

高等学校电子信息类专业
“十二五”规划教材

ELECTRONIC
INFORMATION SPECIALTY

MATLAB 程序设计基础教程

编 刘国良 杨成慧
编 白旭灿 庄淑君 邵麦顿



西安电子科技大学出版社
<http://www.xduph.com>



高等学校电子信息类专业“十二五”规划教材

MATLAB程序设计基础教程

主 编 刘国良 杨成慧

副主编 白旭灿 庄淑君 邵麦顿

西安电子科技大学出版社

内 容 简 介

本书以 MATLAB R2010a 为基础,较全面、系统地介绍了 MATLAB 的理论和应用,内容包括 MATLAB 的基本知识和基本程序设计、数值分析、科学计算、符号运算和图形绘制等。

本书理论充实,实例丰富,编排适当,图文并茂。本书可作为电子信息类专业的本科、专科和高职教材,也可供需要学习 MATLAB 语言的读者、其他专业(如软件专业)的学生以及有关专业技术人员使用。

图书在版编目(CIP)数据

MATLAB 程序设计基础教程/刘国良,杨成慧主编.

—西安:西安电子科技大学出版社,2012.8

高等学校电子信息类专业“十二五”规划教材

ISBN 978-7-5606-2812-7

I. ① M… II. ① 刘… ② 杨… III. ① MATLAB 软件—程序设计—高等学校—教材
IV. ① TP317

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 111579 号

策 划 云立实

责任编辑 任倍萱 云立实

出版发行 西安电子科技大学出版社(西安市太白南路 2 号)

电 话 (029)88242885 88201467 邮 编 710071

网 址 www.xduph.com 电子邮箱 xdupfxb001@163.com

经 销 新华书店

印刷单位 陕西华沐印刷科技有限责任公司

版 次 2012 年 8 月第 1 版 2012 年 8 月第 1 次印刷

开 本 787 毫米×1092 毫米 1/16 印 张 25

字 数 592 千字

印 数 1~3000 册

定 价 43.00 元

ISBN 978 - 7 - 5606 - 2812 - 7/TP • 1340

XDUP 3104001-1

如有印装问题可调换

本社图书封面为激光防伪覆膜,谨防盗版。

前 言

MATLAB R2010a 是美国 MathWorks 公司开发的计算软件 MATLAB 的一个较新版本。MATLAB 自 20 世纪 80 年代面世以来,以其强大的数值计算能力、优秀的绘图功能以及与其他软件良好的交互功能,在众多的数学计算、仿真软件中独领风骚,目前已经成为许多领域首选的仿真工具之一。

本书理论充实,实例丰富,编排适当,图文并茂。本书可作为电子信息类专业的本科、专科和高职教材,也可供需要学习 MATLAB 语言的读者、其他专业(如软件专业)的学生以及有关专业技术人员使用。

本书的宗旨是把 MATLAB 作为解决实际问题的一种有用工具,立足于“实用”与“精选”,其特点是:

- 由浅入深、从点到面介绍了 MATLAB 的基础知识、理论实质和应用,结合章节内容介绍了大量的 MATLAB 函数。并且根据理论、定义和概念,介绍了许多自定义函数,以提高学生的编程能力。

- 面向电子信息类专业课,精心筛选了有代表性的例程,有助于读者加深对理论的理解和提高其实际动手能力。

- 遵循学习规律,采用图、表、例等多种形式搭配的实例讲解,摒除学习和理解死角。所有实例程序均经过实际运算,结果可靠、代码完整,读者可以完全准确地重现本书所提供的算例结果,举一反三,提高读者兴趣和阅读成就感。

- 精心选择、编排各章节内容,使其更合理、更科学、更紧凑。

- 为了便于读者的学习,本书还在每章后面列出了部分思考与练习题,供学生上机实习。

本书的主编为刘国良、杨成慧,副主编为白旭灿、庄淑君、邵麦顿。参编人员有张果、姬宣德、康莉等。其中,刘国良编写第 1 章、第 3 章,杨成慧编写第 9 章,白旭灿编写第 5 章,庄淑君编写第 8 章,邵麦顿编写第 7 章,张果编写第 2 章,姬宣德编写第 4 章,康莉编写第 6 章。全书由刘国良、杨成慧统稿。

本书的顺利出版得到了西安电子科技大学出版社的大力支持,以及云立实老师的热情帮助,在此表示衷心的感谢!

