

第 4 章 MATLAB 绘图

Lecturer: 白煌

杭州师范大学
信息科学与技术学院

2022.10.28



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 4.1 二维数据曲线图

② 4.2 其他二维图形



4.1.1 绘制单根二维曲线

`plot` 函数的基本调用格式为:

`plot(x,y)`

其中, x 和 y 为长度相同的向量, 分别用于存储 x 坐标和 y 坐标数据。



4.1.1 绘制单根二维曲线

例 4-1: 在 $0 \leq x \leq 2\pi$ 区间内, 绘制曲线

$$y = 2e^{-0.5x} \cos(4\pi x)$$



4.1.1 绘制单根二维曲线

例 4-1: 在 $0 \leq x \leq 2\pi$ 区间内, 绘制曲线

$$y = 2e^{-0.5x} \cos(4\pi x)$$

```
x=0:pi/100:2*pi;  
y=2*exp(-0.5*x).*cos(4*pi*x);  
plot(x,y)
```



4.1.1 绘制单根二维曲线

例 4-2: 绘制曲线

$$\begin{cases} x = t \sin(3t) \\ y = t \sin^2 t \end{cases}$$



4.1.1 绘制单根二维曲线

例 4-2: 绘制曲线

$$\begin{cases} x = t \sin(3t) \\ y = t \sin^2 t \end{cases}$$

```
t=0:0.1:2*pi;  
x=t.*sin(3*t);  
y=t.*sin(t).*sin(t);  
plot(x,y)
```



4.1.1 绘制单根二维曲线

`plot` 函数最简单的调用格式是只包含一个输入参数:

`plot(x)`

在这种情况下, 当 x 是实向量时, 以该向量元素的序号为横坐标, 元素值为纵坐标画出一条连续曲线, 这实际上是绘制折线图。

当 x 是复数向量时, 则分别以向量元素实部和虚部为横、纵坐标绘制一条曲线。



4.1.2 绘制多根二维曲线

1. plot 函数的输入参数是矩阵形式:



4.1.2 绘制多根二维曲线

1. plot 函数的输入参数是矩阵形式:

- 当 x 是向量, y 是有一维与 x 同大小的矩阵时, 则绘制出多根不同颜色的曲线。曲线条数等于 y 矩阵的另一维大小, x 被作为这些曲线共同的横坐标。



4.1.2 绘制多根二维曲线

1. plot 函数的输入参数是矩阵形式:

- 当 x 是向量, y 是有一维与 x 同大小的矩阵时, 则绘制出多根不同颜色的曲线。曲线数等于 y 矩阵的另一维大小, x 被作为这些曲线共同的横坐标。
- 当 x 、 y 是同型矩阵时, 则以 x 、 y 对应列元素为横、纵坐标分别绘制曲线, 曲线数等于矩阵的列数。



4.1.2 绘制多根二维曲线

1. `plot` 函数的输入参数是矩阵形式:

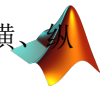
- 当 x 是向量, y 是有一维与 x 同大小的矩阵时, 则绘制出多根不同颜色的曲线。曲线条数等于 y 矩阵的另一维大小, x 被作为这些曲线共同的横坐标。
- 当 x 、 y 是同型矩阵时, 则以 x 、 y 对应列元素为横、纵坐标分别绘制曲线, 曲线条数等于矩阵的列数。
- 对只包含一个输入参数的 `plot` 函数, 当输入参数是实矩阵时, 则按列绘制每列元素值相对其序号的曲线, 曲线条数等于输入参数矩阵的列数。



4.1.2 绘制多根二维曲线

1. plot 函数的输入参数是矩阵形式:

- 当 x 是向量, y 是有一维与 x 同大小的矩阵时, 则绘制出多根不同颜色的曲线。曲线条数等于 y 矩阵的另一维大小, x 被作为这些曲线共同的横坐标。
- 当 x 、 y 是同型矩阵时, 则以 x 、 y 对应列元素为横、纵坐标分别绘制曲线, 曲线条数等于矩阵的列数。
- 对只包含一个输入参数的 plot 函数, 当输入参数是实矩阵时, 则按列绘制每列元素值相对其序号的曲线, 曲线条数等于输入参数矩阵的列数。
- 当输入参数是复数矩阵时, 则按列分别以元素实部和虚部为横、纵坐标绘制多条曲线。



4.1.2 绘制多根二维曲线

2. 含多个输入参数的 plot 函数:

调用格式为

`plot(x1,y1,x2,y2,...,xn,yn)`



4.1.2 绘制多根二维曲线

2. 含多个输入参数的 plot 函数:

