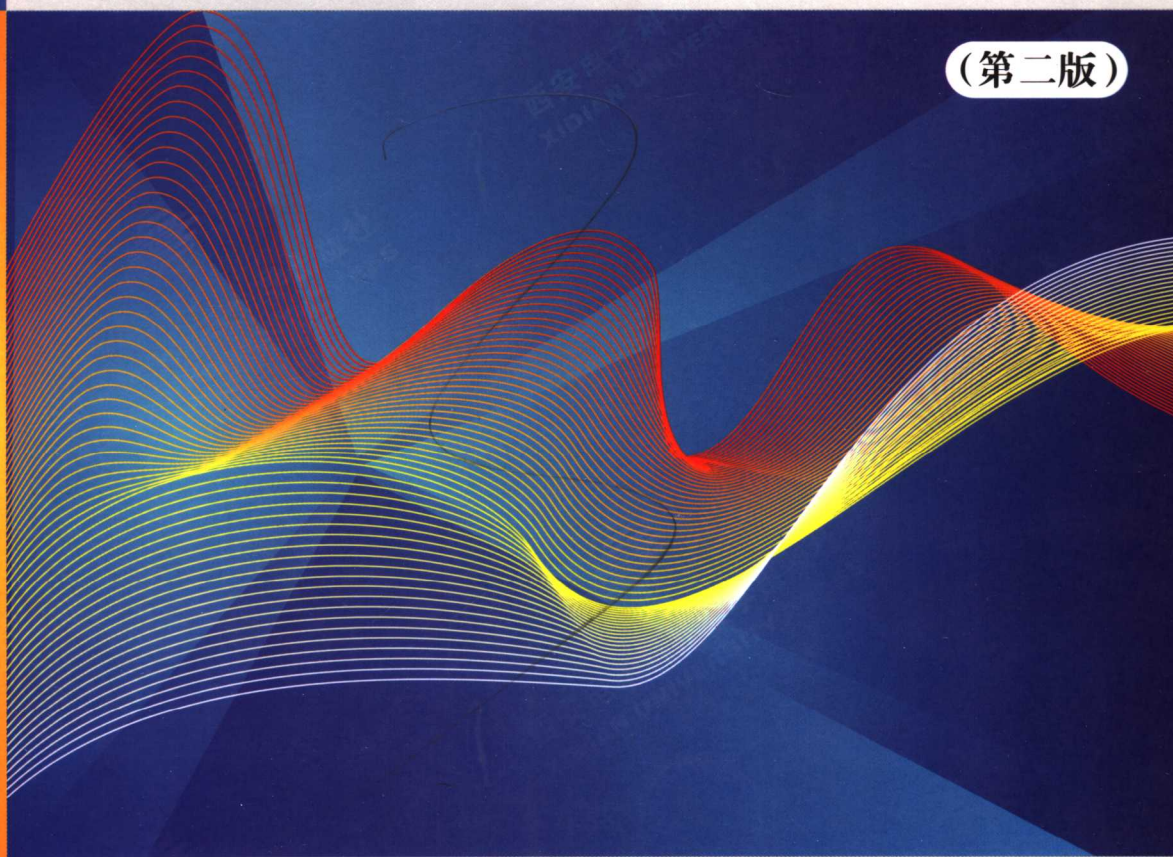


MATLAB

# MATLAB 7.x

## 程序设计语言

(第二版)



□ 楼顺天 姚若玉 沈俊霞 编著

西安电子科技大学出版社  
[http:// www.xduph. com](http://www.xduph.com)

TP312  
1615=2

# MATLAB 7.x 程序设计语言

(第二版)

楼顺天 姚若玉 沈俊霞 编著

西安电子科技大学出版社

2006

## 内 容 简 介

MATLAB 强大便利的计算编程功能,使越来越多的科技工作者将它作为编程语言。本书以通俗易懂的文笔,深入浅出地讨论了 MATLAB 的编程基础及应用。

本书首先简明扼要地介绍了 MATLAB 的概述、基本操作和图形系统,让读者轻松地入门;然后从程序设计角度讨论了 MATLAB 程序的设计和调试,详细地叙述了 MATLAB 在基本应用领域(线性代数、多项式与内插、数据分析与统计、FFT、泛函分析及常微分方程求解)中的应用设计;最后对多维阵列、结构阵列、单元阵列和字符串等内容进行了详尽的描述,并结合实际给出了许多应用示例。

本书的每一章都详细地给出了 MATLAB 提供的相关函数的说明,并精心设计了习题,供读者练习使用。

本书可作为本科生教材,也可作为研究生、教师、工程技术人员的参考指导书。

★本书配有电子教案,需要者可与出版社联系,免费提供。

### 图书在版编目(CIP)数据

MATLAB 7.x 程序设计语言 / 楼顺天等编著. —2 版. 西安: 西安电子科技大学出版社, 2006.5

ISBN 7-5606-0821-3

I. M… II. 楼… III. 算法语言-程序设计 IV. TP312

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 016300 号

策 划 毛红兵

责任编辑 毛红兵 廖敬萍

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

<http://www.xduph.com>

E-mail: [xdupfxb@pub.xaonline.com](mailto:xdupfxb@pub.xaonline.com)

