

• 万水 计算机实用教程系列

Matlab 6.1

➔ 最新应用详解

王学辉 张明辉 等编著



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

万水计算机实用教程系列

Matlab 6.1 最新应用详解

王学辉 张明辉 等编著

中国水利水电出版社

内 容 提 要

本书从 Matlab 的基础知识入手,在详细介绍各种常用命令的同时,向读者介绍了 Matlab 在高等数学、线性代数、符号运算、图形图像处理、数据处理等方面的应用。考虑到高层读者的需求,我们介绍了 Matlab 程序设计、句柄图形以及图形用户界面方面的核心知识。此外,我们还精选了在工程中应用广泛的几个工具箱如统计、优化、神经网络等作了专题介绍,更为可贵的是,本书侧重于利用大量的实例来引导读者快速学习和掌握 Matlab 的各种功能,并尽量与实际问题相结合,以体现其工程应用的重要性。本书附录则配有常用命令的列表,以供参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

Matlab 6.1 最新应用详解/王学辉等编著. —北京:中国水利水电出版社, 2001

(万水计算机实用教程系列)

ISBN 7-5084-0894-2

I.M… II.王… III.计算机辅助计算—软件包, Matlab 6.1—教材 IV. TP391.75

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第 084637 号

书 名	Matlab 6.1 最新应用详解
作 者	王学辉 张明辉 等编著
出版、发行	中国水利水电出版社 (北京市三里河路 6 号 100044) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: mchannel@public3.bta.net.cn (万水) sale@waterpub.com.cn
经 售	电话: (010) 68359286 (万水) 63202266 (总机) 68331835 (发行部) 全国各地新华书店
排 版	北京万水电子信息有限公司
印 刷	北京天竺颖华印刷厂
规 格	787×1092 毫米 16 开本 28.25 印张 619 千字
版 次	2002 年 1 月第一版 2002 年 1 月北京第一次印刷
印 数	0001—5000 册
定 价	40.00 元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社发行部负责调换

版权所有·侵权必究

前 言

Matlab 由 Math works 公司开发, 是一种用于工程计算的高性能语言, 它主要包括两大内容: 核心函数和工具箱。几百个核心函数是 Matlab 数学运算的基础, 功能愈来愈强大的工具箱是 Matlab 深入应用到各个具体工程领域的利器。Matlab 编程代码很接近数学推导格式, 简洁直观, 更符合人们的思维习惯, 所以编程极其方便, 被称为“草稿纸”式的编程工具。Matlab 的典型应用包括以下几个方面: 数学计算、算法开发、建模及仿真、数据分析及可视化、科学及工程绘图、应用开发(包括图形界面)。

时至今日, 经过不断的完善, Matlab 已经发展成为适合多学科、多重工作平台的功能强大的大型软件, 现在的最新版本已经到了 6.1 版。在国外, Matlab 经受了多年的考验。在欧美等高校, Matlab 已经成为线性代数、自动控制理论、数理统计、数字信号处理、时间序列分析、动态系统仿真等高级课程的基本教学工具; 成为攻读学位的大学生、硕士生、博士生必须掌握的基本技能。在设计研究单位和工业部门, Matlab 被广泛用于科学计算和解决各种具体问题, 可以说无论你是从事工程方面的哪个学科, 都能在 Matlab 里找到合适的功能, 在国内, 特别是在工业界, 相信 Matlab 一定会盛行起来。因此希望各位读者能够先行一步, 引领未来潮流。

本书从 Matlab 的基础知识入手, 在详细介绍各种常用命令的同时, 向读者介绍了 Matlab 在高等数学、线性代数、符号运算、图形图像处理、数据处理等方面的应用; 考虑到高层次读者的需求, 我们介绍了 Matlab 程序设计, 句柄图形, 以及图形用户界面方面的核心知识, 此外, 我们还精选了在工程中应用广泛的几个工具箱, 如统计、优化、神经网络等作了专题介绍, 更为可贵的是, 本书侧重于利用大量的实例来引导读者快速学习和掌握 Matlab 的各种功能, 并尽量与实际问题相结合, 以体现其工程应用的重要性。

