



功能强大的工具箱函数，保证让您不虚此行！

工程技术及科研人员的必备教材

程序设计与实例应用

导向科技 编著



MATLAB 6.0

图形设计与实现



MATLAB6.0

程序设计与实例应用

导向科技 编著

中国铁道出版社

2001年·北京

(京)新登字 063 号

内 容 简 介

本书首先介绍了 MATLAB6.0 的系统需求、安装过程、工作环境及其新功能新特性,然后进入 MATLAB6.0 程序设计的核心——从基础设计到高级编程技术,循序渐进地讲解,让您完全掌握这个科技应用软件的精华,从而为您的数学计算和实验数据分析提供极大的方便。

本书特别适合广大师生、工程技术人员及科研人员。

图书在版编目(CIP)数据

MATLAB6.0 程序设计与实例应用/导向科技编著. —北京:中国铁道出版社,2001.12

ISBN 7-113-04423-9

I. M… II. 导… III. 计算机辅助计算—软件包, MATLAB 6.0 IV. TP391.75

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 080554 号

书 名: MATLAB6.0 程序设计与实例应用

作 者: 导向科技

出版发行: 中国铁道出版社(100054,北京市宣武区右安门西街 8 号)

策划编辑: 苏 茜

特邀编辑: 李晓霞

封面设计: 王 晖

印 刷: 北京市兴顺印刷厂

开 本: 787×1092 1/16 印张: 22.25 字数: 532 千

版 本: 2001 年 12 月第 1 版 2001 年 12 月第 1 次印刷

印 数: 1~5000 册

书 号: ISBN 7-113-04423-9/TP·634

定 价: 35.00 元

版权所有 盗印必究

凡购买铁道版的图书,如有缺页、倒页、脱页者,请与本社计算机图书批销部调换

前 言

MATLAB 是由美国的 Math Works 公司推出的一个科技应用软件，它已经发展成适合多学科多工作平台的大型软件，包含众多功能各异的工具箱。它涉及领域包括：数字信号处理、控制系统、神经网络、模糊逻辑、系统仿真和数值统计等。作为一个功能强大的数学工具软件，在很多领域中得到了广泛应用。近年来已逐渐列入许多大学理工科学生的教学内容，成为广大师生、研究人员的重要数学分析工具和有力助手；在数学和工程界，它为数学计算和试验数据分析提供了极大的便利。

2000 年末，Math Works 公司又成功地推出了 MATLAB 6.0 版，其功能更加完善。MATLAB 6.0 的一个明显变化是新的桌面环境，它使 MATLAB 更容易操作和使用，它改变了以前的分散的设计风格，使界面更紧凑、更完整。同时，它不但对许多工具产品做了较大的更新和升级，而且还增添了许多新功能。

本书以 MATLAB 6.0 为蓝本，旨在向读者介绍它的各种通用功能，帮助读者快速熟悉和掌握基本知识以提高的自己能力。

本书的正文部分共 9 章，包含多个实例。章节内容遵循由浅入深、相对独立、实例引导的原则，以方便读者自学或选学。内容的层次上，分为高低两大部分，以适应不同层次的读者需要。在本书末，给出了附录 A、B、C，以方便用户参考。

本书由张森编著，李香敏策划、审校。另外，田仁君、冯明茏、曾雨苓、腾永恒、杨兴海、蒋静、郑丽莎、李秋菊等人参与了部分章节写作、插图和录入工作，蒋蕾、宋玉霞、缪军、杨治国、王巨、晏国英、严英怀、肖庆、付子德、刘吉香、廖康良、陈贤淑等人参与本书的编校工作。由于编者水平有限，错误之处在所难免，敬请广大读者和同行批评指正。

读者在使用本书的过程中如有其他问题或意见、建议，可以访问导向科技资讯机构网站 <http://www.dx-kj.com> 或通过 E-mail: zsensen@263.net 和 E-mail: dxkj@dx-kj.com 与我们联系。