经 销 新华书店

印 刷 西安文化彩印厂

版 次 2000 年 4 月第 1 版 2006 年 5 月第 2 版 2006 年 5 月第 7 次印刷

开 本 787 毫米×1092 毫米 1/16 印张 22.5

字 数 529 千字

印 数 22 001~26 000 册

定 价 30.00 元

ISBN 7-5606-0821-3 / TP·0425

**XDUP 1092012 - 7**

\*\*\* 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。

## 第二版前言

自从 2000 年《MATLAB 5.x 程序设计语言》一书出版以来，受到了广大读者的喜爱，有多所高等院校将其选作为教材，笔者在此深表感谢。现在，MATLAB 版本有了较大更新，为方便读者使用我们对该书进行了修订。

本书在下列几个方面进行了较大调整：(1) 版本更新，MATLAB 系统更新成 7.x(Release 14)，一些函数的应用上有些许变化；(2) 在第三章图形系统中，增加了许多绘图函数，增强了系统的绘图功能；(3) 在第五章“MATLAB 基本应用领域”中，增加了一些函数的介绍。

从章节组织上，由浅入深，循序渐进，便于老师教学与学生学习。第一章简要介绍 MATLAB 的特点、组成、搜索路径、工作空间和集成环境，并介绍了 MATLAB 的通用命令，为使用 MATLAB 系统作准备。第二章介绍了 MATLAB 的基本操作，包括 MATLAB 中表达式的表示，矩阵的输入、存储及其操作、逻辑和关系运算操作，并详细介绍了与此内容相关的函数(基本矩阵和矩阵操作函数、基本数学函数及逻辑函数)，为 MATLAB 编程作准备。第三章介绍了 MATLAB 强大的绘图功能，通过学习可以绘制出普通的二维曲线、三维曲线和曲面，并详细介绍了与此内容相关的函数(基本图形和图形操作、图形注释、坐标系控制等基本函数，还包括区域、条形及其饼图、等高线绘图、方向与速度绘图、离散数据绘图、柱状图、多边形和曲面及散布图等高级函数)。第四章从脚本文件和函数文件入手，介绍 MATLAB 程序设计的流程控制、参数的交互输入，重点阐述了程序设计的两种技术(循环的向量化和阵列预分配)及调试技术，并详细介绍了语言结构与调试函数的使用。第五章介绍了 MATLAB 的基本应用领域，包括与线性代数相关的问题、多项式与内插、数据分析与统计、泛函分析(函数的函数)及常微分方程求解，并详细介绍了线性代数函数、多项式与内插函数、数据分析与傅里叶变换函数及非线性数值方法函数的使用。第六章介绍了多维阵列、结构阵列和单元阵列的应用，并详细介绍了与此内容相关的函数。第七章介绍了字符阵列、字符串单元阵列、字符串比较、字符串搜索与取代、字符串与数值之间的变换等内容，并详细介绍了与此内容相关的函数。

在每一章的函数说明章节，都首先给出了函数的分类说明，便于读者使用。与此同时，在附录 A 中给出了本书所有函数的索引，便于读者查阅。

从内容组织上，遵循深入浅出的原则，各章内容的安排从易到难，思路清晰，并配以示例加以说明，读者可一边学习一边上机，以便更好地掌握 MATLAB 的编程。

有关购买 MATLAB 和 SIMULINK 软件及其他的业务可直接与 MathWorks 公司联系：

**The MathWorks, Inc.**

**24 Prime Park Way**

**Natick, MA 01760-1500**

**Phone: (500)647-7000**

**Fax: (508)647-7001**

**E-mail: info@mathworks.com**

**WWW: <http://www.mathworks.com>**

本书的出版得到了西安电子科技大学出版社的大力支持，特别是毛红兵同志对本书进行了细致的编辑，做了大量的工作，在此深表谢意！

可通过 Internet 网络获得本书的源程序：

**<http://www.xduph.com>**

如果贵校拟选作为教材，可以与出版社或作者联系，以便得到教学大纲和电子教案。

楼顺天

2006 年 2 月

# 第一版前言

1997年我们编写了《MATLAB 程序设计语言》，它简单易学、深入浅出的特点深受广大读者的喜爱。1998年继而推出了《基于 MATLAB 的系统分析与设计》系列图书中的三本：信号处理、控制系统和神经网络，书中以面向应用为主线，比较全面地探讨了 MATLAB 在这三个领域中的应用，得到了广大读者的肯定，形成了系列图书的特色。应来自各个高等院校(包括清华大学、北京大学、上海交通大学、浙江大学、华中理工大学、哈尔滨工业大学、新疆大学、西北工业大学等)、各研究院所以及其它单位读者的要求，除了陆续推出《基于 MATLAB 的系统分析与设计》系列图书中的小波分析、模糊系统和通信系统等外，我们还着重对《MATLAB 程序设计语言》进行修订，使之适合于作为教材。