由于本书内容涉及面广且有一定深度,加上作者水平有限,错误和不足之处在所难免,敬请广大读者和同行批评指正、共同提高,并表示衷心感谢。

本书主编之一刘国良的 E-mail 为 MRLGL@163.com。

作 者
2012 年 2 月

目 录

第 1 章 MATLAB 基础..... 1	2.1.2 向量的转置与操作..... 33
1.1 MATLAB 概论..... 1	2.1.3 向量的点乘、叉乘和混合积..... 34
1.1.1 MATLAB 概述..... 1	2.1.4 二维数组与多维数组..... 36
1.1.2 MATLAB 用户界面..... 2	2.1.5 矩阵的创建方法..... 37
1.1.3 MATLAB 基本用法..... 4	2.2 向量、数组和矩阵的寻址与赋值..... 38
1.1.4 MATLAB 工具箱..... 5	2.2.1 向量的寻址与赋值..... 38
1.2 MATLAB 的基本特性..... 5	2.2.2 矩阵(数组)的下标索引..... 39
1.2.1 数字运算..... 5	2.2.3 矩阵元素的赋值..... 43
1.2.2 关系运算..... 6	2.3 标准矩阵与特殊矩阵..... 44
1.2.3 逻辑运算..... 7	2.3.1 标准矩阵..... 45
1.2.4 标量关系表达式的避绕式操作..... 9	2.3.2 特殊矩阵..... 47
1.2.5 运算符的优先级..... 9	2.4 基本的四则运算..... 49
1.2.6 关系与逻辑函数..... 10	2.4.1 向量、数组与数的四则运算..... 50
1.2.7 标点符号的使用..... 11	2.4.2 向量、数组之间的四则运算..... 51
1.2.8 常用的操作命令和快捷键..... 12	2.4.3 矩阵加减运算..... 53
1.2.9 简单的计算器使用法..... 13	2.4.4 矩阵的乘法..... 53
1.2.10 MATLAB 支持的数据结构与数据类型..... 14	2.4.5 矩阵的除法..... 57
1.3 数据类型..... 16	2.5 向量、数组和矩阵的其他运算..... 57
1.3.1 整数..... 16	2.5.1 乘方、开方运算..... 57
1.3.2 浮点数与精度函数..... 18	2.5.2 指数、对数运算..... 59
1.3.3 数字数据类型操作函数..... 21	2.5.3 funm()函数求估值..... 60
1.3.4 变量和常量..... 22	2.5.4 求极小值与极大值..... 61
1.3.5 逻辑数据..... 23	2.5.5 mean()函数求平均值..... 62
1.4 复数..... 24	2.5.6 求和、求累加和..... 63
1.4.1 复数的创建..... 24	2.5.7 求积、求累加积..... 64
1.4.2 复数运算..... 26	2.5.8 矩阵的 SVD 算法..... 66
1.4.3 欧拉恒等式的转换..... 27	2.6 矩阵的特征参数运算..... 66
思考与练习..... 28	2.6.1 矩阵的秩与 rank()函数..... 67
第 2 章 向量、数组和矩阵..... 31	2.6.2 矩阵的转置..... 67
2.1 向量、数组与矩阵的创建..... 31	2.6.3 矩阵的逆与迹..... 68
2.1.1 向量的创建..... 31	2.6.4 矩阵的特征值、特征向量与 eig()函数..... 69

2.6.5 矩阵的范围空间与 null 空间.....	70	3.5.3 关系运算符容易出现的错误.....	99
2.6.6 矩阵的行列式与 det()函数.....	71	思考与练习.....	100
2.7 矩阵的操作.....	72	第 4 章 M 脚本与 M 函数	103
2.7.1 矩阵的变维.....	72	4.1 使用 M 文件编程.....	103
2.7.2 矩阵的抽取.....	72	4.1.1 M 文件的结构.....	103
2.7.3 repmat()函数与矩阵的复制.....	73	4.1.2 M 文件的建立、运行与命名规则....	104
2.7.4 矩阵元素的反褶与变向.....	74	4.1.3 程序的调试.....	105
2.8 单元数组.....	75	4.1.4 程序错误的检测和处理.....	107
2.8.1 生成单元数组.....	76	4.1.5 程序的分析与优化.....	111
2.8.2 单元数组的赋值.....	77	4.2 M 函数.....	112
2.8.3 单元数组的内容显示.....	78	4.2.1 函数 M 文件.....	113
2.8.4 单元数组的内容获取.....	79	4.2.2 函数 M 文件的结构、规则和属性....	113
2.8.5 单元数组元素的删除.....	80	4.2.3 函数变量.....	114
2.8.6 单元数组的变维处理.....	80	4.2.4 函数的分类.....	115
2.9 结构体.....	80	4.2.5 内联函数与匿名函数.....	117
2.9.1 结构体的生成.....	81	4.3 函数的调用与函数句柄.....	118
2.9.2 成员变量的操作.....	81	4.3.1 函数参数与函数的调用.....	118
思考与练习.....	83	4.3.2 函数句柄.....	125
第 3 章 MATLAB 程序设计	86	4.4 函数编程的实例.....	128
3.1 概述.....	86	4.4.1 函数编程.....	128
3.1.1 MATLAB 程序设计方法.....	86	4.4.2 类的建立与函数重载.....	129
3.1.2 MATLAB 程序结构.....	86	思考与练习.....	133
3.2 循环程序.....	88	第 5 章 图形绘制	135
3.2.1 for 循环.....	88	5.1 绘制二维图.....	135
3.2.2 while 循环.....	91	5.1.1 绘制二维线性图.....	135
3.2.3 break 语句.....	92	5.1.2 stem()绘制离散图形.....	138
3.2.4 continue 语句.....	92	5.1.3 对数图.....	139
3.2.5 end 语句.....	92	5.1.4 polar()绘制极坐标图.....	140
3.3 分支结构.....	92	5.2 常用图形的绘制.....	141
3.3.1 条件转移结构.....	92	5.2.1 绘制直线、矩形、圆和椭圆.....	141
3.3.2 switch 开关结构.....	95	5.2.2 绘制偏差条图形.....	145
3.3.3 try-catch 试探结构.....	96	5.2.3 绘制直方图与其正态分布曲线.....	146
3.4 人机交互语句.....	97	5.2.4 填充图与面积图.....	148
3.4.1 echo 命令.....	97	5.3 三维图形绘制.....	150
3.4.2 用户输入提示命令 input.....	97	5.3.1 plot3()函数.....	151
3.4.3 等待用户反应命令 pause.....	97	5.3.2 mesh()和 surf()函数.....	151
3.5 程序的常见错误处理.....	98	5.3.3 meshgrid()函数.....	153
3.5.1 错误的产生.....	98	5.3.4 meshc()和 meshz()函数.....	153
3.5.2 NaNs 错误、除数为 0 的处理.....	98	5.3.5 sphere()函数.....	154

