MATLAB基础

课程任务

通过本课程的学习，**初步掌握**当前流行的**MATLAB**语言的**基础知识**，学会运用MATLAB进行**科学数据处理、计算和建模**的**基本技能**。

教学内容

第一节　　概述及运算基础
第二节　　数值运算和符号运算
第三节　　MATLAB绘图和程序设计

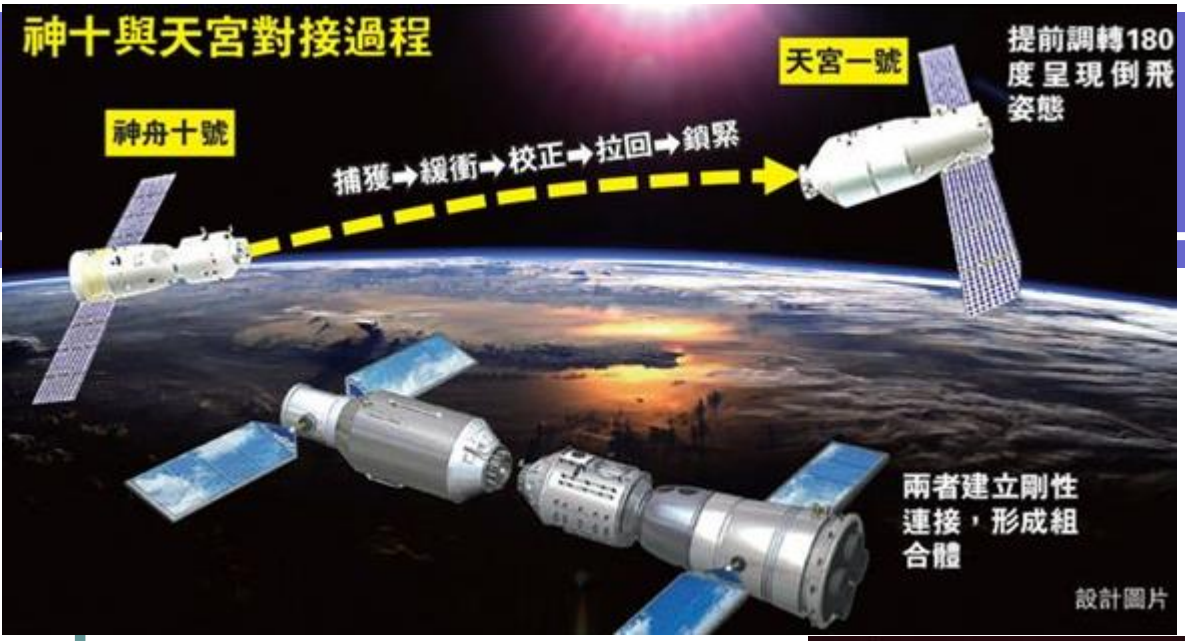
参考书目

- 尚涛，MATLAB基础及其应用教程,北京：电子工业出版社， 2014年8月。
- 张学敏，倪虹霞，**MATLAB基础及应用，北京：中国电力出版社，2009 年2月。**
- 刘同娟，郭键，刘军，**MATLAB建模、仿真及应用，北京：中国电力出版社，2009 年4月。**
- 胡良剑，孙晓君，**MATLAB数学实验，北京：高等教育出版社，2006年6月。**
- 马莉，**MATLAB数学实验与建模，北京：清华大学出版社，2010年1月。**
- **http://www.mathworks.com**

  Learning MATLAB.

  Using the Control System Toolbox.

什么是仿真?
生活中有没有?


神十與天宮對接過程
天宮一號
提前調轉180度呈現倒飛姿態
神舟十號
捕獲➡緩衝➡校正➡拉回➡鎖緊
兩者建立剛性連接，形成組合體
設計圖片



仿真的定义

仿真（Simulation）：
利用模型复现实际系统中发生的本质过程，并通过对系统模型的实验来研究存在的或设计中的系统，又称模拟。

仿真的分类

- 按模型分类

1、物理仿真：利用实物或者它的物理模型进行研究

- 具有效果逼真，精度高等优点，但造价高或耗时长，大多在一些特殊场合下采用（如导弹、卫星一类飞行器的动态仿真等），优点是直接、形象、可信；缺点是模型受限、易破坏、难以重复利用。

2、计算机仿真：根据相似性原理，利用计算机模拟研究系统。

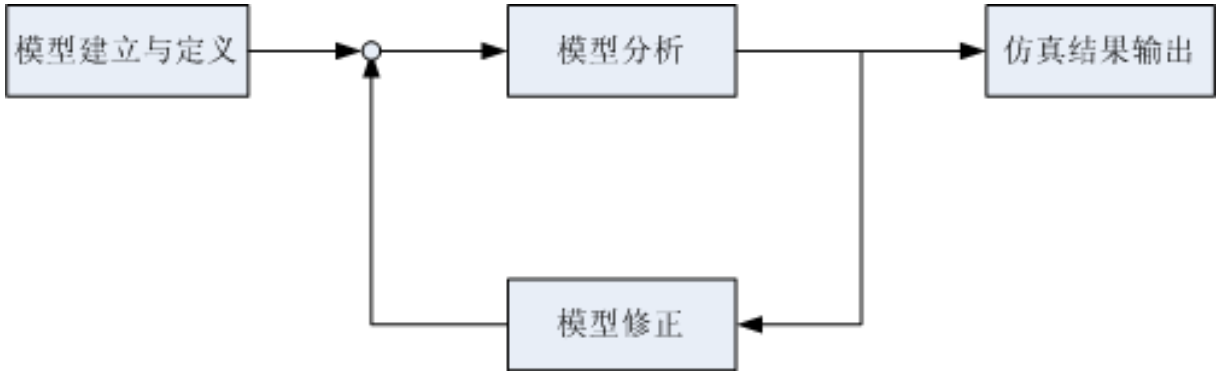
- 计算机仿真的三个基本要素：系统、模型、计算机。
- 与计算机仿真要素相对应工作是：模型的建立、系统的组装、仿真实验。

具体的工作过程：

1、建立系统的数学模型；

2、仿真系统的组装，包括设计仿真算法、编制计算机程序使仿真系统的数学模型能为计算机所接受并在计算机上运行；

3、运行仿真模型，进行仿真试验，再根据仿真试验的结果进一步修正系统的数学模型和仿真系统。



仿真技术的应用

1、航空与航天工业
2、电力工业
3、原子能工业
4、石油、化工及冶金工业
5、非工程领域

- 医学
- 社会学
- 宏观经济与商业策略的研究

应用仿真技术的意义

1、经济，采用仿真实验仅需成本的1/10~1/5，而且设备可以重复使用。

2、安全，采用仿真实验可以有效降低危险程度，对系统的研究起到保障作用。

3、快捷，提高设计效率：比如电路设计，服装设计等等。

4、具有优化设计和预测的特殊功能

第1讲 MATLAB概述及运算基础

本讲目标

- 了解MATLAB的基本知识
- 熟悉MATLAB的开发环境
- 掌握利用MATLAB进行基本运算的方法

主要内容

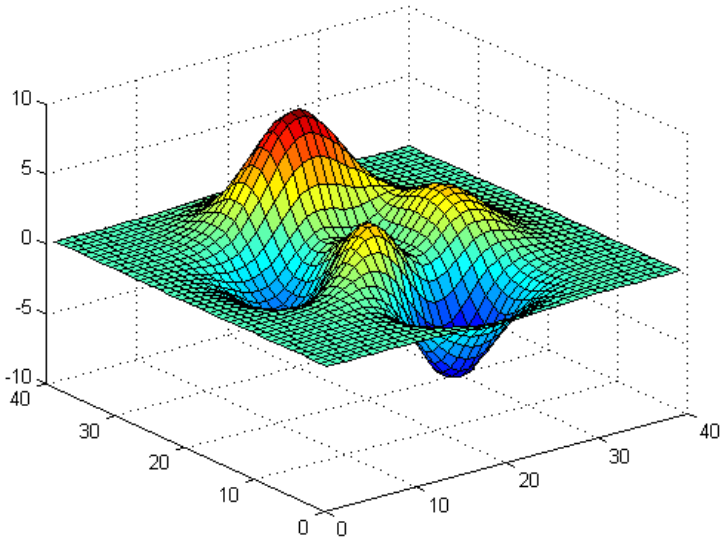
- 1.1 科学工程计算与MATLAB
- 1.2 基本运算功能
- 1.3 基本数据类型
- 1.4 数学函数

1.1 科学工程计算与MATLAB

- **科学研究和工程实践中的计算问题**
  - 简单问题：计算器或直接手工推导
  - 复杂问题：计算机编程
- **计算机编程**
  - 高级编程语言
    - Microsoft: Visual C++、Visual Basic
    - Sun: Java
  - 科学计算软件工具
    - MathWorks: MATLAB

科研和工程技术人员的首选 MATLAB

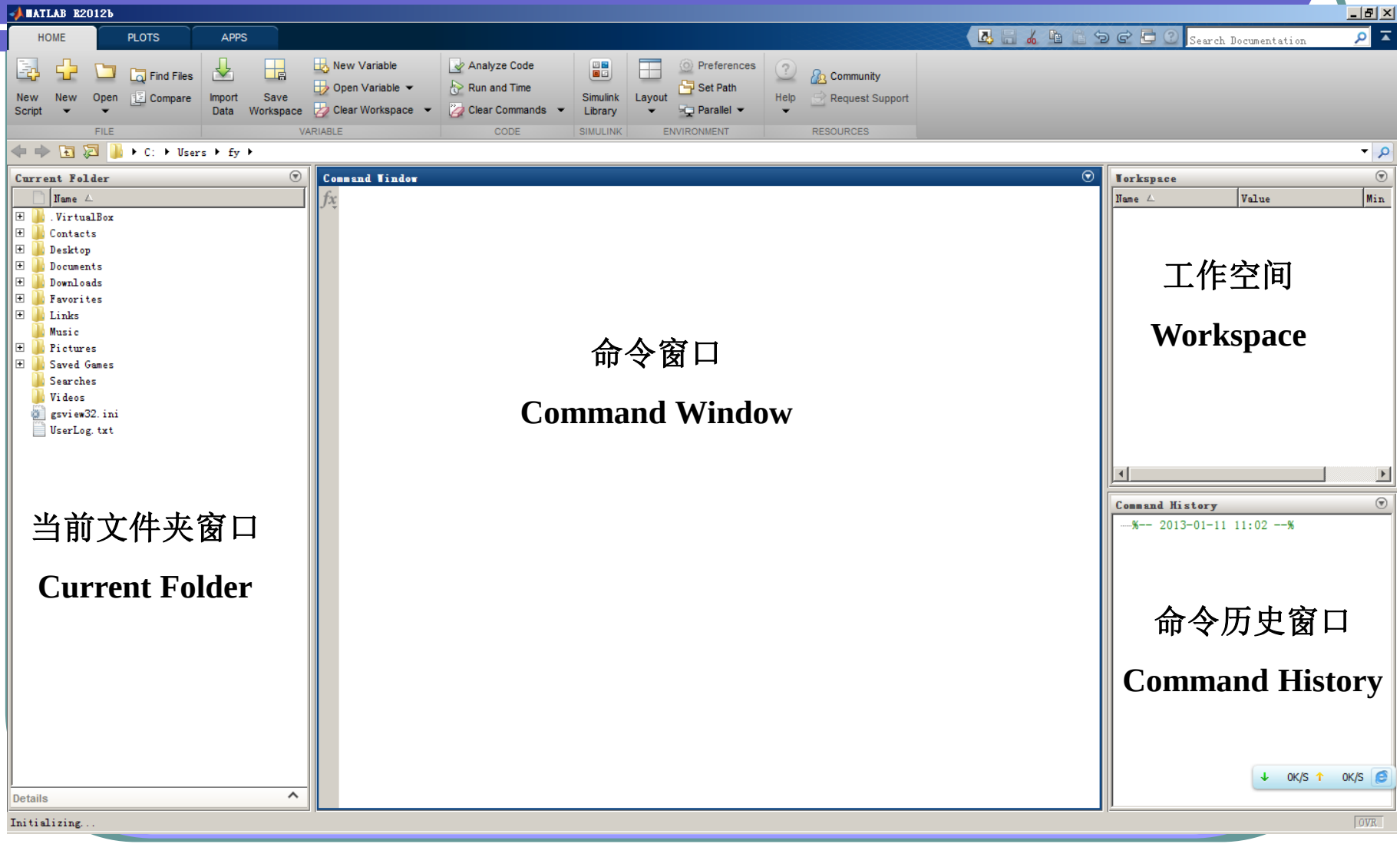
- **MATLAB具有用法简单、灵活、结构性强、延展性好等优点，逐渐成为科技计算、视图交互系统的首选语言工具。**
  - 功能强大的数值运算功能
  - 强大的图形处理能力
  - 高级但简单的程序环境
  - 丰富的工具箱与模块集
  - 易于扩充



MATLAB是什么？

- **MATLAB（ MATrix LABoratory）是一种以矩阵运算为基础的交互式程序语言，着重针对科学计算、工程计算和绘图的需求。**
- **首创者 Cleve Moler 教授曾在斯坦福大学任数学与计算机科学教授，和 John Little 等人成立了 The MathWorks 公司。**
- **该公司于1984年推出MATLAB，1988年3.0版，1992年4.0版，最新版本8.0（matlab2015）。**

MATLAB环境介绍



当前文件夹窗口

Current Folder

命令窗口

Command Window

工作空间

Workspace

命令历史窗口

Command History

命令窗口

用户可以在提示符后输入各种MATLAB命令，并显示命令执行后的结果

工作空间窗口

显示变量的名称、数值和类型，对MATLAB计算环境中从外部导入的数据和计算过程产生的数据变化进行可视化显示。

当前文件夹窗口

显示在当前工作目录下包含的所有文件

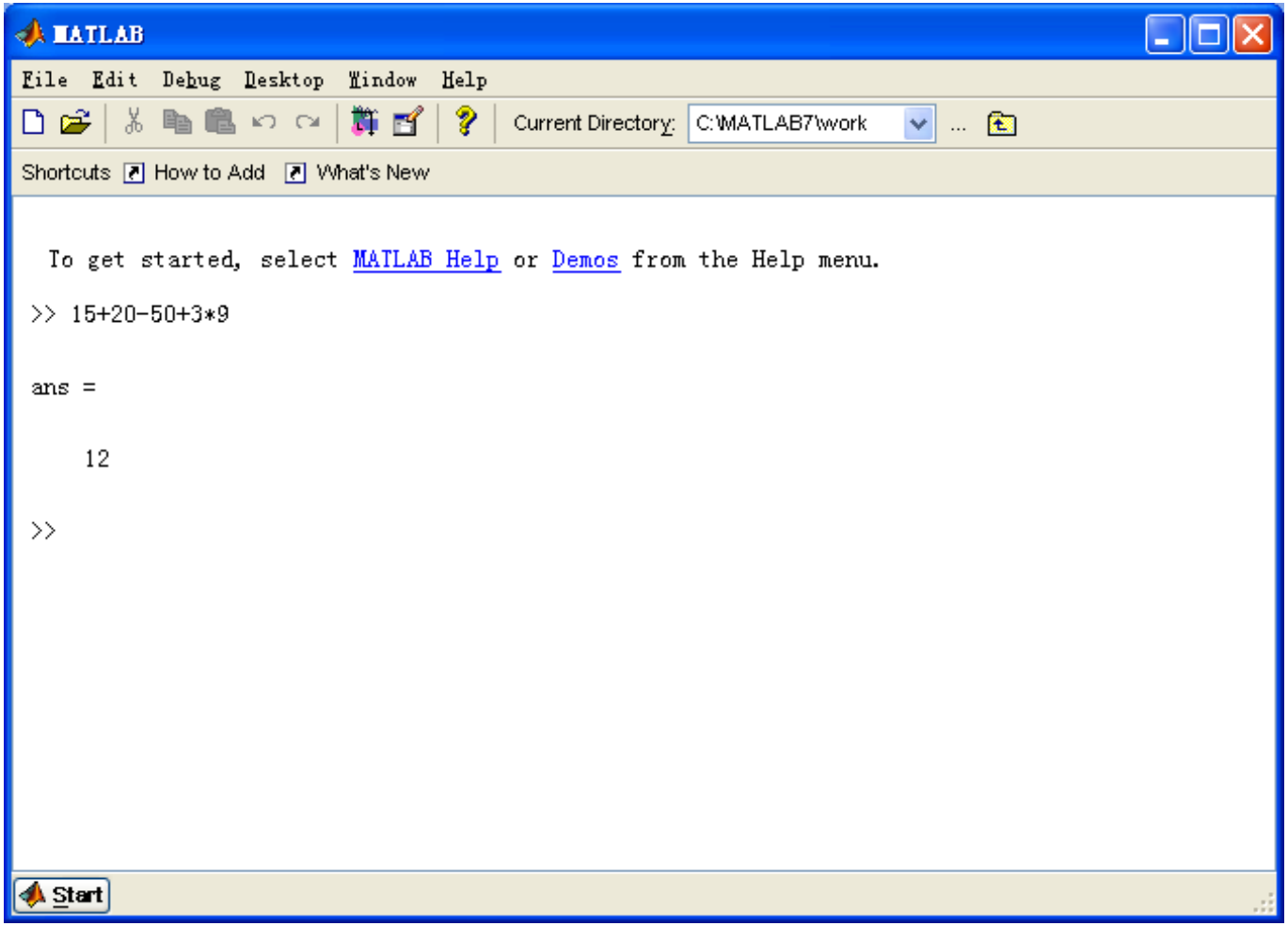
命令历史窗口

记录了在命令窗口中执行的每个命令

1.2 基本运算功能

- **MATLAB的基本运算可分为三类：**
  - 算术运算
  - 关系运算
  - 逻辑运算

1.2.1 算术运算


MATLAB
File Edit Debug Desktop Window Help
Current Directory: C:\MATLAB7\work
Shortcuts How to Add What's New
To get started, select MATLAB Help or Demos from the Help menu.
>> 15+20-50+3*9
ans =
12
>>
Start

使用变量来进行更复杂的问题求解

```
>> a=15+20-50+3*9
a =
    12
>>b=30
b =
30
>> c=a*b
c =
     360
>> d=a^3-b*c
d =
     -9072
```

基本算术运算符

运　算	符　号	运　算	符　号
加	+	减	-
乘	*	数组相乘	.*
左除	\	数组左除	.\
右除	/	数组右除	./
幂次方	^	数组幂次方	.^

例1 求解算术表达式的值

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

```
>> (12+2*(7-4))/3^3
ans =
    0.6667
```

1.2.2 关系运算

运　算	符　号	运　算	符　号
大于	>	小于	<
等于	==	不等于	~=
大于等于	>=	小于等于	<=

关系运算的结果类型为逻辑量 (0, 1)

```
>> x=2;
>> x>3
ans =
     0
>> x<=2
ans =
     1
```

1.2.3 逻辑运算

- 逻辑运算符用于将关系表达式或逻辑量连接起来，构成较复杂的逻辑表达式。逻辑表达式的值也是逻辑量。

运　算	符　号	运　算	符　号
与	&	或	|
非	~	异或	xor

1.3 基本数据类型

- **MATLAB数据类型**
  - 数值
  - 逻辑
  - 字符串
  - 单元
  - 结构
  - 类

1.3.1 字符串类型

- 字符串：包含在一对单引号中的字符集合

```
>> s='hello, MATLAB'                    %定义字符串变量s
s =
hello, MATLAB
```

字符串与数值数组的相互转换

详情请参阅帮助(help)

函数名	可实现的功能	函数名	可实现的功能
num2str	数字转换为字符串	**str2num**	字符串转换为数字
int2str	整数转换为字符串	**mat2str**	矩阵转换为字符串

串检验与进制转换函数

详情请参阅帮助(help)