本书从以下几个方面进行了修订：

(1) 从软件上，以 MATLAB V5.1, V5.2, V5.3 为平台，全面介绍其特点。由于 MATLAB V5.x 的很多函数的功能得到了更新和扩充，因此书中的函数与 1997 年版已不尽相同。

(2) 从内容选材上，除了 MATLAB 基础知识、图形系统外，着重介绍了 MATLAB 的程序设计技术、应用基础(包括线性代数、多项式与内插、数据分析与统计、FFT、泛函分析和常微分方程求解等)，还选取了 MATLAB V5.x 的增强功能(多维阵列、结构阵列、单元阵列和字符串处理等)，并给出了许多设计示例，其中包括几个综合示例，从中可领略到 MATLAB 编程的技巧，给读者留下广阔的思维空间。

(3) 从编写组织上，遵循深入浅出的原则，各章内容的安排从易到难，思路清晰，并配以示例加以说明，读者可一边学习一边上机，更好地掌握 MATLAB 的编程。

(4) 适合作为教材，每章内容相对独立，讲解透彻，并配有习题。

以上这些特点使得本书与 1997 年版的《MATLAB 程序设计语言》已大相径庭。由于许多院校拟开设与 MATLAB 程序设计语言相关的课程，而又没有合适的教材，虽然 1997 年版的《MATLAB 程序设计语言》勉强可作为教材，但其内容过于简单，又没有习题可用，因此我们下决心进行修订。此外，MATLAB V5.x 功能的增强，使 1997 年版的《MATLAB 程序设计语言》的内容显得陈旧过时，这也是进行修订的原因之一。



**MATLAB** 是 MathWorks 公司于 1982 年推出的一套高性能的数值计算和可视化软件, 它集数值分析、矩阵运算、信号处理和图形显示于一体, 构成了一个方便的、界面友好的用户环境。在这个环境下, 对所要求解的问题, 用户只需简单地列出数学表达式, 其结果便以数值或图形方式显示出来。

**MATLAB** 是矩阵实验室(Matrix Laboratory)的缩写, 主要用于方便矩阵的存取, 其基本元素是无需定义维数的矩阵。经过几十年的完善和扩充, 现已发展成为线性代数课程的标准工具, 也成为其它许多领域课程的实用工具。**MATLAB** 可用来解决实际的工程和数学问题, 其典型应用包括通用的数值计算、算法设计、各种学科(如自动控制、数字信号处理、统计信号处理等领域)的专门问题求解。

**MATLAB** 还包括了被称做为 Toolbox(工具箱)的各个领域的求解工具。实际上, 工具箱是由 **MATLAB** 的一系列扩展函数(称为 M 文件)构成的, 它可用来求解各个特定学科的问题, 包括信号处理、图像处理、控制系统、系统辨识、神经网络、模糊逻辑、小波和通信等。

**MATLAB** 最重要的特点是易扩展性, 它允许用户自行建立完成指定功能的 M 文件, 从而构成适合于个别领域的工具箱。对于一个从事特定领域工作的工程师, 不仅可利用 **MATLAB** 所提供的函数及基本工具箱函数, 而且可以方便地构造出专用函数, 从而大大扩展了 **MATLAB** 的应用范围。

**MATLAB** 语言易学易用, 不要求用户有高深的数学和程序语言知识, 不需要了解算法及其编程技巧。**MATLAB** 既是一种编程环境, 又是一种程序设计语言。这种语言与 C、FORTRAN 等语言一样, 有其内定的规则, 但 **MATLAB** 的规则更接近于数学表示。因此其使用更为简便, 避免了其它语言如 C、FORTRAN 中的许多限制, 如变量、矩阵无需定义。**MATLAB** 的语句功能更强和一条语句可完成较为复杂的任务, 如 fft 语句可完成对指定数据的快速傅里叶变换, 这相当于几十条 C 语言语句。**MATLAB** 还提供了良好的用户界面, 许多函数本身会自动绘制出图形, 而且会自动选取坐标刻度。有了这些使用方便、功能强大和界面友好的函数, 可使用户大大缩短设计时间, 提高设计质量。

现在, 我们在 **MATLAB** 编程方面已有了六年多的经验, 利用 **MATLAB** 解决了信号处理、控制系统、神经网络和模糊系统等方面的许多问题, 包括完成了博士论文的仿真设计任务。因此, 在编写本书过程中, 自然也纳入了自己的一些编程经验和体会, 这些都充实了本书的内容。

我们在西安电子科技大学开设了与 **MATLAB** 程序设计语言相关的课程, 受到了学生的普遍关注, 选课率达到 80% 以上。另外, 在编写此书时充分考虑了讲课中出现的和学生易搞混的问题, 使本书更贴近教师, 贴近学生。

为了查阅方便，本书最后给出了两个具有重要参考价值的附录。附录 A 给出了本书所述的函数命令索引；附录 B 给出了部分重要工具箱中所包含的实用函数及其功能。

本书的出版得到了 MathWorks 公司的认可，有关购买 MATLAB、SIMULINK 软件及其它业务，可直接与 MathWorks 公司联系：

The Math Works, Inc.