5.3.6 彗星图.....	155	6.5.2 字符串转换成数字.....	199
5.4 绘图控制.....	156	6.5.3 字符的大小写转换.....	199
5.4.1 图形窗口的创建、控制与 figure 命令.....	156	6.6 字符串的搜索与替换.....	200
5.4.2 图形保持与多重线绘制.....	159	6.6.1 strtok()函数.....	200
5.4.3 子图控制与 subplot()函数.....	160	6.6.2 strfind()和 findstr()函数.....	201
5.4.4 图形的注释和标记.....	161	6.6.3 字符串的替换.....	202
5.4.5 线型和颜色的控制.....	165	6.7 字符串的比较与判断.....	202
5.4.6 坐标轴控制.....	166	6.7.1 字符串的比较.....	202
5.5 图形的高级控制.....	168	6.7.2 字符串判断.....	205
5.5.1 colormap()函数与颜色映像.....	168	6.8 字符串执行与宏.....	205
5.5.2 光照控制.....	171	6.8.1 eval()函数与字符串求值.....	205
5.5.3 视点控制和图形的旋转.....	173	6.8.2 feval()函数.....	206
5.5.4 使用绘图工具绘制.....	174	6.9 文件操作.....	207
5.6 特殊图形的绘制.....	177	6.9.1 文件、数据的存储.....	207
5.6.1 使用 bar()函数绘制柱状图.....	177	6.9.2 数据导入.....	208
5.6.2 使用 stairs()绘制阶梯图形.....	179	6.9.3 文件的打开.....	209
5.6.3 方向和速度矢量图形.....	179	6.9.4 文本文件的读/写.....	209
5.6.4 等值线的绘制.....	182	6.9.5 低层文件 I/O 操作.....	211
5.6.5 饼形图.....	183	6.9.6 串口设备文件操作.....	213
思考与练习.....	185	思考与练习.....	216
第 6 章 MATLAB 字符串与文件操作.....	186	第 7 章 数值计算与分析.....	218
6.1 字符串与字符串矩阵.....	186	7.1 MATLAB 多项式.....	218
6.1.1 字符串的生成.....	186	7.1.1 概述.....	218
6.1.2 字符串矩阵.....	188	7.1.2 多项式与根.....	219
6.2 字符串运算.....	190	7.1.3 卷积运算与多项式乘法.....	220
6.2.1 abs()函数取数组的绝对值.....	190	7.1.4 反卷积运算与多项式除法.....	221
6.2.2 字符串逆转换与 setstr()函数.....	190	7.1.5 多项式加法.....	222
6.2.3 字符的加法运算.....	190	7.1.6 多项式求导数.....	222
6.3 字符串操作.....	191	7.2 有理多项式的运算.....	223
6.3.1 字符串寻址、编址与子字符串.....	191	7.2.1 使用 residue()函数展开部分分式.....	223
6.3.2 字符串转置.....	192	7.2.2 residue()函数的逆运算.....	225
6.3.3 字符串的连接.....	192	7.2.3 polyder()函数对有理多项式的 求导.....	226
6.4 字符串显示、打印与格式转换.....	193	7.3 多项式估值与拟合.....	226
6.4.1 disp()函数.....	193	7.3.1 多项式拟合的估值与 polyval() 函数.....	226
6.4.2 fprintf()函数.....	194	7.3.2 曲线拟合与 polyfit()函数.....	227
6.4.3 sprintf()函数.....	196	7.4 数据插值.....	230
6.5 字符串转换.....	197	7.4.1 一维插值与 interp1()函数.....	230
6.5.1 数字转换成字符串.....	198		

