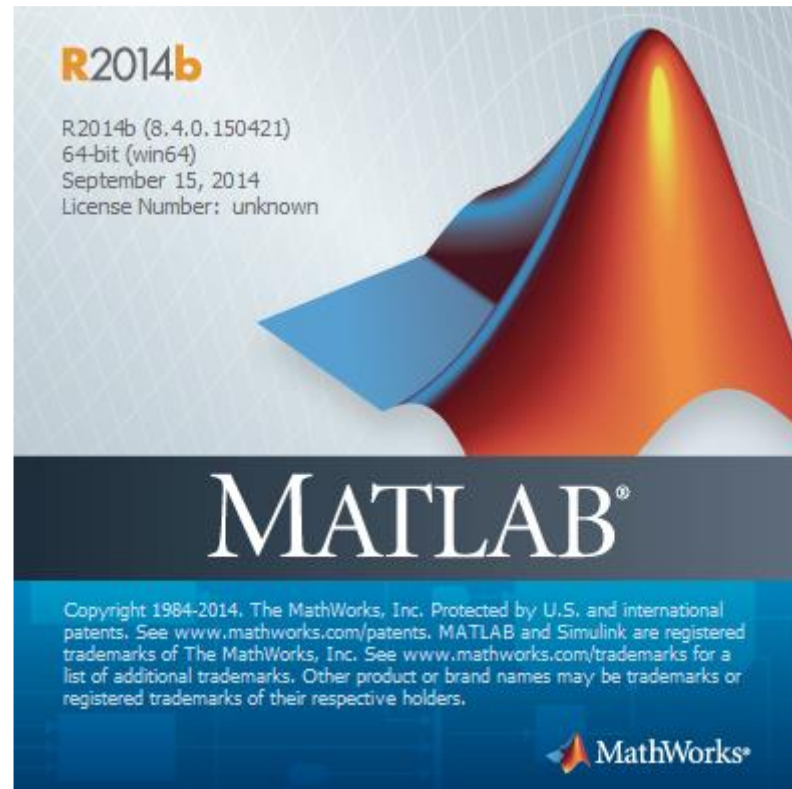


第1章-20200225更新

# MATLAB软件与应用



# 前言

授课：雨课堂GAXZUT+腾讯会议567887277

备用：学校课程平台(下载课件自学)

课后交流：QQ群1046970565

# 前言

- 课堂教学：共16学时；
- 上机试验：共16学时；
- 学习成绩：
  - 1) 上机实验32%，8次上机，出勤一次2分，交上机作业，根据完成情况一次1-2分；
  - 2) 课堂考勤 16%，每次2分；
  - 3) 闭卷考试52%。

## 主要参考书

《MATLAB大学教程》 肖汗光等编著，电子工业出版社，2016年  
《MATLAB教程》 张志涌等著，北京航空航天大学出版，2015年  
《MATLAB R2014a完全自学一本通》，刘浩等著，电子工业出版社，2015年

# 前言

## 课程特点

- 1、学习编程语言 + 掌握软件工具
- 2、基础知识+实践操作
- 3、侧重数值计算、仿真等应用

# 前言

## 课程内容

1. 概述与系统环境
2. 矩阵运算
3. 数据可视化
4. 程序设计
5. 数值计算
6. 符号运算
7. GUI设计
8. Simulink仿真

# 第一章 概述与系统环境

- MATLAB软件简介
- 软件的集成环境
- 基础操作与常用命令

# MATLAB软件简介

# MATLAB软件简介

- ❑ MATLAB,即 “矩阵实验室” MATrix LABoratory的缩写,
- ❑ 以矩阵运算为基础的交互式科学计算与工程应用开发环境
- ❑ 始于20世纪70年代Cleve Moler教授的开创工作
- ❑ 1984年推向市场, 历经30多年已成为国际公认的优秀开发环境

在欧美高校, Matlab 已经成为线性代数、数值分析、数理统计、控制理论、信号处理、图像处理等课程的基本教学工具, 已成为大学生必须掌握的基本技能之一。



# MATLAB软件简介

1970年代....

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版)

自2006年起, Matlab每年更新两次

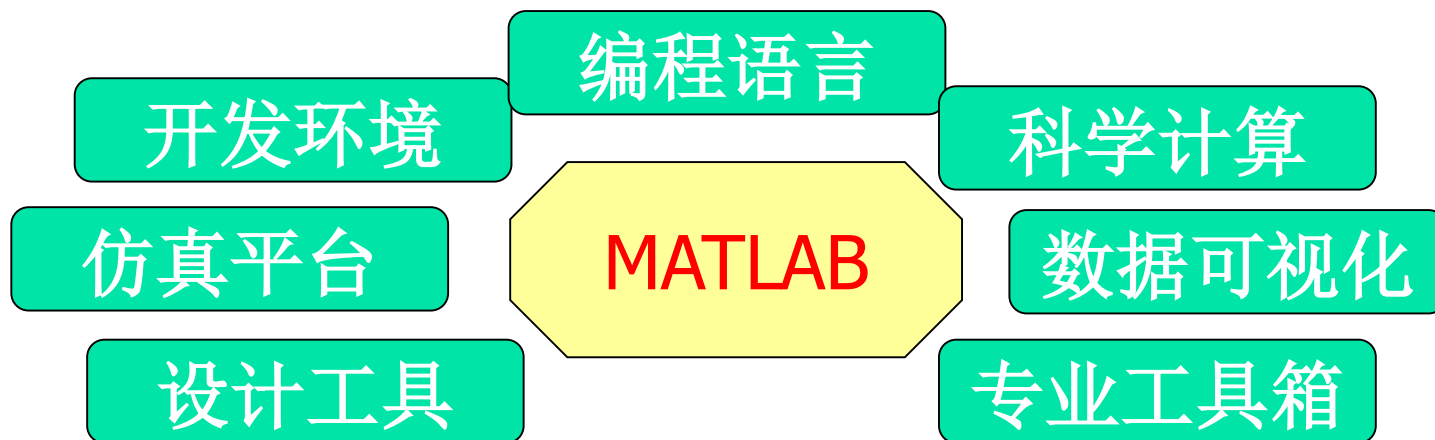
....

2014年, Matlab 8.4 (R2014)

....

2019年, R2019

# MATLAB软件简介



理工科的辅助学习工具



工程师的得力助手

# MATLAB软件简介 体系结构

MATLAB产品由若干功能模块组成，包括：

- MATLAB是MATLAB产品家族的计算核心与基础，是集高性能数值计算与数据可视化于一体的高效编程语言。围绕着MATLAB这个计算核心，形成了诸多针对不同应用领域的专用工具箱。MATLAB本身所提供的列表以及每个工具箱的使用文档。MATLAB本身所提供的其他公司或研究单位总数已有100多个，如果你有特别的应用有相关的工具箱，数据代码生
- MATLAB的专用模块集（Blocksets），MATLAB产品提供许多专用模块集，如Communication Blockset、DSP Blockset、SimPowerSystem Blockset、Signal Processing Blockset等，详见MATLAB在线帮助文档。
- MATLAB Real-Time Simulation 成实时应用程序
- Simulink Stateflow 有限状态机理论针对复杂的事件驱动系统进行建模、仿真的工具。
- Simulink Blockset 与C语言程序代码到VHDL（Very High Speed IC Description Language，一种标准语言）的转换功能，可以看出，高级的系统仿真与C语言程序代码到VHDL（Very High Speed IC Description Language，一种标准语言）的转换功能，可以看出，高级的系统仿真
- Real-Time Windows Target 能，可以看出，高级的系统仿真
- Stateflow 能，可以看出，高级的系统仿真
- Stateflow Coder 相关的工具箱来完成。

