

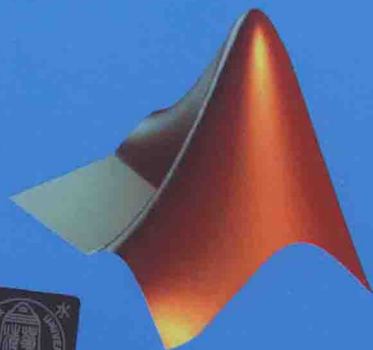
MATLAB中文论坛鼎力支持
提供“在线交流，有问必答”网络互动答疑服务

- ☑ 涵盖MATALB程序设计基础知识、矩阵运算、绘图、概率统计、数据分析、数据结构、图形用户界面、图像处理和插值拟合等内容
- ☑ 可以让读者顺利踏入MATLAB的大门，并能逐步深入到相关专业技术领域
- ☑ 全书贯穿了355个实例来讲述重要知识点和相关注意事项，有很强的实用性
- ☑ 提供了85个习题和专业的教学PPT，可供相关院校教学使用，也可以供MATLAB自学人员和爱好者巩固所学知识

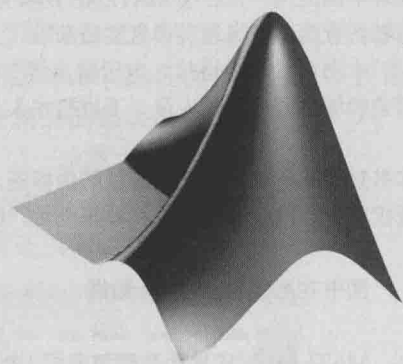
MATLAB

程序设计基础与应用

刘帅奇 李会雅 赵杰 编著



清华大学出版社



MATLAB

程序设计基础与应用

刘帅奇 李会雅 赵杰 编著

清华大学出版社

北京

内 容 简 介

本书编写的目的是让读者全面了解 MATLAB 程序设计的基础知识,从而能够掌握基本的 MATLAB 程序开发,以适应现代工程技术的发展。本书针对普通高校广大学生和教师的教学需要,从最简单的 MATLAB 程序设计开始介绍,涉及矩阵运算、图形显示、概率统计、图像处理 and 插值拟合等内容,覆盖面广,有利于促进广大 MATLAB 使用者之间的交流与学习。

本书主要介绍了 MATLAB 程序设计的一些基础知识。全书共分 8 章,涵盖的主要内容有 MATLAB 编程环境、MATLAB 矩阵及其运算、MATLAB 绘图、MATLAB 程序设计、MATLAB 数据分析及应用、MATLAB 数据结构、MATLAB 图形用户界面设计和 MATLAB 在图像处理中的应用。本书系统地介绍了 MATLAB 程序设计所需要的基本知识,并给出了交互设计软件的方法,最后还给出了 MATLAB 在图像处理中的应用,为后续 MATLAB 的实际应用做好铺垫。为了方便教师教学和读者自我检测,本书每章最后都特意给出了习题供读者实战演练。另外,本书还配备了专业的教学 PPT。以方便相关院校教学使用。

本书可以作为通信、电子信息等专业的高年级本科生、研究生及教师的教材和参考书,也可供从事相关领域研究的科技人员、工程技术人员及 MATLAB 爱好者学习和参考。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

MATLAB 程序设计基础与应用 / 刘帅奇, 李会雅, 赵杰编著. —北京: 清华大学出版社, 2016
ISBN 978-7-302-44918-8

I. ①M… II. ①刘… ②李… ③赵… III. ①Matlab 软件—程序设计 IV. ①TP317

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 205356 号

责任编辑:冯志强

封面设计:欧振旭

责任校对:徐俊伟

责任印制:王静怡

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座 邮 编:100084

社 总 机:010-62770175 邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质量反馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 装 者:三河市春园印刷有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm 印 张:21 字 数:528 千字

版 次:2016 年 10 月第 1 版 印 次:2016 年 10 月第 1 次印刷

印 数:1~3000

定 价:49.80 元

产品编号:069789-01

在线交流，有问必答

国内知名的 MATLAB&Simulink 技术交流平台——MATLAB 中文论坛 (www.iLoveMatlab.cn) 联合本书作者和编辑，一起为您提供与本书相关的问题解答和 MATLAB 技术支持服务，让您获得最佳的阅读体验。请随时登录 MATLAB 中文论坛，提出您在阅读本书时产生的疑问，作者将定期为您解答。您对本书的任何建议也可以在论坛上发帖，以便于我们后续改进。您的建议将是我们创造精品的最大动力和源泉。