函数名	可实现的功能	函数名	可实现的功能
hex2dec	**16→10转换**	**dec2bin**	**10→2转换**
hex2num	**16→双精转换**	**dec2base**	**10→n转换**
dec2hex	**10→16转换**	**bin2dec**	**2→10转换**

1.3.2 变量和表达式

- **变量的命名方式：**
  - 变量名由字母、数字和下划线组成；
  - 变量名中的英文字母大小写是有区别的；
  - 变量名的最大长度是有规定的
    - 不同版本的系统规定不同：19个字符、31或63个字符等
    - 可调用namelengthmax函数得到系统规定长度

MATLAB系统的特殊变量和常数

特殊变量	意　　义
ans	如果用户未定义变量名，系统用于计算结果存储的默认变量名
pi	圆周率π（= 3.1415926...）
inf或Inf	无穷大∞值，如1/0
eps	浮点运算的相对精度2^(-52)
realmax	最大的正浮点数，2^(1024)-1
realmin	最小的正浮点数，2^(-1022)
NaN或nan	不定量，如0/0或inf/inf
i或j	虚数单位
nargin	函数输入参数个数
nargout	函数输出参数个数
lasterr	存放最新的错误信息
lastwarn	存放最新的警告信息

变量的使用

```
>>clear              %删除工作区中所有定义过的变量
>>whos               %查看当前工作区内变量信息，无显示表示没有定义的变量
>> xy=1; yx=2;      %对变量赋值
>> xy               %查看变量xy的当前数值
xy =
     1
>> whos
  Name      Size                Bytes  Class
  xy        1x1                     8  double array
  yx        1x1                     8  double array
Grand total is 2 elements using 16 bytes
>> clear xy yx      %删除变量xy及yx
>> whos
>> xy               %这时变量xy已经不存在了
??? Undefined function or variable 'xy'.
```

1.4 数学函数

类型	函　　数	含　　义
三角函数	sin(x)	正弦值
	asin(x)	反正弦值
	cos(x)	余弦值
	acos(x)	反余弦值
	tan(x)	正切
指数函数	exp(x)	指数运算
	log(x)	自然对数
	sqrt(x)	求平方根
复数函数	abs(x)	求绝对值
	imag(x)	取出复数的虚部
	real(x)	取出复数的实部
	conj(x)	复数共轭
数论函数	round(x)	四舍五入
	mod(x,y)	求余数
	lcm(x,y)	整数x和y的最小公倍数
	gcd(x,y)	整数x和y的最大公约数

使用函数须注意以下几点

- 函数一定要出现在等式的右边
- 函数对其自变量的个数和格式都有一定的要求
- 函数允许嵌套

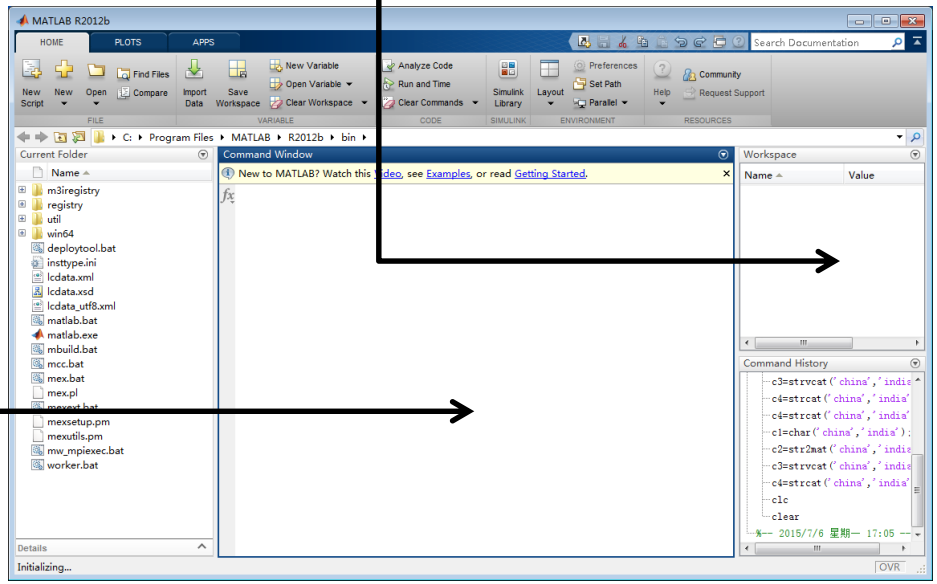
例 计算下式的结果，其中a=5.67, b=7.811

$$\frac{e^{(a+b)}}{\log_{10}(a+b)}$$

```
>>a=5.67; b=7.811;
>>exp(a+b)/log10(a+b)
ans =
  6.3351e+005
```

问题分析（1）

- **clear：清理内存**
- **clc：清屏**



问题分析（2）

- 设三个复数a＝3＋4i，b＝1＋2i, $c = 2e^{\frac{\pi}{6}i}$ ，计算x=ab/c

```
>> a=3+4i;                ? 4*i
>> b=1+2i;
>> c=2*exp(i*pi/6); ?
>> x=a*b/c
x =
   0.3349 + 5.5801i
```

问题分析（3）

- 计算下式的结果，其中**x= 45°**

$$\frac{\sin(x)+\sqrt{35}}{\sqrt[5]{72}}$$

```
>>x=pi/180*(45);      %将角度单位由度转换为函数要求的弧度值
>>z=(sin(x)+sqrt(35))/72^(1/5)
z =
2.8158
```

第2讲 MATLAB数值运算

—— **matlab 具有出色的数值计算能力，占据世界上数值计算软件的主导地位**

本讲目标

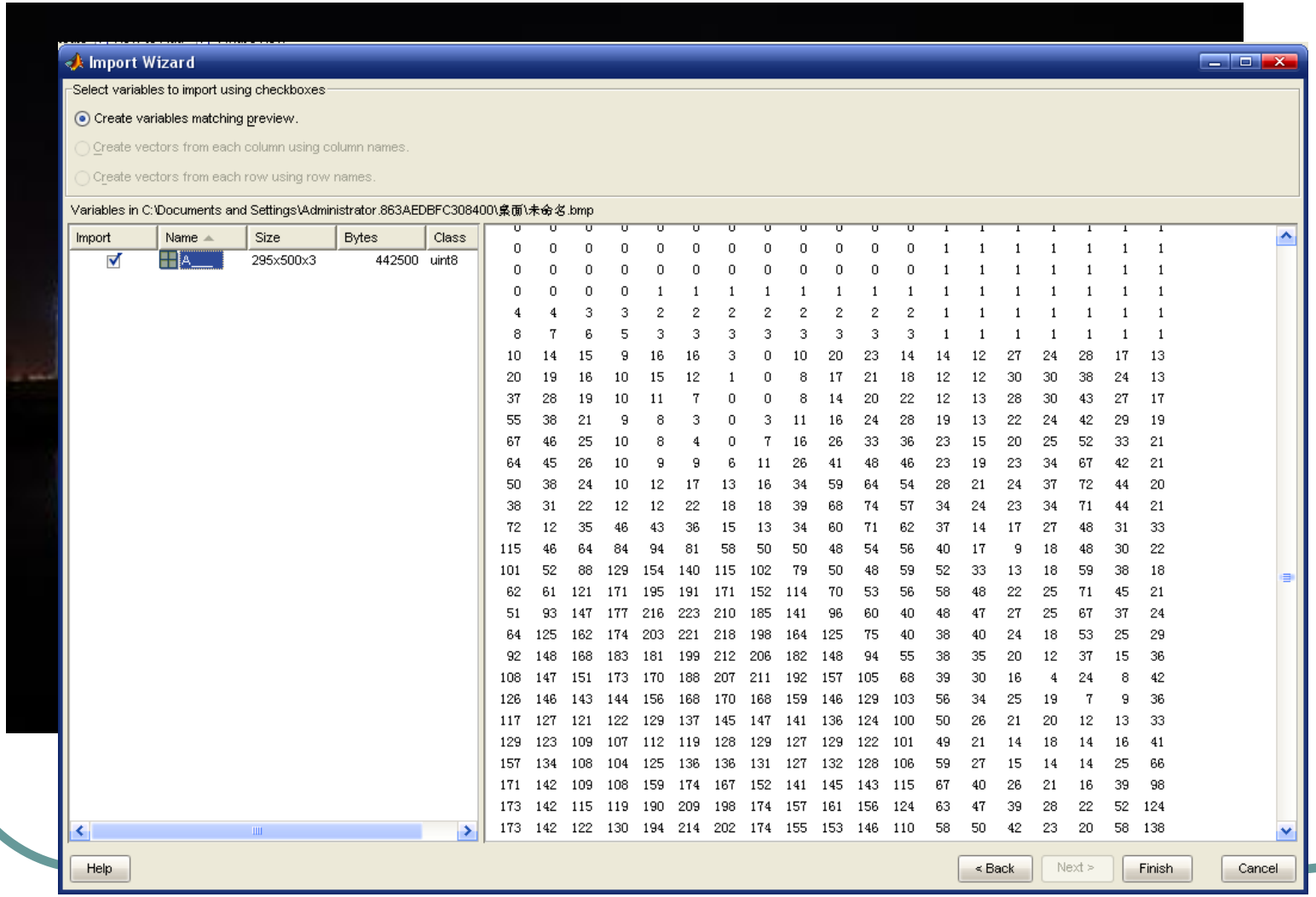
- 理解数值运算的有关概念
- 加深对MATLAB中矩阵和数组的理解
- 掌握使用MATLAB数值运算的基本方法

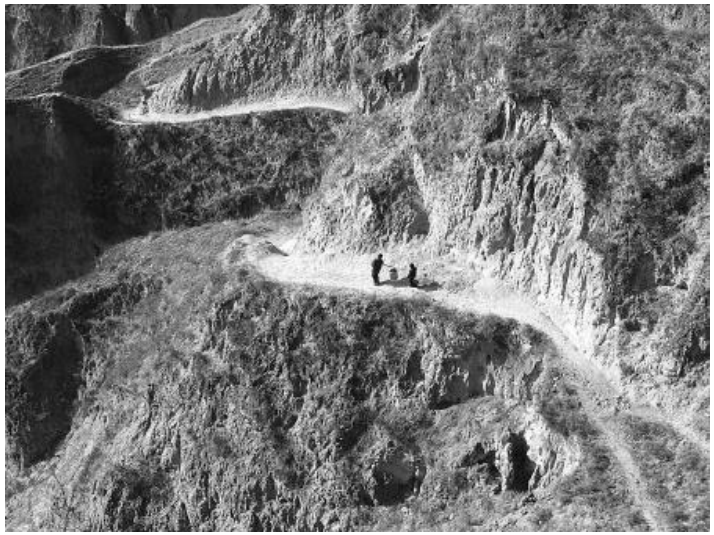
数值运算的功能

- 数组运算
- 矩阵运算
- 多项式运算
- 线性方程组
- 数值统计
- 线性插值

实例

图像


Import Wizard
Select variables to import using checkboxes
Create variables matching preview.
Create vectors from each column using column names.
Create vectors from each row using row names.
Variables in C:\Documents and Settings\Administrator.863AEDBFC308400\桌面\未命名.bmp
Import
Name
Size
Bytes
Class
A
295x500x3
442500
uint8
Help
< Back
Next >
Finish
Cancel



原图A



参赛图A’

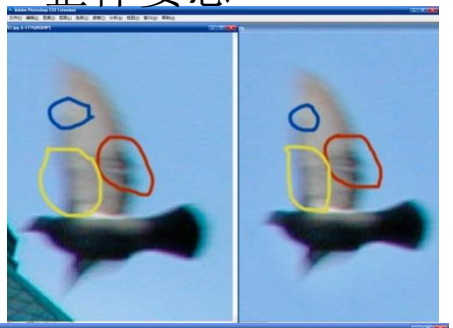
2010年“人与水”国际摄影大赛比赛特等奖 被取消

沿Y轴翻转　　A*B（翻转矩阵）=>A’

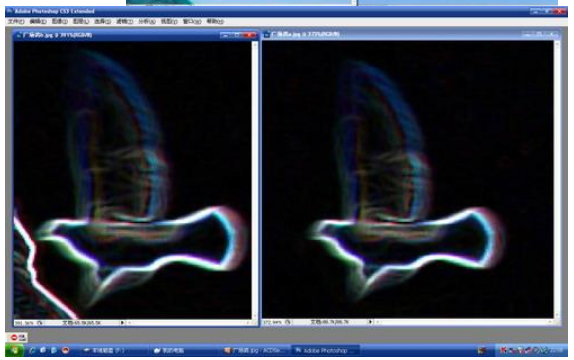
>> fliplr(A)



整体姿态



边缘



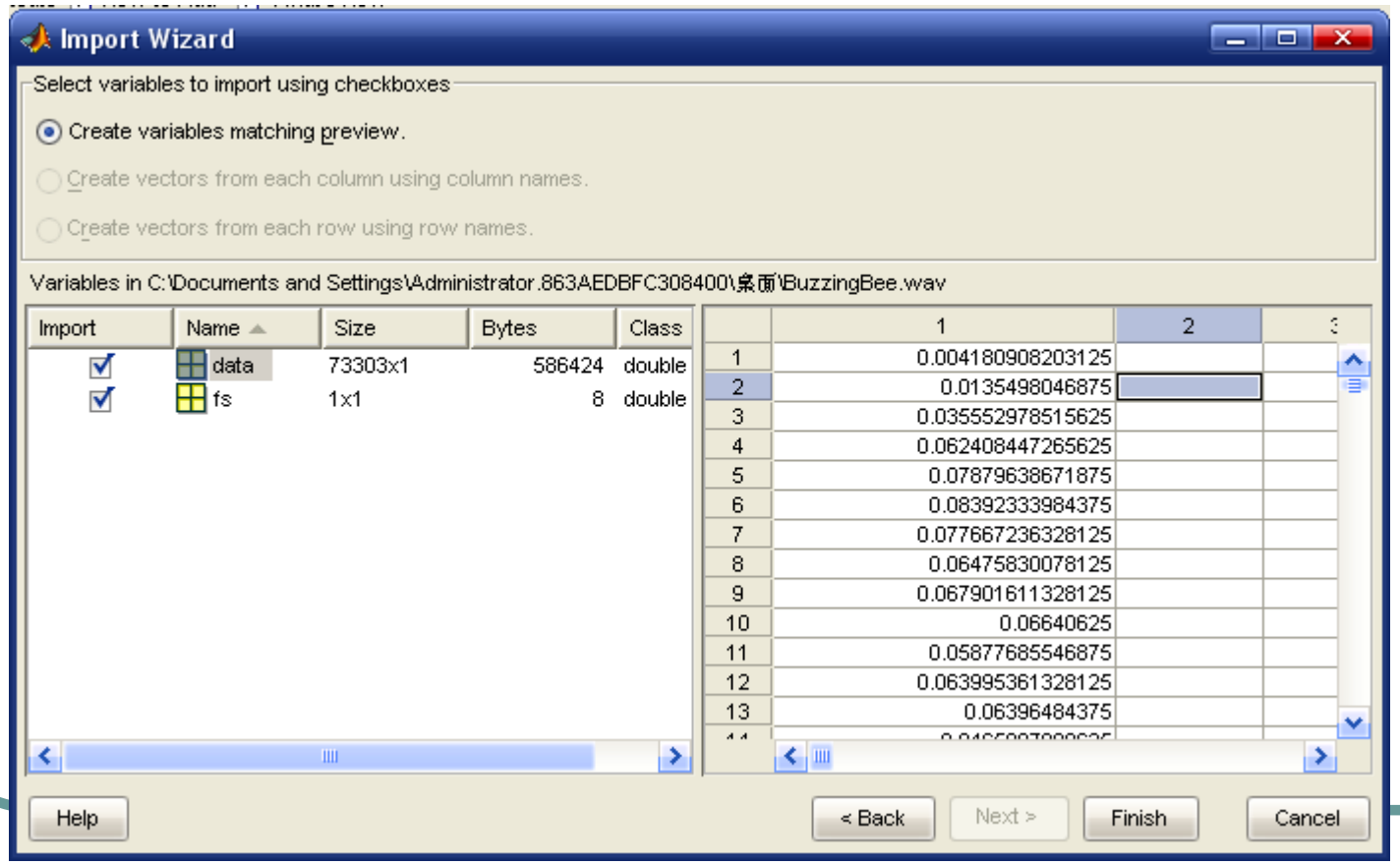
２００５年华赛金奖作品《广场鸽注射禽流感疫苗》的获奖资格２００８年被取消

图像矩阵中两只鸽子特征值高

实例

信号

- **BuzzingBee.wav(windows\system32)**



一.数值变量

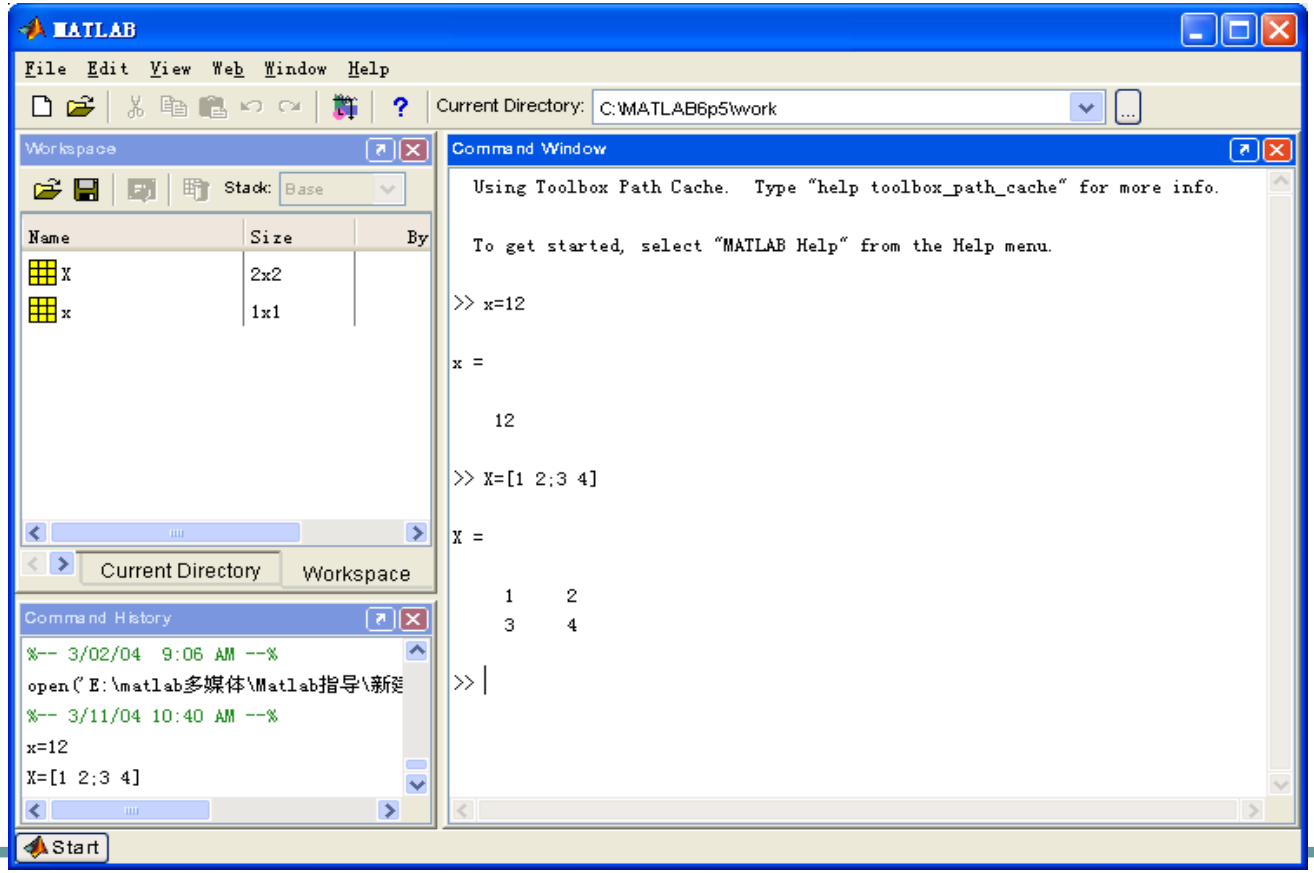
MATLAB是以矩阵(二维数组)为基本运算单元的，而构成数值矩阵的基本单元就是数值。MATLAB中的变量名必须遵循：

