



Inner Mongolia University of Finance and Economics

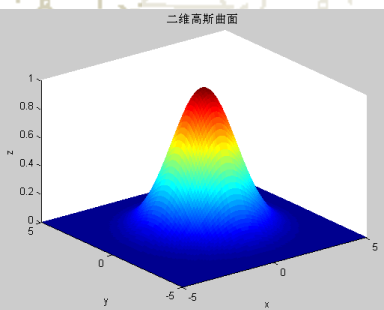
MATLAB实验教程与案例分析

内蒙古财经大学统计与数学学院

主讲：吕喜明

E-mail: lvximing@vip.163.com

预备实验 实验环境的创建

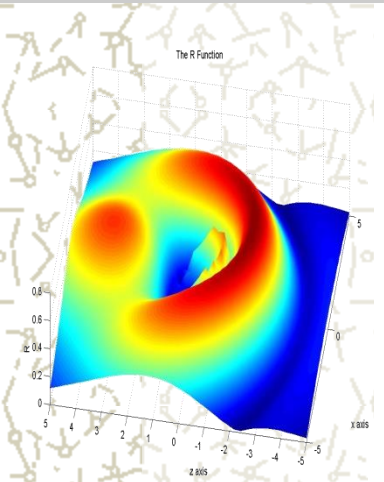


☛ 第一部分 MATLAB R2013a的安装、激活与启动

☛ 第二部分 Microsoft Office 2013的安装

☛ 第三部分 实验环境Notebook的创建

☛ 第四部分 实验小结



选择章节

一、MATLAB R2013a的安装、激活与启动

1.1 MATLAB R2013a的安装

第1步：下载Matlab2013a，并用Winrar解压到Matlab2013a文件夹中；

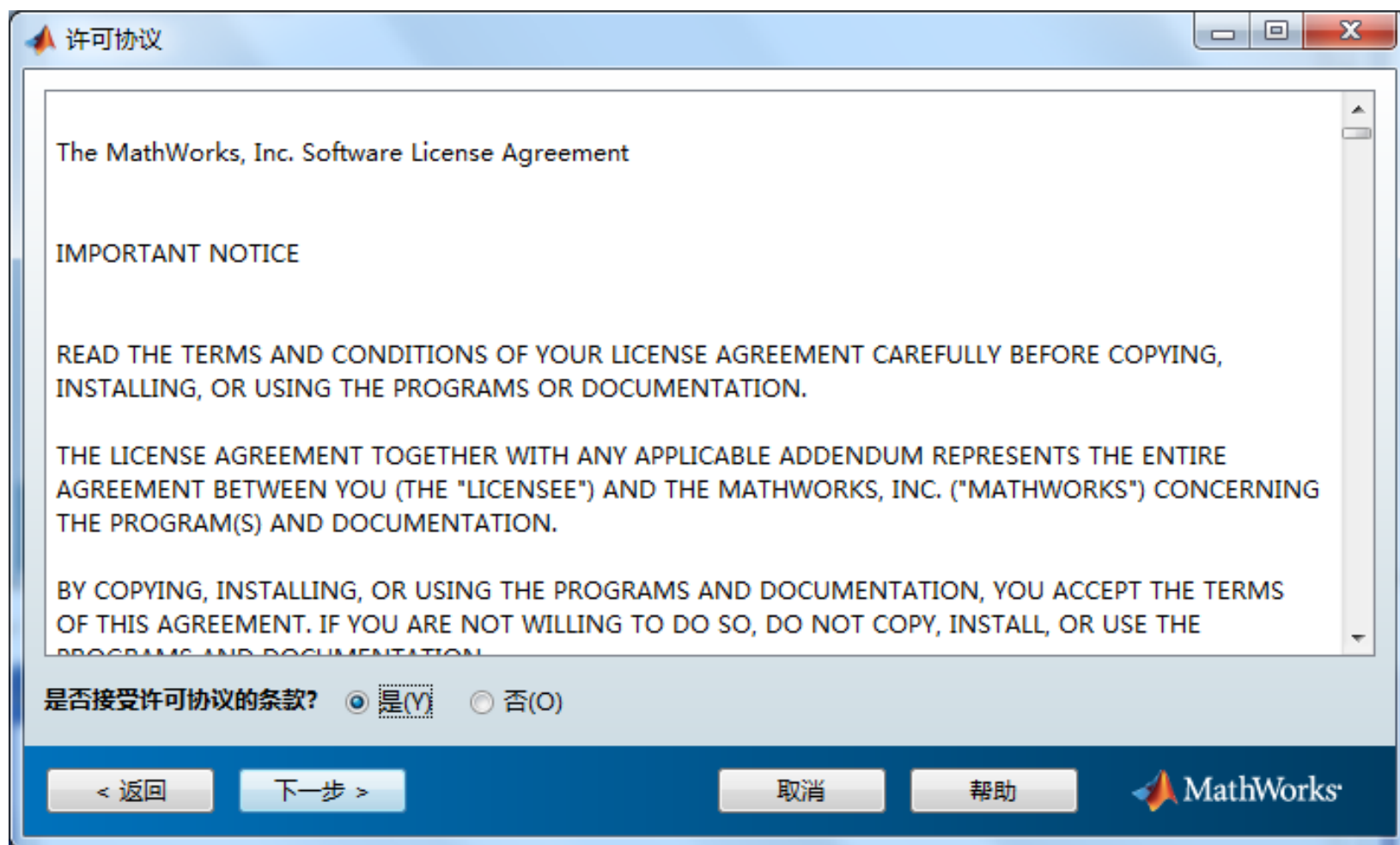
第2步：双击setup.exe，开始安装；

第3步：选择“不使用Internet安装”，下一步；

1.1 MATLAB 2013a的安装



1.1 MATLAB 2013a的安装

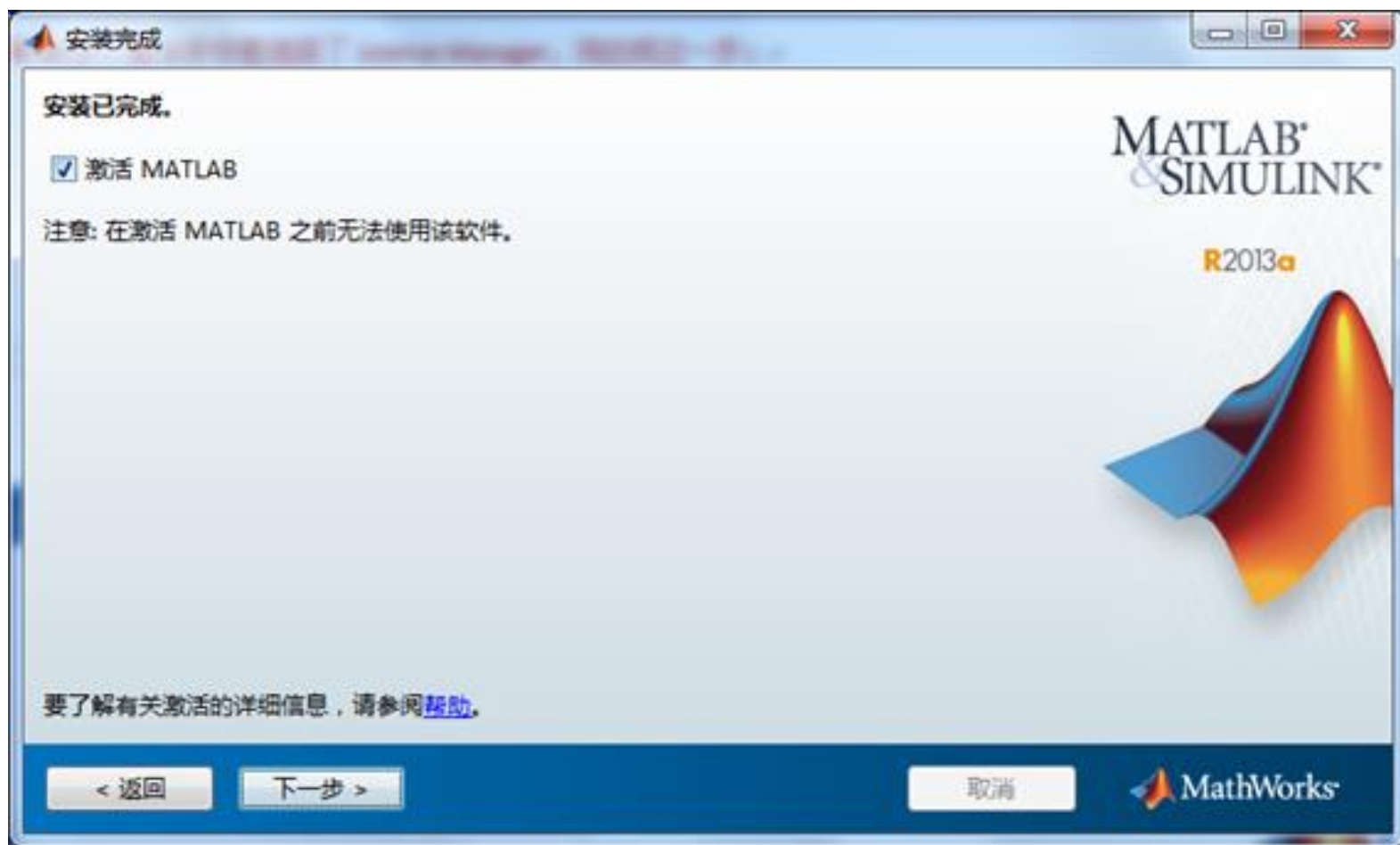


上页

下页

返回

1.1 MATLAB 2013a的安装



上页

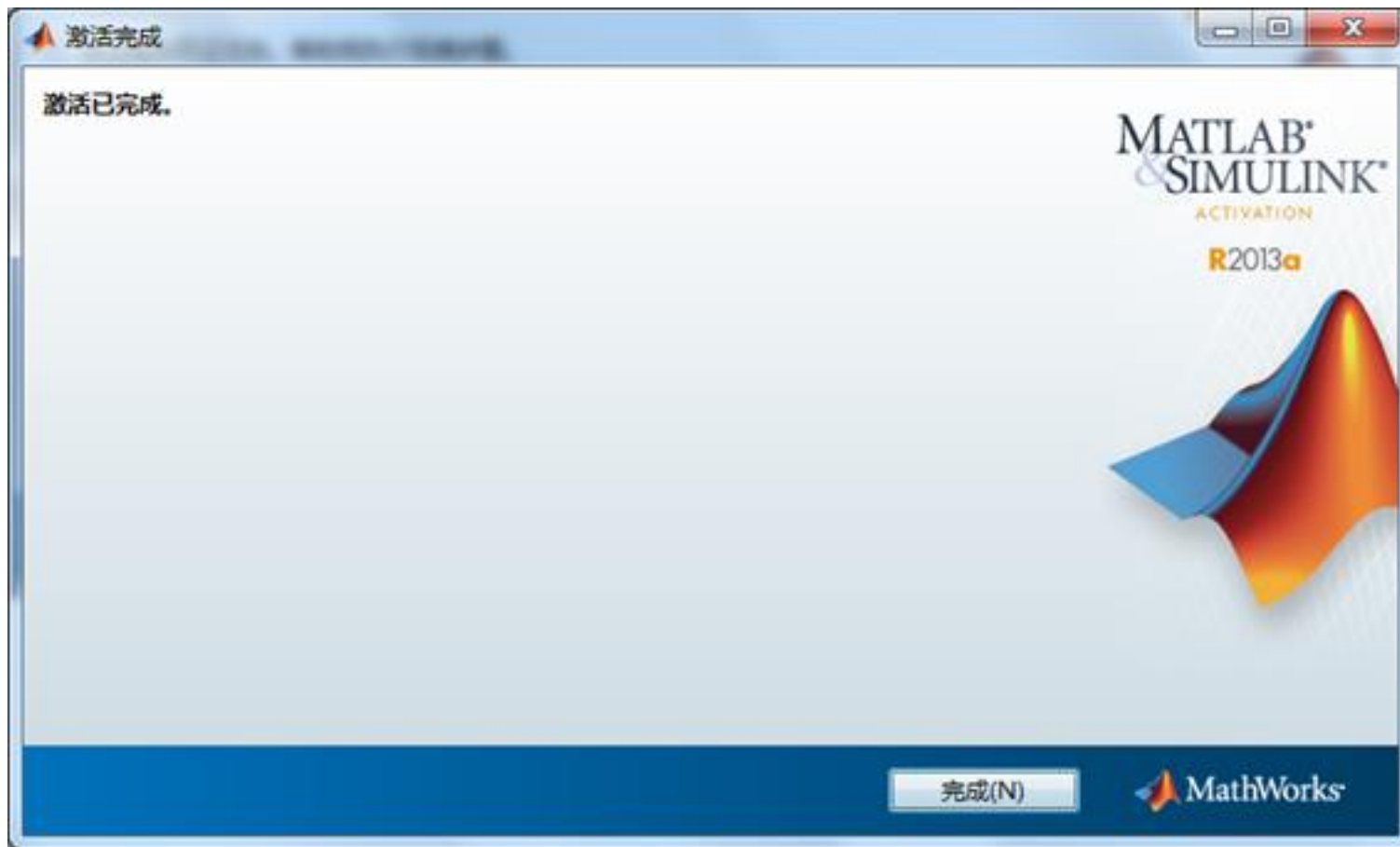
下页

返回

1.2 MATLAB 2013a的激活



1.2 MATLAB 2013a的激活

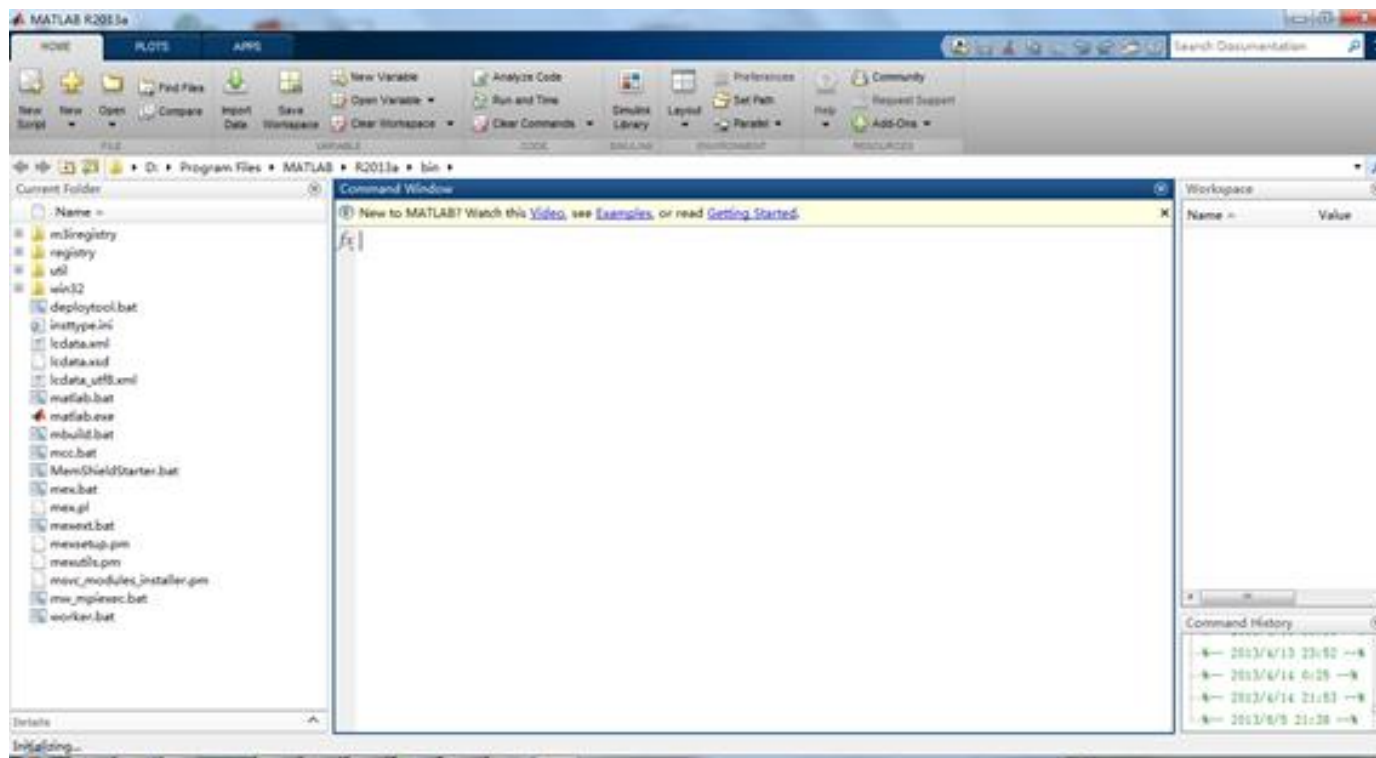
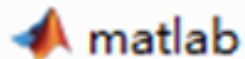


上页

下页

返回

1.3 MATLAB 2013a的启动



二、Microsoft Office 2013的安装

略



三、实验环境Notebook的创建

3.1 Notebook的安装与启动

在正确安装了MATLAB R2013a和Microsoft Office 2013 机器上，安装NOTEBOOK主要有以下两种模式：

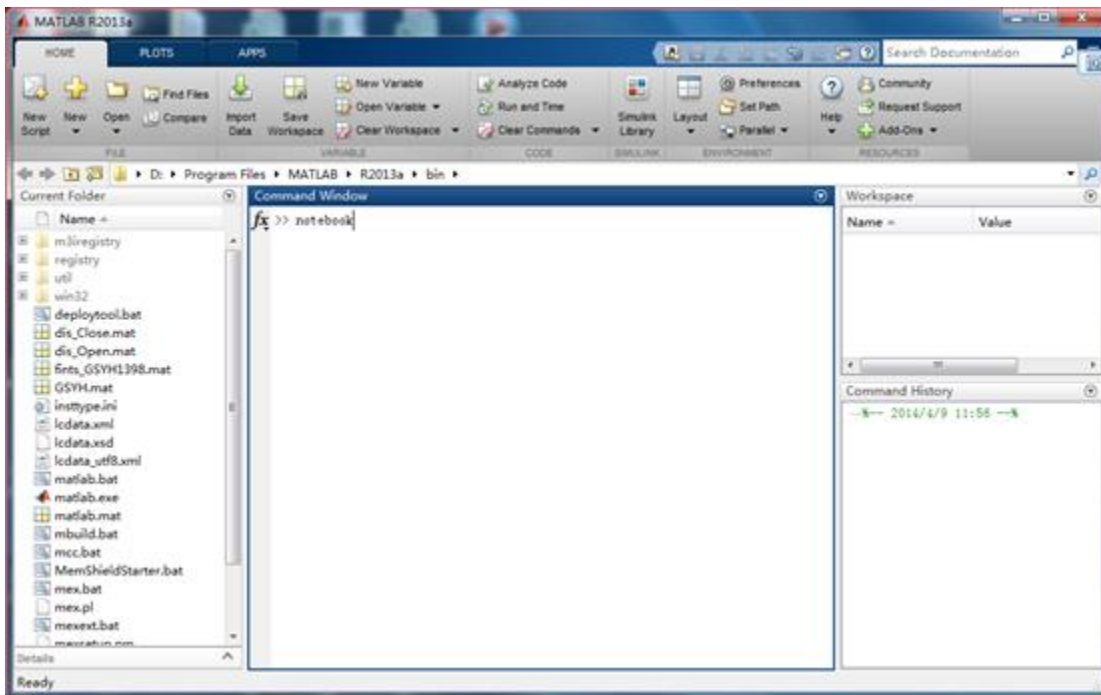
模式1 命令窗口安装

模式2 模板文件启动模式

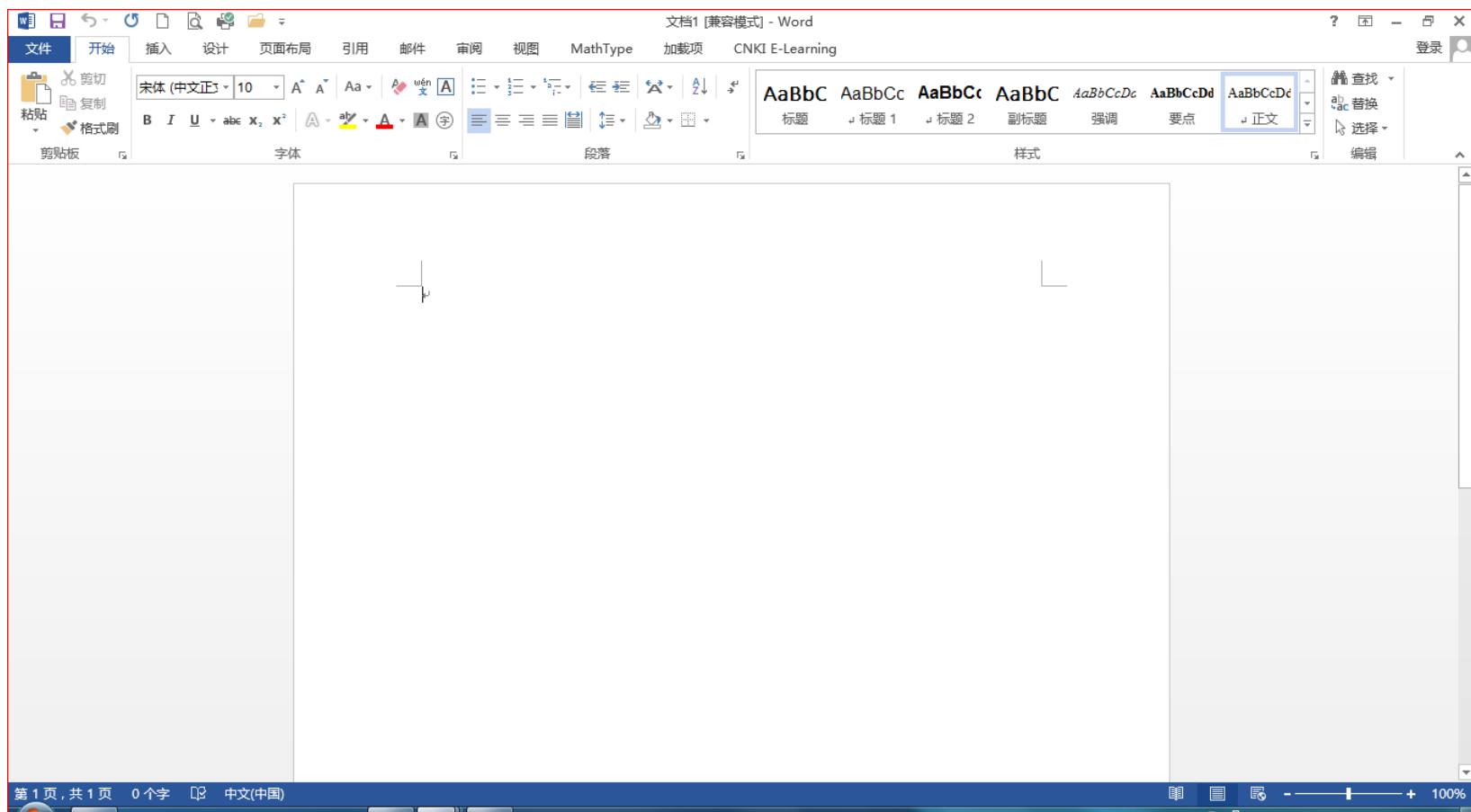


模式1 命令窗口安装

启动Matlab后，在命令窗口运行函数命令 notebook，如图



模式1 命令窗口安装

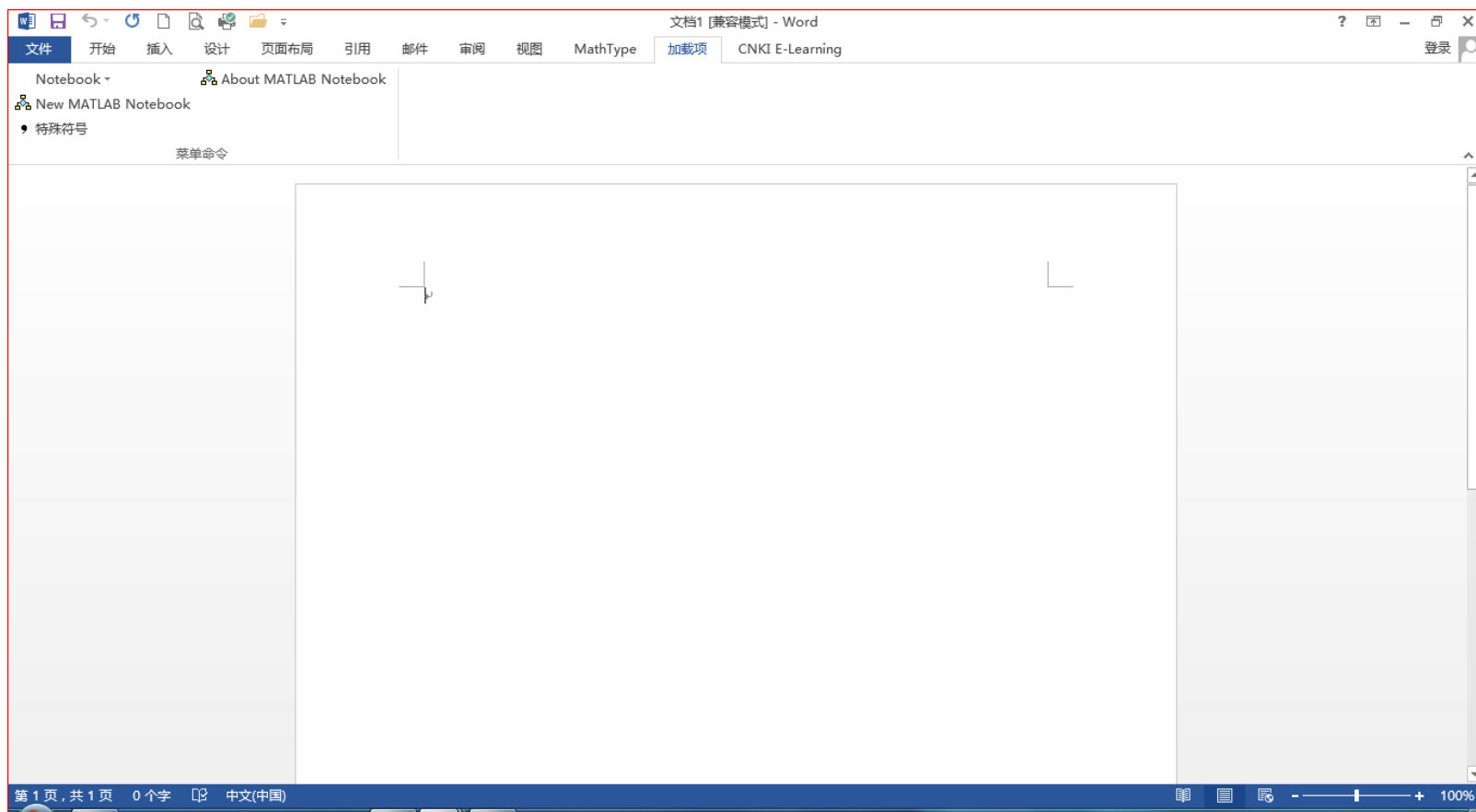


上页

下页

返回

模式1 命令窗口安装



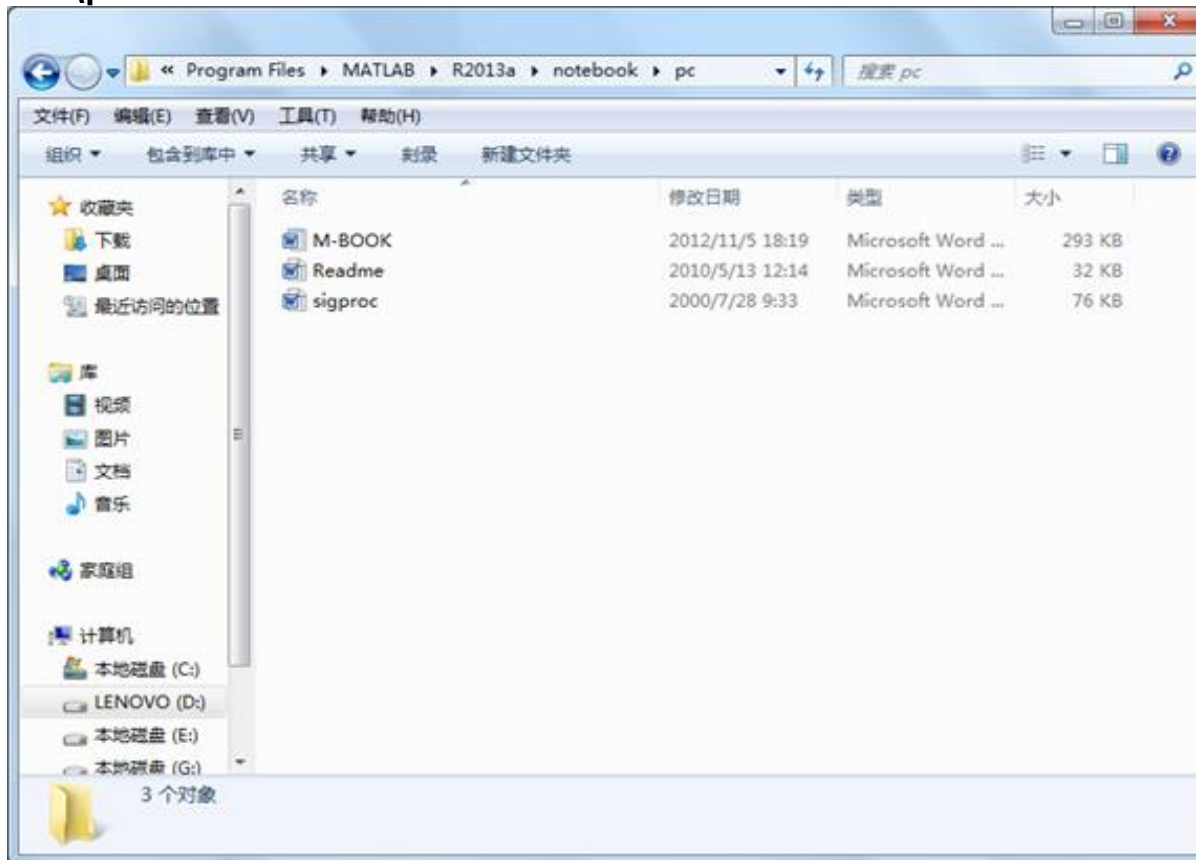
上页

下页

返回

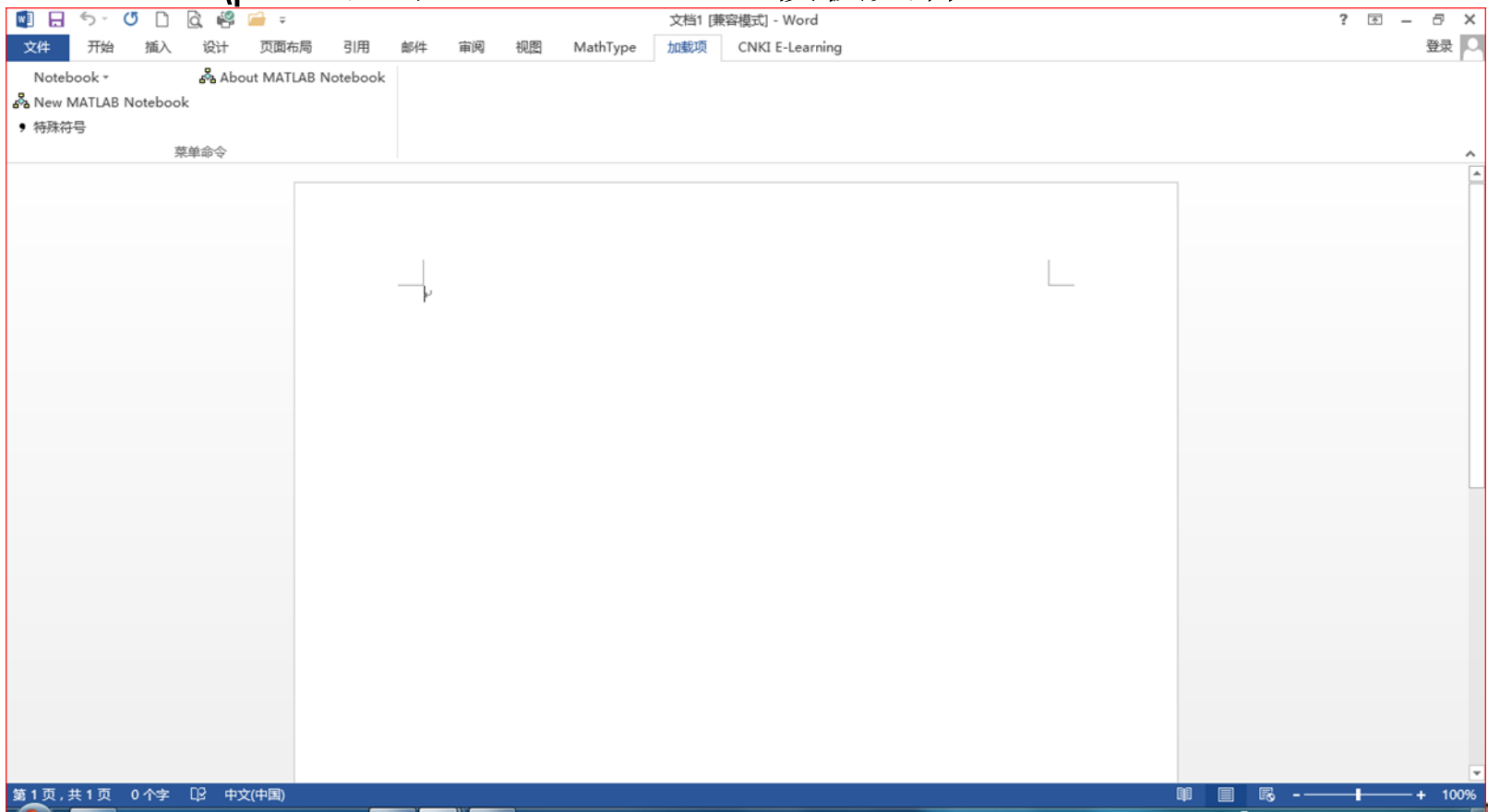
模式2 模板文件启动模式

进入MATLAB R2013a的安装位置X:\Program Files\MATLAB\R2013a\notebook\pc，双击Microsoft Word 模板文件M-BOOK