本书的特色概括如下:

- 新: 体现了 Matlab 6.x 和 SIMULINK 4.x 的最新改进。
- 全: 既面向初级用户, 如基本的矩阵运算、图形处理。更照顾到高层次用户的需求, 如图形用户界面、系统仿真等。
- 实用: 本书有大量的实例, 融入了作者自己的心得体会, 相信读者会心领神会, 一定会迅速进入 Matlab 的奇妙世界, 并达到举一反三、融会贯通、游刃有余的程度。

另外读者在阅读本书时应该注意, 程序代码中以“>>”开头的内容为输入到命令窗口的命令执行语句, 而函数程序、脚本程序没有“>>”开头。

本书由王学辉和张明辉共同执笔编写, 赵冰晶、李秀屹、程华遵、李冰、魏浩然、李

晓东、王宏、李四琦、王怀瑾、吴子城、李小炎、刘大伟、赵华刚、朱育、赵晓燕、李晓阳、马军、朱玉成、成兵、林军、章浩、君华强、余波、杨俊、李大成、王豪梁、王军、程松、高荣益和葛艳玲等同志在整理材料方面给予了作者很大的帮助，在此，对他们表示感谢。

由于 Matlab 功能强大，内容众多，涉及领域广泛，加之作者水平有限，书中错误之处在所难免，希望广大读者不吝赐教。

作 者

2001 年 10 月

目 录

前言

第一章 Matlab 6.1 概述	1
1.1 Matlab 6.1 概述	1
1.1.1 Matlab 的历史	1
1.1.2 Matlab 的构成	1
1.1.3 Matlab 的特点	4
1.1.4 Matlab 6.1 新增功能简介	5
1.2 Matlab 6.1 的安装与运行	6
第二章 Matlab 基本操作	9
2.1 Matlab 视窗环境	9
2.1.1 Matlab 的命令控制窗口	9
2.1.2 程序编辑/调试器	13
2.1.3 路径浏览器	13
2.2 Matlab 常用命令	15
2.2.1 获得在线帮助	15
2.2.2 变量和工作空间管理命令	16
2.2.3 数值输出格式命令	18
2.3 Matlab 运算符	20
2.3.1 算术运算符	20
2.3.2 关系运算符	21
2.3.3 逻辑运算符	23
2.3.4 特殊运算符	24
2.4 M 文件	26
2.4.1 M 文件的编写	26
2.4.2 M 文件的管理	28
2.4.3 在 M 文件中使用文件函数	29
2.5 本章小结	30
第三章 数组与矩阵	31
3.1 创建数组与矩阵	31
3.1.1 直接输入创建数组与矩阵	31

3.1.2	使用冒号创建数组与矩阵.....	31
3.1.3	使用函数创建矩阵.....	32
3.1.4	特殊矩阵.....	33
3.1.5	一维数组的特殊创建方法.....	35
3.2	数组运算.....	36
3.2.1	数组算术运算.....	36
3.2.2	关系、逻辑运算.....	37
3.2.3	向量函数.....	37
3.3	矩阵运算.....	39
3.3.1	矩阵算术运算.....	39
3.3.2	矩阵线性运算.....	40
3.4	稀疏矩阵.....	47
3.4.1	创建稀疏矩阵.....	48
3.4.2	查看稀疏矩阵.....	48
3.4.3	稀疏矩阵的运算.....	51
3.5	文本操作.....	59
3.5.1	字符串.....	59
3.5.2	字符串转换.....	62
3.5.3	字符串函数.....	65
3.6	本章小结.....	67
第四章	Matlab 图形绘制.....	68
4.1	Matlab 二维绘图.....	69
4.1.1	用 plot 函数绘图.....	69
4.1.2	专业二维绘图函数.....	75
4.2	Matlab 其他基本函数与基本图形处理.....	85
4.2.1	其他基本函数.....	85
4.2.2	图形标注及简单处理.....	88
4.3	Matlab 三维绘图.....	92
4.3.1	基本三维绘图.....	92
4.3.2	Matlab 图形处理.....	100
4.3.3	动态图形的制作.....	108
4.4	本章小结.....	111
第五章	数学函数和坐标变换.....	112
5.1	基本的数学函数.....	112
5.1.1	abs 绝对值.....	112

