

MATLAB Drawing Engineering and Science

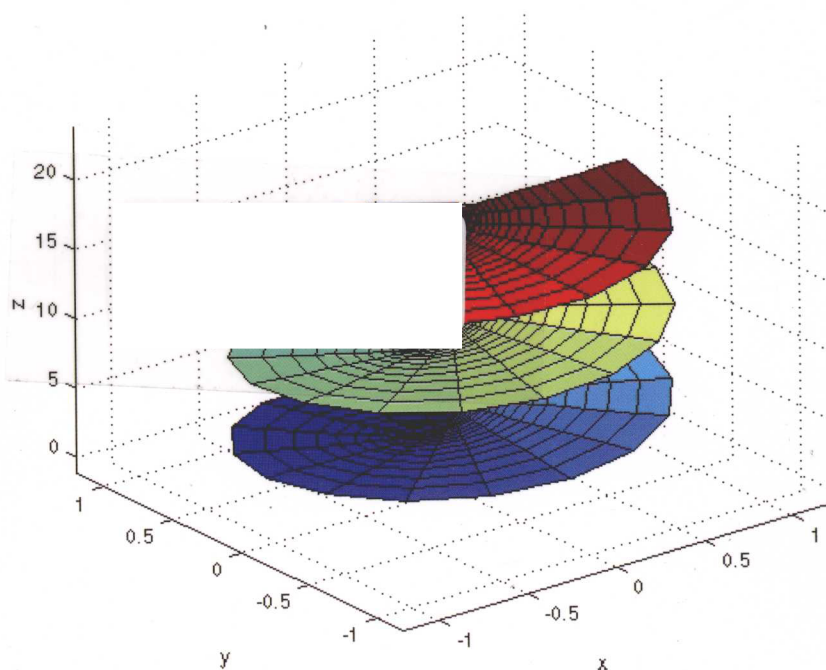
MATLAB

工程与科学绘图

周博 薛世峰 编著

Zhou Bo

Xue Shifeng



清华大学出版社

MATLAB Drawing Engineering and Science

MATLAB

工程与科学绘图

周 博 薛世峰 编著

Zhou Bo

Xue Shifeng

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书结合作者多年利用 MATLAB 从事教学与科研工作的经验,全面、系统地介绍 MATLAB 在工程与科学绘图方面的功能和应用。全书通过大量的具体实例,详细阐述 MATLAB 2013 在数值计算、矩阵运算、数组运算、符号运算、程序设计与开发、二维图形绘制、三维图形绘制、句柄图形体系、动画制作、图形用户界面、微分方程求解等方面的功能及应用。

本书可以作为学习使用 MATLAB 的数据可视化技术与图形处理功能的理想自学用书,也可以作为理工科相关专业大学生、研究生的教材和工程技术人员的参考书或工具书。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

MATLAB 工程与科学绘图/周博,薛世峰编著.--北京:清华大学出版社,2015

ISBN 978-7-302-40480-4

I. ①M… II. ①周… ②薛… III. ①计算机制图—Matlab 软件 IV. ①TP391.41

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 122507 号



责任编辑:曾 珊 赵晓宁

封面设计:李召霞

责任校对:李建庄

责任印制:刘海龙

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

邮 编:100084

社 总 机:010-62770175

邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质量反馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

课件下载: <http://www.tup.com.cn>, 010-62795954

印 刷 者:三河市君旺印务有限公司

装 订 者:三河市新茂装订有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm 印 张:23.75

字 数:590 千字

版 次:2015 年 8 月第 1 版

印 次:2015 年 8 月第 1 次印刷

印 数:1~2000

定 价:49.00 元

产品编号:061073-01

前言

PREFACE

MATLAB 是美国 MathWorks 公司于 1984 年推出的针对矩阵运算的高级计算机语言,经过不断发展,目前已经成为国际公认的最优秀的科技应用软件之一。MATLAB 集数值计算、符号计算和可视化等功能于一身,具有很强的开放性,可在其平台上开发功能不同的专用工具箱。MATLAB 的这些特点使它成为应用计算机辅助分析、设计、仿真和教学不可缺少的软件,并在生物医学工程、信号分析、语音处理、图像识别、航天工程、航海工程、统计分析和计算机技术等不同领域得到广泛应用。

