

数学工具软件丛书

MATLAB 6

实例教程

精英科技 郝红伟 编著



中国电力出版社
www.infopower.com.cn

数学工具软件丛书

MATLAB 6

实例教程

精英科技 郝红伟 编著

中国电力出版社

内 容 提 要

MATLAB 是美国 MathWorks 公司推出的一款优秀的数学工具软件, 其最新版本是 MATLAB 6。全书内容共分三篇 18 章, 书中结合大量实例, 由浅入深、循序渐进地介绍了 MATLAB 6 的基本使用方法、科学计算功能、图形功能和工具箱编程等, 充分、详尽地介绍了 MATLAB 6 的各种功能, 内容详实, 可操作性强。

本书适合从事科学研究、功能应用的技术人员, 高等院校的理工科教师和学生使用。

图书在版编目 (CIP) 数据

MATLAB 6 实例教程/郝红伟编著.-北京: 中国电力出版社, 2001

ISBN 7-5083-0657-0

I .M… II .郝… III. 计算机辅助计算-软件包, MATLAB 6-教材 IV.TP391.75

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第 034192 号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路 6 号 100044 <http://www.infopower.com.cn>)

三河市实验小学印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2001 年 9 月第一版 2001 年 9 月北京第一次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 28.5 印张 642 千字

定价 40.00 元

版 权 所 有 翻 印 必 究

(本书如有印装质量问题, 我社发行部负责退换)

前 言

MATLAB 是美国 MathWorks 公司推出的数学软件, 具有优秀的数值计算能力和卓越的数据可视化功能。目前, 它的最新版本 MATLAB 6 已经推出。

MATLAB 目前已经发展成为适合多学科、多种工作平台的功能强大的大型软件, 广泛应用于大学科研、工程计算等诸多方面, 尤其在工程界, 无论从事哪个学科, 都能在 MATLAB 里找到合适的功能。

MATLAB 包含两个部分: 核心部分和各种可选的工具箱。核心部分中有数百个核心内部函数, 其工具箱又可分为两类: 功能性工具箱和学科性工具箱。功能性工具箱主要用来扩充其符号功能、图示建模仿真功能等, 学科性工具箱则应用于专门的领域。

本书将结合 MATLAB 6 的最新特点, 结合大量实例对 MATLAB 做一个全面的介绍, 使读者能够通过对本书的学习, 掌握运用 MATLAB 的能力。

本书由浅入深地介绍了 MATLAB 6, 本书共分三个部分:

基础篇: 介绍与 MATLAB 关系紧密的矩阵知识以及基本的操作方法。

进阶篇: 介绍 MATLAB 的编程知识以及强大的图形处理功能。

高级篇: 介绍目前流行的 MATLAB 工具箱功能及其使用方法。

本书适合从事理工科学习和研究的各行各业的工程人员、研究人员、科学家、教师和学生等阅读、参考。

由于时间仓促, 作者水平有限, 书中错误在所难免, 欢迎广大读者批评指正。

作者电子邮件地址: yyvone@263.net

作 者

2001 年 8 月

目 录

前 言

第一篇 基 础 篇

第 1 章	MATLAB 6 给我们带来了什么	3
1.1	MATLAB 的起源和应用	3
1.2	MATLAB 与其他数学软件	4
1.3	MATLAB 6 的新特性	5
第 2 章	MATLAB 基础	8
2.1	矩阵介绍	8
2.2	矩阵操作中的数据显示格式	10
2.3	矩阵的一般运算符和操作符	12
2.4	关系运算符	18
2.5	逻辑运算及逻辑函数	20
2.6	字符串操作	30
第 3 章	特定矩阵的建立	48
3.1	1 矩阵、零矩阵和单位矩阵	48
3.2	随机数和随机矩阵	50
3.3	从已存在的矩阵中生成对角向量和三角矩阵	51
3.4	空矩阵	54
3.5	向量和子矩阵的生成	55
3.6	MATLAB 中的特殊矩阵	58
第 4 章	线性方程系统	61
4.1	行列式、逆和秩	61
4.2	线性系统的求解和 LU 因式分解	66
4.3	行梯形矩阵	70
4.4	Cholesky 因式分解	71
4.5	QR 因式分解	72
4.6	范数和条件数	75
4.7	超定方程组和欠定方程组	78

