



Matlab编程及其应用

第一讲



课程安排

- 地点： 3A111
- 时间： 周一 周三 周五（七月份）
 4号 6号 8号
 11号 13号 15号
 18号
 下午6、7、8节 14:00~16:30
- 考核方式： 平时作业 + 大作业



课程QQ群:

群聊号码:

275602618



群名称:matlab暑期课

群 号:275602618

Matlab软件下载

- <http://zbh.ustc.edu.cn/zbh.php>



■ 产品列表

Windows	Office	ORIGIN	MATLAB	高斯	Mathematica	福昕PDF	NOD32	文献管
		Linux			Mac OS X	Windows	安装密钥和激活文件	
2021a		64位版			64位版	64位版	2021a	
2020b		64位版			64位版	64位版	2020b	
2020a_U4		64位版			64位版	64位版	2020a_U4	
2019b_U2		64位版			64位版	64位版	2019b_U2	
----		64位版			64位版	64位版	----	



课程主要内容

- matlab基础:

- matlab简介、工作环境

- 基本数据类型与基本运算

- 数组与矩阵

- 脚本与函数

- 字符串、单元数组、结构体、稀疏矩阵

- 数据可视化:

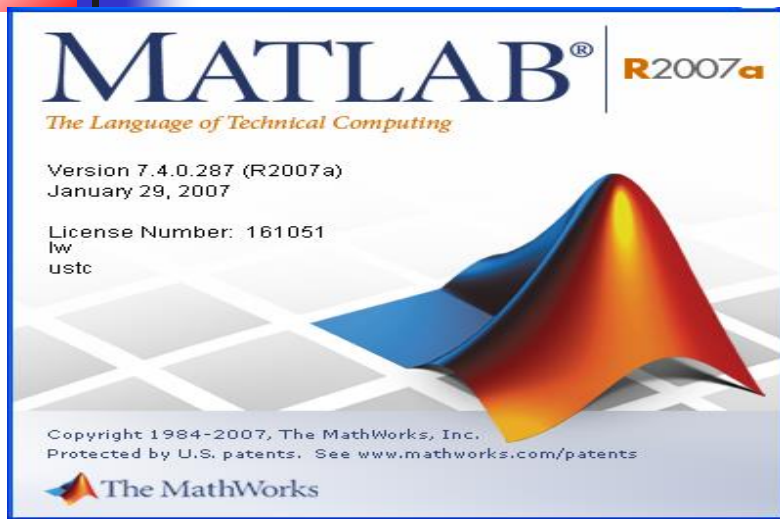
- 二维图形绘制、三维图形绘制



课程主要内容

- 数据分析与科学计算：
 - 多项式、插值拟合
 - 微分方程数值解法
 - 符号计算
- 图形句柄与GUI编写
- Simulink简介

Matlab简介



Matlab:
Matrix Laboratory
矩阵 实验室

- 国际上应用最为广泛的科学与工程计算软件。
- 工程数学、控制、信号处理等专业课程的教学工具。
- 算法分析、系统仿真、数据可视化...

Matlab简介：历史



Cleve Moler



Jack Little

MathWorks公司创始人

<http://blogs.mathworks.com/cleve/>

“Experiments with MATLAB”

“Numerical Computing with MATLAB”

Matlab简介：历史

**1984年, Matlab 1.0 (DOS版, 182K,
20多个函数)**

**1992年, Matlab 4.0 (93年推出
Windows版, 加入 simulink)**

1994年, Matlab 4.2 (得到广泛重视和应用)

1999年, Matlab 5.3 (真正实现32位运算)

2002年, Matlab 6.5 (采用JIT加速器)

2004年, Matlab 7.0 R14

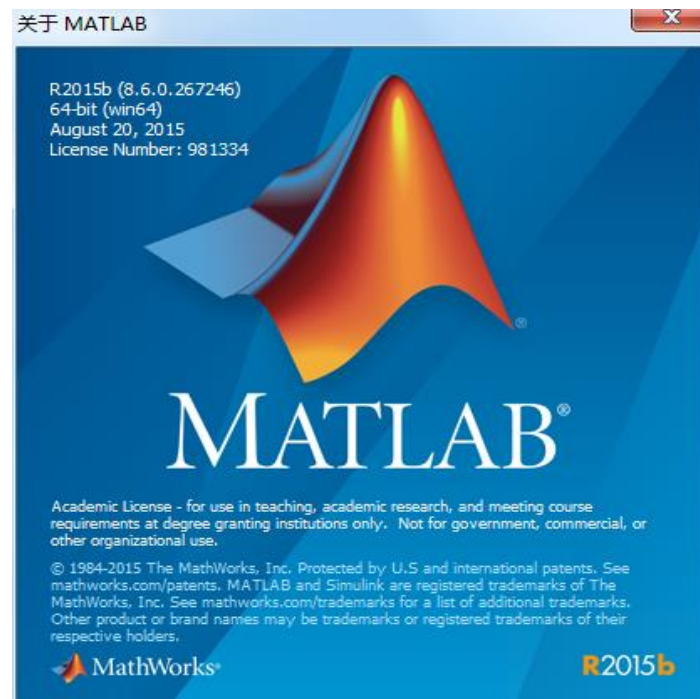
2006年, Matlab 7.2 R2006a

2013年 Matlab 8.1 R2013a

.....

2021年

R2021a



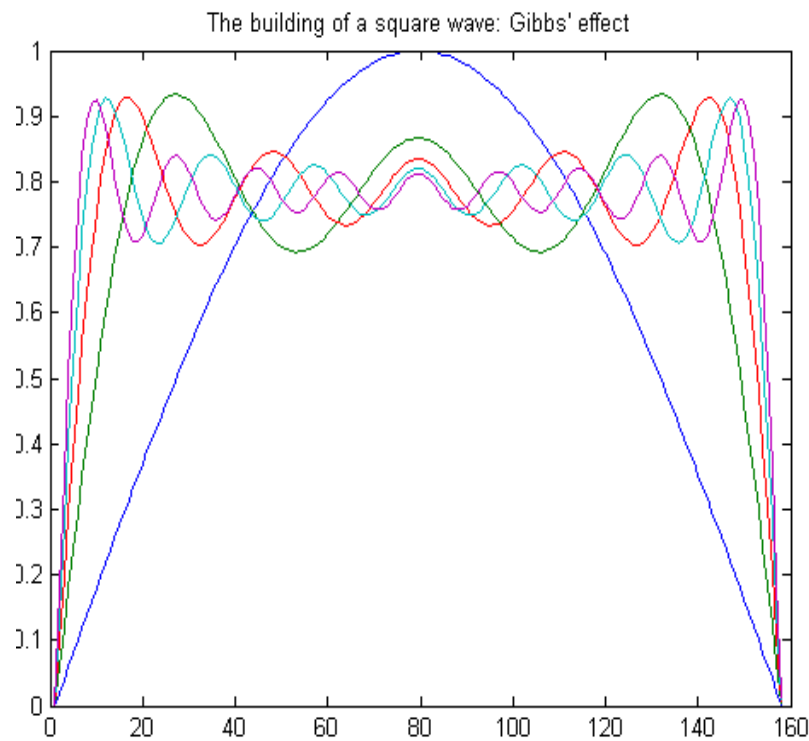


Matlab简介：特点

- 强大的数值分析能力
- 丰富的可视化工具
- 简单易用的编程功能
- 图形化的系统建模
- 众多领域的工具箱
- ...
- 各种矩阵分解、SVD...
- 微分方程求解
- 统计
- 插值、拟合、优化
-
- 使得算法开发者跳出细节——砍树，不用从斧头做起。

Matlab简介：特点

- 强大的数值分析能力
- 丰富的可视化工具
- 简单易用的编程功能
- 图形化的系统建模
- 众多领域的工具箱
- ...