导向科技资讯机构

2001 年 12 月

目 录

第 1 章	MATLAB 6.0 入门	1
1-1	MATLAB 简介	1
1-2	MATLAB 6.0 系统需求	2
1-2-1	硬件需求	2
1-2-2	软件需求	2
1-3	MATLAB 6.0 的安装过程	2
1-4	认识 MATLAB 6.0 的新工作环境	4
1-4-1	MATLAB 6.0 的启动和退出	4
1-4-2	全新的 MATLAB 6.0 命令窗口	5
1-5	MATLAB 6.0 新功能和特性	8
1-5-1	软件更容易使用	8
1-5-2	方便灵活的命令窗口	9
1-5-3	直观的系统演示和在线帮助	10
1-5-4	MATLAB 6.0 的新特性	15
第 2 章	程序设计基础	17
2-1	MATLAB 的基本程序设计原则	17
2-2	正确设置工作路径	17
2-3	常量和变量	18
2-4	程序的运算符	19
2-4-1	算术运算符	20
2-4-2	关系运算符	21
2-4-3	逻辑运算符	22
2-4-4	常用的逻辑函数	23
2-5	数据类型	24
2-6	程序控制语句	26
2-6-1	for 循环语句	26
2-6-2	while 循环语句	27
2-6-3	条件选择语句 if	28
2-6-4	switch 分支结构语句	29

2-6-5	return 语句.....	30
2-7	M 文件.....	31
2-7-1	M 文件的类型.....	31
2-7-2	MATLAB 文件的系统命令.....	31
2-7-3	M 文本编辑器.....	32
2-7-4	命令文件.....	33
2-7-5	函数文件.....	34
2-8	字符数组.....	35
2-8-1	字符数组的定义.....	35
2-8-2	字符与数值的相互转换.....	36
2-8-3	字符串的比较.....	37
2-8-4	二维字符数组.....	37
2-8-5	字符型单元数组.....	38
2-9	结构数组.....	39
2-9-1	建立结构数组.....	39
2-9-2	对结构数组的操作.....	41
2-9-3	结构数组的运算.....	43
2-10	单元数组.....	44
2-10-1	创建单元数组.....	44
2-10-2	单元数组的显示.....	45
2-10-3	单元数组的运算.....	46
2-10-4	单元数组的变形.....	47
2-10-5	单元数组的嵌套.....	47
2-11	多维数组.....	48
2-11-1	多维数组的生成.....	48
2-11-2	多维数组的有关操作.....	51
2-11-3	多维数组的变形.....	52
2-11-4	多维数组的运算.....	54
2-12	时间和日期.....	56
2-12-1	日历函数 calendar.....	56
2-12-2	时间函数 clock.....	56
2-12-3	查看 CPU 时间.....	56
2-12-4	日期函数 date.....	57
2-12-5	秒表定时器.....	57
第 3 章	MATLAB 的数值计算.....	59



3-1 矩阵基础	59
3-1-1 矩阵的定义和简单输入	59
3-1-2 利用函数命令来创建矩阵	60
3-1-3 矩阵的求和	62
3-1-4 矩阵的下标	63
3-1-5 矩阵的转置	64
3-1-6 矩阵的对角元素	65
3-1-7 矩阵加减运算	66
3-1-8 矩阵的乘积	67
3-1-9 矩阵的冒号运算符	68
3-2 利用 M 文件来创建矩阵	69
3-3 矩阵的乘方和指数运算	70
3-3-1 矩阵的乘方	70
3-3-2 矩阵的指数运算	71
3-4 矩阵的除法和求解线性方程组	71
3-5 行列式及矩阵的逆	72
3-5-1 方阵的行列式与逆矩阵	72
3-5-2 伪逆矩阵	73
3-6 特征值分解和奇异值分解	73
3-6-1 特征值分解	73
3-6-2 矩阵的奇异值分解	74
3-7 LU、QR 和 Cholesky 分解	75
3-7-1 矩阵的 LU 分解	75
3-7-2 矩阵的 QR 分解	76
3-7-3 矩阵的 Cholesky 分解	76
3-7-4 多项式的表示和处理多项式的函数	77
3-7-5 多项式的根和系数	78
3-7-6 多项式的值和特征多项式	78
3-7-7 多项式的乘法和除法	79
3-7-8 多项式的导数	80
3-8 多项式的部分分式	80
3-8-1 将两个多项式的分式表示为部分分式, 可以用函数 <code>residue</code> 来执行	80
3-8-2 函数 <code>residue</code> 还可以用来对多项式的部分分式作逆运算	81
3-9 多项式的拟合曲线	81
3-10 多项式插值	82
3-10-1 一维插值	83
3-10-2 二维插值	84
3-10-3 三维及多维插值	85
第 4 章 符号计算	87