本书通过大量的具体实例,系统地介绍 MATLAB 2013 在各种实际工作中常用的数据可视化技术与图形处理功能。

全书共 10 章,第 1 章 MATLAB 应用基础;第 2 章 MATLAB 的计算功能;第 3 章 MATLAB 的二维图形功能;第 4 章 MATLAB 的程序设计;第 5 章 MATLAB 的三维图形功能;第 6 章 MATLAB 的句柄图形;第 7 章 MATLAB 的动画功能;第 8 章 MATLAB 的图形用户界面;第 9 章 基于 GUIDE 的图形用户界面;第 10 章 MATLAB 的微分方程求解。

本书采用由浅入深、循序渐进的阐述方式,以帮助初学者尽快入门;在结构上力求全面系统地介绍 MATLAB 的可视化与图形处理功能,以方便不同领域的读者引用与参考;在各部分具体内容编排上则有所取舍、重点突出,侧重介绍工程实际中的常用指令格式及功能;全书在例题编写上精心构思、具体全面、难度适中,以利于有效提高读者应用 MATLAB 解决实际问题的能力。

阅读本书能使初学者尽快掌握应用 MATLAB 解决不同领域的的数据可视化与图形处理方面的实际问题。对于有一定 MATLAB 应用基础的读者,详细研读本书的具体实例,则能事半功倍、提高应用 MATLAB 解决各种图形处理与可视化问题的水平与能力。

本书第 1 章~第 4 章及附录由薛世峰编写,第 5 章~第 10 章由周博编写。

由于 MATLAB 内容丰富,笔者水平与经验有限,书中难免存在错误或不妥之处,敬请广大读者批评与指正。欢迎各行业读者针对 MATLAB 的功能及应用的各种具体实际问题,与笔者探讨。

周博 薛世峰

2015 年 7 月

于中国石油大学(华东)

目 录

CONTENTS

第 1 章	MATLAB 的应用基础	1
1.1	操作桌面	1
1.1.1	操作桌面简介	1
1.1.2	操作桌面的布局调整	2
1.1.3	路径的设置	2
1.1.4	文字样式的设置	2
1.2	指令窗口的应用	4
1.2.1	算术运算	4
1.2.2	表达式运算	5
1.2.3	函数的绘图	6
1.2.4	数值显示格式	8
1.2.5	功能标点符	8
1.2.6	常用控制指令	9
1.3	历史指令窗口的应用	10
1.3.1	主要功能介绍	10
1.3.2	指令实录指令	12
1.4	Workspace 窗口的应用	13
1.4.1	Workspace 窗口简介	13
1.4.2	内存变量的指令操作	14
1.4.3	数据的文件存取	15
1.5	习题	16
第 2 章	MATLAB 的计算功能	17
2.1	MATLAB 的数组运算	17
2.1.1	低维数组的建立	17
2.1.2	数组的函数运算	21
2.1.3	数组的算术运算	24
2.1.4	高维数组	25
2.2	MATLAB 的向量运算	26

2.2.1	向量的加运算	26
2.2.2	向量的减运算	27
2.2.3	向量的点积运算	27
2.2.4	向量的叉积运算	29
2.3	MATLAB 的矩阵运算	29
2.3.1	矩阵的基本运算	29
2.3.2	矩阵的操作运算	32
2.3.3	矩阵的分解运算	36
2.3.4	矩阵的特征值分析	42
2.4	MATLAB 的多项式运算	43
2.4.1	多项式的建立	43
2.4.2	多项式的值与根	44
2.4.3	多项式的乘、除法	46
2.4.4	多项式的微分	47
2.5	MATLAB 的符号运算	47
2.5.1	符号对象的建立	48
2.5.2	符号表达式的操作	49
2.5.3	符号微分运算	51
2.5.4	符号积分运算	52
2.6	习题	53
第 3 章 MATLAB 的二维图形功能		54
3.1	直角坐标系下的曲线图	54
3.1.1	直角坐标曲线图	54
3.1.2	坐标轴属性的设置	59
3.1.3	图形标识的设置	62
3.1.4	图例说明的添加	63
3.1.5	图形窗口的操作	65
3.2	特殊坐标系下的曲线图	68
3.2.1	双对数坐标曲线图	68
3.2.2	单对数横坐标曲线图	69
3.2.3	单对数纵坐标曲线图	70
3.2.4	极坐标曲线图	71
3.2.5	双坐标曲线图	72
3.3	实用绘图功能	74
3.3.1	函数绘图	74
3.3.2	简易绘图	77
3.3.3	叠加绘图	79
3.3.4	添加曲线	81