7.4.2 二维插值与 <code>interp2()</code> 函数	234	8.4.2 展开多项式	275
7.4.3 抽样插值与 <code>interp()</code> 函数	237	8.4.3 转换多项式	275
7.4.4 三次样条与 <code>spline()</code> 函数	238	8.4.4 简化多项式	275
7.5 数值分析	242	8.4.5 因式分解与 <code>factor()</code> 函数	277
7.5.1 求极值	242	8.4.6 分式通分	277
7.5.2 求零点	245	8.4.7 符号替换	277
7.5.3 数值积分	246	8.5 符号微积分	279
7.5.4 数值微分	249	8.5.1 符号表达式求极限	279
7.5.5 等差数列的求和、求累加和	250	8.5.2 符号导数、微分和偏微分	280
7.5.6 数列求积、求累加积	251	8.5.3 多元函数的导数与 <code>jacobian()</code> 函数	281
7.5.7 <code>factorial()</code> 函数与阶乘	251	8.5.4 计算不定积分、定积分	282
7.5.8 取整函数	252	8.6 符号级数与求和	283
7.6 代数方程组求解	252	8.6.1 <code>symsum()</code> 函数与级数的求和	283
7.6.1 恰定方程组的解	253	8.6.2 泰勒级数与 <code>taylor()</code> 函数	283
7.6.2 超定方程组的解	254	8.6.3 傅里叶级数	285
7.6.3 欠定方程组的解	255	8.7 符号矩阵的代数运算	285
7.6.4 普通线性方程组的求解与 <code>linsolve()</code> 函数	256	8.7.1 符号矩阵的代数运算	285
7.7 微分方程的数值解	257	8.7.2 符号矩阵的特征值、奇异值分解	287
7.7.1 微分方程的数值解法	257	8.8 符号方程与求解	288
7.7.2 MATLAB 求解微分方程的数值解 ...	258	8.8.1 创建符号方程	288
思考与练习	260	8.8.2 符号代数方程求解	288
第 8 章 符号运算	262	8.8.3 非线性代数方程组的符号解法	291
8.1 符号对象	262	8.8.4 常微分方程的解析解	293
8.1.1 符号运算的特点	262	8.8.5 复合函数方程	297
8.1.2 符号变量及符号变量确定原则	264	8.8.6 反函数方程	298
8.1.3 建立符号表达式和求值	266	8.9 符号积分变换	298
8.1.4 符号阶跃函数与冲激函数	267	8.9.1 符号傅里叶变换	298
8.2 数值与符号变量的相互转换	268	8.9.2 符号拉普拉斯变换	300
8.2.1 符号转换为数值	268	8.9.3 符号 Z 变换	304
8.2.2 数值转换为符号	269	8.10 符号函数图形绘制	305
8.2.3 <code>poly2sym()</code> 函数与多项式的符号 表达式	270	8.10.1 符号函数二维绘图函数 <code>ezplot()</code>	305
8.3 符号矩阵与运算	270	8.10.2 符号函数三维绘图函数 <code>ezplot3()</code> ...	306
8.3.1 符号矩阵的生成	270	8.10.3 符号函数曲面网格图及 表面图的绘制	307
8.3.2 符号矩阵的索引和修改	272	8.10.4 等值线的绘制	308
8.3.3 符号矩阵的四则运算	273	思考与练习	309
8.4 符号表达式的化简	274	第 9 章 句柄图形与 GUI 设计	311
8.4.1 合并多项式	274	9.1 句柄图形对象	311
		9.1.1 图形对象属性的获取和设置	312

9.1.2 图形对象句柄的访问	313	9.4.2 创建 GUI 主界面	333
9.1.3 图形对象的复制与删除	314	9.4.3 添加控件	334
9.2 GUI 的设计	314	9.4.4 设置 GUI 可视	335
9.2.1 启动 GUI 开发环境	315	9.4.5 初始化 GUI	336
9.2.2 GUI 的可选控件和模板	316	9.4.6 弹出菜单的响应程序	337
9.2.3 GUI 窗口的布局与 Layout 编辑器 ...	317	9.4.7 按钮的响应程序	338
9.2.4 GUI 控件的属性控制	318	9.4.8 控件与 Callbacks 函数关联	338
9.3 编写响应函数	321	9.5 标准对话框	339
9.3.1 响应函数的定义及类型	321	9.5.1 输入对话框 inputdlg()	339
9.3.2 响应函数的语法、参数与关联	323	9.5.2 打开文件	340
9.3.3 初始化响应函数	324	9.5.3 保存文件	342
9.3.4 添加响应函数	326	9.5.4 其他对话框	342
9.3.5 运行 GUI	327	9.5.5 uicontrol()函数与 GUI 控件对象	344
9.3.6 创建菜单栏	328	9.6 菜单设计	348
9.3.7 创建右键弹出式菜单	329	9.6.1 标准主菜单与自定义菜单	348
9.3.8 创建工具条	330	9.6.2 工具条菜单与 uitoolbar()函数	351
9.4 编程创建 GUI	331	思考与练习	352
9.4.1 定义 GUI	332	部分习题参考答案	356