模式2 模板文件启动模式

进入MATLAB R2013a的安装位置X:\Program Files\MATLAB\R2013a\notebook\pc, 双击Microsoft Word 模板文件M-BOOK

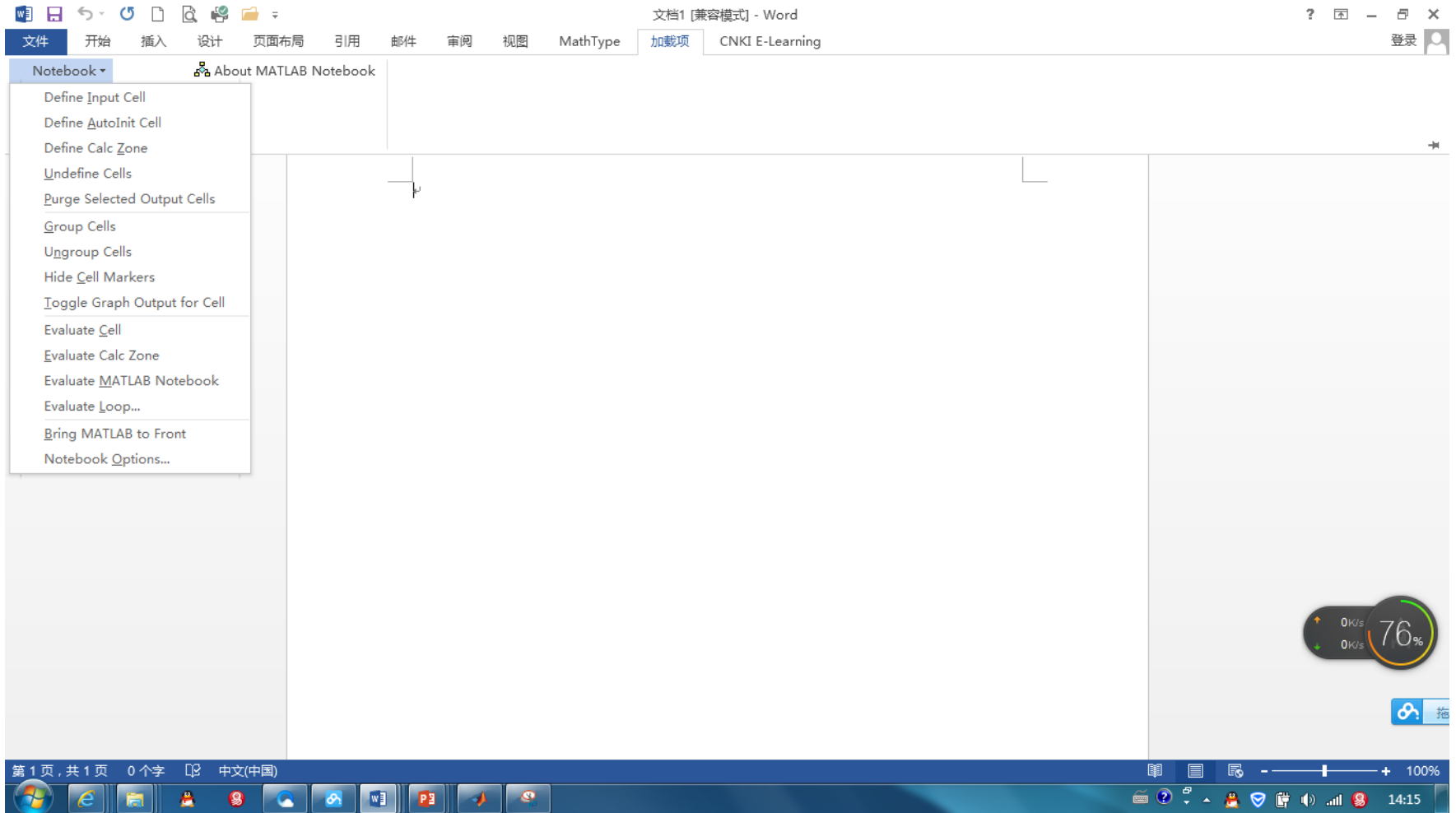


上页

下页

返回

3.2 Notebook的使用指令



上页

下页

返回

Notebook菜单功能

菜单项	功能
Define Input Cell	定义输入细胞
Define AutoInit Cell	定义自活细胞
Define Calc Zone	定义计算区
Undefine Cells	将细胞转为文本
Purge Selected Output Cells	从所选篇幅中删除所有输出细胞
Group Cells	生成细胞群
Ungroup Cells	将细胞群转换为输入细胞或自活细胞
Hide(Show) Cells Markers	隐藏（显示）生成细胞的中括号
Toggle Graph Output for Cell	是否嵌入生成图形
Evaluate Cell	运行输入细胞
Evaluate Calc Zone	运行计算区
Evaluate M-book	运行整个 M-book 中的所有输入细胞
Evaluate Loop	多次运行输入细胞
Bring MATLAB to Front	将 MATLAB 命令窗口调到前台
Notebook Options...	设置数值和图形输出格式

附录 常用函数介绍

✓1.指数和对数函数:

$\exp(x), \sqrt{x}, \log(x), \log_{10}(x);$

✓2.三角和反三角函数:

$\sin(x), \cos(x), \tan(x), \cot(x), \arcsin(x), \arctan(x), \dots;$

✓3.统计用函数:

$\max(x), \min(x), \text{sum}(x);$

✓4.计算两个向量的内积与外积:

$\text{dot}(a,b), \text{cross}(a,b);$

✓5.求绝对值:

$\text{abs}(x).$

3.3 Notebook的用法举例

例1 计算 $[12 + 2 \times (7 - 4)] \div 3^2$ 的值

用键盘在**MATLAB**指令窗中输入以下内容：

```
>> (12+2*(7-4))/3^2
```

回车达到如下结果：

```
ans =
```

```
2
```

3.3 Notebook的用法举例

例2 求高次方程

$$x^4 + 7x^3 + 9x - 20 = 0$$

的根。

3.3 Notebook的用法举例

例2 求方程 $x^4 + 7x^3 + 9x - 20 = 0$ 的全部根。

MATLAB程序: [Click](#)

```
p=[1,7,0,9,-20]; %建立多项式系数向量  
x=roots(p)      %求根
```


X =

-7.2254

-0.4286 + 1.5405i

-0.4286 - 1.5405i

1.0826

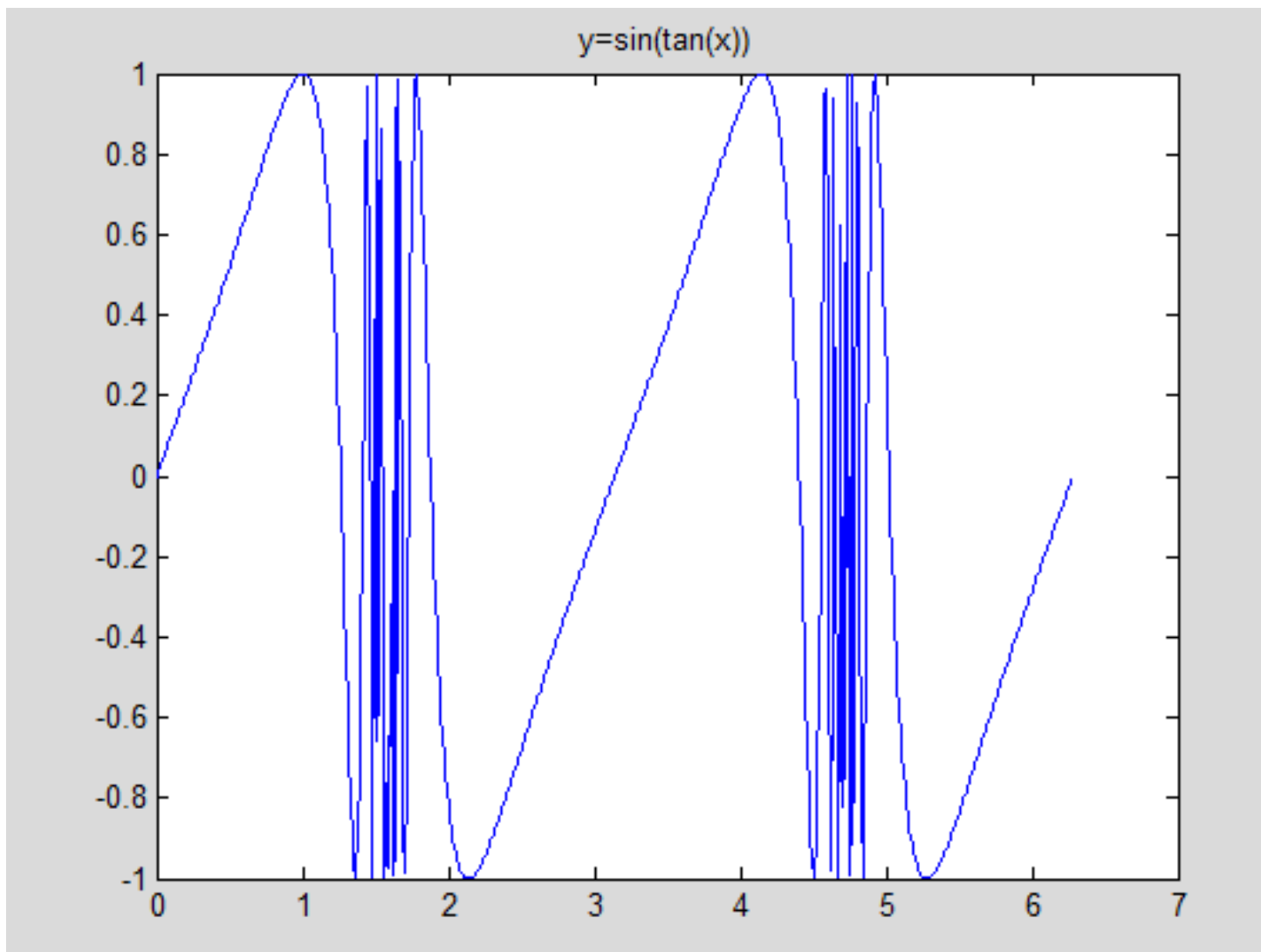


例3 在 $[0, 2\pi]$ 上以默认格式绘制 $y = \sin(\tan(x))$ 的图形.

例3 在 $[0, 2\pi]$ 上以默认格式绘制 $y = \sin(\tan(x))$ 的图形.

MATLAB程序:

```
x=0:0.01:2*pi;  
y=sin(tan(x));  
plot(x,y)
```



上页

下页

返回

例 4 绘制 $z = \frac{\sin \sqrt{x^2 + y^2}}{\sqrt{x^2 + y^2}}$ 在 $[-7, 7; -7, 7]$ 上的三维网格图.



例 4 绘制 $z = \frac{\sin \sqrt{x^2 + y^2}}{\sqrt{x^2 + y^2}}$ 在 $[-7, 7; -7, 7]$ 上的三维网格图.

```
x=-7:0.1:7; y=-7:0.1:7;
```

```
[X,Y]=meshgrid(x,y);
```

```
Z=sin(sqrt(X.^2+Y.^2))./sqrt(X.^2+Y.^2);
```

```
mesh(X,Y,Z)
```

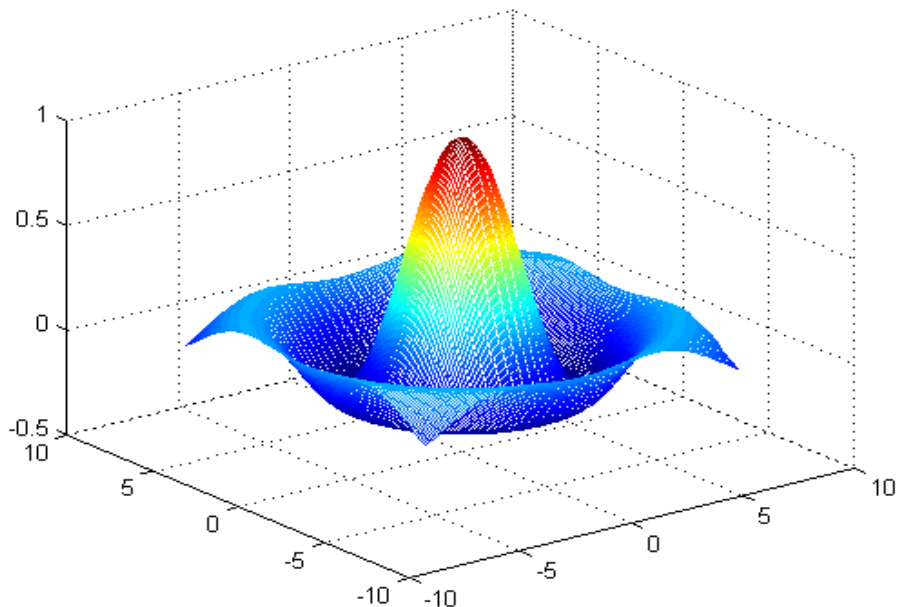
例 4 绘制 $z = \frac{\sin \sqrt{x^2 + y^2}}{\sqrt{x^2 + y^2}}$ 在 $[-7, 7; -7, 7]$ 上的三维网格图.

```
x=-7:0.1:7; y=-7:0.1:7;
```

```
[X,Y]=meshgrid(x,y);
```

```
Z=sin(sqrt(X.^2+Y.^2))./sqrt(X.^2+Y.^2);
```

```
mesh(X,Y,Z)
```



上页

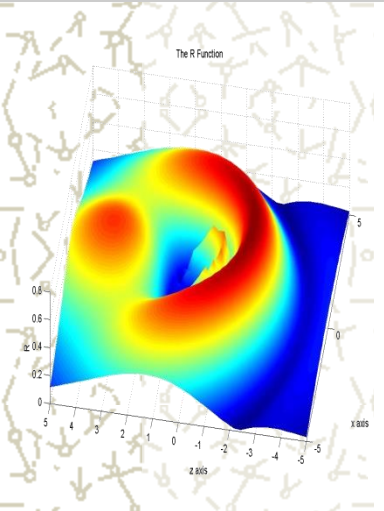
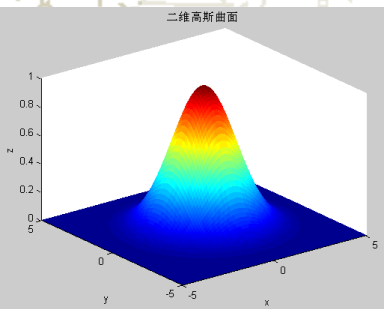
下页

返回

四、小结

把MATLAB和Word结合，充分利用两者的优点，实现软件的“强强联合”，会给我们在撰写科技报告，论文、专著以及电子教案时提供了很大的方便，程序、计算结果以及仿真出的图形都可以同时在Word文档中，并且可以随时修改计算命令，随时计算并绘制图形.Notebook环境将是我们这本书统一的实验平台，请读者自行安装并调试。

实验一(1) 基于MATLAB的二维基本绘图



- 🐛 第一部分 实验目的
- 🐛 第二部分 实验原理
- 🐛 第三部分 实验内容
- 🐛 第四部分 实验过程
- 🐛 第五部分 实验小结
- 🐛 第六部分 实验报告

选择章节

一、实验目的

1. 掌握MATLAB二维绘图命令plot的使用方法；
2. 掌握二维绘图基本元素的属性控制；
3. 掌握二维绘图的一般步骤；
3. 掌握二维图形标题与注释的添加；
4. 掌握特殊二维图形的绘制。

二、实验原理

MATLAB作图基本原理就是描点绘图，即在给定的区间上按照指定的步长产生一系列的关于自变量 x 与因变量 y 的数据点，然后连点成线.通常步长愈小，产生的数据点就愈多，绘出的函数图形就愈加光滑细腻.常见的二维绘图命令包括**plot**、**fplot**、**ezplot**等基本绘图命令及**stem**、**stairs**等特殊绘图命令，本实验中仅以**plot**为基本绘图命令，着重讲解**MATLAB**二维绘图的一般方法及步骤.

2.1 基本二维绘图命令plot及调用格式

表1-1 plot命令的调用格式及功能描述

调用格式	功能描述
plot(x)	向量绘图
plot(x,y)	默认格式（蓝色实线）单窗口单曲线绘图
plot(x,y,'cs')	自定义格式单窗口单曲线绘图,c颜色,s线型
plot(x1,y1,x2,y2,...)	默认格式（蓝色实线）单窗口多曲线绘图
plot(x1,y1,'cs1',x2,y2,'cs2',...)	自定义格式单窗口多曲线绘图
subplot(m,n,p),plot(xp,yp,'cs')	子图分割并绘图,其中m、n分别代表子图窗口的行和列，p代表子图序号

2.2 图形属性的控制

表1-2 plot绘图函数自定义格式参数表

s: 样式的设置参数				c: 颜色设置参数	
线型	说明	点标	说明	颜色	说明
-	实线(默认)	+	加号	r	红色
:	虚线	o	空心圆	g	绿色
-.	点虚线	*	星号	b	蓝色(默认)
..	点划线	.	点号	c	青色
--	波折线	x	叉号	m	品红
		s	正方形	y	黄色
		d	菱形	k	黑色
		^	上三角形	w	白色
		v	下三角形		
		>	右三角形		
		<	左三角形		
		p	五角星		
		h	六边形		

2.3 图形的标题与注释

表1-3 图形标注的常用命令及功能描述

调用格式	功能描述
title('图形标题')	给图形加标题
xlabel('x轴名称')	给x轴加标注
ylabel('y轴名称')	给y轴加标注
legend('图例名称')	添加图例
gtext('文字注释')	用鼠标自助模式在图中任意位置 添加注释
grid on(off)	打开（关闭）坐标网格线
axis on(off)	打开（关闭）坐标轴的刻度
hold on(off)	启动（关闭）图形保持功能

2.4 二维绘图的一般步骤

Step 1(必选) 输入自变量 x 的区间及间距，产生自变量坐标向量

通常有如下两种输入方式

1) $x=[a : c : b]$ %在 $[a,b]$ 上以 c 为步长（跳跃间隔）产生数据点构成自变量坐标向量.

2) $x=\text{linspace}(a, b, n)$ %在 $[a,b]$ 上等距产生 n 个数据点构成自变量坐标向量.

Step 2(必选) 输入函数表达式，产生应变量坐标向量
 $y=f(x)$

Step 3(必选) 键入默认格式或自定义格式绘图命令
 $\text{plot}(x,y)$ 或 $\text{plot}(x,y,'cs')$

2.4 二维绘图的一般步骤

Step 4 (可选) 键入标题及注释加注命令

```
title('图形标题')
```

```
xlabel('x轴名称')
```

```
ylabel('y轴名称')
```

```
legend('图例名称')
```

```
gtext('文字注释')
```

Step 5 (可选) 打开（关闭）开关函数

```
grid on(off)
```

```
axis on(off)
```

三、实验内容

3.1 单窗口单曲线绘图

例 1 在 $[0, 2\pi]$ 上以默认格式绘制 $y=\sin(\tan(x))$ 的图形.

例 2 在 $[-\pi, \pi]$ 上用蓝色、实线和星号点标绘制 $y=\tan(\sin(x))-\sin(\tan(x))$ 的图形, 并加注标题和坐标轴等.

例 3 在 $[-2\pi, 2\pi]$ 上用紫色、波折线和五角星点标绘制作的图 $y=x^3\sin(x)\cos(x)$, 并加注标题和坐标轴等.

3.2 单窗口多曲线绘图

例 4 在同一个窗口于 $[0, 2\pi]$ 上以自定义格式绘制 $y_1=\sin(2x)$, $y_2=e^{-x}$ 的图形, 并给出图例及相关标注.

3.3 子图窗口绘图

例 5 在子图窗口于 $[0, 2\pi]$ 上分别用你喜欢的颜色和线型绘制 $\sin(x)$, $\cos(x)$ 和 e^x 图形.



四、实验过程

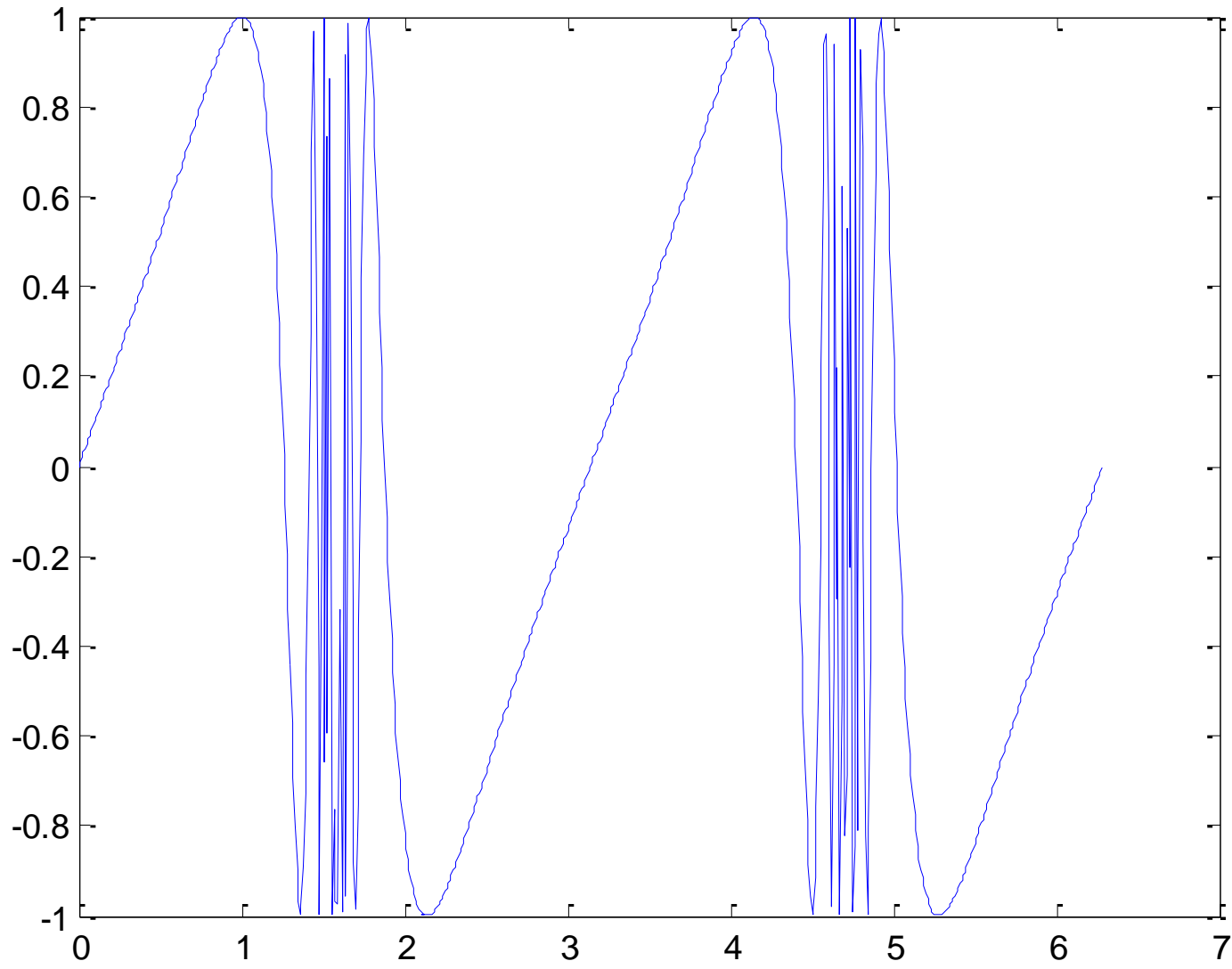
■ 4.1单窗口单曲线绘图

例1 在 $[0, 2\pi]$ 上以默认格式绘制 $y = \sin(\tan(x))$ 的图形
Notebook环境下的程序代码及运行结果如下：

```
x=0:0.01:2*pi;
```

```
y=sin(tan(x));
```

```
plot(x,y)
```



上页

下页

返回

4.1单窗口单曲线绘图

例2 在 $[-\pi, \pi]$ 上用蓝色、实线和星号点标绘制 $y = \tan(\sin(x)) - \sin(\tan(x))$ 的图形，并加注标题和坐标轴等。

Notebook环境下的程序代码及运行结果如下：

```
x=-pi:0.01:pi;
```

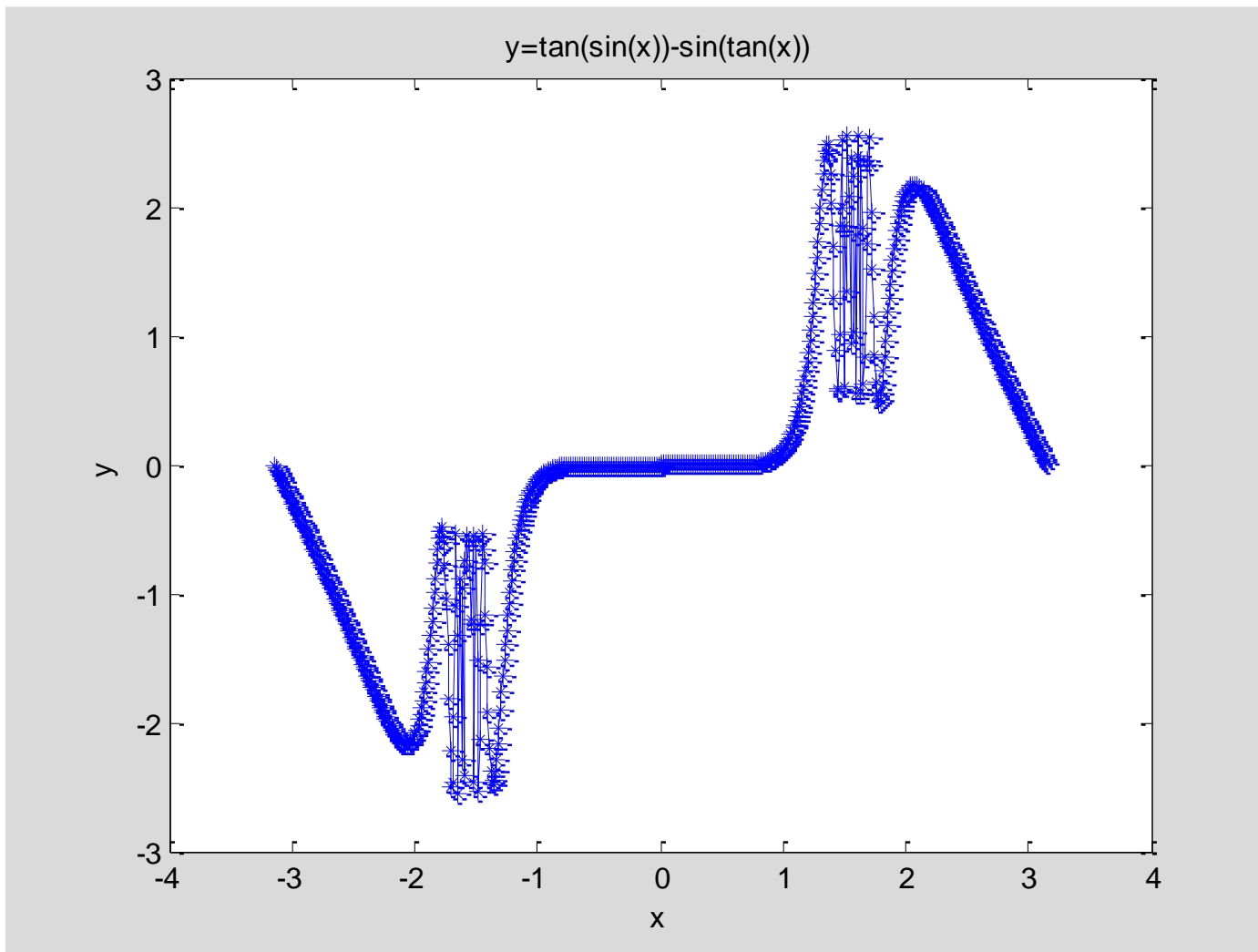
```
y=tan(sin(x))-sin(tan(x));
```

```
plot(x,y,'b*-')
```

```
title ('y=tan(sin(x))-sin(tan(x))')
```

```
xlabel('x'),ylabel('y')
```

