

# 第 4 章 MATLAB 绘图

Lecturer: 白煌

杭州师范大学  
信息科学与技术学院

2022.11.4



# 本章要点

- MATLAB 二维数据曲线图的绘制
- MATLAB 三维图形的绘制
- MATLAB 图形修饰处理
- MATLAB 图像处理与动画制作
- MATLAB 交互式绘图工具



# 目录

- ① 4.3 三维图形
- ② 4.4 隐函数绘图
- ③ 4.5 图形修饰处理
- ④ 4.6 图像处理与动画制作
- ⑤ 4.7 交互式绘图工具



## 4.3.1 三维曲线

`plot3` 函数与 `plot` 函数用法十分相似，其调用格式为：

`plot3(x1,y1,z1,选项 1,x2,y2,z2,选项 2,...,xn,yn,zn,选项 n)`

每一组  $x$ 、 $y$ 、 $z$  组成一组曲线的坐标参数，选项定义和 `plot` 函数相同。  
当  $x$ 、 $y$ 、 $z$  是同长度向量时，则  $x$ 、 $y$ 、 $z$  对应元素构成一条三维曲线。  
当  $x$ 、 $y$ 、 $z$  是同型矩阵时，则以  $x$ 、 $y$ 、 $z$  对应列元素绘制三维曲线，曲线数等于矩阵列数。



## 4.3.1 三维曲线

例 4-15: 绘制三维曲线

$$\begin{cases} x = \sin t \\ y = \cos t \\ z = t \sin t \cos t \end{cases} \quad (0 \leq t \leq 20\pi)$$



## 4.3.1 三维曲线

例 4-15: 绘制三维曲线

$$\begin{cases} x = \sin t \\ y = \cos t \\ z = t \sin t \cos t \end{cases} \quad (0 \leq t \leq 20\pi)$$

```
t=0:pi/100:20*pi;  
x=sin(t);  
y=cos(t);  
z=t.*sin(t).*cos(t);  
plot3(x,y,z);  
title('Line in 3-D Space');  
xlabel('X'); ylabel('Y'); zlabel('Z');  
grid on;
```



## 4.3.2 三维曲面

### 1. 产生三维数据

在 MATLAB 中，利用 `meshgrid` 函数产生平面区域内的网格坐标矩阵。其格式为：

```
x=a:d1:b;
```

```
y=c:d2:d;
```

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

语句执行后，矩阵 `X` 的每一行都是向量 `x`，行数等于向量 `y` 的元素个数，矩阵 `Y` 的每一列都是向量 `y`，列数等于向量 `x` 的元素个数。



## 4.3.2 三维曲面

### 2. 绘制三维曲面的函数

surf 函数和 mesh 函数的调用格式为:

`mesh(x,y,z,c)`

`surf(x,y,z,c)`

一般情况下， $x$ 、 $y$ 、 $z$  是同型矩阵。 $x$ 、 $y$  是网格坐标矩阵， $z$  是网格点上的高度矩阵， $c$  用于指定在不同高度下的颜色范围。





## 4.3.2 三维曲面

例 4-16: 绘制三维曲面图  $z=\sin(x+\sin(y))-x/10$ 。



## 4.3.2 三维曲面

例 4-16: 绘制三维曲面图  $z=\sin(x+\sin(y))-x/10$ 。

```
[x,y]=meshgrid(0:0.25:4*pi);  
z=sin(x+sin(y))-x/10;  
mesh(x,y,z);  
axis([0 4*pi 0 4*pi -2.5 1]);
```



## 4.3.2 三维曲面

此外，还有带等高线的三维网格曲面函数 `meshc` 和带底座的三维网格曲面函数 `meshz`。其用法与 `mesh` 类似，不同的是 `meshc` 在  $xy$  平面上绘制曲面在  $z$  轴方向的等高线，`meshz` 在  $xy$  平面上绘制曲面的底座。



## 4.3.2 三维曲面

此外，还有带等高线的三维网格曲面函数 `meshc` 和带底座的三维网格曲面函数 `meshz`。其用法与 `mesh` 类似，不同的是 `meshc` 在  $xy$  平面上绘制曲面在  $z$  轴方向的等高线，`meshz` 在  $xy$  平面上绘制曲面的底座。