第 1 章

MATLAB 基础

MATLAB 语言简洁紧凑, 使用方便灵活, 库函数极其丰富; MATLAB 既具有结构化的控制语句, 又有面向对象编程的特性, 程序的可移植性好。MATLAB 因其强大的功能和诸多优点, 在各个学科和领域得到了广泛的应用。

本章主要讨论 MATLAB 的基础知识, 包括 MATLAB 概论、基本特性、基本操作和基本的数据类型等。

1.1 MATLAB 概论

1.1.1 MATLAB 概述

1. MATLAB 的由来和发展

MATLAB 是矩阵实验室(Matrix Laboratory)之意, 其名字由 Matrix 和 Laboratory 两词的前三个字母组合而成。除具备卓越的数值计算能力外, MATLAB 还提供了具有专业水平的符号计算、文字处理、可视化建模仿真和实时控制等功能。

MATLAB 因其具有强大的数学运算能力、方便实用的绘图功能, 以及语言的高度集成性, 在其他科学与工程领域的应用越来越广。到目前为止, MATLAB 已发展成为国际上最优秀的科技应用软件之一, 其强大的科学计算与可视化功能、简单易用的开放式可扩展环境, 以及多个面向不同领域而扩展的工具箱(Toolbox)支持, 使得它在许多学科领域成为计算机辅助设计与分析、算法研究和应用开发的基本工具和首选平台。

MATLAB 目前主要应用于信号处理、控制系统、神经网络、模糊逻辑、小波分析和系统仿真等方面, 可利用 MATLAB 进行数值分析、数值和符号计算、工程与科学绘图、控制系统的设计与仿真、通信系统的设计与仿真、数字(音频、视频)信号处理、数字图像处理、财务与金融工程计算等。

2. MATLAB 的优、缺点

MATLAB 具有以下优点:

(1) 容易使用。MATLAB 是 MathWorks 公司用 C 语言开发的, 其与 C 语言的语法结构、流程控制等有许多相似之处, 有些几乎完全一致, 具有 C 语言基础的读者能够很容易地掌握 MATLAB。

(2) 可以支持多种操作系统, 如 Windows、UNIX 等。



(3) 丰富的内部函数和工具箱。

(4) 强大的图形和符号功能。MATLAB 本身带有强大的绘图库函数，可绘制 2D 和 3D 图形。

(5) 可以自动选择算法。许多 MATLAB 函数都带有算法的自适应能力，可根据情况自动选择最合适的算法，减少和避免死循环或其他由于算法不当引起的错误。

(6) 与其他软件和语言有良好的对接性，如与 Maple、C、Basic、Fortran 等软件可以实现很方便的连接，能够充分利用各种资源提高编程效率。

MATLAB 具有以下缺点：

(1) 运行效率较低。由于 MATLAB 是一种合成语言，因此与一般的高级语言相比，用它编写的程序其运行时间往往要长一些。

(2) 价格昂贵。

3. 应用程序接口

由于 MATLAB 的代码编译器采用伪编译的方式，因此在 MATLAB 中编写的程序无法脱离 MATLAB 的工作环境而独立运行。针对这个问题，MATLAB 提供了应用程序接口，允许 MATLAB 与其他应用程序进行数据交换，一般来说，按目的可将它们分为以下三种：

(1) MEX 文件。MEX 文件作为一种动态链接库文件，必须通过在 MATLAB 的工作环境中调用才能运行。

(2) MAT 文件。MAT 文件用于数据交换，不能利用 MATLAB 提供的功能来完成计算任务。MAT 文件由 SAVE 命令生成，由 LOAD 命令调用。

(3) 拓广 MATLAB 的应用范围和应用手段的开发应用程序。这是 MATLAB 引擎应用程序，是一种可以独立执行的应用程序，但在应用程序执行时，将在后台启动一个 MATLAB 进程，用于接收从应用程序发送来的指令并执行，然后按照要求返回计算结果。