4.1 单窗口单曲线绘图



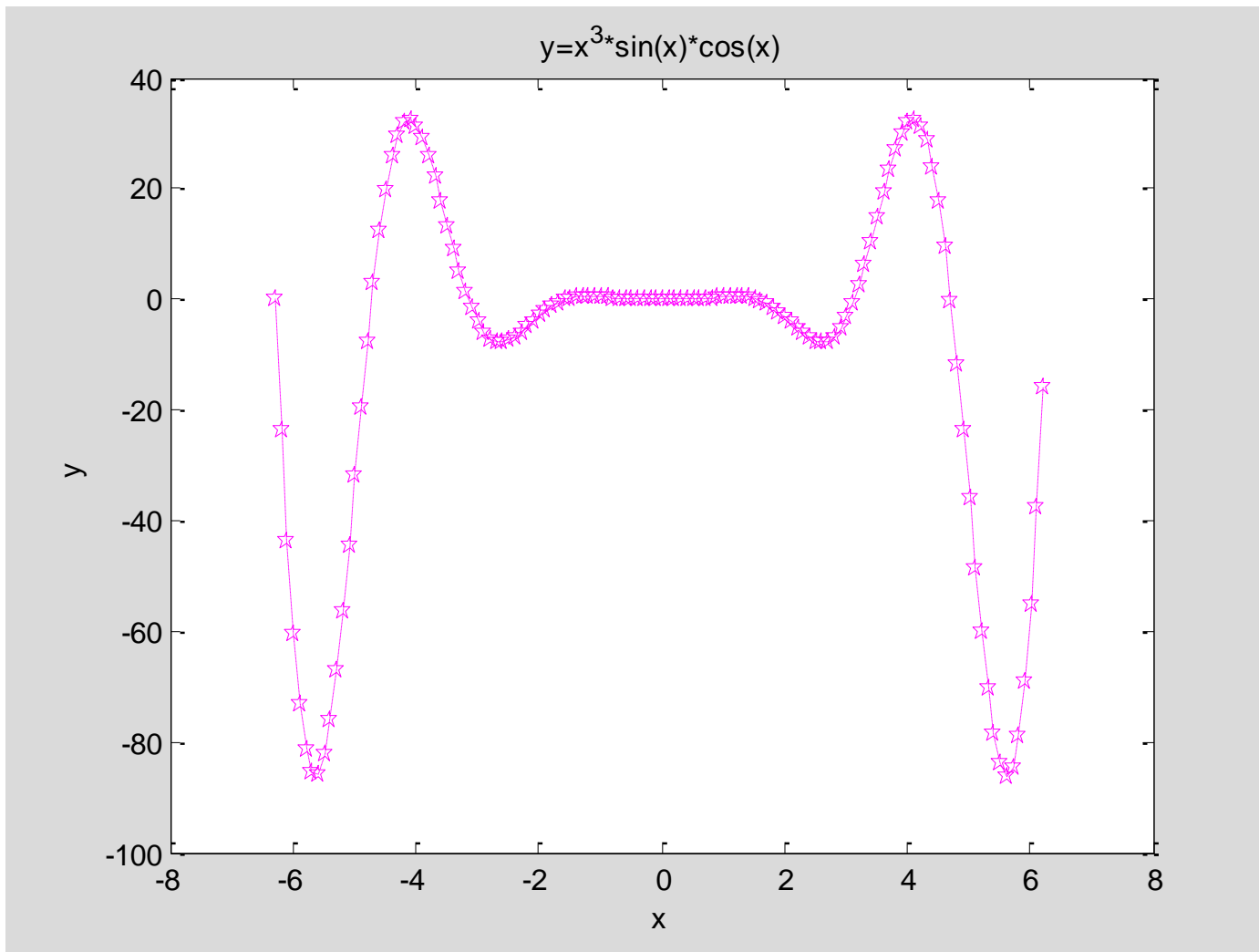
4.1 单窗口单曲线绘图

例3 在 $[-2\pi, 2\pi]$ 上紫色、波折线、五角星点标绘制作 $y = x^3 \sin(x) \cos(x)$ 的图形，并加注标题、坐标轴等。

Notebook环境下的程序代码及运行结果如下：

```
x=-2*pi:0.1:2*pi;  
y=x.^3.*sin(x).*cos(x);  
plot(x,y,'mp--')  
title ('y=x^3*sin(x)*cos(x)')  
xlabel('x'),ylabel('y')
```

4.1单窗口单曲线绘图



4.1单窗口单曲线绘图

注：当函数表达式里出现“*”，“/”，“^”时，必须在该符号前加“.”才能完成坐标向量的生成,否则会出现如下报错：

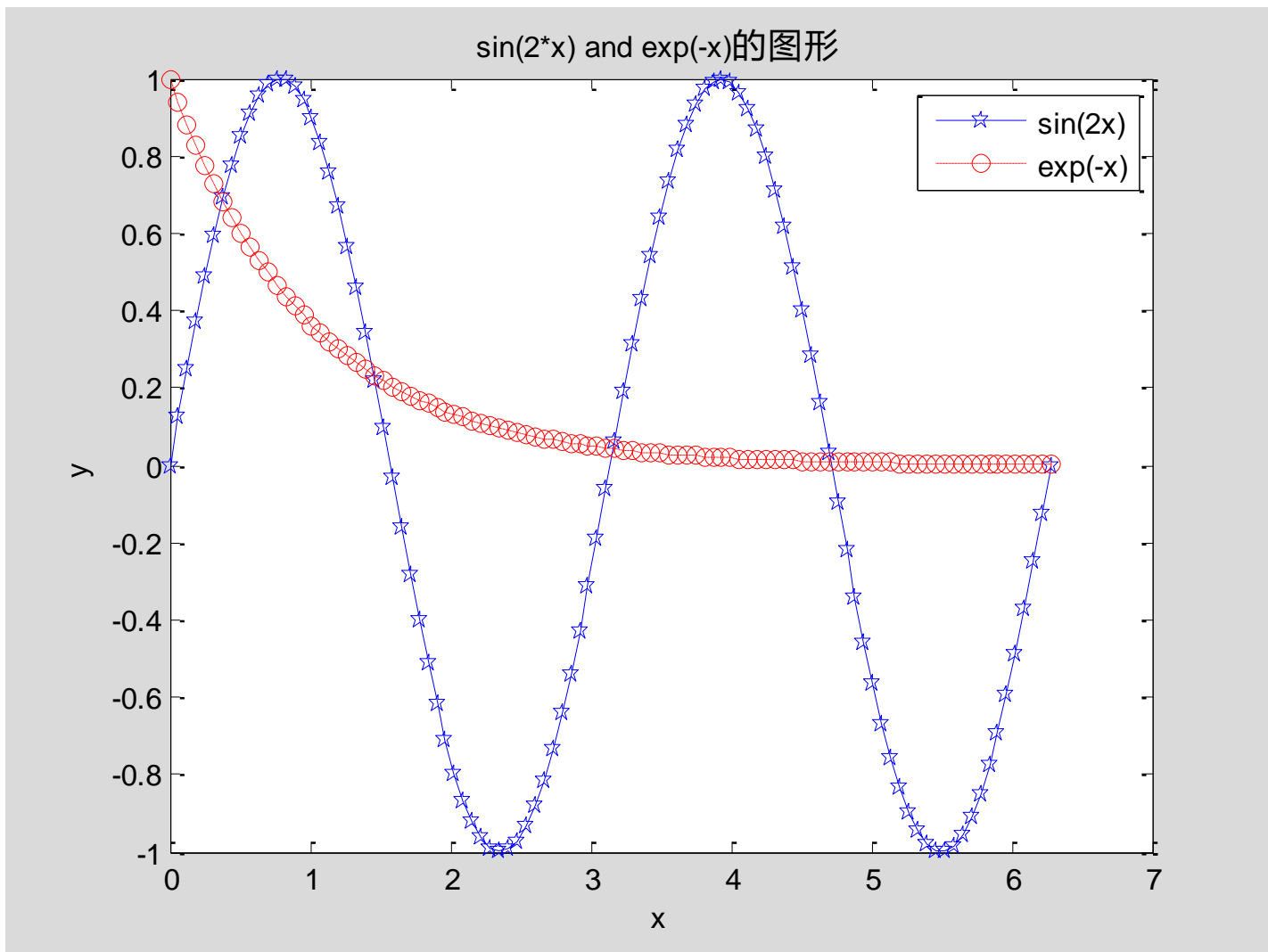
```
??? Error using ^  
Inputs must be a scalar and a square matrix.  
To compute elementwise POWER, use POWER (.^) instead.
```

4.2单窗口多曲线绘图

例 4 在同一个窗口于 $[0, 2\pi]$ 上以自定义格式绘制 $y_1 = \sin(2x)$, $y_2 = e^{-x}$ 的图形, 并给出图例及相关标注.

```
x=linspace(0,2*pi,100);  
y1=sin(2*x);  
y2=exp(-x);  
plot(x,y1,'bp-',x,y2,'ro--');  
title ('sin(2*x) and exp(-x)的图形')  
legend ('sin(2x)','exp(-x)')  
xlabel('x'),ylabel('y')  
grid off  
axis on
```


4.2 单窗口多曲线绘图



4.3子图窗口绘图

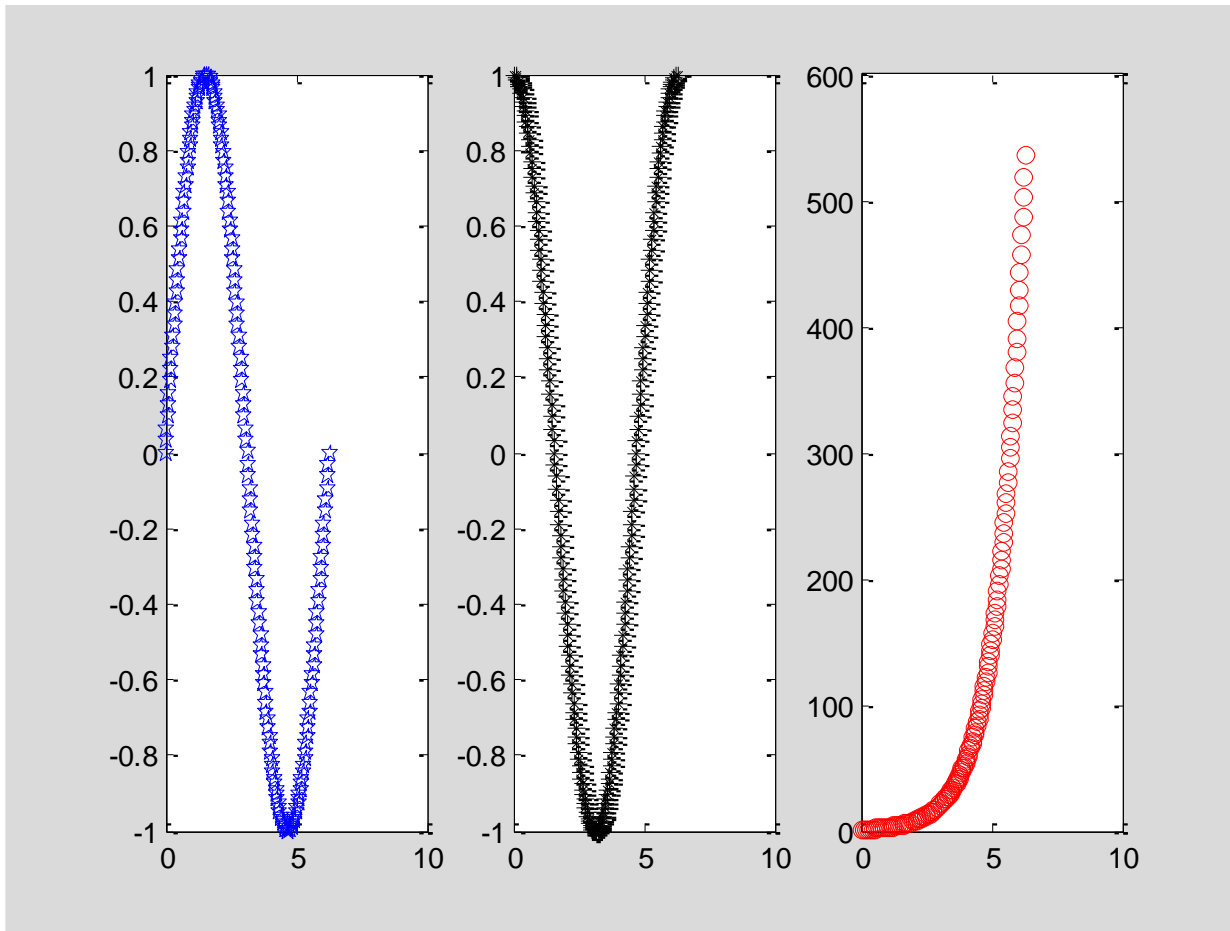
例5 在子图窗口于 $[0, 2\pi]$ 上分别用你喜欢的颜色和线型绘制 $\sin(x)$, $\cos(x)$ 和 e^x 图形。

Notebook环境下的程序代码及运行结果如下：

```
x=0:pi/100:2*pi;  
y1=sin(x);  
y2=cos(x);  
y3=exp(x);  
subplot(1,3,1);plot(x,y1,'bp')  
subplot(1,3,2);plot(x,y2,'k*')  
subplot(1,3,3);plot(x,y3,'ro')
```

4.3子图窗口绘图

例5 在子图窗口于 $[0, 2\pi]$ 上分别用你喜欢的颜色和线型绘制 $\sin(x)$, $\cos(x)$ 和 e^x 图形。



五、实验小结

1. 限于篇幅本实验仅对基本绘图命令`plot`的用法进行了介绍和演示，对于`fplot`，`ezplot`的用法请读者自行了解与掌握；
2. 对于输入含有“*”，“/”，“^”的函数表达式时，读者切记在这些符号前加“.”，以表示向量间的运算；

五、实验小结

3.在程序语句的末尾添加“;”可以隐藏该语句的运行结果，若在作图过程中出现了大量的不必要的数据，可在相应程序语句末尾添加“;”进行隐藏；

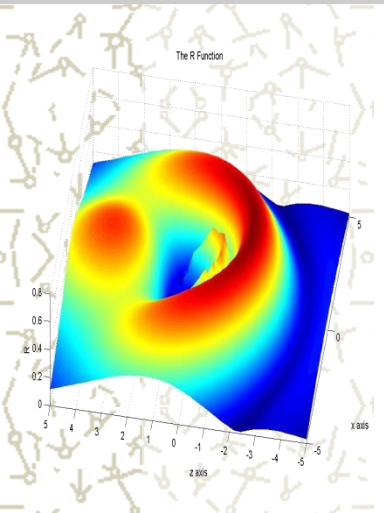
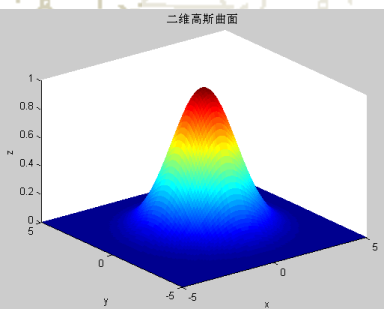
4.当程序运行过程中，出现图形错位或类似异常情况时，可在程序首句加入“clf”或“clear”，进行画板清除重新绘图。

六、练习实验

实验报告一(1) 基于MATLAB的二维基本绘图



实验一 基于MATLAB的二维平面绘图



🐛 第一部分 实验目的

🐛 第二部分 实验原理

🐛 第三部分 实验内容

🐛 第四部分 实验过程

🐛 第五部分 实验小结

🐛 第六部分 实验报告

选择章节

一、实验目的

1. 掌握特殊二维图形的绘制；
2. 掌握二维高级图形的叠加。

二、实验原理

MATLAB作图基本原理就是描点绘图，即在给定的区间上按照指定的步长产生一系列的关于自变量 x 与因变量 y 的数据点，然后连点成线.通常步长愈小，产生的数据点就愈多，绘出的函数图形就愈加光滑细腻.常见的特殊绘图命令包括**stem**、**stairs**、**polar**等.

MATLAB常见特殊二维图形的绘图命令及功能

命令	功能	命令	功能
stem	火柴杆图	pie	饼图
stairs	阶梯图	feather	羽毛图
area	填充图	bar	垂直条形图
barh	水平条形图	comet	彗星图
errorbar	误差棒图	scatter	散射图
polar	极坐标图	plotmatrix	分散矩阵绘制
fill	多边形填充	compass	矢量图
hist	柱形图	quiver	向量场图
gplot	拓扑图	rose	柱状图

常见统计图的MATLAB命令及调用格式

调用格式	功能描述
<code>bar (y)</code>	为每一个y中的元素画一个条状
<code>bar (x,y)</code>	在指定的横坐标x上画出y
<code>bar (.....,'bar_color')</code>	'bar_color'定义条的颜色
<code>bar(...,'grouped')</code>	使同一组直方条紧紧靠在一起
<code>bar(...,'stacked')</code>	把同一组数据描述在一个直方条上
<code>barh ()</code>	绘制水平条形图，其用法与bar一样
<code>pie(x)</code>	以默认格式绘制饼图
<code>pie(x,explode)</code>	以自定义突出格式显示饼图，explode为控制向量



三、实验内容

3.4 特殊图形的绘制

例 6 在 $[-\pi, \pi]$ 上绘制 $y = \tan(\sin(x)) - \sin(\tan(x))$ 的火柴杆图.

例 7 在 $[-\pi, \pi]$ 上绘制 $y = \tan(\sin(x)) - \sin(\tan(x))$ 的阶梯图.

例 8 绘制 $r = \cos(\theta)\sin(\theta)$ 的极坐标图.

例 9 绘制 $r = \cos(\theta) + i\sin(\theta)$ 的矢量图.

四、实验过程

例 6 在 $[-\pi, \pi]$ 上绘制 $y = \tan(\sin(x)) - \sin(\tan(x))$ 的火柴杆图。

Notebook环境下的程序代码及运行结果如下：

```
x=-pi:pi/20:pi;
```

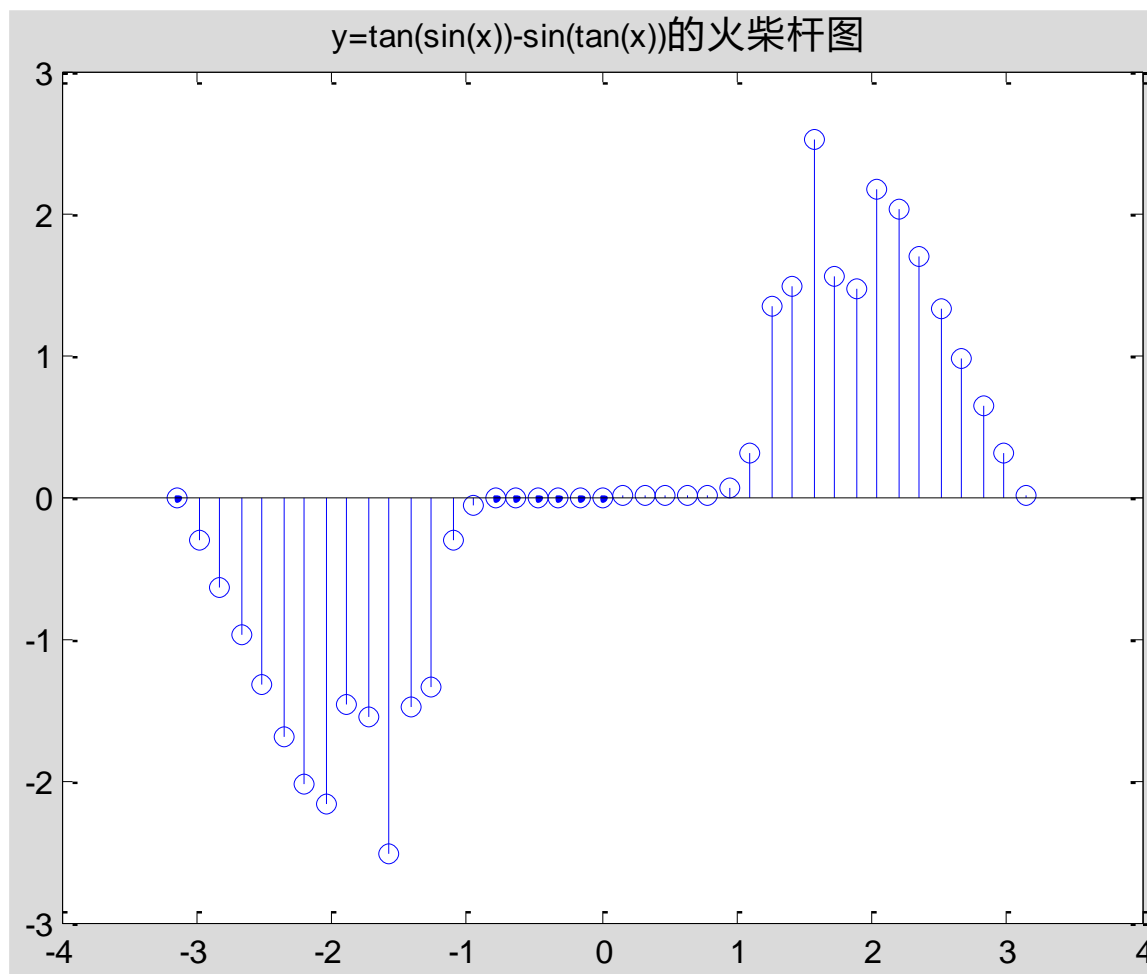
```
y=tan(sin(x))-sin(tan(x));
```

```
stem(x,y)
```

```
title ('y=tan(sin(x))-sin(tan(x))的火柴杆图')
```

4.4 特殊图形的绘制

例 6 在 $[-\pi, \pi]$ 上绘制 $y = \tan(\sin(x)) - \sin(\tan(x))$ 的火柴杆图。



4.4 特殊图形的绘制

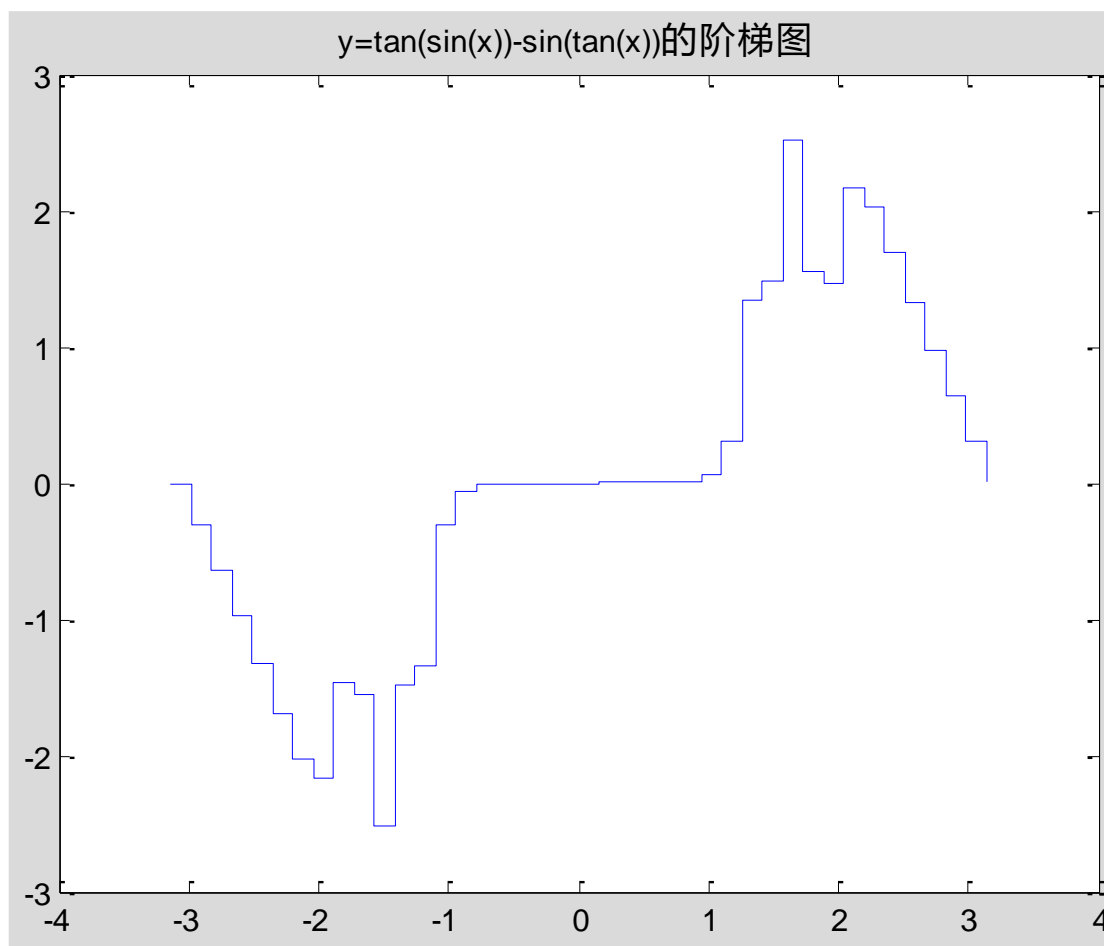
例 7 在 $[-\pi, \pi]$ 上绘制 $y = \tan(\sin(x)) - \sin(\tan(x))$ 的阶梯图。

Notebook环境下的程序代码及运行结果如下：

```
x=-pi:pi/20:pi;  
y=tan(sin(x))-sin(tan(x));  
stairs(x,y)  
title ('y=tan(sin(x))-sin(tan(x))的阶梯图')
```

4.4 特殊图形的绘制

例 7 在 $[-\pi, \pi]$ 上绘制 $y = \tan(\sin(x)) - \sin(\tan(x))$ 的阶梯图.



4.4 特殊图形的绘制

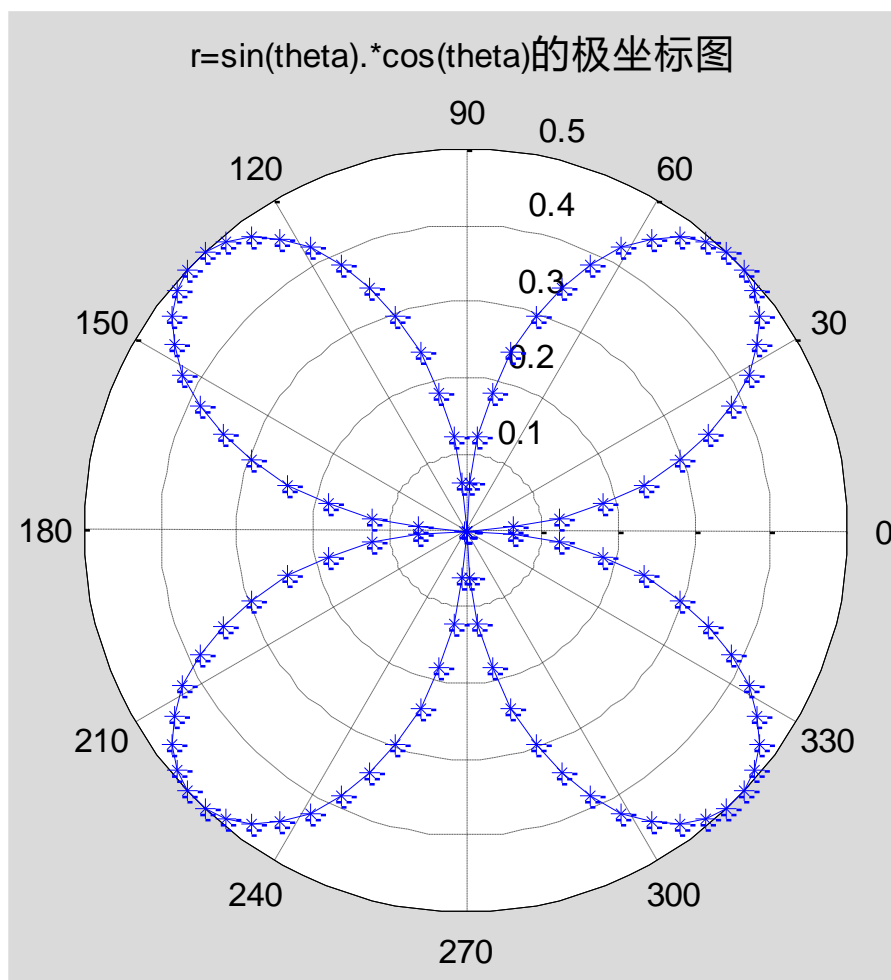
例 8 绘制 $r = \cos(\theta)\sin(\theta)$ 的极坐标图。

Notebook环境下的程序代码及运行结果如下：

```
clf  
theta=0:pi/50:2*pi;  
r=sin(theta).*cos(theta);  
polar(theta,r,'-*');  
title ('r=sin(theta).*cos(theta)的极坐标图')
```

4.4 特殊图形的绘制

例 8 绘制 $r = \cos(\theta)\sin(\theta)$ 的极坐标图.



4.4 特殊图形的绘制

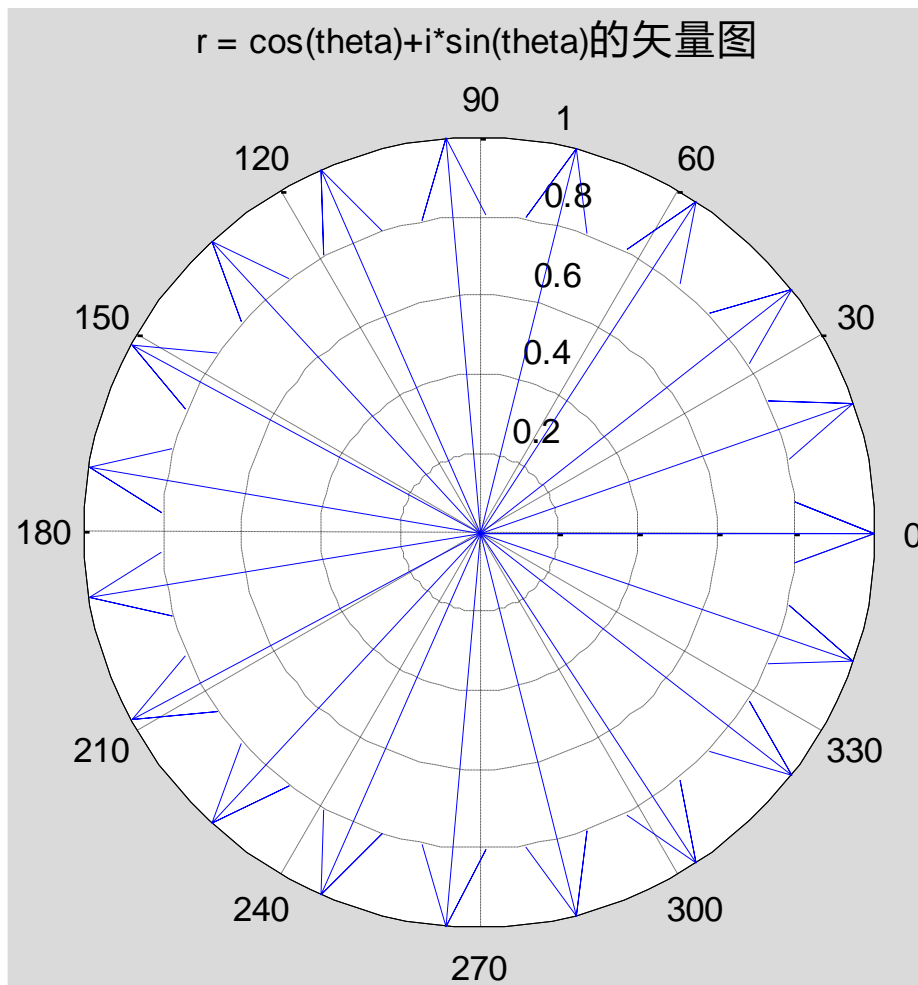
例 9 绘制 $r = \cos(\theta) + i\sin(\theta)$ 的矢量图。

Notebook环境下的程序代码及运行结果如下：

```
theta=linspace(0, 2*pi, 20);  
r = cos(theta)+i*sin(theta);  
compass(r);  
title ('r = cos(theta)+i*sin(theta)的矢量图')
```

4.4 特殊图形的绘制

例 9 绘制 $r = \cos(\theta) + i\sin(\theta)$ 的矢量图.