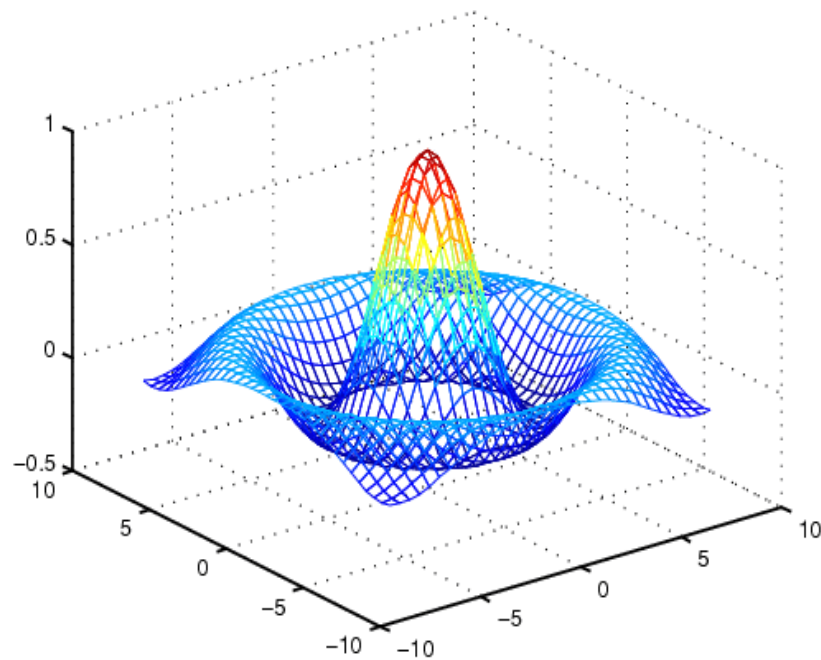


Gibbs现象图示

Matlab简介：特点

- 强大的数值分析能力
- 丰富的可视化工具
- 简单易用的编程功能
- 图形化的系统建模
- 众多领域的工具箱
- ...

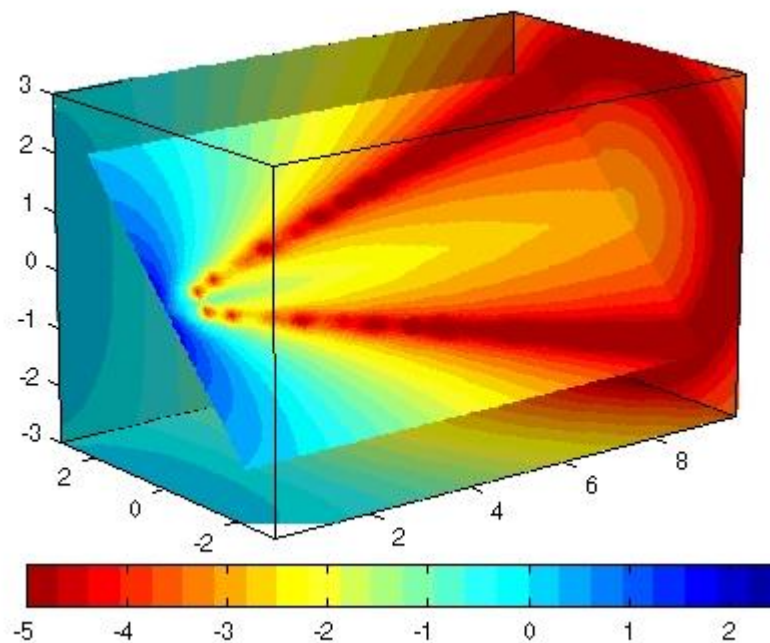
■ 复杂数学公式图示



Matlab简介：特点

- 强大的数值分析能力
- 丰富的可视化工具
- 简单易用的编程功能
- 图形化的系统建模
- 众多领域的工具箱
- ...