(a) 变量名区分大小写；

(b) 变量名的长度是有规定的，超过时给出警告信息；

(c) 变量名必须以字母开头，其余可包含字母、数字、下划线，但不得使用标点符号。

比如以下的例子就是输入了变量x和X，这是两个不同的变量，一个是数字，一个是矩阵。



二. 创建数组的方法

1. 一维数组的创建

规则：

①元素必须用[　]括住

②元素必须用逗号或空格分隔

③可以是实数，也可以是复数

A=first:增量:last

A=linspace(first,last,n)

2. 二维数组的创建

在[　]内的行与行之间必须 用分号分隔

三. 数组运算

数组运算指元素对元素的算术运算，与通常意义上的由符号表示的线性代数矩阵运算不同

1. 数组加减(+,-)

a+b
a- b

} 对应元素相加减（与矩阵加减等效）

2. 数组乘除(.*，./ 右除，.\ 左除）

a.*b —— a，b两数组必须有相同的行和列两数组相应元素相乘。

```
a=[1 2 3;4 5 6;7 8  9];
b=[2 4 6;1 3 5;7 9 10];
a.*b
ans =
     2     8    18
     4    15    30
    49    72    90
```

```
a=[1 2 3;4 5 6;7 8  9];
b=[2 4 6;1 3 5;7 9 10];

a*b
ans =
    25    37    46
    55    85   109
    85   133   172
```

3. 数组乘方(.^) —— 元素对元素的幂

例:

```
a=[1 2 3];b=[4 5 6];
z=a.^2
z =
    1.00    4.00    9.00
z=a.^b
z =
    1.00   32.00  729.00
```

常见的基本数学函数

三角函数

函数名	功能	函数名	功能	函数名	功能
sin	正弦	**tan**	正切	**atan**	反正切
asin	反正弦	**cot**	余切	**acot**	反余切
cos	余弦	**sec**	正割	**asec**	反正割
acos	反余弦	**csc**	余割	**acsc**	反余割

函数名	功能	函数名	功能
exp	以e为底的指数	pow2	2的幂次
log2	以2为底的对数	log	自然对数
log10	以10为底的对数	sqrt	开平方
nextpow2		返回2的下一个最近幂	

函数名	功能	函数名	功能
abs	复数的模	**real**	实部
angle	相位角	**imag**	虚部
conj	共轭复数	**unwrap**	相位展开

函数名	功能	函数名	功能
floor	朝负无穷方向取整	**fix**	朝0方向取整
ceil	朝正无穷方向取整	**round**	四舍五入
rem	除后取余	**mod**	模数（带符号余）

函数名	功能	函数名	功能
cond	矩阵的条件数	**rank**	矩阵的秩
condest	1范数条件数	**svd**	奇异值分解
rcond	矩阵倒条件数	**trace**	矩阵的迹
det	方阵的行列式	**expm**	矩阵指数
inv	方阵的逆	**logm**	矩阵对数
norm	一般范数	**sqrtm**	矩阵开方

四、创建矩阵的方法

1. 直接输入法

规则：

① 矩阵元素必须用[　]括住

②在[　]内矩阵的行与行之间必须用分号分隔

③ 矩阵元素必须用逗号或空格分隔

矩阵元素

矩阵元素可以是任何matlab表达式，可以是实数，也可以是复数，复数可用特殊数i，j 输入

```
a=[1 2 3;4 5 6]

x=[2 pi/2;sqrt(3) 3+5i]
```

符号的作用

- 逗号和分号的其他作用

  ♣逗号和分号可作为指令间的分隔符，matlab允许多条语句在同一行出现。

  ♣分号如果出现在指令后，屏幕上将不显示结果。

注意：只要是赋过值的变量，不管是否在屏幕上显示过，都存储在工作空间中，以后可随时显示或调用。变量名尽可能不要重复，否则会覆盖 。

当一个指令或矩阵太长时，可用•••续行

2.用matlab函数创建矩阵

- **空阵 [　] — matlab允许输入空阵，当一项操作无结果时，返回空阵。**
- **rand —— 产生0和1之间均匀分布的随机矩阵**
- **randn —— 产生均值为0,方差为1的正态分布的随机矩阵**
- **eye —— 单位矩阵(对角元素为1,其他为0)**
- **zeros ——全部元素都为0的矩阵**
- **ones ——全部元素都为1的矩阵**

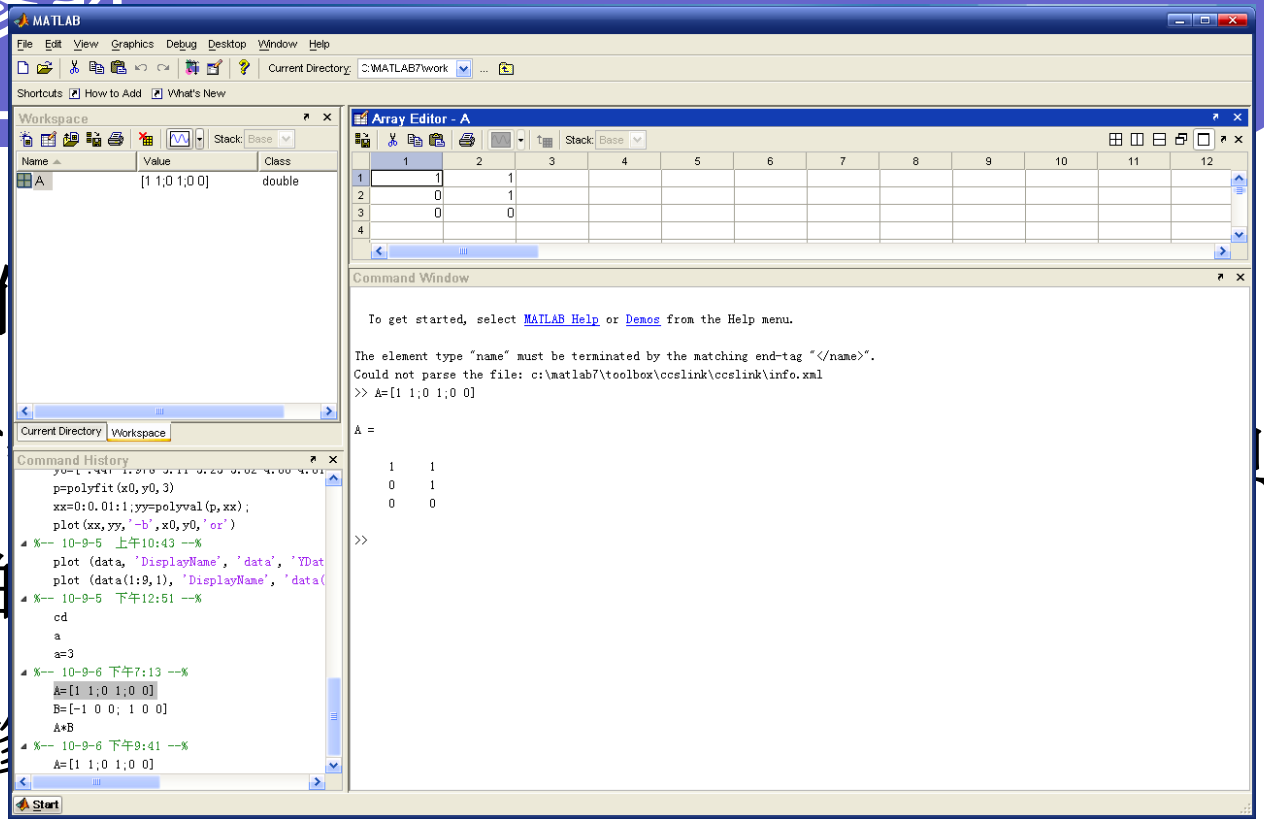
矩阵的修改

- ① 直接修

  可用↑

  要修改的

  ② 指令修



可以用A(*,*)= * 来修改。

例如

```
a=[1 2 0;3 0 5;7 8 9]
a =1     2     0
     3     0     5
     7     8     9
a(3,3)=0
a =1     2     0
     3     0     5
     7     8     0
```

五、矩阵运算

1. 矩阵加、减（＋,－）运算

规则：

① 相加、减的两矩阵必须有相同的行和列两矩阵对应元素相加减。

② 允许参与运算的两矩阵之一是标量。标量与矩阵的所有元素分别进行加减操作。

2. 矩阵乘（*）运算

规则：

- A矩阵的列数必须等于B矩阵的行数
- 标量可与任何矩阵相乘。

```
a=[1 2 3;4 5 6;7 8 0];b=[1;2;3];c=a*b

c =14

    32

    23
```

d=[-1;0;2];f=pi*d

f = -3.1416

0

6.2832

3. 矩阵除（/ \）运算

矩阵除的运算在线性代数中没有，有矩阵逆的运算，在matlab中有两种矩阵除运算

- 左除 a\b 等价于inv(a)*b
- 右除 b/a 等价于b* inv(a)

- inv(a)矩阵的逆

```
>> a=[1 2 3;3 0 1;4 2 1];
>> det(a)
ans =
    18
>> b=[5 5 5; 5 5 5;5 5 5];
>> c=a\b
c =
    1.1111    1.1111    1.1111
   -0.5556   -0.5556   -0.5556
    1.6667    1.6667    1.6667
>> c=b/a
c =
    1.3889   -0.2778    1.1111
    1.3889   -0.2778    1.1111
    1.3889   -0.2778    1.1111
```

4. 矩阵乘方—— a^n,a^p,p^a

a ^ p —— a 的p次幂

```
a=[1,2,3;4,5,6;7,8,9];a^2

ans =30    36    42

      66    81    96

     102   126   150
```

a^0.5

ans =

0.4498 + 0.7623i 0.5526 + 0.2068i 0.6555 -0.3487i

1.0185 + 0.0842i 1.2515 + 0.0228i 1.4844 - 0.0385i

1.5873 - 0.5940i 1.9503 - 0.1611i 2.3134 + 0.2717i

- a^p :a的p次方
- 条件：在a^p 中a, p不可都是矩阵，必须一个是标量，一个是方阵

（1）a是一个方阵，p是一个标量

① p 是大于1 的正整数，则a的p次幂即为a自乘p次。当p为负整数时，A^{-1}自乘p次。

p>1

```
>> a = magic(3)
a =
     8     1     6
     3     5     7
     4     9     2
>> a^2
ans =
    91    67    67
    67    91    67
    67    67    91
```

② p是不为整数的标量时， a^p=v*D.^p/v 。其中D为矩阵a的特征值矩阵，v为对应的特征矢量阵，用eig函数求出D和v， [v,D]=eig(a).

$a=vDv^{-1}$----(对角化)

```
>> a
a =
     1     1
     3     4
>> a^0.5
ans =
   0.7559    0.3780
   1.1339    1.8898
```

```
>> [v,D]=eig(a)
v =
   -0.7842   -0.2550
    0.6205   -0.9669
D =
    0.2087         0
         0    4.7913
>> v*D.^0.5/v
ans =
    0.7559    0.3780
    1.1339    1.8898
```

（2）p 是方阵而a是标量时， a^p=v*a^D/v,其中 [v,D]=eig(p).

```
>> p=[1 1;1 2]
p =
     1     1
     1     2
>> 2^p
ans =
    2.6398    2.1627
    2.1627    4.8025
```

```
>> [v,D]=eig(p)
v =
   -0.8507    0.5257
    0.5257    0.8507
D =
    0.3820         0
         0    2.6180
>> v*2^D/v
ans =
    2.6398    2.1627
    2.1627    4.8025
```

5. 矩阵的其它运算

- **inv** —— 矩阵求逆
- **det** —— 行列式的值
- **eig** —— 矩阵的特征值
- **diag** —— 对角矩阵
- ’ —— 矩阵转置
- **sqrt** —— 矩阵开方

6. 矩阵的一些特殊操作

- 矩阵的变维

  a=[1:12];b=reshape(a,3,4)

  c=zeros(3,4);c(:)=a(:)

- 矩阵的变向

  rot90:旋转; fliplr:左右翻; flipud:上下翻

- 矩阵的抽取

  diag:抽取主对角线;tril: 抽取主下三角;

  triu:抽取主上三角

- 矩阵的扩展

关系运算

关系符号	意义
<	小于
<=	小于或等于
>	大于
>=	大于或等于
==	等于
~=	不等于

逻辑运算

逻辑符号	意义
&	与（AND）
|	或（OR）
～	非（NOT）

六、 多项式运算

matlab语言把多项式表达成一个行向量，该向量中的元素是按多项式降幂排列的。

$$f(x)=a_nx^n+a_{n-1}x^{n-1}+\cdots\cdots+a_0$$

可用行向量 $p=[a_n\ a_{n-1}\ \cdots\cdots\ a_1\ a_0]$表示

1. **poly2sym ——由系数行向量产生多项式**

例:p=[1 -5 -4 3 -2 1];

y=poly2sym(p)

y =

x^5-5*x^4-4*x^3+3*x^2-2*x+1

p是多项式$p(x)=x^5-5x^4-4x^3+3x^2-2x+1$的matlab描述方法，我们可用：

p1=polyval(p,x) — 函数文件，求数学多项式在x点的值.

p1=polyval(p,6)

p1 = 529

2.roots —— 求多项式的根

使用**roots**函数

```
p=[1 2 3 4];
r=roots(p)
r =
  -1.6506
  -0.1747 + 1.5469i
  -0.1747 - 1.5469i
```

当然我们可用poly由根矢量返回多项式形式

```
p2=poly(r)
p2 =
     1.00    2.00    3.00   4.00
```

3. conv多项式乘运算

例:$a(x)=x^2+2x+3$; $b(x)=4x^2+5x+6$;

$c = (x^2+2x+3)(4x^2+5x+6)$

a=[1 2 3];b=[4 5 6];

c=conv(a,b)=conv([1 2 3],[4 5 6])

```
c = 4.00  13.00  28.00   27.00   18.00
```

p=poly2str(c,'x')

```
p = 4 x^4 + 13 x^3 + 28 x^2 + 27 x + 18
```

4.deconv多项式除运算

a=[1 2 3];

c = [4.00 13.00 28.00 27.00 18.00]

d=deconv(c,a)

d =4.00 5.00 6.00

[d,r]=deconv(c,a)

余项

c除a后的整项

5.多项式微积分

matlab提供了polyder函数多项式的微分。

命令格式：

polyder(p): 求p的微分

例：a=[1 2 3 4 5]; poly2str(a,'x')

ans = x^4 + 2 x^3 + 3 x^2 + 4 x + 5

b=polyder(a)

b = 4 6 6 4

poly2str(b,'x')

ans =4 x^3 + 6 x^2 + 6 x + 4

polyint求多项式函数的不定积分：

命令格式：

p=polyint(a): 求a的不定积分，常数项为0

例：a=[1 2 3 4 5]; poly2str(a,'x')

ans = x^4 + 2 x^3 + 3 x^2 + 4 x + 5

b=polyint(a)

b = 0.2000 0.5000 1.0000 2.0000 5.0000 0

poly2str(b,'x')

- **ans = 0.2 x^5 + 0.5 x^4 + x^3 + 2 x^2 + 5 x**

七、代数方程组求解

matlab中有两种除运算左除和右除。

对于方程**ax=b**，**a** 为$a_{n\times m}$矩阵，有三种情况：

① 当**n=m**时，此方程成为“恰定”方程

② 当**n>m**时，此方程成为“超定”方程

③ 当**n<m**时，此方程成为“欠定”方程

matlab定义的除运算可以很方便地解上述三种方程

1.恰定方程组的解

方程ax=b(a为非奇异)

x= b

矩阵逆

两种解:

- x=inv(a)*b — 采用求逆运算解方程
- x=a\b — 采用左除运算解方程

例: $\begin{cases} x_1+2x_2=8 \\ 2x_1+3x_2=13 \end{cases}$ $\longrightarrow$ $\begin{matrix}1 & 2 \\ 2 & 3\end{matrix}$ $\begin{matrix}x_1 \\ x_2\end{matrix}$ $=$ $\begin{matrix}8 \\ 13\end{matrix}$

方程**ax=b**

a x = b

a=[1 2;2 3];b=[8;13];

①x=inv(a)*b

```
x =
    2.00
    3.00
```

② x=a\b

```
x =
    2.00
    3.00
```

2.超定方程组的解

方程 ax=b ,m<n时此时不存在唯一解。

方程解 (a ' a)x=a ' b

x=(a' a)$^{-1}$ a ' b —— 求逆法

x=a\b —— matlab用最小二乘法找一个准确地基本解。

例：$\begin{cases} x_1+2x_2=1 \\ 2x_1+3x_2=2 \\ 3x_1+4x_2=3 \end{cases}$ ⟶ $\begin{matrix} 1 & 2 \\ 2 & 3 \\ 3 & 4 \end{matrix} \begin{matrix} x_1 \\ x_2 \end{matrix} = \begin{matrix} 1 \\ 2 \\ 3 \end{matrix}$

a x = b

```
a=[1 2;2 3;3 4];b=[1;2;3];
```

解1 x=a\b　　解2 x=inv(a'*a) * a' * b

```
x =                    x =

    1.00                   1.00

    0                      0.00
```

3.欠定方程组的解

当方程数少于未知量个数时,即不定情况,有无穷多个解存在。

matlab可求出两个解:

- 用除法求的解x是具有最多零元素的解
- 是具有最小长度或范数的解，这个解是基于伪逆pinv求得的。

$$\begin{cases} x_1+2x_2+3x_3=1 \\ 2x_1+3x_2+4x_3=2 \end{cases} \longrightarrow \begin{matrix} 1 & 2 & 3 \\ 2 & 3 & 4 \end{matrix} \begin{matrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{matrix} = \begin{matrix} 1 \\ 2 \end{matrix}$$

a=[1 2 3;2 3 4];b=[1;2];

$$a \quad x = b$$

x=a\b

x =

1.00

0

0

x=pinv(a)*b

x =

0.83

0.33

-0.17

八、数据分析与插值函数

max —— 各列最大值

mean —— 各列平均值

sum —— 各列求和

std —— 各列标准差

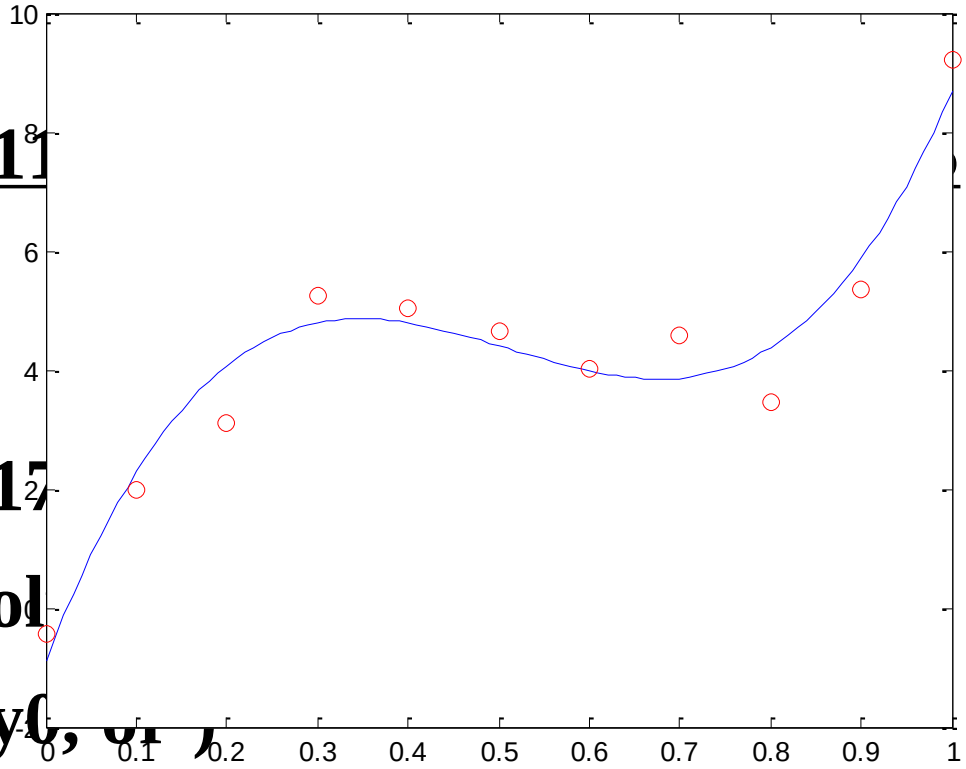
var —— 各列方差

sort —— 各列递增排序

九、拟合与插值

1. 多项式拟合

```
x0=0:0.1:1;
y0=[-.447 1.978 3.1
    5.35 9.22];
p=polyfit(x0,y0,3)
p = 56.6915  -87.11
xx=0:0.01:1;yy=pol
plot(xx,yy,'-b',x0,y
```



2.插值

- 插值的定义——是对某些集合给定的数据点之间函数的估值方法。
- 当不能很快地求出所需中间点的函数时，插值是一个非常有价值的工具。
- **Matlab**提供了一维、二维、 三次样条等许多插值选择

intep1 ——

interp2 ——

spline ——

插值函数

利用已知点确定未知点

粗糙—— 精确

集合大的—— 简化的

小　　结

本节介绍了matlab语言的数值运算功能，通过学习应该掌握：

如何创建数组,矩阵

符号的用法

矩阵及数组运算

多项式运算

线性方程组与微分运算

第3讲 MATLAB符号运算

本讲目标

- 理解符号运算的有关概念
- 掌握使用符号运算实现符号表达式、符号微积分、符号方程求解等

主要内容

- 数值运算与符号运算
- 符号变量和符号表达式
- 符号表达式的运算
- 符号微积分
- 符号方程求解

符号运算

- 在自然科学领域，经常需要将计算对象从具体的某一数值抽象为一般的符号进行运算。

$$\begin{bmatrix} 3 & 3 & 3 \\ 3 & 3 & 3 \\ 3 & 3 & 3 \end{bmatrix} \Rightarrow \begin{bmatrix} a & a & a \\ a & a & a \\ a & a & a \end{bmatrix} = a * \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

1*2*3*4*5=5！ ⇒ n!