4.4 特殊图形的绘制

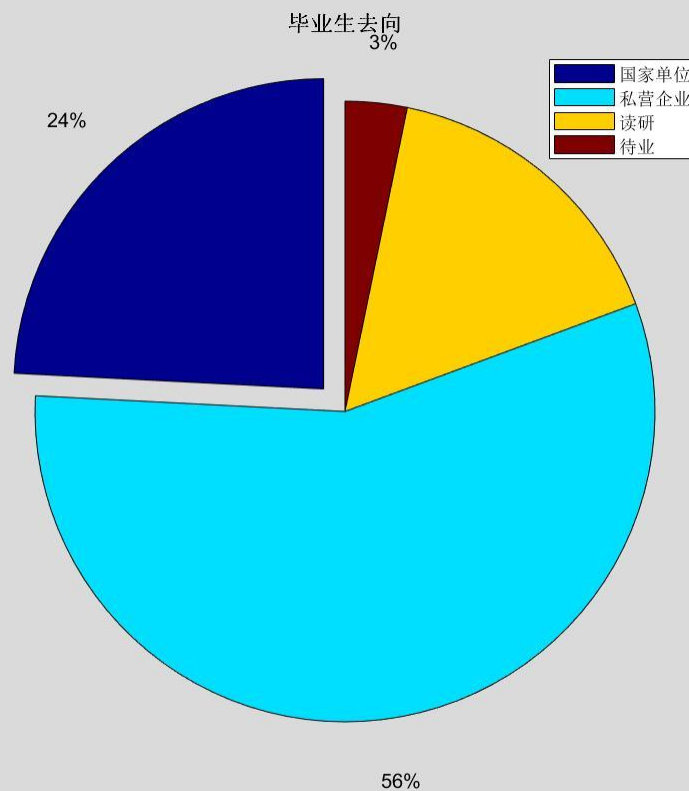
例10 将某个毕业班的毕业生走向用饼图绘制。

Notebook环境下的程序代码及运行结果如下：

```
x = [15 35 10 2];%毕业生人数  
explode = [1 0 0 0];%突出显示控制向量  
pie(x,explode);  
title('毕业生去向');  
Legend('国家单位','私营企业','读研','待业');
```

4.4 特殊图形的绘制

例10 将某个毕业班的毕业生走向用饼图绘制。



4.4 特殊图形的绘制

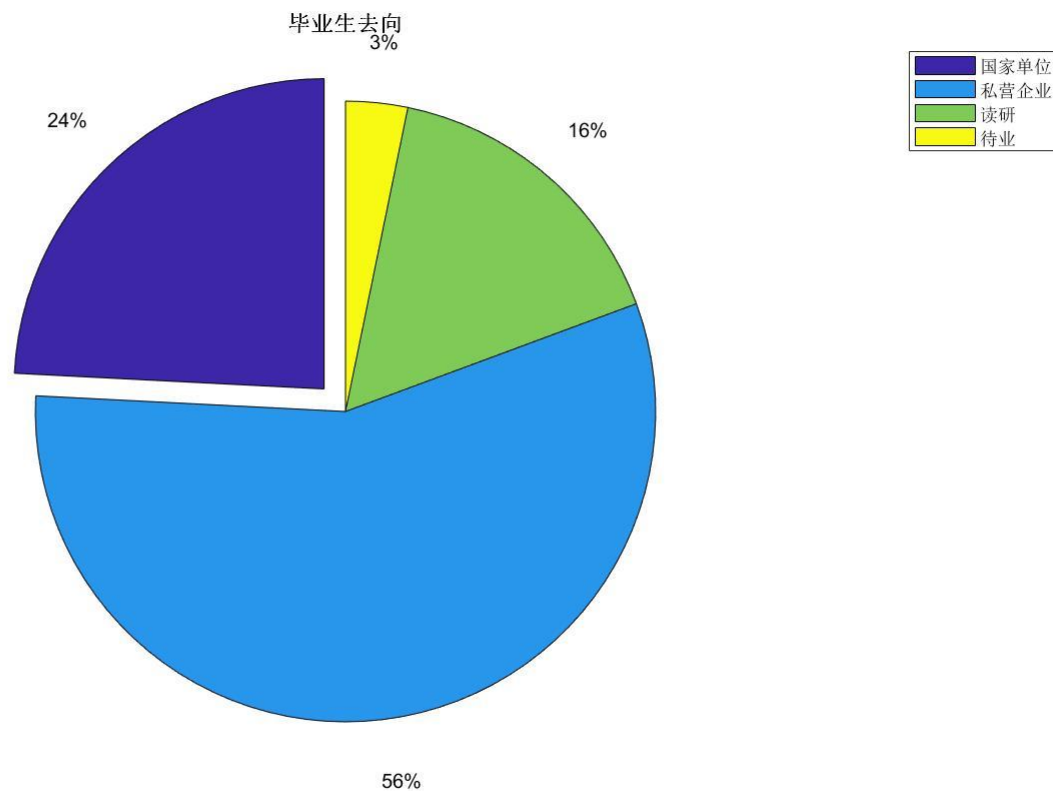
例10 将某个毕业班的毕业生走向用饼图绘制。

Notebook环境下的程序代码及运行结果如下：

```
x = [15 35 10 2];%毕业生人数
explode = [1 0 0 0];%突出显示控制向量
pie(x,explode);
title('毕业生去向');
legend('国家单位','私营企业','读研','待业','Location','Best');
%详见https://blog.csdn.net/Maxiao1204/article/details/53132406
```

4.4 特殊图形的绘制

例10 将某个毕业班的毕业生走向用饼图绘制。



4.4 特殊图形的绘制

例11 在 $[-2,2]$ 上绘制 $y=[6\ 8\ 7\ 4\ 5;4\ 8\ 1\ 12\ 0;4\ 6\ 21\ 1\ 3]$ 的各种条形图。

Notebook环境下的程序代码及运行结果如下：

```
x=-2:2;
```

```
y=[6 8 7 4 5;4 8 1 12 0;4 6 21 1 3];
```

```
subplot(2,2,1),bar(x,y','stacked'); %因为y是3*5的矩阵，所有必须转置  
才能使x的长度与y矩阵的行数一样， 'stacked'把数组在一个条形图  
上显示。
```

```
xlabel('x'),ylabel('\Sigma y');
```

```
legend('数据1','数据2','数据3');
```

```
subplot(2,2,2),bar(x,y','grouped'); %'grouped',使同一组直方条紧紧靠  
在一起。
```

```
xlabel('x'),ylabel('y');
```

```
legend('数据1','数据2','数据3');
```



4.4 特殊图形的绘制

例11 在 $[-2,2]$ 上绘制 $y=[6\ 8\ 7\ 4\ 5;4\ 8\ 1\ 12\ 0;4\ 6\ 21\ 1\ 3]$ 的各种条形图。

Notebook环境下的程序代码及运行结果如下：

```
subplot(2,2,3),barh(x,y','stacked'); %barh,绘制水平条形图，其他参数与bar一样，'stacked'把数组在一个条形图上显示。
```

```
xlabel('x'),ylabel('\Sigma y');
```

```
legend('数据1','数据2','数据3');
```

```
subplot(2,2,4),barh(x,y','grouped'); %'grouped',使同一组直方条紧紧靠在一起,barh,绘制水平条形图，其他参数与bar一样。
```

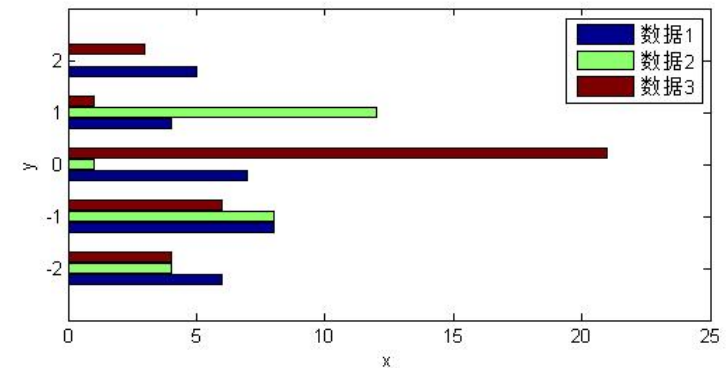
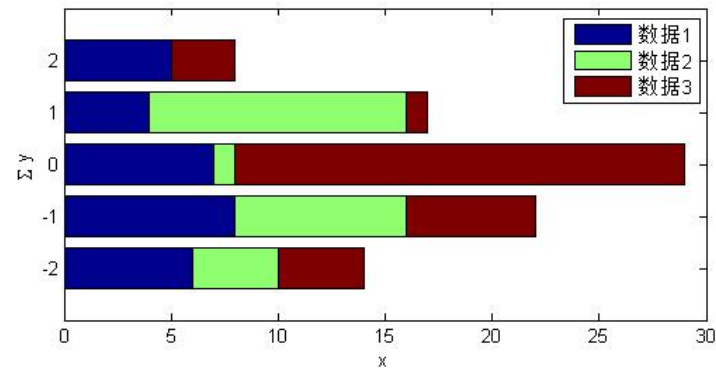
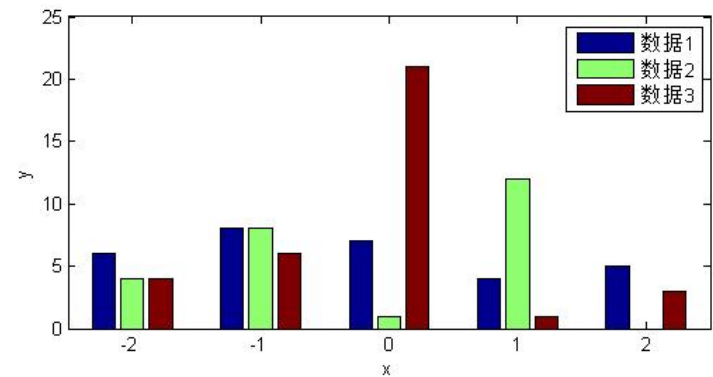
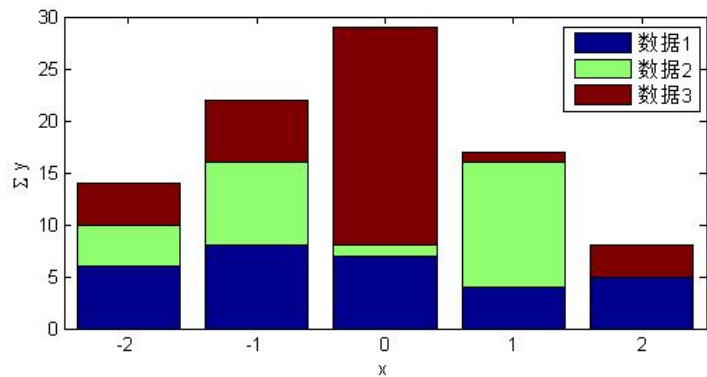
```
xlabel('x'),ylabel('y');
```

```
legend('数据1','数据2','数据3');
```

4.4 特殊图形的绘制

例10 在 $[-2,2]$ 上绘制 $y=[6\ 8\ 7\ 4\ 5;4\ 8\ 1\ 12\ 0;4\ 6\ 21\ 1\ 3]$ 的各种条形图。

Notebook环境下的程序代码运行结果如下：



五、实验小结

1. 限于篇幅本实验仅对基本绘图命令`plot`的用法进行了介绍和演示，对于`fplot`，`ezplot`的用法请读者自行了解与掌握；
2. 对于输入含有“*”，“/”，“^”的函数表达式时，读者切记在这些符号前加“.”，以表示向量间的运算；

五、实验小结

3.在程序语句的末尾添加“;”可以隐藏该语句的运行结果，若在作图过程中出现了大量的不必要的数据，可在相应程序语句末尾添加“;”进行隐藏；

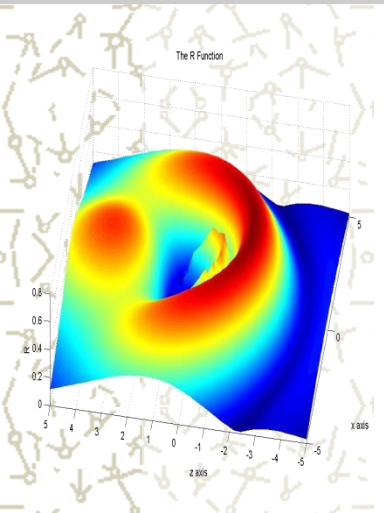
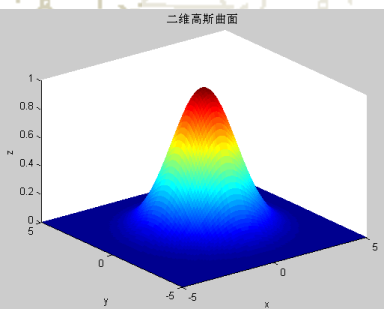
4.当程序运行过程中，出现图形错位或类似异常情况时，可在程序首句加入“clf”或“clear”，进行画板清除重新绘图。

六、练习实验

见实验报告一（2） 基于MATLAB的特殊绘图



实验二 基于MATLAB的三维空间绘图



- 🐛 第一部分 实验目的
- 🐛 第二部分 实验原理
- 🐛 第三部分 实验内容
- 🐛 第四部分 实验过程
- 🐛 第五部分 实验小结
- 🐛 第六部分 实验报告

选择章节

一、实验目的

1. 掌握MATLAB三维绘图命令的使用方法；
2. 掌握三维绘图的属性控制；
3. 掌握三维绘图的一般步骤；
4. 掌握特殊三维图形的绘制。

二、实验原理

MATLAB作图基本原理就是把栅格数据连接成网格面或三维曲面，然后通过颜色、视角、透视、裁剪等修饰手段对其进行加工，以逼真的图形效果展现给读者的一个过程。常见的二维绘图命令包括**plot3**、**mesh**、**surf**等基本绘图命令及**stem3**、**peaks**等特殊绘图命令，本实验中重点以**mesh**、**surf**为基本绘图命令，着重讲解**MATLAB**三维绘图的一般方法及步骤。

2.1 三维绘图常用命令及调用格式

命令	调用格式	功能描述
scatter3	scatter3(x,y,z)	绘制给定维度相同的三组数据的散点图
plot3	plot3(x,y,z)	默认格式绘制三维曲线图
	plot3(x,y,z,'cs')	自定义格式绘制三维曲线图
mesh	mesh(X,Y,Z)	默认格式绘制三维网格图
	meshc(X,Y,Z)	绘制带有等高线的三维网格图
	meshz(X,Y,Z)	绘制带有底座的三维网格图
surf	surf(X,Y,Z)	默认格式绘制三维曲面图
	surfc(X,Y,Z)	绘制带有等高线的三维曲面图
	surfl(X,Y,Z)	绘制带有光照阴影的三维曲面图

2.4 图形的标题与标注

三维图形中标题、坐标轴名称的添加同二维绘图相似，都是通过标题添加命令**title**及坐标轴标签命令来实现的，详见表2-10.

表2-10 图形标注的常用命令及功能描述

调用格式	功能描述
title('图形标题')	给图形加标题
xlabel('x轴名称')	给x轴加标注
ylabel('y轴名称')	给y轴加标注
zlabel('z轴名称')	给z轴加标注
hold on(off)	启动（关闭）图形保持功能

2.5 三维绘图的一般步骤

三维绘图一般分为如下7步：

Step 1(必选) 输入自变量 x 、 y 的区间及间距，产生自变量坐标向量；

通常有如下两种输入方式：

1) $x=[a1 : c1 : b1]$ %在 $[a1,b1]$ 上以 $c1$ 为步长（跳跃间隔）产生数据点构成自变量坐标向量 x ；

$y=[a2 : c2 : b2]$ %在 $[a2,b2]$ 上以 $c2$ 为步长（跳跃间隔）产生数据点构成自变量坐标向量 y ；

2) $x=linspace(a1 , b1 , n)$ %在 $[a1,b1]$ 上等距产生 n 个数据点构成自变量坐标向量 x ；

2.5 三维绘图的一般步骤

$y = \text{linspace}(a2, b2, n)$ %在 $[a2, b2]$ 上等距产生 n 个数据点构成自变量坐标向量 y .

Step 2(必选) 调用`meshgrid`, 产生栅格数据 X 矩阵和 Y 矩阵;

$[X, Y] = \text{meshgrid}(x, y)$

Step 3(必选) 输入函数表达式;

$Z = f(X, Y)$

Step 4(必选) 调用三维绘图命令`mesh`或`surf`进行绘图;
调用格式参见表2-1

Step 5(可选) 图形修饰;
参见表2-2—表2-8

2.5 三维绘图的一般步骤

Step 6(可选) 设置坐标轴;

参见表2-9

Step 7(可选) 添加标题及标注

参见表2-10

三、实验内容

3.1 绘制三维曲线图

例 1 绘制函数
$$\begin{cases} x = \sin t \\ y = \cos t \\ z = t \sin t \cos t \end{cases} \quad t \in (0, 20\pi)$$
 三维曲线图.

例 2 利用 plot3, 将函数
$$\begin{cases} x = \sin t \\ y = \cos t \\ z = \cos 2t \end{cases} \quad t \in (0, 2\pi)$$
 的三维曲线制作成一串蓝宝石项链.

3.2 绘制三维网格图

例 3 绘制 $z = \frac{\sin \sqrt{x^2 + y^2}}{\sqrt{x^2 + y^2}}$ 在 $[-7, 7; -7, 7]$ 上的三维网格图.

例 4 绘制 $z = \frac{x^2}{16} - \frac{y^2}{9}$ 在 $[-4, 4; -3, 3]$ 上的带底座的三维网格图.

3.3 绘制三维曲面图

例 5 绘制 $z = 5x^2 + 3y^2$ 在 $[-15, 15; -15, 15]$ 上的带等高线三维曲面图.



四、实验过程

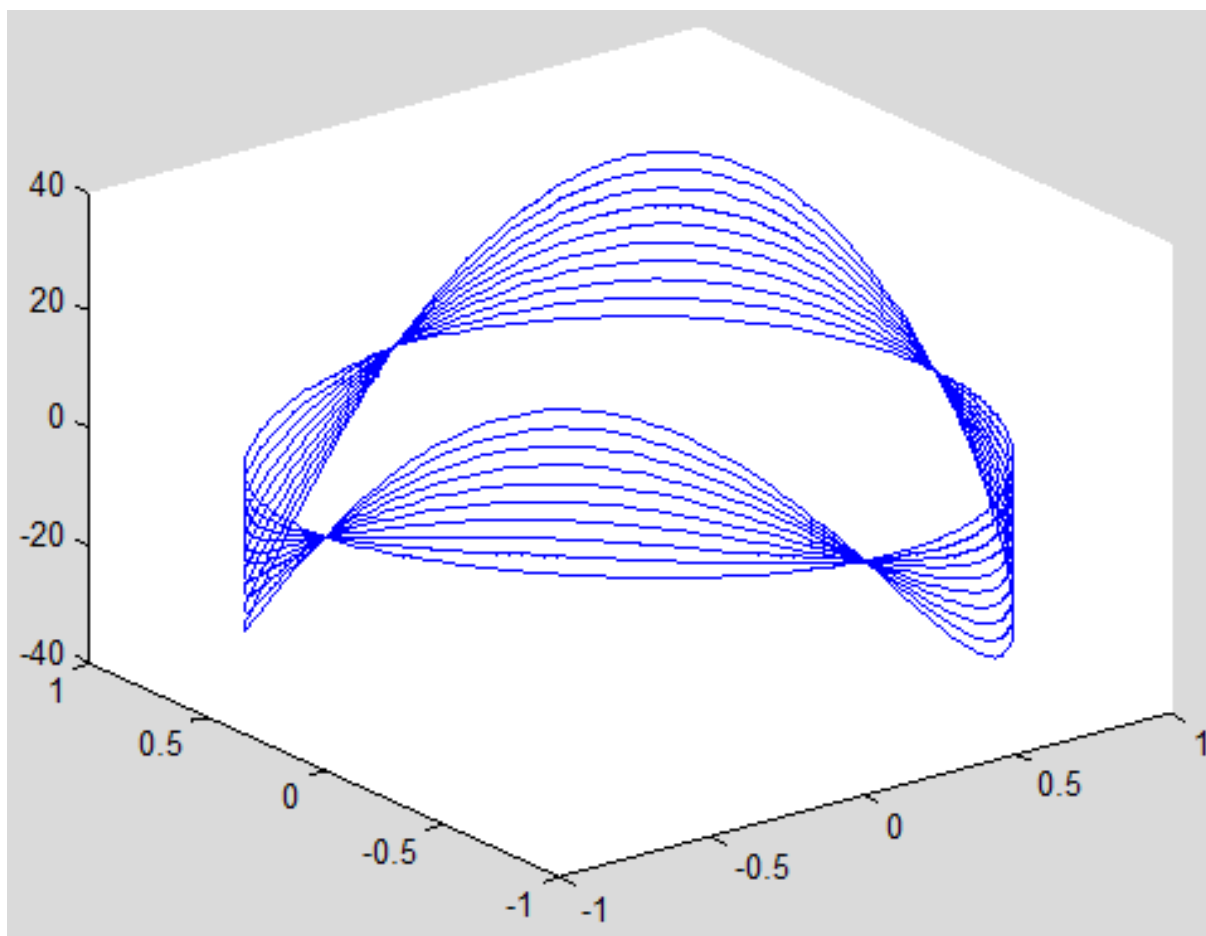
4.1 绘制三维曲线图

例 1 绘制函数 $\begin{cases} x = \sin t \\ y = \cos t \\ z = t \sin t \cos t \end{cases} \quad t \in (0, 20\pi)$ 三维曲线图.

Notebook 环境下的程序代码及运行结果如下:

```
t=0:pi/100:20*pi;  
x=sin(t);  
y=cos(t);  
z=t.*sin(t).*cos(t);  
plot3(x,y,z)
```





上页

下页

返回

4.1 绘制三维曲线图

例 2 利用 plot3, 将函数 $\begin{cases} x = \sin t \\ y = \cos t \\ z = \cos 2t \end{cases} \quad t \in (0, 2\pi)$ 的三维曲线制作成一串蓝宝石项链.

链.

Notebook环境下的程序代码及运行结果如下:

```
t=(0:0.02:2)*pi;  
x=sin(t);  
y=cos(t);  
z=cos(2*t);  
plot3(x,y,z,'b-',x,y,z,'bd')  
view(-82,58),
```

4.2 绘制三维网格图

例 2 利用 plot3, 将函数 $\begin{cases} x = \sin t \\ y = \cos t \\ z = \cos 2t \end{cases} \quad t \in (0, 2\pi)$ 的三维曲线制作成一串蓝宝石项链.

链.

Notebook环境下的程序代码及运行结果如下:

box on

xlabel('x'),

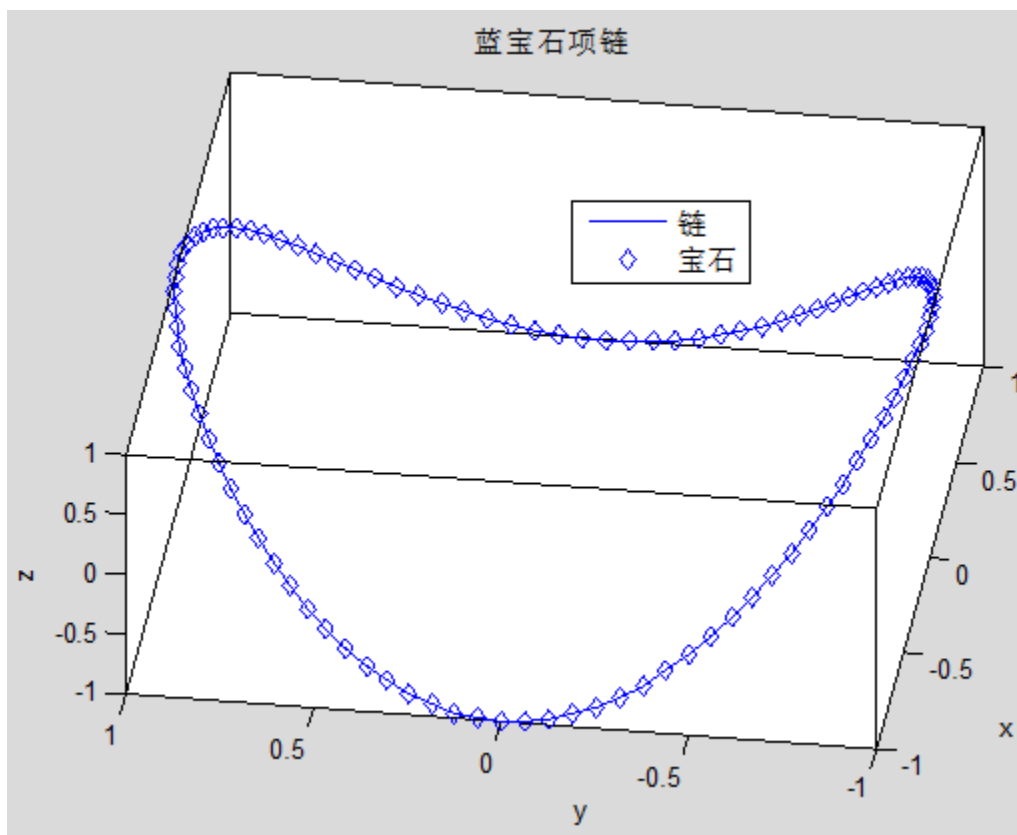
ylabel('y'),

zlabel('z')

legend('链','宝石','Location','best')

title ('蓝宝石项链')

4.2 绘制三维网格图



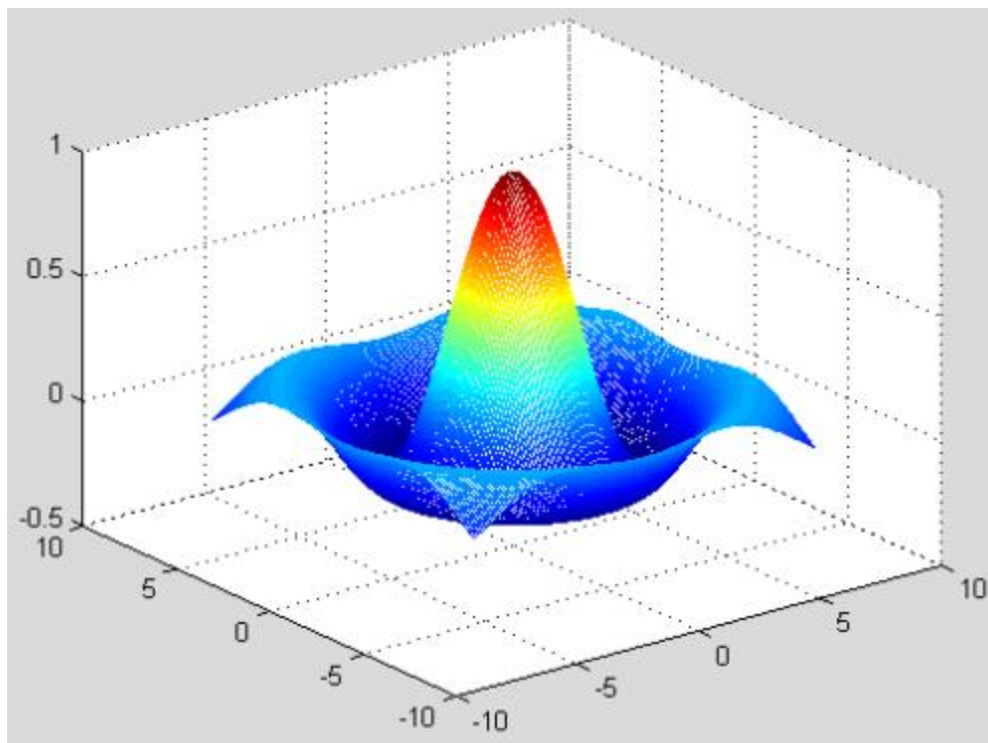
4.2 绘制三维网格图

例 3 绘制 $z = \frac{\sin \sqrt{x^2 + y^2}}{\sqrt{x^2 + y^2}}$ 在 $[-7, 7; -7, 7]$ 上的三维网格图。

Notebook环境下的程序代码及运行结果如下：

```
clf  
x=-7:0.1:7;      %输入自变量x的区间及步长  
y=-7:0.05:7;   %输入自变量y的区间及步长  
[X,Y]=meshgrid(x,y); %生成栅格数据X矩阵和Y矩阵  
R=sqrt(X.^2+Y.^2)+eps;  
Z=sin(R)./R;      %输入函数表达式  
mesh(X,Y,Z)      %绘三维网格图
```

4.2 绘制三维网格图



4.2 绘制三维网格图

例 4 绘制 $z = \frac{x^2}{16} - \frac{y^2}{9}$ 在 $[-4, 4; -3, 3]$ 上的带底座的三维网格图。（马鞍面）

Notebook环境下的程序代码及运行结果如下：

```
x=-4:.05:4;
```

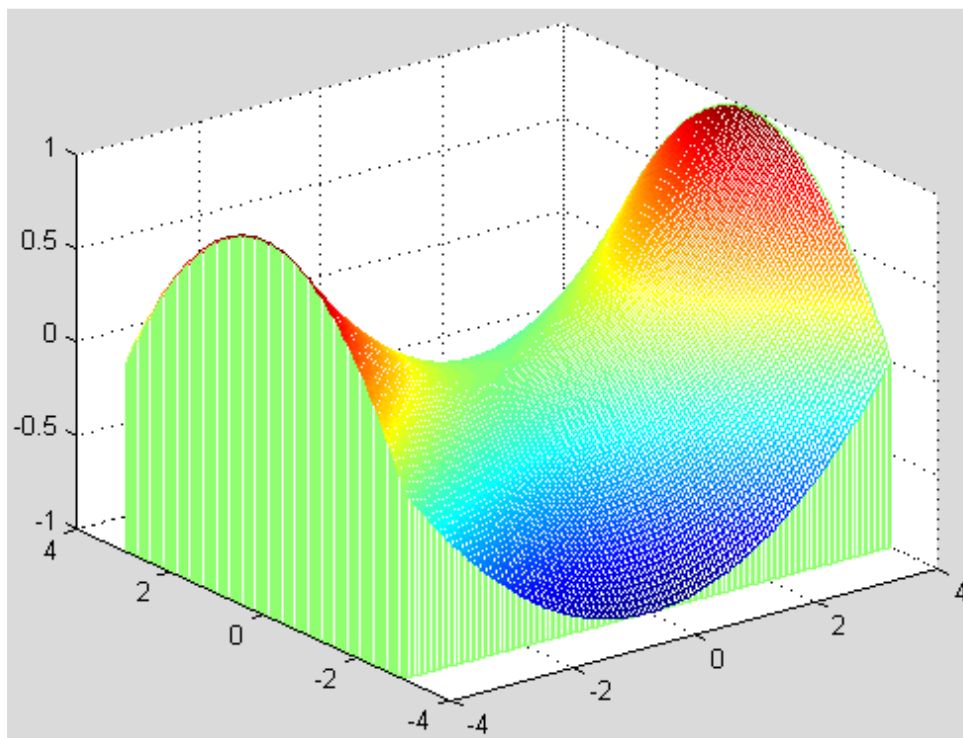
```
y=-3:.05:3;
```

```
[X,Y]=meshgrid(x,y);
```

```
Z=(X.^2)/16-(Y.^2)/9;
```

```
meshz(X,Y,Z)      %绘带底座的三维网格图
```

4.2 绘制三维网格图



4.3 绘制三维曲面图

例 5 绘制 $z = 5x^2 + 3y^2$ 在 $[-15, 15; -15, 15]$ 上的带等高线三维曲面图

```
x=-15:.8:15; y=x;
```

```
[X,Y]=meshgrid(x,y);
```

```
Z=5.*X.^2+3.*Y.^2;
```

```
surf(X,Y,Z)
```

```
title ('Z=5.*X.^2+3.*Y.^2带等高线曲面图')
```