3.3.5	交互绘图	82
3.4	特殊平面图形(一)	84
3.4.1	二维条形图	84
3.4.2	二维饼图	91
3.4.3	二维彗星图	94
3.4.4	二维散点图	96
3.4.5	阶梯图	98
3.4.6	矩阵子散点图	100
3.4.7	二维填充图	101
3.5	特殊平面图形(二)	102
3.5.1	二维火柴杆图	102
3.5.2	罗盘图	104
3.5.3	二维箭图	106
3.5.4	羽毛图	108
3.5.5	玫瑰图	110
3.5.6	面积图	110
3.6	习题	112
第4章	MATLAB 的程序设计	113
4.1	MATLAB 的程序文件	113
4.1.1	M 文件简介	113
4.1.2	脚本文件	113
4.1.3	函数文件	115
4.2	参数控制、全局变量和关系表达式	117
4.2.1	函数文件的参数控制	117
4.2.2	全局变量的使用	119
4.2.3	关系表达式	120
4.3	程序结构	121
4.3.1	顺序结构	121
4.3.2	分支结构	123
4.3.3	循环结构	126
4.4	程序流程控制	130
4.4.1	循环控制	130
4.4.2	转换控制	133
4.4.3	输入控制	134
4.4.4	暂停控制	135
4.5	习题	136

第5章 MATLAB的三维图形功能	137
5.1 空间曲线图形	137
5.1.1 绘制空间曲线	137
5.1.2 添加空间曲线	140
5.1.3 空间坐标轴属性	142
5.1.4 空间图形的视角	142
5.1.5 空间图形的旋转	145
5.2 空间曲面图形	146
5.2.1 空间网格图	147
5.2.2 空间网面图	149
5.2.3 三角形空间网格图	150
5.2.4 三角形空间网面图	152
5.2.5 等高线图	153
5.2.6 带等高线的空间网格图	155
5.2.7 带等高线的空间网面图	156
5.3 空间图形的修饰(一)	157
5.3.1 设置背景颜色	157
5.3.2 设置图形颜色	159
5.3.3 添加颜色标尺	164
5.3.4 设置着色方式	165
5.3.5 设置照明属性	167
5.3.6 设置照明模式	168
5.4 空间图形的修饰(二)	171
5.4.1 设置材质属性	171
5.4.2 图形的透视	173
5.4.3 图形的透明度	174
5.4.4 图形的镂空	177
5.4.5 图形的裁切	178
5.5 简易空间绘图	179
5.5.1 简易空间曲线图	179
5.5.2 简易空间网格图	180
5.5.3 带等高线的简易空间网格图	182
5.5.4 简易空间网面图	184
5.5.5 带等高线的简易空间网面图	186
5.6 特殊空间图形(一)	188
5.6.1 空间条形图	189
5.6.2 空间饼图	191
5.6.3 柱面图	194