5.1.2	acos 反余弦函数.....	112
5.1.3	acosh 反双曲余弦函数.....	113
5.1.4	acot 反余切函数和 acoth 反双曲余切函数.....	113
5.1.5	acsc(X)反余割函数和 acsch(X)反双曲余割函数.....	114
5.1.6	angle 相位角.....	114
5.1.7	asec 反正割函数和 asech 反双曲正割函数.....	115
5.1.8	asin 反正弦函数和 asinh 反双曲正弦函数.....	116
5.1.9	atan 反正切函数和 atanh 反双曲正切函数.....	116
5.1.10	ceil 向正向无穷大舍入.....	117
5.1.11	complex(A,B)复数.....	117
5.1.12	conj 共扼复数.....	118
5.1.13	cos 余弦函数和 cosh 双曲余弦函数.....	119
5.1.14	cot 余切函数和 coth 双曲余切函数.....	120
5.1.15	csc 余割函数和 csch 双曲余割函数.....	120
5.1.16	exp 指数函数.....	121
5.1.17	fix 向 0 舍入.....	122
5.1.18	floor 向负无穷大舍入.....	122
5.1.19	gcd 最大公约数.....	122
5.1.20	imag 复数的虚部.....	123
5.1.21	lcm 最小公倍数.....	123
5.1.22	log 自然对数.....	124
5.1.23	log2 以 2 为底的对数.....	124
5.1.24	log10 以 10 为底的对数.....	124
5.1.25	mod 模除.....	125
5.1.26	nchoosek 二项式系数.....	125
5.1.27	real 复数的实部.....	125
5.1.28	rem 余数.....	126
5.1.29	round 向最接近的整数舍入.....	126
5.1.30	sec 正割函数和 sech 双曲正割函数.....	126
5.1.31	sign 正负号.....	127
5.1.32	sin 正弦函数和 sinh 双曲正弦函数.....	127
5.1.33	sqrt 平方根.....	128
5.1.34	tan 正切函数和 tanh 双曲正切函数.....	128
5.2	高级数学函数.....	129
5.2.1	airy 艾利函数.....	129

5.2.2	besselh 第三类贝塞尔函数 (汉克尔函数)	130
5.2.3	besseli 和 besselk 改良型贝塞尔函数	132
5.2.4	besselj 和 bessely 贝塞尔函数	132
5.2.5	beta, betanic 和 betaln 贝塔函数	133
5.2.6	ellipj 雅可比椭圆函数	134
5.2.7	ellipke 完全椭圆积分函数	134
5.2.8	erf, erfc, erfcx 和 erfinv 误差函数	135
5.2.9	expint 指数积分	136
5.2.10	factorial 阶乘函数	136
5.2.11	gamma, gammainc 和 gammaln 伽马函数	136
5.2.12	legendre 勒让德函数	137
5.2.13	pow2 比例浮点数	139
5.2.14	rat 和 rats 有理逼近	140
5.3	坐标变换	140
5.3.1	cart2pol 笛卡儿坐标转换为极坐标或圆柱坐标	141
5.3.2	cart2sph 笛卡儿坐标转换为球坐标	141
5.3.3	pol2cart 极坐标或圆柱坐标转换为笛卡儿坐标	141
5.3.4	sph2cart 将球坐标转换为笛卡儿坐标	142
5.4	本章小结	142
第六章	数据分析	143
6.1	基本数据分析函数	143
6.2	其他常用数据分析函数	146
6.2.1	绘图	147
6.2.2	极小化	148
6.2.3	求零点	150
6.2.4	有限差分	150
6.3	傅立叶变换	157
6.3.1	快速傅立叶变换	157
6.3.2	连续时间函数的傅立叶级数展开	159
6.3.3	利用 DFT 计算一般连续函数的傅立叶变换 CFT	164
6.3.4	卷积	166
6.4	本章小结	170
第七章	数值分析	171
7.1	多项式	171
7.1.1	生成多项式	171