1*2*3*4*5*6=6！

1*2*3*4=4！

数值运算与符号运算

- 数值运算在运算前必须先对变量赋值，再参加运算。

  例a=[1 2 3;4 5 6;7 8 0];b=[1;2;3];c=a*b

- 符号运算不需要对变量赋值就可运算，运算结果以标准的符号形式表达。

  例>> syms x y;

  >> f=cos(x+y);

  >> expand(f)　　%分解

  ans = cos(x)*cos(y)-sin(x)*sin(y)

- 符号运算不是基于矩阵的数值分析，而是使用符号对象或者字符串来进行分析和计算，其结果是符号函数或者解析形式。

1. 符号变量和符号表达式

- **符号变量和符号表达式的创建**
  - sym函数　定义单个符号变量

    >>f1=sym('a*x^2+b*x+c')　　%创建符号变量f1和一个符号表达式

    >>a=sym('a')
  - syms函数　　一次定义多个符号变量

    >> clear

    >> syms a b c x

    >> whos

Name	Size	Bytes	Class
a	1x1	126	sym object
b	1x1	126	sym object
c	1x1	126	sym object
x	1x1	126	sym object

符号表达式的注意

- 表达式需写在同一行　('a*x^2+b*x+c')
- 表达式只能用小括号　多重小括号嵌套使用((( )))

pi	圆周率π（= 3.1415926...）
inf或INF	无穷大∞值，如1/0
i或j	虚数单位
*	符号相乘
exp()	以e为底的指数运算

2. 符号表达式的运算

- 算术运算

```
>>clear
>>f1 = sym('1/(a-b) ');
>>f2 = sym('2*a/(a+b) ');
>>f3 = sym(' (a+1)*(b-1)* (a-b) ');
>> f1+f2                                  %符号和
ans =
1/(a-b)+2*a/(a+b)
>> f1*f3                                  %符号积
ans =
(a+1)*(b-1)
>> f1/f3                                  %符号商
ans =
1/(a-b)^2/(a+1)/(b-1)
```

函数运算

- **1．合并、化简、展开等函数**
  - collect函数：将表达式中相同幂次的项合并；
  - factor函数：将表达式因式分解；
  - simplify函数：利用代数中的函数规则对表达式进行化简；
  - numden函数：将表示式转变成分子与分母形式。
- **2．反函数**
  - finverse（f,v）　　对指定自变量为v的函数f(v)求反函数
- **3．复合函数**
  - compose(f,g)　　求f=f(x)和g=g(y)的复合函数f(g(y))
  - compose(f,g,z)　　求 f=f(x)和g=g(y)的复合函数f(g(z))
- **4．表达式替换函数**
  - subs(s)　用赋值语句中给定值替换表达式中所有同名变量
  - subs (s, old, new)　用符号或数值变量new替换s中的符号变量old

例

```
>>clear
>> f1 =sym('(exp(x)+x)*(x+2)');
>> f2 = sym('a^3-1');
>> f3 = sym('1/a^4+2/a^3+3/a^2+4/a+5');
>> f4 = sym('sin(x)^2+cos(x)^2');
>> collect(f1)                    % 同系数合并
ans =      x^2+(exp(x)+2)*x+2*exp(x)
>>expand(f1)                     %分解
ans = exp(x)*x+2*exp(x)+x^2+2*x
>>factor(f2)                     %因式分解
ans = (a-1)*(a^2+a+1)
>> [m,n]=numden(f3)                    % 通分 m为分子，n为分母
m =
1+2*a+3*a^2+4*a^3+5*a^4
n =
a^4
>> simplify(f4)
ans =
1
```

例

```
>>clear
>>syms x y
>>finverse(1/tan(x))        %求反函数，自变量为x
 ans =
     atan(1/x)
>>f = x^2+y;
>>finverse(f,y)             %求反函数，自变量为y
ans =
     -x^2+y

>>clear
>>syms x y z t u;
>>f = 1/(1 + x^2); g = sin(y); h = x^t; p = exp(-y/u);
>>compose(f,g)              %求f = f(x) 和 g = g(y)的复合函数f(g(y))
ans =
1/(1+sin(y)^2)
```

例

```
>>clear
>>syms a b
>>subs(a+b,a,4)                                  %用4替代a+b中的a
ans =
4+b
>>subs(cos(a)+sin(b),{a,b},{sym('alpha'),2})      %多重替换
ans =
cos(alpha)+sin(2)
>> f=sym('x^2+3*x+2')
f =
    x^2+3*x+2
>> subs(f, ‘x’, 2)                               %求解f当x=2时的值
ans =
   12
```

3. 微积分

- 极限
  - limit(f)　　求符号表达式 f 在默认自变量趋于 0 时的极限：$\lim_{x\to 0} f(x)$
  - limit(f, x, a)　求符号表达式 f 在自变量 x 趋于 a 时的极限：$\lim_{x\to a} f(x)$
  - limit(f, x, a, 'left')　求符号表达式 f 在自变量 x 趋于 a 时的左极限：$\lim_{x\to a^-} f(x)$
  - limit(f, x, a, 'right')　求符号表达式 f 在自变量 x 趋于 a 时的右极限：$\lim_{x\to a^+} f(x)$

例: 分别计算 $\lim\limits_{x\to 0}\frac{1}{x}$、$\lim\limits_{x\to 0^-}\frac{1}{x}$、$\lim\limits_{x\to 0^+}\frac{1}{x}$、$\lim\limits_{x\longrightarrow\infty}\left(\frac{x+a}{x-a}\right)^x$

```
>> clear
>> syms a x
>>limit(1/x,x,0)
ans =
      NaN
>>limit(1/x,x,0, 'left')
ans =
      -Inf
>>limit(1/x,x,0, 'right')
ans =
      Inf
>>limit(((x+a)/(x-a))^x,inf)
ans =
      exp(2*a)
```

微分

- **diff(f)　　求表达式f对默认自变量的一次微分值；**
- **diff(f, t)　　求表达式f对自变量t的一次微分值；**
- **diff(f,n)　　求表达式f对默认自变量的n次微分值；**
- **diff(f,t,n)　求表达式f对自变量t的n次微分值。**
- **x是默认自变量**

例：　已知 f(x)= ax^2+bx+c，求 f(x)的微分

```
>> clear
>>syms  a  b  c  x
>>f=sym('a*x^2+b*x+c')
>>diff(f)                    % 对默认自变量 x 求微分
ans =
      2*a*x+b
>>diff(f,2)                  % 对 x 求二次微分
ans =
      2*a
>>diff(f,a)                  % 对 a 求微分
ans =
       x^2
>>diff(f,a,2)                % 对 a 求二次微分
ans =
      0
>>diff(diff(f),a)            %对 x 和 a 求偏导
ans =
      2*x
```

积分

- **int(f)** 求表达式f对默认自变量的积分值；
- **int(f, t)** 求表达式f对自变量t的不定积分值；
- **int(f, a, b)** 求表达式f对默认自变量的定积分值，积分区间为[a,b]；
- **int(f, t, a, b)** 求表达式f对自变量t的定积分值，积分区间为[a,b]

例：.已知 $f(x)=ax^2+bx+c$，求 f(x)的积分

```
>> clear
>>syms   a   b   c   x
>>f=sym('a*x^2+b*x+c')
>>int(f)                    %表达式 f 的不定积分，自变量是 x
ans =
      1/3*a*x^3+1/2*b*x^2+c*x
>>int(f,x,0,2)              %表达式 f 在(0,2)的定积分，自变量是 x
ans =
      8/3*a+2*b+2*c
>>int(f,a)                  %表达式 f 的不定积分，自变量是 a
ans =
      1/2*a^2*x^2+b*x*a+c*a
>>int(int(f,a),x)
ans =
      1/6*a^2*x^3+1/2*b*a*x^2+c*a*x
```

求和

- **symsum(S)** 求表达式S对默认自变量的不定和；
- **symsum(S, v)** 求表达式S对自变量v的不定和；
- **symsum(S, a, b)** 求表达式S对默认自变量的有限和，区间为[a,b]；
- **symsum(S, v, a, b)** 求表达式S对自变量v的有限和，区间为[a,b]

例　计算表达式 $\sum n$　$\sum_{0}^{10} n^2$　$\sum_{n=0}^{\infty} \frac{x^n}{n!}$

```
>> syms x n
>> symsum(n)
 ans =
 1/2*n^2-1/2*n

>> symsum(n^2,0,10)
 ans =
 385

 >> symsum(x^n/sym('n!'),n,0,inf)
 ans =
 exp(x)
```

4. 方程求解

- 代数方程
  - 代数方程的求解由函数solve实现：
    - solve(f)　　求解符号方程式f
    - solve(f1,…,fn)　　求解由f1,…,fn组成的代数方程组
    - findsym()确定自变量
- 常微分方程
  - 使用函数dsolve来求解常微分方程：
    - dsolve('eq1, eq2, ...', 'cond1, cond2, ...', 'v')
    - 默认自变量为t

例

```
>> syms a b c x
>> f=sym('a*x*x+b*x+c=0')
>>solve(f)
ans =
    [ 1/2/a*(-b+(b^2-4*c*a)^(1/2))]
    [ 1/2/a*(-b-(b^2-4*c*a)^(1/2))]
>> solve('1+x=sin(x)')
ans =
-1.934563210752024267563261453768 9
```

```
>>dsolve( ‘ Dy=x ’,‘x’)                    %求微分方程y'=x的通解，指定x为自变量。
ans =
1/2*x^2+C1
>>dsolve(‘ D2y=1+Dy ’,‘y(0)=1’,‘Dy(0)=0’ )    %求微分方程y''=1+y'的解，加初始条件
ans =
-t+exp(t)

>>[x,y]=dsolve('Dx=y+x,Dy=2*x')  %微分方程组的通解
x =
-1/2*C1*exp(-t)+C2*exp(2*t)
y =
C1*exp(-t)+C2*exp(2*t)
```

示例(1)

例 求极限 $\lim_{n\to\infty}(1+\frac{1}{2}+\frac{1}{2^2}+\ldots+\frac{1}{2^n})$

```
>> clear
>> syms k n
>> limit(symsum(1/2^k,k,0,n), n, inf)
ans =
     2
```

例 求极限 $\left[\lim_{x\to\infty} e^{-x}, \lim_{x\to\infty}(1+\frac{2t}{x})^{3x}\right]$

```
>> clear
>> syms x t
>> A=sym('[exp(-x), (1+2*t/x)^(3*x)]')
A =
     [             exp(-x), (1+2*t/x)^(3*x)]
>> limit(A, x, inf)
ans =
     [              0, exp(6*t)]
```

示例(2)

例 求积分

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

```
>> clear
>>int(sqrt(x)/(1+x)^2,1,inf)
 ans =
      1/4*pi+1/2
```

例 求积分

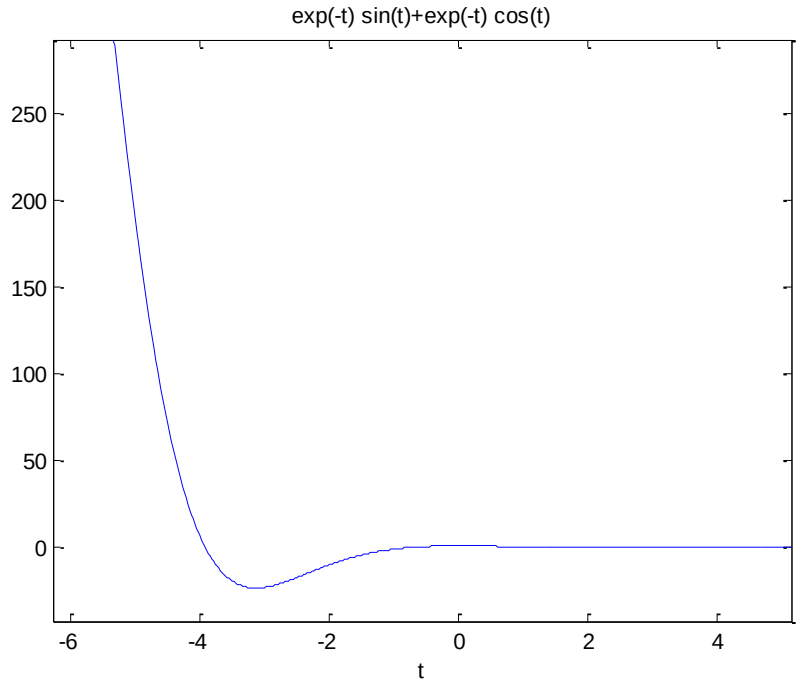
$$\iint xe^{-xy} dx dy$$

```
>> clear
>> int(int('x*exp(-x*y)','x'),'y')
ans =
      1/y*exp(-x*y)
```

示例(3)

例 求微分方程 $\frac{d^2y}{dx^2}+2\frac{dy}{dx}+2y=0$ 在满足 y(0)=1, y'(0)=0 的解，并画出图形。

```
>> clear
>> y=dsolve('D2y+2*Dy+2*y=0','y(0)=1','Dy(0)=0')
y =
    exp(-t)*sin(t)+exp(-t)*cos(t)
>> ezplot(y)
```



示例(4)

例　求解微分方程组

$$\begin{cases} \dfrac{dx}{dt} = 2x + 3y \\ \dfrac{dy}{dt} = x - 2y \end{cases}$$，其中 x(0)=1, y(0)=2

```
>> clear
>> [x, y]=dsolve('Dx=2*x+3*y','Dy=x-2*y','x(0)=1','y(0)=2')
x =
    (1/2+4/7*7^(1/2))*exp(7^(1/2)*t)+(1/2-4/7*7^(1/2))*exp(-7^(1/2)*t)
y =
    1/3*(1/2+4/7*7^(1/2))*7^(1/2)*exp(7^(1/2)*t)-1/3*(1/2-4/7*7^(1/2))*7^(1/2)*exp(-7^(1/2)*t
)-2/3*(1/2+4/7*7^(1/2))*exp(7^(1/2)*t)-2/3*(1/2-4/7*7^(1/2))*exp(-7^(1/2)*t)
```

小　　结

本节介绍了matlab语言的符号运算功能，通过学习应该掌握：

符号表示式的运算

微积分的计算

方程求解

size()函数

（1）s=size(A)

当只有一个输出参数时，返回一个行向量，该行向量的第一个元素是矩阵的行数，第二个元素是矩阵的列数。

（2）[r,c]=size(A)

当有两个输出参数时，size函数将矩阵的行数返回到第一个输出变量r，将矩阵的列数返回到第二个输出变量c。

（3）size(A,n)

如果在size函数的输入参数中再添加一项n，并用1或2为n赋值，则 size将返回矩阵的行数或列数。其中r=size(A,1) 该语句返回的时矩阵A的行数， c=size(A,2) 该语句返回的时矩阵A的列数。

问题分析（1）符号方程求解

求解代数方程 $\begin{cases} x + y = 6 \\ 3x - 2y = 14 \end{cases}$

```
>> syms x y
>> f1='x+y=6';
>> f2='3x-2y=14';
>> [x y]=solve(f1,f2)
??? Error using ==> solve
' 3x-2y=14 ' is not a valid
expression or equation.
```

问题分析（2） 例题

第一种方法:

```
>> clear
>> int(int('x*exp(-x*y)','x'),'y')

ans =

1/y*exp(-x*y)
```

第二种方法:

```
>> syms x y;
>> int(int(x*exp(-x*y),x),y)

ans =

1/y*exp(-x*y)
```

符号表达式采用单引号或者sym/syms函数定义

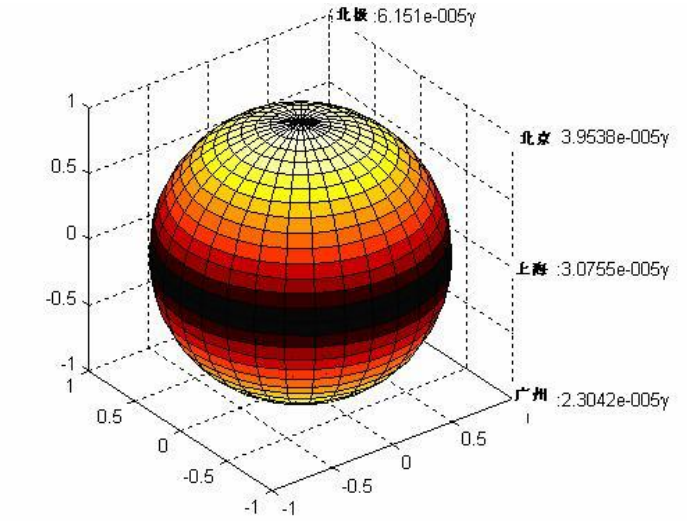
第4讲 MATLAB绘图

本讲目标

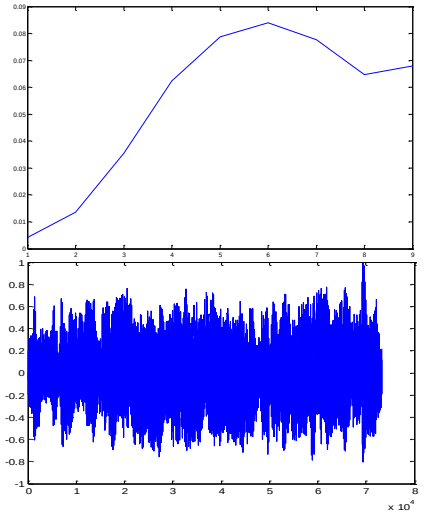
- 了解MATLAB的绘图功能
- 掌握二维图形和三维图形的绘制方法
- 能够进行常用的数据可视化处理