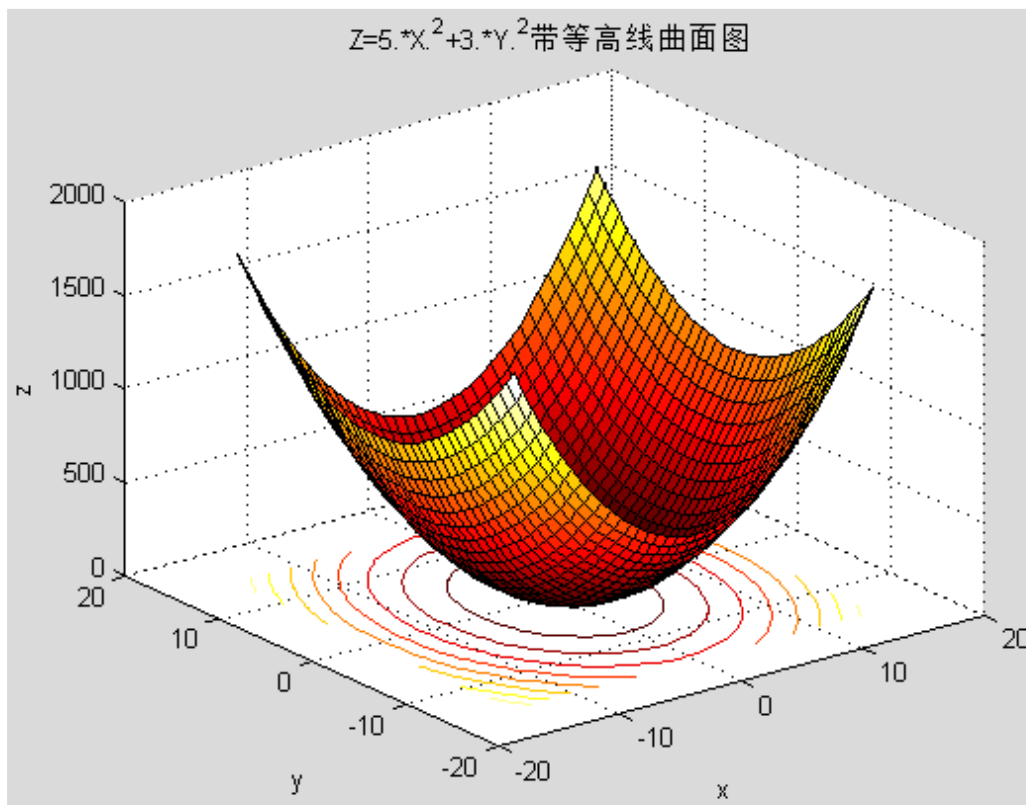
```
xlabel('x'),
```

```
ylabel('y')
```

```
zlabel('z')
```

```
axis on
```

4.3 绘制三维曲面图



上页

下页

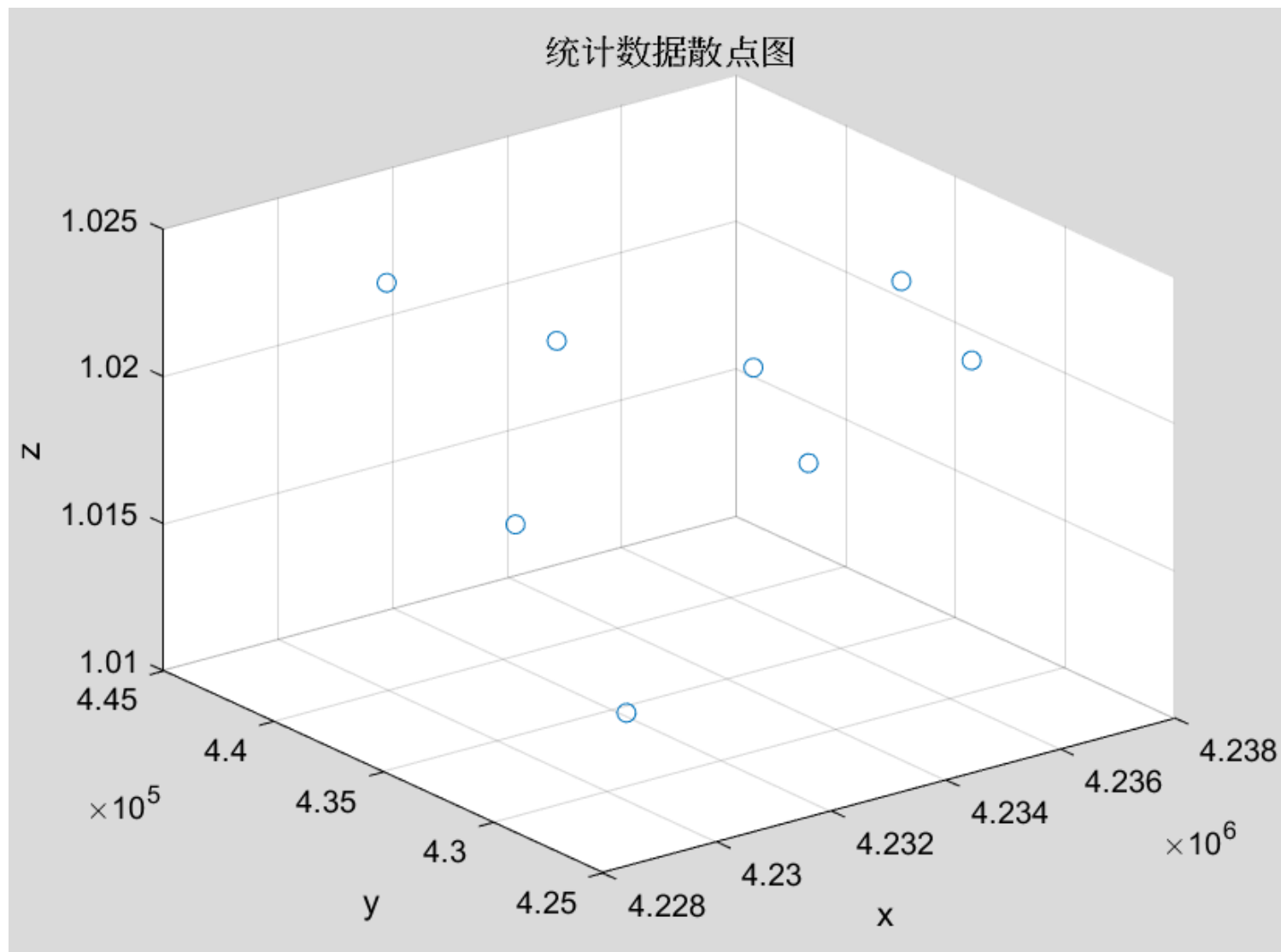
返回

4.4 绘制三维散点图

例 6 绘制给定三组数据的散点图

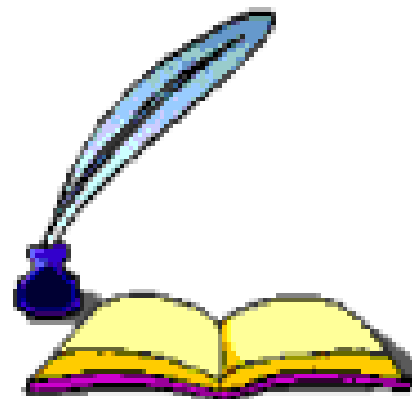
```
x=[4229042.63 4230585.02 4231384.96  
4231773.63 4233028.58 4233296.71  
4235869.68 4236288.29];  
y = [431695.4 441585.8 432745.6 436933.7  
428734.4 431946.3 428705.0 432999.5];  
z=[1.019 1.023 1.011 1.022 1.020 1.022  
1.022 1.023];  
scatter3(x,y,z)  
title('统计数据散点图')  
xlabel('x')  
ylabel('y')  
zlabel('z')
```

4.4 绘制三维散点图

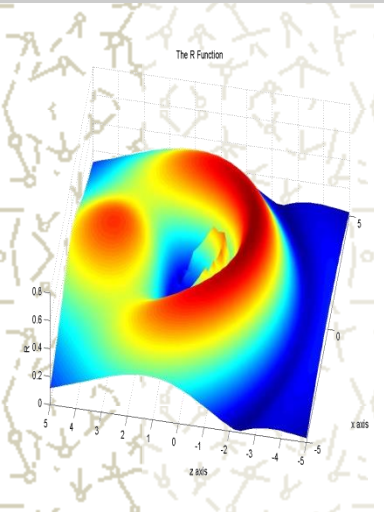
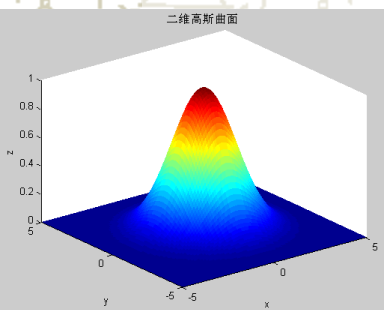


练习实验

实验报告二（1）



实验二 (2) 基于MATLAB的 三维高级绘图



- 🐛 第一部分 实验目的
- 🐛 第二部分 实验原理
- 🐛 第三部分 实验内容
- 🐛 第四部分 实验过程
- 🐛 第五部分 实验小结
- 🐛 第六部分 实验报告

选择章节

一、实验目的

1. 掌握MATLAB三维绘图命令的使用方法；
2. 掌握三维绘图的属性控制；
3. 掌握三维绘图的一般步骤；
4. 掌握特殊三维图形的绘制。

二、实验原理

MATLAB作图基本原理就是把栅格数据连接成网格面或三维曲面，然后通过颜色、视角、透视、裁剪等修饰手段对其进行加工，以逼真的图形效果展现给读者的一个过程。常见的二维绘图命令包括plot3、mesh、surf等基本绘图命令及stem3、peaks等特殊绘图命令，本实验中重点以mesh、surf为基本绘图命令，着重讲解**MATLAB**三维绘图的一般方法及步骤。

2.2 三维图形属性的控制

三维图形颜色、视角、裁剪、消隐等效果不能像二维绘图中通过自定义格式控制符**CS**的设置而实现，它需调用相应功能的控制命令而实现，下面将从颜色、视角、裁剪、透视与消隐、水线修饰等方面介绍**MATLAB**三维图形的属性控制。

2.2 三维图形属性的控制

2.2.1 颜色的控制

三维图形颜色的控制要通过调用颜色控制命令 `colormap` 及 `shading` 实现，其用法详见表2-2—表2-4.

表2-2 三维图形颜色控制命令及功能描述

命令	调用格式	功能描述
<code>colormap</code>	<code>colormap([R,G,B])</code>	以自定义颜色着色
	<code>colormap(MAP)</code>	以色图控制方式着色
<code>shading</code>	<code>shading faceted</code>	以截面式颜色分布方式着色
	<code>shading interp</code>	以插补式颜色分布方式着色
	<code>shading flat</code>	以平面式颜色分布方式着色

2.2 三维图形属性的控制

表 2-3 [R, G, B]值及其对应颜色

[R, G, B]值	颜 色	[R, G, B]值	颜 色
[0 0 0]	黑色	[0 0 1]	蓝色
[0 1 0]	绿色	[0 1 1]	浅蓝
[1 0 0]	红色	[1 0 1]	品红
[1 1 0]	黄色	[1 1 1]	白色
[0.5 0.5 0.5]	灰色	[0.5 0 0]	暗红色
[1 0.62 0.4]	铜色	[0.67 0 1]	紫色
[0.49 1 0.83]	宝石蓝		

表 2-4 色图函数及其色图类型

色图函数	色图类型	色图函数	色图类型
hsv	饱和度色图	jet	饱和度色图 II
hot	暖色色图	cool	冷色色图
bone	兰色色图	copper	铜色色图
pink	粉红色图	prism	光谱色图
gray	灰度色图	flag	红、白、蓝交替色图

颜色图名称	色阶
parula	
jet	
hsv	
hot	
cool	
spring	
summer	
autumn	
winter	
gray	
bone	
copper	
pink	
lines	
colorcube	
prism	
flag	
white	

2.2 三维图形属性的控制

2.2.2 视角的控制

三维图形因观察视角的不同，将会呈现不同的图形效果，灵活掌握三维图形视角的调整是实现三维作图非常重要的一个环节，视角的调节需通过命令**view**来实现，其用法见表2-5。

表2-5 三维图形视角调节命令view的用法

命令	调用格式	功能描述
view	view(az,el)	设置视角位置在 azimuth 角度和 elevation 角度确定的射线上
	view([x,y,z])	设置视角位置在[x,y,z]向量所指示的方向
	view(2)	默认的二维视图视角，相当于 az = 0, el = 90
	view(3)	默认的三维视图视角，相当于 az = -37.5, el = 30
	[az,el]=view	返回当前视图的视角 az 和 el

2.2 三维图形属性的控制

其中参数 az 和 el 分别表示方位角（与 $x=0$ 平面的夹角）和仰角（ $z=0$ 平面所成的方向角），其默认值分别为 -37.5° 和 30° ，其意义如图 2-1 所示。

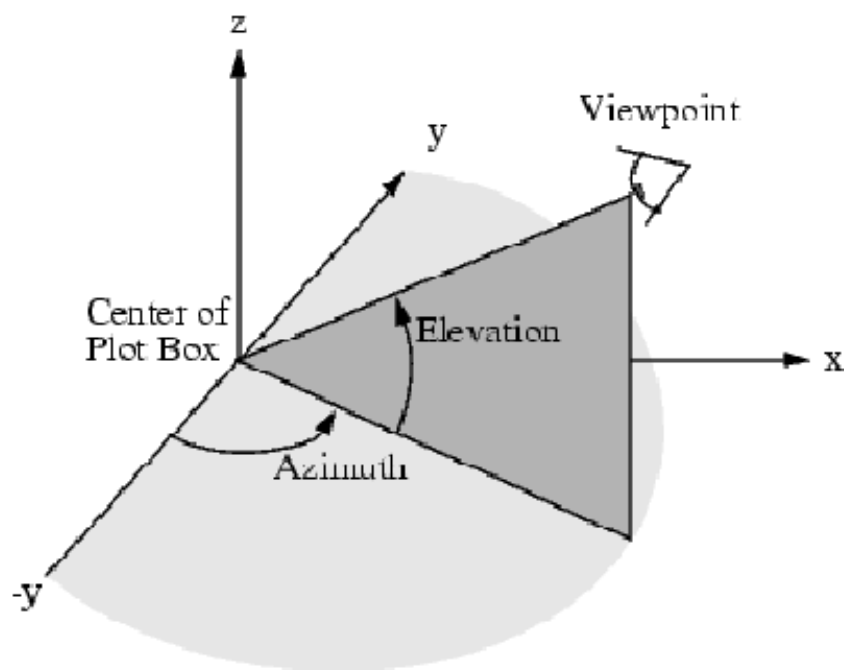


图 2-1 视角设置参数意义图示（来自 MATLAB 联机帮助）

2.2 三维图形属性的控制

2.2.3 图形的裁剪

根据观察或研究的需要，通常需要对一个空间曲面进行适当的裁剪，该功能一般通过命令nan来实现，其用法详见表2-6：

表2-6 三维图形裁剪命令nan的调用格式及功能描述

命令	调用格式	功能描述
nan	p(a:b,c:d)=nan	把p(a:b, c:d)部分裁减
	Z(f (X,Y) <=m) = nan	从原图像中把f (X,Y) <=m部分裁减

2.2 三维图形属性的控制

2.2.4 透视与消隐

在MATLAB的三维绘图中，常常需要显示（隐藏）被前面图形遮挡的后面图形部分，该功能的实现需借助命令hidden来实现，详见表2-7：

表2-7 透视与消隐命令hidden的调用格式及功能描述

命令	调用格式	功能描述
hidden	hidden on	去掉网格曲面的隐藏线
	hidden off	显示网格曲面的隐藏线

2.2 三维图形属性的控制

2.2.5 水线修饰

调用waterfall函数绘制三维表面网格图，可以产生瀑布效果，其用法详见表2-8:

表2-8 waterfall调用格式及功能描述

命令	调用格式	功能描述
waterfall	waterfall(X,Y,Z)	绘制三维瀑布图

三、实验内容

例 6 用你喜欢的颜色及红、白、蓝色图分别控制 $z = \frac{\sin\sqrt{x^2+y^2}}{\sqrt{x^2+y^2}}$ 在 $[-7, 7; -7, 7]$ 上

三维曲面图的颜色.

例 7 在子图窗口中分别绘制在不同视角多峰函数 peaks 的图形.

例 8 裁剪多峰函数图形中自变量落在(30: 40, 20: 30)的部分.

例 9 从 $z = \frac{x^2}{16} - \frac{y^2}{9}$ 在 $[-4, 4; -3, 3]$ 上的带底座的三维网格图中挖去 $x^2 + y^2 \leq z^2$ 部分.

例 10 绘制 $z = \frac{\sin\sqrt{x^2+y^2}}{\sqrt{x^2+y^2}}$ 在 $[-7, 7; -7, 7]$ 上的瀑布图.

四、实验过程

4.4 三维图形属性控制

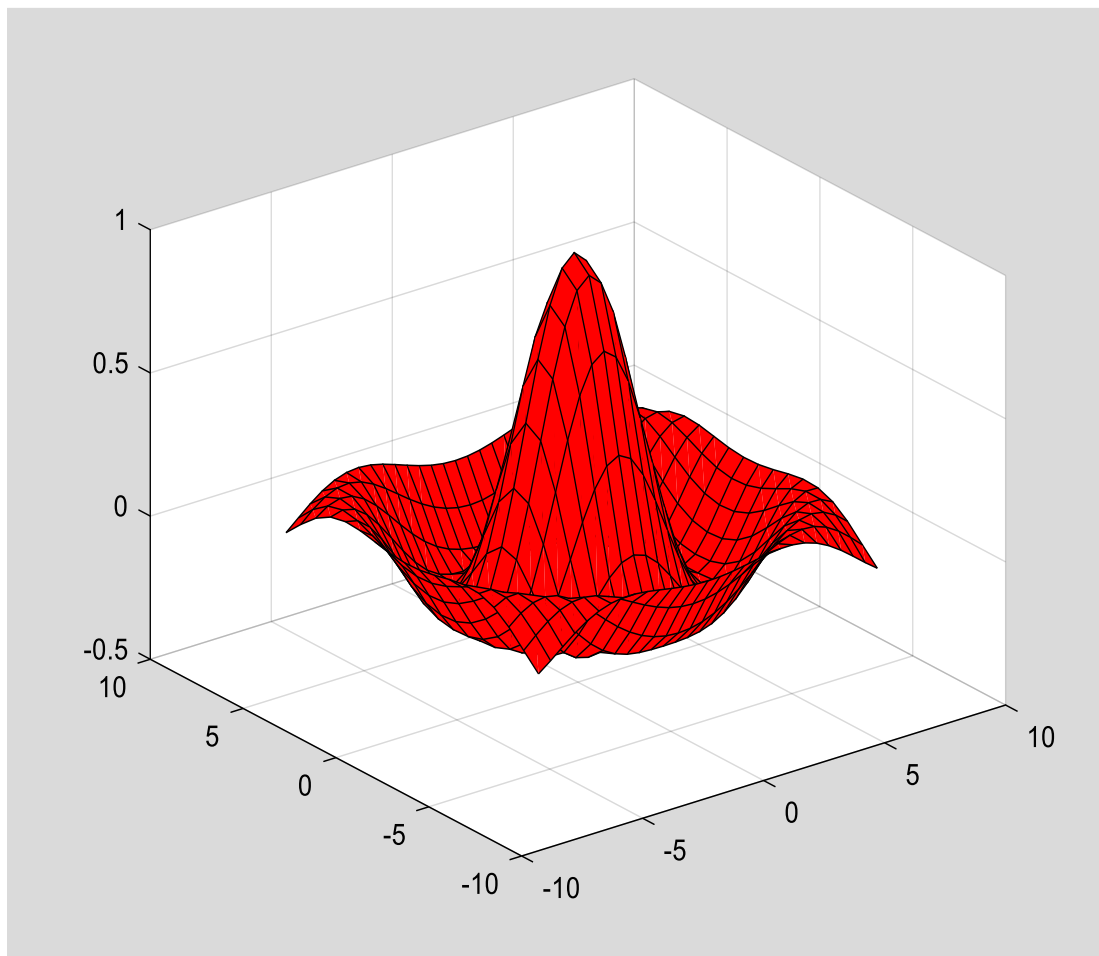
例 6 用你喜欢的颜色及红、白、蓝色图控制 $z = \frac{\sin\sqrt{x^2+y^2}}{\sqrt{x^2+y^2}}$ 在 $[-7, 7; -7, 7]$ 上三维

曲面图的颜色。

Notebook 环境下的程序代码如下：

```
x=-7:0.5:7;  
y=-7:0.8:7;  
[X,Y]=meshgrid(x,y);  
R=sqrt(X.^2+Y.^2)+eps;  
Z=sin(R)./R;  
surf(X,Y,Z)  
colormap([1 0 0])    %自定义单色控制
```





上页

下页

返回

四、实验过程

4.4 三维图形属性控制

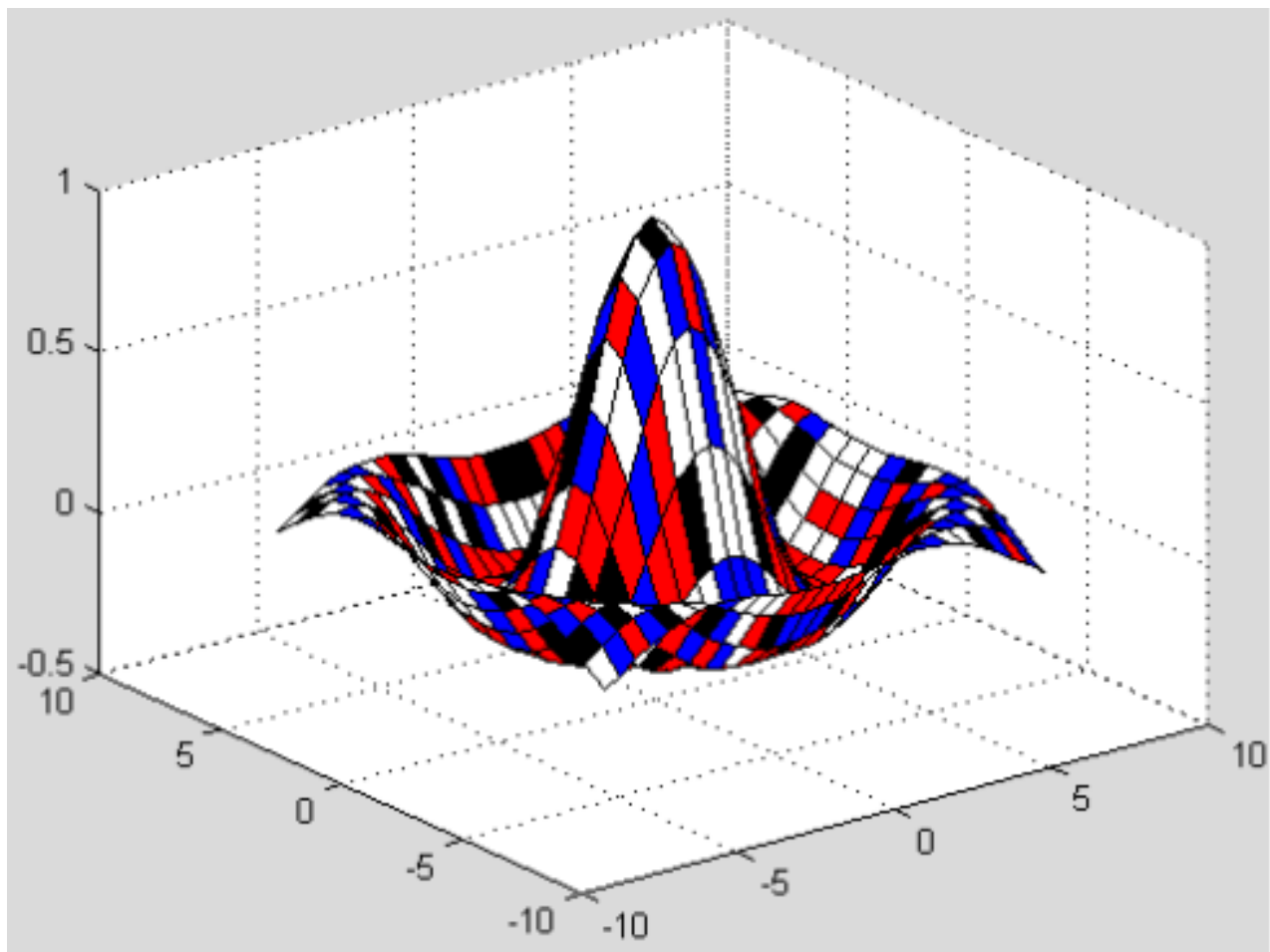
例 6 用你喜欢的颜色及红、白、蓝色图控制 $z = \frac{\sin\sqrt{x^2+y^2}}{\sqrt{x^2+y^2}}$ 在 $[-7, 7; -7, 7]$ 上三维

曲面图的颜色.

Notebook 环境下的程序代码如下:

```
x=-7:0.5:7;  
y=-7:0.8:7;  
[X,Y]=meshgrid(x,y);  
R=sqrt(X.^2+Y.^2)+eps;  
Z=sin(R)./R;  
surf(X,Y,Z)  
colormap(flag)    %色图控制
```





上页

下页

返回

四、实验过程

4.4 三维图形属性控制

例 6 用你喜欢的颜色及红、白、蓝色图控制 $z = \frac{\sin\sqrt{x^2+y^2}}{\sqrt{x^2+y^2}}$ 在 $[-7, 7; -7, 7]$ 上三维

曲面图的颜色.

Notebook 环境下的程序代码如下:

```
x=-7:0.5:7;
```

```
y=-7:0.8:7;
```

```
[X,Y]=meshgrid(x,y);
```

```
R=sqrt(X.^2+Y.^2)+eps;
```

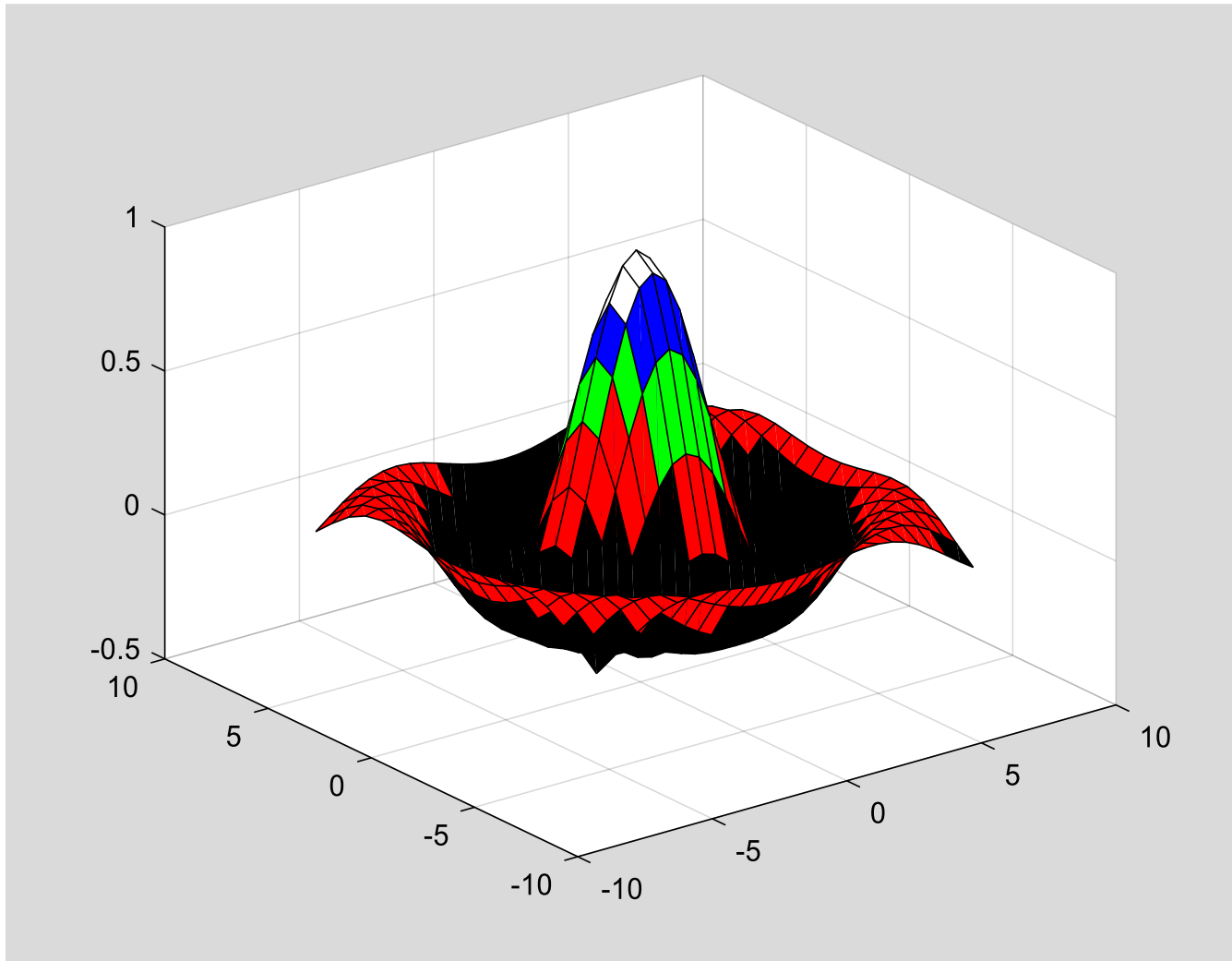
```
Z=sin(R)./R;
```

```
surf(X,Y,Z)
```

```
mymap = [0 0 0;1 0 0;0 1 0;0 0 1;1 1 1];
```

```
colormap(mymap) %用自创建的颜色图着色
```





上页

下页

返回

四、实验过程

例7 在子图窗口中分别绘制在不同视角多峰函数 peaks 的图形.