7.1.2	多项式求根	171
7.1.3	多项式求值	172
7.1.4	多项式加法	173
7.1.5	多项式乘法	174
7.1.6	多项式除法	174
7.1.7	多项式微分	175
7.1.8	有理多项式	175
7.2	曲线拟合与插值	176
7.2.1	曲线拟合	176
7.2.2	插值	180
7.3	数值计算	189
7.3.1	fplot 函数	189
7.3.2	函数极值	191
7.3.3	函数零点	193
7.3.4	数值积分	194
7.3.5	数值微分	197
7.4	本章小结	200
第八章	Matlab 解方程	201
8.1	线性方程组	201
8.1.1	直接法	201
8.1.2	迭代法	203
8.2	非线性方程近似解	208
8.2.1	直接迭代法	208
8.2.2	牛顿法	210
8.3	常微分方程数值解	214
8.3.1	欧拉方法	214
8.3.2	龙格—库塔方法	216
8.4	本章小结	223
第九章	Matlab 程序设计	224
9.1	M 文件	224
9.1.1	M 脚本文件	224
9.1.2	M 函数程序	225
9.2	流程控制	229
9.2.1	for 循环	229
9.2.2	while 循环	231

9.2.3	if-else-end 结构	232
9.2.4	switch-case 结构	234
9.2.5	try-catch 结构	235
9.3	面向对象编程	236
9.4	函数	244
9.4.1	子函数和私有函数	244
9.4.2	串演算函数	245
9.5	调试和剖析	248
9.5.1	Matlab 程序调试	248
9.5.2	M 文件性能剖析	251
9.6	其他常用属性	252
9.6.1	继承性及其应用	252
9.6.2	变量的检测传递和限权使用函数	254
9.6.3	跨空间变量传递	256
9.6.4	跨空间赋值	257
9.7	本章小结	258
第十章	Matlab 符号运算	259
10.1	符号变量和符号表达式	259
10.1.1	用 sym()函数建立符号变量和符号表达式	259
10.1.2	使用 syms()函数创建多个符号变量	261
10.1.3	符号变量的查看	262
10.2	符号函数	263
10.2.1	基本运算函数	263
10.2.2	表达式操作函数	264
10.2.3	创建符号函数	270
10.3	微积分	271
10.3.1	微分	272
10.3.2	积分	273
10.3.3	极限	274
10.3.4	级数和	275
10.3.5	泰勒多项式	276
10.4	符号函数解方程	277
10.4.1	求解单个代数方程	277
10.4.2	代数方程组求解	278
10.4.3	单个微分方程	280

10.4.4	微分方程组	281
10.5	符号函数绘图	283
10.5.1	二维绘图	283
10.5.2	三维绘图	287
10.6	代数应用及 maple 函数	292
10.6.1	代数应用	292
10.6.2	maple 函数的引用	296
10.7	本章小结	297
第十一章	句柄图形	298
11.1	句柄图形对象的基本概念和函数	298
11.1.1	句柄图形的组成	298
11.1.2	句柄对象	299
11.1.3	通用函数 get 和 set	299
11.1.4	查找对象	303
11.1.5	位置和单位	307
11.1.6	图形打印	308
11.1.7	缺省属性	309
11.2	句柄图形综合应用实例	311
11.2.1	句柄获取示例	311
11.2.2	属性查询和设置示例	312
11.2.3	与高层绘图命令的关系	315
11.2.4	图形窗口光标属性坐标轴设置	318
11.2.5	连续变焦和飞驰图形	323
11.2.6	动画制作示例	325
11.2.7	三维块建模和着色	326
11.2.8	鼠标拖动对象	327
11.3	本章小结	330
第十二章	创建图形用户界面	331
12.1	菜单	332
12.1.1	建立菜单和子菜单	332
12.1.2	菜单属性	334
12.1.3	菜单的外观	337
12.1.4	使能 (Enable) 与可见性 (Visible) 属性	340
12.1.5	现场菜单的制作	342
12.2	用户控件	342