第 5 章 稀疏矩阵	82
5.1 稀疏矩阵存储的优点	82
5.2 稀疏矩阵的生成	83
5.3 稀疏矩阵运算	83
5.4 稀疏矩阵的转换与分解	85

第 6 章 数据处理	91
6.1 曲线拟合	91
6.2 数值插值	98
6.3 数值微商	106
6.4 数值积分	108

第二篇 进 阶 篇

第 7 章 MATLAB 程序设计基础	115
7.1 程序结构与控制	115
7.2 M 文件与 M 函数	128

第 8 章 二维绘图	138
8.1 MATLAB 中的图形窗口	138
8.2 基本图形绘制	139
8.3 图形处理	141

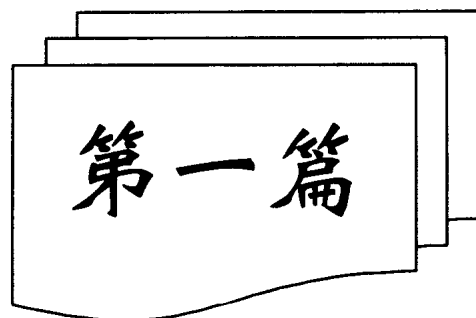
第 9 章 三维图形	151
9.1 plot3 函数	151
9.2 改变视角	154
9.3 两个变量的标量函数	155
9.4 杂乱或散射数据的插值	158
9.5 网格图	159
9.6 曲面图	162
9.7 等值线图	166
9.8 三维数据的二维图	167
9.9 其他函数	170
9.10 动画	173

第 10 章 颜色的使用	174
10.1 颜色映像理解	174
10.2 颜色映像使用	176

10.3 颜色映像显示	176
10.4 颜色映像的建立和修改	178
10.5 用颜色描述第四维	181
10.6 照明模型	186
第 11 章 句柄图形	188
11.1 句柄图形的概述	188
11.2 什么是句柄图形对象	189
11.3 句柄对象	190
11.4 通用 get 和 set 函数	190
11.5 查找对象	194
11.6 用鼠标选择对象	198
11.7 位置和单位	199
11.8 图形打印	200
11.9 默认属性	201
11.10 非文件式属性	203
第 12 章 创建图形用户界面	205
12.1 图形界面 GUI 的概述	205
12.2 GUI 对象层次结构	206
12.3 菜单	207
12.4 控制框	218
12.5 编程和回调考虑	229
12.6 指针和鼠标按钮事件	238
12.7 中断回调的规则	239
12.8 M 文件举例	240
12.9 对话框和请求程序	250
第 13 章 MATLAB 与其他编程语言结合	257
13.1 介绍 MATLAB 和 C 语言	257
13.2 MATLAB 和 C 语言结合	258
第 14 章 Simulink 的介绍	277
14.1 Simulink 环境介绍	277
14.2 Simulink 的仿真程序	282

第三篇 高级篇

第 15 章 信号处理工具箱	287
15.1 引言	287
15.2 用 MATLAB 进行信号处理的基本知识	288
15.3 滤波器的实现与分析	294
15.4 信号变换	310
15.5 统计信号处理	314
第 16 章 小波工具箱	324
16.1 小波分析的基本理论	324
16.2 GUI 用法简介	330
16.3 小波分析应用	358
第 17 章 神经网络工具箱	363
17.1 神经网络工具箱简介	363
17.2 感知器	364
17.3 线性神经网络	366
17.4 BP 网络	367
17.5 径向基函数网络	369
17.6 自组织网络	371
17.7 回归网络	372
17.8 神经网络的应用实例	372
第 18 章 优化工具箱	376
18.1 优化工具箱概述	376
18.2 算法介绍	377
18.3 工具箱的使用举例	385
附录 A MATLAB 命令参考	395
附录 B TOOLBOX 函数	418