- 发动机喷射气流的图形显示

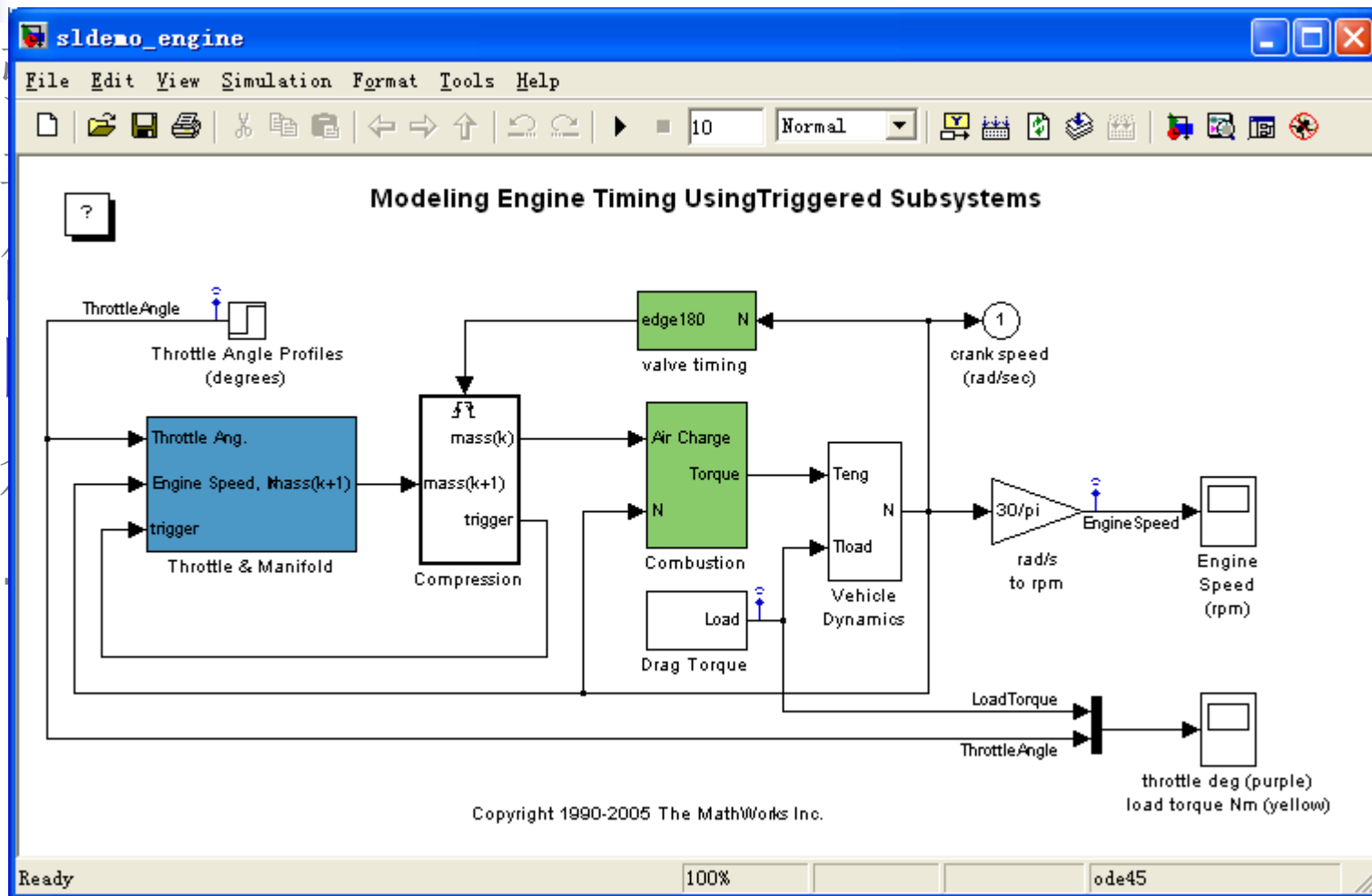




Matlab简介：特点

- 强大的数值分析能力
- 丰富的可视化工具
- 简单易用的编程功能
- 图形化的系统建模
- 众多领域的工具箱
- ...
- 不用担心变量类型错误。
- 不用担心数组溢出。

Matlab简介：特点





Matlab简介：特点

- 强大的数值分析能力
- 丰富的可视化工具
- 简单易用的编程功能
- 图形化的系统建模
- 众多领域的工具箱
- ...

- 数学和优化
- 统计和数据分析
- 控制系统设计和分析
- 信号处理
- 通信
- 图像处理
- 测试和测量
- 金融建模和分析
- 数据库连接和报表
- 分布式计算
- ...



Matlab简介：特点

- 强大的数值分析能力
 - 丰富的可视化工具
 - 简单易用的编程功能
 - 图形化的系统建模
 - 众多领域的工具箱
 - ...
- 符号计算
 - 与DSP、FPGA等硬件接口
 - 与Excel、Word接口
 - 与C、Java接口
 - ...