MATLAB绘图

- 丰富的图形表现能力，方便实现数据的可视化。
- 通过对图形的线型、颜色、光线、视角等的设置和处理，将计算数据更好地表现出来。



地球各地垂直磁场等值线示意



声音信号不同尺度的显示

主要内容

- 二维图形的绘制方法(线)
- 图形修饰与控制
- 三维图形绘制方法(线与面)

4.1 二维图形

- **plot函数绘制二维曲线，常用格式有：**
  - plot(x)：缺省自变量的绘图格式，x可为向量或矩阵。
  - plot(x, y)：基本格式，x和y可为向量或矩阵。
  - plot(x1, y1, x2, y2,…)：多条曲线绘图格式，在同一坐标系中绘制多个图形。
  - plot(x, y, ‘s’)：字符串s设定图形曲线的颜色、线型及标示符号。

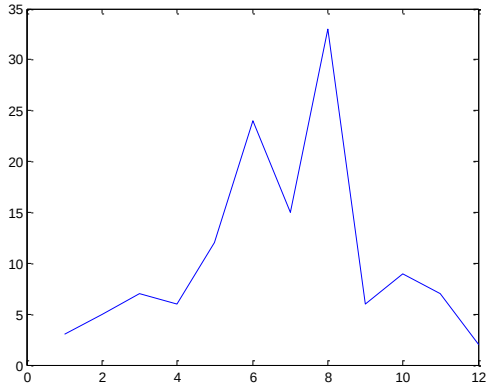
图形颜色、标记和线形参数表

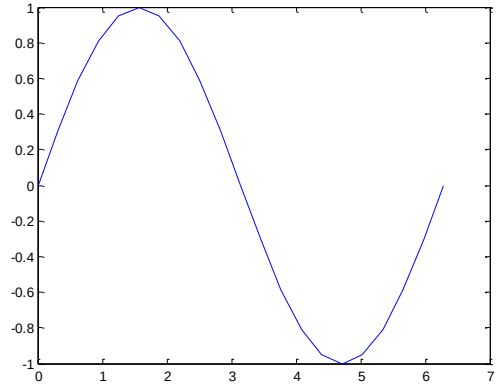
色彩字符	所定颜色	线型字符	线型格式	标记符号	数据点形式	标记符号	数据点形式
y	黄	-	实线（默认）	.	点	<	左三角形
m	紫	:	点线	o	圆	s	方形
c	青	-.	点划线	x	叉号	d	菱形
r	红	--	虚线	+	加号	h	六角星
g	绿			*	星号	p	五角星
b	篮			v	下三角形		
w	白			^	上三角形		
k	黑			>	右三角形		

例

```
>> x=[3 5 7 6 12 24 15 33 6 9 7 2];
>> plot(x)          %绘制以序号为横坐标，元素值为纵坐标的曲线

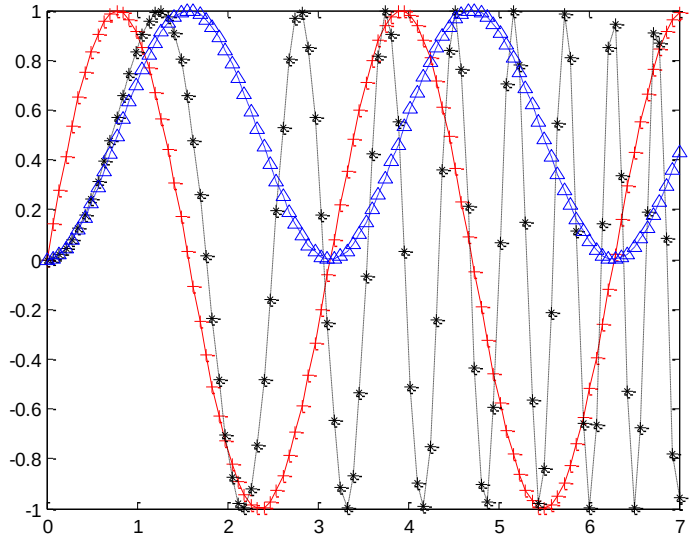
>>x=0:pi/10:2*pi;
>>y=sin(x);
>>plot(x,y)                    %绘制以x为横坐标，y为纵坐标的曲线
```



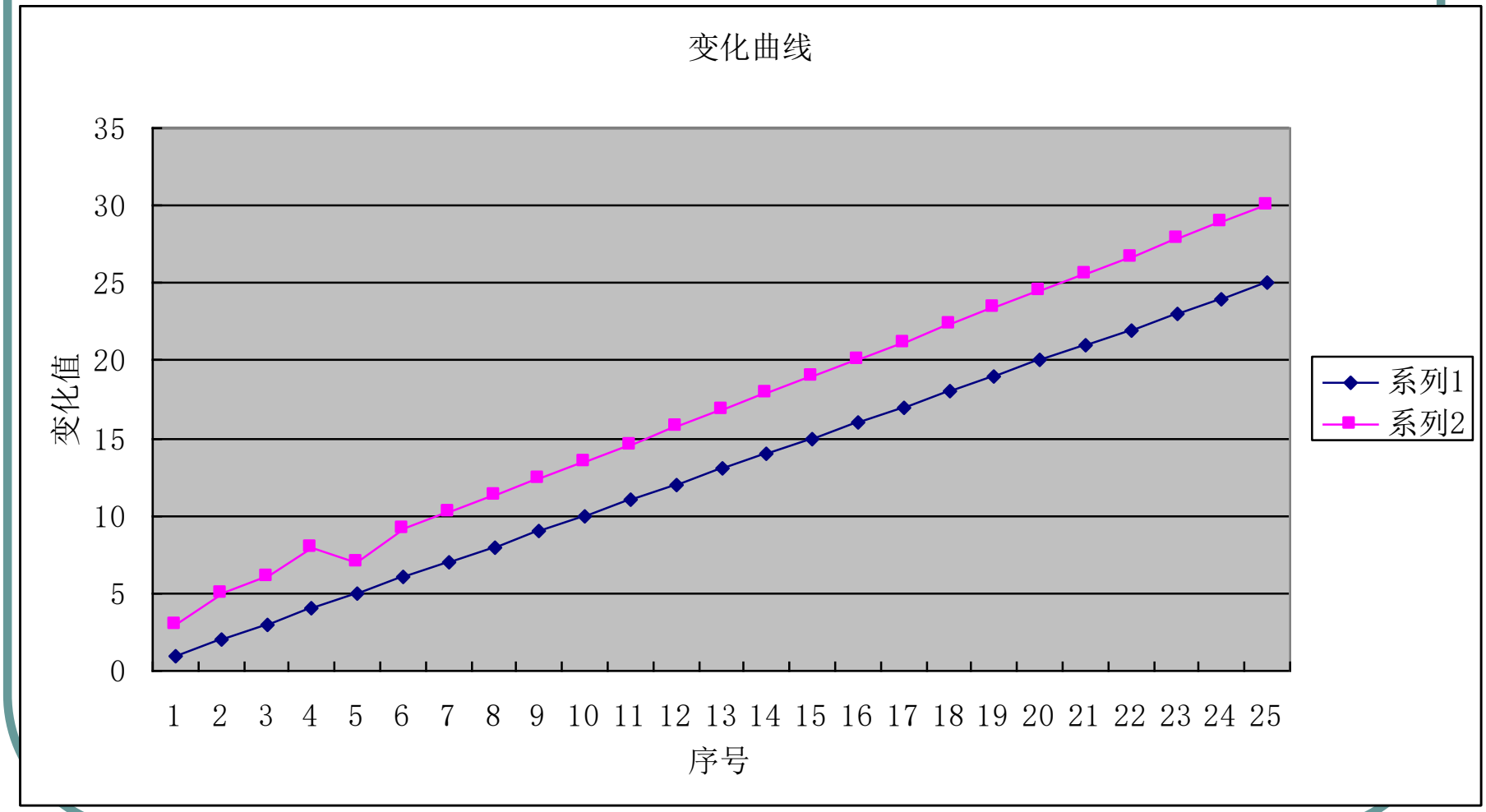


例

```
>> x=linspace(0,7);
>> y1=sin(2*x);
>> y2=sin(x.^2);
>> y3=(sin(x)).^2;
%曲线1：红色实线，+号显示数据点
%曲线2：黑色点线，*号显示数据点
%曲线3：蓝色虚线，上三角形显示数据点
>> plot(x, y1, 'r+-', x, y2, 'k*:', x, y3, 'b--^')
```

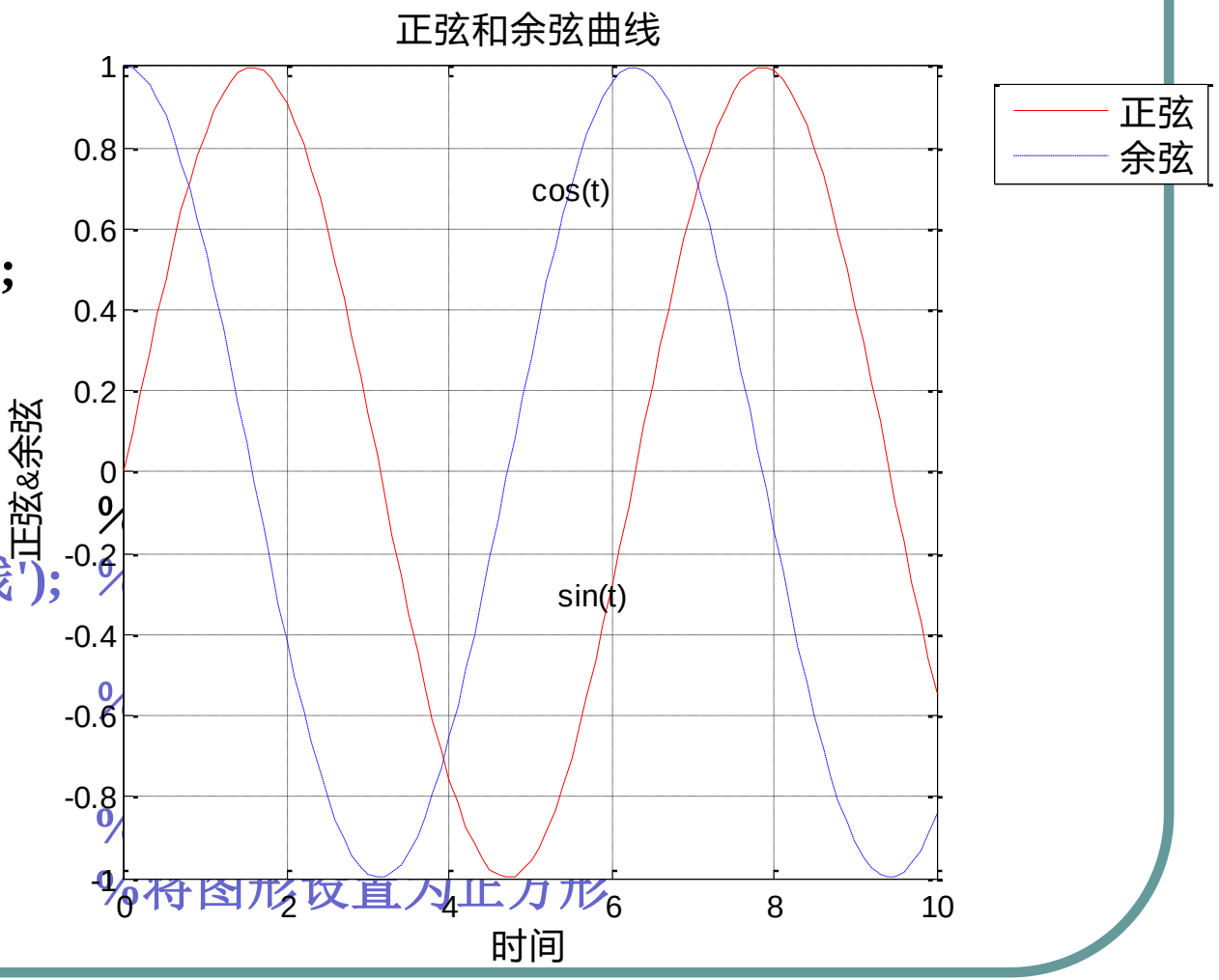


4.2 图形修饰与控制


变化曲线
变化值
35
30
25
20
15
10
5
0
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25
序号
系列1
系列2

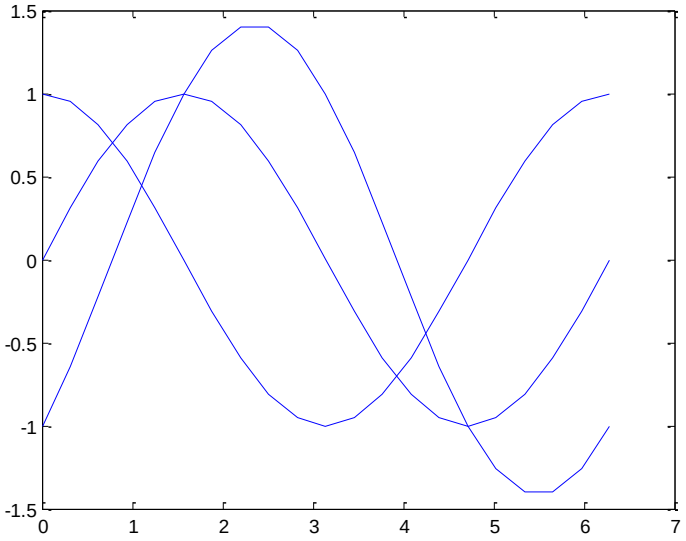
例：绘制正弦和余弦曲线，并加入网格和标注

```
clear
t=0:0.1:10;
y1=sin(t);
y2=cos(t);
plot(t,y1,'r',t,y2,'b--');
x=[1.7*pi;1.6*pi];
y=[-0.3; 0.7];
s=['sin(t)';'cos(t)'];
text(x, y, s);
title('正弦和余弦曲线');
legend('正弦','余弦')
xlabel('时间')
ylabel('正弦&余弦')
grid on
axis square
```



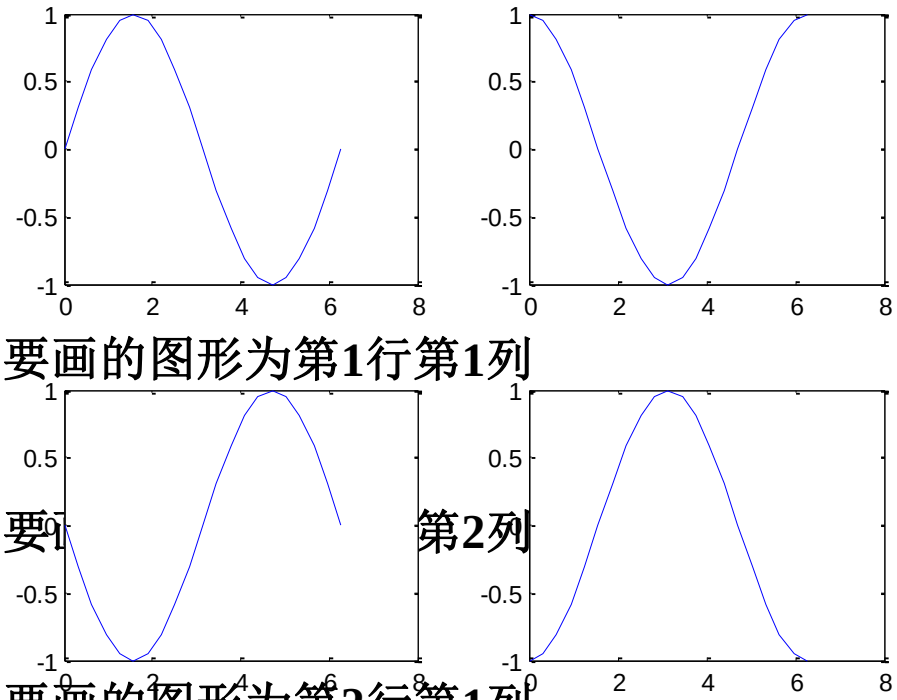
采用hold函数对图形进行比较显示

```
clear
t=0:pi/10:2*pi;
y1=sin(t);
y2=cos(t);
y3= sin(t)-cos(t);
plot(t,y1);
hold on;              %后续图形叠加显示
plot(t,y2);
plot(t,y3);
```



采用图形窗口分割方法进行比较显示

```
clear
t=0:pi/10:2*pi;
y1=sin(t);
y2=cos(t);
y3=cos(t+pi/2);
y4=cos(t+pi);
%将图形窗口分割成两行两列，要画的图形为第1行第1列
subplot(2,2,1);
plot(t,y1);
%将图形窗口分割成两行两列，要画的图形为第1行第2列
subplot(2,2,2);
plot(t,y2);
%将图形窗口分割成两行两列，要画的图形为第2行第1列
subplot(2,2,3);
plot(t,y3);
%将图形窗口分割成两行两列，要画的图形为第2行第2列
subplot(2,2,4);
plot(t,y4);
```



从左到右,从上到下的顺序排号!