基 础 篇

第 1 章 MATLAB 6 给我们带来了什么

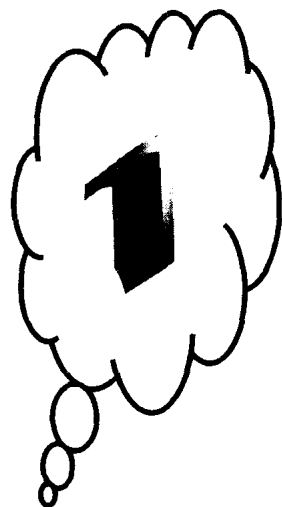
第 2 章 MATLAB 基础

第 3 章 特定矩阵的建立

第 4 章 线性方程系统

第 5 章 稀疏矩阵

第 6 章 数据处理



MATLAB 6 给我们带来了什么

1.1 MATLAB 的起源和应用

MATLAB 是由美国的 MathWorks 公司推出的一个为科学和工程计算而专门设计的高级交互式软件包。它是一种高性能的用于工程计算的编程软件，它把科学计算、编程和结果的可视化都集中在一个使用非常方便的环境中。

MATLAB 最早是作为矩阵实验室 (Matrix Laboratory)，是用来提供与 LINPACK 和 EISPACK 矩阵软件接口的，后来，它逐渐发展成为具有通用科技计算、图形交互系统和程序设计语言的、国际公认的、最优秀的科技应用软件之一。其典型的应用范围包括以下方面：

- 数学计算
- 算法推导
- 建模和仿真模拟
- 数据分析和结果的可视化
- 工程图形的绘制
- 应用程序开发，包括用户图形界面的建立

与其他高级语言相比，MATLAB 提供了一个人机交互的数学环境，并以矩阵作为基本的数据结构，可以大大节省编程时间。MATLAB 语法规则简单、容易掌握、调试方便，调试过程中可以设置断点，存储中间结果，从而很快查出程序中的错误。

从 1987 年推出了 MATLAB 3.0 版本, 到 1999 年的 5.3 版本, 软件的功能和可操作性得到不断的加强。现在 MathWorks 公司又推出了最新版本 MATLAB 6。在新的版本里 MathWorks 公司增加了许多新的功能, 使得人们能够更方便地使用 MATLAB 软件。

1.2 MATLAB 与其他数学软件

目前在科技和工程界上比较流行和著名的数学软件除了 MATLAB 外, 还有三种软件: Maple、MathCAD 和 Mathematica。它们各自针对的目标都有不同的特色, 这里我们将它们做一对比。

1.2.1 Maple

Maple V 是由 Waterloo 大学开发的数学系统软件, 不但具有精确的数值处理功能, 而且具有无以伦比的符号计算功能。Maple V 的符号计算能力还是 MathCAD 和 MATLAB 等软件的符号处理的核心。Maple 提供了 2000 余种数学函数, 涉及范围包括: 普通数学、高等数学、线性代数、数论、离散数学、图形学。它不但提供了一套内置的编程语言, 用户可以开发自己的应用程序, 而且 Maple 自身的 2000 多种函数基本上是用此语言开发的。

Maple 采用字符行输入方式, 输入时需要按照规定的格式输入, 虽然与一般常见的数学格式不同, 但灵活方便, 也很容易理解。输出则可以选择字符方式和图形方式, 产生的图形结果可以很方便地剪贴到 Windows 应用程序内。

