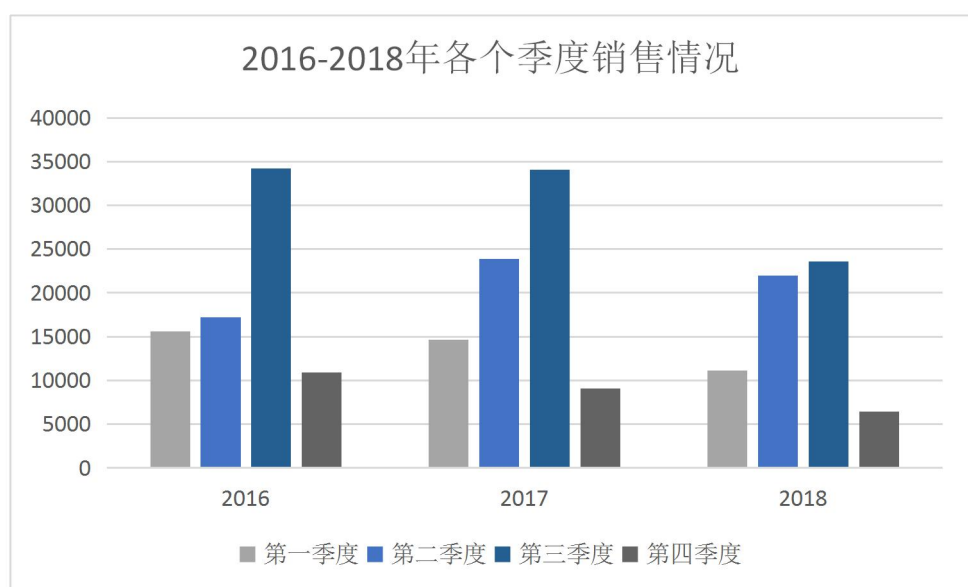
#### 5.1.2.4 按季度分析

根据绘制的 Excel 销售总表，得出每个年份在每个季度下的销售情况如下：

年份	第一季度	第二季度	第三季度	第四季度
2016	15575.83	17226.94	34241.37	10898.68

2017	14660.81	23867.45	34061.38	9073.639
2018	11149.44	21944.47	23607.81	6418.752

为了更加直观理解和解析数据，我们继续绘制条形图来说明数据的大小情况。



如图可知，在这三年中的销售情况均是第三季度最好，第四季度相对来说较不理想。我们还通过计算得出每年中各季度的增长率，具体有下表

	第一季度	第二季度	第三季度	第四季度
2016	0	0.106004813	0.987663929	-0.681710127
2017	0	0.627976312	0.427106242	-0.733609205
2018	0	0.968212482	0.075798028	-0.728108985

然而第二季度的销售情况有增长趋势，可能与气候变迁有关。

## 5.2 问题二求解

### 5.2.1 模型的选择

根据问题一，所收集的数据，由于每个季度都有较大的变化，我们不能用第一季度来预测第二季度，为了精准性。统一按照第二季度为原始数据进行预测  
问题一中，可知历三年的第二季度销售情况。如下表所示



年份	第二季度
2016	17226.94
2017	23867.45
2018	21944.47

由于数据比较少，所以我们使用不充分、不完全的预测系统即灰色预测。

相对于拟合、插值等传统方法，这 3 年第二季度的基本数据仍然不足以完全反应客观规律，灰色模型（Gray Models）是 1980 年代由我国华中科技大学控制科学与工程系教授，博士生导师邓聚龙提出的。它是通过少量的、不完全的信息，建立灰色微分预测模型，对事物发展规律作出模糊性的长期描述的建模方法。

灰色预测对原始数据要求不高，若预测结果不理想，还可以将原始数据进行变换再预测，有较强的纠错能力。在企业的销售过程中，便可使用这种具有弹性的灰色预测。

怎么知道预测结果的精度呢？灰色预测有一套可行的方法，比如可从灰参数落入的区间去观察预测的可靠度，还可以用灰色模型精度检验对照表，对比相关数据进行检验。是一种比较好的预测方法。

### 5.2.2 模型建立

灰色预测的主要步骤如下

**步骤 1** 现有数据序列

$$x^{(0)} = (17226.94, 23867.45, 21944.47)$$

为了减少数据的随机性，波动性。我们对原来序列进行累加，其累加公式为

$$x^{(1)}(t) = \sum_{k=1}^t x^{(0)}(k), t = 1, 2, \dots, n$$

故我们得到累加序列

$$x^{(1)} = (17226.94, 41094.39, 63038.86)$$

之后我们可以通过预测累计序列  $x^{(1)}$  来预测原序列后面的。

**步骤 2** 现在我们怎么预测  $x^{(1)}$  后面的数据呢？经过数学家研究发现  $x^{(1)}$  满足如下式的一阶线性微分方程

$$\frac{dx^{(1)}}{dt} + ax^{(1)} = u$$

其中,  $a, u$  为待定系数，分别称为发展系数和灰色作用量,  $a$  的有效区间是  $(-2,$

2),并记  $a, u$  构成的矩阵为

但是这个非常我们还需确定两个灰参数  $a$  和  $u$ , 那  $a$  和  $u$  有怎么求出?