24 Prime Park Way

Natick, MA 01760-1500

Phone: (500)647-7000

Fax: (508)647-7001

E-mail: info@mathworks.com

WWW: <http://www.mathworks.com>

本书的出版得到了西安电子科技大学出版社的大力支持，特别是毛红兵、戚文艳编辑对本书做了大量的工作，在此深表谢意！最后感谢对本书作出贡献的所有同志。

可通过 Internet 网络得到本书的源程序：

<ftp://rsp.xidian.edu.cn/Papers/matlab>

由于本人水平有限，书中肯定还有不妥之处，敬请各位指正。

楼顺天

2000 年 1 月 1 日



## 符号说明

由于本书涉及到大量的计算机程序，而程序中无法输入斜体和希文字母，因此为统一起见，本书中使用的符号均为正体；程序中采用国际上惯用的象形符号，例如在叙述中使用的符号  $\omega$ ，在程序中用  $w$ (或  $W$ )代替；在叙述中使用的带上下标的符号如  $a_1$ ， $\omega_s$ ， $\omega_p$ ， $F_s$ ， $T_s$ 等，在程序中用  $a1$ ， $Ws$ ， $Wp$ ， $Fs$ ， $Ts$ 等代替。

# 目 录

<b>第一章 MATLAB 系统概述</b> ..... 1	2.6.1 三角函数..... 70
1.1 MATLAB 的特点..... 1	2.6.2 指数和对数函数..... 72
1.2 MATLAB 的系统组成..... 2	2.6.3 复数函数..... 74
1.2.1 MATLAB 的主要组成..... 2	2.6.4 取整和求余函数..... 76
1.2.2 MATLAB 的重要部件..... 4	2.7 逻辑函数..... 78
1.3 MATLAB 的搜索路径..... 4	习题..... 83
1.4 MATLAB 的工作空间..... 5	<b>第三章 MATLAB 图形系统</b> ..... 84
1.5 MATLAB 的集成环境..... 8	3.1 图形绘制..... 84
1.5.1 MATLAB 命令窗口..... 8	3.2 图形标注..... 85
1.5.2 命令历史窗口..... 9	3.3 对数和极坐标系中图形绘制..... 87
1.5.3 编辑 M 文件..... 10	3.4 复杂图形绘制..... 90
1.6 MATLAB 的通用命令..... 11	3.5 坐标轴控制..... 93
1.6.1 管理命令和函数..... 12	3.6 颜色控制..... 96
1.6.2 管理变量和工作空间..... 17	3.7 高级绘图函数..... 98
1.6.3 控制命令窗口..... 20	3.7.1 区域、条形及其饼图..... 99
1.6.4 使用文件和工作环境..... 22	3.7.2 等高线绘图..... 104
1.6.5 启动和退出 MATLAB..... 26	3.7.3 方向与速度绘图..... 106
习题..... 26	3.7.4 离散数据绘图..... 110
<b>第二章 MATLAB 基本操作</b> ..... 28	3.7.5 柱状图..... 112
2.1 表达式..... 28	3.7.6 多边形和曲面..... 113
2.2 矩阵基础..... 31	3.7.7 散布图..... 122
2.2.1 矩阵的输入..... 31	3.8 图形函数..... 124
2.2.2 矩阵元素的存储..... 35	3.8.1 基本图形和图形操作..... 124
2.2.3 矩阵的操作..... 35	3.8.2 图形注释..... 133
2.3 逻辑和关系运算..... 42	3.8.3 坐标系控制..... 138
2.4 操作符和特殊字符..... 46	3.8.4 其它重要函数..... 143
2.5 基本矩阵和矩阵操作..... 50	习题..... 146
2.5.1 基本矩阵和阵列..... 51	<b>第四章 MATLAB 程序设计</b> ..... 148
2.5.2 特殊变量和常数..... 54	4.1 MATLAB 程序设计初步..... 148
2.5.3 时间和日期..... 58	4.1.1 脚本文件和函数文件定义..... 148
2.5.4 矩阵操作..... 63	4.1.2 脚本文件和函数文件比较..... 149
2.6 基本数学函数..... 68	4.1.3 函数工作空间..... 152