# MATLAB软件简介

## 对初学者对有用的模块大致包括：

### 1、基本部分（核心）：

程序主体和基本函数（近千个）

### 2、专业扩展部分（工具箱）：

数十个工具箱，由上千专业函数组成（仍在增加）

### 3、符号数学部分：

早期基于maple符号运算引擎，之后改为mupad

### 4、Simulink仿真部分：

用于建立系统的数学模型和仿真分析等

### 5、编译器部分：

可将matlab代码转换为c/c++代码

# MATLAB软件简介

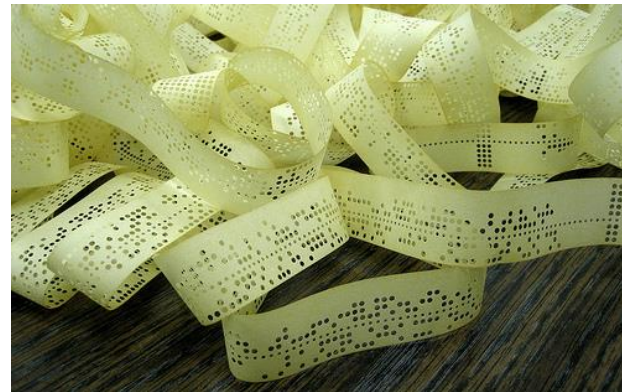
同C/C++、FORTRAN等语言相比，MATLAB具有以下特点

- 具备一般高级语言的程序设计功能
- 科学计算和符号运算功能强大 (集成众多函数)
- 绘图功能简单易用 (集成绘图函数和图显界面)
- 集成大量工具箱 (针对特定功能的函数)
- 具有强大的建模与仿真等特色功能
- 用户众多，拓展性强，资源丰富，跨平台
- 文档完善，相对简单易学

属于解释型（脚本型）语言，运行速度相对较低  
对于大规模计算的适应性有待提高

# MATLAB软件简介

计算机只认识机器语言（0/1），其他编程语言需要翻译才能被计算机识别，如果没有翻译 ...



计算机相当于不懂中文的外国人

解释语言：Java，MATLAB...

手拿中文稿读成外语给外国人听

编译语言：C/C++，FORTRAN

预先翻译好的文稿直接读出来

编译

# MATLAB软件简介

近些年，C/C++，FORTRAN等系统开始集成越来越多功能函数，第三方函数库也不断发展（Lapack等），一些同MATLAB风格相似的系统（例如PYTHON等）也受到广泛欢迎。

编程语言和平台，孰优孰劣并无定论。对大学生用户来说，相对易学，功能丰富，是MATLAB的最大特点。

您已经安装了哪个版本的matlab ?

- ☐ A 2008及之前的版本
- ☐ B 2010版
- ☐ C 2012版
- ☐ D 2014版
- ☐ E 2014之后的版本
- ☐ F 目前还没有安装matlab

提交



# MATLAB软件的集成环境

# MATLAB软件的集成环境 软件主界面

菜单 (Menu)