记

$$\hat{a} = \begin{pmatrix} a \\ u \end{pmatrix}$$

只要求出参数  $a, u$  就能求出  $x^{(1)}(t)$ , 进而求出  $x^{(0)}$  的未来预测值。

**步骤 3** 求解灰参数的预先准备

我们生成序列进行进一步处理  $x^{(1)}$ , 求它们的均值  $B$ , 和原序列生成的  $Y_n$

$$B = \begin{pmatrix} 0.5(x^{(1)}(1) + x^{(1)}(2)) \\ 0.5(x^{(1)}(2) + x^{(1)}(3)) \\ \vdots \\ 0.5(x^{(1)}(n-1) + x^{(1)}(n)) \end{pmatrix}$$

$$Y_n = (x^{(0)}(2), x^{(0)}(3), \dots, x^{(0)}(n))^T$$

**步骤 4** 由最小二乘法, 我们有公式求出  $\hat{a}$ , 即  $a$  和  $u$ 。那么这样我们就能确定步骤 2 的一阶线性微分方程, 从而求出  $x^{(1)}$  的预测函数, 那么这样我们就可以知道后面多个数据, 要 2019 第二季度的销售情况也不在话下。

由最小二乘法

$$\hat{a} = \begin{pmatrix} a \\ u \end{pmatrix} = (B^T B)^{-1} B^T Y_n$$

通过计算可知

$$\hat{a} = \begin{pmatrix} 0.0839510764883903 \\ 26315.5192178674 \end{pmatrix}$$

可以证明当发展系数  $|a| \geq 2$ , 我们的模型就失去预测意义。

相关资料表明当  $|a| \geq 0.3$  时, 一步预测可以达 98% 的精确度。此处  $a$  就在此范围内, 所以我的预测较为可靠。

**步骤 5** 灰参数  $\hat{a}$  代入

$$\frac{dx^{(1)}}{dt} + ax^{(1)} = u$$

可以解得我们需要的累加序列预测的函数

$$\hat{x}^{(1)}(t+1) = \left(x^{(0)}(1) - \frac{u}{a}\right)e^{-at} + \frac{u}{a}$$

但是由于最小二乘法求出来的  $\hat{a}$ , 只是近似值, 而不是精确值。所以用  $\hat{x}^{(1)}(t+1)$  来区分原序列  $x^{(1)}(t+1)$ , 以表严谨。

**步骤 6** 现在我们有了预测函数，但是一个累加函数。并不是我们需要的预测数据，所以还需要将它进行作差还原。

$$\hat{x}^{(0)}(t+1) = \hat{x}^{(1)}(t+1) - \hat{x}^{(1)}(t)$$

经过计算，我们的预测结果已经出来了即

$\hat{x}^{(0)} = (17226.9400000000, 23854.0061366968, 21933.1918476817, 20167.0487493984)$

但是这只是预测， $\hat{x}^{(0)}$ 的结构为

$$\hat{x}^{(0)} = \left[ \underbrace{\hat{x}^{(0)}(1), \hat{x}^{(0)}(2), \dots, \hat{x}^{(0)}(n)}_{\text{原数列的模拟}}, \underbrace{\hat{x}^{(0)}(n+1), \hat{x}^{(0)}(n+2), \dots, \hat{x}^{(0)}(n+m)}_{\text{未来数列的预测}} \right]$$

因为前面的是原数据的模拟，所以我们还要对进行误差估计，进一步研究此次预测的可靠性。

#### 步骤 7 可靠性研究

绘制表格如下，分析它们的误差，等数据结果

年份	2016	2017	2018	2019
$\hat{x}^{(0)}$	17226.94	23854.00	21933.19	20167.05
$x^{(0)}$	17226.94	23867.45	21944.47	
残差 $e^{(0)}(t)$	0	13.44	11.27	
相对误差 $ q $	0.039	0.015	0.023	
$ e(t) $	0	13.44	11.27	

精度检验数据表

$x^{(0)}$ 均值 $\overline{x^{(0)}}$	21013
$x^{(0)}$ 方差 $s_1$	7783257.1 6015556
$e^{(0)}(t)$ 均值 $\bar{q}$	8.2407
$e^{(0)}(t)$ 方差 $s_2$	34.73
方差比 C	0.000004 462919969893 89

