2021 年秋季学期课程

《数值计算》实验报告

姓名：　　　胡诚皓　　　

学号：　　20201060330　　

专业：　计算机科学与技术　

成绩：

2021 年 12 月 30 日

第一部分：简答题（请简要回答以下问题，每小题字数不少于200字）

1、Matlab变量命名有什么要求？以下变量名是否合法？对不合法的变量名说明理由。

abcd-2　xyz_3　3chan　NaN　ABCDefgh

答：

MatLab的变量命名有以下几条规则：

①变量名区分字母大小写；
②变量命名只能由字母、数字和下划线组成；
③变量名必须以英文字母开头；
④变量名长度不得超过最大长度限制，超过的部分将被忽略；
⑤关键字不可以作为变量名。

在实际使用时，一般遵循一些命名的规范（不是强制要求的），使得代码更加清晰整洁：变量名采用驼峰命名法，并且以小写字母开头，尽量不要使用下划线分割名词的方式来定义变量。

abcd-2不合法，包含了不允许的字符“-”；xyz_3合法；3chan不合法，没有以英文字母开头；NaN和ABCDefgh都合法

2、插值、拟合、回归这三种方法是用来解决什么问题的？面对一组数据，如何选择用什么方法？

答：

①插值

插值，适用于解决复杂、难于计算的函数表达式问题的有力手段，更有时根本没有具体的函数，只有对应采样点的几个函数值，而要求计算非采样点的函数值的问题，此时插值法就可以构造出该函数的近似表达式来解决问题，此时要求这个近似表达式经过所已知的所有数据点。

②拟合

如果不要求近似函数通过所有数据点，而是要求它能较好地反映数据变化规律，这就适用拟合的方法，在拟合之后一定有近似函数的一个表达式。

③回归

如果想要分析自变量和因变量之间的关系，就可以用回归的方法，通过回归虽然自变量和因变量之间没有严格的、确定性的函数关系，但可以设法找出最能代表它们之间关系的数学表达形式。

对于一组数据，如果想要求得一个近似表达式并且要求这个表达式经过所有已有数据点，就可以使用插值的方法；若不要求经过所有已有数据点并且想要指导这个表达式，就可以使用拟合的方法；想要指导数据中的某些变量之间是否存在一定的函数关系，可以用回归进行验证。

3、数值积分的主要思想是什么？常用的数值积分公式有哪几个？

数值积分的主要思想是应用中值定理，在一段区间内以中值作为这一段的平均值来计算目标函数在这段区间中的积分值。在具体的应用中，为了提高求积公式的计算精度，在区间[a,b]内，用更多点的函数值的加权平均值构造一个精度更高的数值积分公式。因为在一般情

形下，在区间[a,b]内，如果数值曲线上的点和函数曲线上的点重合越多、两条曲线越接近，数值积分的精度就越高。

常用的数值积分公式有：左、中、右矩形公式，梯形两点求积公式，Simpson 三点求积公式，Newton-Cotes 公式

4、请结合自己的学习，举例说明《数值计算》课程中所学方法在解决实际问题中是如何应用的。

对日常生活中一些需要提前或者针对已经发生的事情进行计算时，我们有时候不得不使用数值计算的方法。虽然可能存在理论上可行的求得精确解的一些方法，但在实际应用中几乎都是无法实现的。并且求精确解在现实生活中很多时候其实是没有意义的。从工程的角度来说，足够精确就够了。

最简单的例子，想要从地图上求得某个国家的国土面积，对于这种不规则的多边形，想要通过某种方法求得它的精确解是非常困难的，但是通过数值计算方法可以求得一定精确度要求下的解，这对于使用来说已经足够了。

第二部分：基础题（请完成以下问题，要求给出程序语句及计算结果，用截图方式附在各题目下方）

1、已知点(1,3.0),(2,3.7),(5,3.9),(6,4.2),(7,5.7),(8,6.6),(10,7.1),(13,6.7),(17,4.5)，绘出经过这些点的函数曲线图形，并给出曲线方程。。

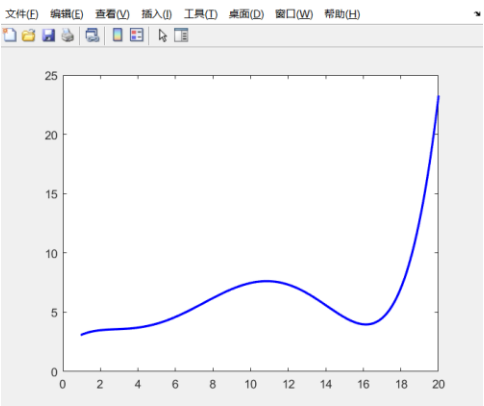
答：

使用五次方的线性拟合求得曲线方程，并使用 polyval 函数得到函数值进行绘图。

得到的方程为

$$y = 0.0003x^5 - 0.01x^4 + 0.14x^3 - 0.75x^2 + 1.80x + 1.92$$

```
x=[1 2 5 6 7 8 10 13 17];
y=[3 3.7 3.9 4.2 5.7 6.6 7.1 6.7 4.5];
% 使用五次方的线性拟合求方程
p=polyfit(x,y,5);
x0=1:0.01:20;
y0=polyval(p,x0);
plot(x0,y0,'b.-');
hold on
disp(p)
```



```
>> final2_1
    0.0003    -0.0103     0.1405    -0.7530     1.8039     1.9253
```