当前工作目录

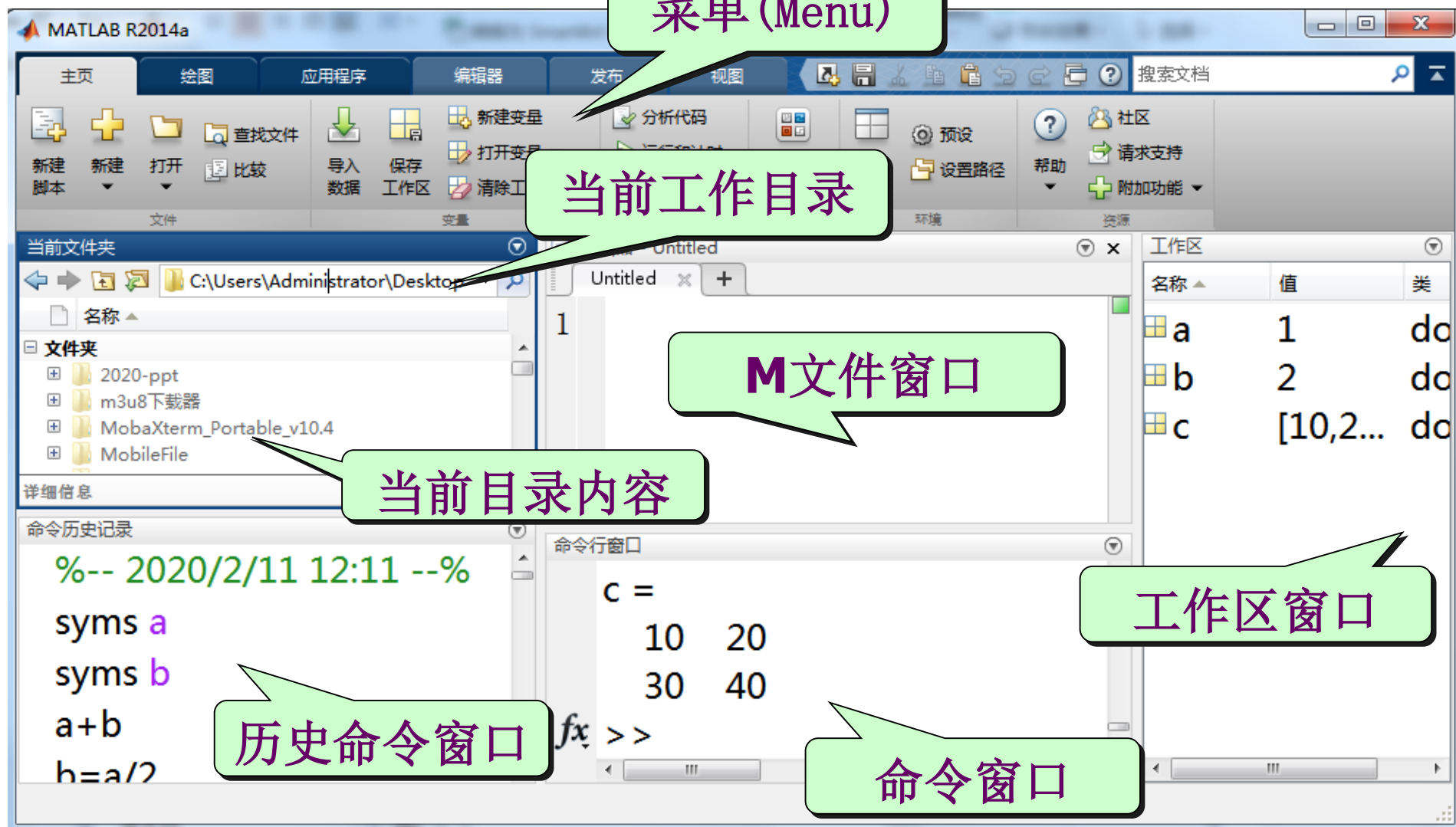
M文件窗口

当前目录内容

工作区窗口

历史命令窗口

命令窗口



# MATLAB软件的集成环境

## 菜单和工具栏

现有版本同R2010之前的早期版本相比，菜单和工具栏在形式上有一定区别，但总体上都符合一般windows应用软件的基本风格与操作习惯。

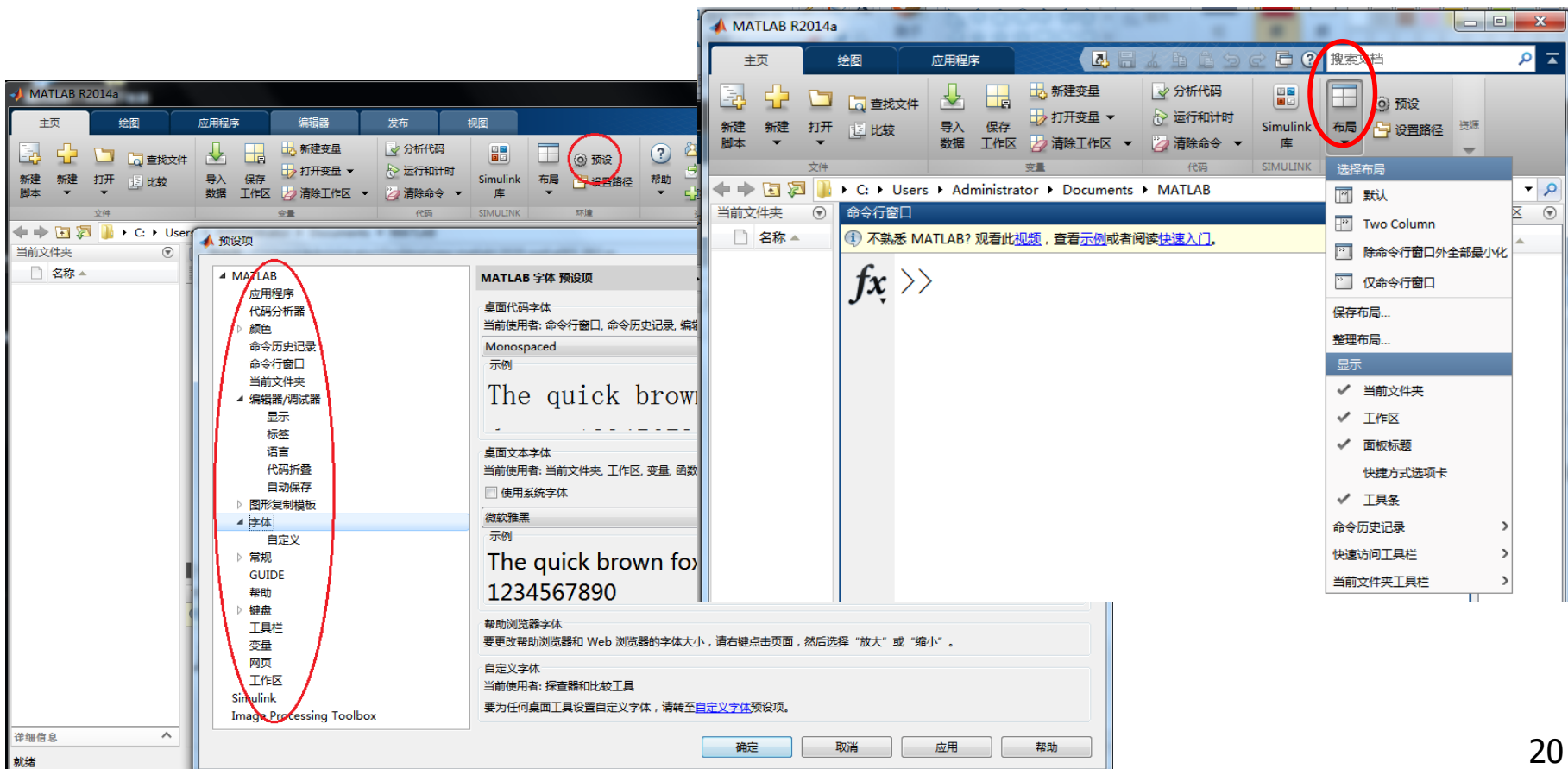


# MATLAB软件的集成环境

## 菜单和工具栏

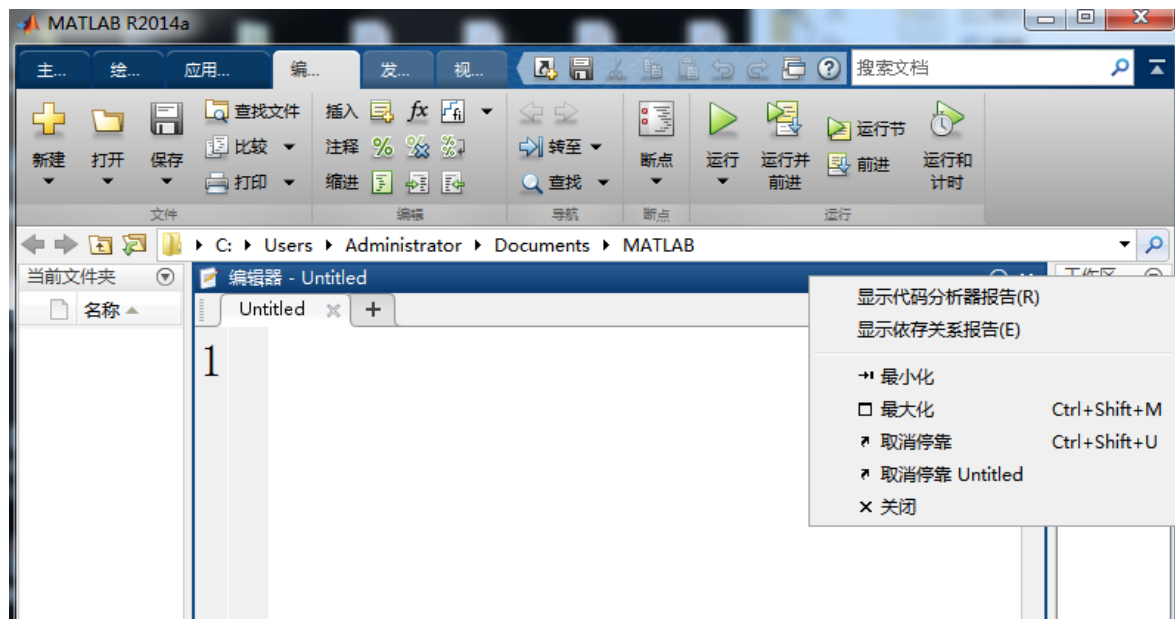
可通过“布局”菜单对界面、窗口的基本形式进行调整。

可通过“预设”菜单对集成界面进行更多设置，例如窗口字体。



# MATLAB软件的集成环境 M文件窗口

- M文件编辑/调试窗口
- 命令窗口
- 工作空间窗口
- 当前目录窗口
- 变量编辑窗口
- 历史命令窗口



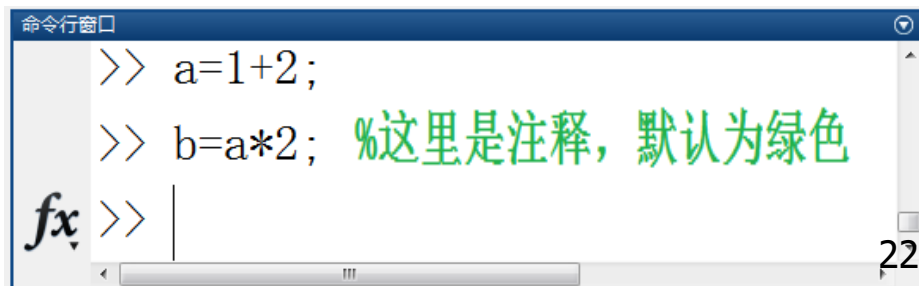
在窗口标题栏上点击右键可调出菜单，对窗口进行控制，例如可使窗口分离出来单独显示或集成到MATLAB主界面中。