小误差概率 $P$	1
-----------	---

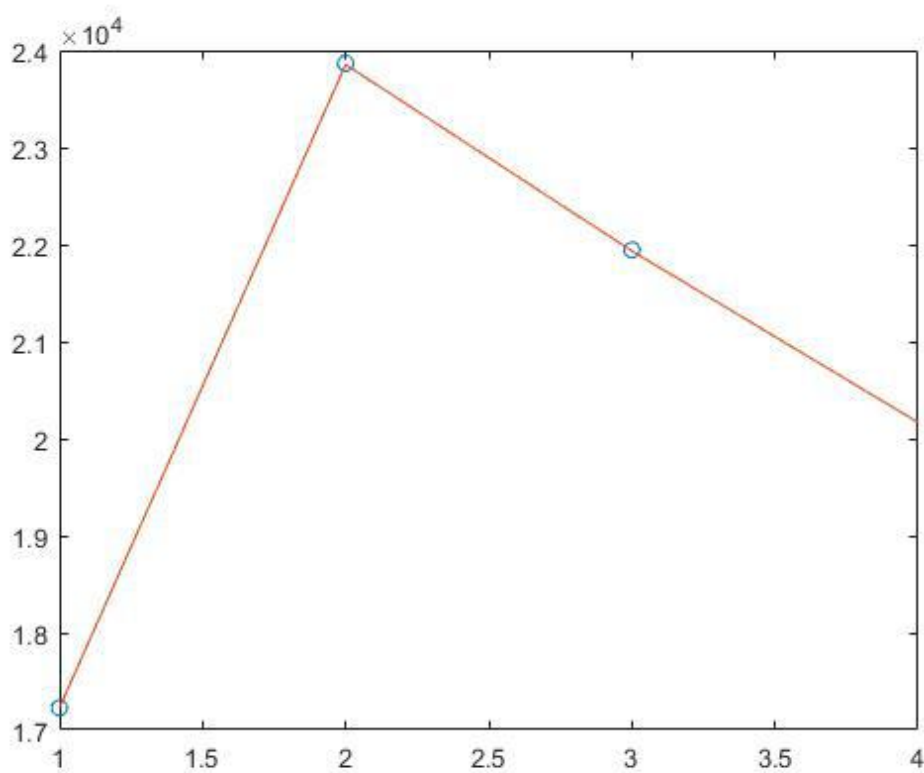
灰色模型精度检验对照表

等级	相对误差 $q$	方差比 $C$	小误差概率 $P$
I 级	$<0.01$	$<0.35$	$>0.95$
II 级	$<0.05$	$<0.50$	$<0.85$
III 级	$<0.10$	$<0.65$	$<0.70$
IV 级	$>0.20$	$>0.80$	$<0.60$

根据上图可知，我们的预测精度等级属于 I 级，误差在可接受范围，预测结果非常理想，与前文初步判断吻合。

### 5.2.3 模型预测结果分析

年份	2016	2017	2018	2019
$\hat{x}^{(0)}$	17226.94	23854.00	21933.19	20167.05
$x^{(0)}$	17226.94	23867.45	21944.47	



根据表 2019 年第二季度销售情况将达到 **20167.05**，如图也可知，预测曲线与原数据几乎重合，可靠性非常高。

具体计算均由 **MATLAB** 完成，具体程序见附件 2

### 5.3 问题三求解

由问题二的模型，修改其数据，合理调用，灰色预测系统返回 2019 年后三季度的预测数据如下表，这样有助于更好地安排决策。

2019 年	第一季度	第二季度	第三季度	第四季度
销售情况	13277.23	20167.05	16344	4534

相比与其余年份对应季度，除了第二季度以外，均呈现下降趋势，情况不容乐观，需紧急制定合理方案，阻止销售额下滑。

在上面所得数据的基础上，对企业的决策进行评价。

通过对附件 5 进行了深入研究，发现价格下调会引起销售额增加，而且，通过模拟分析，发现这个规律适合与一般情况。通过问题一的分析研究，企业销售额呈现下降趋势，这是一个严峻的问题。但是由上述定理，只要合理下调价格，可以阻止销售额继续下降的趋势。

上述定理可以用模拟分析进行证明。通过切比雪夫法可有以下式子

$$y = \lim_{n \rightarrow \infty} \sum_{i=1}^n \frac{a_i}{b_i}$$

显然可知，合理下调价格可以使得企业销售额增高。

具体调整方法由问题一的求解已经可以很明确地说明了,也可以根据该等式合理调整。

在问题一中，可以看到有很多产品历年销售额均为 0，企业为了节省成本可以考虑停止这些产品的生产，从而增大利润。

只要合理按照上述方案进行合理安排，企业销售情况会有所好转，在不久的将来会拥有较大的利润。

## 六、优缺点分析

优点：

1. 采用 **MATLAB** 软件进行灰色预测，对一些不完全的数据有很好的预测。
2. 使用 **Excel** 对一些数据进行处理，其速度快、效率高、准确度高。
3. 绘制多个图表，有易于观察、理解。
4. 懂得使用 **Excel** 的宏命令，进行数据辅助处理，有很高的效率
5. 使用数据透视表，对大型数据处理起来十分方便。