例 4-17：在  $xy$  平面内选择区域  $[-8,8] \times [-8,8]$ ，绘制函数

$$z = \frac{\sin(\sqrt{x^2 + y^2})}{\sqrt{x^2 + y^2}}$$

的 4 种三维曲面图。



## 4.3.2 三维曲面

### 3. 标准三维曲面

- sphere 函数的调用格式为

$$[x,y,z]=\text{sphere}(n)$$

- cylinder 函数的调用格式为

$$[x,y,z]=\text{cylinder}(R,n)$$

- peaks 函数，称为多峰函数，常用于三维曲面的演示。



## 4.3.2 三维曲面

例 4-18: 绘制标准三维曲面图形。



## 4.3.2 三维曲面

例 4-18: 绘制标准三维曲面图形。

```
t=0:pi/20:2*pi;  
[x,y,z]=cylinder(2+sin(t),30);  
subplot(2,2,1);  
surf(x,y,z);  
subplot(2,2,2);  
[x,y,z]=sphere;  
surf(x,y,z); axis equal  
subplot(2,2,3);  
[x,y,z]=peaks(30);  
surf(x,y,z);  
subplot(2,2,4);  
[x,y,z]=peaks(20);  
surf(x,y,z);
```



### 4.3.3 其他三维图形

在介绍二维图形时，曾提到条形图、杆图、饼图和填充图等特殊图形，它们还可以以三维形式出现，使用的函数分别是 `bar3`、`stem3`、`pie3` 和 `fill3`。





### 4.3.3 其他三维图形

在介绍二维图形时，曾提到条形图、杆图、饼图和填充图等特殊图形，它们还可以以三维形式出现，使用的函数分别是 `bar3`、`stem3`、`pie3` 和 `fill3`。

- `bar3` 函数绘制三维条形图，常用格式为：`bar3(y)`、`bar3(x,y)`
- `stem3` 函数绘制离散序列数据的三维杆图，常用格式为：`stem3(z)`、`stem3(x,y,z)`
- `pie3` 函数绘制三维饼图，常用格式为：`pie3(x)`
- `fill3` 函数等效于三维函数 `fill`，可在三维空间内绘制出填充过的多边形，常用格式为：`fill3(x,y,z,c)`



## 4.3.3 其他三维图形

### 例 4-19: 绘制三维图形

- ① 绘制魔方阵的三维条形图。
- ② 以三维杆图形式绘制曲线  $y=2\sin(x)$ 。
- ③ 已知  $x=[2347,1827,2043,3025]$ ，绘制饼图。
- ④ 用随机的顶点坐标值画出五个黄色三角形。



## 4.3.3 其他三维图形

### 例 4-19: 绘制三维图形

- ① 绘制魔方阵的三维条形图。
- ② 以三维杆图形式绘制曲线  $y=2\sin(x)$ 。
- ③ 已知  $x=[2347,1827,2043,3025]$ ，绘制饼图。
- ④ 用随机的顶点坐标值画出五个黄色三角形。

```
subplot(2,2,1);  
bar3(magic(4));  
subplot(2,2,2);  
y=2*sin(0:pi/10:2*pi);  
stem3(y);  
subplot(2,2,3);  
pie3([2347,1827,2043,3025]);  
subplot(2,2,4);  
fill3(rand(3,5),rand(3,5),rand(3,5),'y');
```



### 4.3.3 其他三维图形

例 4-20: 绘制多峰函数的瀑布图和等高线图。



## 4.3.3 其他三维图形

例 4-20: 绘制多峰函数的瀑布图和等高线图。

```
subplot(1,2,1);  
[X,Y,Z]=peaks(30);  
waterfall(X,Y,Z);  
xlabel('X-axis'), ylabel('Y-axis'), zlabel('Z-axis');  
subplot(1,2,2);  
contour3(X,Y,Z,12,'k');           % 其中 12 代表高度的等级数  
xlabel('X-axis'), ylabel('Y-axis'), zlabel('Z-axis');
```



## 4.4.1 隐函数二维绘图

隐函数二维绘图采用 `ezplot` 函数:



## 4.4.1 隐函数二维绘图

隐函数二维绘图采用 `ezplot` 函数:

- 对于函数  $f=f(x)$ , `ezplot` 函数的调用格式为

`ezplot(f)`

`ezplot(f,[a,b])`



## 4.4.1 隐函数二维绘图

隐函数二维绘图采用 `ezplot` 函数:

- 对于函数  $f=f(x)$ , `ezplot` 函数的调用格式为  
`ezplot(f)`  
`ezplot(f,[a,b])`
- 对于隐函数  $f=f(x,y)$ , `ezplot` 函数的调用格式为  
`ezplot(f)`  
`ezplot(f,[xmin,xmax,ymin,ymax])`  
`ezplot(f,[a,b])`





## 4.4.1 隐函数二维绘图

隐函数二维绘图采用 `ezplot` 函数:

- 对于函数  $f=f(x)$ , `ezplot` 函数的调用格式为

```
ezplot(f)
```

```
ezplot(f,[a,b])
```

- 对于隐函数  $f=f(x,y)$ , `ezplot` 函数的调用格式为

```
ezplot(f)
```

```
ezplot(f,[xmin,xmax,ymin,ymax])
```

```
ezplot(f,[a,b])
```

- 对于参数方程  $x=x(t)$  和  $y=y(t)$ , `ezplot` 函数的调用格式为

```
ezplot(x,y)
```

```
ezplot(x,y, [tmin,tmax])
```



## 4.4.1 隐函数二维绘图

例 4-21: 隐函数绘图应用举例。



## 4.4.1 隐函数二维绘图

例 4-21：隐函数绘图应用举例。

```
subplot(2,2,1);  
ezplot('x^ 2+y^ 2-9'); axis equal  
subplot(2,2,2);  
ezplot('x^ 3+y^ 3-5*x*y+1/5');  
subplot(2,2,3);  
ezplot('cos(tan(pi*x))',[0,1]);  
subplot(2,2,4);  
ezplot('8*cos(t)','4*sqrt(2)*sin(t)',[0,2*pi]);
```



## 4.4.2 隐函数三维绘图

隐函数三维绘图函数有 `ezcontour`、`ezcontourf`、`ezmesh`、`ezmeshc`、`ezplot3`、`ezpolar`、`ezsurf`、`ezsurfc`，它们的调用格式基本相同，需要时请读者查阅帮助信息。



## 4.4.2 隐函数三维绘图

隐函数三维绘图函数有 ezcontour、ezcontourf、ezmesh、ezmeshc、ezplot3、ezpolar、ezsurf、ezsurfc，它们的调用格式基本相同，需要时请读者查阅帮助信息。

例 4-22: 绘制下列曲面

$$\begin{cases} x = e^{-s} \cos t \\ y = e^{-s} \sin t \\ z = t \end{cases} \quad (0 \leq s \leq 8, 0 \leq t \leq 5\pi)$$



## 4.5.1 视点处理

MATLAB 提供了设置视点的函数 `view`，其调用格式为：

`view(az,el)`

其中，`az` 为方位角，`el` 为仰角，它们均以度为单位。系统缺省的视点定义为方位角  $-37.5^\circ$ ，仰角  $30^\circ$ 。



## 4.5.1 视点处理

MATLAB 提供了设置视点的函数 `view`，其调用格式为：

`view(az,el)`

其中，`az` 为方位角，`el` 为仰角，它们均以度为单位。系统缺省的视点定义为方位角  $-37.5^\circ$ ，仰角  $30^\circ$ 。

例 4-23：从不同视点观察三维曲线。



## 4.5.2 色彩处理

### 1. 颜色的向量表示

MATLAB 除用字符表示颜色外，还可以用含有 3 个元素的向量表示颜色。向量元素在  $[0,1]$  范围取值，3 个元素分别表示红、绿、蓝 3 种颜色的相对亮度，称为 RGB 三元组。





## 4.5.2 色彩处理

### 2. 色图

色图（Color map）是 MATLAB 系统引入的概念。在 MATLAB 中，每个图形窗口只能有一个色图。色图是  $m \times 3$  的数值矩阵，它的每一行是 RGB 三元组。色图矩阵可以人为地生成，也可以调用 MATLAB 提供的函数来定义色图矩阵。



## 4.5.2 色彩处理

### 3. 三维表面图形的着色

三维表面图实际上就是在网格图的每一个网格片上涂上颜色。`surf` 函数用默认的着色方式对网格片着色。除此之外，还可以用 `shading` 命令来改变着色方式。



## 4.5.2 色彩处理

### 3. 三维表面图形的着色

三维表面图实际上就是在网格图的每一个网格片上涂上颜色。`surf` 函数用默认的着色方式对网格片着色。除此之外，还可以用 `shading` 命令来改变着色方式。