5.6.4	三维彗星图	196
5.6.5	带状图	197
5.6.6	柱坐标图形	198
5.7	特殊空间图形(二)	200
5.7.1	三维散点图	200
5.7.2	瀑布图	201
5.7.3	三维火柴杆图	203
5.7.4	三维箭图	204
5.7.5	切面图	206
5.7.6	等位线图	207
5.8	习题	209
第6章	MATLAB 的句柄图形	211
6.1	句柄图形体系	211
6.1.1	概述	211
6.1.2	图形对象	211
6.1.3	对象的句柄	212
6.1.4	句柄图形的结构	214
6.1.5	对象的属性	214
6.2	图形对象的操作	214
6.2.1	图形对象的创建	214
6.2.2	对象句柄的获取	219
6.2.3	对象属性值的获取	223
6.2.4	对象属性值的设置	224
6.3	图形窗口的常用属性	225
6.3.1	图形窗口标题	225
6.3.2	窗口背景颜色	226
6.3.3	窗口工具栏	227
6.3.4	窗口编号	228
6.4	坐标轴的常用属性	229
6.4.1	刻度标记的位置	229
6.4.2	坐标轴取值范围	230
6.4.3	坐标值增加方向	232
6.4.4	刻度单位	233
6.4.5	坐标网格	234
6.5	曲线常用属性	235
6.5.1	曲线的颜色	235
6.5.2	曲线的线型	236
6.5.3	曲线的线宽	237

6.5.4	数据点标记	238
6.5.5	标记尺寸	240
6.6	曲面常用属性	241
6.6.1	曲面的颜色	241
6.6.2	曲面边缘线型	241
6.6.3	曲面边缘线宽	243
6.6.4	曲面顶点标记	244
6.6.5	标记尺寸	245
6.7	习题	246
第7章 MATLAB 的动画功能		248
7.1	常用的动画指令	248
7.1.1	drawnow 指令	248
7.1.2	pause 指令	250
7.1.3	rotate 指令	252
7.1.4	movie 指令	254
7.2	图形的空间变换	256
7.2.1	平移变换	256
7.2.2	旋转变换	258
7.2.3	比例变换	261
7.2.4	错切变换	263
7.3	动画的分类	265
7.3.1	逐帧动画	265
7.3.2	变形动画	266
7.3.3	路径动画	269
7.4	习题	271
第8章 MATLAB 的图形用户界面		272
8.1	GUI 的基本概念	272
8.1.1	GUI 的入门概述	272
8.1.2	GUI 的设计原则	273
8.1.3	GUI 的设计过程	275
8.2	GUI 的界面菜单	276
8.2.1	标准菜单	277
8.2.2	用户菜单的建立	278
8.2.3	菜单属性	280
8.2.4	现场菜单	284
8.3	GUI 的控件	285
8.3.1	控件的建立	285

8.3.2	按钮类控件	285
8.3.3	选择框类控件	288
8.3.4	信息框类控件	292
8.4	习题	294
第9章	基于 GUIDE 的图形用户界面	295
9.1	GUIDE 的界面操作	295
9.1.1	GUIDE 简介	295
9.1.2	菜单编辑器	298
9.1.3	M 文件编辑器	299
9.1.4	属性查看器	300
9.2	GUIDE 对象属性(一)	301
9.2.1	坐标轴属性	301
9.2.2	触控按钮属性	302
9.2.3	文本框属性	304
9.2.4	编辑框属性	305
9.2.5	滚动条属性	306
9.3	GUIDE 对象属性(二)	308
9.3.1	列表框属性	308
9.3.2	切换按钮属性	311
9.3.3	单选按钮属性	312
9.3.4	复选框属性	314
9.3.5	弹出菜单属性	317
9.4	习题	319
第10章	MATLAB 的微分方程求解	320
10.1	普通常微分方程初值问题	320
10.1.1	常微分方程的求解机理	320
10.1.2	函数指令 ode23 的应用	321
10.1.3	函数指令 ode45 的应用	326
10.2	特殊常微分方程初值问题	330
10.2.1	加权常微分方程初值问题	330
10.2.2	延迟常微分方程初值问题	333
10.3	微分方程的边值问题	335
10.3.1	微分方程边值问题简介	335
10.3.2	微分方程边值问题求解思路	336
10.3.3	微分方程边值问题的求解	336
10.4	符号微分方程的求解	340
10.4.1	符号微分方程通解	340