缺点：

- 
1. 由于处理过程中可能存在小小的失误，故预测存在细微的误差。
  2. 对统计理论尚有欠缺，可能有更加好的理论方法解决问题

## 七、参考文献

- [1] 黄朝阳, 荣胜军,《Excel 疑难千寻千解丛书:Excel 2010 数据透视表大全》, 北京: 电子工业出版社, 2013。
- [2] 米尔顿, 李芳,《深入浅出数据分析》, 北京: 电子工业出版社, 2010
- [3] 刘思峰, 谢乃明,《灰色系统理论及其应用》, 北京: 科学出版社, 2013
- [4] 卓金武, 王鸿钧,《MATLAB 数学建模方法与实践 (第 3 版)》, 北京: 航空航天大学出版社, 2018。

---

附件 1

Sub 处理多余行()

```
'  
' 处理多余行 宏  
'  
' 快捷键: Ctrl+Shift+M  
'  
  
Columns("A:A").Select  
Selection.Delete Shift:=xlToLeft  
Range("A2:C3").Select  
With Selection  
    .HorizontalAlignment = xlGeneral  
    .VerticalAlignment = xlBottom  
    .WrapText = False  
    .Orientation = 0  
    .AddIndent = False  
    .IndentLevel = 0  
    .ShrinkToFit = False  
    .ReadingOrder = xlContext  
    .MergeCells = True  
End With  
With Selection  
    .HorizontalAlignment = xlGeneral  
    .VerticalAlignment = xlTop  
    .WrapText = False  
    .Orientation = 0  
    .AddIndent = False  
    .IndentLevel = 0  
    .ShrinkToFit = False  
    .ReadingOrder = xlContext  
    .MergeCells = True  
End With  
With Selection  
    .HorizontalAlignment = xlGeneral
```

---

```

        .VerticalAlignment = xlCenter
        .WrapText = False
        .Orientation = 0
        .AddIndent = False
        .IndentLevel = 0
        .ShrinkToFit = False
        .ReadingOrder = xlContext
        .MergeCells = True
    End With
    Selection.UnMerge
    Range("A2:C2").Select
    Range("C2").Activate
    Selection.Copy
    Application.CutCopyMode = False
    Selection.Cut
    Range("A3").Select
    ActiveSheet.Paste
    Rows("1:2").Select
    Range("A2").Activate
    Selection.Delete Shift:=xlUp
    Range("B1").Select
    ActiveCell.FormulaR1C1 = "项目"
    Range("C1").Select
    ActiveCell.FormulaR1C1 = "入数"
    'Selection.Copy
    'Range("B1:C1").Select
    'Selection.PasteSpecial Paste:=xlPasteFormats, Operation:=xlNone, _
        'SkipBlanks:=False, Transpose:=False
    'Application.CutCopyMode = False
End Sub

```

## 附件 2

```

clear
syms a b;
c=[a b]';

```



---

```

A=[17226.94 1094.39 63038.86]
year=1
B=cumsum(A);
%原始数据累加
n=length(A);
for i=1:(n-1)
    C(i)=(B(i)+B(i+1))/2;%生成累加矩阵
end
%计算待定参数的值
D=A;D(1)=[];
D=D';
E=[-C;ones(1,n-1)];
c=inv(E'*E')*E'*D;
c=c';
a=c(1);b=c(2);
%预测后续数据的累计函数值
%F为累加函数值
F=[];F(1)=A(1);
for i=2:(n+year)
    F(i)=(A(1)-b/a)/exp(a*(i-1))+b/a;
end

%将累加函数值还原
G=[];
G(1)=A(1);
for i=2:(n+year)
    G(i)=F(i)-F(i-1);%得出预测出来的数据
end

t1=1:n;
t2=1:n+year;
G
plot(t1,A,'o',t2,G)%原始数据与预测数据的比较

disp('原数据的均值')
sum(A)/length(A)
disp('残差')
e=A-G(1,1:n)
disp('相对误差q')
e./A
disp('原数据方差')
s1=sum((A-sum(A)/length(A)).^2)/length(A)

```

---

```
disp('残差的均值')
sum(e)/length(e)
disp('残差的方差')
s2=sum((e-sum(e)/length(e)).^2)/length(e)
disp('方差比')
cc=s2/s1
disp('最小误差概率')
sum(abs(e-sum(e)/length(e))<0.675*s1)/length(e)
```