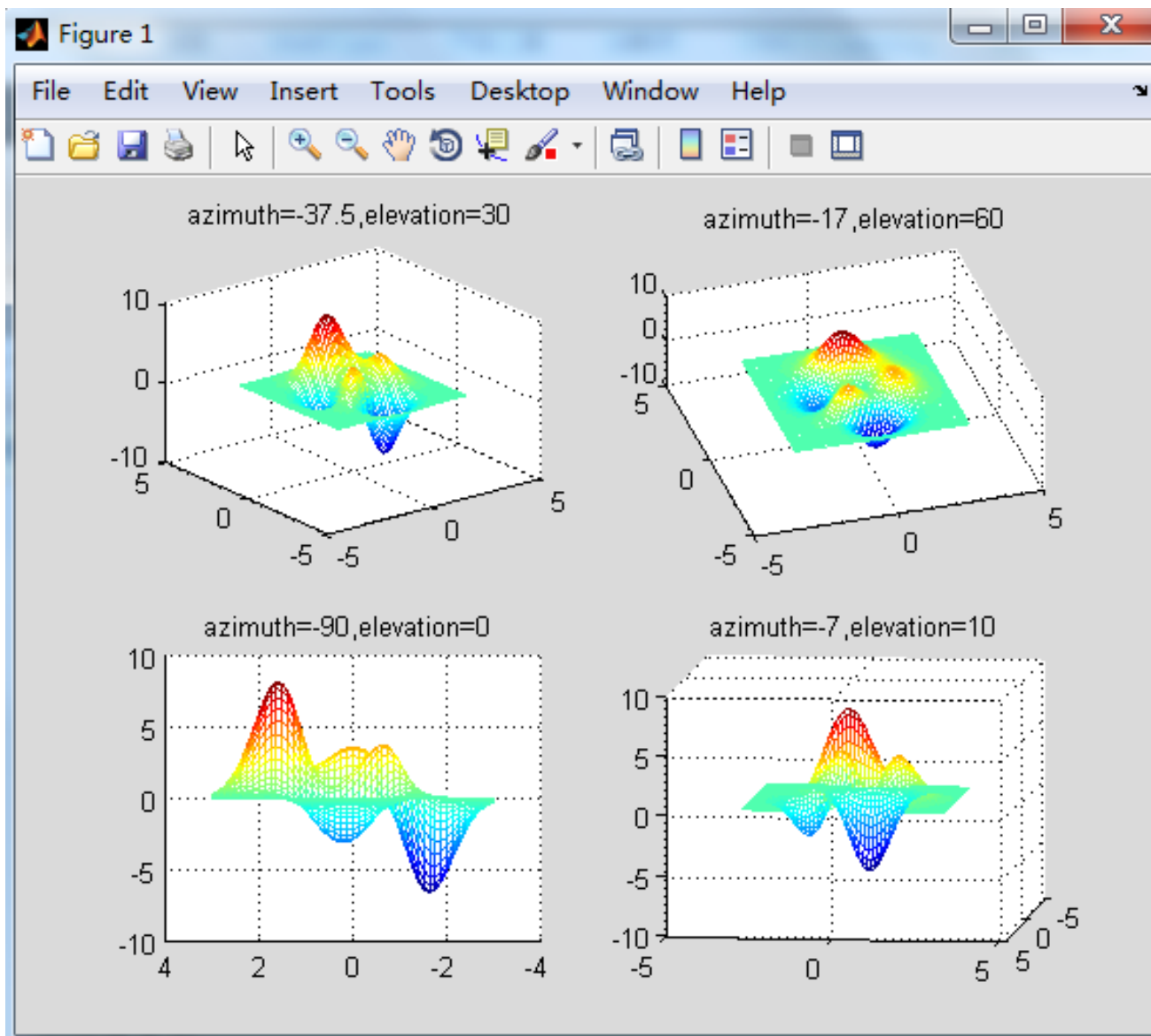
Notebook 环境下的程序代码如下

```
[X,Y,Z]=peaks; %peaks为系统提供的多峰函数  
subplot(2,2,1);  
mesh(X,Y,Z);  
view(-37.5,30); %指定子图1的视角  
title('azimuth=-37.5,elevation=30');
```



四、实验过程

```
subplot(2,2,2);  
mesh(X,Y,Z);  
view(-17,60); %指定子图2的视角  
title('azimuth=-17,elevation=60');  
subplot(2,2,3);  
mesh(X,Y,Z);  
view(-90,0); %指定子图3的视角  
title('azimuth=-90,elevation=0');  
subplot(2,2,4);  
mesh(X,Y,Z);  
view(-7,-10); %指定子图4 的视点  
title('azimuth=-7,elevation=10');
```



上页

下页

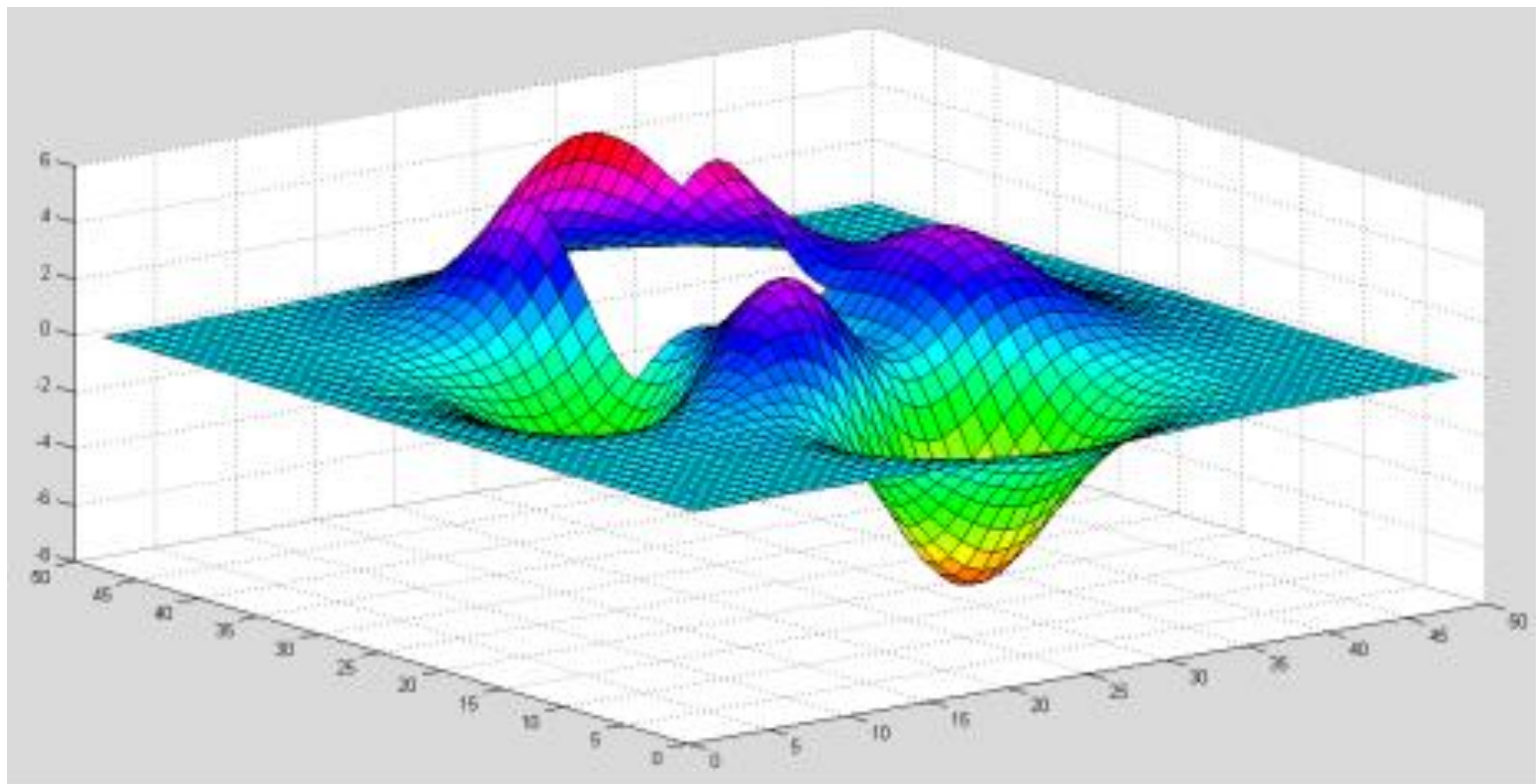
返回

四、实验过程

例8 裁剪多峰函数图形中自变量落在
(30:40, 20:30)的部分。

Notebook环境下的程序代码及运行结果如下：

```
clf  
  
p=peaks;  
  
p(30:40,20:30)=nan;  
  
surf(p)
```



四、实验过程

例 9 从 $z = \frac{x^2}{16} - \frac{y^2}{9}$ 在 $[-4, 4; -3, 3]$ 上的带底座的三维网格图中挖去 $x^2 + y^2 \leq z^2$ 部分.

Notebook 环境下的程序代码如下

```
x=-4:.05:4;
```

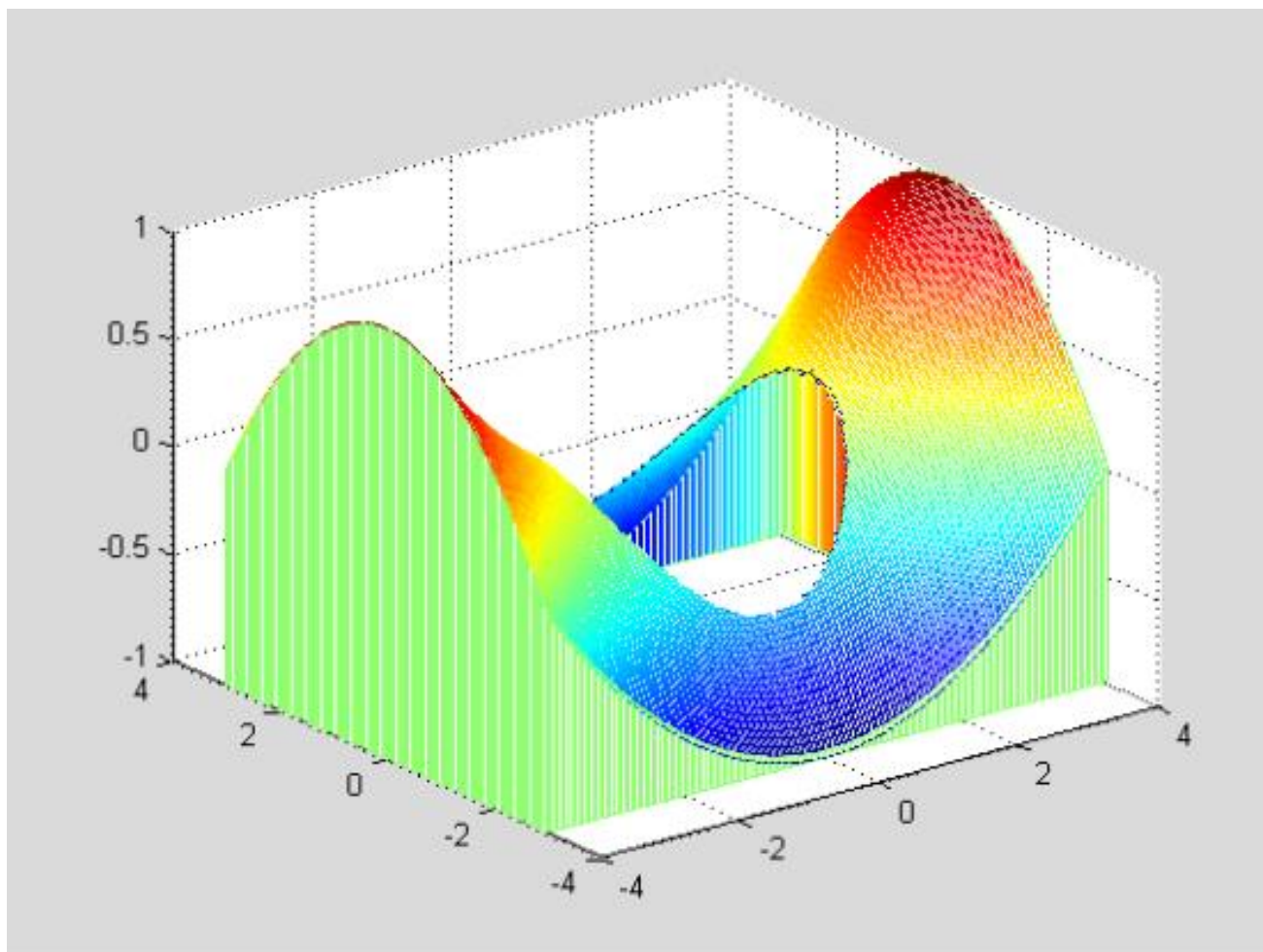
```
y=-3:.05:3;
```

```
[X,Y]=meshgrid(x,y); %meshgrid网线坐标值计算函数,[X,Y]表示坐标矩阵
```

```
Z=(X.^2)/16-(Y.^2)/9; %Z表示坐标矩阵
```

```
Z((X.^2 + Y.^2 <=2.^2) ) = nan;
```

```
meshz(X,Y,Z)
```



上页

下页

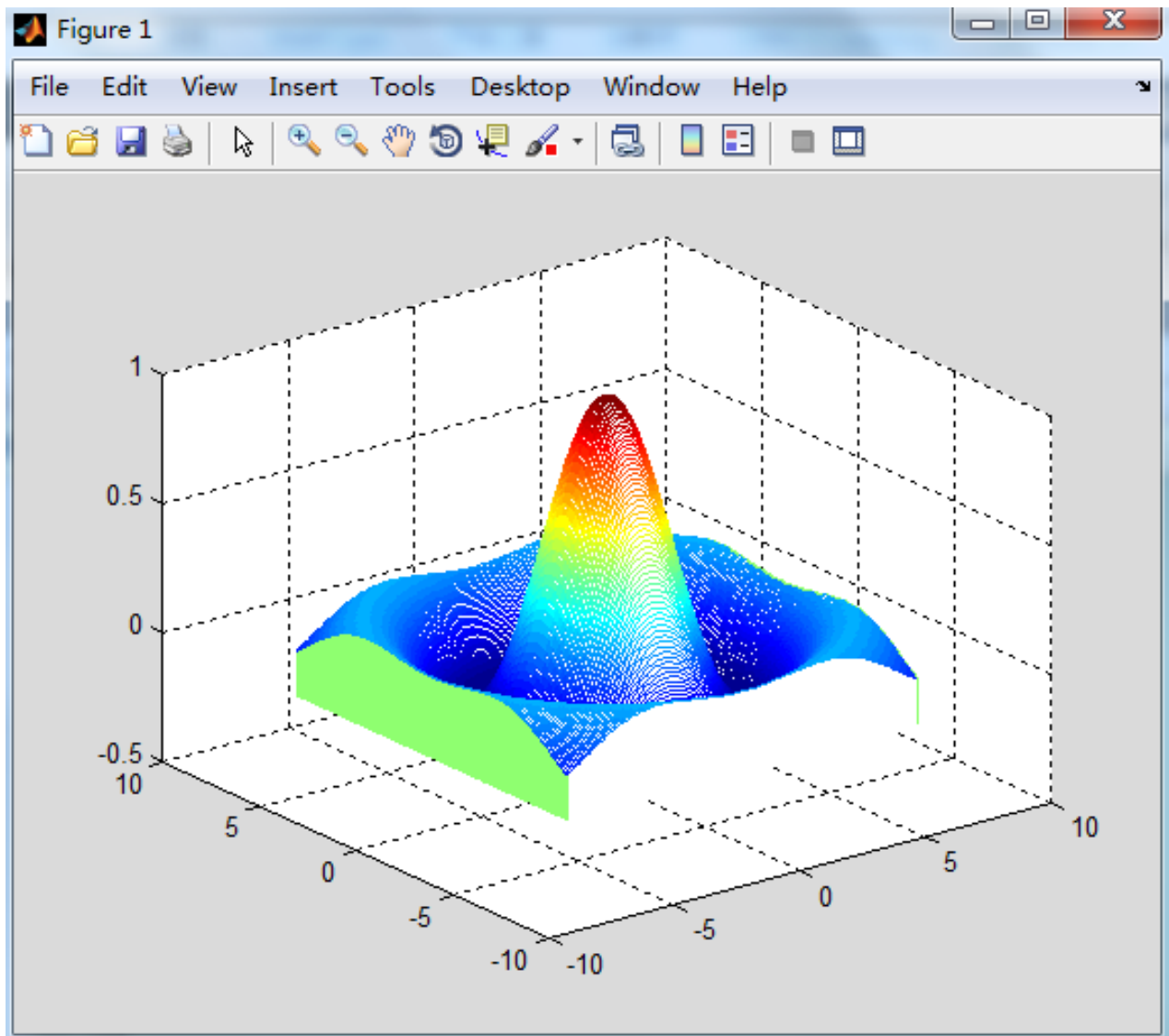
返回

四、实验过程

例 10 绘制 $z = \frac{\sin\sqrt{x^2+y^2}}{\sqrt{x^2+y^2}}$ 在 $[-7, 7; -7, 7]$ 上的瀑布图.

Notebook 环境下的程序代码如下

```
clf
x=-7:0.1:7;
y=-7:0.05:7;
[X,Y]=meshgrid(x,y);
R=sqrt(X.^2+Y.^2)+eps;
Z=sin(R)./R;
waterfall(X,Y,Z)
```

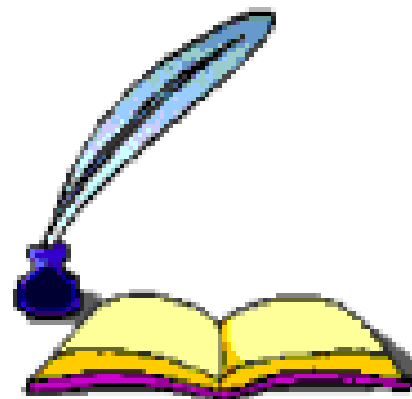
上页

下页

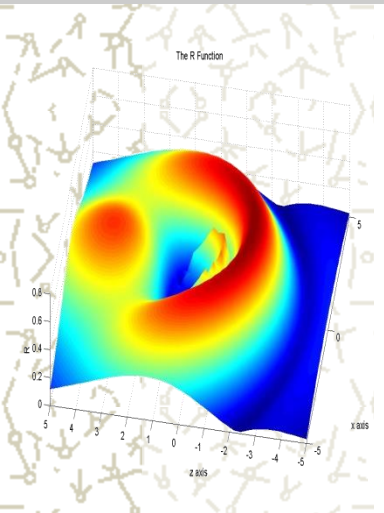
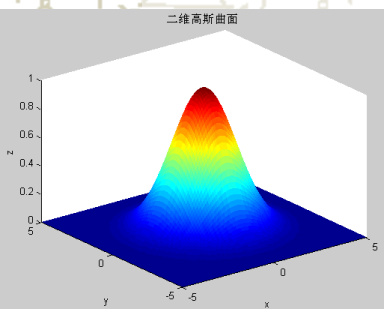
返回

练习实验

实验报告二（2）



实验二(3) 基于MATLAB的三维特殊绘图



- 🐛 第一部分 实验目的
- 🐛 第二部分 实验原理
- 🐛 第三部分 实验内容
- 🐛 第四部分 实验过程
- 🐛 第五部分 实验小结
- 🐛 第六部分 实验报告

选择章节

一、实验目的

1. 掌握MATLAB三维绘图命令的使用方法；
2. 掌握三维绘图的属性控制；
3. 掌握三维绘图的一般步骤；
4. 掌握特殊三维图形的绘制。

二、实验原理

MATLAB作图基本原理就是把栅格数据连接成网格面或三维曲面，然后通过颜色、视角、透视、裁剪等修饰手段对其进行加工，以逼真的图形效果展现给读者的一个过程。常见的二维绘图命令包括`plot3`、`mesh`、`surf`等基本绘图命令及`stem3`、`peaks`等特殊绘图命令，本实验中重点以`mesh`、`surf`为基本绘图命令，着重讲解**MATLAB**三维绘图的一般方法及步骤。

2.6 特殊三维图形的绘制

利用MATLAB还可以绘制一些特殊三维图形，其常见的命令如表2-11所示：

表2-11 MATLAB常见特殊二维图形的绘图命令及功能

命令	功能	命令	功能
peaks	多峰函数曲面	pie3	三维饼图
cylinder	圆柱面	sphere	球面
stem3	三维火柴杆曲面	bar3	三维直方图

三、实验内容

3.5 特殊三维图形的绘制

例6 以不同的方式绘制三维测试图。

例7 在 $[0, 2\pi]$ 上绘制以 $2 + \sin(t)$ 为母线的圆柱体。

例8 绘制一个30等分的球体。

例9 绘制一个30等分的球体并着色。

例10 绘制一个三维饼图。

三、实验内容

3.5 特殊三维图的绘制

例 11 绘制 $\begin{cases} x = e^{\frac{t}{10}} \cos t \\ y = e^{\frac{t}{10}} \sin t \end{cases} t \in (0, 6\pi)$ 的三维火柴杆图.

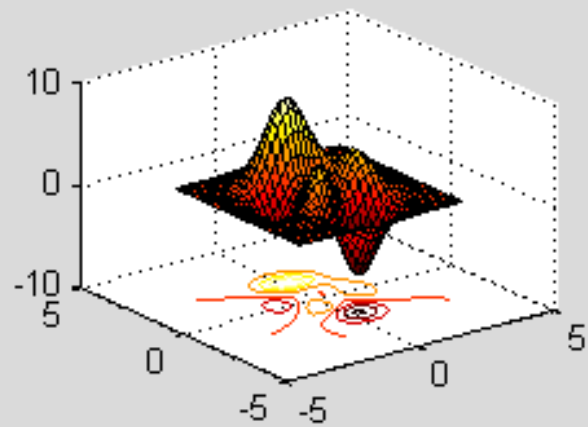
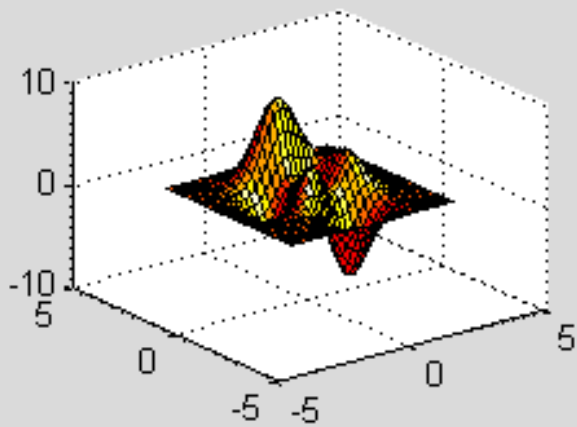
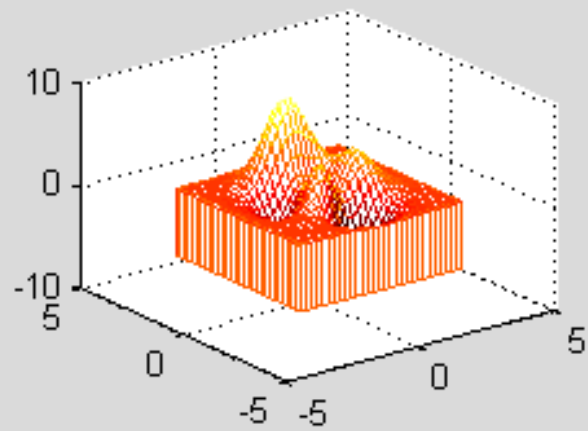
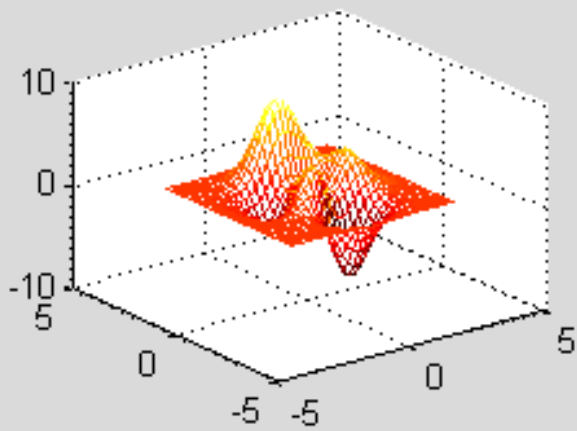
例 12 绘制大小各异的一对同心球体，运用三维绘图的各种修饰手段，制作一个玲珑球.

四、实验过程

例6 以不同的方式绘制三维测试图。

Notbook环境下的程序代码及运行结果如下：

```
[X,Y,Z]=peaks(30);  
subplot(2,2,1);mesh(X,Y,Z);  
subplot(2,2,2);meshz(X,Y,Z);  
subplot(2,2,3);surfl(X,Y,Z)  
subplot(2,2,4);surfc(X,Y,Z)
```



上页

下页

返回

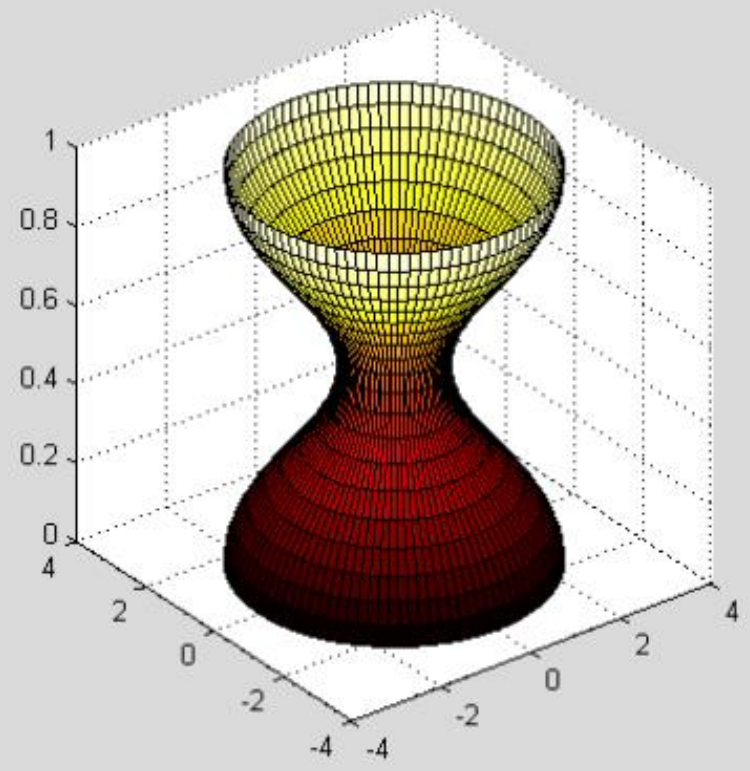
四、实验过程

例7 在 $[0, 2\pi]$ 上绘制以 $2 + \sin(t)$ 为母线的圆柱体。

Notbook环境下的程序代码及运行结果如下：

```
t=0:pi/10:2*pi;  
[x,y,z]=cylinder(2+sin(t),100);  
surf(x,y,z)  
axis square  
title('圆柱示例图')
```

圆柱示例图



四、实验过程

例8 绘制一个30等分的球体。

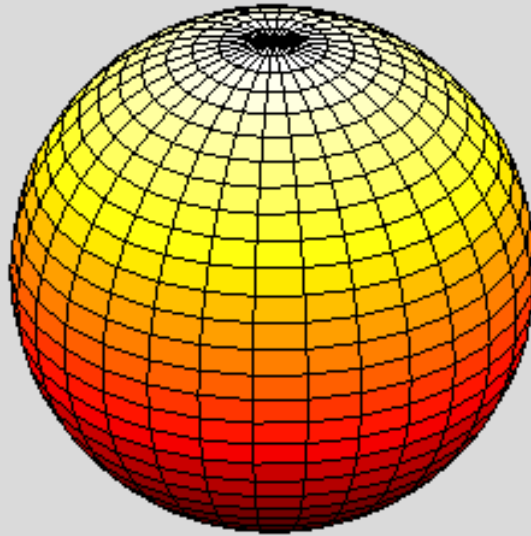
Notebook环境下的程序代码及运行结果如下：

```
[X,Y,Z]=sphere(30);
```

```
surf(X,Y,Z);
```

```
title('球面示例图')
```

球面示例图



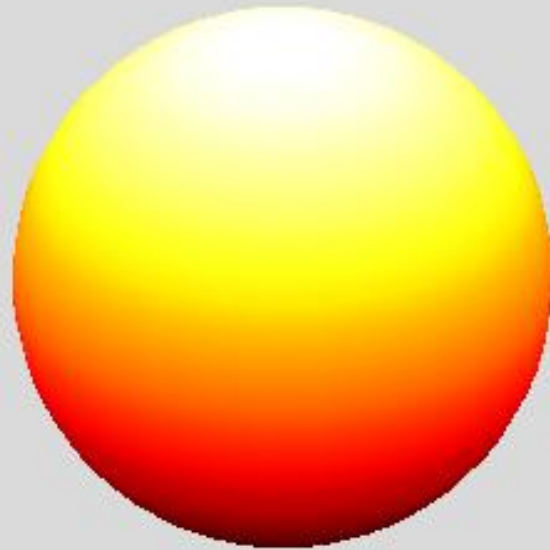
四、实验过程

例9 绘制一个30等分的球体并着色。

Notebook环境下的程序代码及运行结果如下：

```
[X,Y,Z]=sphere(30);  
surf(X,Y,Z);  
shading interp  
colormap(hot)  
hidden off  
axis equal  
axis off  
title ('球面着色示例图')
```

球面着色示例图



上页

下页

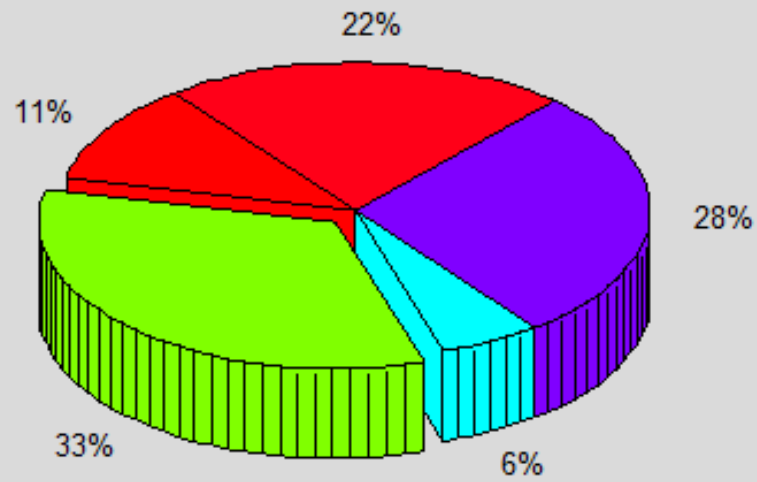
返回

四、实验过程

例10 绘制一个三维饼图。

Notebook环境下的程序代码及运行结果如下：

```
x = [1 3 0.5 2.5 2];  
y = [0 1 0 0 0];  
pie3(x,y)  
colormap hsv
```

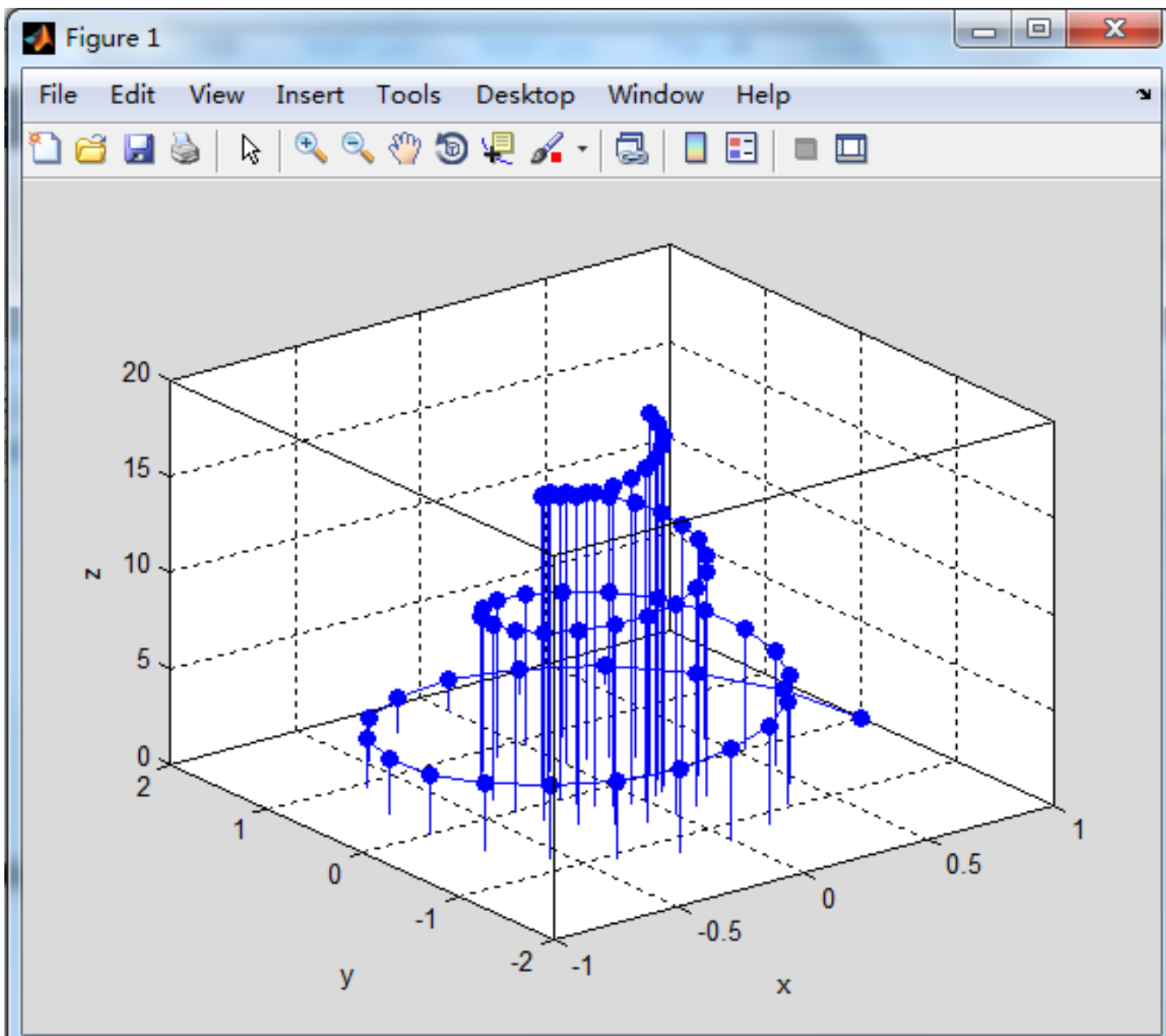


四、实验过程

例 11 绘制 $\begin{cases} x = e^{-\frac{t}{10}} \cos t \\ y = e^{-\frac{t}{10}} \sin t \end{cases} t \in (0, 6\pi)$ 的三维火柴杆图。