2、在我国某海域测得海洋不同深度处的水温如表 1 所示，求水深为 800m 和 1500m 处的温度。

表 1　海洋不同深度处的温度

深度(m)	466	714	950	1422	1634
水温(℃)	7.04	4.28	3.40	2.54	2.13

答：

对于水深和水温来说，从常识来讲应该是呈线性关系的，因此使用线性插值以求得 800m 和 1500m 处的水温。

```
x=[466.0 714.0 950.0 1422.0 1634.0];
y=[7.04 4.28 3.4 2.54 2.13];
x0=[800 1500];
y0=interp1(x,y,x0,'linear');
disp(y0)
```

```
>> final2_2
    3.9593    2.3892
```

所以，800m 处的水温为 3.9593℃，1500m 处的水温为 2.3892℃

3、求解方程组 $\begin{cases} x+y+z=1 \\ x+2y+z-w=8 \\ 2x-y-3w=3 \\ 3x+3y+5z-6w=5 \end{cases}$，请至少使用两种方法求解，并对这两种方法的计算结果进行说明。

答：

①Gauss 消元法求解

```
A=[1 1 1 0;1 2 1 -1;2 -1 0 -3;3 3 5 -6];
b=[1 8 3 5]';
% Gauss消元法
res = A\b;clc
disp('Gauss消元法结果')
disp(res)
```

```
Gauss消元法结果
    1.0000
    5.0000
   -5.0000
   -2.0000
```

可得结果为

x = 1, y = 5, z = -5, w = -2

②Jacobi 迭代法

```
A=[1 1 1 0;1 2 1 -1;2 -1 0 -3;3 3 5 -6];
b=[1 8 3 5]';

% Jacobi迭代法
[x,n]=jacobi(A,b,[0 3 -3 -1]',1.0e-6);
disp('Jacobi迭代法结果')
disp(x)
disp(n)
```

```
Jacobi迭代法结果
     1
     5
   NaN
   NaN

     1
```

可见，使用 Jacobi 迭代法无法求出结果，意味着在 Jacobi 方法迭代的过程中无法收敛

4、计算积分 $I=\int_0^1 e^{-\frac{x^2}{2}}dx$，精度为 10^{-6}。

答：

```
f=@(x)(exp(-x.^2./2));
[S,n]=quad(f,0,1,1.0e-6);
disp(S)
disp(n)
```

```
>> final2_4
    0.8556

    13
```

被积函数总共调用 13 次，求得积分值为 0.8556

5、求方程 $f(t)=(\sin^2 t)\cdot e^{-0.1t}-0.5t$ 在[0.5,1]内的根。

```
f=@(x)(sin(x).^2.*exp(-0.1*x)-0.5*x);
res = fzero(f,[0.5,1]);
disp(res)
```

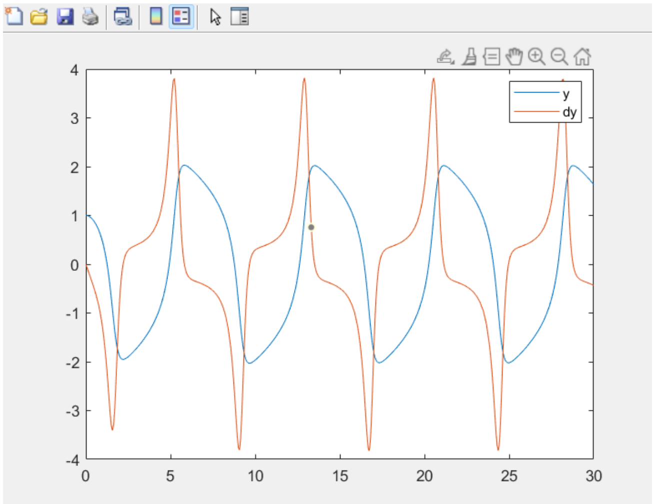
```
>> final2_5
    0.5993
```

即方程的根为 0.5993

6、求解微分方程 $y''-2(1-y^2)y'+y=0$，$0\le x\le 30,\quad y(0)=1,\quad y'(0)=0$，绘出解函数的图形。

```
function [dfy]=mytt(t,fy)
dfy=[fy(2);2*(1-fy(1)^2)*fy(2)-fy(1)];
```

```
[t,yy]=ode45('mytt',[0 30],[1 0]);
plot(t,yy)
legend('y','dy')
```



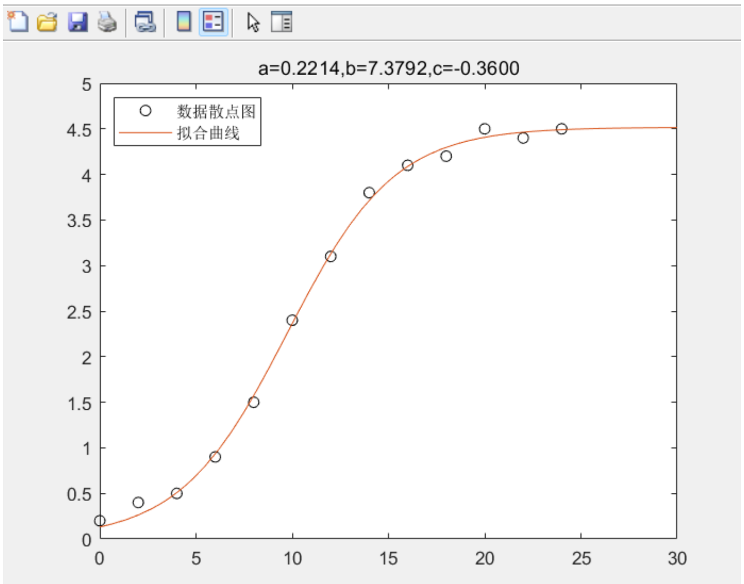
第三部分：编程题（需要给出程序代码和计算结果，用截图方式附在各题目下方）

1. 在一次传染病中，已知t时刻的人数$i(t)$满足$i(t)=\dfrac{1}{a+be^{ct}}$，公共部门每隔2天记录一次传染病的人数，具体数据如表2所示，求a、b、c的值

表 2　数据

天数	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
人数	0.2	0.4	0.5	0.9	1.5	2.4	3.1	3.8	4.1	4.2	4.5	4.4	4.5

```
tdata=0:2:24;
ydata=[0.2,0.4,0.5,0.9,1.5,2.4,3.1,3.8,4.1,4.2,4.5,4.4,4.5];
f=@(x,t)1./(x(1)+x(2)*exp(x(3)*t));
x=lsqcurvefit(f,[0.5,10,0],tdata,ydata);
plot(tdata,ydata,'ko')
hold on
fplot(@(t)f(x,t),[0,30])
legend({'数据散点图','拟合曲线'},'Location','northwest')
title(sprintf('a=%.4f,b=%.4f,c=%.4f',x))
```



所以，求得 a=0.2214，b=7.3792，c=-0.36

2、现对某城市城区土壤地质环境进行调查，将所考察的城区划分为间距 1 公里左右的网格子区域，按照每平方公里 1 个采样点对表层土（0~10 厘米深度）进行取样、编号，并用 GPS 记录采样点的位置。应用专门仪器测试分析，获得了每个样本所含的多种化学元素的浓度数据。另一方面，按照 2 公里的间距在那些远离人群及工业活动的自然区取样，将其作为该城区表层土壤中元素的背景值。

附件 1 列出了采样点的位置、海拔高度及其所属功能区等信息，附件 2 列出了 8 种主要重金属元素在采样点处的浓度。

要求完成以下任务：

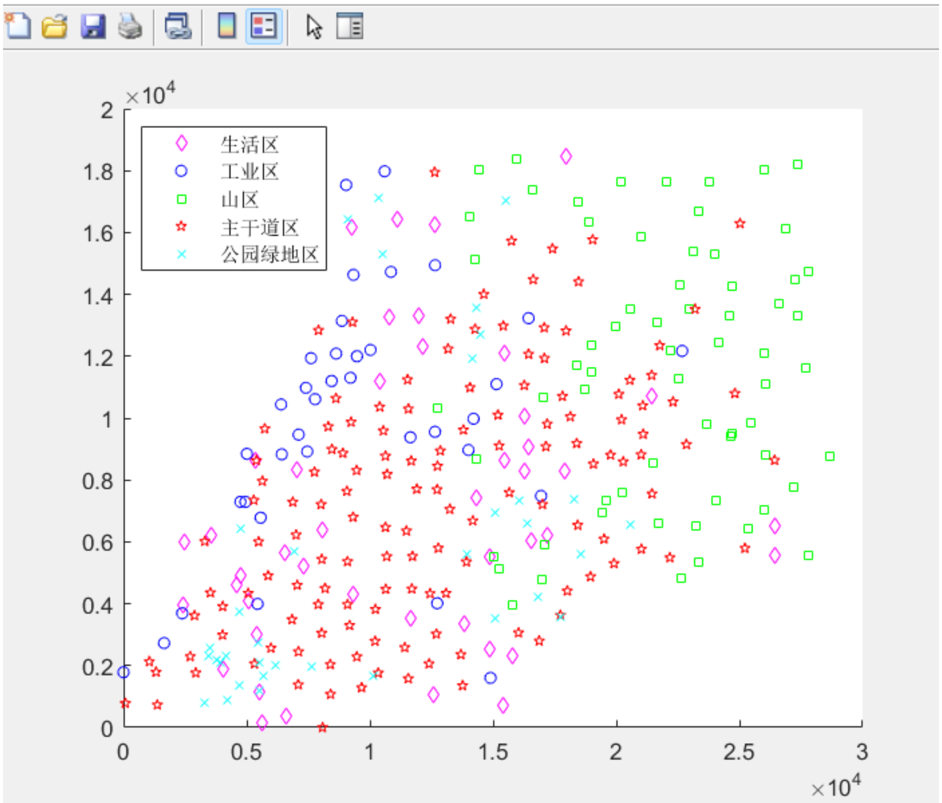
(1) 根据附件 1 的数据，绘出该城市三维地形图和功能区分布图。

(2) 结合附件 1 和 2 的数据，绘出其中任意 2 种主要重金属元素在该城区的空间分布图。

（1）

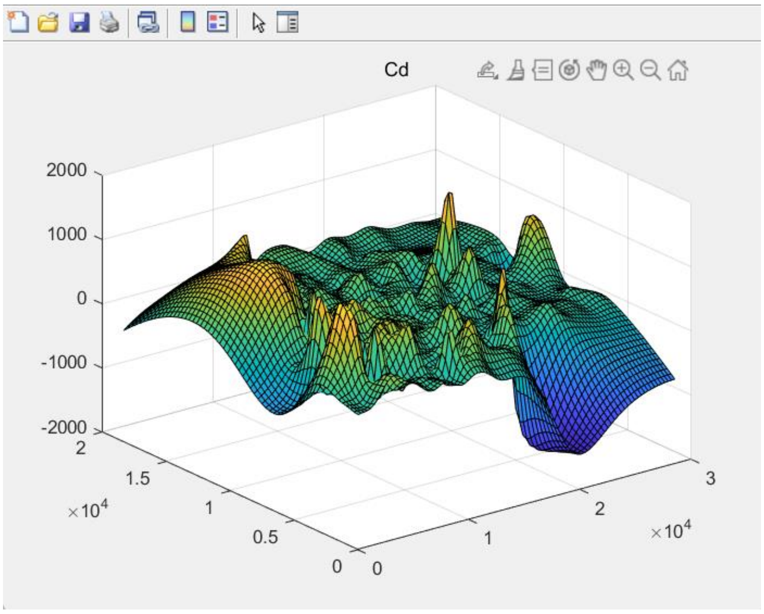
答：

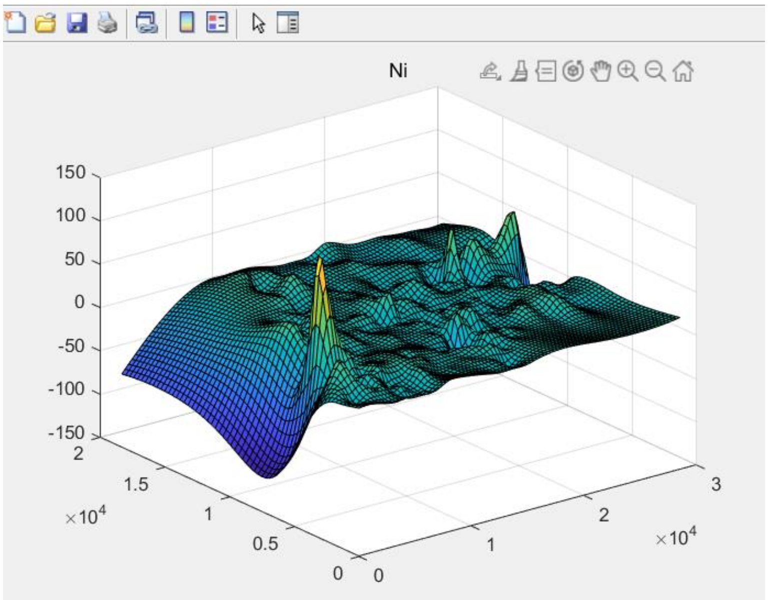
```
datas = load('data2.txt');
x = datas(:,1);
y = datas(:,2);
t = datas(:,3);
xi = linspace(min(x),max(x));
yi = linspace(min(y),max(y));
marker = {'d','o','s','p','x'};
color = {'m','b','g','r','c'};
str = {'生活区','工业区','山区','主干道区','公园绿地区','6'};
str1 = {'1','2','3','4','5','6'};
figure;
hold on

for i = 1:5
  loc = t == i;
  plot(x(loc),y(loc),marker{i},'Markersize',5,'MarkerEdgeColor',color{i});
end

legend(str,'Location','northwest')
```