# MATLAB软件的集成环境 命令窗口

- >>为命令提示符，表示MATLAB处于准备状态
- 提示符后输入一段运算式后运行回车Enter键，会立刻执行并给出计算结果，并再次进入准备状态
- 一般形式为 >>变量=表达式，以分号 ; 结尾可屏蔽输出信息
- 命令窗口的运行结果将自动保存在工作空间窗口中
- 一条命令过长时，可用续行符... 延续到下一行书写
- 可用Shift+Enter键换行书写下一条命令，而不是立刻执行，直到遇到Enter键
- 运行错误等原因有时会卡死命令窗口，无法显示>>符，可尝试ctrl+c来退出卡死状态

注意： 执行Enter   续行...

换行Shift+Enter 三者的区别

A screenshot of the MATLAB Command Window. The title bar is blue and labeled '命令窗口'. The window contains three lines of text: the first line is '>> a=1+2;', the second line is '>> b=a\*2; %这里是注释, 默认为绿色', and the third line is '>> ' followed by a vertical cursor. To the left of the third line is a small icon labeled 'fx'. The bottom right corner of the window shows the page number '22'.

```
命令窗口
>> a=1+2;
>> b=a*2; %这里是注释, 默认为绿色
fx >> |
```

# MATLAB软件的集成环境

## 工作区(Workspace)

也可利用工作区菜单进行变量定义等操作

工作区用于记录变量，此处点击右键可完成一些操作

The image shows the MATLAB R2014a interface. The main window displays the Workspace window, which lists variables 'a', 'b', and 'c' with their values and data types. A context menu is open over the 'c' variable, showing various actions like '新建(N)', '保存(S)', '清空工作区(O)', '刷新(R)', '选择列(C)', '排序依据(S)', '粘贴(P)', '全选(S)', '打印(P)...', '页面设置(G)...', '最小化', '最大化', '取消停靠', and '关闭'. The Command Window shows the command 'c = [10, 20; 30, 40];' and the output of the variable 'c'.

双击工作区变量名调出变量窗口，可进行编辑

名称	值	类
a	1	double
b	2	double
c	[10, 20; 30, 40]	double

```
clear
a=1
b=2
```

# MATLAB软件的集成环境

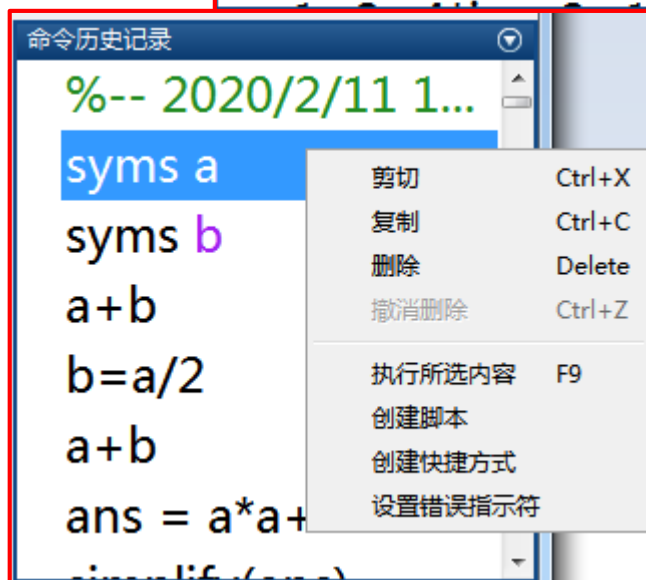
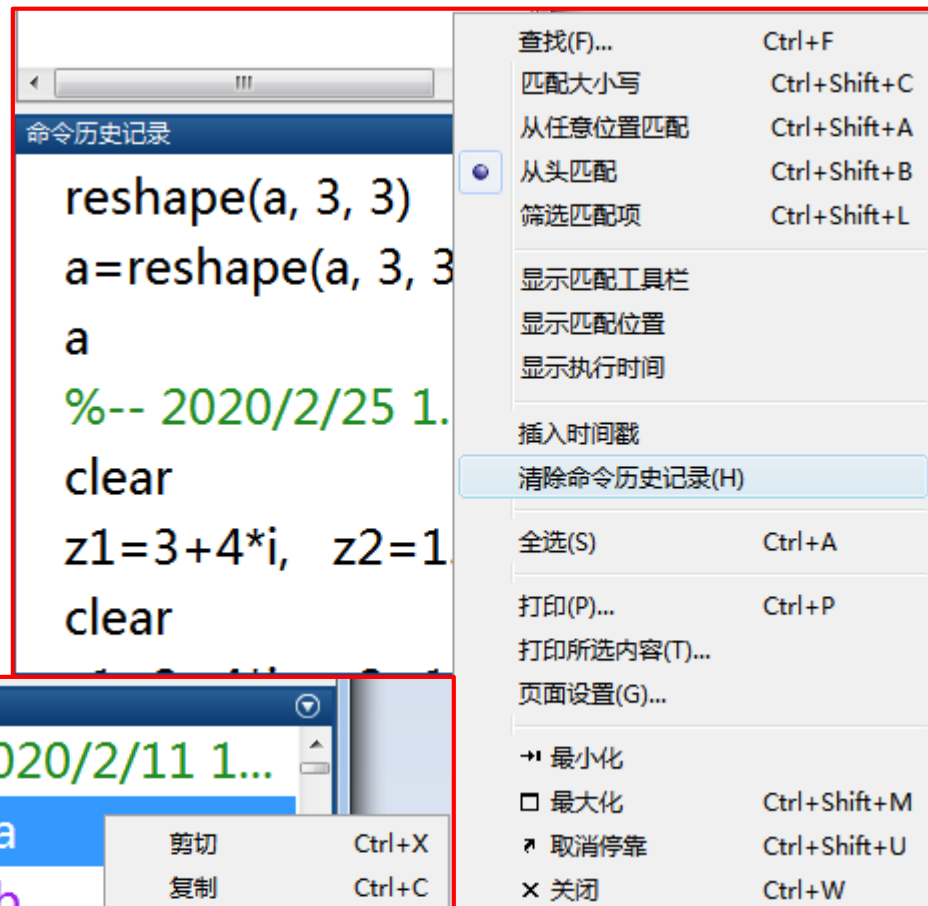
## 历史命令窗口