1.1.2 MATLAB 用户界面

MATLAB R2010a 的用户界面如图 1-1 所示，其中主要包括主菜单、工具栏和默认

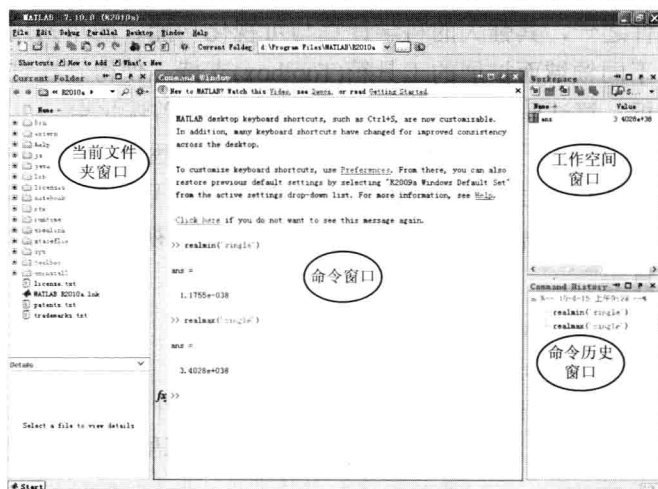


图 1-1 MATLAB R2010a 的用户界面



设置下打开的窗口。这些默认窗口包括命令(Command)窗口、命令历史(Command History)窗口、工作空间(Workspace)窗口、当前路径(Current Directory)窗口。此外还有编译窗口、图形窗口和帮助窗口等其他窗口。

1. 命令(Command)窗口

在默认设置下, 命令窗口自动显示于 MATLAB 界面中, 如果用户只想调出命令窗口, 也可以选择“Desktop|Desktop Layout|Command Window Only”命令。MATLAB R2010a 用户界面的中间窗口默认为命令窗口。

命令窗口中除了执行 MATLAB 命令外, 还支持下列一些通用命令:

cd dir type clear clf pack clc echo hold disp path save load diary
quit !(调用 DOS 命令)

2. 命令历史(Command History)窗口

命令历史窗口显示用户在命令窗口中所输入的每条命令, 并标明了使用时间, 这样可以方便用户的查询。

如果用户想再次执行某条已经执行过的命令, 只需在命令历史窗口中双击该命令。

3. 工作空间(Workspace)窗口

工作空间窗口用来显示当前计算机内存中 MATLAB 变量的名称、数据结构、字节数及其类型。

默认设置下, 工作空间窗口自动显示于 MATLAB 界面中。在工作空间窗口可以查询以前出现的变量值、变量名和变量的详细信息。

如果要查看以前的变量值, 只需输入该变量名即可, 如:

```
>> grade4  
grade4 =  
128
```

如果要查看以前的变量值, 但忘记了该变量名, 则输入 who 即可查看曾经使用过的变量名, 如:

```
>> who  
Your variables are:  
grade1 grade2 grade3 grade4 total
```

如果要查看以前变量值的详细信息, 输入 whos 即可。

4. 当前文件夹(Current Folder)窗口

当前文件夹窗口会显示当前用户工作的文件夹所在的路径。如果用户改变文件的路径或所在文件夹, 则当前文件夹窗口会显示新的路径和文件夹。

在命令窗口中输入 cd 命令, 并按 Enter 键确认, 即显示当前 MATLAB 工作所在目录:

```
>> cd  
D:\My Documents\MATLAB
```

在命令窗口中输入 dir 命令, 并按 Enter 键确认, 即显示当前 MATLAB 工作所在目录中的内容。



5. 帮助系统

在 MATLAB 中有以下几种获得帮助的途径。

1) 联机帮助系统

- 在主菜单中, 选择“help”下拉菜单进入联机帮助系统, 打开“帮助”浏览器。
- 在命令窗口中输入命令 `helpwin`、`helpdesk`、`doc`, 可进入联机帮助系统。
- 进入“help”窗口后, 按菜单和控件操作。

2) 在命令窗口查询帮助

(1) help 命令:

- 在命令窗口键入 `help` 命令可以列出帮助主题;
- 键入“help 函数名”可以得到指定函数的在线帮助信息。

(2) lookfor 命令:

在命令窗口键入“lookfor 关键词”, 即可根据关键词进行查找(扫描命令第一注释行)搜索出一系列与给定关键词相关的命令和函数。

(3) 其他帮助命令: `exist`、`what`、`who`、`whos`、`which`。

3) 模糊查询

输入命令的前几个字母, 然后按 `Tab` 键, 就可以列出所有以这几个字母开始的命令和函数。

注意: `lookfor` 和模糊查询查到的不是详细信息, 通常还需要在确定了具体函数名称后用 `help` 命令显示与之相关的详细信息。

1.1.3 MATLAB 基本用法

1. 命令行交互应用

在 Windows 桌面上双击 MATLAB 图标, 启动 MATLAB 程序, 在一段提示信息后, 会出现 MATLAB 命令窗口(Command Window), 以及系统提示符“>>”。