其他二维绘图指令

可用于数值统计分析或离散数据处理或不同坐标系

```
bar(x,y);          %绘条形图
hist(y,x);         %绘直方图
stairs(x,y);       %绘阶梯图
stem(x,y);         %绘脉冲图
semilogx(x,y);  % x为log10，y为线性刻度
semilogy(x,y);  % y为log10，  x为线性刻度
polar(x,y);     %极坐标。x为幅值向量，y为角度向量
```

4.3三维图形

- 三维曲线图
  - plot3函数可以绘制三维曲线:

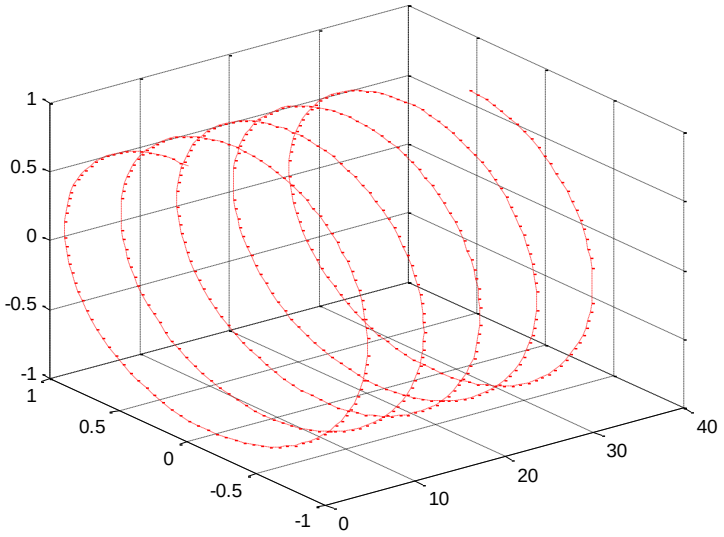
    plot3(x1, y1, z1, 's1', x2, y2, z2, 's2'…)
- 三维网格图
  - mesh函数为数据点绘制网格线：

    mesh(z) —— z为n×m的矩阵，x与y坐标为元素的下标位置

    mesh(x, y, z) —— x, y, z分别为三维空间的坐标位置
- 三维曲面图
  - 三维曲面的绘图是由surf函数完成的，用法和mesh类似,面有填充颜色。

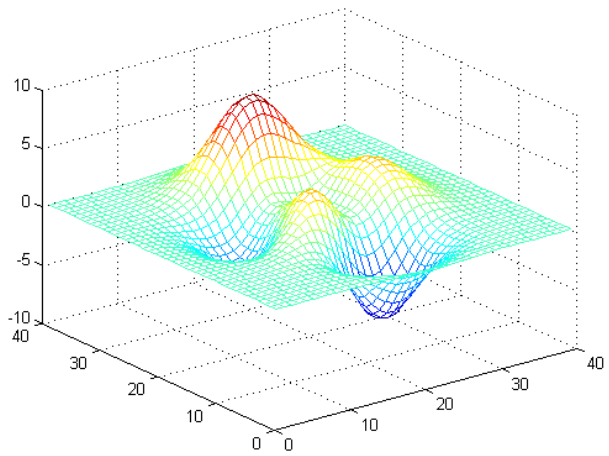
例： 函数plot3绘制的三维曲线图

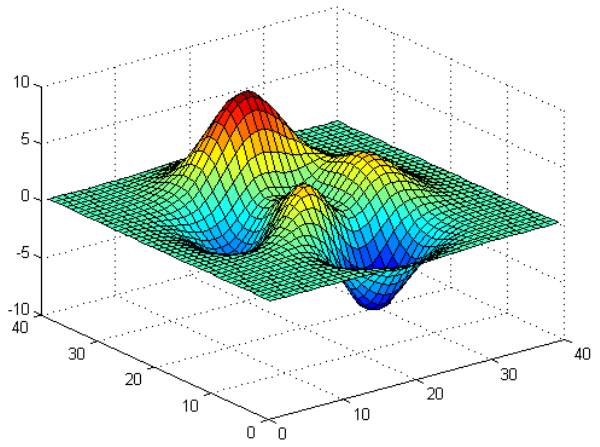
```
clear
t=0:pi/50:10*pi;
plot3(t,sin(t),cos(t),'r:')
grid on
```



例：分别用mesh函数和surf函数绘制高斯矩阵

```
>>z=peaks(40);
>>mesh(z);          % 网格线
>> figure           %产生新的图形窗口
>>surf(z);          %着色表面图
```





观察点

View(az,el):az是方位角,el是俯视角
三维默认az= -37.5 ,el=30。

```
clear
z=peaks(40);
subplot(2,2,1);
mesh(z);                %绘制子图1（默认视点）
subplot(2,2,2);
mesh(z);
view(-15,60);           %指定子图2的视点
subplot(2,2,3);
mesh(z);
view(-90,0);            %指定子图3的视点
subplot(2,2,4);
mesh(z);
view(-7,-10);           %指定子图4的视点
```

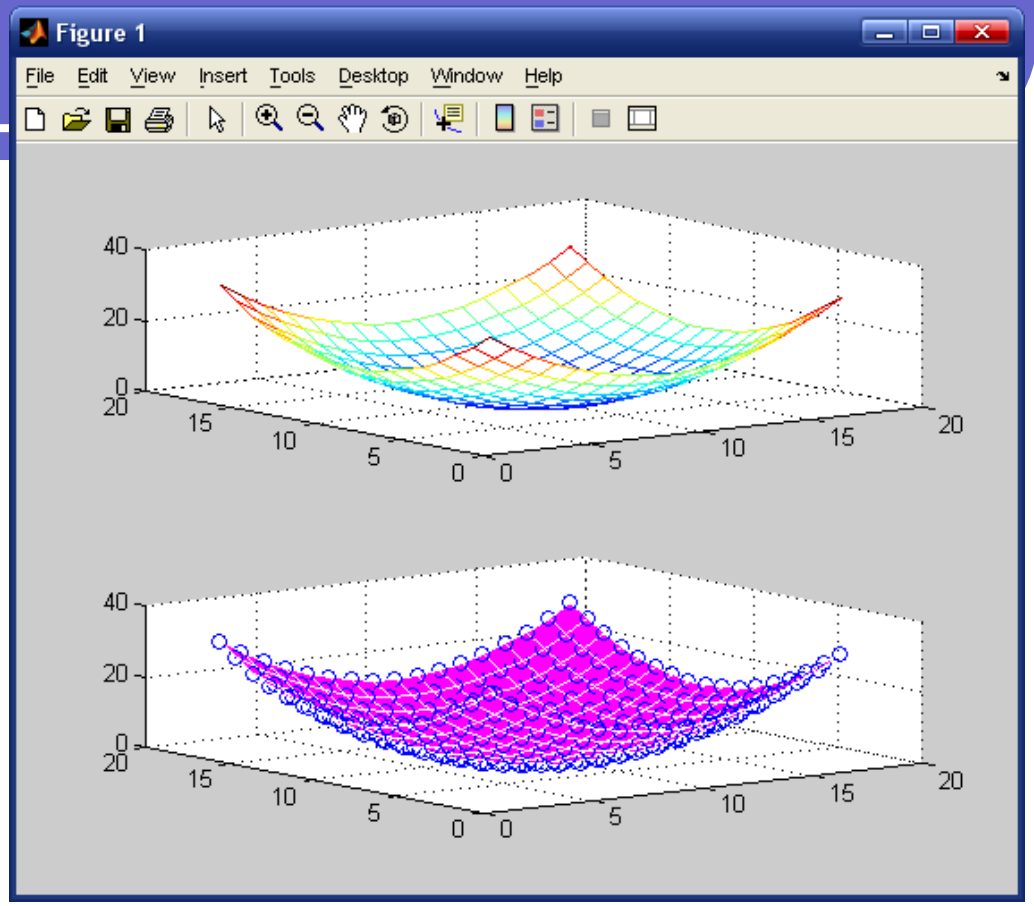
5.句柄对象

在MATLAB中

- 图形的每一个组成部分都是一个对象(例如线、文本、坐标轴)
- 每个对象都有一个唯一的标识符(即句柄)
- 每个对象都包含可以修饰的一组属性

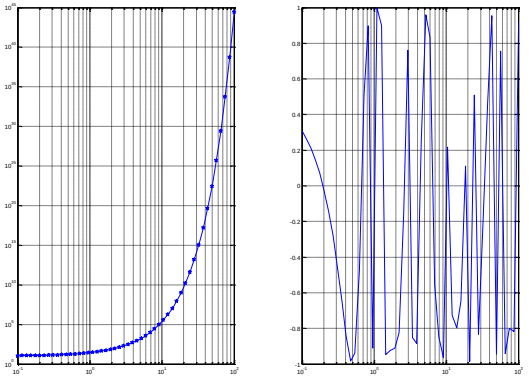
例

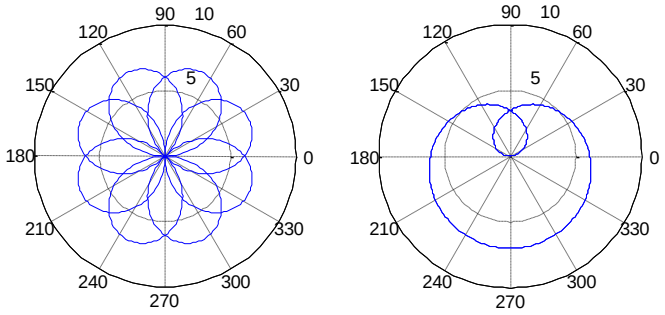
```
>> x=-4:0.5:4;
>> y=x;
>> [X,Y]=meshgrid(x,y);
>> Z=X.^2+Y.^2;
>> subplot(211)
>> mesh(Z)
>> subplot(212)
>> h=mesh(Z)
h =
  154.0016
>> set(h,'facecolor','m','edgecolor',[1 1
    1],'marker','o','markeredgecolor','b')
```

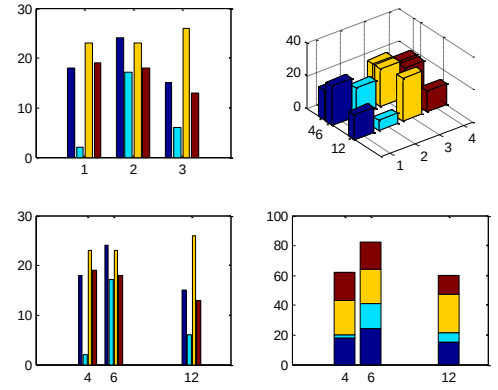


扩展阅读

- 绘制特殊图形
- 句柄图形



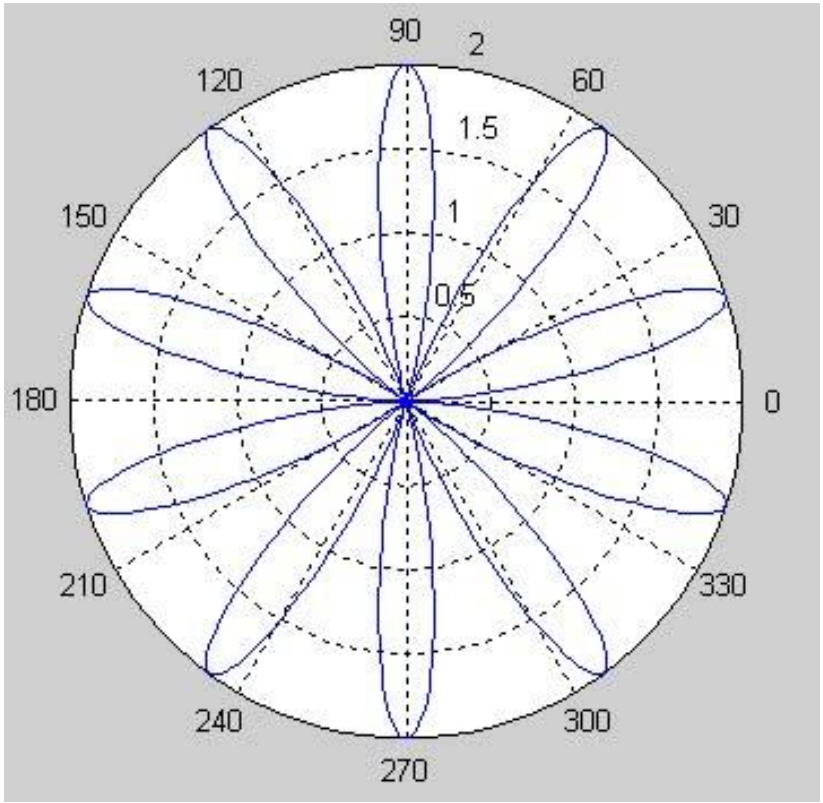




应用举例

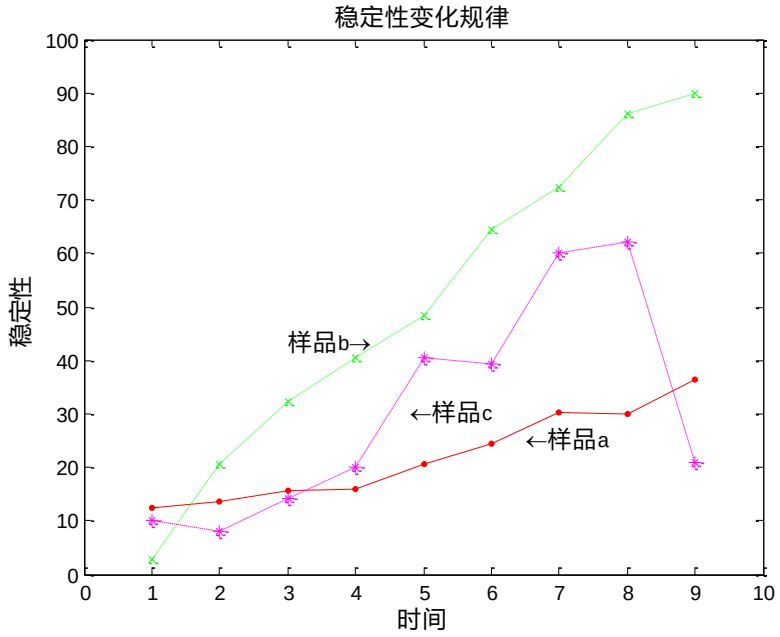
- 画出一花瓣状图形

```
theta = -pi:0.01:pi;
rho(1,:) = 2*sin(5*theta).^2;
rho(2,:) = cos(10*theta).^3;
rho(3,:) = sin(theta).^2;
rho(4,:) = 5*cos(3.5*theta).^3;
for i = 1:4
    % 极坐标图形输出函数
    polar(theta,rho(i,:))
    pause
end
```



应用举例

```
clear;
t=1:9;
d1=[12.51 13.54 15.60 15.92 20.64
    24.53 30.24 30.00 36.34];
d2=[2.87 20.54 32.21 40.50 48.31
    64.51 72.32 85.98 89.77];
d3=[10.11 8.14 14.17 20.14 40.50
    39.45 60.11 62.13 20.90];
plot(t,d1,'r.-',t,d2,'gx:',t,d3,'m*-.');
title('稳定性变化规律');
xlabel('时间');
ylabel('稳定性');
axis([0 10 0 100]);
text(6.5,25.5,'\leftarrow样品a');
text(3,43.8,'样品b\rightarrow');
text(4.8,30.5,'\leftarrow样品c');
```



小　　结

本节介绍了**matlab**语言的符号运算功能，通过学习应该掌握：

二维图形的绘制方法

三维图形的绘制方法

思考问题

- **MATLAB中M文件两种形式与用途**

第5讲 MATLAB程序设计

本讲目标

- 掌握MATLAB的几种基本控制转移语句
- 学会使用M文件进行编程
- 具备对复杂问题的编程求解能力

主要内容

- 程序设计概述
- **MATLAB程序结构**
- **M文件**
- 调试

5.1 程序设计概述

- **MATLAB是第四代编程语言**
  - 程序简洁
  - 可读性很强
  - 调试容易
  - 编程效率高
  - 易移植和维护

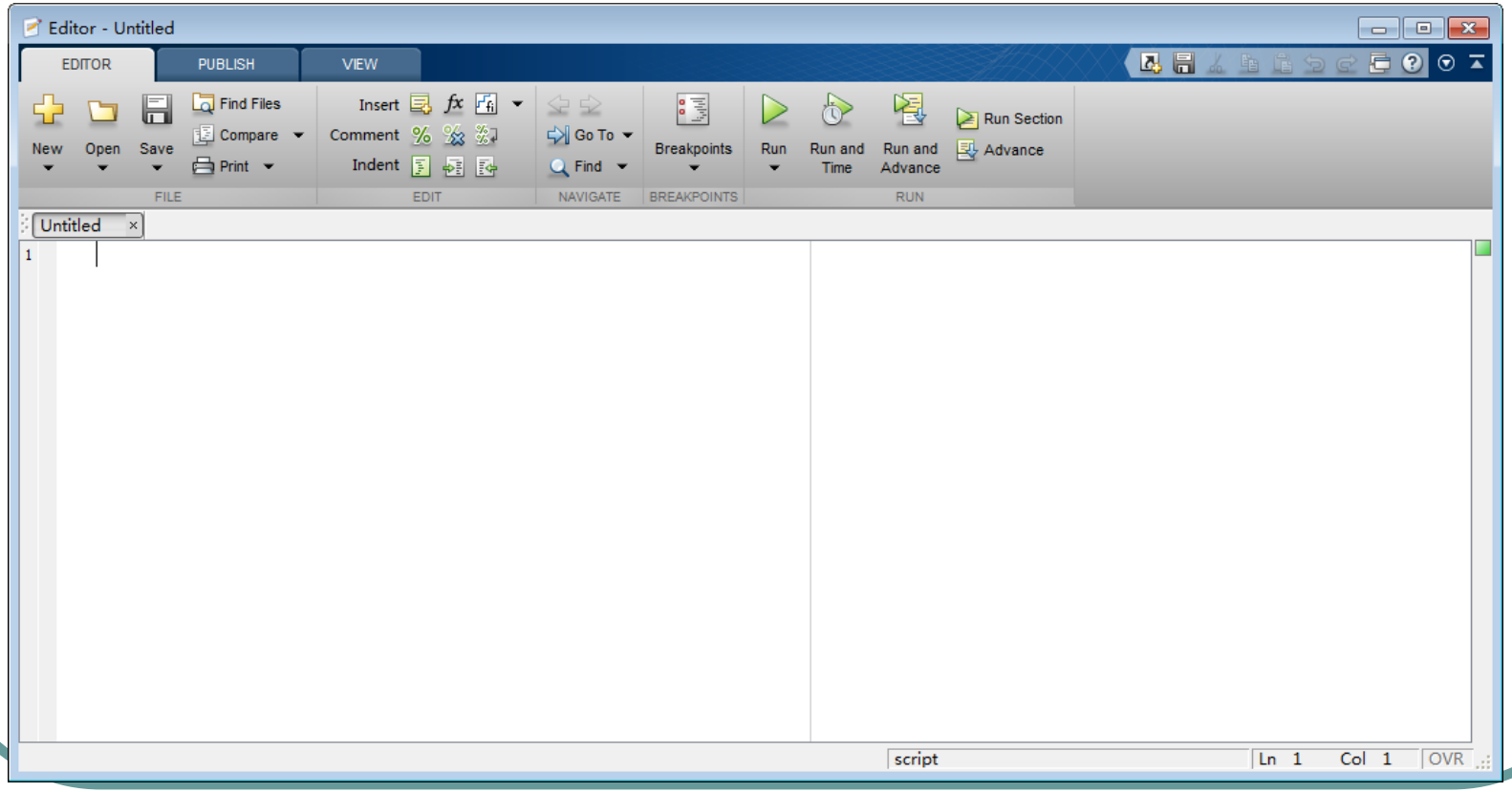
第一代 机器语言
特征：面向机器。
第二代 汇编语言
特征：用指令符号代替二进制代码
第三代 C、C++、pascal等
特征：面向过程
第四代 java, c#等
特征：面向对象

- **通过编程可求解复杂性更高或特殊的计算问题**

- **与其他高级语言相比**

  具有语法相对简单、使用方便、容易调试等优点
- **在编程工作方式下，要求具有**
  - 数据结构
  - 控制流
  - 输入输出
  - 面向对象

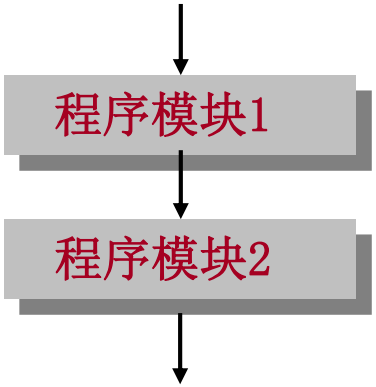
- 编制一种扩展名为.m的MATLAB程序(简称M文件)
- 编辑环境



5 .2 MATLAB程序结构

- **按照程序设计的观点，任何算法功能都可以通过由程序模块组成的三种基本流程控制结构的组合来实现：**
  - 顺序结构：程序按程序语句或模块在执行流中的顺序逐个执行。
  - 分支结构：程序按设定的条件实现程序执行流的多路分支。
  - 循环结构：程序按给定的条件重复地执行指定的程序段或模块。