Matlab简介： 网上资源

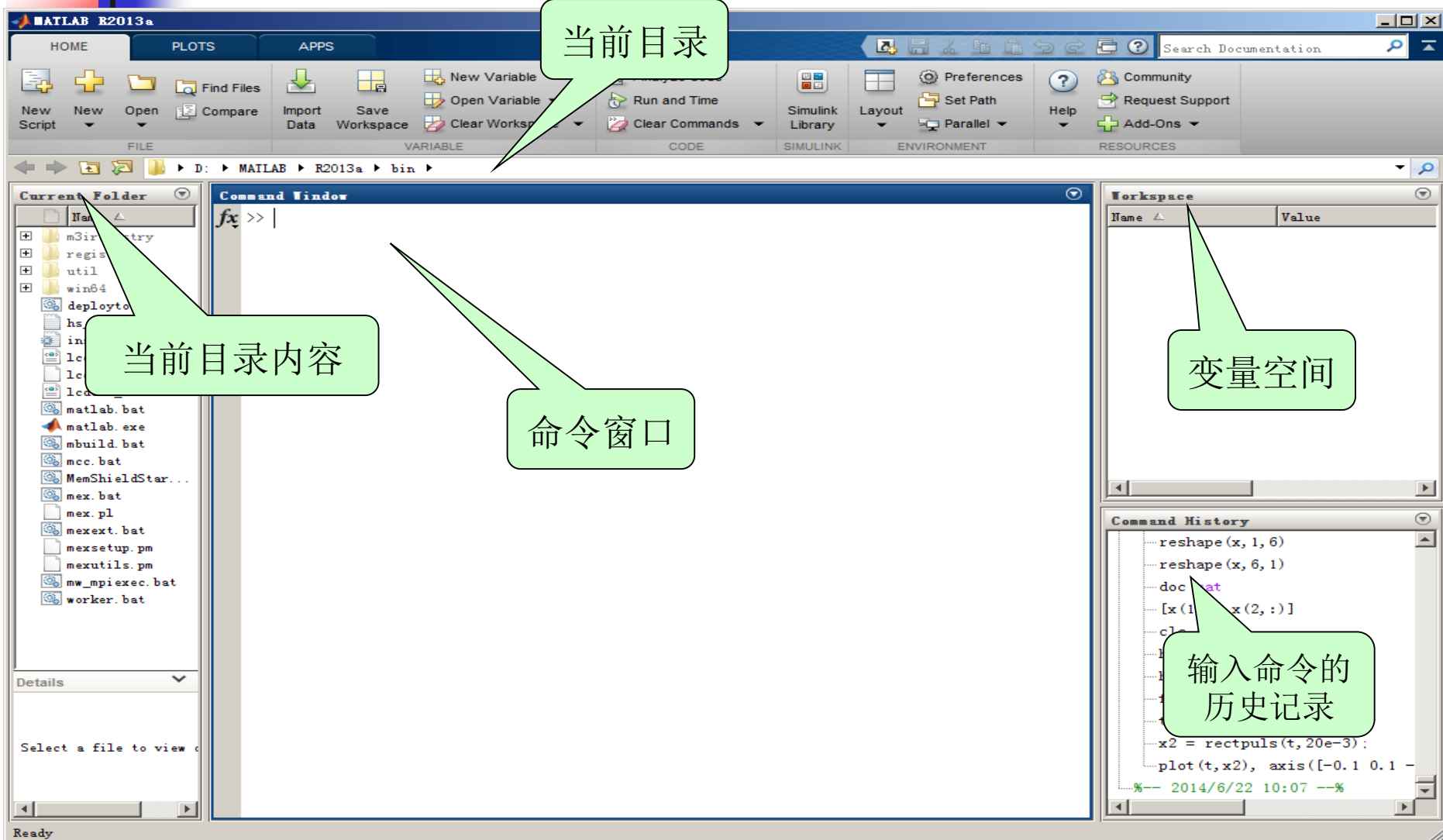
- www.google.com
- www.mathworks.cn



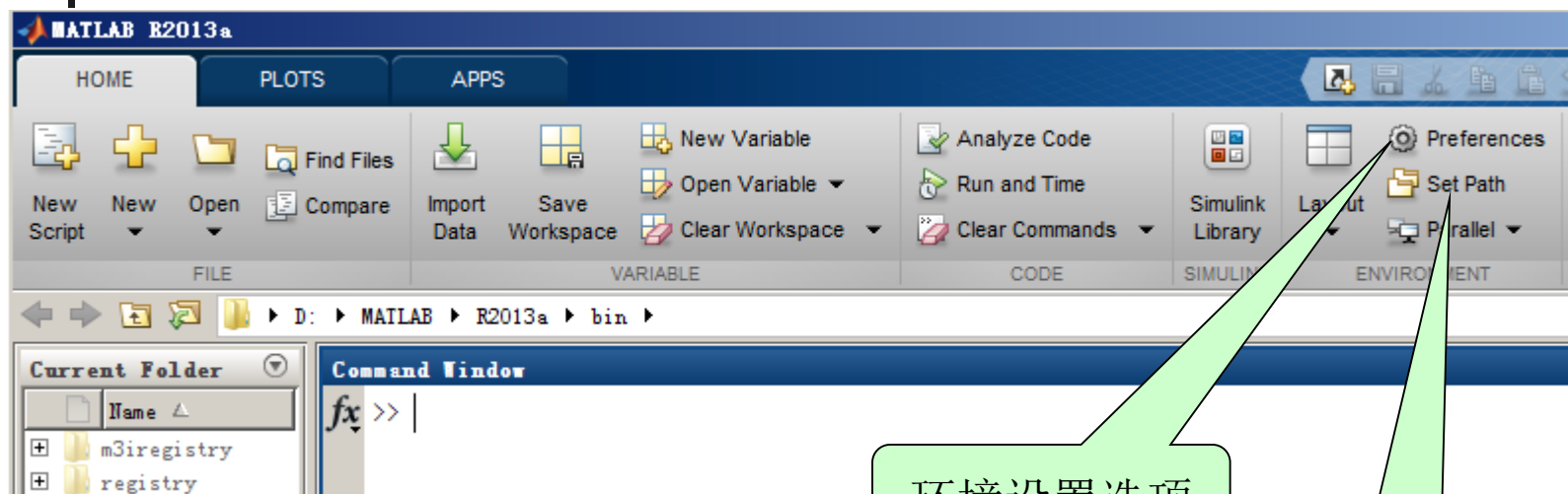
Matlab简介

Matlab再强大，也只是个工具！

Matlab简介:工作环境



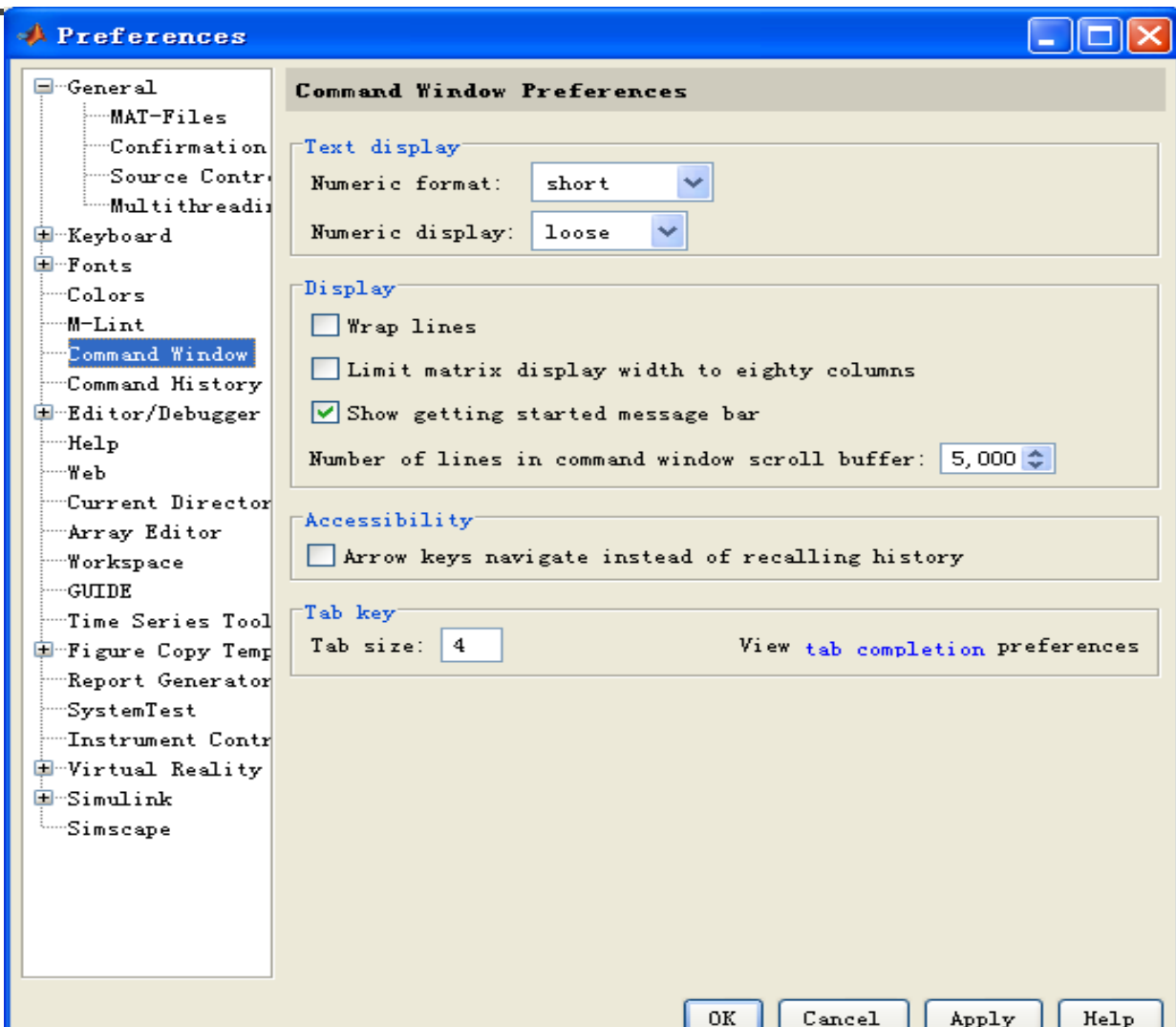
Matlab :工作环境



环境设置选项

搜索路径设置

Matlab工作环境设置

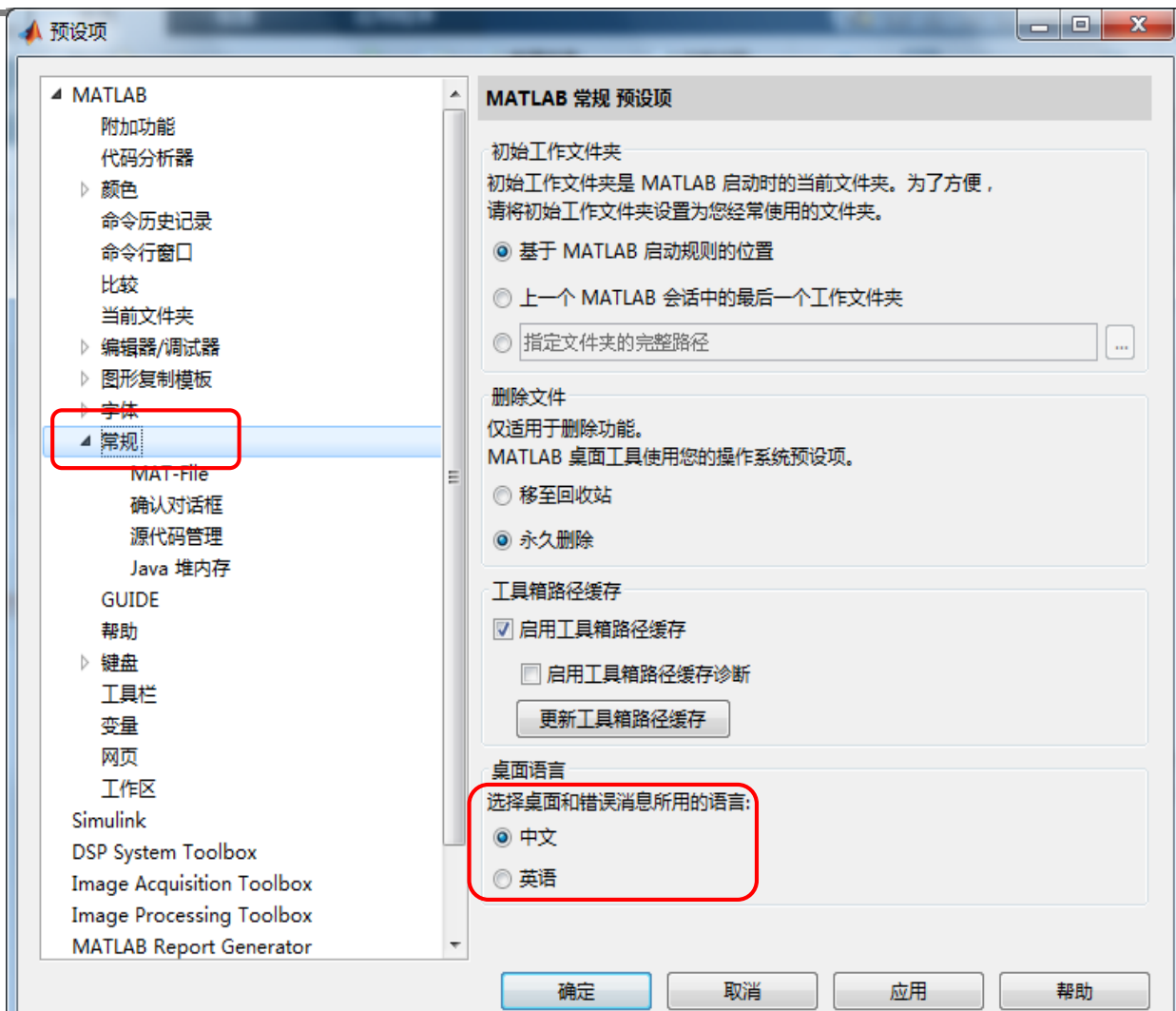


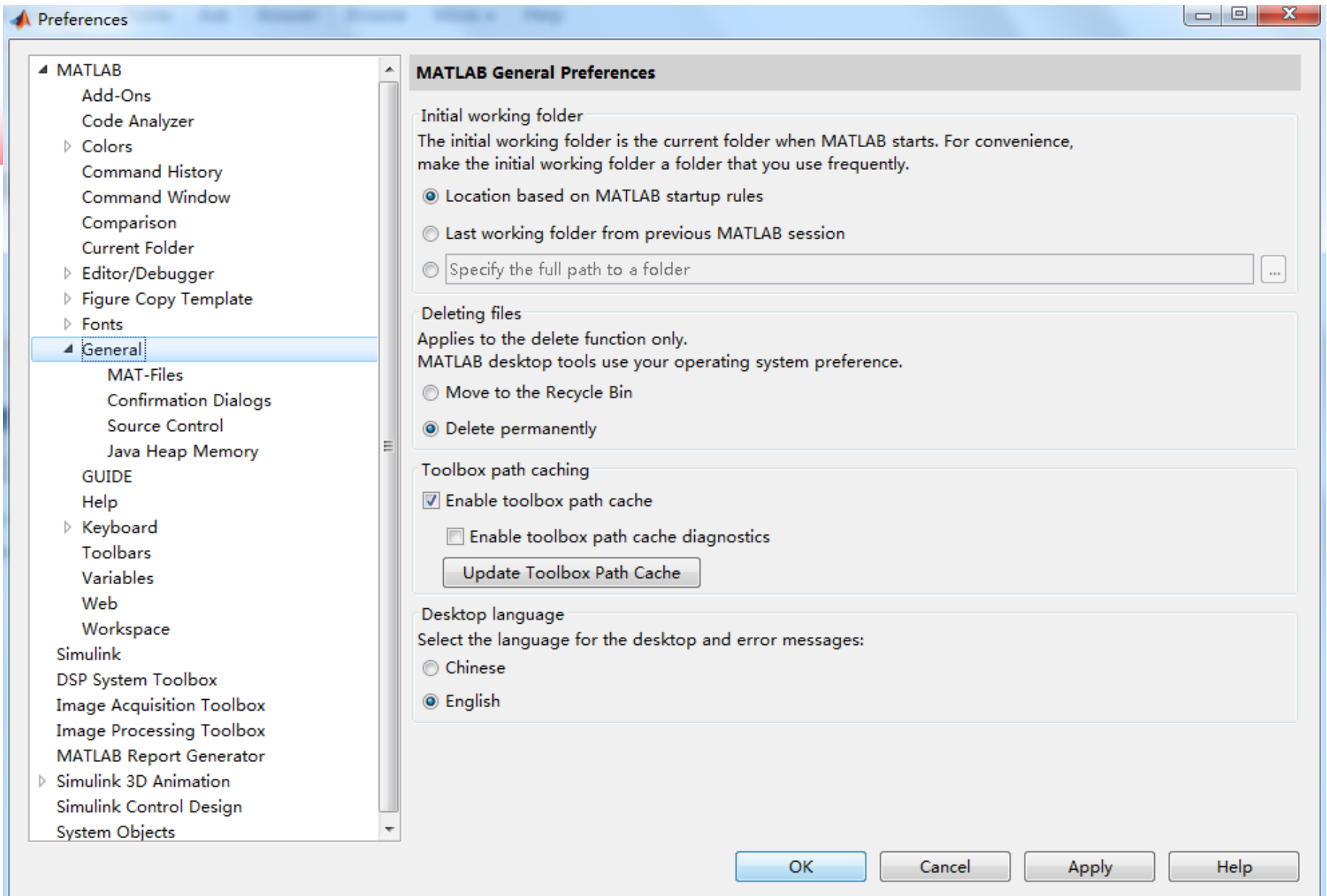
中文界面与英文界面转换

1、点击MATLAB菜单栏
> 预设

2、在预设界面中，
> 常规
> 选择桌面和错误信息的语言
> 英文

3、确定后重启MATLAB







Matlab简介： 路径搜索

MATLAB 的搜索顺序

当在命令窗口中或者一个 **M** 文件中输入一个元素名称时，**MATLAB** 按照下面的顺序搜索该元素的意义，以元素 **foo** 为例：

- 1) 查找**工作区**中是否存在名为 **foo** 的变量；