记录每次启动软件的时间和命令窗口运行过的所有命令。

双击一条命令可将其再次执行；

右键选择一条或多条命令可做拷贝、执行、创建M文件（脚本）等操作。

在窗口标题栏上点右键可完成清除历史记录等操作。



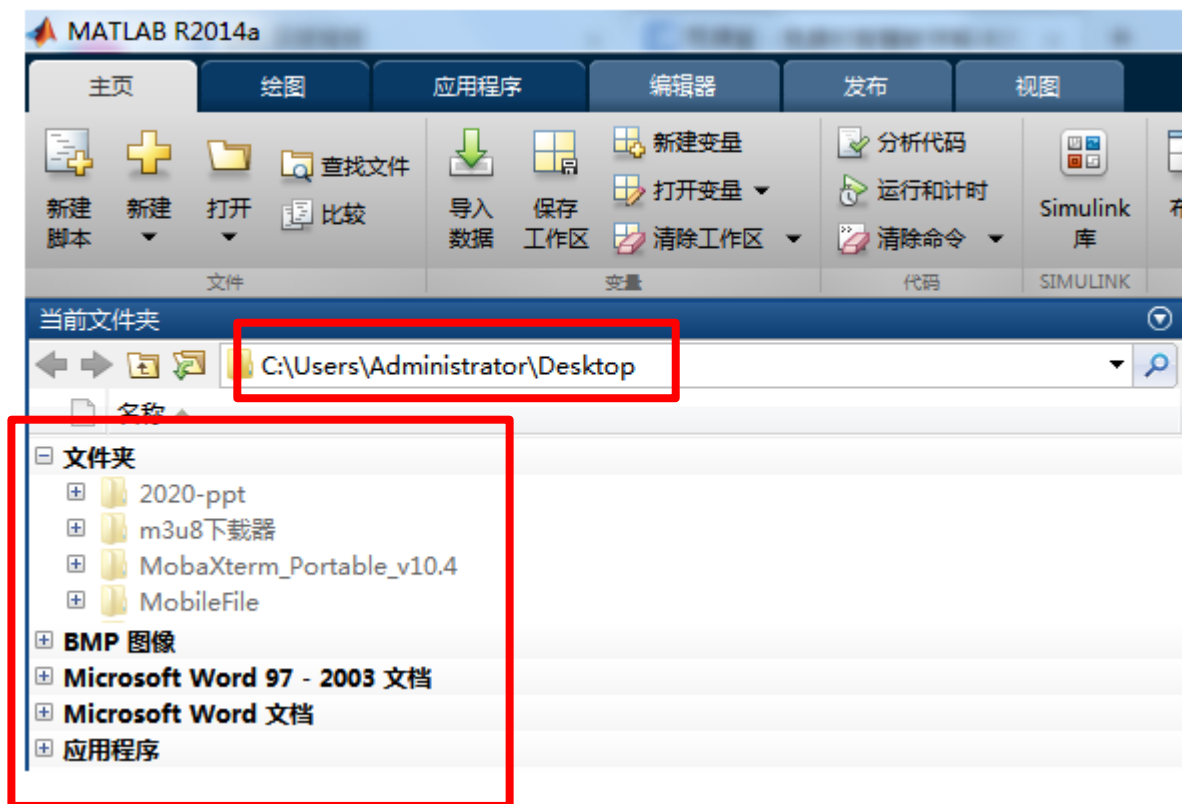


# MATLAB软件的集成环境

## 当前工作目录

Matlab运行时的工作目录。

- 当前目录和搜索路径下的文件、函数才可被运行和调用。
- 如果没有特殊指明，数据文件也将存放在当前目录下；
- 用户可以指定当前目录。



# MATLAB软件的集成环境

## 同目录有关的常用命令

- **what**: 列出当前目录下的**M**、**MAT**、**MEX**文件清单。
- **dir**: 显示当前目录或指定当前目录下的文件。
- **cd** 路径: 改变或显示当前工作目录; 路径可省略, 省略时为显示当前工作目录; **cd ..**表示回到上一级目录。
- **type**: 显示文件内容。
- **delete**: 删除文件。
- **which** 文件名: 指出**M**文件、**MEX**文件、工作空间变量、内置函数或**Simulink**模型所在的目录。
- ....

类似于**DOS**或者**LINUX**系统中的操作命令

# MATLAB的基础操作与常用命令

- 变量名对字母大小写是敏感的。
- 变量名第一个字符必须是英文字母。
- 变量名可以包含英文字母、下划线和数字。
- 变量名不能包含空格、标点。
- 变量名最多可包含31个字符。

# 基础操作与常用命令

## 系统预设的特殊变量

变量名	意义
<b>ans</b>	最近的计算结果的变量名
<b>eps</b>	MATLAB定义的正的极小值=2.2204e-16
<b>pi</b>	圆周率 $\pi$
<b>inf</b>	$\infty$ 值，无限大
<b>i或j</b>	虚数单元， <b>sqrt(-1)</b>
<b>NaN</b>	非数，0/0、 $\infty/\infty$
....	

难！

- 每当MATLAB启动完成，这些变量就被产生。
  - MATLAB中，被0除不会引起程序中断，给出报警的同时用inf或NaN给出结果。
  - 用户只能临时覆盖这些预定义变量的值，clear或重启MATLAB可恢复其值。
- 一般不建议用户覆盖 pi、eps 等系统预设变量，以防引起麻烦。

# 基础操作与常用命令

## 运算符与表达式

运算	数学表达式	MATLAB运算符	MATLAB表达式
加	$a + b$	+	$a+b$
减	$a - b$	-	$a-b$
乘	$a \times b$	*	$a*b$
• 除(右除) • 反除(左除)	$a/b$ $a \backslash b$	/ $\backslash$	$a/b$ $a \backslash b$
幂	$a^b$	^	$a^b$

- Matlab用  $\backslash$  和  $/$  分别表示“左除”和“右除”。
- MATLAB表达式的书写规则与“手写方式”几乎完全相同。
- 表达式按与常规相同的优先级自左至右执行运算。
- 优先级：指数运算级别最高，乘除次之，加减最低。
- 括号改变运算的次序。

# 基础操作与常用命令

## 内存变量查阅、删除的指令操作法

- 在指令窗中运用**who**, **whos**查阅MATLAB内存变量。
  - who** 命令：查看现存于基本空间的变量
  - whos** 命令：类似于**who**，但给出更多信息
- 在指令窗中运用**clear**指令可以删除内存（工作空间）中的某一或所有变量
  - clear A**      清除工作空间中的变量**A**
  - clear all**    清空整个工作空间

以下哪些变量命名是错误的？

☐ A a12

☒ B 12a

☐ C A\_12

☒ D A-12

提交



# 基础操作与常用命令

## M文件编辑/调试(Editor/debugger)

- MATLAB用自带的M文件编辑/调试器来创建和编辑M文件（相当于C/C++源代码文件）
- 进入编辑器的方法：
  - 命令窗口键入命令 **edit**, 建立Untitled.m文件并开始编辑
  - 使用命令窗口的菜单或工具条上的快捷按钮
  - 双击某个M文件（例如test1.m）
- 编辑器窗口是标准WIN风格（基本形式类似于VC++6.0）。
- 除了matlab软件，其他**纯文本编辑器**也能用来编辑M文件。

ultraedit	win记事本	VC++6.0	Word	Wps
OK	OK	OK	NO	NO

- 文件名可以用数字和下划线（不能含空格等特殊符号），但要以英文字母起始。
- 文件名不建议取系统固有的函数m文件名，以防出现莫名其妙的错误。
- 文件名不区分大小写，文件存储路径需要是英文。