调用格式为

`plot(x1,y1,x2,y2,...,xn,yn)`

- 当输入参数都为向量时， x_1 和 y_1 ， x_2 和 y_2 ， \dots ， x_n 和 y_n 分别组成一组向量对，每一组向量对的长度可以不同。每一组向量对可以绘制出一条曲线，这样可以在同一坐标内绘制出多条曲线。



4.1.2 绘制多根二维曲线

2. 含多个输入参数的 plot 函数:

调用格式为

`plot(x1,y1,x2,y2,...,xn,yn)`

- 当输入参数都为向量时， x_1 和 y_1 ， x_2 和 y_2 ， \dots ， x_n 和 y_n 分别组成一组向量对，每一组向量对的长度可以不同。每一组向量对可以绘制出一条曲线，这样可以在同一坐标内绘制出多条曲线。
- 当输入参数有矩阵形式时，配对的 x 、 y 按对应列元素为横、纵坐标分别绘制曲线，曲线条数等于矩阵的列数。



4.1.2 绘制多根二维曲线

例 4-3: 分析下列程序绘制的曲线。



4.1.2 绘制多根二维曲线

例 4-3: 分析下列程序绘制的曲线。

```
x1=linspace(0,2*pi,100);  
x2=linspace(0,3*pi,100);  
x3=linspace(0,4*pi,100);  
y1=sin(x1);  
y2=1+sin(x2);  
y3=2+sin(x3);  
x=[x1;x2;x3]';  
y=[y1;y2;y3]';  
plot(x,y,x1,y1-1)
```



4.1.2 绘制多根二维曲线

3. 具有两个纵坐标标度的图形:

在 MATLAB 中, 如果需要绘制出具有不同纵坐标标度的两个图形, 可以使用 `plotyy` 绘图函数。调用格式为

$$\text{plotyy}(x1,y1,x2,y2)$$

其中, $x1$ 、 $y1$ 对应一条曲线, $x2$ 、 $y2$ 对应另一条曲线。横坐标的标度相同, 纵坐标有两个, 左纵坐标用于 $x1$ 、 $y1$ 数据对, 右纵坐标用于 $x2$ 、 $y2$ 数据对。



4.1.2 绘制多根二维曲线

例 4-4: 用不同标度在同一坐标内绘制曲线

$$y_1 = 0.2e^{-0.5x} \cos(4\pi x), \quad y_2 = 2e^{-0.5x} \cos(\pi x)$$



4.1.2 绘制多根二维曲线

例 4-4: 用不同标度在同一坐标内绘制曲线

$$y_1 = 0.2e^{-0.5x} \cos(4\pi x), \quad y_2 = 2e^{-0.5x} \cos(\pi x)$$

```
x=0:pi/100:2*pi;  
y1=0.2*exp(-0.5*x).*cos(4*pi*x);  
y2=2*exp(-0.5*x).*cos(pi*x);  
plotyy(x,y1,x,y2);
```



4.1.2 绘制多根二维曲线

4. 图形保持:

`hold on/off` 命令控制是保持原有图形还是刷新原有图形，不带参数的 `hold` 命令在两种状态之间进行切换。



4.1.2 绘制多根二维曲线

例 4-5: 采用图形保持，在同一坐标内绘制曲线

$$y_1 = 0.2e^{-0.5x} \cos(4\pi x), \quad y_2 = 2e^{-0.5x} \cos(\pi x)$$



4.1.2 绘制多根二维曲线

例 4-5: 采用图形保持，在同一坐标内绘制曲线

$$y_1 = 0.2e^{-0.5x} \cos(4\pi x), \quad y_2 = 2e^{-0.5x} \cos(\pi x)$$

```
x=0:pi/100:2*pi;  
y1=0.2*exp(-0.5*x).*cos(4*pi*x);  
plot(x,y1)  
hold on  
y2=2*exp(-0.5*x).*cos(pi*x);  
plot(x,y2);  
hold off
```



4.1.3 设置曲线样式

MATLAB 提供了一些绘图选项，用于确定所绘曲线的线型、颜色和数据点标记符号，它们可以组合使用。例如，“b-.”表示蓝色点划线，“y:d”表示黄色虚线并用菱形符标记数据点。

当选项省略时，MATLAB 规定，线型一律用实线，自动循环使用当前坐标轴的 ColorOrder 属性指定的颜色，无数据点标记符号。



4.1.3 设置曲线样式

MATLAB 提供了一些绘图选项，用于确定所绘曲线的线型、颜色和数据点标记符号，它们可以组合使用。例如，“b-.”表示蓝色点划线，“y:d”表示黄色虚线并用菱形符标记数据点。

当选项省略时，MATLAB 规定，线型一律用实线，自动循环使用当前坐标轴的 ColorOrder 属性指定的颜色，无数据点标记符号。

要设置曲线样式可以在 plot 函数中加绘图选项，其调用格式为

`plot(x1,y1,选项 1,x2,y2,选项 2,...,xn,yn,选项 n)`



4.1.3 设置曲线样式

例 4-6: 在同一坐标内，分别用不同线型和颜色绘制曲线

$$y_1 = 0.2e^{-0.5x} \cos(4\pi x), \quad y_2 = 2e^{-0.5x} \cos(\pi x)$$

并标记两曲线的交叉点。



4.1.3 设置曲线样式

例 4-6: 在同一坐标内, 分别用不同线型和颜色绘制曲线

$$y_1 = 0.2e^{-0.5x} \cos(4\pi x), \quad y_2 = 2e^{-0.5x} \cos(\pi x)$$

并标记两曲线的交叉点。

```
x=linspace(0,2*pi,1000);  
y1=0.2*exp(-0.5*x).*cos(4*pi*x);  
y2=2*exp(-0.5*x).*cos(pi*x);  
k=find(abs(y1-y2)<1e-2);    % 查找 y1 与 y2 近似相等点的下标  
x1=x(k);    % 取近似相等点的 x 坐标  
y3=0.2*exp(-0.5*x1).*cos(4*pi*x1);    % 求近似相等点的 y 坐标  
plot(x,y1,x,y2,'k:',x1,y3,'bp');
```



4.1.4 图形标注与坐标控制

1. 图形标注：有关图形标注函数的调用格式为

- title(图形名称)
- xlabel(x 轴说明)
- ylabel(y 轴说明)
- text(x,y,图形说明)
- legend(图例 1,图例 2,...)

函数中的说明文字，除使用标准的 ASCII 字符外，还可使用 LaTeX 格式的控制字符，这样就可以在图形上添加希腊字母、数学符号及公式等。

例如，`text(1,1,'sin(\omega t + \beta)')` 将得到标注效果 $\sin(\omega t + \beta)$ 。



4.1.4 图形标注与坐标控制

例 4-7: 在 $0 \leq x \leq 2\pi$ 区间内, 绘制曲线 $y_1 = 2e^{-0.5x}$ 和 $y_2 = \cos(4\pi x)$, 并给图形添加图形标注。



4.1.4 图形标注与坐标控制

例 4-7: 在 $0 \leq x \leq 2\pi$ 区间内, 绘制曲线 $y_1 = 2e^{-0.5x}$ 和 $y_2 = \cos(4\pi x)$, 并给图形添加图形标注。

```
x=0:pi/100:2*pi;  
y1=2*exp(-0.5*x);  
y2=cos(4*pi*x);  
plot(x,y1,x,y2)  
title('x from 0 to 2{\pi}');           % 加图形标题  
xlabel('Variable X');                  % 加 X 轴说明  
ylabel('Variable Y');                 % 加 Y 轴说明  
text(0.8,1.5,'曲线 y1=2e^{-0.5x}');   % 在指定位置添加图形说明  
text(2.5,1.1,'曲线 y2=cos(4{\pi}x)');  
legend('y1','y2')                     % 加图例
```



4.1.4 图形标注与坐标控制

2. 坐标控制

axis 函数的调用格式为

```
axis([xmin xmax ymin ymax zmin zmax])
```

axis 函数功能丰富，常用的格式还有：

- axis equal: 纵、横坐标轴采用等长刻度
- axis square: 产生正方形坐标系（缺省为矩形）
- axis auto: 使用缺省设置
- axis off: 取消坐标轴
- axis on: 显示坐标轴



4.1.4 图形标注与坐标控制

2. 坐标控制

- 给坐标加网格线用 `grid` 命令来控制。`grid on/off` 命令控制是画还是不画网格线，不带参数的 `grid` 命令在两种状态之间进行切换。
- 给坐标加边框用 `box` 命令来控制。`box on/off` 命令控制是加还是不加边框线，不带参数的 `box` 命令在两种状态之间进行切换。



4.1.4 图形标注与坐标控制

例 4-8: 在同一坐标中, 绘制 3 个同心圆, 并加坐标控制。



4.1.4 图形标注与坐标控制

例 4-8: 在同一坐标中, 绘制 3 个同心圆, 并加坐标控制。

```
t=0:0.01:2*pi;  
x=exp(i*t);  
y=[x;2*x;3*x]';  
plot(y)  
grid on;           % 加网格线  
box on;            % 加坐标边框  
axis equal         % 坐标轴采用等长刻度
```



4.1.5 图形窗口的分割

subplot 函数的调用格式为

`subplot(m,n,p)`

该函数将当前图形窗口分成 $m \times n$ 个绘图区，即每行 n 个，共 m 行，区号按行优先编号，且选定第 p 个区为当前活动区。在每一个绘图区允许以不同的坐标系单独绘制图形。