10.4.2	符号微分方程特解	341
10.4.3	符号微分方程组通解	343
10.4.4	符号微分方程组特解	344
10.5	习题	345
附录	MATLAB 的指令函数	347
A	通用命令函数	347
B	逻辑函数	349
C	MATLAB 语言结构和调试	349
D	初等矩阵和矩阵操作函数	351
E	特殊矩阵函数	352
F	初等数学函数	352
G	特殊数学函数	354
H	坐标变换函数	354
I	矩阵的数字线性运算函数	354
J	数值分析和 Fourier 变换函数	356
K	非线性数值方法函数	357
L	系数矩阵函数	358
M	字符串函数	359
N	绘图函数	360

本章主要介绍科学计算语言 MATLAB 2013 的最常用的功能和应用,内容包括 MATLAB 2013 桌面操作界面的主要功能模块、窗口的常用功能和应用、历史指令窗口的主要功能及应用、工作空间窗口的主要功能及应用。

1.1 操作桌面

本节主要介绍 MATLAB 2103 的操作桌面的主要功能模块,操作桌面的布局,路径设置,文字样式的设置等常用的功能。

1.1.1 操作桌面简介

以 MATLAB R2013a 为例,双击 MATLAB 图标便可进入如图 1-1 所示的 MATLAB 2013 的操作桌面。在操作桌面上主要有 4 个窗口:中间为指令窗口(Command Window);左侧为当前文件夹窗口(Current Folder);右上侧为工作空间窗口(Workspace);右下侧为历史指令窗口(Command History)。

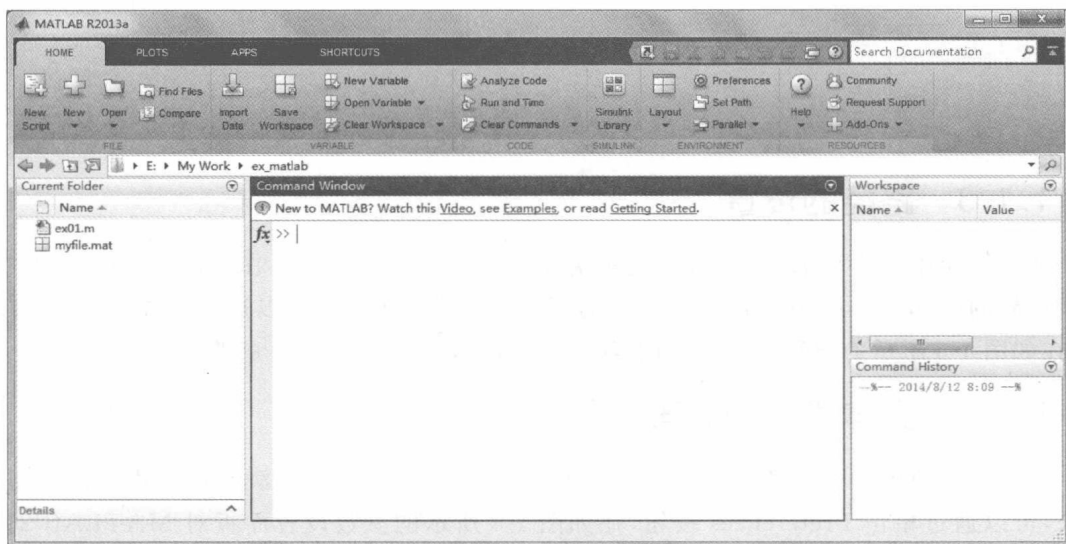


图 1-1 MATLAB 2013 的操作桌面

在 Command Window 窗口内,可以运行或计算各种 MATLAB 可接受的指令、函数、表达式,并可显示除图形外的所有运算结果;在 Current Folder 窗口内,列表显示当前目录所包含的各种文件夹和文件的名称;在 Command History 窗口记录显示出已经运行过的指令、函数、表达式,可以对它们进行选择复制和重新运行;在 Workspace 窗口中,列表显示 MATLAB 工作空间中所有的变量名、大小和字节数,可以对变量进行观察、编辑、提取和保存。