Notebook环境下的程序代码及运行结果如下：

```
t=0:pi/10:6*pi;  
x=exp(-t/10).*cos(t);  
y=exp(-t/10).*sin(t);  
stem3(x,y,t,'filled')  
hold on  
plot3(x,y,t)  
xlabel('x'),  
ylabel('y')  
zlabel('z')
```



上页

下页

返回

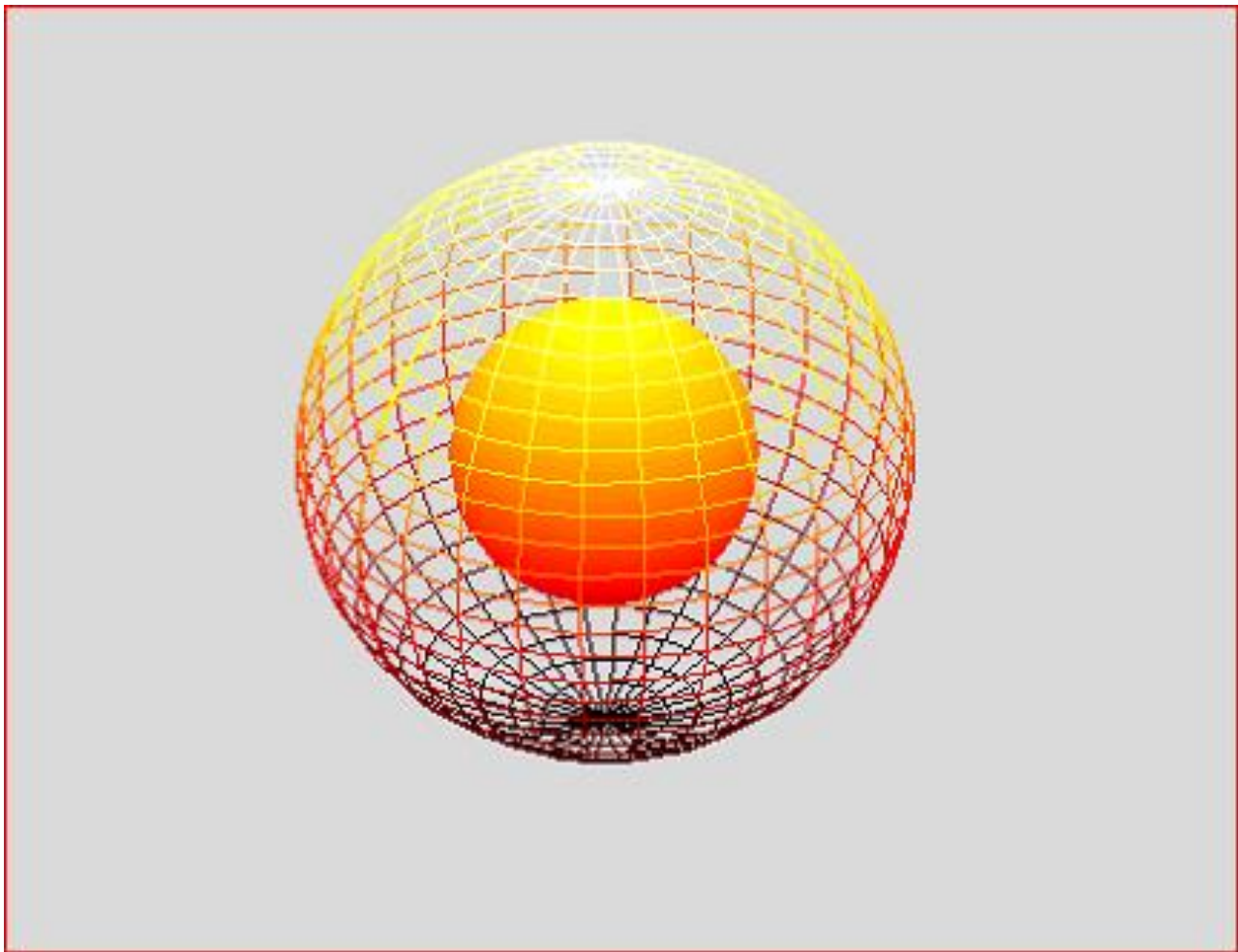
四、实验过程

例12 绘制大小各异的一对同心球体，运用三维绘图的各种修饰手段，制作一个玲珑球。

Notebook环境下的程序代码及运行结果如下：

```
[X0,Y0,Z0]=sphere(30);  
X=2*X0;Y=2*Y0;Z=2*Z0;  
surf(X0,Y0,Z0);  
shading interp  
hold on  
mesh(X,Y,Z)  
colormap(hot)  
hold off  
hidden off  
axis equal  
axis off  
title('晶莹剔透的玲珑球')
```





上页

下页

返回

四、实验过程

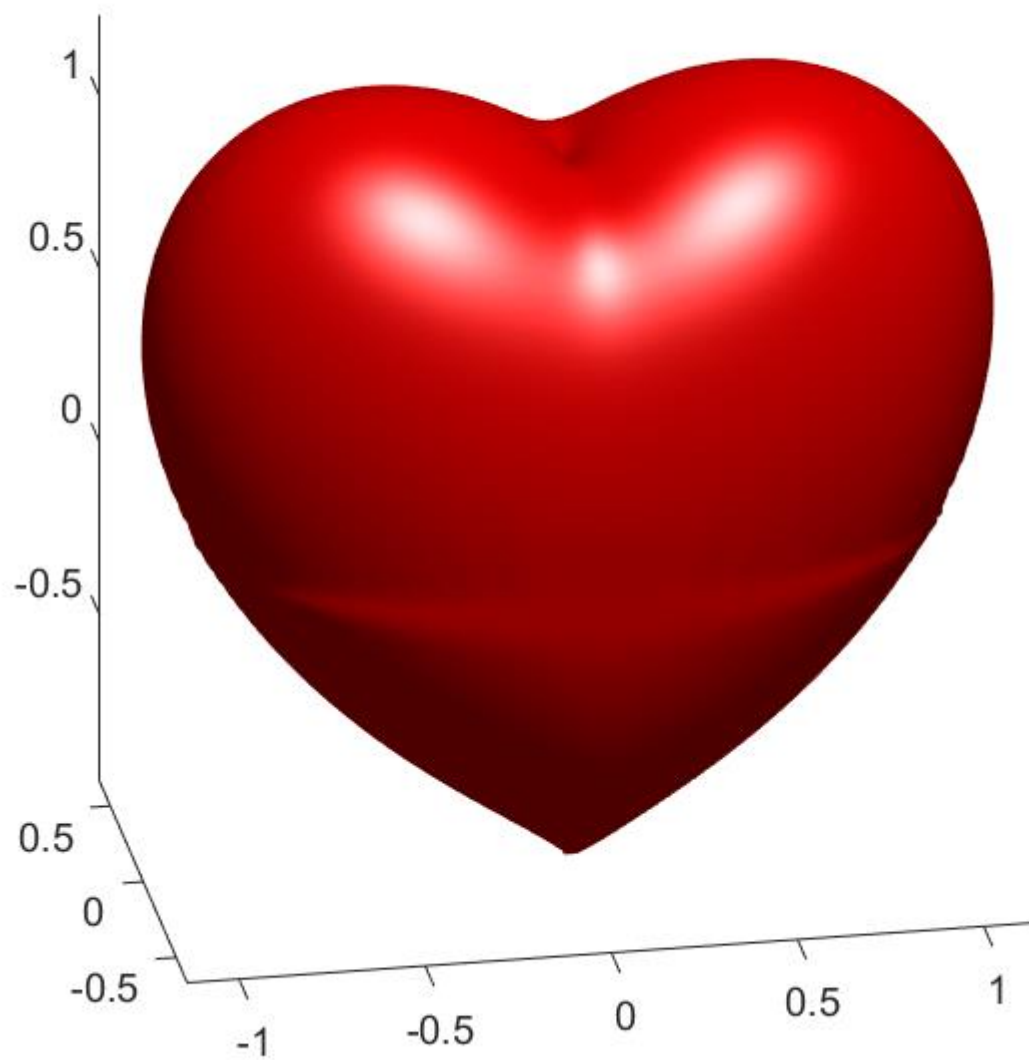
例13 绘制三维心形图。

Notbook环境下的程序代码及运行结果如下：

```
[x,y,z]=meshgrid(linspace(-1.3,1.3));  
val=(x.^2+(9/4)*y.^2+z.^2-1).^3-x.^2.*z.^3-  
(9/80)*y.^2.*z.^3;  
%三维心形函数  
isosurface(x,y,z,val,0)%等值曲面绘图函数  
axis equal  
view(-10,24)  
colormap flag  
title ('火热的心')
```

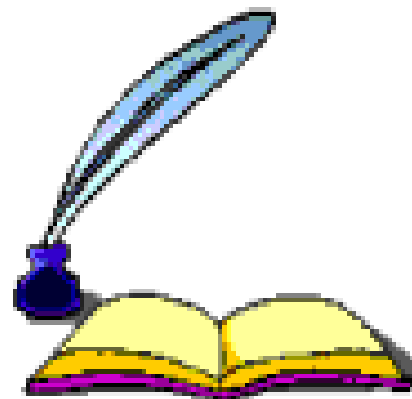


火热的心

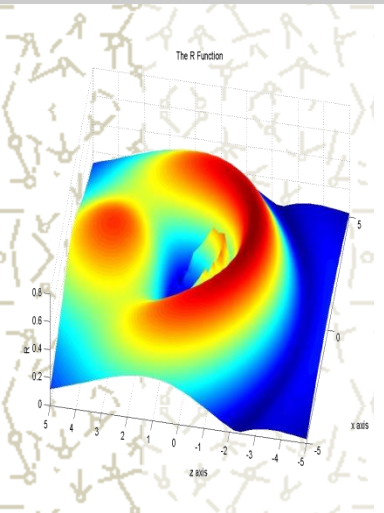
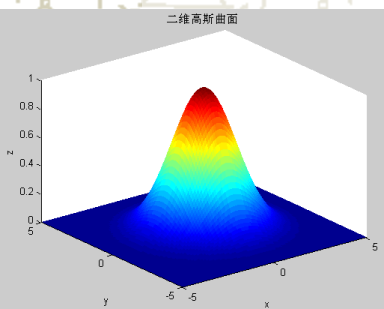


练习实验

实验报告二（3）



实验三(1) 基于MATLAB的微分计算



- 🐛 第一部分 实验目的
- 🐛 第二部分 实验原理
- 🐛 第三部分 实验内容
- 🐛 第四部分 实验过程
- 🐛 第五部分 实验小结
- 🐛 第六部分 实验报告

选择章节

一、实验目的

1. 熟悉MATLAB软件的基本操作；
2. 掌握函数与极限、求导、偏导数、不定积分、定积分和重积分、级数求和、幂级数展开等问题的有关MATLAB操作命令及使用方法；
3. 学会利用MATLAB软件对微积分方面的问题进行分析研究；
4. 学会利用MATLAB软件解决一元和多元函数微积分方面的实际问题。

二、实验原理

总结和归纳微积分中所涉及到的：求极限、导数、偏导数、不定积分、定积分和重积分、极值、级数求和、幂级数展开等计算的常见的**MATLAB**命令及调用格式，给出其通用计算模板。

3.1 极限问题的求解

表3-1求一元函数和多元函数极限的命令及调用格式

命令	调用格式	功能
limit	limit(f)	计算一元函数极限 $\lim_{x \rightarrow 0} f(x)$
limit	limit(f,x,a) 或 limit(f,a)	计算一元函数极限 $\lim_{x \rightarrow a} f(x)$
limit	limit(f,x,inf)或 limit(f,inf)	计算一元函数极限 $\lim_{x \rightarrow \infty} f(x)$
limit	limit(f,x,a,'right')或 limit(f,x,a,'left')	计算一元函数单侧极限 $\lim_{x \rightarrow a^+} f(x)$ 或 $\lim_{x \rightarrow a^-} f(x)$
limit	limit(limit(f,x,a),y,b)或 limit(limit(f,y,b),x,b)	计算二元函数 $\lim_{\substack{x \rightarrow a \\ y \rightarrow b}} f(x, y)$

3.2 求函数的导数

表3-2求一元函数和多元函数导数或偏导数的命令及调用格式

命令	调用格式	功 能
diff	diff(f)或 diff(f,x)	对函数 $f(x)$ 求关于变量 x 的导数
	diff(f,x,n)	对函数 $f(x)$ 求关于变量 x 的 n 阶导数
	diff (diff(f,x,m),y,n) 或 diff (diff(f,y,n),x,m)	对二元函数 $f(x, y)$ 求 $\frac{\partial^{m+n} f}{\partial x^m \partial y^n}$ 注:对自变量个数大于等于 3 的多元函数 求偏导数的命令格式类似

三、实验内容

例 1 计算极限

$$(1) \lim_{x \rightarrow 0} \frac{\sin x}{x}; \quad (2) \lim_{x \rightarrow \infty} x(1 + \frac{a}{x})^x \sin \frac{b}{x}; \quad (3)$$

$$\lim_{x \rightarrow 0^+} \frac{\ln \cot x}{\ln x}; \quad (4) \quad \lim_{\substack{x \rightarrow 2 \\ y \rightarrow 0}} \frac{xy}{\sqrt{xy+1}-1}.$$

例 2 计算

(1) 求 $y = (x^2 + 4x + 3)\sin x$ 的导数 y' ,

$y^{(2)}$ 和 $y^{(10)}$;

(2) 求 $z = x \sin(x^2 + y^2)$ 的二阶偏导数;

(3) 已知 $f(x, y, z) = \sin(x^2 y)e^{-x^2 y - z^2}$,

求 $\frac{\partial^6 f}{\partial x^3 \partial y^2 \partial z}$.



四、实验过程

例 1 计算极限

解 (1) $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\sin x}{x}$;

Notebook 环境下程序代码及运行结果如下:

```
syms x ;           %创建符号变量
y=sin(x) ./x;      %定义函数
limit(y,x,0)       %求极限
```


四、实验过程

例 1 计算极限

解 (1) $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\sin x}{x}$;

Notebook 环境下程序代码及运行结果如下:

```
syms x ;                %创建符号变量
y=sin(x) ./x;          %定义函数
limit(y,x,0)           %求极限
```

ans =

1



四、实验过程

$$(2) \lim_{x \rightarrow \infty} x \left(1 + \frac{a}{x}\right)^x \sin \frac{b}{x} ;$$

Notebook 环境下程序代码及运行结果如下：

```
syms x a b;
```

%创建多个符号变量

```
f=x*(1+a/x)^x*sin(b/x);
```

```
limit(f,x,inf)
```

%inf表示正无穷大

四、实验过程

$$(2) \lim_{x \rightarrow \infty} x \left(1 + \frac{a}{x}\right)^x \sin \frac{b}{x} ;$$

Notebook 环境下程序代码及运行结果如下：

```
syms x a b;                                %创建多个符号变量  
f=x*(1+a/x)^x*sin(b/x);  
limit(f,x,inf)                            %inf表示正无穷大  
  
ans =  
b*exp(a)
```

四、实验过程

$$(3) \lim_{x \rightarrow 0^+} \frac{\ln \cot x}{\ln x};$$

Notebook 环境下程序代码及运行结果如下:

```
syms x; %创建一个符号变量
f=log(cot(x))/log(x);
limit(f,x,0,'right') %求x趋向于0的右极限
```

四、实验过程

$$(3) \lim_{x \rightarrow 0^+} \frac{\ln \cot x}{\ln x};$$

Notebook 环境下程序代码及运行结果如下:

```
syms x; %创建一个符号变量
f=log(cot(x))/log(x);
limit(f,x,0,'right') %求x趋向于0的右极限
```

```
ans =
-1
```



四、实验过程

$$(4) \lim_{\substack{x \rightarrow 2 \\ y \rightarrow 0}} \frac{xy}{\sqrt{xy+1}-1};$$

Notebook 环境下程序代码及运行结果如下：

```
syms x y ;                                %创建多个符号变量  
f=(x*y)/(sqrt(x*y+1)-1);  
limit(limit(f,x,2),y,0)                 %求x→2 y→0时的极限
```



四、实验过程

$$(4) \lim_{\substack{x \rightarrow 2 \\ y \rightarrow 0}} \frac{xy}{\sqrt{xy+1}-1};$$

Notebook 环境下程序代码及运行结果如下：

```
syms x y ; %创建多个符号变量
f=(x*y)/(sqrt(x*y+1)-1);
limit(limit(f,x,2),y,0) %求x→2 y→0时的极限
```

```
ans =
```

```
2
```



四、实验过程

例 2 (1) 求 $y = (x^2 + 4x + 3)\sin x$ 的导数 y' , y'' 和 $y^{(10)}$;

解 (1) Notebook 环境下程序代码及运行结果如下:

```
syms x;                %创建一个符号变量
y=sin(x)*(x^2+4*x+3);
y1=diff(y,x)
y2=diff(y,x,2)
y10=diff(y,x,10)
```


四、实验过程

例 2 (1) 求 $y = (x^2 + 4x + 3)\sin x$ 的导数 y' , y'' 和 $y^{(10)}$;

解 (1) Notebook 环境下程序代码及运行结果如下:

```
y1 =  
cos(x)*(x^2 + 4*x + 3) + sin(x)*(2*x + 4)  
y2 =  
2*sin(x) - sin(x)*(x^2 + 4*x + 3) + 2*cos(x)*(2*x  
+ 4)  
y10 =  
90*sin(x) - sin(x)*(x^2 + 4*x + 3) +  
10*cos(x)*(2*x + 4)
```

四、实验过程

(2)求 $z = x \sin(x^2 + y^2)$ 的二阶偏导数;

Notebook 环境下程序代码及运行结果如下:

```
syms x y;
```

```
z=x*sin(x^2+y^2);
```

```
zxx=diff(diff(z,x),x)
```

```
zxy=diff(diff(z,x),y)
```

```
zyx=diff(diff(z,y),x)
```

```
zyy=diff(diff(z,y),y)
```

%定义多个符号变量

%先对x再对x求偏导

%先对x再对y求偏导

%先对y再对x求偏导

%先对y再对y求偏导

四、实验过程

(2)求 $z = x \sin(x^2 + y^2)$ 的二阶偏导数;

Notebook 环境下程序代码及运行结果如下:

zxx =

$$6*x*\cos(x^2 + y^2) - 4*x^3*\sin(x^2 + y^2)$$

zxy =

$$2*y*\cos(x^2 + y^2) - 4*x^2*y*\sin(x^2 + y^2)$$

zyx =

$$2*y*\cos(x^2 + y^2) - 4*x^2*y*\sin(x^2 + y^2)$$

zyy =

$$2*x*\cos(x^2 + y^2) - 4*x*y^2*\sin(x^2 + y^2)$$

四、实验过程

(3) 已知 $f(x, y, z) = \sin(x^2 y)e^{-x^2 y - z^2}$, 求 $\frac{\partial^6 f}{\partial x^3 \partial y^2 \partial z}$.

Notebook 环境下程序代码及运行结果如下:

```
syms x y z; %定义多个符号变量
f=sin(x^2*y)*exp(-x^2*y-z^2);
fx3y2z=diff(diff(diff(f,x,3),y,2),z,1); %求导
fx3y2z=simple(fx3y2z) %化简结果
```

四、实验过程

(3) 已知 $f(x, y, z) = \sin(x^2 y)e^{-x^2 y - z^2}$, 求 $\frac{\partial^6 f}{\partial x^3 \partial y^2 \partial z}$.

Notebook 环境下程序代码及运行结果如下:

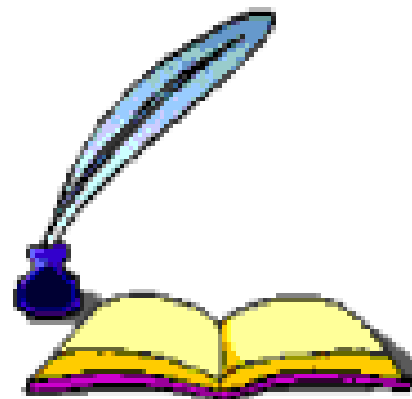
```
fx3y2z =
```

```
32*x*z*exp(-y*x^2 - z^2)*(3*cos(x^2*y) +  
2*x^6*y^3*cos(x^2*y) + 15*x^4*y^2*sin(x^2*y) -  
2*x^6*y^3*sin(x^2*y) - 12*x^2*y*cos(x^2*y) -  
12*x^2*y*sin(x^2*y))
```

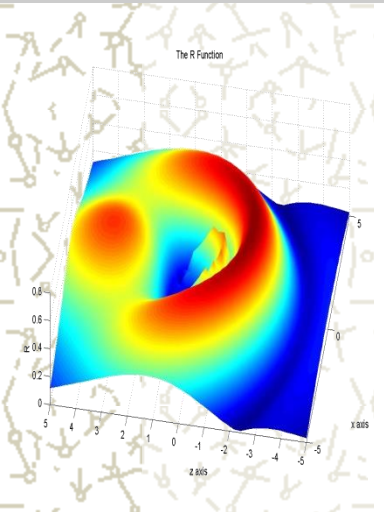
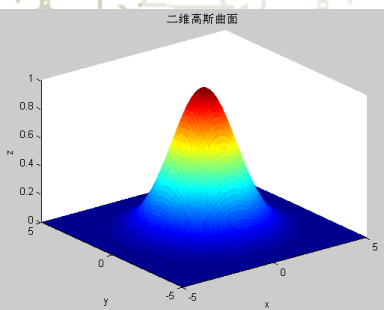


练习实验

实验报告三（1）



实验三 基于MATLAB的微积分 问题数值计算



🐛 第一部分 实验目的

🐛 第二部分 实验原理

🐛 第三部分 实验内容

🐛 第四部分 实验过程

🐛 第五部分 实验小结

🐛 第六部分 实验报告

选择章节

一、实验目的

1. 熟悉MATLAB软件的基本操作；
2. 掌握函数与极限、求导、偏导数、不定积分、定积分和重积分、级数求和、幂级数展开等问题的有关MATLAB操作命令及使用方法；
3. 学会利用MATLAB软件对微积分方面的问题进行分析研究；
4. 学会利用MATLAB软件解决一元和多元函数微积分方面的实际问题。

二、实验原理

总结和归纳微积分中所涉及到的：求极限、导数、偏导数、不定积分、定积分和重积分、极值、级数求和、幂级数展开等计算的常见的**MATLAB**命令及调用格式，给出其通用计算模板。

3.3 积分问题的求解

表 3-3 求一元函数和多元函数积分的命令及调用格式

命 令	调 用 格 式	功 能
int	int(f,x)	计算一元函数不定积分 $\int f(x)dx$ ，但输出只是一个原函数，而没有加上任意常数 C
	int (f,x,a,b)	计算一元函数定积分 $\int_a^b f(x)dx$ ， 这里 a, b 是数值
	int (f,x,m,n)	计算一元函数定积分 $\int_m^n f(x)dx$ ， 这里 m, n 是符号变量
	int (int (f,y1,y2) ,x,a,b)	计算二重积分 $\int_a^b dx \int_{y_1(x)}^{y_2(x)} f(x,y)dy$
	int (int (int(f,z,z1,z2), y,y1,y2) ,x,a,b)	计算三重积分 $\int_a^b dx \int_{y_1(x)}^{y_2(x)} dy \int_{z_1(x,y)}^{z_2(x,y)} f(x,y,z)dz$

3.4 级数求和

表 3-5 级数求和的命令及调用格式

命 令	调 用 格 式	功 能
symsum	symsum(一般项)	用默认变量求级数和
	symsum(一般项, 变量)	用指定变量求级数和
	symsum(一般项, 变量, 起始, 终止)	用默认变量从“起始”到“终止”求级数和

三、实验内容

例 3 求下列不定积分

(1) $\int \sin x dx$

(2) $\int x^3 \ln^2 x dx$ (微积分课本 P213 例 7)

(3) $\int \sin ax - e^{\frac{x}{b}} dx$ (微积分课本 224 页 3(5))

例 4 求下列定积分

(1) $\int_0^1 e^{\sqrt{x}} dx$;

(2) $\int_0^{+\infty} \frac{1}{1+x^2} dx$;

(3) $\iint_D \frac{\sin x}{x} dx dy$, 其中 D 由 $y = x$ 及 $y = x^2$ 围成; (微积分课本 267 页例 7.39)

(4) $\int_1^2 dx \int_{\sqrt{x}}^{x^2} dy \int_{\sqrt{xy}}^{x^2y} (x^2 + y^2 + z^2) dz$

三、实验内容

例 6 (1) 求级数 $\sum_{n=1}^{\infty} \left(\frac{2}{3}\right)^n$ 的和

(2) 求级数 $S = \frac{1}{1 \times 4} + \frac{1}{4 \times 7} + \frac{1}{7 \times 10} + \cdots + \frac{1}{(3n-2) \times (3n+1)} + \cdots$ 的和；

四、实验过程

解 (1) $\int \sin x dx$;

Notebook 环境下程序代码及运行结果如下:

```
syms x C;           %创建符号变量
```

```
y=sin(x);
```

```
yj=int(y,x)+C
```

%求不定积分

四、实验过程

解 (1) $\int \sin x dx$;

Notebook 环境下程序代码及运行结果如下:

```
syms x C;           %创建符号变量
```

```
y=sin(x);
```

```
yj=int(y,x)+C      %求不定积分
```

```
yj =C - cos(x)
```

$$\text{即 } \int \sin x dx = -\cos x + C$$

四、实验过程

解 (2) $\int x^3 \ln^2 x dx$;

Notebook 环境下程序代码及运行结果如下:

```
syms x C;  
y=x^3*log(x)^2;  
yj=int(y,x)+C
```


四、实验过程

解 (2) $\int x^3 \ln^2 x dx$;

Notebook 环境下程序代码及运行结果如下:

```
syms x C;  
y=x^3*log(x)^2;  
yj=int(y,x)+C
```

yj =

$C + (x^4 \cdot (8 \cdot \log(x))^2 - 4 \cdot \log(x) + 1) / 32$

$$\text{即 } \int x^3 \ln^2 x dx = \frac{1}{32} \cdot x^4 (8 \ln^2 x - 4 \ln x + 1) + C$$

四、实验过程

解 (3) $\int \sin ax - e^{\frac{x}{b}} dx$;

Notebook 环境下程序代码及运行结果如下:

```
syms x a b C;
```

```
y=(sin(a*x)-exp(x/b));
```

```
yj=int(y,x)+C
```

%创建符号变量

%求不定积分



四、实验过程

解 (3) $\int \sin ax - e^{\frac{x}{b}} dx$;

Notebook 环境下程序代码及运行结果如下:

```
syms x a b C;
```

%创建符号变量

```
y=(sin(a*x)-exp(x/b));
```

```
yj=int(y,x)+C
```

%求不定积分

```
yj =
```

```
C - cos(a*x)/a - b*exp(x/b)
```

$$\text{即 } \int \sin ax - e^{\frac{x}{b}} dx = -\frac{1}{a} \cos ax - be^{\frac{x}{b}} + C$$

四、实验过程

解 (1) $\int_0^1 e^{\sqrt{x}} dx$;

Notebook 环境下程序代码及运行结果如下:

```
syms x;  
y=exp(sqrt(x));  
I=int(y,x,0,1)
```

四、实验过程

解 (1) $\int_0^1 e^{\sqrt{x}} dx$;

Notebook 环境下程序代码及运行结果如下:

```
syms x;  
y=exp(sqrt(x));  
I=int(y,x,0,1)
```

I =2

即 $\int_0^1 e^{\sqrt{x}} = 2$,下同。

四、实验过程

解 (2) $\int_0^{+\infty} \frac{1}{1+x^2} dx$;

Notebook 环境下程序代码及运行结果如下:

```
syms x;           %创建符号变量
y=1/(1+x^2);
I=int(y,x,0,inf)  %计算定积分
```

四、实验过程

解 (2) $\int_0^{+\infty} \frac{1}{1+x^2} dx$;

Notebook 环境下程序代码及运行结果如下:

```
syms x;           %创建符号变量
y=1/(1+x^2);
I=int(y,x,0,inf)  %计算定积分
```

```
I =
pi/2
```

四、实验过程

解 (3) $\iint_D \frac{\sin x}{x} dx dy$, 其中D由 $y = x$ 及 $y = x^2$ 围成;

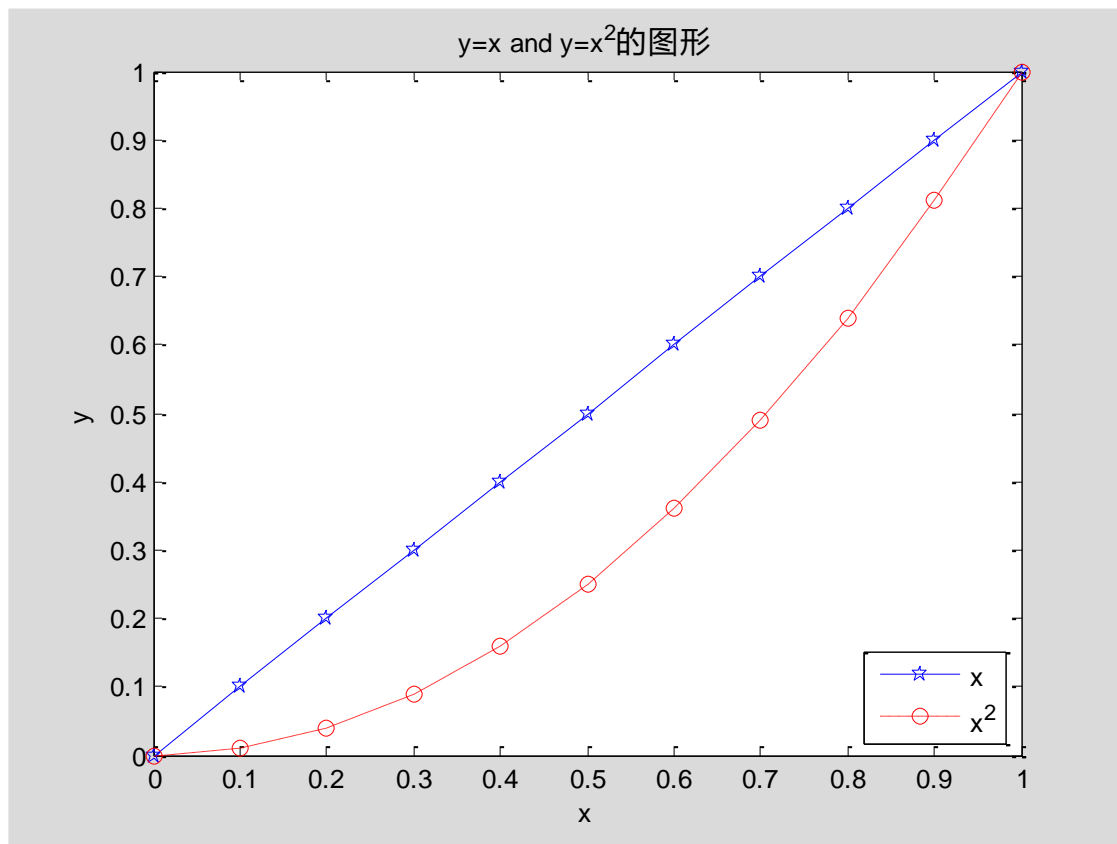
Notebook 环境下程序代码及运行结果如下:

```
x=0:0.1:1;  
y1=x;  
y2=x.^2;  
plot(x,y1,'bp-',x,y2,'ro--');  
title ('y=x and y=x^2的图形')  
legend ('x','x^2','Location','Best')  
xlabel('x'),ylabel('y')  
grid off  
axis on
```