4-1	在线帮助和系统演示	88
4-1-1	在线帮助	88
4-1-2	系统演示程序	90
4-2	创建和使用符号对象	90
4-2-1	符号变量和表达式的定义	90
4-2-2	符号对象调用格式	91
4-2-3	函数 sym 的其他使用	93
4-2-4	符号函数的生成	94
4-3	运算符	95
4-4	微积分	96
4-4-1	符号微分	97
4-4-2	符号积分	99
4-4-3	求极限	100
4-4-4	级数求和	101
4-4-5	泰勒 (Taylor) 级数的展开	101
4-5	线性代数	102
4-5-1	基本线性代数运算	102
4-5-2	Jordan 标准形	106
4-5-3	奇异值分解	107
4-5-4	特征多项式	108
4-6	符号表达式的化简	109
4-6-1	collect 函数	109
4-6-2	expand 函数	110
4-6-3	factor 函数	110
4-6-4	horner 函数	111
4-6-5	numden 函数	111
4-6-6	simple 和 simplify 函数	111
4-6-7	subexpr 和 subs 函数	113
4-7	方程求解	114
4-7-1	求解代数方程	115
4-7-2	求解微分方程	119
4-8	常用特殊符号函数	120
4-9	MAPLE 的运用	123
4-9-1	对特殊函数的调用	123
4-9-2	MAPLE 库函数在线帮助	124
4-9-3	调用 MAPLE 库函数	124
第 5 章	高级编程技术	127
5-1	数据输入输出	127



5-1-1	数据输入.....	127
5-1-2	数据输出.....	128
5-2	文件读写 I/O 命令函数.....	130
5-2-1	fopen 函数.....	130
5-2-2	fclose 函数.....	131
5-2-3	fprintf 函数.....	131
5-2-4	fscanf 函数.....	132
5-2-5	fread 函数.....	132
5-2-6	fwrite 函数.....	132
5-2-7	fgetl 函数.....	133
5-2-8	frewind 函数.....	134
5-2-9	fseek 函数.....	134
5-2-10	ftell 函数.....	135
5-3	图像文件的读写与显示.....	135
5-4	使用外部函数优化程序.....	138
5-5	MATLAB 和其他语言的接口.....	138
5-5-1	编译程序环境设置.....	139
5-5-2	Mex 文件及其结构.....	141
5-5-3	Mex 技术应用举例.....	143
5-6	内存管理.....	144
第 6 章	MATLAB 的绘图功能.....	147
6-1	基本绘图函数.....	147
6-2	二维图形的绘制.....	147
6-2-1	绘制二维图形的一般步骤.....	147
6-2-2	plot 函数的调用格式.....	148
6-3	基本的绘图控制.....	150
6-3-1	色彩、线型和数据点标志.....	150
6-3-2	坐标轴的控制.....	152
6-3-3	坐标网格.....	153
6-3-4	图形的标注和图例.....	153
6-3-5	图形的叠加功能.....	154
6-3-6	离散数据点的绘制.....	155
6-4	MATLAB 的图形窗口.....	156
6-4-1	建立图形窗口.....	156
6-4-2	子图.....	157
6-5	三维图形的绘制.....	158
6-5-1	三维曲线图形的绘制.....	158
6-5-2	创建三维图形的基本步骤.....	159