- 2) 在**当前路径**中查找是否存在名 **foo.m** 的文件；
- 3) 按照顺序查找**搜索路径**中是否存在该文件。如果存在多个名为 **foo.m** 的文件，则调用首先查到的文件。

Matlab简介： 路径搜索

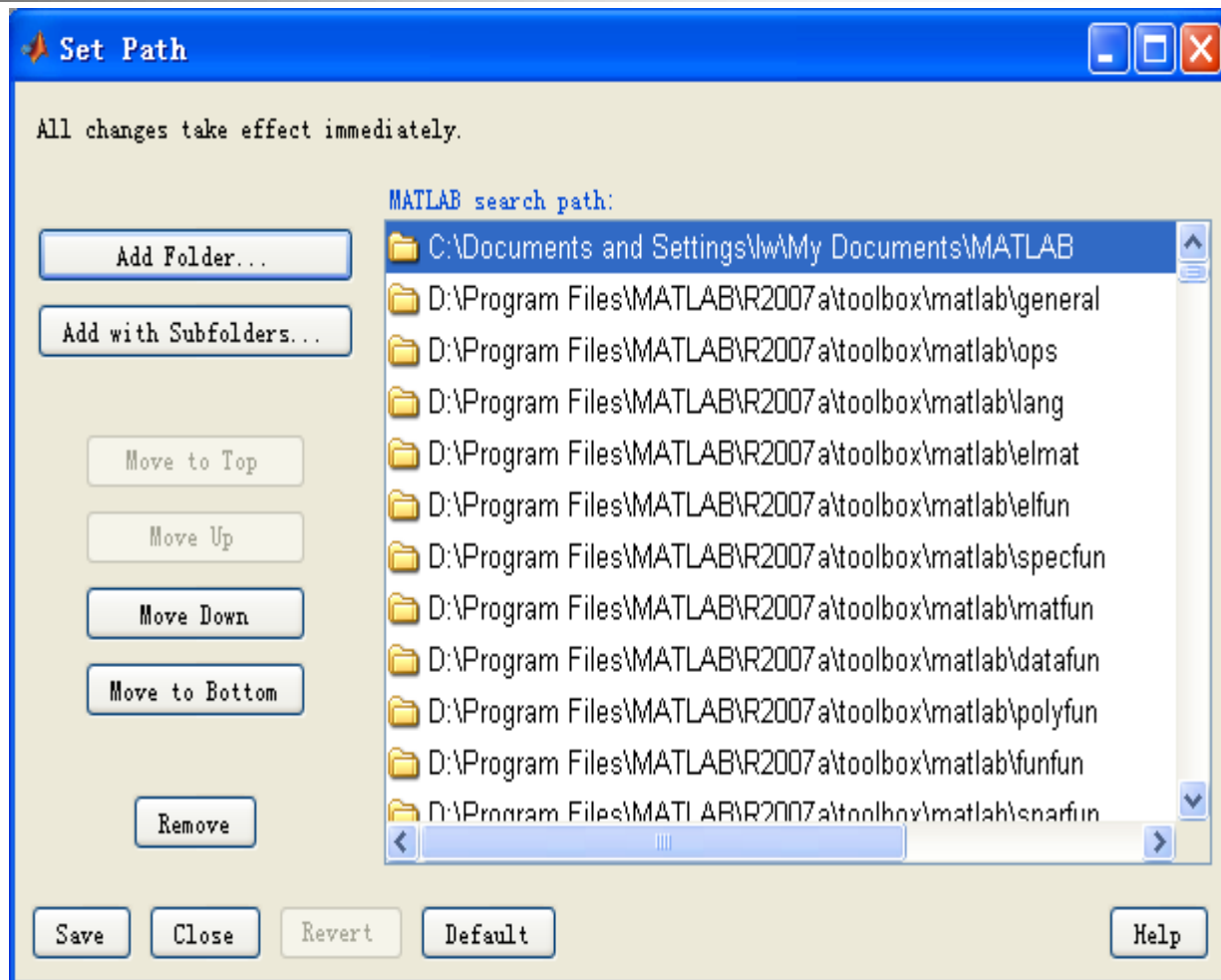
路径设置命令：

pathtool

addpath

rmpath

path





Matlab基本操作

- 学习MATLAB的最简单方式：
把MATLAB看作一个功能强大的“计算器”。
- 在命令窗口提示符处（>>）输入代码，MATLAB会即时返回操作结果。



Matlab基本数学运算

■ 两个数相加

```
>> 5.2+20
```

```
ans = 25.2000
```

■ 两个数相乘

```
>> 5*(-4)
```

```
ans = -20
```

■ 幂运算

```
>> 10^2
```

```
ans = 100
```

```
>> 5^(1/2)
```

```
ans = 2.2361
```

ans 是Matlab内部变量，存储最近一次的运算结果。
(answer)



Matlab基本数学运算

■ 两个数相除

```
>> 5 / 3      % 右除!  
ans = 1.6667
```

```
>> 5 \ 3      % 左除  
ans = 0.6000
```

■ 运算优先级

```
>> (5^0.5-1)/2  
ans = 0.6180
```

■ 运算优先级与通常的一样。



Matlab变量

- 变量定义:

```
>> r = 4;
```

```
>> area = 2*pi*r^2
```

```
area = 100.5310
```

变量命名规则:

第一个字符必须是字母;

后面可以跟 字母、数字和下划线; 如 r_circle1, X314159

长度不超过63个字符;

变量名区分字母的大小写。 Cost、COST、cost都是不同的变量名



Matlab变量

变量查询:

who 显示工作空间中的所有变量

whos 查看工作空间中变量的详细属性

```
>> who
```

```
Your variables are:  
area r
```

```
>> whos
```

Name	Size	Bytes	Class	Attributes
area	1x1	8	double	
r	1x1	8	double	

工作空间中的变量清除指令:

clear r %清除变量r

clear %清除所有变量



Matlab变量

- Matlab 保留的**关键字**不能作为变量名：如for、while、if...