“在线交流，有问必答”网络互动参与步骤：

- (1) 在 MATLAB 中文论坛 www.iLoveMatlab.cn 上注册一个会员账号并登录。
- (2) 单击论坛网页上方的“书码验证”按钮进入验证页面，如图 1 所示。

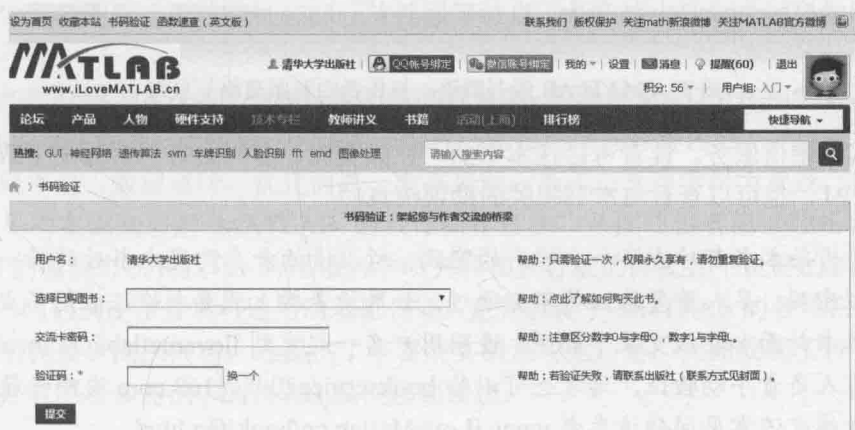


图 1 验证页面

(3) 刮开本书封底提供的“在线交流卡”上的涂层即可获得本书的验证密码，在验证页面的“选择已购图书”下拉列表中选择本书，然后输入验证密码和其他要求的验证信息即可验证，如图 2 所示。

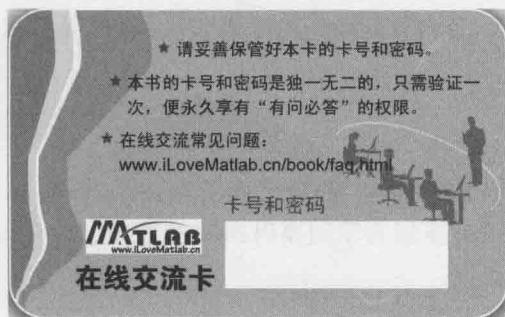


图 2 在线交流卡

(4) 验证成功后，在论坛的“MATLAB 读书频道：与作者面对面交流”版块上找到本书页面（也可以直接输入网址 <http://www.ilovematlab.cn/forum-255-1.html> 找到该页面），即可发帖提问，与作者在线交流，如图 3 所示。



图 3 “MATLAB 读书频道：与作者面对面交流”页面

(5) 其他增值服务。读者可以在本书的“在线交流，有问必答”页面上下下载本书源代码和教学 PPT，也可以查看与本书相关的勘误信息。

注意：因为每本书都对应了一个唯一的密码，所以请读者在购买本书后的第一时间验证密码。多人重复验证将不会通过。如果读者按上述要求验证依然不成功，请将本书封面和在线交流卡拍照，连同用户名一起发到 ilovematlab@foxmail.com，将有人负责手动验证。读者也可以给 bookservice2008@163.com 发邮件获取帮助。在线交流常见问题请参考 www.iLoveMatlab.cn/book/faq.html。

前 言

MATLAB 是美国 MathWorks 公司出品的商业数学软件。它将数值分析、矩阵计算、科学数据可视化及非线性动态系统的建模和仿真等诸多强大功能集成在一个易于使用的视窗环境中,为科学研究、工程设计及必须进行有效数值计算的众多科学领域提供了一种全面的解决方案,并在很大程度上摆脱了传统非交互式程序设计语言的编辑模式,代表了当今国际科学计算软件的先进水平。与其他计算机语言相比, MATLAB 更加接近人们书写公式的思维模式,其程序编写就像是在演算纸上列出公式进行求解的过程,这使人们摆脱了许多重复、复杂的机械性编程细节,而把注意力集中在创造性问题上,用尽可能短的时间得到有价值的结果。MATLAB 还具有编程简单、节省时间、提高效率、易学易懂、功能强大、适用范围广、可移植性强和开放性强等特点,是在校大学生进行科学研究必须掌握的基本技能。