1.1.2 操作桌面的布局调整

在默认情况下 MATLAB 2013 的操作桌面的布局如图 1-2 所示,可以通过单击 Layout 按钮,在图 1-2 中的弹出下拉菜单内重新调整操作桌面的布局结构,如关闭一些不常用的窗口等。

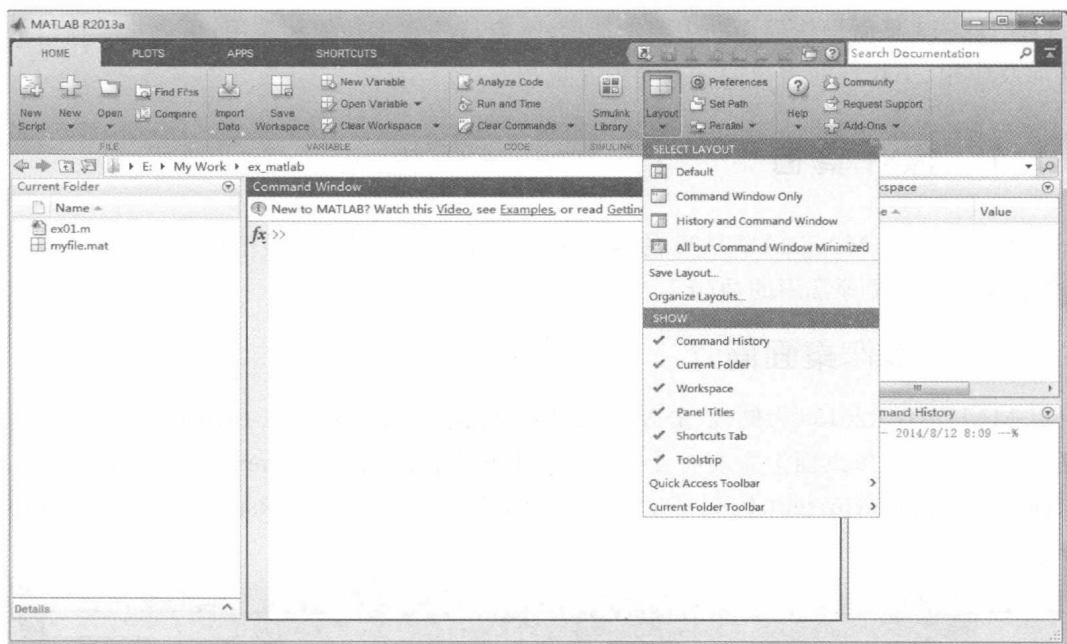


图 1-2 桌面布局的调整

1.1.3 路径的设置

在具体应用 MATLAB 2013 时,通常情况下 MATLAB 2013 会在默认的路径范围内查找所用到的内部文件或用户自编程序。为便于用户实际应用,可以通过单击 Set Path 按钮,在如图 1-3 所示的路径设置面板内,添加或修改 MATLAB 2013 的路径搜索范围。

1.1.4 文字样式的设置

在 MATLAB 2013 操作桌面内各窗口所显示的字体样式,很难满足所有用户的希望和要求,可以通过单击 Preferences 按钮,在如图 1-4 所示的参数设置面板对 MATLAB 2013 操作桌面内各窗口所显示的字体样式进行设置。