1.2.2 MathCAD

MathCAD 是美国 Mathsoft 公司推出的一个交互式的数学系统软件。它从早期的 DOS 下的 1.0 和 Windows 下的 4.0 版本, 到今日的 8.0 版本, 功能也从简单的数值计算, 直至引用 Maple 强大的符号计算能力, 使得它发生了一个质的飞跃。

MathCAD 是集文本编辑、数学计算、程序编辑和仿真于一体的软件。MathCAD 7.0 Professional (专业版) 运行在 Win9X/NT 下, 它的主要特点是输入格式与人们习惯的数学书写格式很近似, 采用 WYSWYG (所见即所得) 界面, 特别适合一般无须进行复杂编程或要求比较特殊的计算。MathCAD 7.0 Professional 还带有一个程序编辑器, 对于一般比较短小的程序或者要求计算速度比较低时, 采用它可使编程大为简化。这个程序编辑器的优点是语法特别简单。

MathCAD 可以看做是一个功能强大的计算器, 没有很复杂的规则, 同时它也可以和 Word、Lotus、WPS2000 等文字处理软件很好地配合使用, 可以把它当做一个出色的全屏幕数学公式编辑器来使用。

1.2.3 Mathematica

Mathematica 是由美国物理学家 Stephen Wolfram 领导的、Wolfram Research 开发的数学系统软件。它拥有强大的数值计算和符号计算能力，在这一方面与 Maple 类似，但它的符号计算不是基于 Maple 上的，而是自己开发的。

Mathematica 的基本系统主要是用 C 语言开发的，因而可以比较容易地移植到各种平台上。Mathematica 是一个交互式的计算系统，计算是在用户和 Mathematica 互相交换、传递信息数据的过程中完成的。Mathematica 系统所接受的命令都被称作表达式，系统在接受了一个表达式之后就对它进行处理，然后再把计算结果返回。Mathematica 对于输入形式有比较严格的规定，用户必须按照系统规定的数学格式输入，系统才能正确地处理，不过由于 3.0 版本引入输入面板，并且可以修改、重组输入面板，因此以前版本输入指令时需要不断切换大小写字符的繁琐方式得到很好的改善。3.0 版本可以用各种格式保存文件和剪贴内容，包括 RTF、HTML、BMP 等格式。

1.2.4 MATLAB

与其他数学软件相比，MATLAB 的强项在于矩阵计算和图形处理能力。

MATLAB 程序主要由主程序和各種工具包组成，其中主程序包含数百个内部核心函数，工具包则包括复杂系统仿真、信号处理工具包、系统识别工具包、优化工具包、神经网络工具包、控制系统工具包、分析和综合工具包、样条工具包、符号数学工具包、图像处理工具包、统计工具包等。

MATLAB 是数值计算的先锋，它以矩阵作为基本数据单位，在应用线性代数、数理统计、自动控制、数字信号处理、动态系统仿真方面已经成为首选工具，同时也是科研工作人员和大学生、研究生进行科学研究的得力工具。MATLAB 在输入方面也很方便，可以使用内部的 Editor 或者其他任何字符处理器；同时还可以与 Word 结合在一起，在 Word 的页面里直接调用 MATLAB 的大部分功能，使 Word 具有特殊的计算能力。

1.3 MATLAB 6 的新特性

在 MATLAB 6 中包含了对 MATLAB、Simulink 以及其他相关产品的改进。在新的版本中将能够更方便地使用这个软件，软件与外界环境的联系途径也增加了，同时代码生成工具也有重大改进。我们将对主要的改进做一简介，并将在后续的章节中结合具体应用作深入了解。

1.3.1 新的用户环境

启动 MATLAB 6 后所能见到的最明显的变化，就是 MATLAB 6 采用了新的用户界面，

如图 1-1 所示。和以前的版本相比，MATLAB 6 的用户界面除了原有的命令窗口以外，还包含了命令历史记录窗口，从而能够看到以前使用过的 MATLAB 命令的记录并能够再次运行它们。同时，界面还增加了 Launch Pad 窗口，可以方便地调用工具箱和 M 文件，还能够调看相关帮助文档。