6-5-3	网格和曲面图形的绘制	160
6-6	伪彩色图	161
6-7	三维图形的控制	163
6-7-1	三维图的光照效果	163
6-7-2	视角的控制	163
6-7-3	坐标轴的控制	164
6-8	绘制特殊图形	165
6-8-1	区域图	165
6-8-2	直方图	166
6-8-3	饼图的绘制	168
6-8-4	柱状图的绘制	169
6-8-5	枝干图的绘制	170
6-9	从图形窗口进行交互控制	172
6-9-1	使用“编辑”菜单项进行控制	173
6-9-2	利用“插入”菜单项进行控制	174
6-9-3	利用菜单进行其他控制	175
6-10	图形的打印和输入	176
6-10-1	图形打印的菜单操作方式	176
6-10-2	利用命令打印图形	178
6-11	MATLAB 6.0 的绘图命令	179
第 7 章	Notebook 的使用	183
7-1	安装 Notebook	183
7-1-1	MATLAB 6.0 中 Notebook 的安装	184
7-1-2	MATLAB 5.0~5.3 版本如何安装 Notebook	186
7-2	启动 Notebook	186
7-2-1	Word 中启动 Notebook	187
7-2-2	从 MATLAB 6.0 中启动 Notebook	188
7-2-3	启动失败的补救措施	188
7-3	Notebook 的使用环境	190
7-3-1	Notebook 菜单简介	190
7-3-2	右键弹出菜单	196
7-4	Notebook 的使用	197
7-4-1	中文 M-book 模板的初始化	197
7-4-2	单元的定义和使用	198
7-4-3	计算区、循环运行	202
7-4-4	输出的控制	204
第 8 章	稀疏矩阵	207
8-1	稀疏矩阵的概念	208



8-1-1	稀疏矩阵的保存	208
8-1-2	创建稀疏矩阵	208
8-2	基本稀疏矩阵	211
8-2-1	单位稀疏矩阵	211
8-2-2	随机稀疏矩阵	212
8-2-3	正态分布的随机稀疏矩阵	213
8-2-4	稀疏对称随机矩阵	215
8-3	满矩阵和稀疏矩阵的转换	216
8-3-1	查找非 0 元素的下标	216
8-3-2	稀疏矩阵与满矩阵的转换	217
8-4	载入稀疏矩阵	218
8-5	稀疏矩阵的非 0 元素操作	219
8-5-1	求非 0 元素的个数	219
8-5-2	非 0 元素	219
8-5-3	非 0 元素存储空间数	220
8-5-4	非 0 元素的计算	220
8-5-5	非 0 元素用 1 替换	221
8-6	稀疏矩阵的可视化	222
8-7	稀疏矩阵的运算	223
8-7-1	稀疏矩阵的运算规则	223
8-7-2	稀疏矩阵的排序	224
8-7-3	范数、条件数和秩	226
8-7-4	稀疏矩阵的特征值和奇异值	227
8-7-5	稀疏矩阵的分解	228
8-8	系数矩阵为稀疏矩阵的线性方程	234
8-8-1	双共轭梯度法	234
8-8-2	双共轭梯度稳定法	236
8-8-3	二次共轭梯度法	238
8-8-4	广义最小残差法	239
第 9 章	MATLAB 中的图形用户界面	241
9-1	初识图形用户界面	241
9-1-1	一个简单的例子	242
9-1-2	图形用户界面设计过程和设计原则	246
9-2	MATLAB 语言图形界面编程基础	248
9-2-1	窗口对象及其属性	249
9-2-2	创建常用的对话框	252
9-2-3	基本控件和控件属性	253
9-2-4	菜单对象	255

9-3 图形用户界面设计详例.....	256
9-3-1 设计图形界面的准备.....	256
9-3-2 利用控制对象面板设计外观草图.....	257
9-3-3 添加新的图形对象.....	258
9-3-4 利用属性编辑器来添加属性内容.....	262
9-3-5 界面的修饰.....	263
9-3-6 设计界面的功能测试.....	265
9-3-7 提供的配套文件和数据.....	265
附录 A 基本命令函数目录.....	269
附录 B MATLAB 命令按字母顺序索引.....	303
附录 C Toolbox 函数.....	317