12.2.1	双位按键、无线电按键、控件区域框示例	342
12.2.2	静态文本框、滑动键、检录框示例	344
12.2.3	可编辑框、弹出框、列表框、按键示例	346
12.3	由 M 函数文件产生用户菜单和控件	347
12.3.1	利用全局变量编写用户界面函数文件	347
12.3.2	利用 UserData 属性编写用户界面函数文件	348
12.3.3	利用递归法编写用户界面函数文件	348
12.4	图形用户界面综合运用	350
12.4.1	归一化二阶系统单位阶跃响应图形用户界面	350
12.4.2	使用图形用户界面设计工具	353
12.5	本章小结	360
第十三章	优化工具箱简介	361
13.1	优化工具箱概述	361
13.1.1	无约束优化	361
13.1.2	约束优化	368
13.2	应用实例	370
13.2.1	生成函数问题	371
13.2.2	生产计划问题	373
13.3	本章小结	376
第十四章	Matlab 神经网络工具箱	377
14.1	入门知识	377
14.1.1	神经网络介绍	377
14.1.2	工具箱的帮助和安装	378
14.2	神经元模型和网络结构	378
14.2.1	符号	378
14.2.2	神经元模型	379
14.2.3	网络结构	382
14.2.4	数据结构	385
14.2.5	训练方式	388
14.3	反向传播网络 (BP 网络)	392
14.3.1	概述	392
14.3.2	基础	392
14.4	神经网络工具箱应用举例	399
14.4.1	Matlab 中模拟神经网络计算的方法	399
14.4.2	Matlab 神经网络抽象分类	400

14.5 本章小结	402
第十五章 统计工具箱	403
15.1 数据的统计描述和分析	403
15.1.1 参数估计	403
15.1.2 假设检验	405
15.1.3 两个实例	409
15.2 方差分析和回归分析	411
15.2.1 方差分析	411
15.2.2 回归分析	414
15.3 本章小结	418
附录 符号、指令、模块集	419
附录 1 Matlab 的标点及符号	419
附录 2 Matlab 的函数及指令	420

第一章 Matlab 6.1 概述

在本章中，将对 Matlab 6.1 的基础知识、新增功能、工具箱、配置要求、安装与运行等作简要的介绍，为后续章节的学习提供基础。

1.1 Matlab 6.1 概述

从诞生到现在，Matlab 经历了 20 年左右的发展和完善，已经发展成为如今的 Matlab6.1 版本。下面简要回顾一下 Matlab 的历史。

1.1.1 Matlab 的历史

Matlab 是 Matrix Laboratory 的缩写，最早是美国的一位博士为矩阵运算而编写的接口程序。1984 年，Math Works 公司成立，将 Matlab 软件推向市场，并将其逐步发展成为一个集数值计算、图形处理、图像处理、符号计算、文字处理、数学建模、实时控制、动态仿真、信号处理等功能为一体的数学应用软件。