4.1.4 函数变量 .....	152	5.1.8 奇异值分解 .....	191
4.1.5 局部变量和全局变量 .....	153	5.2 多项式与内插 .....	192
4.1.6 子函数 .....	155	5.2.1 多项式表示 .....	192
4.1.7 私人函数 .....	155	5.2.2 多项式的根 .....	192
4.2 流程控制 .....	156	5.2.3 特征多项式 .....	192
4.2.1 条件语句 .....	156	5.2.4 多项式计算 .....	193
4.2.2 情况切换语句 .....	157	5.2.5 卷积和去卷积 .....	193
4.2.3 指定次重复循环语句 .....	158	5.2.6 多项式求导 .....	193
4.2.4 不定次重复循环语句 .....	160	5.2.7 多项式曲线拟合 .....	194
4.3 用户参数交互输入 .....	161	5.2.8 部分分式展开 .....	194
4.3.1 键盘输入 .....	161	5.2.9 一维内插 .....	195
4.3.2 键盘控制 .....	162	5.2.10 二维内插 .....	195
4.3.3 菜单输入 .....	162	5.3 数据分析与统计 .....	197
4.4 程序设计技术 .....	163	5.3.1 协方差和相关系数 .....	198
4.4.1 循环的向量化 .....	163	5.3.2 数据预处理 .....	198
4.4.2 阵列预分配 .....	165	5.3.3 回归和曲线拟合 .....	198
4.4.3 内存使用 .....	166	5.3.4 滤波 .....	200
4.5 MATLAB 程序调试 .....	167	5.3.5 傅里叶分析与 FFT .....	201
4.5.1 M 函数简单示例 .....	167	5.4 泛函分析 .....	203
4.5.2 首次运行 .....	168	5.4.1 数学函数在 MATLAB 中的表示 .....	203
4.5.3 启动 DEBUG .....	168	5.4.2 数学函数的绘图 .....	204
4.5.4 设置断点 .....	169	5.4.3 函数极小值点和零值点 .....	204
4.5.5 检查变量 .....	169	5.4.4 数值积分 .....	205
4.5.6 调试嵌套函数 .....	170	5.5 常微分方程求解 .....	206
4.6 语言结构与调试函数 .....	171	5.5.1 微分方程求解过程 .....	206
4.6.1 MATLAB 编程语言 .....	172	5.5.2 微分方程求解示例 .....	207
4.6.2 流程控制 .....	175	5.6 线性代数函数 .....	211
4.6.3 交互输入 .....	180	5.6.1 矩阵分析 .....	212
4.6.4 程序调试 .....	181	5.6.2 线性方程 .....	216
习题 .....	184	5.6.3 特征值和奇异值 .....	222
<b>第五章 MATLAB 基本应用领域</b> .....	<b>186</b>	5.6.4 矩阵函数 .....	227
5.1 线性代数 .....	186	5.7 多项式和内插函数 .....	229
5.1.1 MATLAB 中的矩阵 .....	186	5.7.1 多项式 .....	230
5.1.2 向量范数和矩阵范数 .....	187	5.7.2 数据内插 .....	234
5.1.3 线性代数方程求解 .....	187	5.8 数据分析与傅里叶变换函数 .....	237
5.1.4 矩阵求逆 .....	188	5.8.1 基本操作 .....	238
5.1.5 LU、QR 分解 .....	189	5.8.2 有限差分 .....	245
5.1.6 矩阵求幂和矩阵指数 .....	190	5.8.3 相关 .....	247
5.1.7 特征值 .....	190	5.8.4 滤波 .....	248

5.8.5 傅里叶变换 .....	249	6.4.1 多维单元阵列 .....	290
5.9 泛函——非线性数值方法函数 .....	253	6.4.2 多维结构阵列 .....	291
5.9.1 优化与求根 .....	254	6.4.3 结构的单元阵列 .....	292
5.9.2 数值积分 .....	257	6.4.4 综合设计示例 .....	293
5.9.3 常微分方程求解 .....	259	6.5 多维阵列、结构阵列和单元阵列函数 .....	298
习题 .....	263	6.5.1 多维阵列函数 .....	299
<b>第六章 数据阵列类型与结构</b> .....	<b>266</b>	6.5.2 结构阵列函数 .....	303
6.1 多维阵列 .....	266	6.5.3 单元阵列函数 .....	306
6.1.1 多维阵列 .....	266	习题 .....	313
6.1.2 建立多维阵列 .....	267	<b>第七章 字符串处理</b> .....	<b>314</b>
6.1.3 多维阵列信息 .....	268	7.1 字符阵列 .....	314
6.1.4 多维阵列的使用 .....	269	7.1.1 字符与 ASCII 码之间的变换 .....	315
6.1.5 多维阵列计算 .....	271	7.1.2 建立二维字符阵列 .....	315
6.1.6 多维阵列的数据组织 .....	272	7.2 字符串单元阵列 .....	316
6.2 结构阵列 .....	273	7.3 字符串比较 .....	317
6.2.1 建立结构阵列 .....	273	7.3.1 比较字符串是否相同 .....	317
6.2.2 结构阵列数据的使用 .....	275	7.3.2 比较字符是否相同 .....	317
6.2.3 结构阵列应用于函数和操作符 .....	276	7.3.3 英文字母的检测 .....	318
6.2.4 结构阵列的数据组织 .....	277	7.4 字符串搜索与取代 .....	319
6.2.5 结构嵌套 .....	279	7.5 字符串与数值之间的变换 .....	320
6.2.6 设计举例 .....	280	7.6 综合设计示例 .....	321
6.3 单元阵列 .....	282	7.7 字符串函数 .....	325
6.3.1 建立单元阵列 .....	282	7.7.1 一般函数 .....	326
6.3.2 单元阵列数据的使用 .....	284	7.7.2 字符串测试 .....	329
6.3.3 利用单元阵列取代变量列表 .....	285	7.7.3 字符串操作 .....	330
6.3.4 单元阵列应用于函数和操作符 .....	286	7.7.4 字符串与数值之间的变换 .....	336
6.3.5 单元阵列的数据组织 .....	287	7.7.5 数制变换 .....	340
6.3.6 嵌套单元阵列 .....	288	习题 .....	343
6.3.7 单元阵列与数值阵列之间的变换 .....	289	<b>附录 函数命令索引</b> .....	<b>345</b>
6.4 复杂矩阵结构 .....	290	<b>参考文献</b> .....	<b>348</b>

# 第一章 MATLAB 系统概述

MATLAB 的首创者是在数值线性代数领域颇有影响的 Cleve Moler 博士,他在讲授线性代数课程时,深感高级语言编程的诸多不便之处,于是萌生了开发新的软件平台的念头,即为 MATLAB(MATrix LABoratory, 矩阵实验室),该软件采用了当时流行的 EISPACK(基于特征值计算的软件包)和 LINPACK(线性代数软件包)中的子程序,利用 FORTRAN 语言编写而成。现今的 MATLAB 已全部采用 C 语言改写,并使用户界面变得越来越好。

由 Moler 博士等一批数学家和软件专家组建的 MathWorks 软件公司,专门从事 MATLAB 的扩展与改进。自 1982 年推出第一个版本以来,1992 年推出了具有划时代意义的 MATLAB V4.0,1993 年推出了可用于 IBM PC 及其兼容机上的微机版,特别是与 Windows 配合使用,使 MATLAB 的应用得到了前所未有的发展。1994 年推出了成熟的 4.2 版本,并得到了广泛的重视和应用。2004 年 6 月 MathWorks 公司正式推出了 MATLAB 7.0,它主要增强了编程代码的有效性、绘图功能及其可视化效果,使系统能力更强,功能更完善。2005 年 3 月, MATLAB 7.0.4 正式颁布。本书基于 MATLAB 7.x,讨论程序设计问题,使学生能够更快、更好地掌握 MATLAB 的编程技术。

## 1.1 MATLAB 的特点

MATLAB 之所以为广大读者所喜爱,是因为它具有其它语言所不具备的特点。

(1) 在 MATLAB 中,以复数矩阵作为基本编程单元,使矩阵操作变得轻而易举。MATLAB 中矩阵操作如同其它高级语言中的变量操作一样方便,而且矩阵无需定义即可采用,可随时改变矩阵的尺寸,这在其它高级语言中是很难实现的。

(2) MATLAB 语句书写简单,表达式的书写如同在稿纸中演算一样,与人们的手工运算相一致,容易为人们所接受。

(3) MATLAB 语句功能强大,一条语句往往相当于其它高级语言中的几十条、几百条甚至几千条语句。例如,利用 MATLAB 求解 FFT 问题时,仅需几条语句,而当采用 C 语言实现时需要几十条语句,采用汇编语言实现则需 3000 多条语句。

(4) MATLAB 系统具有丰富的图形功能。MATLAB 系统本身是一个 Windows 下的具有良好用户界面的系统,而且提供了丰富的图形界面设计函数,如提供了专门用于绘制二维曲线的 plot 函数,用于绘制三维曲线的 plot3 函数。在工具箱函数中,有些函数本身可提供良好的图形功能,如 step 函数可计算指定系统的单位阶跃响应,并直接在屏幕窗口中绘制出系统的单位阶跃响应曲线。

(5) MATLAB 提供了许多面向应用问题求解的工具箱函数,从而大大方便了各个领域专家学者的使用。目前, MATLAB 提供了 30 多个工具箱函数,如信号处理、图像处理、控制系统、非线性控制设计、鲁棒控制、系统辨识、最优化、神经网络、模糊系统和小波等。它们提供了各个领域应用问题求解的便利函数,使系统分析与设计变得更加简捷。

(6) MATLAB 的易扩展性是最重要的特性之一,也是 MATLAB 得以广泛应用的原因之一。MATLAB 给用户提供了广阔的扩展空间,用户可以很容易地编写出适合于自己和专业特点的 M 文件,供自己或同伴使用,这实际上就是扩展了 MATLAB 的系统功能。

一般而言,强大的功能需要复杂的软件来支持,但 MATLAB 留给用户的是友好的界面、易记的命令和简便的操作。

2005 年推出的 MATLAB 7.x,在编程、代码效率、图形、计算、数据获取和运行等方面进行了改进,具有一些新的特点:

● 提供了新的开发环境,包括多文档管理、编辑器、工作空间浏览器、当前目录窗口、命令历史窗口、常用命令的快捷键等工具。

- 可以在编辑器中执行一部分 M 代码。
- 可以自动将 M 代码发布为 HTML、Word 或 LaTeX 文档。
- 在编程中可以创建嵌套函数,提供了定义和调用自定义函数的途径。
- 在命令行或脚本式 M 文件中提供了定义单行函数的隐函数表示形式。
- 采用条件断点,可以在条件表达式为真时停止运行。
- 整数计算部分,可以在计算和处理更大的整型数据集时保持数据类型。
- 在单精度计算、FFT 和滤波中,可以处理更大的单精度数据集。
- 在几何计算中,可以使用更稳健的函数,它对算法选择给出了更多控制。
- 利用 ODE 求解器可以控制隐式差分方程和多点边界值问题。
- 使用新的绘图界面,可以在不输入 M 代码的情况下交互式地创建和编辑图形。
- 可以自动生成图形的 M 代码,这样,可以利用该代码重建图形。
- 对图形标注作了改进,包括绘制图形、对象对齐和将标注定位到数据点。
- 可以对一组图形对象进行旋转、平移和缩放等变换。
- 提供了读取很大的文本文件和写为 Excel 和 HDF5 文件的文件输入、输出函数。
- 提供了压缩 MAT 文件的选项,使得可以用更少的磁盘空间保存大的数据。
- 支持 COM 定制接口、服务器事件和 Visual Basic 脚本。
- 可以基于 SOAP 获取 Web 服务。
- 提供了可以连接到 FTP 服务器进行远程文件操作的 FTP 对象。
- MAT 文件中的字符数据可以用于多种语言。

## 1.2 MATLAB 的系统组成

### 1.2.1 MATLAB 的主要组成

按照功能划分, MATLAB 主要组成部分包括:开发环境、数学函数库、编程与数据类

型、文件 I/O、图形、三维可视化、创建图形用户界面和外部接口，如图 1.1 所示。

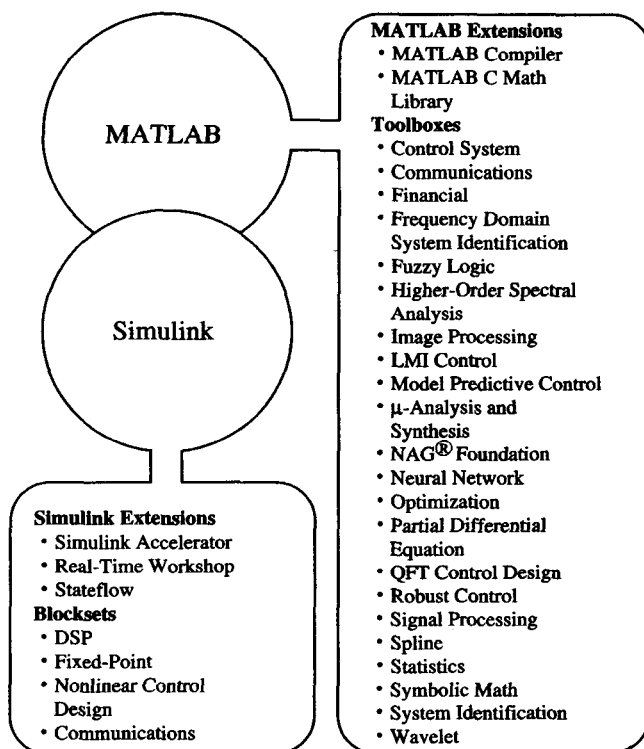


图 1.1 MATLAB 的系统组成

### 1. MATLAB 的开发环境

MATLAB 的工作环境是一个界面友好的窗口，它提供了一组实用工具函数，利用这些函数可以管理工作空间中的变量、输入/输出数据，也可以开发、管理、调试 M 文件。MATLAB 系统将程序编辑器、调试器、执行器集成在一起，使用户编写程序简单、直观，调试程序方便，运行程序迅速，结果显示直观。

### 2. MATLAB 的数学函数库

MATLAB 提供了许多数学函数，它们是内部函数，例如有求和、正弦、余弦等基本函数，也包含许多复杂函数，例如矩阵求逆、FFT 等函数。

### 3. 编程与数据类型

MATLAB 提供了许多种数据类型，例如整型、双精度、字符、结构型等，以方便用户选择使用。这里还包含运算所需的操作符和 MATLAB 的编程技术。

### 4. 文件 I/O

MATLAB 提供了一组读写文件的命令，文件类型可以是各种常用的格式，例如 .m、.mdl、.mat、.fig、.pdf、.html 文件和普通的文本文件等。注意，.dat 文件可以采用 load 命令直接读取。



## 5. 图形处理

MATLAB 包含有丰富的图形处理能力, 提供了绘制各种图形、图像数据的函数。另外, 它还包括一些低级的图形命令, 可以供用户自己制作、控制图形特性之用。

## 6. 三维可视化

MATLAB 提供了一组绘制二维曲面和三维曲线的函数, 它们还可以对图形进行旋转、缩放等操作。

## 7. 创建图形用户界面

为用户设计图形用户界面提供方便, 这些函数可以用于窗口设定、修改属性等操作。

## 8. 外部接口

这组函数允许用户在 MATLAB 中编写 C 或 FORTRAN 程序, 从而使 MATLAB 与 C、FORTRAN 程序结合起来。对熟悉 C 和 FORTRAN 语言编程的人来说, 可轻而易举地将以前编写的 C、FORTRAN 语言程序移植到 MATLAB 中。

### 1.2.2 MATLAB 的重要部件

MATLAB 系统提供了两个重要部件: Simulink 和 Toolboxes, 它们在系统和用户编程中占据着重要的地位。

#### 1. Simulink

Simulink 是 MATLAB 附带的软件, 它是对非线性动态系统进行仿真的交互式系统。在 Simulink 交互式系统中, 可利用直观的方框图构建动态系统, 然后采用动态仿真的方法得到结果。

#### 2. Toolboxes(工具箱)

针对各个应用领域中的问题, MATLAB 提供了许多实用函数, 称为工具箱函数。MATLAB 之所以能得到广泛应用, 源于 MATLAB 众多的工具箱函数给各个领域应用人员带来的方便。

综上所述, 我们可用图 1.1 来表示 MATLAB 系统的组成。

## 1.3 MATLAB 的搜索路径

MATLAB 是通过搜索路径来查找 M 文件的, 因此 MATLAB 系统文件、Toolboxes 工具箱函数、用户自己编写的 M 文件等都应保存在搜索路径之内。当用户输入一个标识符(比如 Value)时, MATLAB 按下列步骤处理:

- (1) 检查 Value 是否为变量。
- (2) 检查 Value 是否为内部函数。
- (3) 在当前工作目录下是否存在 Value.m 文件。
- (4) 在 MATLAB 搜索路径上是否存在 Value.m 文件。

如果在搜索路径上存在多个 Value.m 文件，则只执行所找到的第一个 Value.m 文件；如果找不到这一文件，则给出出错信息。

MATLAB 提供了搜索路径的管理窗口，如图 1.2 所示。利用“Add Folder”按钮可以将指定的文件夹添加到搜索路径中，采用“Add with Subfolders”按钮可以一次将指定目录及其子目录添加到路径中，添加的文件夹位于最上面，也就是 MATLAB 最新搜索的文件夹。利用“Move to Top”和“Move to Bottom”按钮，可以将选定的文件夹移到最上面和最下面，利用“Move Up”和“Move Down”按钮，可以将选定的文件夹上移和下移一个条目。利用“Remove”按钮可以在搜索路径中删去选定的文件夹。在对搜索路径进行修改后，应该利用“Save”按钮保存，以便在下次启动 MATLAB 时能够采用这种设置，如果不保存，则修改后的路径设置只在本次任务中起作用。

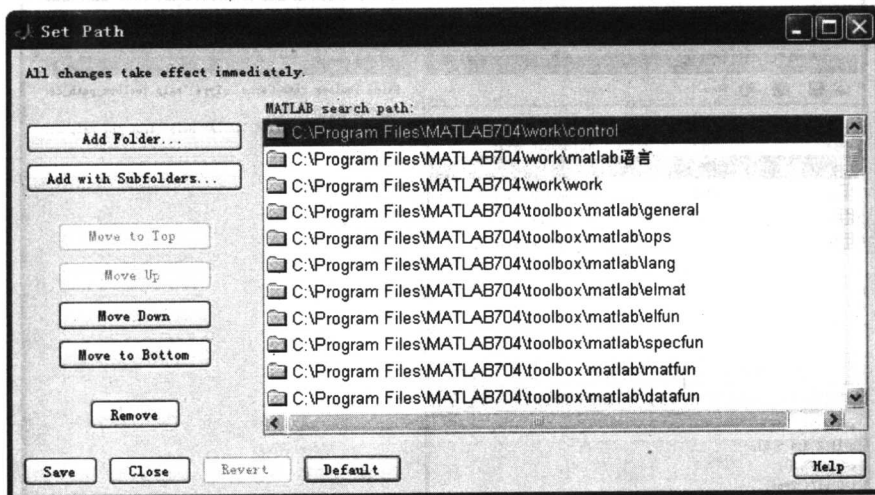


图 1.2 搜索路径管理窗口

另外，通过 what 命令可显示出搜索路径上的文件名，如

```
what
```

```
what matlab/design
```

可分别显示出当前目录和 matlab\design 目录中的文件目录。要显示出文件的内容可采用 type 命令，例如显示 value.m 的内容，可输入

```
type value
```

要对文件 value.m 进行编辑，可输入

```
edit value
```

## 1.4 MATLAB 的工作空间

MATLAB 工作空间包含着本次 MATLAB 任务过程中所建立的变量，MATLAB 提供了一组命令来管理、处理这些变量，同时还提供了专门的工作空间浏览器。