MATLAB 是个交互系统, 用户可以在提示符后键入各种命令, 通过移动上、下箭头可以调出以前输入的命令, 拖动滚动条还可以查看以前的命令及其输出信息。

可通过键入 `quit` 或 `exit` 或选择相应的菜单来退出 MATLAB。终止 MATLAB 运行会引起工作空间中变量的丢失, 因此在退出前, 应先键入 `save` 命令, 保存工作空间中的变量以便以后使用。

键入 `save` 命令即将所有变量作为文件存入磁盘 MATLAB.mat 中, 在下次启动 MATLAB 时, 键入 `load` 命令, 则将变量从 MATLAB.mat 中重新调出。

`save` 和 `load` 命令后可以跟文件名或指定的变量名, 如仅有 `save`, 则只能将变量存入 MATLAB.mat 中; 如输入 `save temp` 命令, 则表示将当前系统中的变量存入 temp.mat 中, 其命令格式如下:

- `save temp x`: 仅仅存入 `x` 变量。
- `save temp X Y Z`: 存入 `X`、`Y`、`Z` 变量。
- `load temp`: 重新从 temp.mat 文件中提出变量, `load` 也可读 ASCII 数据文件。



2. 编程应用

与 C 语言等编程软件一样，在 MATLAB 中建立一个程序文件的方法为：单击菜单命令“New | Script(以前版本为 M_file)”，建立一个新的 MATLAB 程序文件(.M 文件)，之后即可进行编译、调试和运行等操作。

1.1.4 MATLAB 工具箱

MATLAB 的另一强大功能是提供了一系列工具箱，这些工具箱可广泛用于各领域的计算与仿真，包括主工具箱(MATLAB Main Toolbox)和各种工具箱(toolbox)。按工具箱的使用领域分类，可将其分为通用型和专用型。

(1) 功能型工具箱(通用型)主要用来扩充 MATLAB 的数值计算、符号运算、图形建模仿真、文字处理以及与硬件实时交互等功能，能够用于多种学科。

(2) 领域型工具箱(专用型)是学科专用工具箱，其专业性很强，包括控制系统工具箱(Control System Toolbox)、信号处理工具箱(Signal Processing Toolbox)、财政金融工具箱(Financial Toolbox)等。

1.2 MATLAB 的基本特性

1.2.1 数学运算

MATLAB 的数学运算包括四则运算和乘方等运算，用于数学计算的数学运算符如表 1-1 所示。

表 1-1 数学运算符号

符 号	功 能	实 例
+	加法	3+5=8
-	减法	3-5=-2
*	矩阵乘法	3*5=15
.*	点乘，即数组乘法	
/	右除	3/5 =0.6000
./	数组右除	
\	左除	3\5=1.6667
.\	数组左除	
^	乘方	3^5=243
.^	数组乘方	
'	矩阵共轭转置	
.'	矩阵转置	
sqrt、sqrtm	平方根、矩阵平方根	sqrt(16)=4



1.2.2 关系运算

MATLAB 的关系运算符包括了所有常用的比较运算,如表 1-2 所示。两个数通常可以用六种关系来进行描述:小于(<)、小于或等于(<=)、大于(>)、大于或等于(>=)、等于(==)和不等于(~=)。

表 1-2 关系运算符

运算符	说 明	运算符	说 明
<	小于	<=	小于或等于
>	大于	>=	大于或等于
==	等于	~=	不等于

MATLAB 的关系运算符可以用来比较两个维数相同的数组(矩阵),或用来把一个数组中的每个元素与一个标量比较,结果都返回一个与原来数组同维数的数组。比较两个元素的大小时,如果关系式为“真”,则结果为 1;如果关系式为“假”,则结果为 0。例如关系式 $4+3 \leq 6$ (数学语言表示 4 与 3 的和小于等于 6),通过上面的叙述可知,此关系式的结果为 0,标明关系式为假。

关系运算符的运算法则为:

(1) 当两个比较量是标量时,直接比较两数的大小。若关系成立,关系表达式为“真”,结果为 1;否则为 0。

(2) 当参与比较的两个量是维数相同的数组(矩阵)时,比较是对两数组(矩阵)相同位置的元素按标量关系运算规则逐个进行,并给出元素比较结果。最终的关系运算的结果是一个维数与原数组(矩阵)相同的数组(矩阵),它的元素由 0 或 1 组成。

(3) 当参与比较的一个是标量,而另一个是数组(矩阵)时,则把标量与数组(矩阵)的每一个元素按标量关系运算规则逐个比较,并给出元素比较结果。最终的关系运算的结果是一个维数与原数组(矩阵)相同的数组(矩阵),它的元素由 0 或 1 组成。