- `shading faceted` 命令将每个网格片用其高度对应的颜色进行着色，但网格线仍保留着，其颜色是黑色。这是系统的默认着色方式。
- `shading flat` 命令将每个网格片用同一个颜色进行着色，且网格线也用相应的颜色，从而使得图形表面显得更加光滑。
- `shading interp` 命令在网格片内采用颜色插值处理，得出的表面图显得最光滑。



## 4.5.2 色彩处理

例 4-24: 3 种图形着色方式的效果展示。



## 4.5.2 色彩处理

例 4-24: 3 种图形着色方式的效果展示。

```
[x,y,z]=sphere(20);  
colormap(copper);  
subplot(1,3,1);  
surf(x,y,z);  
axis equal  
subplot(1,3,2);  
surf(x,y,z); shading flat;  
axis equal  
subplot(1,3,3);  
surf(x,y,z); shading interp;  
axis equal
```



## 4.5.3 图形的裁剪处理

例 4-25: 已知

$$z = \cos x \cos y e^{-\sqrt{x^2+y^2}/4}$$

- ① 绘制三维曲面图，并进行插值着色处理。
- ② 裁掉图中  $x$  和  $y$  都小于 0 部分。



## 4.5.3 图形的裁剪处理

例 4-25: 已知

$$z = \cos x \cos y e^{-\sqrt{x^2+y^2}/4}$$

- ① 绘制三维曲面图，并进行插值着色处理。
- ② 裁掉图中  $x$  和  $y$  都小于 0 部分。

```
[x,y]=meshgrid(-5:0.1:5);  
z=cos(x).*cos(y).*exp(-sqrt(x.^2+y.^2)/4);  
surf(x,y,z); shading interp;  
pause           % 程序暂停  
i=find(x<=0&y<=0)  
z1=z; z1(i)=NaN;  
surf(x,y,z1); shading interp;
```



## 4.6.1 图像处理

### 1. 图像的读/写

`imread` 和 `imwrite` 函数分别用于将图像文件读入 MATLAB 工作空间，以及将图像数据和色图数据一起写入一定格式的图像文件。

MATLAB 支持多种图像文件格式，如 `.bmp`、`.jpg`、`.jpeg`、`.tif` 等。





## 4.6.1 图像处理

### 2. 图像的显示

- MATLAB 用 `image` 函数显示图像，其调用格式为

`image(x)`

其中  $x$  为图形的数据矩阵。



## 4.6.1 图像处理

### 2. 图像的显示

- MATLAB 用 `image` 函数显示图像，其调用格式为

`image(x)`

其中 `x` 为图形的数据矩阵。

- 与 `image` 函数类似的函数是 `imagesc`，它的调用格式和功能都与 `image` 函数一样，只是图像着色方式不同。



## 4.6.1 图像处理

### 2. 图像的显示

- MATLAB 用 `image` 函数显示图像，其调用格式为

`image(x)`

其中 `x` 为图形的数据矩阵。

- 与 `image` 函数类似的函数是 `imagesc`，它的调用格式和功能都与 `image` 函数一样，只是图像着色方式不同。
- 为了保证图像的显示效果，一般还应使用 `colormap` 函数设置图像色图。



## 4.6.1 图像处理

例 4-26: 有一图像文件 logo.jpg, 在图形窗口显示该图像。



## 4.6.1 图像处理

例 4-26: 有一图像文件 logo.jpg, 在图形窗口显示该图像。

```
[x,cmap]=imread('logo.jpg');    % 读取图像的数据阵和色图阵  
image(x); colormap(cmap);  
axis image off                    % 保持宽高比并取消坐标轴
```



## 4.6.2 动画制作

### 1. 制作逐帧动画



## 4.6.2 动画制作

### 1. 制作逐帧动画

- `getframe` 函数可截取一幅画面信息（称为动画中的一帧），一幅画面信息形成一个很大的列向量。显然，保存  $n$  幅画面就需一个大矩阵。



## 4.6.2 动画制作

### 1. 制作逐帧动画

- `getframe` 函数可截取一幅画面信息（称为动画中的一帧），一幅画面信息形成一个很大的列向量。显然，保存  $n$  幅画面就需一个大矩阵。
- `moviein(n)` 函数用来建立一个足够大的  $n$  列矩阵。该矩阵用来保存  $n$  幅画面的数据，以备播放。之所以要事先建立一个矩阵，是为了提高程序运行速度。