5.2.1顺序结构

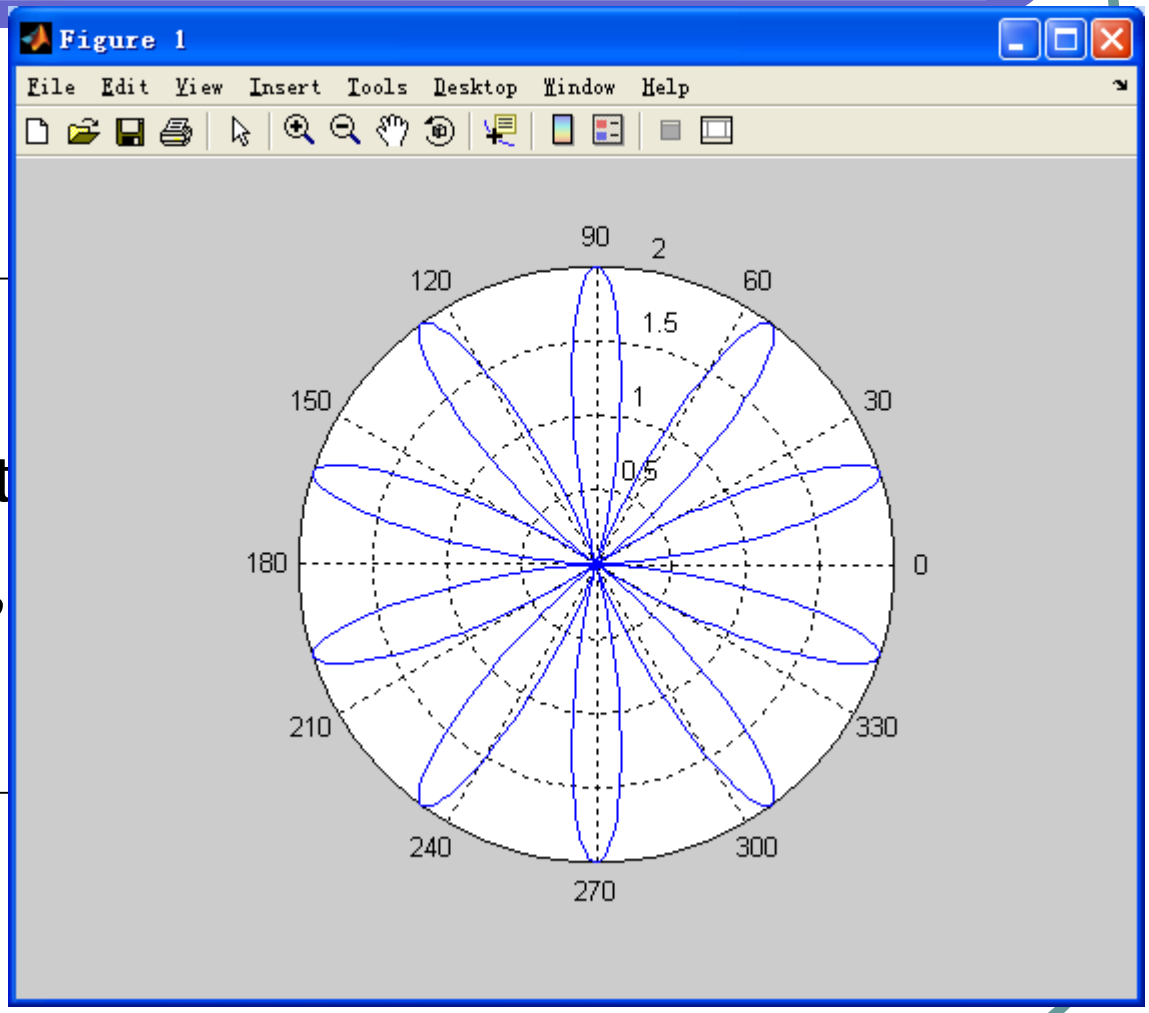


- **MATLAB中实现顺序结构的方法非常简单：**
  - 只需将程序语句顺序排列即可

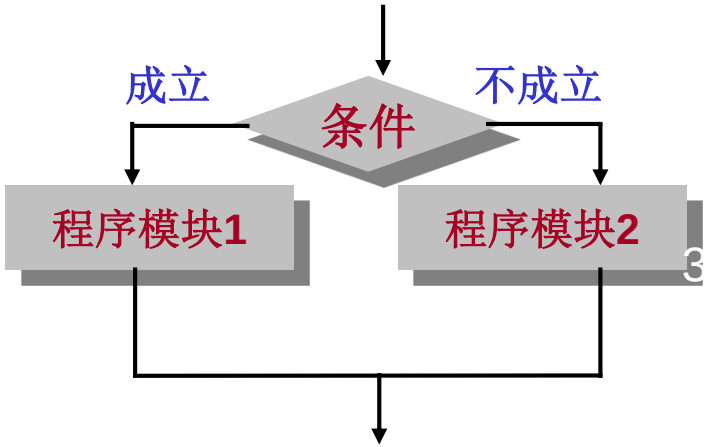
example.m文件

```
theta=-pi:0.01:pi;
rho(1,:)=2*sin(5*t
polar(theta,rho(1,
```

执行>>example



5.2.2 分支结构



- **在MATLAB中，选择结构由两种语句结构实现：**
  - if语句
  - switch语句

if语句

if表达式

　　程序模块1

else

　　程序模块2

end

if语句的两种变形

- **(1) 单分支if语句：只有一个分支的选择结构**

```
if表达式
    程序模块
end
```

- **(2) 多分支if语句：超过2个的选择**

```
if表达式1
    程序模块1
elseif 表达式2
    程序模块2
…
elseif 表达式n
    程序模块n
else
    程序模块n+1
end
```

例：将百分制的学生成绩转换为五级制的成绩输出

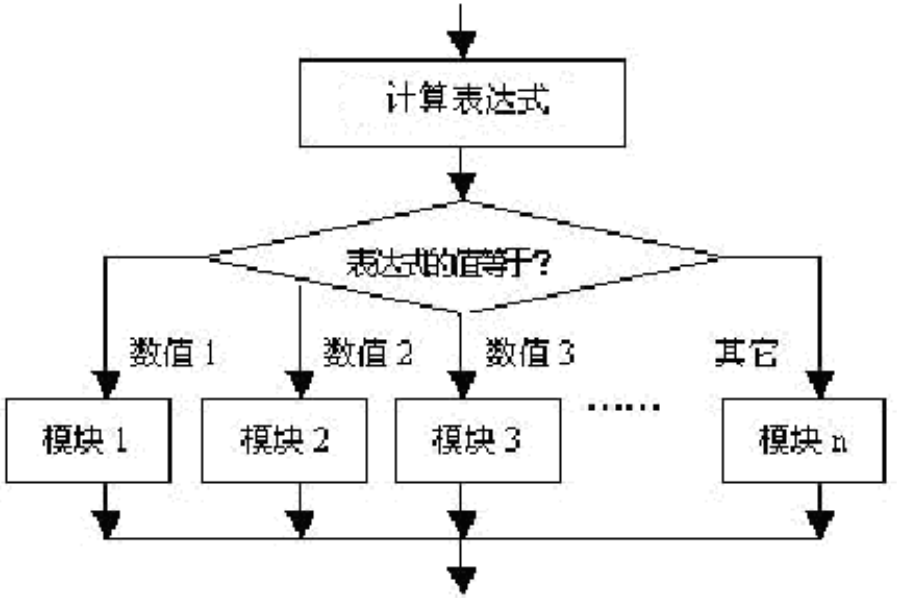
```
clear
n=input('输入n= ');
if n>=90
    r='A'
elseif n>=80
    r='B'
elseif n>=70
    r='C'
elseif n>=60
    r='D'
else
    r='E'
end
```

运行结果：

```
输入n= 87
r =
B
```

switch语句

```
switch  表达式
        case 数值1
            程序模块1;
        case 数值2
            程序模块2;
                  ……
        otherwise
            程序模块n
            ……
end
```



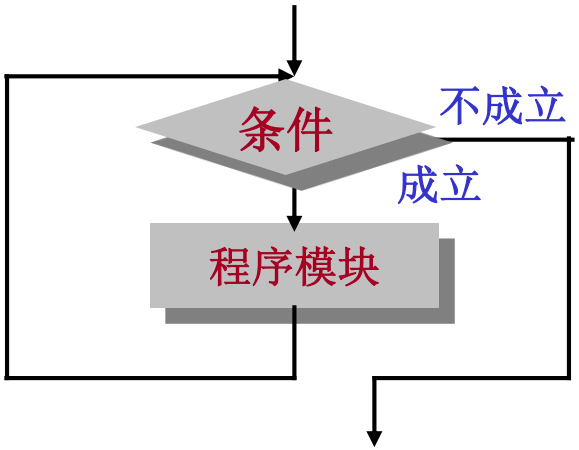
例：将百分制的学生成绩转换为五级制的成绩输出－使用switch语句

```
clear
n=input('输入n= ');
switch fix(n/10)          %fix 取整
    case {10,9}
        r='A'
    case 8
        r='B'
    case 7
        r='C'
    case 6
        r='D'
    otherwise
        r='E'
end
```

运行结果：

```
输入n= 65
r =
D
```

5.2.3 循环结构



- **在MATLAB中，循环结构可以由两种语句结构实现：**
  - for语句循环结构
  - while语句循环结构

for语句循环结构

for循环变量＝起始值：步长：终止值

**　　循环体**

end

例： 使用for结构计算1+2+3+…+100

```
clear
sum=0;
for i=1:100
    sum=sum+i;
end
sum
```

运行结果：

```
sum =
     5050
```

while语句循环结构

while表达式

　　循环体

end

例： 使用while结构计算1+2+3+…+100

```
clear
sum=0; i=0;
while i<100
    i=i+1;
    sum=sum+i;
end
sum
```

运行结果：

```
sum =
     5050
```

5.3 M文件

M文件两种形式

- **命令文件（Script）** —— 自动化
  - 命令和函数的结合
  - 文件运行不需要输入参数和输出参数
  - 按顺序自动执行命令

- **函数文件（Function）** —— 模块化
  - 用Function声明
  - 可以包含输入参数和输出参数
  - 文件运行须给出输入参数

5.3.1基本组成结构

```
%说明
定义变量          %包括全局变量的声明及参数值的设定
逐行执行命令
%指MATLAB提供的运算指令或工具箱提供的专用命令
… … …
/分支/循环          %包含for,if then,switch,while等语句
逐行执行命令
… … …
end                 %表示结束,可以没有
```

5.3.2 M文件的编辑及工作路径的设置

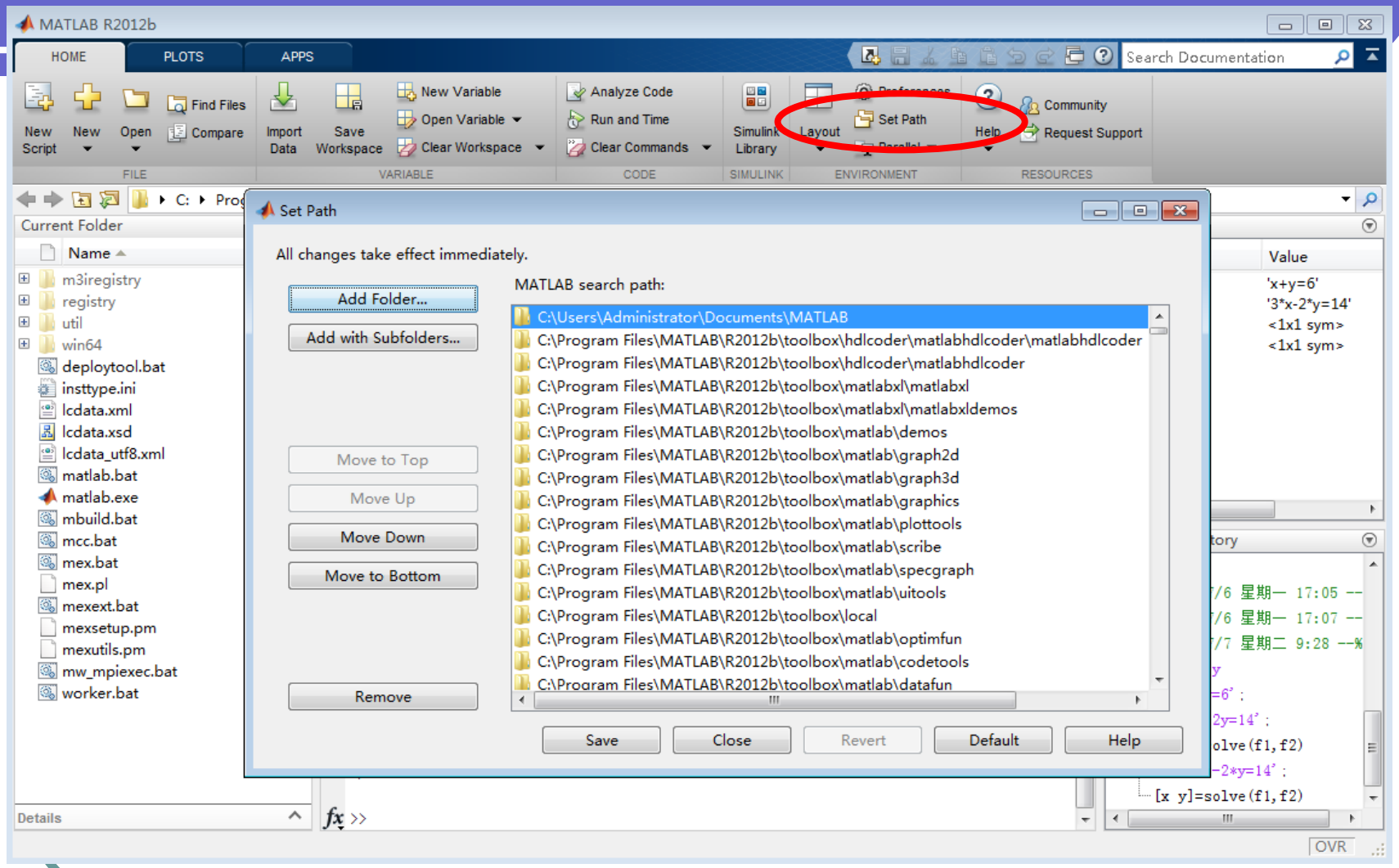
- 进入MATLAB的Editor/Debugger窗口来编辑程序
- 在编辑环境中，文字的不同颜色显示表明不同属性

  绿色：注解；　　黑色：程序主体；

  红色：属性值的设定；　　。
- 在运行程序之前，必须设置好MATLAB的工作路径。

通过cd指令在命令窗口中可以更改、显示当前工作路径。

- 通过路径浏览器（path browser）可以进行设置


MATLAB R2012b
HOME
PLOTS
APPS
Search Documentation
New Script
New
Open
Find Files
Compare
Import Data
Save Workspace
New Variable
Open Variable
Clear Workspace
Analyze Code
Run and Time
Clear Commands
Simulink Library
Layout
Set Path
Help
Community
Request Support
FILE
VARIABLE
CODE
SIMULINK
ENVIRONMENT
RESOURCES
Current Folder
Name
m3iregistry
registry
util
win64
deploytool.bat
insttype.ini
lcdata.xml
lcdata.xsd
lcdata_utf8.xml
matlab.bat
matlab.exe
mbuild.bat
mcc.bat
mex.bat
mex.pl
mexext.bat
mexsetup.pm
mexutils.pm
mw_mpiexec.bat
worker.bat
Details
Set Path
All changes take effect immediately.
Add Folder...
Add with Subfolders...
Move to Top
Move Up
Move Down
Move to Bottom
Remove
MATLAB search path:
C:\Users\Administrator\Documents\MATLAB
C:\Program Files\MATLAB\R2012b\toolbox\hdlcoder\matlabhdlcoder\matlabhdlcoder
C:\Program Files\MATLAB\R2012b\toolbox\hdlcoder\matlabhdlcoder
C:\Program Files\MATLAB\R2012b\toolbox\matlabxl\matlabxl
C:\Program Files\MATLAB\R2012b\toolbox\matlabxl\matlabxldemos
C:\Program Files\MATLAB\R2012b\toolbox\matlab\demos
C:\Program Files\MATLAB\R2012b\toolbox\matlab\graph2d
C:\Program Files\MATLAB\R2012b\toolbox\matlab\graph3d
C:\Program Files\MATLAB\R2012b\toolbox\matlab\graphics
C:\Program Files\MATLAB\R2012b\toolbox\matlab\plottools
C:\Program Files\MATLAB\R2012b\toolbox\matlab\scribe
C:\Program Files\MATLAB\R2012b\toolbox\matlab\specgraph
C:\Program Files\MATLAB\R2012b\toolbox\matlab\uitools
C:\Program Files\MATLAB\R2012b\toolbox\local
C:\Program Files\MATLAB\R2012b\toolbox\matlab\optimfun
C:\Program Files\MATLAB\R2012b\toolbox\matlab\codetools
C:\Program Files\MATLAB\R2012b\toolbox\matlab\datafun
Save
Close
Revert
Default
Help
Value
'x+y=6'
'3*x-2*y=14'
<1x1 sym>
<1x1 sym>
[x y]=solve(f1,f2)
OVR

5.3.3命令文件

- 又称为脚本文件，是一串指令的集合。
- 用户只需键入该命令文件的文件名，系统就会自动逐行执行该文件中的各条语句。
- 适用于小规模运算。

5.3.4函数文件

- 函数文件基本格式：

function [输出形参列表]=函数名（输入形参列表）
  注释说明语句段
  程序语句段
end

函数内容:

（1）第一行帮助行，即H1行

以（%）开头，作为lookfor指令搜索的行

（2）函数体说明及有关注解

以（%）开头，用以说明函数的作用及有关内容。如果不希望显示某段信息，可在它的前面加空行

（3）函数体语句

函数体内使用的除返回和输入变量这些在function语句中直接引用的变量以外的所有变量都是局部变量，即在该函数返回之后，这些变量会自动在MATLAB的工作空间中清除掉。

函数文件

1 Create an M-file using a text editor.

```
function c = myfile(a,b)
c = sqrt((a.^2)+(b.^2))
```



2 Call the M-file from the command line, or from within another M-file.

```
a = 7.5
b = 3.342
c = myfile(a,b)

c =

    8.2109
```

函数程序使用的变量

函数程序与主程序之间的数据是通过参数进行传递的，函数程序应用主程序传递来的参数进行计算后，将结果返回主程序。

```
%主程序
a=input('please input value of a=');
b=input('please input value of b=');
c=sumhe(a,b)
% 在此例中，主程序exp2_9.m设定了两个参数a和b来调用
% 子程序sumhe.m(为一个函数文件)，
% 所以执行主程序时，子程序就会调用主程序传递过来的
% a和b值进行计算，再将结果返回主程序。

%子程序sumhe.m
%sumhe(a,b) sum the serial of numbers from a tob
function result=sumhe(a,b)
result=a+b;
end
```

5.4局部变量和全局变量

- 如果一个函数内的变量没有特别声明，那么这个变量只在函数内部使用，即为局部变量。
- 如果两个或多个函数共用一个变量（或者说在函数程序中也要用到主程序中的变量，注意不是参数），那么可以用**global**来将它声明为全局变量。
- 全局变量的使用可以减少参数传递，合理利用全局变量可以提高程序执行的效率。

```
%主程序
global a %声明变量a为全局变量
x=1:100;
a=3;
c=prods(x) %调用子程序prods.m


%子程序prods.m
function result=prods(x)
global a
result=a*sum(x);
%声明了与主程序一样的全局变量a，以便在子程序中可以
%使用主程序中定义的变量
```

5.5 人机交互

- 人机交互命令

echo on(off)　　执行命令前先显示其内容

pause(n)

程序执行到此处，暂停n秒，或键入任意键后才继续执行

keyboard

程序执行到此处暂停，屏幕显示K，用户可以做任何操作，需恢复运行时，键入return

input('提示符')