4.1.5 图形窗口的分割

例 4-9: 在图形窗口中, 以子图形式同时绘制多条曲线。



4.2.1 对函数自适应采样的绘图函数

`fplot` 函数的调用格式为

`fplot(f,lims,选项)`

其中，`f` 代表一个函数，以匿名函数形式出现。`lims` 为 `x` 轴的取值范围，取二元向量 `[xmin,xmax]`，默认值为 `[-5,5]`。选项定义与 `plot` 函数相同。



4.2.1 对函数自适应采样的绘图函数

例 4-10: 用 `fplot` 函数绘制 $f(x) = \cos(\tan(\pi x))$ 的曲线。



4.2.1 对函数自适应采样的绘图函数

例 4-10: 用 `fplot` 函数绘制 $f(x) = \cos(\tan(\pi x))$ 的曲线。

```
>> fplot(@cos(tan(pi*x)),[0,1])
```



4.2.2 其他坐标系下的二维数据曲线图

1. 对数坐标图形:

MATLAB 提供了绘制对数和半对数坐标曲线的函数，调用格式为

- `semilogx(x1,y1,选项 1,x2,y2,选项 2,...)`
- `semilogy(x1,y1,选项 1,x2,y2,选项 2,...)`
- `loglog(x1,y1,选项 1,x2,y2,选项 2,...)`



4.2.2 其他坐标系下的二维数据曲线图

例 4-11: 绘制 $y = 10x^2$ 的对数坐标图并与直角线性坐标图进行比较。



4.2.2 其他坐标系下的二维数据曲线图

2. 极坐标图:

`polar` 函数用来绘制极坐标图，其调用格式为

`polar(theta,rho,选项)`

其中，`theta` 为极坐标极角，`rho` 为极坐标矢径，选项的内容与 `plot` 函数相似。



4.2.2 其他坐标系下的二维数据曲线图

例 4-12: 绘制 $r = \sin t \cos t$ 的极坐标图，并标记数据点。



4.2.2 其他坐标系下的二维数据曲线图

例 4-12: 绘制 $r = \sin t \cos t$ 的极坐标图，并标记数据点。

```
t=0:pi/50:2*pi;  
r=sin(t).*cos(t);  
polar(t,r,'-*');
```



4.2.3 二维统计分析图

在 MATLAB 中，二维统计分析图形很多，常见的有条形图、阶梯图、杆图和填充图等，所采用的函数分别是

- `bar(x,y,选项)`
- `stairs(x,y,选项)`
- `stem(x,y,选项)`
- `fill(x1,y1,选项 1,x2,y2,选项 2,...)`



4.2.3 二维统计分析图

例 4-13: 分别以条形图、阶梯图、杆图和填充图形式绘制曲线 $y = 2 \sin(x)$ 。



4.2.3 二维统计分析图

例 4-13: 分别以条形图、阶梯图、杆图和填充图形式绘制曲线 $y = 2 \sin(x)$ 。

```
x=0:pi/10:2*pi;  
y=2*sin(x);  
subplot(2,2,1); bar(x,y,'g');  
title('bar(x,y,"g")'); axis([0,7,-2,2]);  
subplot(2,2,2); stairs(x,y,'b');  
title('stairs(x,y,"b")'); axis([0,7,-2,2]);  
subplot(2,2,3); stem(x,y,'k');  
title('stem(x,y,"k")'); axis([0,7,-2,2]);  
subplot(2,2,4); fill(x,y,'y');  
title('fill(x,y,"y")'); axis([0,7,-2,2]);
```



4.2.3 二维统计分析图

MATLAB 提供的统计分析绘图函数还有很多，例如，用来表示各元素占总和的百分比的饼图、复数的相量图等。



4.2.3 二维统计分析图

例 4-14：绘制图形：

- ① 某企业全年各季度的产值（单位：万元）分别为：2347、1827、2043、3025，试用饼图作统计分析。
- ② 绘制复数的相量图： $7+2.9i$ 、 $2-3i$ 和 $-1.5-6i$ 。



4.2.3 二维统计分析图

例 4-14：绘制图形：

- ① 某企业全年各季度的产值（单位：万元）分别为：2347、1827、2043、3025，试用饼图作统计分析。
- ② 绘制复数的相量图： $7+2.9i$ 、 $2-3i$ 和 $-1.5-6i$ 。

```
subplot(1,2,1);  
pie([2347,1827,2043,3025]);  
title('饼图');  
legend('一季度','二季度','三季度','四季度');  
subplot(1,2,2);  
compass([7+2.9i,2-3i,-1.5-6i]);  
title('相量图');
```