MATLAB 6.0 入门

1-1 MATLAB 简介

MATLAB 是由美国的 Math Works 公司推出的一个科技应用软件。它的名字是由 MATRIX（矩阵）和 LABORATORY（实验室）这两个词的前三个字母组合而成。

Math Works 于 1999 年推出 MATLAB 5.3，2000 年末又推出了 6.0 版本。与以前的版本相比（MATLAB 6.0 即 MATLAB Release 12 版本），它无论在界面的设计上还是在内容上都有很大的进展。

MATLAB 是一种高性能的、用于工程计算的编程软件，它把科学计算、结果的可视化和编程都集中在一个使用非常方便的环境中。

一般来说，MATLAB 系统包括下面五个主要部分：

- （1）编程语言：它是以矩阵和数组为基本单位的编程语言。
- （2）工作环境：包括了一系列的应用工具，提供编程和调试程序的环境。
- （3）图形处理：包括绘制二维、三维图形和创建图形用户界面（GUI）等。
- （4）数学库函数：包含了大量的数学函数，也包括复杂的功能。
- （5）应用程序接口（API）：提供接口程序，可使 MATLAB 与其他语言程序进行交互。

它的典型特点如下：

- （1）语言简洁紧凑，运算符十分丰富，使用起来极为方便灵活。
- （2）既具有结构化的控制语言，又能面向对象编程。
- （3）语法限制不严格，程序设计自由度大，并且程序的可移植性较好。
- （4）具有强大的图形功能。
- （5）包含功能强劲的工具箱。
- （6）MATLAB 的一个最重要、最受欢迎的特点是它的开放性。
- （7）MATLAB 典型的应用包括以下两方面：

- ① 数值计算和符号计算。
- ② 建模和动态仿真。

随着 MATLAB 新版本的不断出现，MATLAB 5.3 以前的版本已经基本淘汰。虽然目前使用最多的仍是 MATLAB 5.3 版，但是作为 Math Works 公司最新推出的力作 MATLAB

6.0, 由于它具有更为强大的功能和更加方便的使用条件, 不久必将得到新老用户的喜爱。

1-2 MATLAB 6.0 系统需求

MATLAB 程序本身可以适用于多种机型和操作系统, 本书将只针对目前使用最广泛的 PC 机系统进行介绍。

MATLAB 6.0 提供了比 MATLAB 5.x 更为强大的功能和更加方便的使用条件, 自然也就对系统提出了更高的软硬件要求。

1-2-1 硬件需求

基于 IBM-PC 或与之完全兼容的带有中央处理器的奔腾及其以上机器至少 64MB 的内存, 推荐使用 128MB 及以上内存。

- 用于安装的光盘驱动器、鼠标。
- 安装 MATLAB 6.0 所需的硬盘空间, 一般需 700MB 左右。
- 推荐使用 MS Windows 支持的图形加速卡。
- 推荐安装声卡。

1-2-2 软件需求

安装有 MATLAB Notebook, 并且有 Microsoft Word 7.0 (Office 95)、Microsoft Word 8.0 (Office 97) 或 Office 2000 等支持的操作系统。

用来阅读 PDF 文件的 Adobe Acrobat Reader。

还可与下列软件配用: Compaq Visual Fortran 5.0 or 6.1; Microsoft Visual C/C++ version 5.0 or 6.0; Borland C/C++ version 5.0 or 5.02; Borland C++ Builder version 3.0、4.0 or 5.0。

1-3 MATLAB 6.0 的安装过程

安装前需要做的一些准备工作:

- (1) 关闭所运行的病毒检测软件。
- (2) 退出当前运行的其他程序, 尤其需退出 MATLAB 的其他副本。
- (3) 找到您的 PLP (Personal License Password)。
- (4) 确定您的系统满足本软件安装的基本需要。
- (5) 为保证您的 MATLAB 安装后良好运行, 在安装前, 可先修改语言选项。操作为: 打开“我的电脑”→“控制面板”→“区域设置”, 在如图 1-1 “区域设置”选项卡中选择“英语(美国)”, 然后单击“应用”按钮。安装好后, 可以把设置还原。