## 4.6.2 动画制作

### 1. 制作逐帧动画

- `getframe` 函数可截取一幅画面信息（称为动画中的一帧），一幅画面信息形成一个很大的列向量。显然，保存  $n$  幅画面就需一个大矩阵。
- `moviein(n)` 函数用来建立一个足够大的  $n$  列矩阵。该矩阵用来保存  $n$  幅画面的数据，以备播放。之所以要事先建立一个矩阵，是为了提高程序运行速度。
- `movie(m,n)` 函数播放由矩阵  $m$  所定义的画面  $n$  次，默认时播放一次。



## 4.6.2 动画制作

例 4-27: 绘制 peaks 函数曲面并且将它绕 z 轴旋转。



## 4.6.2 动画制作

例 4-27: 绘制 peaks 函数曲面并且将它绕 z 轴旋转。

```
[X,Y,Z]=peaks(30);  
surf(X,Y,Z)  
axis([-3,3,-3,3,-10,10])  
axis off;  
shading interp;  
colormap(hot);  
m=moviein(20);           % 建立一个 20 列大矩阵  
for i=1:20  
    view(-37.5+24*(i-1),30) % 改变视点  
    m(:,i)=getframe;       % 将图形保存到 m 矩阵  
end  
movie(m,2);               % 播放画面 2 次
```



## 4.6.2 动画制作

### 2. 创建轨迹动画

MATLAB 提供了 `comet` 和 `comet3` 函数展现质点在二维平面和三维空间的运动轨迹，这种轨迹曲线称为彗星轨迹曲线。函数调用格式为

`comet(x,y,p)`

`comet3(x,y,z,p)`

其中，每一组  $x$ 、 $y$ 、 $z$  组成一组曲线的坐标参数，用法与 `plot` 和 `plot3` 函数相同。 $p$  是用于设置彗星长度的参数，默认值是 0.1。在二维图形中，彗长为  $y$  向量长度的  $p$  倍。在三维图形中，彗长为  $z$  向量长度的  $p$  倍。



## 4.6.2 动画制作

例 4-28: 生成一个三维运动图形轨迹。



## 4.6.2 动画制作

例 4-28: 生成一个三维运动图形轨迹。

```
x=0:pi/250:10*pi;  
y=sin(x);  
z=cos(x);  
comet3(x,y,z);
```



## 4.7.1 “绘图”选项卡

- 在 MATLAB 的功能区有一个“绘图”选项卡，提供了绘图的基本工具。“绘图”选项卡的工具条中有 3 个命令组，左边的“所选内容”命令组，用于显示已选中用于绘图的变量；中间的“绘图”命令组，提供了绘制各种图形的命令；右边的“选项”命令组，用于设置绘图时是否新建图形窗口。



## 4.7.1 “绘图”选项卡

- 在 MATLAB 的功能区有一个“绘图”选项卡，提供了绘图的基本工具。“绘图”选项卡的工具条中有 3 个命令组，左边的“所选内容”命令组，用于显示已选中用于绘图的变量；中间的“绘图”命令组，提供了绘制各种图形的命令；右边的“选项”命令组，用于设置绘图时是否新建图形窗口。
- 如果未选中任何变量，“绘图”命令组的命令是不可用的。如果在工作区中选择了变量，“绘图”命令组中会自动根据所选变量类型提供相应绘图命令，此时，单击某个绘图命令按钮，则会在命令行窗口自动输入该命令（命令以选中的变量为参数）并执行，在图形窗口绘制图形。





## 4.7.2 绘图工具

绘制图形时，如果需要修改绘图参数，可利用 MATLAB 图形窗口的绘图工具（plot tools）。在图形窗口的快捷工具栏中单击最右侧的“显示绘图工具和停靠图形”按钮，或在 MATLAB 的命令行窗口中输入命令 `plottools` 启动绘图工具。



## 4.7.2 绘图工具

绘制图形时，如果需要修改绘图参数，可利用 MATLAB 图形窗口的绘图工具（plot tools）。在图形窗口的快捷工具栏中单击最右侧的“显示绘图工具和停靠图形”按钮，或在 MATLAB 的命令行窗口中输入命令 `plottools` 启动绘图工具。

绘图工具由 3 个部分组成：

- 图形选项板
- 绘图浏览器
- 属性编辑器