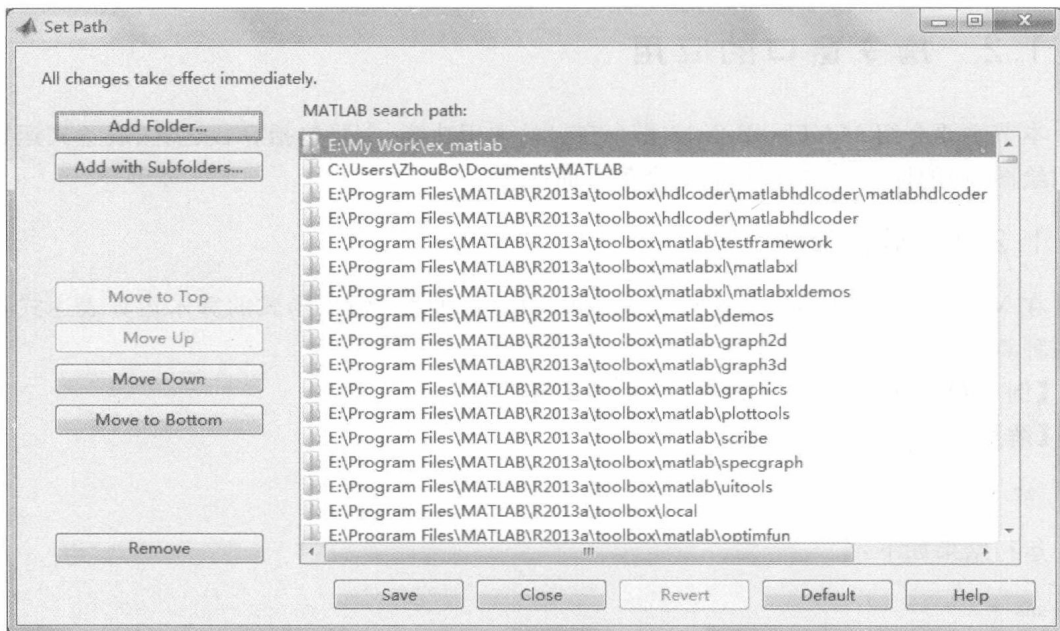


图 1-3 MATLAB 2013 的路径设置

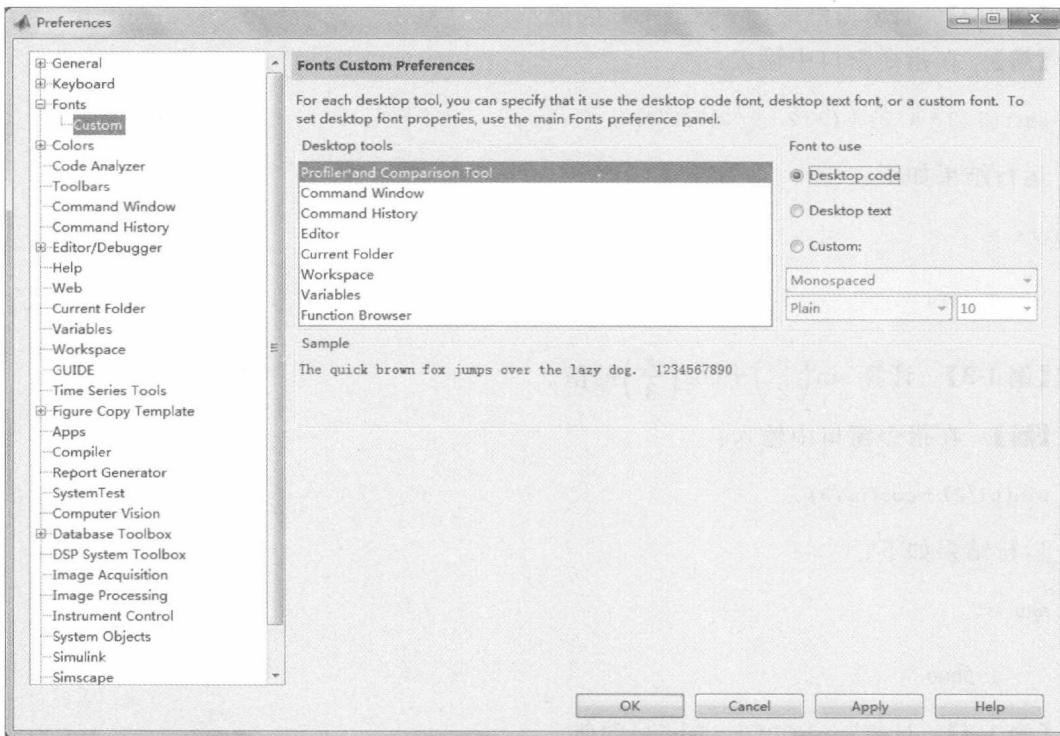


图 1-4 MATLAB 2013 的参数设置

1.2 指令窗口的应用

本节主要介绍 MATLAB 2013 指令窗口的常用功能,主要包括算数运算、表达式运算、函数绘图、功能标点符、常用控制指令等方面内容。

1.2.1 算术运算

在 MATLAB 的 Command Window 窗口内,可以输入惯用形式的算术运算表达式,进行各种算术运算。

【例 1-1】 计算 $(12.5 \times 2 + 2.5 \times 4) \div 2$ 的值。

【解】 在指令窗口中输入:

```
(12.5 * 2 + 2.5 * 4) / 2.0
```

运行结果如下:

```
ans =
```

```
17.5000
```

【例 1-2】 计算 $\sqrt{3^2 + 4^2} + \sqrt[3]{3^2 + 9^2}$ 的值。

【解】 在指令窗口中输入:

```
sqrt(3 ^ 2 + 4 ^ 2) + (3 ^ 2 + 9 ^ 2) ^ (1/3)
```

运行结果如下:

```
ans =
```

```
9.4814
```

【例 1-3】 计算 $\sin\left(\frac{\pi}{2}\right) + \cos\left(\frac{\pi}{3}\right)$ 的值。

【解】 在指令窗口中输入:

```
sin(pi/2) + cos(pi/3)
```

运行结果如下:

```
ans =
```

```
1.5000
```

【例 1-4】 计算 $\sinh(1) + \cosh(1)$ 的值。

【解】 在指令窗口中输入:

```
sinh(1) + cosh(1)
```

运行结果如下:

ans =

2.7183

1.2.2 表达式运算