- 不要用Matlab中的一些**特殊变量名**：

pi 圆周率 π

inf/Inf 无穷大 如 **5/0**

nan/NaN **Not-a-Number**, 一个不定值, 如 **0/0**

eps 浮点运算相对精度

i/j 虚部单位, 即 $\sqrt{-1}$

- 也不要**用内建函数名**做变量名, 如sin、log...



Matlab变量

- 如果用函数名作变量名会怎样?

```
>> sin(pi/2) % sin是一个内建函数
ans =
    1
>> sin = 10 %如果把sin用作变量名
sin =
    10
>> sin(pi/2) % 出错！
Subscript indices must either be real positive integers
or logicals.
```

若想恢复**sin**作为内建函数,怎么办?



基本数学函数

三角函数: `sin cos tan asin acos ...`

双曲函数: `sinh cosh tanh ...`

对数指数函数: `log(自然对数) log10 log2 exp`

取整函数: `fix floor ceil round`

随机数产生: `rand randn`

.....



各种取整函数

fix $\rightarrow 0$

floor $\rightarrow -\infty$

ceil $\rightarrow +\infty$

round \rightarrow 最接近的整数



Matlab数值类型

int8 8位有符号整型 $-2^7 \text{ -- } 2^7-1$

int16 int32 int64

uint8 8位无符号整型 $0 \text{ -- } 2^8-1$

uint16 uint32 uint64

single 单精度浮点数

double 双精度浮点数 (默认)

char 字符型、字符串

cell array 单元数组

struct array 结构数组



Matlab数值类型

```
>> x1=int8(10.2)
```

```
x1 =
```

```
10
```

```
>> x2 = int8(1000)
```

```
x2 =
```

```
127
```



复数定义与运算

`a = 3+2i;`

`b = 4-7*i;`

`c = a+b;`

`d = a*b;`

`abs(a)` %模

`angle(a)` %角

`real(a)` %提取复数的实部

`imag(a)` %提取复数的虚部

`complex(3,2)` %构造一个复数，实部为3，虚部为2

`conj(a)` %a的共轭



数组与矩阵

- matlab基本的数据组织形式是**矩阵**,
- matlab大部分函数可以直接对矩阵操作,
- 标量可以看做是 1×1 的矩阵,
- 通常一维的称为**数组**或向量,
- 二维的称为矩阵或二维数组,
- 三维或三维以上的称为多维数组。



数组与矩阵

```
x1 = [1 2 3] %各个数之间是空格，生成行向量
x2 = [1,2,3] %各个数之间是逗号，生成行向量
x2 = [1; 2; 3] %各个数之间是分号，生成列向量
>> A = [2 3 4
        5 6 2] %生成2行3列矩阵

A =

     2     3     4
     5     6     2

A = [2 3 4 ; 5 6 2] %分号等同换行
```




数组与矩阵

- 可以用冒号生成间隔相等的数组：

```
>> a = [1:10] %默认间隔为1  
a = 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10  
>> b = [-2:3:8] %间隔为3  
b = -2 1 4 7  
>> c = [10:-2:0] %间隔为-2  
c = 10 8 6 4 2 0  
>> fs = 10;  
>> x = [0:1/fs:2*pi]
```



数组与矩阵

- 数组长度或矩阵行、列长度的查询：

length: 通常用来求数组长度

size: 可以得到矩阵行、列长度

```
a = [1:10]; length(a); size(a);
```

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

```
L1 = size(b,1)
```

```
L2 = size(b,2)
```

```
[L3 L4] = size(b)
```



数组与矩阵

- matlab大部分函数可以直接对矩阵操作

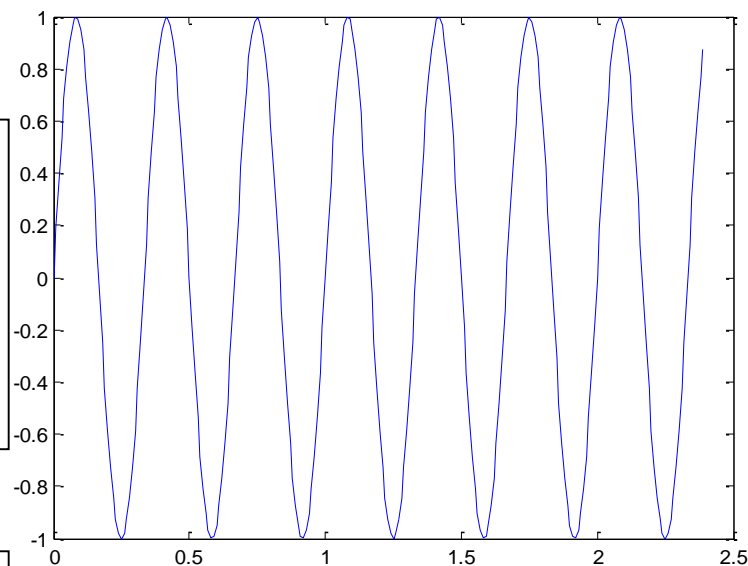
```
>> x = [1 2 3]
>> x2 = [ 1 2 3; 4 5 6]
>> sin(x)
>> log(x)
>> exp(x)
>> 2*x.^2+3*x-2 % .^运算对每个元素操作
```

数组

例：产生一个3Hz正弦信号，采样频率为 100Hz

```
>> fs = 100;  
>> x = [0:1/fs:(240-1)/fs];  
>> y1=sin(2*pi*3*x);  
>> plot(x,y1)
```

`plot`函数可以显示信号波形。





数组

实现如下函数：

$$x[n] = e^{jk\frac{2\pi}{N}n} + e^{-jk\frac{2\pi}{N}n} \quad n: 0 \sim N-1$$

```
>> N = 100;  
>> n = 0 : N-1;  
>> omega = 2*pi*n/N;  
>> x1 = exp(j*omega)+exp(-j*omega); plot(x1)  
>> x1 = exp(j*4*omega)+exp(-j*4*omega); plot(x1)  
>> x1 = (exp(j*4*omega)-exp(-j*4*omega))./(2*j);  
>> plot(x1)
```



随机信号产生

rand %0 – 1之间均匀分布的随机数

```
rand(1)
```

```
x = rand(1:100000);
```

```
hist(x,30) %直方图
```