（2）

```
datas = load('data3.txt');
names = {'As','Cd','Cr','Cu','Hg','Ni','Pb','Zn'};
x = datas(:,1)';
y = datas(:,2)';
[x0,y0]=meshgrid(min(x):300:max(x),min(y):300:max(y));

for i=3:10
  z = datas(:,i)';
  [X,Y,Z] = griddata(x,y,z,x0,y0,'v4');
  figure;
  surf(X,Y,Z)
  title(names{i-2});
end
```





选择镉和镍元素进行绘图

3、有一组学生的考试成绩（见表 3），根据规定，成绩在 100 分时为满分，成绩在 90~99 之间时为优秀，成绩在 75~89 分之间时为良好，成绩在 60~74 分之间为合格，成绩在 60 分以下时为不合格。

表 3　成绩表

学生姓名	王	张	刘	李	陈	杨	于	黄	郭	赵
成　绩	82	73	66	54	100	78	96	88	64	75

（1）　编写根据成绩划分等级的程序，利用表 3 数据验证程序的正确性；

（2）　绘制该组学生成绩分布的饼图和直方图；

（3）　计算该组学生平均成绩。

（1）

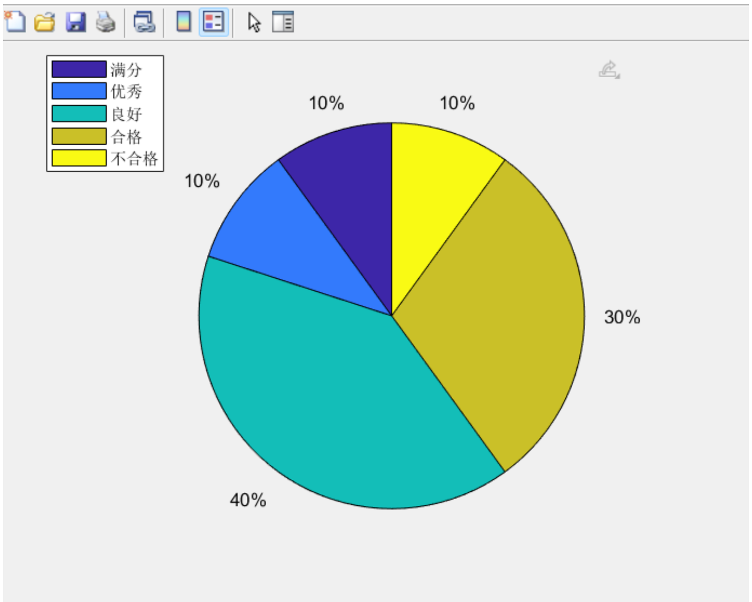
```
scores=[82 73 66 54 100 78 96 88 64 75];
for i=1:10
    grade=scores(i);
    if grade==100
        disp('满分');
    elseif grade>=90
        disp('优秀')
    elseif grade>=75
        disp('良好')
    elseif grade>=60
        disp('合格')
    else
        disp('不合格')
    end
end
```

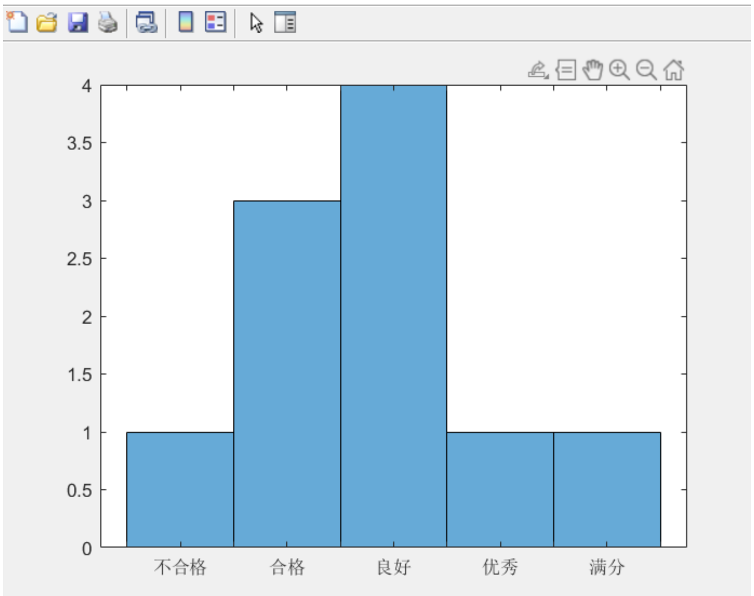
```
良好
合格
合格
不合格
满分
良好
优秀
良好
合格
良好
```

（2）

```
scores=[82 73 66 54 100 78 96 88 64 75];
perfect=0;
excellent=0;
good=0;
pass=0;
unpass=0;
stat=zeros(1,10);

for i=1:10
    grade=scores(i);
    if grade==100
        disp('满分');
        stat(i)=4;
        perfect=perfect+1;
    elseif grade>=90
        disp('优秀')
        stat(i)=3;
        excellent=excellent+1;
    elseif grade>=75
        disp('良好')
        stat(i)=2;
        good=good+1;
```

```
    elseif grade>=60
        disp('合格')
        stat(i)=1;
        pass=pass+1;
    else
        disp('不合格')
        stat(i)=0;
        unpass=unpass+1;
    end
end
X=[perfect excellent good pass unpass];
pie(X)
legend('满分','优秀','良好','合格','不合格','Location','northwest')
figure(2)
histogram(stat)
set(gca,'xticklabel',{'';'不合格';'';'合格';'';'良好';'';'优秀';'';'满分'})
```