在 MATLAB 中,数值的标记采用十进制法,可以带小数点、负号或采用科学计数法。例如,3,-99,0.03,1.5e-3(代表 1.5×10^{-3}),33e2(代表 33×10^2)等在 MATLAB 中均为合法的数值标记。在 MATLAB 中的变量名或函数名可由英文字母、数字和下划线组成。变量名或函数名的第一个字符必须是英文字母。

需要注意的是,在 MATLAB 中变量名或函数名对英文字母的大小写是敏感的,如 Abc 和 abc 表示两个不同的变量。此外在定义变量名和函数名时,最好不要和 MATLAB 中的预定义变量名相同,以免引起不必要的冲突。所谓预定义变量(Predefined Variable)是指,当 MATLAB 启动时,这些变量就产生了,并在退出 MATLAB 前一直被保留。MATLAB 中的常用预定义变量如表 1-1 所示。

表 1-1 MATLAB 中的预定义变量

预定义变量	含 义	预定义变量	含 义
ans	计算结果的默认变量名	Nan 或 nan	不是一个数,如 0/0
eps	机器零阈值	nargin	函数输入变量数目
Inf 或 inf	无穷大,如 1/0	nargout	函数输出变量数目
i 或 j	虚数单位	realmax	最大正实数
pi	圆周率	realmin	最小正实数

在 MATLAB 中,常用算术运算符的表达方式如表 1-2 所示。MATLAB 中的表达式由变量名、运算符和函数名组成。在 MATLAB 中,将复数作为一个整体处理,虚数单位用预定义变量 i 或 j 表示。表达式按照优先级自左向右执行运算。优先级的规定:指数运算级别最高,乘除运算次之,加减运算级别最低;括号可以改变运算的次序。在输入表达式时,赋值符号“=”及运算符两侧可以有空格,这样可增加表达式的可读性。

表 1-2 MATLAB 的基本运算符

	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	$a \div b$	/或\	a / b 或 $a \setminus b$
幂	a^n	^	$a ^ n$

【例 1-5】 已知 $x=12.5$ 、 $y=45.5$,求 $z=\sqrt{x^2+y^2}$ 。

【解】 在指令窗口中输入:

```
x = 12.5;
y = 45.5;
z = sqrt(x^2 + y^2)
```

运行结果如下: