

程卫国 冯 峰 王雪梅 刘 艺 编

- 用最少的时间掌握 MATLAB 5.3 精粹的环境技能；
- 由初窥门径的程序员到 MATLAB 5.3 高级程序开发者的必经之路；
- 重点推出 MATLAB 5.3 中的强大工具箱 (ToolBoX) 在各项科研领域中的应用；
- 作者多年来使用 MATLAB 5.3 进行数据分析的经验总结。

MATLAB 5.3

精要

编程及
高级应用



机械工业出版社
China Machine Press

MATLAB 5.3 精要、编程及高级应用

程卫国 冯峰 王雪梅 刘艺 编

机 械 工 业 出 版 社

本书分为三篇。基础篇主要介绍 MATLAB5.3 的基本功能和操作；中级篇使读者更深一步了解应用 MATLAB 进行编程和数值计算的方法，以及动态系统仿真工具 Simulink 的功能；高级篇深入介绍了用 Simulink 进行系统仿真的方法，并着重介绍了最常用的几个工具箱（Toolbox）。

本书从 MATLAB 的基本功能讲起，与具体应用相结合，如信号处理、控制系统设计分析、符号数学、系统仿真等。本书主要读者对象为广大的科技工作者和理工科大学的本科生、研究生。

图书在版编目（CIP）数据

MATLAB 5.3 精要、编程及高级应用 / 程卫国等编. —北京：机械工业出版社，2000.4

ISBN 7-111-08012-2

I.M… II.程… III.计算机辅助计算-软件包, MATLAB 5.3 IV.TP391.75

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 06539 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑：武 江 封面设计：姚 毅

责任印制：路 琳

北京市密云县印刷厂印刷 · 新华书店北京发行所发行

2000 年 4 月第 1 版第 1 次印刷

787mm×1092mm/16·29.5 印张·718 千字

0 001—4000 册

定价：46.00 元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换
本社购书热线电话（010）68993821、68326677-2527

前 言

随着计算机在电力、航空、机械、汽车、制造等各个行业的深入广泛地应用，及微型机的日渐普及，用计算机解决数学模型成为了一个对各行业的革命性话题，这场革命的方向是高度自动化、智能化、科学规划化、集成化。比如电力系统的优化，科学规划，以及对电网潮流、稳定性的计算。一个现代化的城市电网即使简化处理，用手工计算也基本上不大可能，计算机的出现使这成为可能，并且也为对电网的安全、即时监控也提供了条件，而由 MathWork 公司推出的 MATLAB，使得为解决这些具体问题而建立数学模型变得轻松、便捷，为科学和工程技术人员节省了宝贵的精力，并赢得时间。清华大学数学科学系一位著名教授说：“以前科学工作者和工程技术人员往往为了繁琐的计算耗费大量时间，比如要研究一个函数的性质，写出它的泰勒级数、傅里叶级数等等，用一周甚至更长的时间都在进行无谓的计算，现在有了计算机和 MATLAB 等数学软件，几条命令就可以分析清它的连续性，找出零点、极点、驻点等等，手脚慢点没关系，计算机快，10 分钟顶多 20 分钟完事。”是的，计算机的出现引发了一场科学和技术革命，而 MATLAB 以它强大的数值计算功能和简捷易学的语句、函数获得了广大科学工作者和工程技术人员的一致认可，并被一些名家誉为第四代编程语言。现在，该软件已经在国外的许多大学普及，在清华大学也已经成为大部分系的必修课或者必备知识。现在我们有幸编著这本书，希望这一书能为在我国高校和科学工作者中推广 MATLAB 软件产生积极深远的影响。

本书的两大特点：

一、循序渐进

本书分为三篇，第一篇基础篇，主要介绍 MATLAB5.3 的基本功能和操作，第二篇中级篇，使读者更深一步了解应用 MATLAB 进行编程和数值计算的方法，以及动态系统仿真工具 Simulink 的功能；第三篇高级篇，深入介绍了用 Simulink 进行系统仿真的方法，并着重介绍了最常用的几个工具箱（Toolbox）。读完这一篇，相信一些读者会有如释重负的感觉，因为他们以前需要一周甚至更长时间耗在那些繁琐的计算上，现在只需要几条命令，用几分钟即可！如果果真如此，我们也如释重负了，读者对本书和对 MATLAB5.3 的认可与工作效率的提高，将是对我们几位作者长时间挑灯夜战的最好奖赏。

二、深入浅出

在编著本书时，我们考虑到读者不同的知识和专业背景，在介绍 MATLAB5.3 命令的同时，也介绍了这些运算和函数的数学背景，还有一些介绍了它的工程技术背景，深入剖析原理，浅出提供操作指令，一气呵成，既是一本带有科普性质的数学知识读本，又是指导实际操作和深入学习的计算机教材，还可以作为高校数学模型、数学实验、数字信号处

理、控制系统设计与计算机应用课程的参考资料。

参与本书编写的人员还包括：姚东、徐昕、赵宇明、梁辉、苏海东、高子军、王延国、国胜军、果永振、赵春立、金燕、田华、杨德永、巩晓君、缪银昌、毛银杰、王军、康长楠。

作 者

2000 年 3 月

目 录

前言

基 础 篇

第 1 章 概论	1
1.1 MATLAB 简介	1
1.1.1 MATLAB 的广泛应用	1
1.1.2 MATLAB 软件系统的构成	1
1.1.3 MATLAB 各个版本的特点	3
1.2 MATLAB 的安装	5
1.2.1 MATLAB 对硬件和软件的要求	5
1.2.2 安装过程	6
1.2.3 MATLAB 的启动和退出	10
1.2.4 卸载 MATLAB	11
1.3 MATLAB 的目录结构	11
1.4 MATLAB 应用入门	14
1.4.1 命令窗口的菜单系统	14
1.4.2 命令窗口的工具栏	17
1.4.3 矩阵和常用命令的输入	17
1.4.4 图形窗口	19
1.5 使用 MATLAB 帮助	20
1.5.1 help 命令	21
1.5.2 演示和漫游	22
1.5.3 其他帮助命令	24
1.5.4 帮助窗口 (MATLAB Help Window)	27
1.5.5 Help Desk	28
第 2 章 基本数值运算	31
2.1 矩阵的生成	31
2.1.1 简单矩阵的生成	31
2.1.2 常用矩阵的生成	34
2.1.3 特殊矩阵的生成	35
2.1.4 向量的生成	36
2.2 数值运算基本函数及其应用	37
2.2.1 加, 减, 乘, 除, 乘方	37

2.2.2	三角和超越函数	42
2.2.3	指数和对数函数	43
2.2.4	复数函数	43
2.2.5	数值处理	43
2.3	矩阵变换	43
2.3.1	矩阵旋转	44
2.3.2	矩阵的产生或提取	45
2.4	输出	47
2.4.1	输出格式	47
2.4.2	特殊变量和常数	48
第 3 章	数据可视化	49
3.1	基本平面图形	49
3.1.1	怎么作图	49
3.1.2	图形的标注	55
3.2	特殊平面图形	60
3.2.1	条形图	61
3.2.2	复数向量图	63
3.2.3	直方图	64
3.2.4	极坐标曲线图	65
3.2.5	扇形图	66
3.3	三维图形	68
3.3.1	基本三维图	68
3.3.2	线、面填色	69
3.3.3	三维数据的等高线和其二维表现	70
3.3.4	曲面与网线图	72
3.3.5	图的表现	75
3.3.6	其他三维图形	86
第 4 章	工作环境管理	88
4.1	搜索路径管理	88
4.1.1	用户目录的建立	88
4.1.2	搜索文件的顺序	89
4.2	工作空间管理	89
4.2.1	工作空间浏览器	89
4.2.2	保存和载入 MATLAB 工作空间的内容	90
4.2.3	保存和载入变量	90
4.3	命令窗口管理	91
4.3.1	环境参数设置	91
4.3.2	执行外部应用程序	93
4.3.3	命令窗口的分页输出	93

中 级 篇

第 5 章 基本编程	94
5.1 变量、语句	94
5.1.1 变量类型	94
5.1.2 基本语句	94
5.2 数据类型	95
5.2.1 字符	96
5.2.2 结构	99
5.2.3 单元数组	101
5.3 程序控制语句	105
5.3.1 循环语句	105
5.3.2 条件转移语句	107
5.4 MATLAB 函数	109
5.4.1 函数	110
5.4.2 子函数	115
5.4.3 函数的执行	116
第 6 章 数据分析	117
6.1 线性方程组	117
6.1.1 线性方程求解	117
6.1.2 矩阵分解	118
6.1.3 矩阵特征值与特征向量	123
6.1.4 其他矩阵函数	125
6.2 非线性数值计算	132
6.2.1 非线性函数最小值点	132
6.2.2 单变量函数零点	135
6.2.3 绘制函数曲线	135
6.2.4 常微分方程(组)数值解	137
6.2.5 函数的数值积分	139
6.3 多项式	140
6.3.1 多项式表示法	140
6.3.2 求多项式的根, 由根创建多项式	141
6.3.3 多项式乘和除	141
6.3.4 多项式导数	142
6.3.5 多项式的值	143
6.3.6 多项式曲线拟合	144
6.3.7 部分分式展开	144
6.4 插值	145
6.4.1 一维插值	145

6.4.2	二维插值(interp2)	147
6.4.3	三次样条	148
6.5	数据分析和傅立叶变换	151
6.5.1	基础运算	151
6.5.2	有限差分	153
6.5.3	向量运算	154
6.5.4	协方差阵和相关阵	155
6.5.5	傅立叶变换初步	156
6.6	稀疏矩阵	158
6.6.1	稀疏矩阵的存储	158
6.6.2	创建稀疏矩阵	159
6.6.3	稀疏矩阵的查看	161
6.6.4	稀疏矩阵的运算	163
第 7 章	编程进阶	169
7.1	句柄图形	169
7.1.1	句柄图形的结构层次	169
7.1.2	访问对象句柄	170
7.1.3	图形对象的属性和设置	174
7.2	图形对象属性编辑器	177
7.2.1	图形窗口的交互操作方式	177
7.2.2	图形属性编辑器	180
7.3	GUI 设计向导	183
7.3.1	GUI 设计向导控制面板	183
7.3.2	利用向导设计菜单	184
7.3.3	利用向导设计控件	189
7.4	编程设计 GUI	198
7.4.1	编程建立菜单	198
7.4.2	编程序建立控件	202
7.5	对话框	206
7.5.1	专用对话框的设计	207
7.5.2	标准对话框	212
7.6	低级文件 I/O	216
7.6.1	打开和关闭文件	216
7.6.2	读写二进制数据	218
7.6.3	有格式文件	220
7.6.4	文件位置指针	224
第 8 章	Simulink 入门	226
8.1	Simulink 概述	226
8.2	Simulink 基本操作	226

8.2.1	运行 Simulink	226
8.2.2	Simulink 模块的操作	227
8.2.3	模块的连接	230
8.2.4	在连线上反映信息	231
8.3	Simulink 的几类基本模块	232

高 级 篇

第 9 章	信号处理工具箱	235
9.1	波形产生	235
9.1.1	常用周期波形	235
9.1.2	Sinc 函数和 Dirichlet 函数	236
9.1.3	脉冲信号	238
9.1.4	扫频信号	240
9.2	线性系统模型	241
9.2.1	离散时间系统模型	241
9.2.2	连续时间系统模型	244
9.2.3	线性系统变换	244
9.3	信号变换	245
9.3.1	Chirp z 变换	245
9.3.2	离散余弦变换 (DCT)	245
9.3.3	Hilbert 变换	247
9.4	数字滤波器的应用与分析	247
9.4.1	数字滤波的应用	247
9.4.2	滤波器的分析	250
9.5	滤波器设计	253
9.5.1	IIR 滤波器设计	253
9.5.2	FIR 滤波器设计	257
9.6	统计信号处理和谱分析	263
9.6.1	相关和协方差	263
9.6.2	谱分析	265
9.6.3	Welch 方法及函数	265
9.6.4	其他 PSD 估计方法	269
9.7	窗函数	273
9.7.1	矩形窗、巴特利特窗、三角窗	273
9.7.2	广义余弦窗	273
9.7.3	凯塞窗	274
9.7.4	切比雪夫窗	274
9.8	交互工具	275
9.8.1	SPTool 主窗口	276

9.8.2	信号浏览器	277
9.8.3	滤波器观察器	278
9.8.4	滤波器设计器	279
9.8.5	谱观察器	280
第 10 章	控制系统工具箱	283
10.1	LTI 模型	283
10.1.1	建立 LTI 模型	283
10.1.2	LTI 模型的属性	289
10.1.3	模型转换	292
10.2	模型的运算	293
10.2.1	算术运算	293
10.2.2	模型的连接	295
10.2.3	连续模型和离散模型的相互转换	298
10.3	模型分析	300
10.3.1	模型通用特征	300
10.3.2	模型动态特性	301
10.3.3	状态空间实现	302
10.3.4	时间响应	305
10.3.5	频率响应	307
10.3.6	模型降阶	309
10.4	LTI Viewer	311
10.4.1	菜单	311
10.4.2	应用举例和上下文菜单	313
10.5	控制系统设计	315
10.5.1	根轨迹法	316
10.5.2	极点配置	317
10.5.3	LQG 设计	319
10.6	根轨迹设计工具	322
10.6.1	窗口功能	322
10.6.2	输入输出模型	323
10.6.3	设置网格和边界线	325
10.6.4	转换为 Simulink 框图	325
第 11 章	系统仿真	326
11.1	系统仿真及参数设置	326
11.1.1	Solver 的设置	326
11.1.2	设置 Workspace I/O Page	328
11.1.3	Diagnostics (诊断) 参数设置	332
11.1.4	在命令窗口输入命令进行仿真	333
11.2	子系统的建立和封装	337

11.2.1	子系统的建立	337
11.2.2	条件执行子系统	338
11.2.3	子系统的封装 (Masking)	342
11.3	构造仿真模型的命令和参数	348
11.3.1	构造模型的命令	348
11.3.2	设置参数的命令 set_param	349
11.3.3	参数设置	349
11.4	Real-Time Workshop 简介	350
11.4.1	Real-Time Workshop 简介	350
11.4.2	Real-Time Workshop 的几个基本概念	351
11.5	Real-Time Workshop 的设置	352
11.5.1	System Target File (系统目标文件)	352
11.5.2	内联参数和可调参数	354
11.5.3	模板 make 文件 (Template Makefile)	356
11.5.4	make 命令	359
11.5.5	Options 按钮	359
11.5.6	文件拆分和函数拆分	360
11.6	外部模式 (External Mode)	362
11.6.1	Target Interface (目标连接) 对话框	363
11.6.2	Signal & Triggering (信号和触发) 对话框	363
11.6.3	Data Archiving (数据存档) 对话框	365
11.7	Real-Time Workshop 函数库	366
11.7.1	Real-Time Workshop 函数库概述	366
11.7.2	自定义代码库 (Custom Code Library)	368
第 12 章	符号数学工具箱	374
12.1	建立符号对象	374
12.1.1	建立符号变量、表达式和矩阵	374
12.1.2	把数值标量或矩阵转换为符号形式	376
12.1.3	建立符号数学函数	378
12.2	因式分解和替换	379
12.2.1	因式分解和展开	379
12.2.2	简化	382
12.2.3	替换	384
12.3	符号微积分	387
12.3.1	符号自变量的确定	387
12.3.2	微分	388
12.3.3	极限	389
12.3.4	积分	390
12.3.5	符号求和	391

12.3.6 泰勒级数	392
12.4 线性代数	392
12.4.1 基本算术运算	392
12.4.2 线性代数运算	394
12.4.3 特征值和特征向量	397
12.4.4 约当标准型	398
12.4.5 奇异值分解	399
12.5 方程求解	399
12.5.1 代数方程	399
12.5.2 代数方程组	400
12.5.3 微分方程	402
12.5.4 微分方程组	403
12.6 积分变换	403
12.6.1 傅立叶变换和傅立叶逆变换	403
12.6.2 拉普拉斯变换和拉普拉斯逆变换	404
12.6.3 z 变换和逆 z 变换	404
12.7 符号函数的图形	405
12.7.1 绘制符号函数的图形	405
12.7.2 可视化函数计算器	407
12.8 访问 Maple 函数	408
12.8.1 访问 Maple 中的函数	408
12.8.2 特殊数学函数	410
12.9 扩展符号数学工具箱	411
12.9.1 Maple 软件包	411
12.9.2 Maple 程序	413
附录 A MATLAB 函数命令索引	416
附录 B 图形对象属性	422
附录 C Simulink 模型模块参数	450

基础篇

第1章 概 论

1.1 MATLAB 简介

1.1.1 MATLAB 的广泛应用

具有 Fortran 语言和 C 语言编程经验的读者可能有这样的体会，当涉及到矩阵运算或画图时，编程会很麻烦。例如，想要求解一个线性代数方程组，得首先编写一个主程序，然后编写一个子程序去读入各个矩阵的元素，之后再编写一个子程序，求解相应的方程，最后输出计算结果。如果计算子程序不是很可靠，则所得的计算结果往往可能会出现问题。如果没有标准的子程序可以调用，则用户往往要将自己编好的子程序逐条地敲入计算机，然后进行调试，最后进行计算。这样一个简单的问题往往需要用户编写 100 条左右的源程序，仅键入和调试就是很繁琐的，而且还无法保证所键入的程序一次就全部可靠。

1980 年前后，MATLAB 的首创者 Cleve Moler 博士在 New Mexico 大学讲授线性代数课程时，看到了用高级语言编程解决工程计算问题的诸多不便，因而构思开发了 MATLAB 软件（MATrix LABoratory，矩阵实验室），该软件利用了 Moler 博士在此前开发的 LINPACK（线性代数软件包）和 EISPACK（基于特征值计算的软件包）中可靠的子程序，用 fortran 语言编写而成，集命令翻译、工程计算功能于一身。

与 Fortran 和 C 等高级语言比较，MATLAB 的语法规则更简单，更重要的是其贴近人思维方式的编程特点，使得用 MATLAB 编写程序有如在便笺上列公式和求解。

80 年代初期，Cleve Moler 和 John Little 采用 C 语言改写了 MATLAB 的内核。不久，他们成立了 Mathworks 软件开发公司并将 MATLAB 正式推向市场。

现在的 MATLAB 新版本早已不只停留在工程计算的功能上了，它由主包、Simulink 以及功能各异的工具箱组成，以矩阵运算为基础，把计算、可视化、程序设计融合到了一个简单易用的交互式工作环境中。在这里可以实现工程计算、算法研究、符号运算、建模和仿真、原型开发、数据分析及可视化、科学和工程绘图、应用程序设计（包括图形用户界面设计）等等功能。

正是凭借 MATLAB 的这些突出的优势，它现在已成为世界上应用最广泛的工程计算软件。在美国等发达国家的大学里 MATLAB 是一种必须掌握的基本工具，而在国外的研究设计单位和工业部门，更是研究和解决工程计算问题的一种标准软件。在国内也有越来越多的科学技术工作者参加到学习和倡导这门语言的行列中来。在大家的共同努力下，MATLAB 正在成为计算机应用软件中的一个新热点。

1.1.2 MATLAB 软件系统的构成

MATLAB 软件主要由主包、Simulink 和工具箱三大部分组成。其结构如图 1-1 所示。

1. MATLAB 主包

MATLAB 主包包括以下五个部分:

(1) MATLAB 语言

MATLAB 语言是一种基于矩阵/数组的高级语言,它具有流程控制语句、函数、数据结构、输入输出,并且具有面向对象的程序设计特性。用 MATLAB 语言可以迅速地建立临时性的小程序,也可以建立复杂的大型应用程序。

(2) MATLAB 工作环境

MATLAB 工作环境集成了许多工具和程序,用户用工作环境中提供的功能完成他们的工作。

MATLAB 工作环境给用户提供了管理工作空间内的变量和输入、输出数据的功能,并给用户提供了不同的工具用以开发、管理、调试 M 文件和 MATLAB 应用程序。

(3) 句柄图形

句柄图形是 MATLAB 的图形系统。它包括一些高级命令,用于实现二维和三维数据可视化、图像处理、动画等功能;还有一些低级命令,用来定制图形的显示以及建立 MATLAB 应用程序的图形用户界面。

(4) MATLAB 数学函数库

MATLAB 数学函数库是数学算法的一个巨大集合,该函数库既包含了诸如求和、正弦、余弦、复数运算之类的简单函数;也包含了矩阵转置、特征值、贝塞尔函数、快速傅立叶变换等等复杂函数。

(5) MATLAB 应用程序接口 (API)

MATLAB 应用程序接口是一个 MATLAB 语言同 C 和 Fortran 等其它高级语言进行交互的库。包括从 MATLAB 调用其它程序(动态链接),把 MATLAB 作为计算引擎来调用,还包括读写 MATLAB 数据文件(MAT 文件)。

2. Simulink

Simulink 是用于动态系统仿真的交互式系统。Simulink 允许用户在屏幕上绘制框图来模拟一个系统,并能够动态地控制该系统。Simulink 采用鼠标驱动方式,能够处理线性、非线性、连续、离散、多变量以及多级系统。

此外,Simulink 还为用户提供了两个附加项: Simulink Extensions (扩展) 和 Blocksets

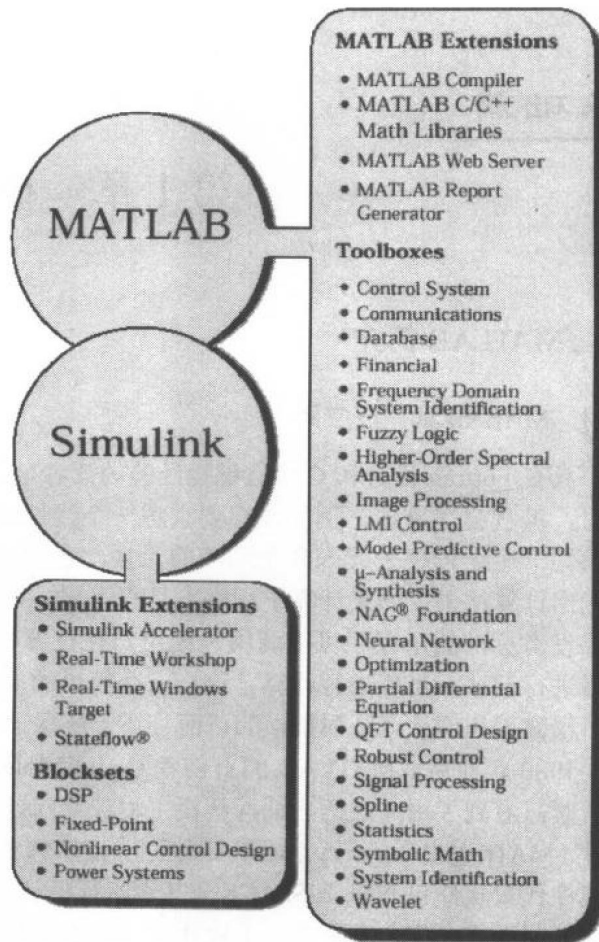


图 1-1 MATLAB 软件系统结构

(模块集)。

Simulink Extensions 是一些可选择的工具, 支持在 Simulink 环境中开发的系统的具体实现, 包括:

- Simulink Accelerator
- Real-Time Workshop
- Real-Time Windows Target
- Stateflow

Blocksets 是为特殊应用领域中设计的 Simulink 模块的集合。Blocksets 包括以下几个领域的模块集:

- DSP(数字信号处理)
- Fixed-Point(定点)
- Nonlinear Control Design(非线性控制设计)
- Communications(通信)

3. MATLAB 工具箱

工具箱是 MATLAB 用来解决各个领域特定问题的函数库, 它是开放式的, 可以应用, 也可以根据自己的需要进行扩展。

MATLAB 提供的工具箱为用户提供了丰富而实用的资源, 工具箱的内容非常广泛, 涵盖了科学研究的很多门类。目前, 已有涉及数学、控制、通信、信号处理、图像处理、经济、地理等多种学科的二十多种 MATLAB 工具箱投入应用。这些工具箱的作者都是相关领域的顶级专家, 这当然地确定了其权威性。应用 MATLAB 的各种工具箱可以在很大程度上减小用户编程时的复杂度。而 Mathworks 公司也一直致力于追踪各学科的最新进展, 并及时推出相应功能的工具箱。毫无疑问, MATLAB 能在数学应用软件中成为主流是离不开各种功能强大的工具箱的。

1.1.3 MATLAB 各个版本的特点

Mathworks 公司自 1984 年正式推出 MATLAB 后, 经过这些年的不断更新, 交互性越来越好, 功能越来越强大, 已经成为国际公认的最优秀的数学应用软件之一。

MATLAB 软件从 1984 年推出的第一个版本到目前已经发布了 11 个版本, 第 11 个版本是 MATLAB 5.3 (Release 11)。

在这些版本中, 具有划时代意义的是 Mathworks 公司于 1992 年推出的 MATLAB 4.0 版, 其微机版于 1993 年完成。从该版本开始, MATLAB 由 DOS 下的应用程序改进为 Windows 下的应用程序, 更易于操作, 从而大大拓展了其应用范围, 并加速了该软件的更新过程。同时, 在这个版本中, Mathworks 公司推出了用于控制系统仿真和设计的交互式模型输入与仿真环境 simulink 1.0, 为控制系统的计算机辅助设计打开了崭新的局面。1994 年推出的 4.2 版本扩充了 4.0 版本的功能, 尤其在图形界面设计方面提供了新的方法。

MATLAB 在国内的大范围推广就是从 4.x 版本开始的。此后的 MATLAB 5.0、5.1、5.2 到 1999 年 1 月推出的 5.3 版本, 分别在前面版本的基础上前进了一大步。这里我们把各个版本的新增特性以表格的形式加以比较, 以便读者对 MATLAB 的发展过程有一个概要的认识。如表 1-1 所示。

表 1-1 几个 MATLAB 版本比较

	5.0	5.1	5.2 (Release 10)	5.3 (Release 11)
语言和开发环境	完整的 M 文件编辑器 可视化的 M 文件调试器 建立 M 文件执行简档的工具 搜索路径浏览器/编辑器 工作空间浏览器 基于网络的在线帮助 P 代码文件 面向对象的程序设计 多函数和私有的 M 文件 增强的 API	函数 find 当找不到指定内容时返回一个空矩阵, 在以前版本中返回[0,1]; 支持多字节字符 不再需要 Windows TCP/IP 支持 Notebook 可以支持 Office 97 更新了 PC 机编辑器/调试器工具栏上的图标	try/catch 错误处理 M 文件锁定技术 改进了 Help Desk, 以很快的搜索引擎支持全文搜索 支持两个新的 ActiveX 技术: ActiveX 控件容器和 ActiveX 自动化客户功能 支持 HDF (分级数据格式) 文件	简化了安装过程 文件 I/O 功能增强 开发工具增强 在线帮助文件增强 日文界面
新的数据类型	多维数组 用户自定义的数据结构 单元数组——包含多种数据类型的数组 字符数组 用于图像的单字节数据类型 可变长度的参数列表 函数和操作符重载 switch/case 句型			支持整数数据类型
可视化功能	GUI 构造器 句柄图形属性编辑器 支持真彩色 (RGB) Z 缓冲区算法 Flat、Gouraud 和 Phong 三种光照方式 三维造型的向量化补片 模拟照相机视图 高效的 8 位图像显示 输入/输出图像文件 用希腊字符、上下标、多行文本做标注 采用多坐标轴 可绘制饼形图、三维直方图 扩充了曲线标记符号	分散绘图函数 函数 uisetcolor 支持 X-Windows 改进了补片 (patch) 和表面的打印 增加了 tiff 和 jpeg 格式的设备驱动程序 内嵌的 PostScript (EPS) 可以包含 TIFF 预览图像	支持 OpenGL 透视图, 显著改善了很多可视化程序的性能; 改进了照相机控制、简化了光源的定位; 新增的打印画面编辑器可以让用户打印 Simulink 模型框图时自己进行设计; 能够基于缺省的系统字体大小来确定用户界面的位置和大小, 并可以在 GUI 中添加工具提示、触发按钮、上下文菜单等	改进了图形窗口 新的绘图编辑器 新的绘图和三维可视化函数 支持 HDF 文件的开发工具 支持 PNG (Portable Network Graphics, 可移植的网络图像文件格式) 图像
数学工具	新的 ODE 解法 德洛内三角剖分算法 对不规则采样数据采用网格内插法处理 集合论函数 二维积分 时间和日期的处理函数 多维插值、卷积、FFT 位运算 稀疏矩阵特征值和奇异值		增加 ODE (常微分方程) 函数	稀疏矩阵处理能力增强 数值分析能力增强