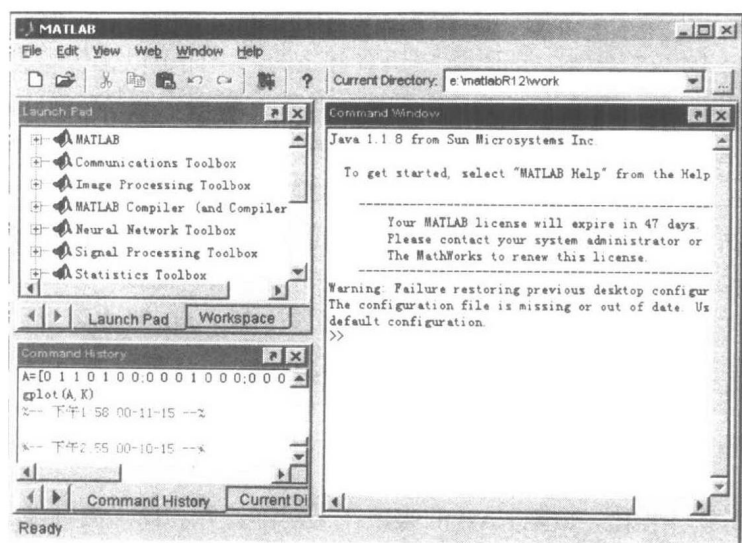


图 1-1 用户界面

在新版本中把在线帮助结合到了用户界面中，只要通过对 Help 菜单的选取就可以获得在线帮助。除此之外，MATLAB 6 的用户环境还做了一些改进，可以使用打印页面设置以及打印对话框。

1.3.2 与外界环境的连接

在 MATLAB 6 中提供了更多的与外界环境的连接方式，这里的环境兼指软件环境和硬件环境。

其中，MATLAB 6 提供了 Java 的界面，允许在 MATLAB 的函数中调用 Java 类，利用这些类建立对象，使用这些对象，并能保存供以后使用。

MATLAB 6 还提供了串口功能，支持对周边设备的直接访问，这些设备可以是调制解调器、打印机以及其他通过串口和计算机连接的各种仪器。

1.3.3 新增工具设备

在 MATLAB 6 中还增加了一些新的设备，本节将对其进行简介，具体内容将在以后的相关章节中加以介绍。

1. 通信模块组

通信模块组除了结合原来通信工具箱中已包含的一些模块功能外，还具有这样一些

新设备:

- (1) 数字信号调节库, 包括放大调节器、频率调节器、相位调节器和连续相位调节器。
- (2) 插入工具库, 包括块插入以及卷积插入子库。
- (3) 衰减信道模块, 包括 Multipath Rayleigh 衰减信道模块和 Rician 衰减信道模块。

2. 滤波器设计工具箱

滤波器设计工具箱具有原来量子滤波工具箱所具有的功能, 同时包含了高级 FIR 过滤器和 IIR 过滤器的设计方法, 并提供数字 FIR 过滤器和 IIR 过滤器的设计分析工具。其中包括新的实施结构以及实施函数。

3. 仪器控制工具箱

这个新增的工具箱提供支持 GPIB 界面、VISA 标准以及串口界面的框架。它可以进行基于对象的设计, 可以对 MATLAB 以外的设备进行数据读写、数据记录以及相应的控制, 同时还提供了绘图工具。

4. Simulink 执行工具

Simulink 执行工具包括:

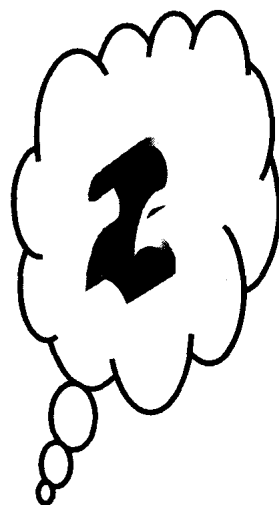
- Simulink 加速器
- 集中测试工具
- 模型差异分析工具
- 模型显示工具