四、实验过程

解 (3) $\iint_D \frac{\sin x}{x} dx dy$, 其中D由 $y = x$ 及 $y = x^2$ 围成;

Notebook 环境下程序代码及运行结果如下:



四、实验过程

解 (3) $\iint_D \frac{\sin x}{x} dx dy$, 其中D由 $y = x$ 及 $y = x^2$ 围成;

Notebook 环境下程序代码及运行结果如下:

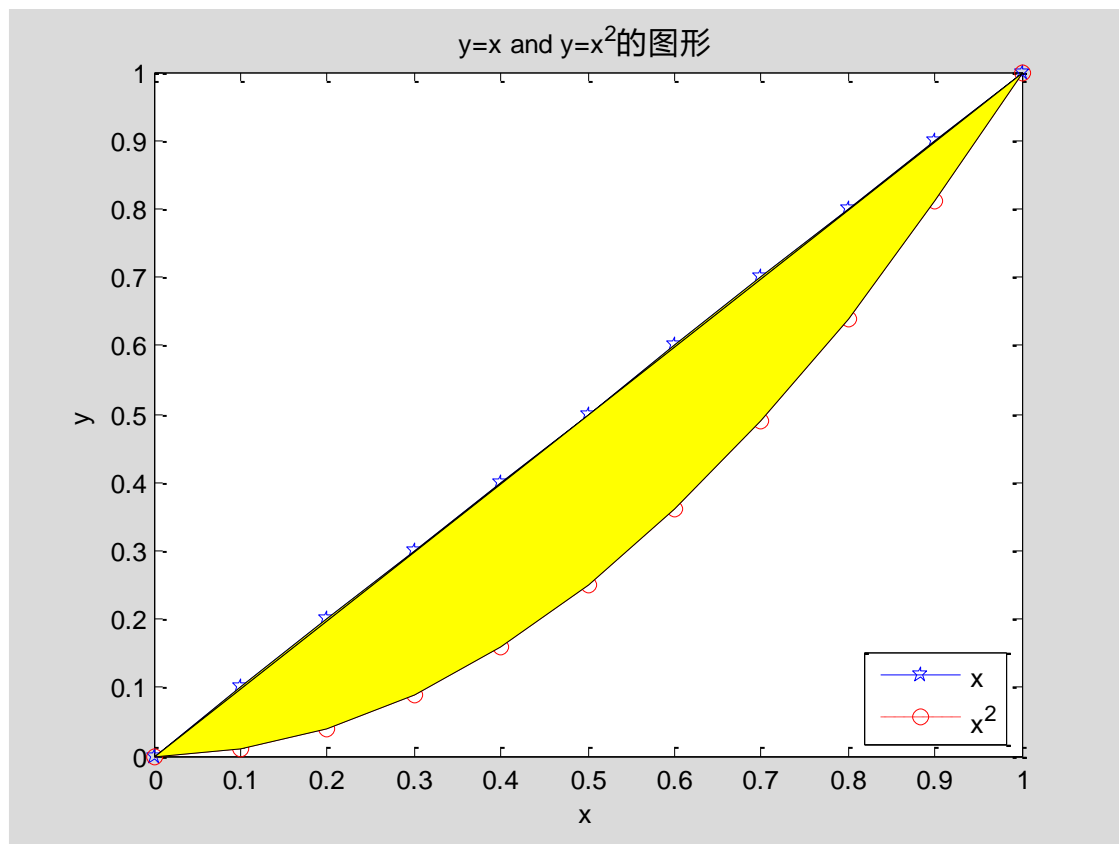
```
x=0:0.1:1;  
y1=x;  
y2=x.^2;  
plot(x,y1,'bp-',x,y2,'ro--');  
title ('y=x and y=x^2的图形')  
legend ('x','x^2','Location','Best')  
xlabel('x'),ylabel('y')  
grid off  
axis on  
hold on  
fill(x,y1,'y',x,y2,'y')
```



四、实验过程

解 (3) $\iint_D \frac{\sin x}{x} dx dy$, 其中D由 $y = x$ 及 $y = x^2$ 围成;

Notebook 环境下程序代码及运行结果如下:



$$I = \int_0^1 dx \int_{x^2}^x \frac{\sin x}{x} dy$$

四、实验过程

解 (3) $\iint_D \frac{\sin x}{x} dx dy$, 其中D由 $y = x$ 及 $y = x^2$ 围成;

Notebook 环境下程序代码及运行结果如下:

$$I = \int_0^1 dx \int_{x^2}^x \frac{\sin x}{x} dy$$

```
syms x y
```

```
I2=int(int(sin(x)/x,y, x^2, x),x,0,1)
```

四、实验过程

解 (3) $\iint_D \frac{\sin x}{x} dx dy$, 其中D由 $y = x$ 及 $y = x^2$ 围成;

Notebook 环境下程序代码及运行结果如下:

```
syms x y
```

```
I2=int(int(sin(x)/x,y, x^2, x),x,0,1)
```

```
I2 =
```

```
1-sin(1)
```



四、实验过程

解 (4) $\int_1^2 dx \int_{\sqrt{x}}^x dy \int_{\sqrt{xy}}^{x^2y} (x^2 + y^2 + z^2) dz.$

Notebook 环境下程序代码及运行结果如下:

```
syms x y z
```

```
I3=int(int(int(x^2+y^2+z^2,z,sqrt(x*y),x^2*y),y,sqrt(x),x^2),x,1,2)
```

```
VI3=vpa(I3)
```

表示

% 积分结果用 32 位数字

四、实验过程

解 (4) $\int_1^2 dx \int_{\sqrt{x}}^x dy \int_{\sqrt{xy}}^{\sqrt{xy}} (x^2 + y^2 + z^2) dz.$

Notebook 环境下程序代码及运行结果如下:

```
syms x y z
```

```
I3=int(int(int(x^2+y^2+z^2,z,sqrt(x*y),x^2*y),y,sqrt(x),x^2),x,1,2)
```

```
VI3=vpa(I3) % 积分结果用 32 位数字表示
```

```
I3 =
```

```
(14912*2^(1/4))/4641 - (6072064*2^(1/2))/348075 +  
(64*2^(3/4))/225 + 1610027357/6563700
```

```
VI3 =
```

```
224.92153573331143159790710032805
```



四、实验过程

解 (1) 求级数 $\sum_{n=1}^{\infty} \left(\frac{2}{3}\right)^n$ 的和；

Notebook 环境下程序代码及运行结果如下：

```
syms n;
```

```
un=2^n/3^n;
```

%级数的通项

```
s=symsum(un,n,1,inf)
```

%求级数的和

上页

下页

返回

四、实验过程

解 (1) 求级数 $\sum_{n=1}^{\infty} \left(\frac{2}{3}\right)^n$ 的和；

Notebook 环境下程序代码及运行结果如下：

```
syms n;
```

```
un=2^n/3^n; %级数的通项
```

```
s=symsum(un,n,1,inf) %求级数的和
```

```
s =
```

```
2
```

四、实验过程

解 (2) 求级数 $S = \frac{1}{1 \times 4} + \frac{1}{4 \times 7} + \frac{1}{7 \times 10} + \dots + \frac{1}{(3n-2) \times (3n+1)} + \dots$ 的和

Notebook 环境下程序代码及运行结果如下:

```
syms n;
```

```
un=1/((3*n-2)*(3*n+1));
```

```
s=symsum(un,n,1,inf)
```

%级数的通项

%求级数的和

四、实验过程

解 (2) 求级数 $S = \frac{1}{1 \times 4} + \frac{1}{4 \times 7} + \frac{1}{7 \times 10} + \dots + \frac{1}{(3n-2) \times (3n+1)} + \dots$ 的和

Notebook 环境下程序代码及运行结果如下:

```
syms n;
```

```
un=1/((3*n-2)*(3*n+1));
```

```
s=symsum(un,n,1,inf)
```

%级数的通项

%求级数的和

```
s =
```

```
1/3
```



五、实验小结

- 1.利用**MATLAB**计算二元函数的极限时，其只有计算功能，没有判断功能；
- 2.利用**MATLAB**计算高阶导数时，只能计算有限阶，不能计算符号阶；
- 3.利用**MATLAB**计算不定积分时，输出的结果没有加上任意常数**C**，需要如入命令时自己加上.

基于MATLAB的线性代数基本计算

- 🐛 第一部分 §矩阵的创建及基本运算
- 🐛 第二部分 §行列式的计算
- 🐛 第三部分 §矩阵秩的计算
- 🐛 第四部分 §逆矩阵的计算
- 🐛 第五部分 §矩阵方程的求解

一、矩阵的创建

1、一般矩阵的创建

例1:A=[1 2 3;4 5 6;7 8 9]

A =

1 2 3

4 5 6

7 8 9

中括号作用：输入矩阵或向量

逗号或空格作用：分隔某一行的元素。

分号作用：区分不同的行。

一、矩阵的创建

2、特殊矩阵的创建

2.1 随机矩阵:矩阵的元素为随机数，可以通过MATLAB内部函数rand构成一个随机矩阵，使用格式与zeros相同。

```
A=rand(3)
```

```
B=rand (3,2)
```

```
A =
```

```
0.1419    0.7922    0.0357  
0.4218    0.9595    0.8491  
0.9157    0.6557    0.9340
```

```
B =
```

```
0.6787    0.3922  
0.7577    0.6555  
0.7431    0.1712
```

一、矩阵的创建

2、特殊矩阵的创建

2.2 魔方矩阵:行、列、对角线之和均相等的矩阵，可以通过MATLAB内部函数magic构成一个魔方矩阵，调用格式magic (n)

A=magic (3)

B=magic (5)

A =

```
8     1     6
3     5     7
4     9     2
```

B =

```
16     2     3    13
5     11    10     8
9     7     6    12
4    14    15     1
```


一、矩阵加、减、乘、乘方运算

[运算符] $+, -, *, ^$

[运算规则] 按线性代数中的“+” “-” “ \times ”, “ \wedge ” 进行。

例.已知矩阵 $A = \begin{pmatrix} 2 & 1 & -1 \\ 2 & 1 & 2 \\ 1 & -1 & 1 \end{pmatrix}$, $B = \begin{pmatrix} 5 & 1 & 2005 \\ 2004 & 9 & 2 \\ 1 & 256 & 178 \end{pmatrix}$,

求 $C1 = A + B$, $C2 = A - B$, $C3 = A * B$, $C4 = A^{10}$.

%程序 **Click**

A=[2 1 -1;2 1 2;1 -1 1];

B=[5 1 2005 ;2004 9 2;1 256 178];

C1=A+B

C2=A-B

C3=A*B

C4=A^10

C1 =

7	2	2004
2006	10	4
2	255	179

C2 =

-3	0	-2006
-2002	-8	0
0	-257	-177

C3 =

2013	-245	3834
2016	523	4368
-1998	248	2181

C4 =

39440	19609	-31
39218	19831	62
31	-31	253

二、矩阵行列式的计算

例题.计算矩阵 $A = \begin{pmatrix} 2 & 1 & -1 \\ 2 & 1 & 2 \\ 1 & -1 & 1 \end{pmatrix}$ 的行列式.

[函数命令]

det

[调用格式]

$D = \det(A)$

% 程序

Click

```
A=[2 1 -1;2 1 2;1 -1 1];
```

```
D= det(A)
```



Workspace

	Size	Bytes	Class
	3x3	72	double array
	1x1	8	double array
	3x3	72	double array
	3x3	72	double array
	3x1	24	double array
	1x4	32	double array
	1x4	32	double array

Workspace Current Directory

Command History

```
eig(A)  
[ ]=eig(A)  
[ 1 -1; 2 1 2; 1 -1 1];  
det(A)
```

Command Window

```
>> A=[2 1 -1;2 1 2;1 -1 1];  
D= det(A)  
  
D =  
  
    9  
  
>>
```



思考题



1. 计算 $A = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 2 \\ 0 & 5 & -1 \end{pmatrix}$ 的行列式的值.

三、矩阵秩的计算

例.计算矩阵 $A = \begin{pmatrix} 2 & 1 & -1 \\ 2 & 1 & 2 \\ 1 & -1 & 1 \end{pmatrix}$ 的秩.

[函数命令] **rank**

[调用格式] **r = rank(A)**

% 程序 [Click](#)

```
A=[2 1 -1;2 1 2;1 -1 1];  
r= rank(A)
```

Workspace

Stack: Base

Name	Size	Bytes	Class
A	3x3	72	double a
B	3x3	72	double a
C1	3x3	72	double a
C2	3x3	72	double a
C3	3x3	72	double a
D	1x1	8	double a
r	1x1	8	double a

Workspace Current Directory

Command Window

```

1/0      1/0      1/0

>> A=[2 1 -1;2 1 2;1 -1 1];
r= rank(A)

r =

     3

>> |
    
```

Command History

```

C1=A+B
C2=A-B
C3=A*B
A=[2 1 -1;2 1 2;1 -1 1];
B=[5 1 2005 ;2004 9 2;1 256 178];
C1=A+B
C2=A-B
C3=A*B
A=[2 1 -1;2 1 2;1 -1 1];
B= inv(A)
A=[2 1 -1;2 1 2;1 -1 1];
format rat      %用有理格式输出
B=inv(A)
A=[1 1 1;2 2 2;1 -1 1];
B= inv(A)
A=[2 1 -1;2 1 2;1 -1 1];
r= rank(A)
    
```


r =

3

三、矩阵的初等行变换

例.对矩阵 $A = \begin{pmatrix} 2 & 1 & -1 & 2 \\ 2 & 1 & 2 & 5 \\ 1 & -1 & 1 & 1 \end{pmatrix}$ 进行初等行变换.

[函数命令] **rref**

[调用格式] **$A = \text{rref}(A)$**

% 程序

[Click](#)

```
A=[2 1 -1 2;2 1 2 5;1 -1 1 1];
```

```
A=rref(A)
```

A =

1	0	0	1
0	1	0	1
0	0	1	1

四、逆矩阵的计算

例题.计算矩阵 $A = \begin{pmatrix} 2 & 1 & -1 \\ 2 & 1 & 2 \\ 1 & -1 & 1 \end{pmatrix}$ 的逆矩阵.

[函数命令] **inv**

[调用格式] **$B = inv(A)$**

```
%程序1      Click  
A=[2 1 -1;2 1 2;1 -1 1];  
B= inv(A)
```

Workspace

Stack: Base

Name	Size	Bytes	Class
A	3x3	72	double array
B	3x3	72	double array
C1	3x3	72	double array
C2	3x3	72	double array
C3	3x3	72	double array
D	1x1	8	double array

Workspace Current Directory

Command Window

```

-1998      248      2181

>> A=[2 1 -1;2 1 2;1 -1 1];
B= inv(A)

B =

    0.3333         0    0.3333
         0    0.3333   -0.6667
   -0.3333    0.3333         0

>>

```

Command History

```

B=[5 1 2005 ;2004 9 2;1 256 178];
C1=A+B
C2=A-B
C3=A*B
A=[2 1 -1;2 1 2;1 -1 1];
B= inv(A)
B=[5 1 2005 ;2004 9 2;1 256 178];
C1=A+B
C2=A-B
C3=A*B
A=[2 1 -1;2 1 2;1 -1 1];
B=[5 1 2005 ;2004 9 2;1 256 178];
C1=A+B
C2=A-B
C3=A*B
A=[2 1 -1;2 1 2;1 -1 1];
B= inv(A)

```

B =

$$\begin{bmatrix} 0.3333 & 0 & 0.3333 \\ 0 & 0.3333 & -0.6667 \\ -0.3333 & 0.3333 & 0 \end{bmatrix}$$

% 程序2

[Click](#)

```
A=[2 1 -1;2 1 2;1 -1 1];
```

```
format rat %用有理格式输出
```

```
B=inv(A)
```

Name	Size	Bytes	Class
A	3x3	72	double array
B	3x3	72	double array
C1	3x3	72	double array
C2	3x3	72	double array
C3	3x3	72	double array
D	1x1	8	double array

```

A*B
2 1 -1;2 1 2;1 -1 1];
inv(A)
5 1 2005 ;2004 9 2;1 256 178];
A+B
A-B
A*B
2 1 -1;2 1 2;1 -1 1];
5 1 2005 ;2004 9 2;1 256 178];
A+B
A-B
A*B
2 1 -1;2 1 2;1 -1 1];
inv(A)
2 1 -1;2 1 2;1 -1 1];
format rat %用有理格式输出
inv(A)

```

```

-0.3333 0.3333 0
>> A=[2 1 -1;2 1 2;1 -1 1];
format rat %用有理格式输出
B=inv(A)
B =
1/3 0 1/3
0 1/3 -2/3
-1/3 1/3 0
>> |

```


B =

$$\begin{bmatrix} 1/3 & 0 & 1/3 \\ 0 & 1/3 & -2/3 \\ -1/3 & 1/3 & 0 \end{bmatrix}$$

五、矩阵方程的求解

1、当系数矩阵可逆或伪逆时

求解 $AX = B$ 或 $XA = B$ ，可用左乘或右乘 A^{-1} 的办法求解。

[运算符] \backslash , $/$

[运算规则] $A \backslash B = \text{inv}(A) * B$, $B / A = B * \text{inv}(A)$

[调用格式] $X = A \backslash B$ 或 $X = B / A$

例.已知矩阵 $A = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 3 \\ 4 & 13 & 6 \\ 7 & 4 & 9 \end{pmatrix}$, $B = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 2 \\ 0 & 5 & -1 \end{pmatrix}$, 求解

$AX = B$ 和 $XA = B$

% 程序



```
A=[1 0 3;4 13 6;7 4 9];
```

```
B=[1 1 0;0 0 2;0 5 -1];
```

```
format rat
```

```
X1=A\B
```

```
X2=B/A
```

X1 =

-31/44 17/22 -21/44

-1/22 -3/11 5/22

25/44 5/66 7/44

X2 =

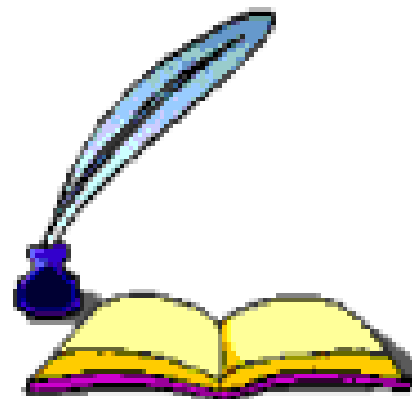
-4/5 -21/10 3/5

9/5 21/10 12/5

2 13/2 3

练习实验

实验报告四（1）



基于MATLAB的线性代数高级计算

- 🐛 第六部分 §线性方程组的求解
- 🐛 第七部分 §特征值和特征向量
- 🐛 第八部分 §二次型

六、方程组的求解

1、当系数矩阵可逆时

求解 $AX = b$ ，可用左乘 A^{-1} 的办法求解，程序同上。

2、当系数矩阵可逆性不明确时，利用初等行变换求其唯一解或特解。

例.求方程组
$$\begin{cases} 5x_1 + 6x_2 = 1 \\ x_1 + 5x_2 + 6x_3 = 0 \\ x_2 + 5x_3 + 6x_4 = 0 \\ x_3 + 5x_4 = 0 \end{cases}$$
 的唯一解或一个特解.

%程序1



```
A=[5 6 0 0;1 5 6 0;0 1 5 6;0 0 1 5];
```

```
b=[1 0 0 0]';
```

```
R_A=rank(A)
```

%求秩

```
X=A\b
```

%求解

$$\mathbf{R}_A =$$

4

$$\mathbf{X} =$$

65/211

-19/211

5/211

-1/211

% 程序2



```
A=[5 6 0 0;1 5 6 0;0 1 5 6;0 0 1 5];
```

```
b=[1 0 0 0]';
```

```
C=[A,b];
```

% 由系数矩阵和常数列构成增广矩阵C

```
R=rref(C)
```

% 利用初等行变换将C化成最简行

R =

$$\begin{array}{cccccc} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 65/211 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & -19/211 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 5/211 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & -1/211 \end{array}$$

所以原方程组有唯一解：

$$X = \begin{pmatrix} 65/211 \\ -19/211 \\ 5/211 \\ -1/211 \end{pmatrix}$$

3、齐次线性方程组通解的解法.

[函数命令] *null*

[调用格式] $z = null(A); z = null(A, 'r')$

例.求方程组
$$\begin{cases} x_1 + 2x_2 + 2x_3 + x_4 = 0 \\ 2x_1 + x_2 - 2x_3 - 2x_4 = 0 \\ x_1 - x_2 - 4x_3 - 3x_4 = 0 \end{cases}$$
 的通解.

% 程序1-1 [Click](#)

```
A=[1 2 2 1;2 1 -2 -2;1 -1 -4 -3];
```

```
format rat
```

% 指定有理数格式输出

```
B=null(A,'r');
```

% 求出解空间的有理基

B =

$$\begin{bmatrix} 2 & 5/3 \\ -2 & -4/3 \\ 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$$

%程序1-2 [Click](#)

```
A=[1 2 2 1;2 1 -2 -2;1 -1 -4 -3];
```

```
format rat
```

```
%指定有理数格式输出
```

```
B=null(A,'r');
```

```
%求出解空间的有理基
```

```
syms k1 k2
```

```
%定义符号变量
```

```
X=k1*B(:,1)+k2*B(:,2)
```

```
%写出方程组的通解
```

X =

$$[2*k1+5/3*k2]$$

$$[-2*k1-4/3*k2]$$

$$[\quad k1]$$

$$[\quad k2]$$

%程序2 [Click](#)

```
A=[1 2 2 1;2 1 -2 -2;1 -1 -4 -3];
```

```
format rat
```

```
B=rref(A) %通过行最简形得到基
```

B =

$$\begin{array}{cccc} \mathbf{1} & \mathbf{0} & \mathbf{-2} & \mathbf{-5/3} \\ \mathbf{0} & \mathbf{1} & \mathbf{2} & \mathbf{4/3} \\ \mathbf{0} & \mathbf{0} & \mathbf{0} & \mathbf{0} \end{array}$$

所以原方程组的通解为

$$X = k_1 \begin{pmatrix} 2 \\ -2 \\ 1 \\ 0 \end{pmatrix} + k_2 \begin{pmatrix} 5/3 \\ -4/3 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix}$$

4、非齐次线性方程组通解的解法.

例.求方程组
$$\begin{cases} x_1 + x_2 - 3x_3 - x_4 = 1 \\ 3x_1 - x_2 - 3x_3 + 4x_4 = 4 \\ x_1 + 5x_2 - 9x_3 - 8x_4 = 0 \end{cases}$$
 的通解.

%程序1

[Click](#)

```
A=[1 1 -3 -1;3 -1 -3 4;1 5 -9 -8];
```

```
b=[1 4 0]';
```

```
B=[A b];
```

```

n=4;
R_A=rank(A)
R_B=rank(B)
format rat
if R_A==R_B&R_A==n           %判断有唯一解
    X=A\b
elseif R_A==R_B&R_A<n       %判断有无穷解
    X=A\b                     %求特解
    C=null(A,'r')            %求AX=0的基础解系
else X='equation no solve'  %判断无解
end

```

Click

所以原方程组的通解为

$$X = k_1 \begin{pmatrix} 3/2 \\ 3/2 \\ 1 \\ 0 \end{pmatrix} + k_2 \begin{pmatrix} -3/4 \\ 7/4 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ -8/15 \\ 3/5 \end{pmatrix}$$

%程序2

[Click](#)

```
A=[1 1 -3 -1;3 -1 -3 4;1 5 -9 -8];
```

```
b=[1 4 0]';
```

```
B=[A b];
```

```
C=rref(B)
```

%求增广矩阵的行最简形，可得最简同解方程组

C =

$$\begin{array}{ccccc} \mathbf{1} & \mathbf{0} & \mathbf{-3/2} & \mathbf{3/4} & \mathbf{5/4} \\ \mathbf{0} & \mathbf{1} & \mathbf{-3/2} & \mathbf{-7/4} & \mathbf{-1/4} \\ \mathbf{0} & \mathbf{0} & \mathbf{0} & \mathbf{0} & \mathbf{0} \end{array}$$

所以原方程组的通解为

$$X = k_1 \begin{pmatrix} \mathbf{3/2} \\ \mathbf{3/2} \\ \mathbf{1} \\ \mathbf{0} \end{pmatrix} + k_2 \begin{pmatrix} \mathbf{-3/4} \\ \mathbf{7/4} \\ \mathbf{0} \\ \mathbf{1} \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \mathbf{5/4} \\ \mathbf{-1/4} \\ \mathbf{0} \\ \mathbf{0} \end{pmatrix}$$

七、特征值和特征向量的计算

- 对于n阶方阵A，所谓A的特征值问题是：求数 λ 和N维非零向量x（通常为复数），使之满足下式：

$$Ax = \lambda x$$

- 则称 λ 为矩阵A的一个特征值（特征根），而非零向量x为矩阵A的特征值 λ 所对应的特征向量。
- 对一般的n阶方阵A，其特征值通常为复数，若A为实对称矩阵，则A的特征值为实数。

- MATLAB提供的内部函数eig可以用来计算特征值与特征向量。eig函数的使用格式有两种，其中常见的有 $T=\text{eig}(A)$ 、 $[\Lambda,P]=\text{eig}(A)$,具体
- (1) $T=\text{eig}(A)$: 由eig(A)返回方阵A的N个特征值，构成向量T;
- (2) $[P,\Lambda]=\text{eig}(A)$: 由eig(A)返回方阵A的N个特征值，构成N阶对角阵 Λ ，其对角线上的N个元素即为相应的特征值，特征向量即为N阶方阵P的对应列，且A、 Λ 、P满足 $P^{-1}AP = \Lambda$;

1.求矩阵 $A = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 2 \\ 2 & 1 & -2 \\ -2 & -2 & 1 \end{pmatrix}$ 的特征值和特征向量.

[函数命令] **poly(A)和eig(A)和[P,Q]=eig(A)**

[调用格式] **k = poly(A)和t=eig(A)和 [P, Q]=eig(A)**

```
%程序 Click  
A=[1 2 2;2 1 -2;-2 -2 1];  
k=poly(A)  
T= eig(A)  
[P,Q]=eig(A)
```

$$k = \begin{matrix} & 1 & & -3 & & & -1 & & & & 3 \end{matrix}$$

$$T = \begin{matrix} & 1 & & & & & & & & & \\ & 3 & & & & & & & & & \\ & -1 & & & & & & & & & \end{matrix}$$

$$P = \begin{matrix} & -780/1351 & & * & & -985/1393 \\ & 780/1351 & & 985/1393 & & 985/1393 \\ & -780/1351 & & -985/1393 & & * \end{matrix}$$

$$Q = \begin{matrix} & 1 & & 0 & & 0 \\ & 0 & & 3 & & 0 \\ & 0 & & 0 & & -1 \end{matrix}$$

八、二次型

$$[P,D] = \text{schur}(A)$$

求一个正交矩阵 P ，一个对角矩阵 D （其对角线上的 N 个元素即为相应的特征值），特征向量即为 N 阶方阵 P 的对应列，且 A 、 D 、 P 满足 $P^{-1}AP = D$ 。

3、将二次型 $f(x_1, x_2, x_3, x_4, x_5)$
 $= 4x_1^2 + 11x_1x_2 + 4x_2^2 + 11x_2x_3 + 4x_3^2 +$
 $11x_3x_4 + 4x_4^2 + 11x_4x_5 + 4x_5^2$ 用 MATLAB
转化标准二次型。

```
%程序 Click  
A=[4 11/2 0 0 0;11/2 4 11/2 0 0;0 11/2 4 11/2  
0;0 0 11/2 4 11/2;0 0 0 11/2 4 ]  
format rat  
[P,D] = schur(A)
```

A =

4	11/2	0	0	0
11/2	4	11/2	0	0
0	11/2	4	11/2	0
0	0	11/2	4	11/2
0	0	0	11/2	4

P =

390/1351	-1/2	780/1351	1/2	-390/1351
-1/2	1/2	*	1/2	-1/2
780/1351	*	-780/1351	*	-780/1351
-1/2	-1/2	*	-1/2	-1/2
390/1351	1/2	780/1351	-1/2	-390/1351

D =

-7991/1446	0	0	0	0
0	-3/2	0	0	0
0	0	4	0	0
0	0	0	19/2	0
0	0	0	0	19559/1446

3、化二次型 $f(x_1, x_2, x_3)$

$=4x_1^2 + 11x_1x_2 + 4x_2^2 + 11x_2x_3 + 4x_3^2 + 11x_3x_4 + 4x_4^2 + 11x_4x_5 + 4x_5^2$ 为标准型。

```
A=[4 11/2 0 0 0;11/2 4 11/2 0 0;0 11/2 4 11/2 0;0 0 11/2 4 11/2;0 0 0 11/2 4];
```

```
format rat
```

```
[P,D] = schur(A)
```

```
syms y1 y2 y3 y4 y5;
```

```
y=[y1;y2;y3;y4;y5];
```

```
x=P*y;%以有理数格式显示的正交变换
```

```
f=[y1 y2 y3 y4 y5]*D*y;%有理数格式二次型
```

```
x=vpa(x,5)%化简并保留5位有效数字的正交变换
```

```
f=vpa(f,5)%化简后的标准型
```


$$\begin{array}{r}
 P = \\
 \begin{array}{ccccc}
 390/1351 & -1/2 & 780/1351 & 1/2 & -390/1351 \\
 -1/2 & 1/2 & * & 1/2 & -1/2 \\
 780/1351 & * & -780/1351 & * & -780/1351 \\
 -1/2 & -1/2 & * & -1/2 & -1/2 \\
 390/1351 & 1/2 & 780/1351 & -1/2 & -390/1351
 \end{array}
 \end{array}$$

$$\begin{array}{r}
 D = \\
 \begin{array}{ccccc}
 -7991/1446 & 0 & 0 & 0 & 0 \\
 0 & -3/2 & 0 & 0 & 0 \\
 0 & 0 & 4 & 0 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 19/2 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 0 & 19559/1446
 \end{array}
 \end{array}$$

$$\begin{array}{r}
 x = \\
 \begin{array}{l}
 0.28868*y1 - 0.5*y2 + 0.57735*y3 + 0.5*y4 - 0.28868*y5 \\
 0.5*y2 - 0.5*y1 - 1.9455e-16*y3 + 0.5*y4 - 0.5*y5 \\
 0.57735*y1 - 1.1822e-16*y2 - 0.57735*y3 - 2.9459e-16*y4 - 0.57735*y5 \\
 1.4524e-16*y3 - 0.5*y2 - 0.5*y1 - 0.5*y4 - 0.5*y5 \\
 0.28868*y1 + 0.5*y2 + 0.57735*y3 - 0.5*y4 - 0.28868*y5
 \end{array}
 \end{array}$$

$$\begin{array}{r}
 f = \\
 - 5.5263*y1^2 - 1.5*y2^2 + 4.0*y3^2 + 9.5*y4^2 + 13.526*y5^2
 \end{array}$$

4.判断矩阵 $A = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 2 \\ 2 & 1 & -2 \\ -2 & -2 & 1 \end{pmatrix}$ 所对应的二次型的正定性.

```
%程序 Click
```

```
A=[1 2 2;2 1 -2;-2 -2 1];
```

```
[V D]=eig(A);%d返回的是A的特征值
```

```
if(min(D)>0)
```

```
A='正定二次型'
```

```
else A='非正定二次型'
```

```
end
```

A =

非正定二次型

练习实验

实验报告四（2）