注意: 编程中很容易混淆等于关系运算符(==)和赋值运算符(=)。

1. 数组与一个标量比较

当一个数组与一个标量比较时,首先将标量扩展成与数组同维数的数组,然后进行逐元素比较,结果返回一个与原来数组同维数的数组。例如:

```
>> m=1:9
m =
     1     2     3     4     5     6     7     8     9
>> bj=m>5
bj =
     0     0     0     0     0     1     1     1     1
```

从以上运行结果可以看到,在数组 m 中,凡是大于 5 的对应的结果都为“真”,返回 1;其他为“假”,返回 0。

2. 数组(矩阵)间的比较

数组(矩阵)间的比较,也是对应元素逐个进行比较,结果返回一个与原来数组同维数



的数组(矩阵)。例如:

```
>> n=9-m
n =
     8     7     6     5     4     3     2     1     0
>> tf=(m==n)
tf =
     0     0     0     0     0     0     0     0     0
```

由上述可知, 由于两个数组的对应元素都不相等, 结果是返回一个全“假”的数组。

```
>> df=(m>n)
df =
     0     0     0     0     1     1     1     1     1
```

满足条件的元素位置返回“真”, 不满足条件的元素位置返回“假”。

注意: 如果数组具有不同的大小, 那么运行时将会产生错误。

3. 关系表达式与数学运算表达式的混合运算

关系表达式可以与数学运算表达式进行混合运算。数组中满足条件的元素位置(即为“真”)返回 1, 为“假”返回 0, 然后进行运算。例如:

```
>> gh=n- (m>4)
gh =
     8     7     6     5     3     2     1     0    -1
```

1.2.3 逻辑运算

在 MATLAB 中, 有三类基本逻辑运算: “与”、“或”和“非”, 包含 &、&&、|、|| 和 ~ 共五种, 如表 1-3 所示。

表 1-3 逻辑运算符

运算符	描 述
&	与
&&	标量关系表达式的避绕式(Short-Circuiting)“与”操作, 只适用于标量 a && b, 当 a 的值为假时, 则忽略 b 的值
	或
	标量关系表达式的避绕式(Short-Circuiting)“或”操作, 只适用于标量。a b, 当 a 的值为真时, 则忽略 b 的值
~	非
xor	异或, 两元素不同时, 返回 1; 相同时, 返回 0

使用逻辑运算符可以将多个表达式组合在一起, 或者对关系表达式取反。在 MATLAB 中, 逻辑运算通常可以用来生成只含有元素 0 和 1 的矩阵。

逻辑运算的运算法则为:

(1) 在逻辑运算中, 确认非零元素为真, 用 1 表示; 零元素为假, 用 0 表示。当运算结果为真时, 返回值为 1; 当运算结果为假时, 返回值为 0。



(2) “与”、“或”操作符号可以比较两个标量或者两个通解数组(或矩阵)。设参与逻辑运算的是 a 和 b 两个标量, 那么当 a 、 b 全为非零时, $a \& b$ 的运算结果为 1, 否则为 0; a 、 b 中只要有一个非零, $a|b$ 的运算结果都为 1。

(3) 若参与逻辑运算的一个是标量、一个是矩阵, 那么运算将在标量与矩阵中的每个元素之间按标量规则逐个进行。最终运算结果是一个与矩阵同维的矩阵, 其元素由 1 或 0 组成。

(4) 若参与逻辑运算的是两个同维矩阵, 那么运算将对矩阵相同位置上的元素按标量规则逐个进行。最终运算结果是一个与原矩阵同维的矩阵, 其元素由 1 或 0 组成。

(5) 逻辑“非”是一元操作符(或叫单目运算符), 也服从矩阵运算规则。但是, 对于数组(矩阵), 逻辑“非”运算是针对于数组(矩阵)中每个元素的。同样, 当逻辑为真时, 返回值为 1; 当逻辑为假时, 返回值为 0。例如, 当 a 是零时, $\sim a$ 运算结果为 1; 当 a 非零时, 运算结果为 0。

(6) 在算术、关系、逻辑运算中, 算术运算优先级最高, 逻辑运算优先级最低。

1. 逻辑“与”

逻辑“与”, 在数组之间进行逐元素的“与”操作。例如:

```
>> a=1:6
a =
     1     2     3     4     5     6
>> b=5-a
b =
     4     3     2     1     0    -1
>> m=(a>2)&(a<5)
m =
     0     0     1     1     0     0
```

又如:

```
>> n=(a<2)&(a>5)
n =
     0     0     0     0     0     0
```

2. 逻辑“或”

逻辑“或”, 在数组之间进行逐元素的“或”操作。例如:

```
>> b=5-a
b =
     4     3     2     1     0    -1
>> n=(b>1)|(b<0)
n =
     1     1     1     0     0     1
```

前三个数字满足第一个条件($b>1$), 输出 1; 最后一个数字满足第二个条件($b<0$), 输出 1。