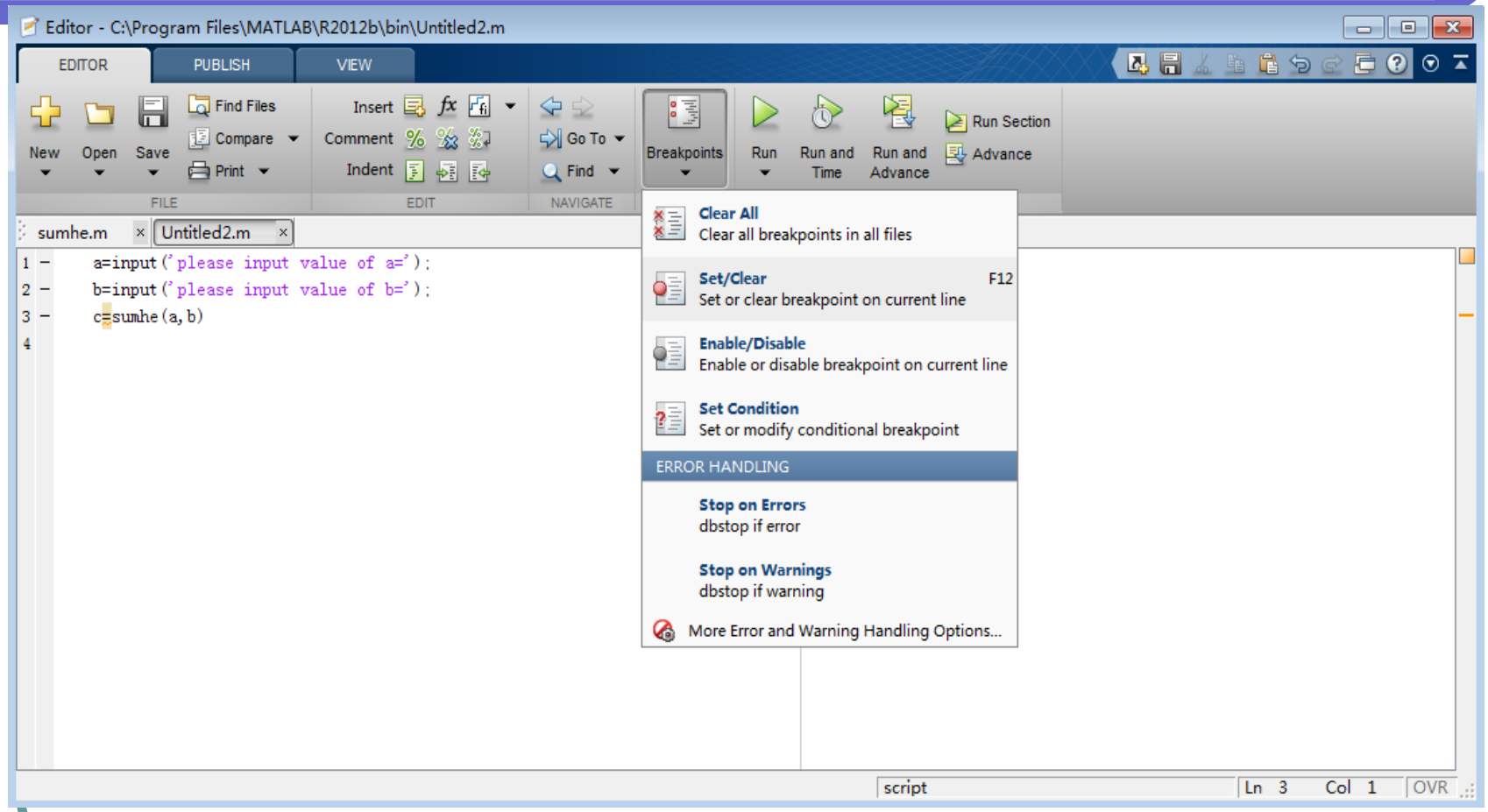
程序执行到此处暂停，屏幕显示引号中的字符串，要求用户输入数据

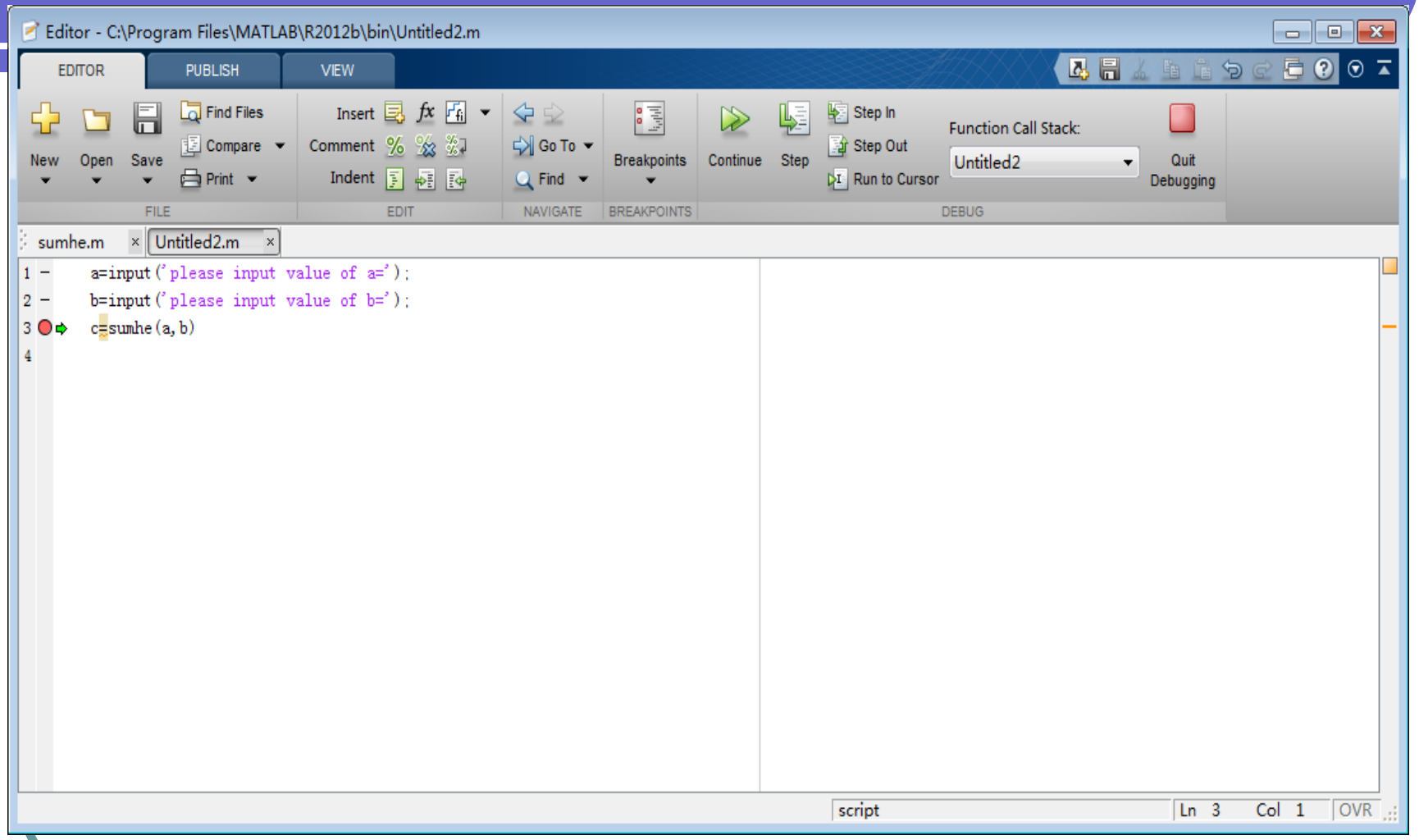
^C　　强行停止程序运行

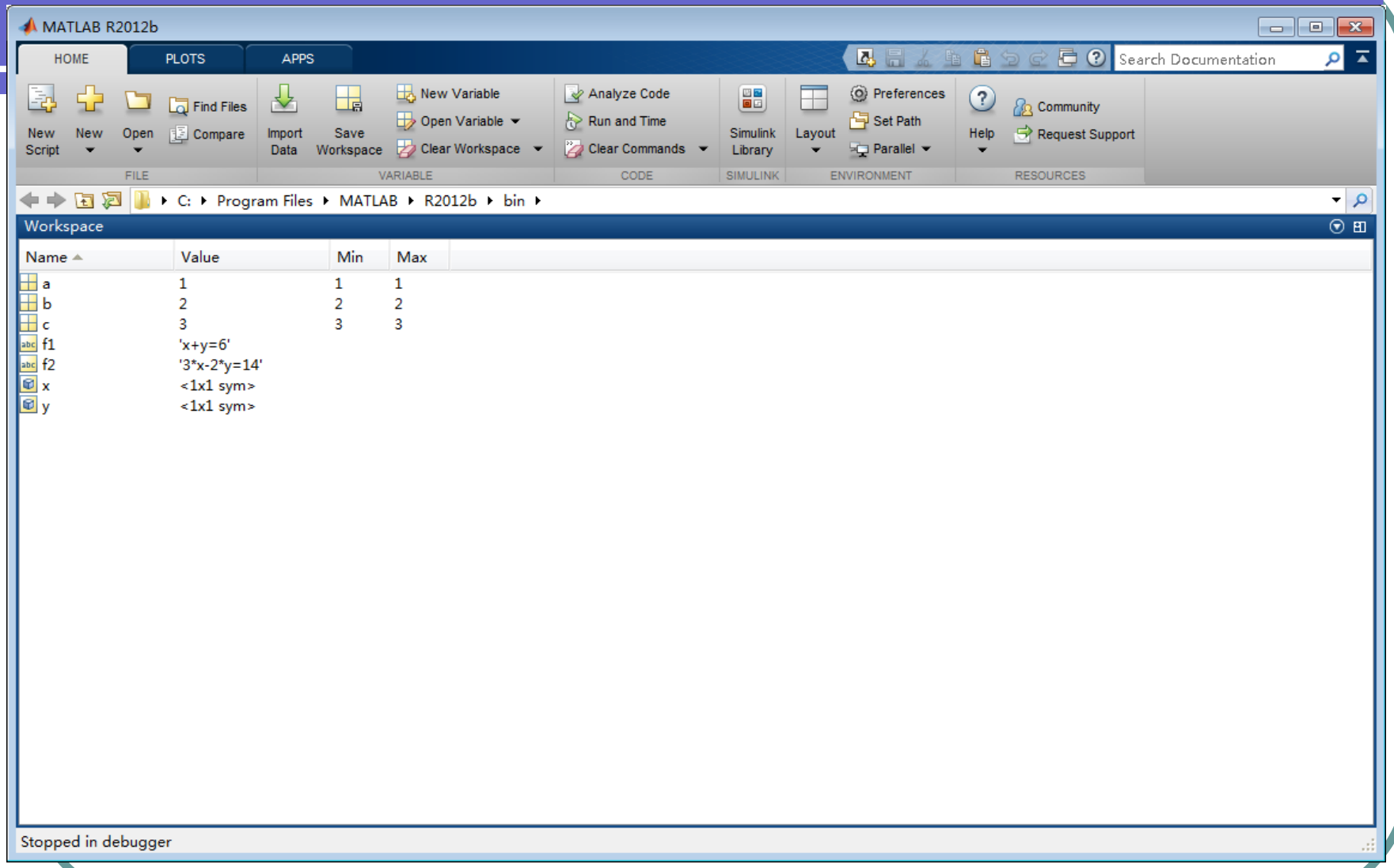
5.6 M文件调试

- **两种类型的错误**
  - 语法错误:由用户的错误操作引起的
  - 运行错误:算法错误和程序设计错误引起的

编辑器的编辑与调试

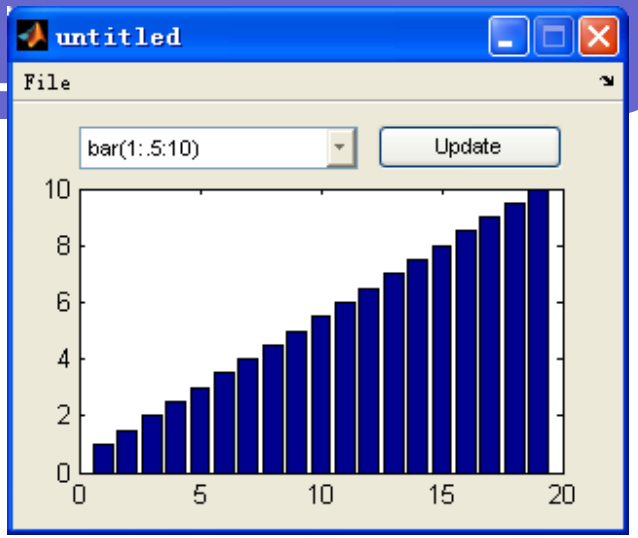

Editor - C:\Program Files\MATLAB\R2012b\bin\Untitled2.m
EDITOR
PUBLISH
VIEW
New
Open
Save
Find Files
Compare
Print
FILE
Insert
Comment
Indent
EDIT
Go To
Find
NAVIGATE
Breakpoints
Run
Run and Time
Run and Advance
Run Section
Advance
sumhe.m
Untitled2.m
1 a=input('please input value of a=');
2 b=input('please input value of b=');
3 c=sumhe(a,b)
4
Clear All
Clear all breakpoints in all files
Set/Clear
F12
Set or clear breakpoint on current line
Enable/Disable
Enable or disable breakpoint on current line
Set Condition
Set or modify conditional breakpoint
ERROR HANDLING
Stop on Errors
dbstop if error
Stop on Warnings
dbstop if warning
More Error and Warning Handling Options...
script
Ln 3
Col 1
OVR

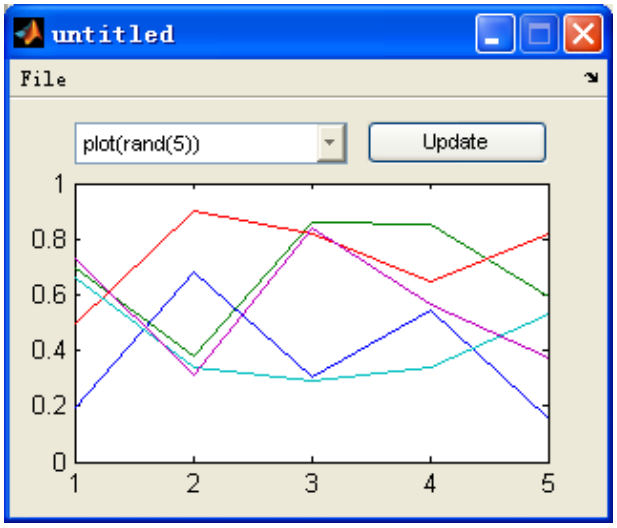

Editor - C:\Program Files\MATLAB\R2012b\bin\Untitled2.m
EDITOR
PUBLISH
VIEW
New
Open
Save
Find Files
Compare
Print
FILE
Insert
Comment
Indent
EDIT
Go To
Find
NAVIGATE
Breakpoints
BREAKPOINTS
Continue
Step
Step In
Step Out
Run to Cursor
Function Call Stack:
Untitled2
Quit Debugging
DEBUG
sumhe.m
Untitled2.m
1 a=input('please input value of a=');
2 b=input('please input value of b=');
3 c=sumhe(a,b)
4
script
Ln 3
Col 1
OVR


MATLAB R2012b
HOME
PLOTS
APPS
Search Documentation
New Script
New
Open
Find Files
Compare
Import Data
Save Workspace
New Variable
Open Variable
Clear Workspace
Analyze Code
Run and Time
Clear Commands
Simulink Library
Layout
Preferences
Set Path
Parallel
Help
Community
Request Support
FILE
VARIABLE
CODE
SIMULINK
ENVIRONMENT
RESOURCES
C: ▸ Program Files ▸ MATLAB ▸ R2012b ▸ bin ▸
Workspace
Name
Value
Min
Max
a 1 1 1
b 2 2 2
c 3 3 3
f1 'x+y=6'
f2 '3*x-2*y=14'
x <1x1 sym>
y <1x1 sym>
Stopped in debugger

扩展阅读

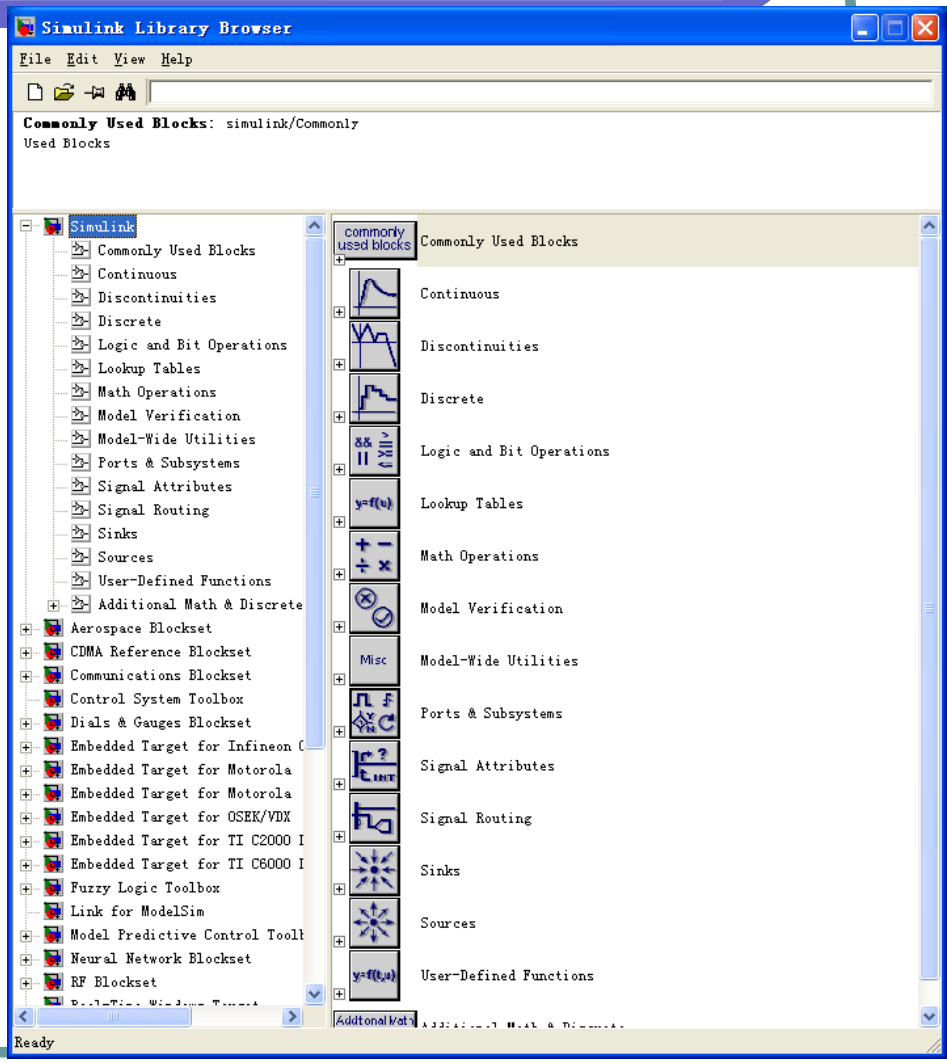
- 其他流程控制语句
  - 1. break语句
  - 2. continue语句
  - 3. return语句
  - 4. try语句
  - 5. echo命令
  - 6. input命令
  - 7. keyboard命令
  - 8. pause命令
- **GUI程序设计(图形用户界面)**
- **MATLAB应用程序接口(API)**
  - **提供库函数**
  - **与C或FORTRAN语言混合编程**





其他章节

- **Simulink系统建模仿真分析的软件包**
  - 线性和非线性系统
  - 连续和离散时间系统
- 图像、视频、声音的处理
- **MATLAB的综合应用**
  - 电路
  - 电力系统
  - 信号与系统
  - 数字信号处理
  - 图像处理



小 结

本节介绍matlab程序设计基础知识，通过学习应该掌握：

M文件的编写方法

M文件的调试方法

思考问题

- **MATLAB中M文件两种形式与用途**

实验内容

- 1、在一张图上用不同线型、不同颜色，画出两路不同幅度、不同初始相位、不同频率的正弦信号。

实验内容

- 2、设置两路正弦输入信号的幅度相同，而其频率、相位的参数在下表中每一行任选一组，共画出四幅李莎育图形。

相位差	0°	45°	90°	135°	180°
频率比1:1					
频率比1:2					
频率比1:3					
频率比2:3					

实验内容

- **3、采用数值计算和符号计算两种方式，求解下列线性方程组。**

$$\begin{cases} x + 2y = 9 \\ 3x - 7y = 14 \end{cases}$$