- MATLAB可用十进制以及科学计数法表达数值，用**e**代表10的指数形式，用**i**和**j**来代表虚数
- MATLAB中数值默认是双精度二进制浮点数（**64**位）
- 为了人机交互的友好性，可用**format**命令选择数值输出的显示格式。

数值的显示精度并不代表其存储精度，仅影响结果的显示形式。

# 基础操作与常用命令 数值及其显示形式

表中实现的所有格式设置仅在**MATLAB**的当前执行过程中有效，关闭软件后，又恢复到默认格式。

Matlab命令	例：数值 2/3 的显示形式	说 明
<code>format long</code>	<b>0.666666666666667</b>	长浮点
<code>format short e</code>	<b>6.6667e-01</b>	短科学计数
<code>format long e</code>	<b>6.666666666666666e-01</b>	长课科学计数
<code>format hex</code>	<b>3fe5555555555555</b>	十六进制
<code>format bank</code>	<b>0.67</b>	银行计数（元角分）
<code>format rat</code>	<b>2/3</b> <b>（<math>\pi</math> 显示为 355/113）</b>	分数近似 （近似有理数表示）
其他格式： <code>format +</code> , <code>format short g</code> , <code>format long g</code> , <code>format compact</code> , <code>format loose</code>		
<code>format short</code> (默认)	<b>0.6667</b>	短浮点

# 基础操作与常用命令

## 标点符号的作用

- MATLAB允许一行内出现多条指令。半角逗号“,”和半角分号“;”都可以用来分隔MATLAB的指令（函数）或变量
- MATLAB的指令（函数）后使用半角分号“;”，它的作用是用来避免在命令窗口显示程序的运行结果
- 一条指令过长时可用续行符“...”分多行书写
- 可以使用shift+Enter，表示要输入多行命令后再运行，待最后一行命令输入完毕，再回车，MATLAB才开始运行上述诸条命令
- 冒号“:”的作用很重要，可用于生成等间隔数组，用于选出矩阵指定行、列及元素，可用于循环语句

注意标点符号不能写成中文全角格式

# 基础操作与常用命令 命令行的基本操作

为方便操作，MATLAB允许用户对已经输入的指令进行回调、编辑和重运行。

键 名	作 用
↑	前寻式调回已输入过的指令行
↓	后寻式调回已输入过的指令行
←	在当前行中左移光标
→	在当前行中右移光标
<b>PageUp</b>	前寻式翻阅当前窗中的内容
<b>PageDown</b>	后寻式翻阅当前窗中的内容
<b>Home</b>	使光标移到当前行的首端
<b>End</b>	使光标移到当前行的尾端
<b>Delete</b>	删去光标右边的字符
<b>Backspace</b>	删去光标左边的字符
<b>Esc</b>	清除当前行的全部内容

# 基础操作与常用命令

## 命令窗口的常用指令

最常用

指 令	含 义
<b>cd</b>	设置当前工作目录
<b>clf</b>	清除图形窗口中的显示（ <b>close all</b> 可关闭图形窗口）
<b>clc</b>	清除指令窗中显示内容
<b>clear</b>	清除MATLAB工作空间中保存的变量和函数
<b>edit</b>	打开M文件编辑器，编辑程序
<b>dir</b>	列出指定目录下的文件和子目录清单
<b>exit</b>	关闭/退出MATLAB
<b>quit</b>	关闭/退出MATLAB
<b>md</b>	创建目录
<b>more</b>	使其后的显示内容分页进行
<b>type</b>	显示指定M文件的内容
<b>which</b>	指出其后文件所在的目录
<b>!</b>	运行外部程序，如 <b>!calc</b> （调出window自带的计算器）

# 基础操作与常用命令

## 常用文件格式

- 程序文件，M文件，扩展名为 **.m**
- 图形文件，Figure文件，扩展名为 **.fig**
- 模型文件，Model文件，扩展名为 **.mdl**
- 数据文件，扩展名为 **.mat**
- 可执行文件，MEX文件，扩展名为 **.mex**
- 项目文件，扩展名为 **.prj**
- P码文件，伪代码文件，M文件调用后在内存中生成的内部文件

# 基础操作与常用命令

## 搜索路径

MATLAB对指令的搜索识别过程，例如sin(x)

- 首先在MATLAB内存中进行检查，检查“sin”是否为工作空间的变量或特殊变量；
- 然后检查 “sin” 是否为MATLAB的内部函数；
- 再检查在**当前目录** “.m” 或 “.mex” 文件中是否有sin函数；
- 然后在搜索路径的其他目录中，依次检查 “.m” 或 “.mex” 文件；
- 如果都没有查到，则MATLAB发出错误信息。

