

实验一 MATLAB 应用入门和基本信号的产生

一、实验目的

- 1 熟悉Matlab软件平台；
- 2 熟悉Matlab的基本知识和基本功能；
- 3 掌握利用Matlab来显示常用信号波形。

二、实验原理及内容

1. Matlab的基本功能及应用方法

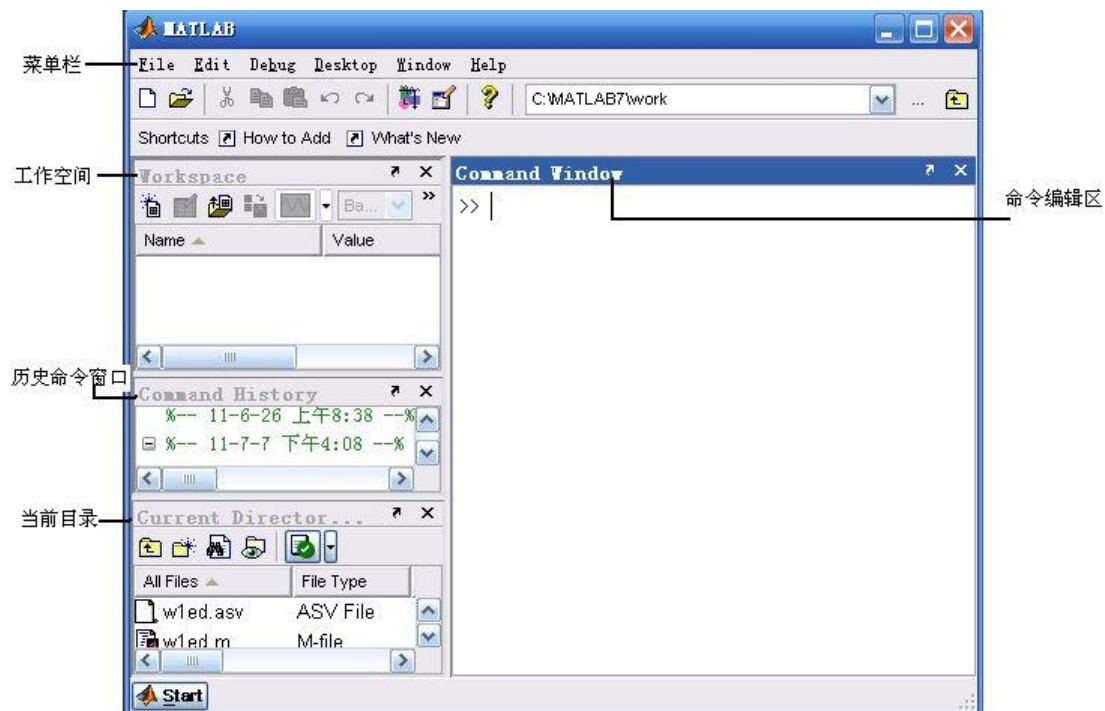
1.1 启动Matlab

启动Matlab系统有3种常见方法：

- 1) Matlab系统启动程序以快捷方式放在Windows桌面上，用鼠标双击Matlab图标即可启动。
- 2) 单击任务栏上的“开始”按钮，选择“程序”菜单项，然后单击Matlab菜单项中的 Matlab 7.0程序，即可启动。
- 3) 运行c:\matlab\bin\matlab.exe 启动程序 matlab.exe。

1.2 Matlab工作环境

(如果运行时界面与下图不一样，鼠标点击 Desktop->Desktop Layout->Default)



在工具栏下的大窗口就是Matlab的主窗口，在大窗口里设置右4个小窗口(这是桌面平台的默认设置)：“Command Windows”、“Workspace”、“Command History”、“Current Directory”。

“Command Windows”显示计算结果。在命令提示符>>后输入命令并回车，Matlab就会解释执行所输入的命令，并在命令后面给出计算结果。“Workspace”为工作空间，用于显示计算机内存中当前时刻的变量情况。“Command History”为历史命令窗口，运行过的语句就会保存在历史命令窗口。“Current Directory”为当前目录窗口。

Matlab命令窗口的菜单栏包含File、Edit、Debug、Desktop、Window和Help等6个菜单项。File功能包括新建、打开文件，导入数据，关闭命令窗，把工作区的所有变量保存为MAT文件，设置路径等等。Edit的主要功能包括复制、粘贴、删除，刷新命令窗口、历史窗口、工作空间中的操作记录。Debug为程序调试。Desktop设置用户界面的窗口显示。Window用来选择当前要进行操作的窗口。Help为MATLAB的帮助系统。

1.3 Matlab的工作方式

交互式的命令行工作方式和M文件的编程工作方式。前者适用于运算过程简单，几条指令即可完成运算的情况，在这种情况下，只需在命令窗口中逐条输入命令按回车即出现运算结果，比如在命令窗口中输入如下指令，然后按回车键：


$$[(24+57)*39-88]/13$$

马上显示出答案：ans=236.2308

当解决的问题复杂时，采用M文件的编程工作方式。

M文件的编程工作方式是在命令窗口中调用M文件，从而执行文件中的多条指令，M文件是由Matlab命令行构成的文本文件，以.m为后缀名。它又分为两种形式：命令M文件和函数M文件，分别简称为命令文件和函数文件。

1.3.1 M文件的建立：为建立新的M文件，启动Matlab文本编辑器有3种方法：


- 1) **菜单操作。**从Matlab命令窗口的File菜单中选择New菜单项，再选择M-file命令。屏幕将出现MATLAB Editor/Debugger窗口。该窗口是一个集编辑与调试两种功能于一体的工具环境。利用它不仅可以完成基本的文本编辑操作，还可以对M文件进行调试。Matlab文本编辑器的操作界面与使用方法和其他Windows编辑器相似，这里不做详细介绍。
- 2) **命令操作。**在Matlab命令窗口输入命令edit，启动Matlab文本编辑器后，输入M文件的内容并存盘。
- 3) **命令操作按钮。**单击Matlab命令窗口工具栏上的新建命令按钮  启动Matlab文本编辑器，输入M文件的内容并存盘。

1.3.2 编辑已有的M文件：编辑已有的M文件，也有3种方法：

- 1) **菜单操作。**从Matlab命令窗口的File菜单中选择Open M-file命令，则屏幕

出现Open对话框，在Open对话框中选中所需打开的M文件。在文档窗口可以对打开的M文件进行编辑修改。编辑完成后，将M文件存盘。


2) **命令操作**。在Matlab命令窗口输入命令：`edit`文件名，则打开指定的M文件。

3) **命令按钮操作**。单击Matlab命令窗口工具栏上的打开命令按钮，再从弹出的对话框中选择所需打开的M文件。

1.3.3 M文件的执行：M文件的执行有3种方法。

1) **方法一**：当用户在命令窗口中输入M文件的文件名按回车后，系统将搜索该文件并逐条执行该文件中的命令。

2) **方法二**：保存m文件，点击Debug菜单下的run可执行。

3) **方法三**：点击菜单栏中的图标。

1.3.4 M文件的命名：保存M脚本文件时，文件名可以是字母、数字、下划线的组合，但必须以字母开头（不要全部用数字命名，例如学号），不允许使用中文命名，长度不超过32个字符，区分大小写，扩展名是.m。

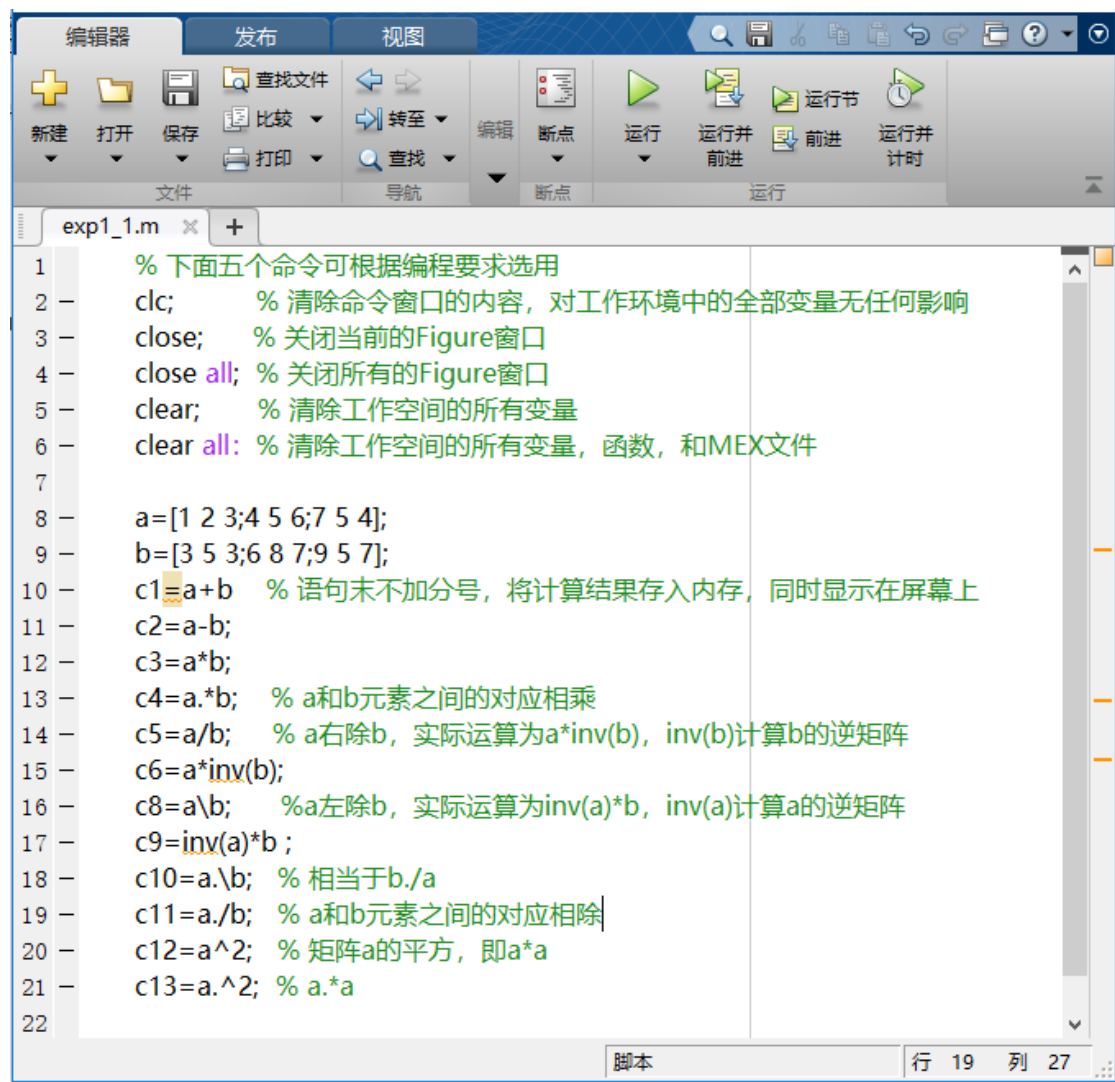
命令	功能	命令	功能
dir	显示文件目录清单	more	使其后的显示内容分屏进行
cd	改变当前工作目录	copyfile	复制文件
mkdir	建立目录	what	显示当前目录下的M 文件和MAT 文件
delete	删除文件	clc	清除命令窗口显示的内容
type	显示文本文件内容	web	打开网络浏览器
clear	清除变量空间的内容	pause	运行中暂停按任意键继续

1.4 常见操作系统命令

除了菜单操作之外，Matlab还提供了许多直接在命令窗口执行的操作命令，以实施有关的操作。

2. MATLAB数据及运算

已知 $a=[1\ 2\ 3;4\ 5\ 6;7\ 5\ 4]$ ， $b=[3\ 5\ 3;6\ 8\ 7;9\ 5\ 7]$ 。试编程计算 $a+b$ 、 $a-b$ 、 $a*b$ 、 a/b 、 $a\b b$ 、 $a.*b$ 、 $a./b$ 、 $a.\b b$ 。比较并分析结果(MATLAB 基本算术运算详见上机指导手册第9页)。



```
1 % 下面五个命令可根据编程要求选用
2 clc; % 清除命令窗口的内容，对工作环境中的全部变量无任何影响
3 close; % 关闭当前的Figure窗口
4 close all; % 关闭所有的Figure窗口
5 clear; % 清除工作空间的所有变量
6 clear all; % 清除工作空间的所有变量，函数，和MEX文件
7
8 a=[1 2 3;4 5 6;7 5 4];
9 b=[3 5 3;6 8 7;9 5 7];
10 c1=a+b % 语句末不加分号，将计算结果存入内存，同时显示在屏幕上
11 c2=a-b;
12 c3=a*b;
13 c4=a.*b; % a和b元素之间的对应相乘
14 c5=a/b; % a右除b，实际运算为a*inv(b)，inv(b)计算b的逆矩阵
15 c6=a*inv(b);
16 c8=a\b; % a左除b，实际运算为inv(a)*b，inv(a)计算a的逆矩阵
17 c9=inv(a)*b;
18 c10=a.\b; % 相当于b./a
19 c11=a./b; % a和b元素之间的对应相除
20 c12=a^2; % 矩阵a的平方，即a*a
21 c13=a.^2; % a.*a
22
```

分号的作用：

结尾加分号“;”是将计算结果存入内存，但不显示在屏幕上；结尾不加分号：将计算结果存入内存，同时显示在屏幕上。

3. 信号的表示

在Matlab中通常有两种方法来表示信号，一种是用向量来表示信号，另一种是用符号运算的方法来表示信号。用Matlab语句表示出信号后，就可以利用Matlab的绘图命令绘制出直观的信号波形。

3.1 连续时间信号的表示

连续时间信号是指自变量的取值范围是连续的，且对于一切自变量的取值，除了有若干不连续点以外，信号都有确定的函数值与之对应。从严格意义上讲，Matlab并不能处理连续信号，在Matlab中，是用连续信号在等时间间隔点的样值来近似地表示连续信号的，当取样时间间隔足够小时，这些离散的样值

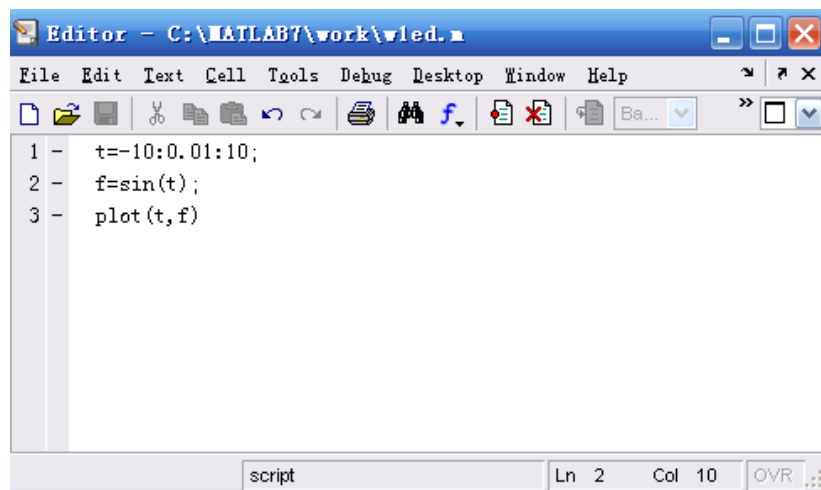
就能较好地近似出连续信号。在Matlab中连续信号可用向量或符号运算功能来表示。

(1) 向量表示法

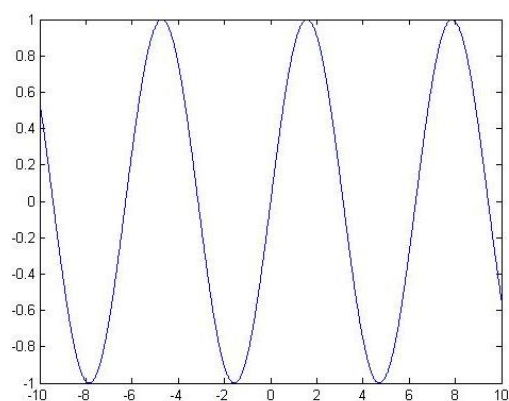
对于连续时间信号 $f(t)$ 可以用两个行向量表示。第一个行向量是用来定义自变量 t 的，比如： $t=t1:d:t2$ ，其中 $t1$ 为初始值， d 为步长， $t2$ 为终止值。第二个行向量 f 为连续信号 $f(t)$ 在向量 t 所定义的时间上的样值。

例1：用Matlab编程实现信号 $f(t)=\sin(t)$ ，并绘制出相应波形。

程序：([plot函数详见上机指导手册第14页](#))。



```
Editor - C:\MATLAB7\work\wled.m
File Edit Text Cell Tools Debug Desktop Window Help
1 - t=-10:0.01:10;
2 - f=sin(t);
3 - plot(t,f)
```



执行结果

3.2 离散时间信号的表示

离散时间信号用 $f(k)$ 表示，其变量 k 为整数，代表离散的采样时间点。 $f(k)$ 可表示为：

$$f(k) = \{ \dots, f(-2), f(-1), \underset{\uparrow k=0}{f(0)}, f(1), f(2), \dots \}$$

在Matlab中，用一个向量即可表示一个有限长度的序列。但是，这样的向量

并没有包含其对应的序号信息；所以，要完整地表示一个离散信号需要用两个向量。如序列： $f(k)=\{1,2,-1,3,2,4,-1\}$

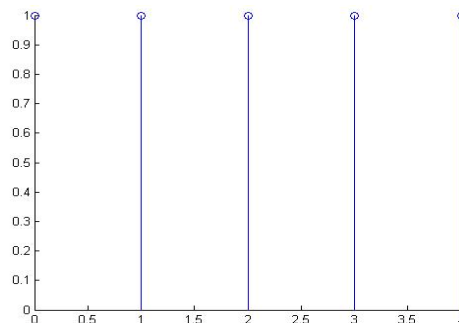
用Matlab表示离散序列并将其可视化时，需注意以下几点：第一，与连续时间信号不同，离散时间信号无法用符号运算来表示；第二，由于在Matlab中，矩阵的元素个数是有限的，因此，Matlab无法表示无限序列；第三，在绘制离散信号波形时，要使用专门绘制离散数据的stem命令，而不是plot命令。

例4 用Matlab表示离散序列 $x_2(n)=R_N(n)$, $N=5$ ，并绘制图形。

程序：

```
Editor - C:\MATLAB7\work\wled.m
File Edit Text Cell Tools Debug Desktop Window Help
1 - k=0:4;
2 - x=[1 1 1 1 1];
3 - stem(k,x)
Show functions
script Ln 3 Col 10 OVR
```

执行结果



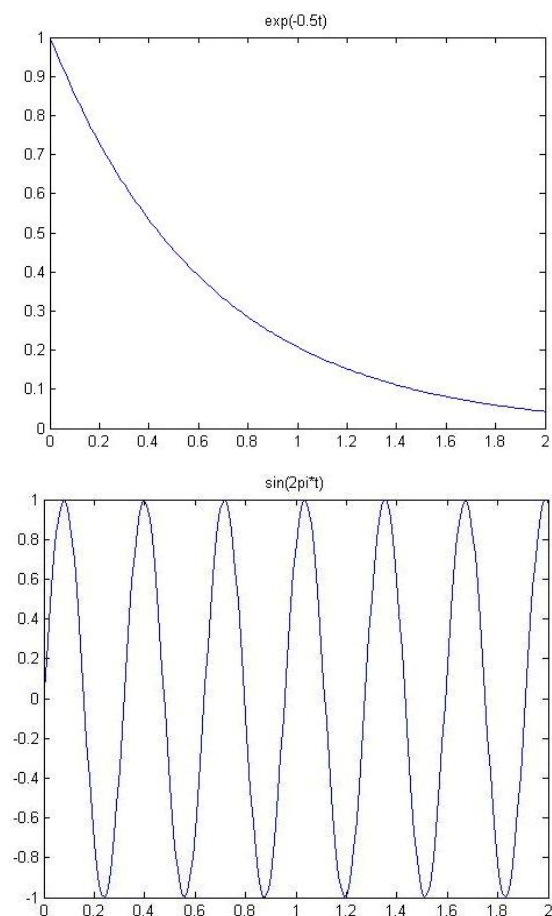
4. MATLAB绘图

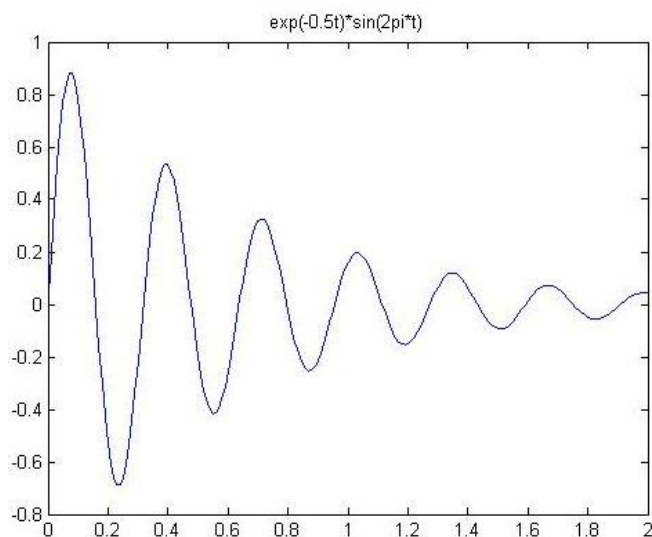
多窗口绘制 $e^{-0.5t}$ 、 $\sin(2\pi t)$ 、 $e^{-0.5t} \sin(2\pi t)$ 三个函数的曲线，其中 $0 < t < 2\pi$ ，并标注图形名称；再把这三个函数在一个图形窗口分子图绘制，同时加图形名称，横、纵轴坐标名称，网格线。

4.1 多窗口绘制三个函数的曲线

```
Editor - C:\MATLAB7\work\wled.m
File Edit Text Cell Tools Debug Desktop Window Help
[Icons] Ba... »
1 - t=0:pi/100:2*pi;% 定义自变量
2 - y1=exp(-0.5*t);%定义函数
3 - y2=sin(2*pi*t);
4 - y3=y1.*y2;%定义函数exp(-0.5t)*sin(2pi*t)
5 - figure(1);%建立图形窗口1
6 - plot(t/pi,y1)%画图
7 - title('exp(-0.5t)');%标注图形名称
8
9 - figure(2);%建立图形窗口2
10 - plot(t/pi,y2);
11 - title('sin(2pi*t)');
12
13 - figure(3);
14 - plot(t/pi,y3);
15 - title('exp(-0.5t)*sin(2pi*t)');
w1ed.m x w2ed.m x
script Ln 7 Col 24 OVR
```

执行结果如下：





4.2 一个图形窗口分子图绘制

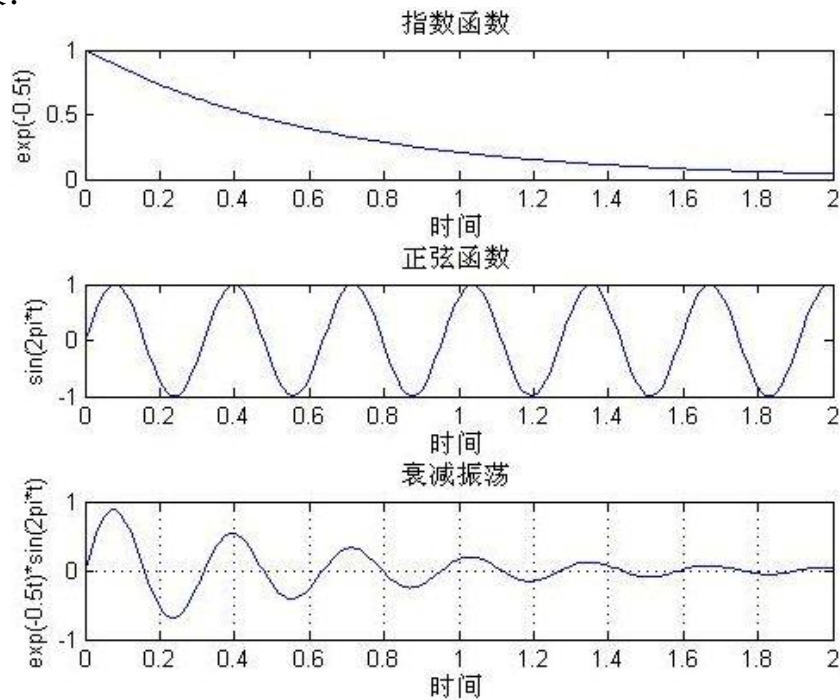
程序如下：([subplot函数详见上机指导手册第16页](#))

```

Editor - C:\MATLAB7\work\w2ed.m
File Edit Text Cell Tools Debug Desktop Window Help
[Icons] Stack: Base
1 - t=0:pi/100:2*pi;% 定义自变量
2 - y1=exp(-0.5*t);%定义函数
3 - y2=sin(2*pi*t);
4 - y3=y1.*y2%定义函数exp(-0.5t)*sin(2pi*t)
5
6 - subplot(3,1,1);%把图形窗口分成3*1个绘图区,绘制第一张子图y1
7 - plot(t/pi,y1)%画图
8 - title('指数函数');%标注图形名称
9 - xlabel('时间');
10 - ylabel('exp(-0.5t)');
11
12 - subplot(3,1,2);%绘制第二张子图
13 - plot(t/pi,y2);
14 - title('正弦函数');
15 - xlabel('时间');
16 - ylabel('sin(2pi*t)');
17
18 - subplot(3,1,3)%绘制第三张子图
19 - plot(t/pi,y3);
20 - title('衰减振荡');
21 - xlabel('时间');
22 - ylabel('exp(-0.5t)*sin(2pi*t)');
23 - grid on;%加网格线
w1ed.m x w2ed.m x
script Ln 23 Col 14 OVR

```


执行结果：



5. 音频文件数据的读取、播放和保存

在MATLAB中，有下几个常用的读取、播放、保存音频文件的函数。

[xn,fs] = audioread('D:\MATLAB\work\filename.wav'); %2012b 及以后的版本用该函数。

[xn,fs] = wavread('D:\MATLAB\work\filename.wav'); %2012b 版本以前用该函数。

功能：从D:\MATLAB\work\的**filename.wav**文件读取的音频数据放在**xn**中，**fs**为**filename.wav**的采样频率。

sound(xn , fs)

功能：将**xn**中的数据变成声音播放，**fs**为采样频率，不写**fs**，默认的采样频率为8192Hz。

wavwrite(xn, fs, 'filename') % 2012b 版本以前用该函数。

功能：将**xn**的数据存储为wav格式的音频文件，**fs**为采样频率。

audiowrite(' filename ', xn, fs) % 2012b版本以后用该函数。

功能：将**xn**的数据存储为wav格式的音频文件，**fs**为采样频率。

pause(n)

功能：终止执行程序**n**秒。

三、实验任务

1、在Matlab平台上编程实现下面的连续信号

$$(1) \quad sa(t) = \frac{\sin(t)}{t}, -10 \leq t \leq 10$$

$$(2) \quad g_2(t)$$

$$(3) \quad 5e^{0.5t} \sin(2\pi t), 0 \leq t \leq 10$$

2、在Matlab平台上编程实现下面的离散信号

$$(1) \quad \delta(k)$$

$$(2) \quad g_4(k)$$

$$(3) \quad 1.1^k \sin(0.05\pi k), 0 \leq k \leq 60 \quad (\text{矩阵乘方、点运算详见上机指导手册第11页})。$$

要求：绘出其波形，要求所有的连续信号分子图绘制到一个图上，所有的离散信号也是分子图绘制到一张图上。

说明：Matlab 提供了许多数学函数，自然指数函数用exp(t)表示，抽样函数用sinc(t)表示，可查阅Matlab软件的帮助文档（Help菜单->MATLAB Help）。

四、思考题

(1) Matlab处理连续信号时，为什么要对它离散化后作为离散序列来处理？

(2) 查找资料，理解常用图像格式文件读写、显示的Matlab函数的使用方法，编写Matlab代码，对图像文件lena.bmp进行读取，转换成灰度图后再显示，把灰度图像以文件形式保存。