20 世纪 80 年代初期，Math Works 公司发布了 Matlab 3.0 for DOS 版本；1989 年发布了基于 Windows 3.1 的 Matlab for Windows 版本；1993 年发布了 Matlab4.0 版本，这个版本是一个飞跃，实现了真正的视窗环境；1997 年，Math Works 公司推出了 Matlab 5.0。Matlab 5.0 版本较以前的 4.0 版本相比，在界面和功能方面都有极大改进，对于图形图像的处理，可以实现所见即所得的功能，而不必像 4.0 版本那样要求用户自己调用很多的函数和命令并编写很长的程序，帮助信息采用超文本和 PDF 格式，方便用户查阅，而且提供了更多的工具箱；2001 年 Math Works 公司推出了 Matlab 6.0，不久就升级为 Matlab6.1，这一版本多方面均有较大改进，下面将一一介绍。

1.1.2 Matlab 的构成

Matlab 主要包括以下几个部分：Matlab 语言、Matlab 工作环境、Matlab 的工具箱、Matlab 的应用程序接口。下面简要介绍 Matlab 各个部分的主要内容。

1. Matlab 语言

Matlab 语言以矩阵为基本的数据单位，拥有顺序、选择、循环等结构控制语句，并配以大量的运算符，可以编写出符合结构化标准的具有面向对象特征的程序。

2. Matlab 工作环境

Matlab 的工作环境包括命令控制窗口、程序编辑器等，为编写、执行 Matlab 的命令以及

文件提供平台。

3. Matlab 的工具箱

工具箱是 Matlab 的关键部分,它是 Matlab 强大功能得以实现的载体和手段,它是对 Matlab 基本功能的重要扩充。常用的工具箱有如下所示。

(1) 控制系统工具箱

控制系统工具箱 (Control System Toolbox) 提供了许多控制领域的专用函数。通过这些专用函数,可以方便地实现控制系统的众多应用,还可以方便地进行模型的转换。控制系统工具箱的主要应用领域有:

- 连续系统设计
- 离散系统设计
- 传递函数和状态空间
- 模型转换
- 频域响应
- 时域响应
- 根轨迹和极点配置

(2) 模糊逻辑工具箱

模糊逻辑工具箱 (Fuzzy Logic Toolbox) 用于解决模糊逻辑问题。模糊逻辑工具箱的主要应用领域有:

- 自适应神经—模糊学习、聚类、Sugeno 推理
- 支持 SIMULINK
- 生成 C 语言源代码

(3) 通信工具箱

通信工具箱 (Communication Toolbox) 用于通信系统的分析和仿真,包括 100 多个函数和 150 多个 SIMULINK 模块。通信工具箱的主要应用领域有:

- 信号编码
- 调制解调
- 滤波器、均衡器设计
- 通道模型
- 同步分析和仿真
- 多路访问

(4) 神经网络工具箱

神经网络工具箱 (Neural Network Toolbox) 主要应用领域有:

- BP 网络
- Hopfield, Kohonen 网络
- 径向基函数网络

- 竞争、线性、Sigmoidal 传递函数
- 前馈、递归等网络结构
- 性能分析及应用
- 感知器
- 自组织网络

(5) 小波分析工具箱

小波分析工具箱 (Wavelet Toolbox) 应用于信号处理。其主要应用领域有:

- 基于小波的分析 and 综合
- 图形界面和命令行接口
- 连续和离散小波变换及小波包
- 一维、二维小波
- 自适应去噪和压缩

(6) 图像处理工具箱

图像处理工具箱 (Image Processing Toolbox) 应用于数字图形、图像的处理。主要应用领域有:

- 图像恢复和增强
- 色彩、集合及形态操作
- 图像分析和统计
- 二维变换
- 二维滤波器设计和滤波输入

(7) 优化工具箱

优化工具箱 (Optimization Toolbox) 主要应用领域有:

- 求函数最值
- 线性规划和二次规划
- 多目标优化
- 约束优化
- 解非线性方程

(8) 统计工具箱

统计工具箱 (Statistics Toolbox) 主要应用领域有:

- 概率分布
- 随机数生成
- 多变量分析
- 回归分析
- 假设检验

(9) 偏微分方程工具箱