用户自定义的函数在调用时如果出现类似下面的错误提示

**“未定义与 xxx类型的输入参数相对应的函数 xxx”**

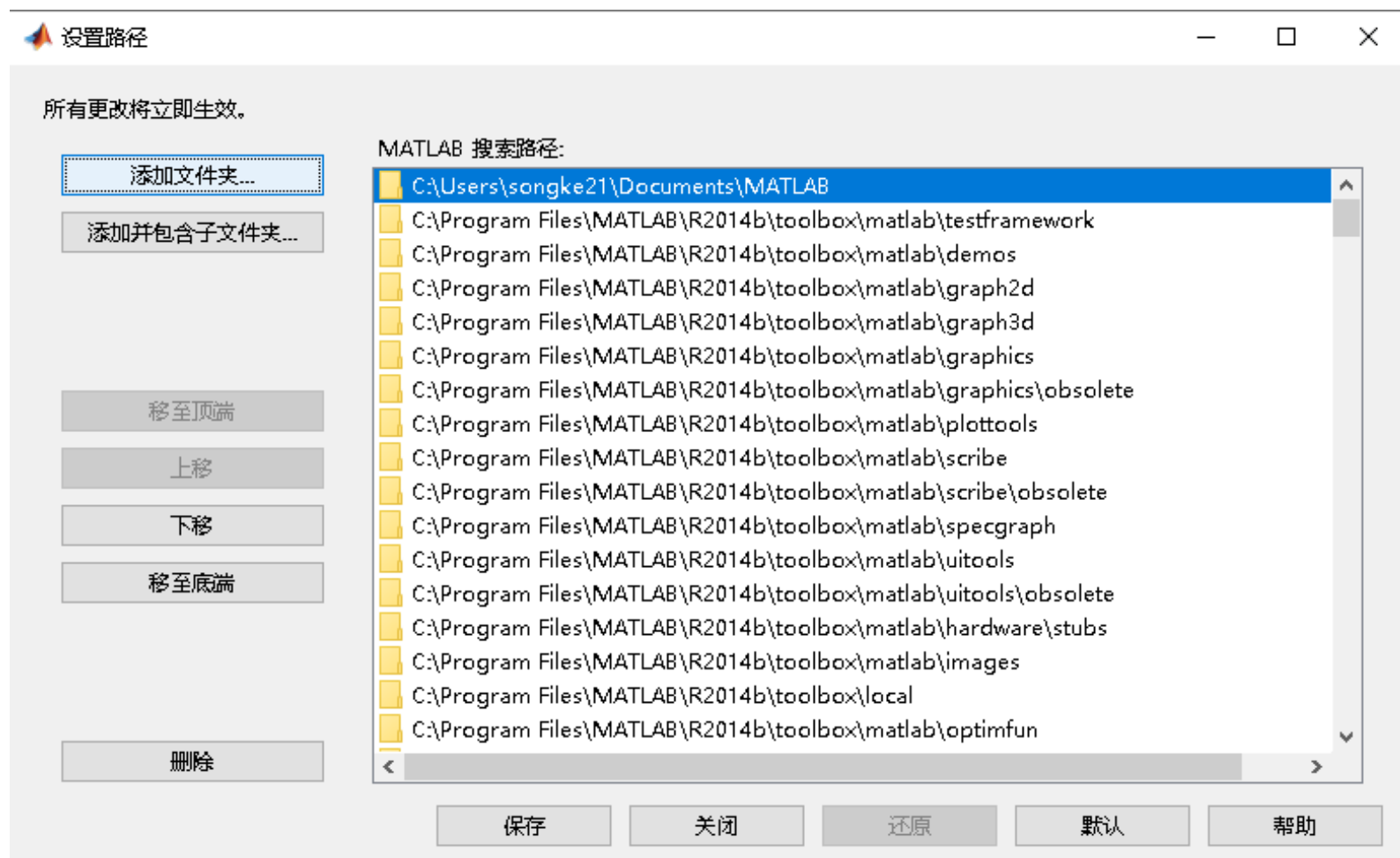
往往同搜索路径设置错误有关（也可能是输入了不存在的函数、指令或变量）。



# 基础操作与常用命令

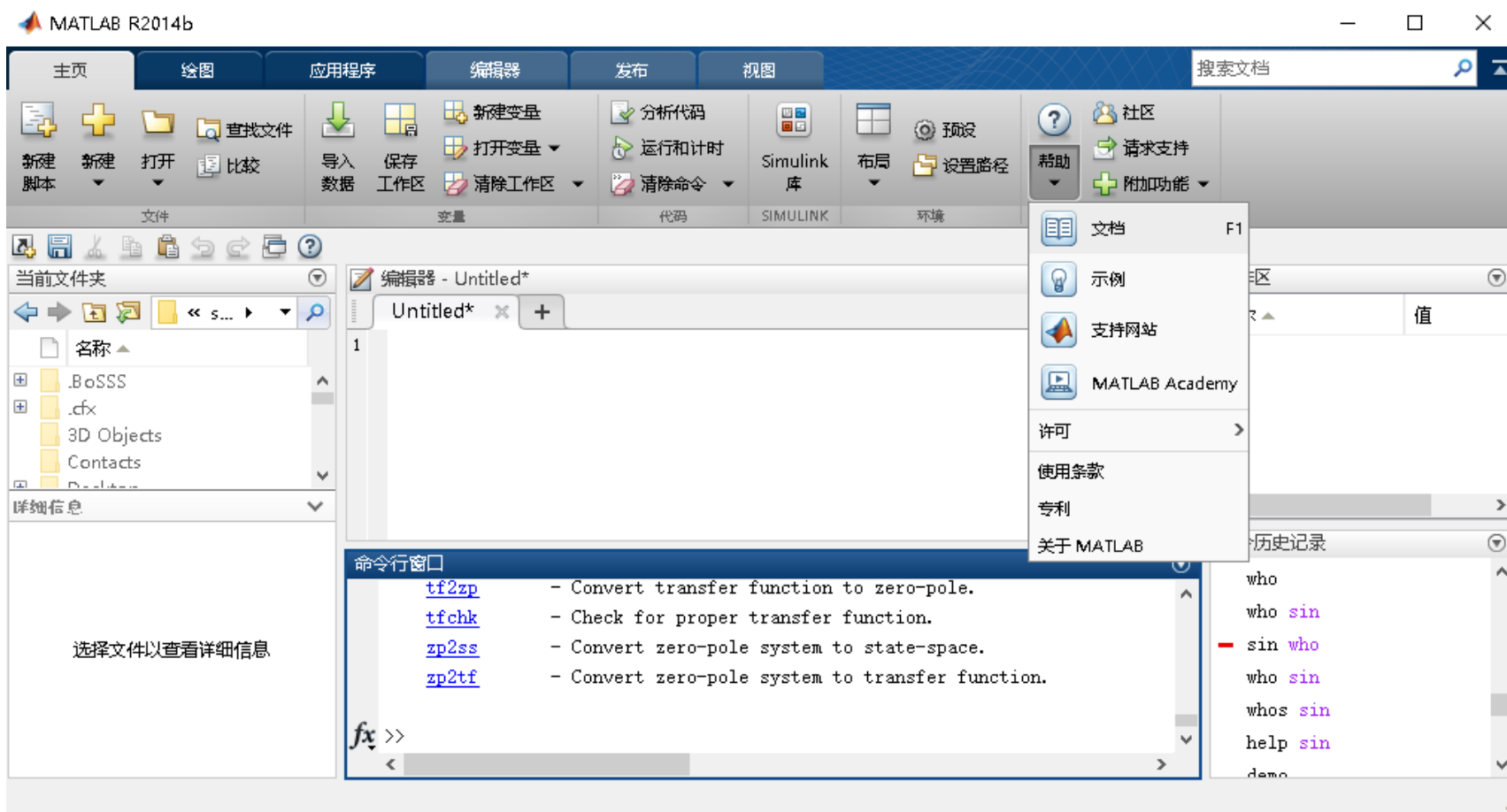
## 搜索路径

**pathtool** 命令可调出搜索路径设置界面，将M文件所在路径加入搜索路径列表，注意不要随意改动原有设置。



# 基础操作与常用命令 帮助系统

matlab软件自带丰富的帮助文档。可从“帮助”菜单中调出文档和演示示例，或使用`help`, `demos`, `lookfor`, `doc` 等命令。



# 基础操作与常用命令

## 帮助系统

### help

**help** （显示已安装的函数库和工具箱）

**help** 子目录名/库名/工具箱名

如：**help general** 显示基本函数信息

**help** 函数名 显示具体函数的帮助信息

如：**help sin**

注意：命令窗口显示的MATLAB帮助信息中，是用大写字母来突出函数名的，但在使用这些函数时，应该用小写字母

**lookfor** 关键字 （用关键字模糊查找）

如： **lookfor sin**

可调出**sin**, **asin** 等三角函数有关的许多文档

打开帮助窗口命令

**helpwin**

打开帮助主题窗口

**demos** 或 **demo**

打开演示示例窗口

# 基础操作与常用命令

## matlab的一般运行模式

- 命令行模式

相当于计算器，适用于随手计算少量问题

- M文件模式

相当于C语言程序设计，适用于解决复杂问题

- 带图形界面的工具箱等其他形式

（例如**cftool**指令可调出曲线拟合工具箱的图形界面）

## 【功能演示-1】 方程 $2x^5 - 3x^3 + 71x^2 - 9x + 13 = 0$ 求根

```
p = [2, 0, -3, 71, -9, 13]; % 建立多项式系数向量  
x = roots(p)           % 求根
```

```
x =  
-3.4914  
1.6863 + 2.6947i  
1.6863 - 2.6947i  
0.0594 + 0.4251i  
0.0594 - 0.4251i
```

## 【功能演示-2】 数值运算解线性方程组

$$\begin{cases} 2x + 3y - z = 2 \\ 8x + 2y + 3z = 4 \\ 45x + 3y + 9z = 23 \end{cases}$$