%产生均值为0，方差为1的高斯分布的随机数

```
y = randn(1,100000);
```

```
hist(y,40)
```

如何产生-3到6之间均匀分布的随机数？
如何产生1到100之间均匀分布的整数？



随机信号产生

- 生成具有特定信噪比（**SNR**）的带噪信号

$$\text{SNR(dB)} = 10 \log_{10} \left(\frac{P_{\text{signal}}}{P_{\text{noise}}} \right) = 20 \log_{10} \left(\frac{A_{\text{signal}}}{A_{\text{noise}}} \right)$$

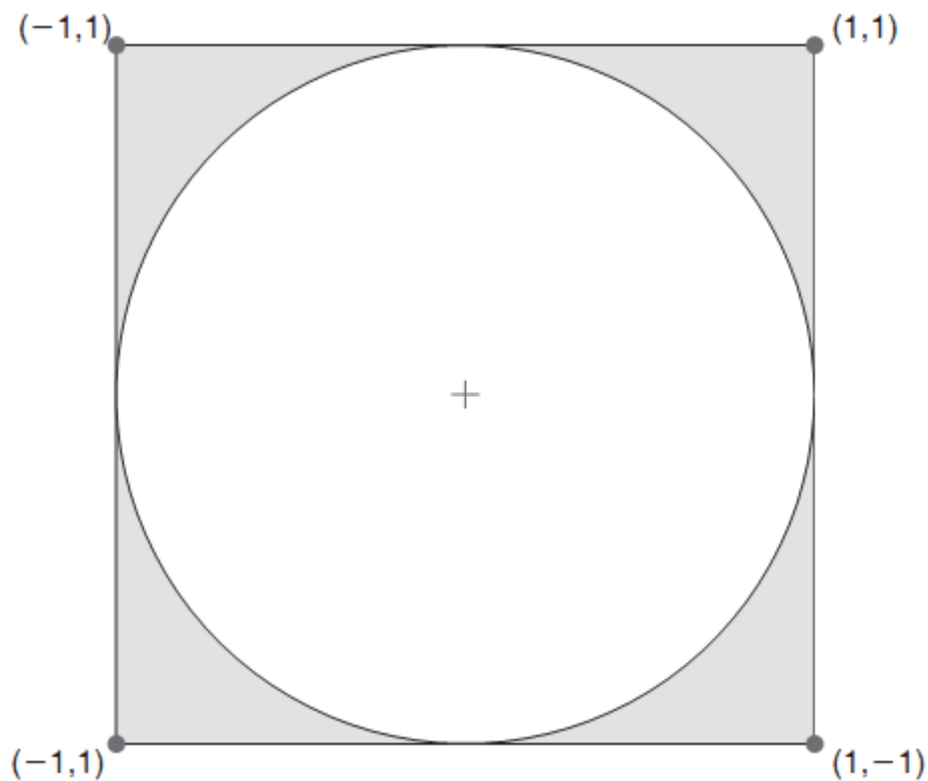
$$P_n = P_s / (10^{(\text{SNR}/10)})$$

$$P_n = \text{sum}((A * \text{noise}).^2) / \text{length}(\text{noise})$$

$$A = (P_n * \text{length}(\text{noise}) / (\text{sum}(\text{noise}.^2)))^{0.5};$$

随机信号产生

■ 蒙特卡罗方法求 π 的近似值



$$x^2 + y^2 \leq 1$$

$$\frac{\text{hits}}{n} \approx \frac{\pi r^2}{(2r)^2}.$$

$$\pi \approx 4 \frac{\text{hits}}{n}.$$



关系运算

- 比较两个数之间的大小关系，若符合则结果为1，否则为0。
- 比较两个维数相同的矩阵，即比较两个矩阵对应的元素，比较结果仍然是一个矩阵

- < 小于
- <= 小于等于
- > 大于
- >= 大于等于
- == 等于
- ~= 不等于

```
A = [1:5];  
B = [3 3 3 3 3];  
c1 = A > B  
c1 = 0 0 0 1 1  
c2 = A <= 2  
c2 = 1 1 0 0 0  
c3 = A == 4  
c3 = 0 0 0 1 0
```



逻辑运算

- **&** 与 两标量或两元素均非0则返回1，否则返回0
- **&&** 标量与
- **|** 或 两标量至少有一个是非0则返回1，否则返回0
- **||** 标量或
- **~** 非
- **xor(a,b)** 异或 两标量非0或均为0则返回0，否则返回1



逻辑运算

```
>> A = [0, 2, -1, 19, 0];  
>> B = [4, 2, 0, 8, 0];  
>> A&B    ans = 0 1 0 1 0  
>> A|B    ans = 1 1 1 1 0  
>> ~B     ans = 0 0 1 0 1  
>> xor(A,B) ans = 1 0 1 0 0
```

练习:

```
a = 5 ; b = 9;
```

```
c1 = (a<b)&&(b/a ==fix(b/a))
```

```
c2 = (a<b)|| (b/a ==fix(b/a))
```



Matlab的输出显示

- 输出格式:

Matlab 以双精度执行所有的运算，但在命令行只显示五位。输出格式可以通过 **format** 命令指定。

format 只改变变量的输出格式，**但不会影响变量的值！**



各种format格式

格式	解释	例
format	短格式（缺省显示格式），同short	3.1416
format short	短格式（缺省显示格式），只显示5位	3.1416
format long	长格式，双精度数15位，单精度数7位	3.14159265358979
format short e	短格式e方式（科学计数格式）	3.1416e+000
format long e	长格式e方式	3.141592653589793e+000
format short g	短格式g方式	3.1416
format long g	长格式g方式	3.14159265358979
format compact	压缩格式	
format loose	自由格式	



Matlab的输出显示

黄金分割比: $\frac{\sqrt{5}-1}{2}$

```
>> x = (sqrt(5)-1)/2
```

```
x =
```

```
    0.6180
```

```
>> format long
```

```
>> x
```

```
x =
```

```
0.618033988749895
```



变量存储与读取

- 将工作区中变量保存到文件
- 写入文件 **save**
- 从文件读 **load**
- 例：

```
>> x = 10*rand(3,4), y = 'hello';
```

```
>> save test.mat %将工作区中所有变量存入到当前  
                  %目录下名为test.mat的文件中。
```

```
>> clear          %清除环境变量
```

```
>> load test.mat  %读文件
```



变量存储与读取

- 将特定变量存入文件

save test1.mat x

↑
文件名

↑
变量名

- 对同一文件再次存储时，原文件内容将被覆盖

save test1.mat y

- 若不希望覆盖原文件内容，对文件追加存储

save test1.mat -append y



Matlab帮助

- help 函数名
- doc 函数名
- lookfor
- which



命令行常用指令

- `clc`
- `clear`
- `more`
- `ctrl+c`
- `dir`