1.3.4 编程语言的改进

在 MATLAB 6 中采用 LAPACK 库进行矩阵运算。其中包括解边界值常微分方程和初始值偏微分方程的新函数, 新函数能更合理地调用数据、访问函数以及传递函数参量。此外, 在编程结构中加入了“continue”语句, 用于更好地控制循环, 并能够方便地引入其他编程语言中的算法。MATLAB 6 还对程序编译器进行了改进, M 文件长度不再受限制, 可以用“int”和“uint”定义数据类型。

1.3.5 图形处理的改进

MATLAB 6 在图形处理方面作了许多改进, 包括增加了物体透明属性, 增加了图形属性控制编辑器, 同时引进了 OpenGL 编译器, 加快了图形访问的速度。



MATLAB 基 础

在 MATLAB 中，数据的基本格式是矩阵。虽然在 MATLAB 中有多种方式用于数据处理，但强大的矩阵运算功能正是 MATLAB 最突出的特点，所以对于 MATLAB 的初学者，首先应该学会如何对矩阵进行操作。本章将结合 MATLAB 的工作环境对矩阵的基本知识进行介绍。

2.1 矩阵介绍

我们通过【例 2.1】来说明矩阵的基本形式。

【例 2.1】一个 3×3 的矩阵如下：

A=

11 22 50

20 9 8

7 11 9

第 1 行是 11 22 50，第 2 列是 22

9

11

我们用 a_{ij} 来表示第 i 行、第 j 列的数。本例中， $a_{23}=8$ 。

这就是矩阵最基本的形式，二维矩阵。当矩阵仅由一行组成时，它是一个行向量。

如果矩阵仅有一列，那么就是一个列向量。向量是矩阵的特例。向量中元素的数量是向量的长度。如果矩阵的维数是 1×1 ，那么它是一个标量，是一个数。

在 MATLAB 中，一个变量可以通过给它分配一个值来定义，如下所示：

```
var = expr;
```

表达式可以由数字、变量、操作符和函数等组成。

定义一个变量的另一个方法是输入 `expr` 项，然后 MATLAB 对预定义变量 `ans` 分配这个表达式值。

二维矩阵的分配可以有多种方法实现。最简单的方法是在方括号 “[]” 确定的范围内逐行给定元素。如果定义一个标量，则方括号就不需要了。相同行中的元素是由一行或多个空格 “ ” 或一个逗号 “,” 分隔，列由分号 “;” 或回车键分隔。没有结尾分号的每个命令在屏幕上显示出其结果。若结尾带分号，就执行计算，但计算结果并不显示。在 MATLAB 中使用的标点符号的一览表可以通过输入 “`help punct`” 得到。

一个变量的值可以通过输入它的名字和按回车键获得，MATLAB 以显示这个变量的名字和值作为回答。如果这个变量并不存在，那么就显示一个错误信息。

一个矩阵或一个向量的指定元素由指定它的索引来决定：

```
var (rowIndex, columnIndex)
```

如果这个变量是一个向量，则只允许有一个索引。

我们通过以下的例子来熟悉 MATLAB 中最基本的矩阵操作。

【例 2.2】MATLAB 中基本的矩阵操作实例。

(1) 指定一个标量：

命令窗口 (Command Window) 是人机交互的主要界面，在命令提示符 “>>” 后输入命令，并按回车键，则 MATLAB 开始解释执行用户命令，并显示结果。

直接输入 `x=7`，并回车，即

```
>>x=7
```

屏幕显示：

```
x =
```

```
7
```

(2) 指定一个矩阵：

```
>>A=[ 1 2 3; 4 5 6; 7 8 9]
```

屏幕显示：

```
A =
```

```
1     2     3
```

```
4     5     6
```

```
7     8     9
```