**a = [2,3,-1;8,2,3;45,3,9];**    %建立系数矩阵a

**b = [2;4;23];**    %建立列向量b

**x = inv(a)\*b**

**x =**

**0.5531**

**0.2051**

**-0.2784**

## 【功能演示-3】 符号运算解线性方程组

**syms x y z** %建立符号变量

**[x,y,z]=solve(2\*x+3\*y-z-2,...  
8\*x+2\*y+3\*z-4, ...  
45\*x+3\*y+9\*z-23)**

**x =**  
**151/273**

**y =**  
**8/39**

**z =**  
**-76/273**



## 【功能演示-4】 求定积分 $\int_0^1 x \ln(1+x) dx$

**quad('x.\*log(1+x)',0,1) %数值解**

**ans =**

**0.250**

或

**syms x**

**int(x\*log(1+x),0,1) %符号解**

**ans =**

**1/4**

## 【功能演示-5】 多项式曲线拟合

注：matlab用  $y=[1 \ -2 \ 0 \ -5]$  表示多项式  $y = x^3 - 2x^2 - 5$

$x=[1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10]$  %原始数据x

$y=[1.2, 3, 4, 4, 5, 4.7, 5, 5.2, 6, 7.2]$  %原始数据y

$p1=polyfit(x,y,1)$  %1次多项式拟合

$p3=polyfit(x,y,3)$  %3次多项式拟合

$x2=1:0.1:10;$

$y1=polyval(p1,x2);$

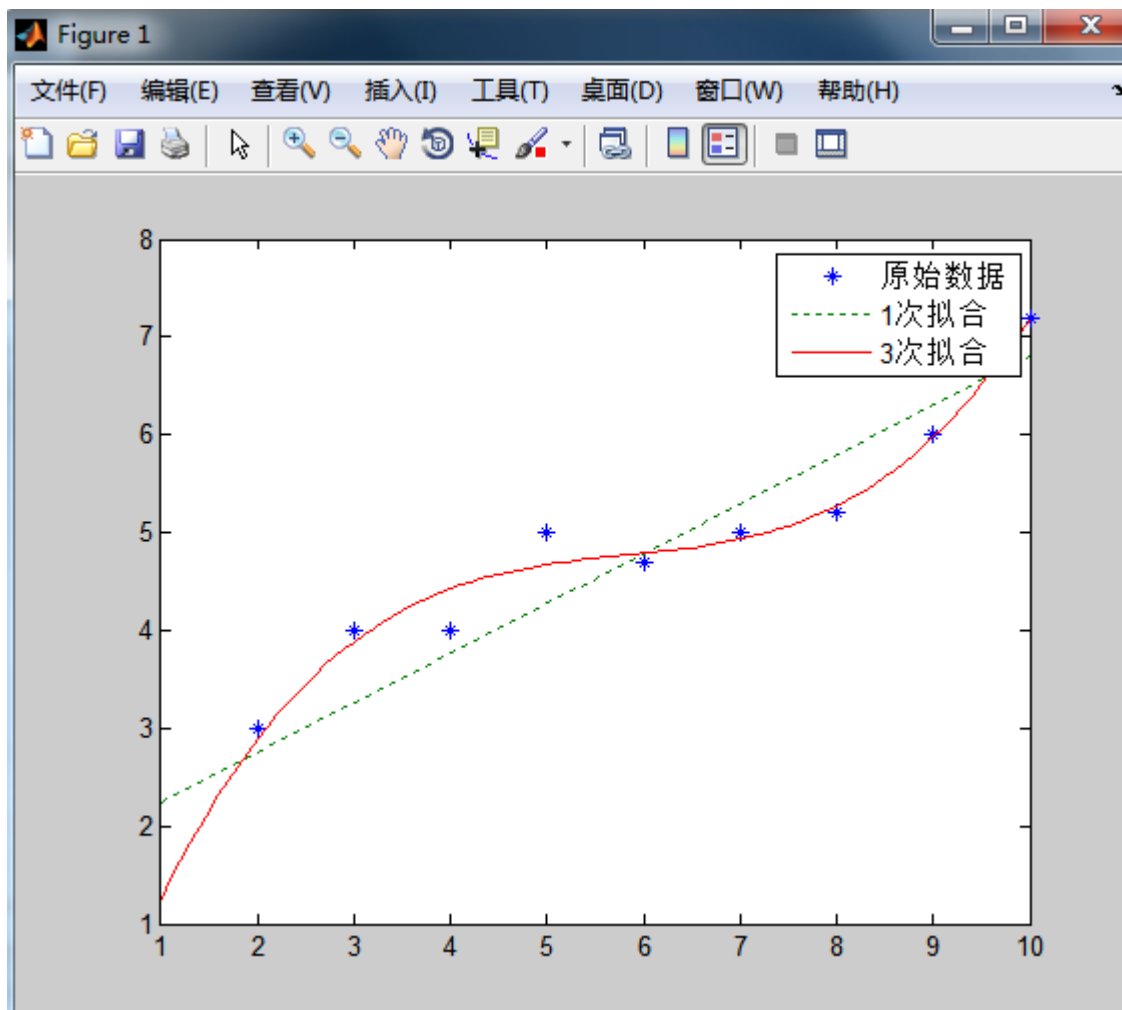
$y3=polyval(p3,x2);$

%对原始数据、1次拟合曲线和3次拟合曲线绘图

$plot(x, y, '*', x2, y1, ':', x2, y3)$

## 【功能演示-5】 多项式曲线拟合

由图可见，三次拟合结果较好



<https://cn.mathworks.com/moler/>

- 该网站有大量MATLAB范例、代码、参考书、培训视频等其中一部分可免费下载。
- 搜索栏中可搜索代码，例如搜索NSGA，即多目标遗传算法的英文简写，可找到对该方法的介绍和许多相关代码。



MathWorks® 产品 解决方案 学术 支持 社区 活动

获取 MATLAB

Cleve Moler 撰写的教科书

搜索 MathWorks.com

Textbooks by Cleve Moler | Numerical Computing with MATLAB | Experiments with MATLAB | Learn Differential Equations

### Cleve Moler 撰写的教科书

Cleve Moler 是 MathWorks 的主席兼首席科学家。Moler 曾是一名数学和计算机科学领域的教授，在密歇根大学、斯坦福大学和新墨西哥大学执教将近 20 年。除了是 MATLAB 第一版的作者之外，他还是 LINPACK 和 EISPACK 科学子程序库的作者之一。他和别人合著了三本有关数值方法的教科书。



#### 微分方程教学

走近 Gilbert Strang 和 Cleve Moler

» 观看系列视频



### Numerical Computing with MATLAB

Cleve Moler 的这本书风格生动，适用于数值方法、MATLAB 和技术计算等方面的初级课程。

» 查看教科书

» 获取课程工具和教材

您最感兴趣的matlab功能有哪些？

A

数值计算

B

符号计算

C

建模仿真

D

绘图功能

E

GUI设计

F

其他功能

提交

第一章结束

谢谢

## 附录：第1章要点

1. 熟悉matlab软件界面
2. 熟悉命令行窗口，M文件编辑窗口，工作区窗口等
3. 数据显示格式的设置
4. 常用标点符号 ; : ... % 等
5. 常用文件格式 .m .mat 等
6. 文件命名、变量命名的规则
7. 常用的预设变量 pi inf eps 等
8. 基本运算符 + - \* / \ ^
9. 常用命令 clear clc doc help close等