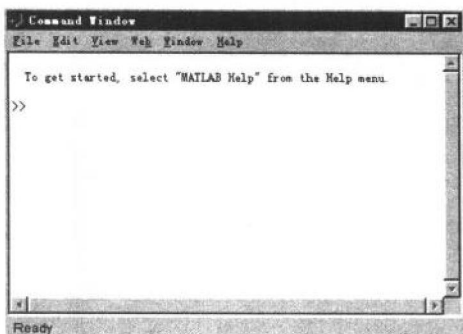


图 1-8 单独的命令窗口



图 1-9 MATLAB 6.0 的工作台

在 MATLAB 6.0 的工作台及工具箱窗口中，可以看到已经安装的各种工具箱，双击选中的工具箱或单击前面的“+”号，就能看到工具箱中的各项功能。例如，单击“Symbolic Math Toolbox”前面的“+”号，可以看到这个工具箱中包含 Help、Demos 和 Product Page (Web) 三个部分，如图 1-10 所示。

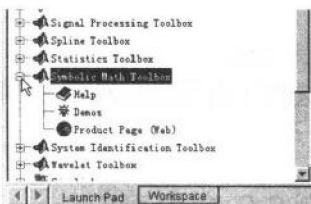


图 1-10 数学符号工具箱

它们的作用分别如下：

- (1) Help: 提供在线帮助。
- (2) Demos: 提供系统演示功能。
- (3) Product Page (Web): 提供 Internet 在线支持。

4. 工作空间窗口

在 MATLAB 主窗口的左上部分可以通过切换到“Workspace”窗口，即工作空间。在这个窗口中，可以看到 MATLAB 的各个工作变量。新打开 MATLAB 时，只能看到一个变量 ans，这是一个由系统提供的默认输出变量。

假设现在我们在命令窗口中输入一个矩阵 $A=[1\ 2\ 3]$ ，如图 1-11 所示。

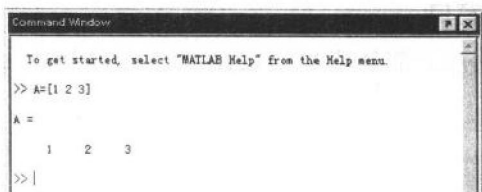


图 1-11 在命令窗口中输入数据

3. 在线帮助

尽快了解和掌握 MATLAB 6.0 的帮助系统,对每一个用户都是十分必要的。MATLAB 的在线帮助系统原本已相当有效,升级后的版本,其帮助系统更加完善。

MATLAB 帮助系统可分成三大部分:

- (1) 随 MATLAB 内建函数、M 函数文件、目录而建立的在线帮助文件。只要用户安装 MATLAB 的引擎、主包、工具包,这部分帮助文件就会被同时安装。这种在线帮助内容的查阅特别简单、方便、灵活。

它的查阅途径有以下三条:

① 直接利用命令窗中的 help、lookfor

- 使用不带任何限定的 help,可以得到分类名称详细列表。

```
>> help
HELP topics:
MATLAB\general      - General purpose commands.
MATLAB\ops           - Operators and special characters.
MATLAB\lang          - Programming language constructs.
MATLAB\elmat         - Elementary matrices and matrix
manipulation.
MATLAB\elfun         - Elementary math functions.
MATLAB\specfun       - Specialized math functions.
MATLAB\matfun        - Matrix functions - numerical linear algebra.
.....             %未列出部分
xpc\xpcdemos        - xPC Target -- demos and sample script files.
kernel\embedded      - xPC Target Embedded Option
MATLABR12\work       - (No table of contents file)
For more help on directory/topic, type "help topic".
```

- 使用 help topic 用来获得具体子类的命令。

例如,查看运算符 ops 的详细内容。

```
>> help ops
Operators and special characters.

Arithmetic operators.
plus      - Plus
uplus     - Unary plus
minus     - Minus
uminus    - Unary minus
mtimes    - Matrix multiply
.....

Relational operators.
.....

Logical operators.
.....
```