（3）

```
scores=[82 73 66 54 100 78 96 88 64 75];
mean(scores)
```

```
>> final3_3

ans =

   77.6000
```

该组学生的平均成绩为 77.6 分

第四部分：应用题（请完成以下问题，并按要求给出程序代码及计算结果）

1、某销售公司将库存占用资金情况、广告投入的费用、员工薪酬以及销售额等方面的数据作了汇总（表 4）,该公司试图根据这些数据找到销售额与其它变量之间的关系，以便进行销售额预测并为工作决策提供参考依据。请你完成以下任务：(1)建立销售额的回归模型；(2)如果未来某月库存资金额为 150 万元，广告投入预算为 45 万元，员工薪酬总额为 27 万元，根据建立的回归模型预测该月的销售额。

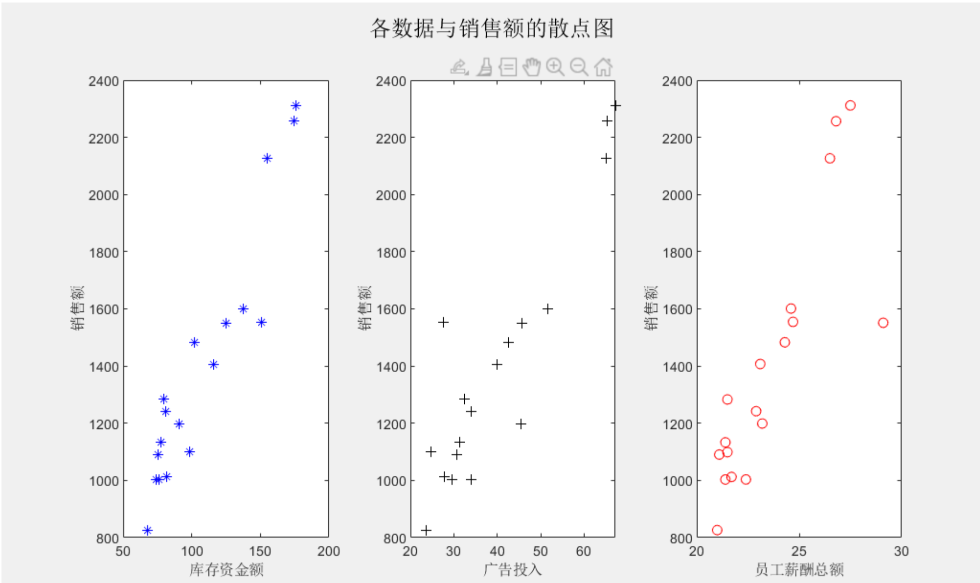
表 4　库存资金额、广告投入、员工薪酬、销售额汇总表（单位：万元）

月份	库存资金额(x1)	广告投入(x2)	员工薪酬总额(x3)	销售额(y)
1	75.2	30.6	21.1	1090.4
2	77.6	31.3	21.4	1133.0
3	80.7	33.9	22.9	1242.1
4	76.0	29.6	21.4	1003.2
5	79.5	32.5	21.5	1283.2
6	81.8	27.9	21.7	1012.2
7	98.3	24.8	21.5	1098.8
8	67.7	23.6	21.0	826.3
9	74.0	33.9	22.4	1003.3
10	151.0	27.7	24.7	1554.6
11	90.8	45.5	23.2	1199.0
12	102.3	42.6	24.3	1483.1
13	115.6	40.0	23.1	1407.1
14	125.0	45.8	29.1	1551.3
15	137.8	51.7	24.6	1601.2
16	175.6	67.2	27.5	2311.7
17	155.2	65.0	26.5	2126.7
18	174.3	65.4	26.8	2256.5

答：

先作出因变量与各自变量的散点图以便观察

```
% 读取数据
rawData=load('Table4.txt');
x1=rawData(:,2);
x2=rawData(:,3);
x3=rawData(:,4);
y=rawData(:,5);
subplot(1,3,1)
plot(x1,y,'b*');
xlabel('库存资金额'), ylabel('销售额')
subplot(1,3,2)
plot(x2,y,'k+');
xlabel('广告投入'), ylabel('销售额')
subplot(1,3,3),plot(x3,y,'ro');
xlabel('员工薪酬总额'), ylabel('销售额')
suptitle('各数据与销售额的散点图')
```



从散点图中可以看出这些点大致分布在一条直线附近，有较好的线性关系，可以使用个线性回归的方法。

此处设回归方程为

$$y = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2 + a_3x_3$$

进行回归分析

```
% 读取数据
rawData=load('Table4.txt');
x1=rawData(:,2);
x2=rawData(:,3);
x3=rawData(:,4);
y=rawData(:,5);
 % 进行线性回归
 n=18;
 x=[ones(n,1),x1,x2,x3];
 % b为回归得到的系数，bint为系数的置信边界上下界
 % r为残差，rint为离群值的区间，stat为模型的统计量
 [b,bint,r,rint,stats]=regress(y,x,0.05)
```

```
b =                    bint =

  162.0632            -580.3603   904.4867
    7.2739               4.3734    10.1743
   13.9575               7.1649    20.7501
   -4.3996             -46.7796    37.9805

r =                        rint =

   47.0753                -162.0068   256.1574
   63.7677                -145.4904   273.0258
  120.6287                 -78.8716   320.1289
  -30.6665                -242.7994   181.4665
  183.8384                   1.6127   366.0641
  -38.8073                -251.1416   173.5271
  -29.8376                -229.0690   169.3937
  -65.2085                -270.4372   140.0202
  -71.6363                -277.0848   133.8123
   16.2321                -105.8521   138.3164
 -156.5240                -339.1338    26.0859
   89.2429                -118.1848   296.6706
  -52.4895                -265.1421   160.1631
  -31.2196                -116.1413    53.7020
 -176.5720                -358.1328     4.9887
   55.3943                -130.9420   241.7306
   45.0878                -148.0206   238.1962
   31.6941                -155.9178   219.3060

stats =

   1.0e+04 *

    0.0001    0.0105    0.0000    1.0078
```

根据计算结果可得以下信息

系数	回归值	回归系数的置信区间
a_0	162.0632	[-580.3603, 904.4867]
a_1	7.2739	[4.3734, 10.1743]
a_2	13.9575	[7.1649, 20.7501]
a_3	-4.3996	[-46.7796, 37.9805]

R^2=0.9575，p=7×10^{-10}<<0，回归效果好，模型符合度高

因此得到回归方程

$$y = 162.06 + 7.27x_1 + 13.96x_2 - 4.4x_3$$

当未来某月库存资金额为 150 万元，广告投入预算为 45 万元，员工薪酬总额为 27 万元时，根据建立的回归模型，预测该月销售额为 **1761.96 万元**。

2. 表5是某年我国35个大城市10项社会经济统计指标数据，自行选择一种方法将这些城市分成四类，看看一类~四类城市各有哪些。

表5 统计数据

城市名称	年底总人口（万人）	非农业人口比（%）	农业总产值（万元）	工业总产值（万元）	客运总量（万人）	货运总量（万吨）	地方财政预算内收入（万元）	城乡居民年底储蓄余额（万元）	在岗职工人数（万人）	在岗职工工资总额（万元）
北京	1 249.90	0.597 8	1 843 427	19 999 706	20 323	45 562	2 790 863	26 806 646	410.80	5 773 301
天津	910.17	0.580 9	1 501 136	22 645 502	3 259	26 317	1 128 073	11 301 931	202.68	2 254 343
石家庄	875.40	0.233 2	2 918 680	6 885 768	2 929	1 911	352 348	7 095 875	95.60	758 877
太原	299.92	0.656 3	236 038	2 737 750	1 937	11 895	203 277	3 943 100	88.65	654 023
呼和浩特	207.78	0.441 2	365 343	816 452	2 351	2 623	105 783	1 396 588	42.11	309 337
沈阳	677.08	0.629 9	1 295 418	5 826 733	7 782	15 412	567 919	9 016 998	135.45	1 152 811
大连	545.31	0.494 6	1 879 739	8 426 385	10 780	19 187	709 227	7 556 796	94.15	965 922
长春	691.23	0.406 8	1 853 210	5 966 343	4 810	9 532	357 096	4 803 744	102.63	884 447
哈尔滨	927.09	0.462 7	2 663 855	4 186 123	6 720	7 520	481 443	6 450 020	172.79	1 309 151
上海	1 313.12	0.738 4	2 069 019	54 529 098	6 406	44 485	4 318 500	25 971 200	336.84	5 605 445
南京	537.44	0.534 1	989 199	13 072 737	14 269	11 193	664 299	5 680 472	113.81	1 357 861
杭州	616.05	0.355 6	1 414 737	12 000 796	17 883	11 684	449 593	7 425 967	96.90	1 180 947
宁波	538.41	0.254 7	1 428 235	10 622 866	22 215	10 298	501 723	5 246 350	62.15	824 034
合肥	429.95	0.318 4	628 764	2 514 125	4 893	1 517	233 628	1 622 931	47.27	369 577
福州	583.13	0.273 3	2 152 288	6 555 351	8 851	7 190	467 524	5 030 220	69.59	680 607
厦门	128.99	0.486 5	333 374	5 751 124	3 728	2 570	418 758	2 108 331	46.93	657 484
南昌	424.20	0.398 8	688 289	2 305 881	3 674	3 189	167 714	2 640 460	62.08	479 ,555
济南	557.63	0.408 5	1 486 302	6 285 882	5 915	11 775	460 690	4 126 970	83.31	756 696
青岛	702.97	0.369 3	2 382 320	11 492 036	13 408	17 038	658 435	4 978 045	103.52	961 704
郑州	615.36	0.342 4	677 425	5 287 601	10 433	6 768	387 252	5 135 338	84.66	696 848
武汉	740.20	0.586 9	1 211 291	7 506 085	9 793	15 442	604 658	5 748 055	149.20	1 314 766
长沙	582.47	0.310 7	1 146 367	3 098 179	8 706	5 718	323 660	3 461 244	69.57	596 986
广州	685.00	0.621 4	1 600 738	23 348 139	22 007	23 854	1 761 499	20 401 811	182.81	3 047 594
深圳	119.85	0.793 1	299 662	20 368 295	8 754	4 274	1 847 908	9 519 900	91.26	1 890 338
南宁	285.87	0.406 4	720 486	1 149 691	5 130	3 293	149 700	2 190 918	45.09	371 809
海口	54.38	0.835 4	44 815	717 461	5 345	2 356	115 174	1 626 800	19.01	198 138
重庆	3 072.34	0.206 7	4 168 780	8 585 525	52 441	25 124	898,912	9 090 969	223.73	1 606 804
成都	1 003.56	0.335	1 935 590	5 894 289	40 140	19 632	561 189	7 479 684	132.89	1 200 671
贵阳	321.50	0.455 7	362 061	2 247 934	15 703	4 143	197 908	1 787 748	55.28	419 681
昆明	473.39	0.386 5	793 356	3 605 729	5 604	12 042	524 216	4 127 900	88.11	842 321

西　　安	674.50	0.409 4	739 905	3 665 942	10 311	9 766	408 896	5 863 980	114.01	885 169
兰　　州	287.59	0.544 5	259 444	2 940 884	1 832	4 749	169 540	2 641 568	65.83	550 890
西　　宁	133.95	0.522 7	65 848	711 310	1 746	1 469	49 134	855 051	27.21	219 251
银　　川	95.38	0.570 9	171 603	661 226	2 106	1 193	74 758	814 103	23.72	178 621
乌鲁木齐	158.92	0.824 4	78 513	1 847 241	2 668	9 041	254 870	2 365 508	55.27	517 622

答：

导入数据并标准化后，先使用 pca 函数对这些数据进行主成分分析，并计算各个成分的累计贡献率

```
raw_data=load('Table5.txt');
% 原始数据标准化 %
std_data=zscore(raw_data);
% coeff为特征向量矩阵即主成分系数，score为主成分得分矩阵，latent为特征值 %
[coeff,score,latent]=pca(std_data);
% 计算累积贡献率 %
latents=latent/sum(latent)

latents =

    0.5846
    0.1949
    0.0986
    0.0509
    0.0295
    0.0235
    0.0101
    0.0047
    0.0026
    0.0006
```

根据各个主成分的累计贡献率 latent，选取前四个占比大于 5%的主成分作为聚类的依据，构造用于聚类的矩阵 points

使用 k 均值聚类法对 points 数据进行聚类，分为 4 类

```
% k均值聚类法分为4类 %
cf=kmeans(points,4)
```

分类后得到城市的类别如下所示

城市名称	综合得分	类别	城市名称	综合得分	类别
北京	4.23	2	青岛	-0.06	4
天津	1.53	4	郑州	-0.65	4
石家庄	-0.75	4	武汉	0.25	4
太原	-0.35	1	长沙	-0.60	4
呼和浩特	-1.16	1	广州	2.25	3
沈阳	0.31	4	深圳	1.11	1
大连	0.15	4	南宁	-1.11	1
长春	-0.45	4	海口	-0.74	1

哈尔滨	-0.11	4	重庆	0.58	3
上海	5.48	2	成都	0.05	3
南京	0.19	4	贵阳	-0.95	1
杭州	-0.11	4	昆明	-0.50	4
宁波	-0.51	4	西安	-0.41	4
合肥	-1.21	1	兰州	-0.77	1
福州	-0.71	4	西宁	-1.18	1
厦门	-0.77	1	银川	-1.14	1
南昌	-1.01	1	乌鲁木齐	-0.38	1
济南	-0.46	4			

将城市分为了四类

第一类	太原、呼和浩特、合肥、厦门、南昌、深圳、南宁、海口、贵阳、兰州、西宁、银川、乌鲁木齐
第二类	北京、上海
第三类	广州、重庆、成都
第四类	天津、石家庄、沈阳、大连、长春、哈尔滨、南京、杭州、宁波、福州、济南、青岛、郑州、武汉、长沙、昆明、西安