本书作为介绍 MATLAB 编程技术的基础教科书,主要为 MATLAB 初学者详细介绍了 MATLAB 的基本功能、函数格式与调用、编程方法与程序运行等内容,并以高等数学、线性代数、概率论、数理统计、优化问题、数据处理、系统仿真等学科为背景,精心选取了实例和常见的案例来讲解 MATLAB 的具体操作方法,从而让读者能够轻松自如地掌握 MATLAB 的编程方法和技巧,为从事科学研究和相关行业的开发打下良好的基础。本书内容涵盖了 MATLAB 在各学科通用的基础内容,充分展现了 MATLAB 的各项常用功能,而且叙述简明扼要,深入浅出,还提供了丰富的实例及习题,是广大高校理工科专业的学生和科研爱好者不可多得的 MATLAB 编程基础读物。

本书特色

1. 内容丰富, 结构合理

本书涵盖了 MATLAB 程序设计所涉及的基本概念和矩阵运算、绘图、概率统计、数据分析、数据结构、图形用户界面、图像处理 and 插值拟合等内容,可以满足大部分 MATLAB 初学者的学习需求。

2. 实例丰富, 注重实用

本书编写时考虑了高等院校相关专业的专业基础和教学需求,讲解时结合 MATLAB 程序设计的相关理论,并提供了大量的实例和案例来讲述重要知识点和相关注意事项,有很强的实用性。

3. 由浅入深，循序渐进

本书编写遵循由浅入深，循序渐进的原则，前面的章节可以让读者顺利踏入 MATLAB 的大门，后面的章节则可以让读者逐步深入到相关专业技术领域，这样的安排使得读者的学习曲线平滑，梯度合理，学习效果好。

4. 语言通俗，图文并茂

本书用通俗易懂的语言讲解各个知识点，而且在讲解过程中提供了大量的图示以帮助读者直观地理解所学知识。这可以让读者快速上手，迅速掌握 MATLAB 知识。

5. 提供大量的课后习题

本书每章后都提供了丰富的习题，这既可以方便相关院校的教学需求，也可以供 MATLAB 自学人员和爱好者巩固所学知识。这些习题和每章内容密切相关，读者只要掌握了每章内容，稍加努力就能解出这些题目。

6. 提供教学PPT

为了方便相关院校的老师教学和学生学习，笔者专门为本书制作了专业的教学课件（PPT），需要的读者可以按照本文后提供的获取方式获取。

本书内容介绍

本书共分 8 章，主要内容概括如下：

第 1 章介绍 MATLAB 的编程环境，主要包括 MATLAB 的特点、安装、编程环境及一些通用命令等。

第 2 章介绍 MATLAB 矩阵及其运算，主要包括 MATLAB 程序设计语言中的变量、数据、矩阵的定义及基本操作等。

第 3 章介绍 MATLAB 绘图，不仅对 MATLAB 程序中的二维绘图和三维绘图进行了详细介绍，还介绍了如何设置曲线样式、图形标注、坐标控制、图形的可视化编辑和图形窗口的分割等。

第 4 章介绍 MATLAB 环境下进行程序设计的相关知识，主要对 M 文件、程序控制结构、函数文件、全局变量、局部变量和程序调试等问题进行了介绍。

第 5 章介绍 MATLAB 数据分析及应用，主要介绍了 MATLAB 在线性代数、数据处理、数值微积分和常微分方程求解等方面的数据分析方法及应用。

第 6 章介绍 MATLAB 数据结构，主要介绍了多维数组、结构体、细胞和字符串 4 种数据类型的构造和应用。

第 7 章介绍 MATLAB 图形用户界面设计，主要对 GUI 进行了简单介绍，然后介绍了 GUI 开发环境 GUIDE 及其组成部分的用途和使用方法，并给出了 GUI 中菜单和对话框等的设计，还给出了实现 GUI 的设计实例。

第 8 章介绍 MATLAB 在图像处理中的应用，主要介绍了图像的读取、显示和写入，并对简单的图像处理进行了介绍。

本书读者定位

本书可作为高等院校理工科专业本科生或研究生的课程教材及教学参考用书，亦可作为 MATLAB 爱好者和相关研究人员的参考资料。本书要求读者最好具备信号与系统、高等数学和线性代数等课程的基本知识。

本书配套资源获取方式

本书涉及的源程序和教学 PPT 等资源需要读者自行下载。请到清华大学出版社的网站上 (www.tup.com.cn) 搜索到本书页面，然后在页面上的“资源下载”处下载。读者也可以在 MATLAB 中文论坛上的本书页面上下载 (网址: <http://www.ilovematlab.cn/forum-255-1.html>)。

本书作者

本书主要由刘帅奇、李会雅和赵杰负责编写。北京交通大学的马晓乐博士，河北大学的王雪虎和王竹毅老师，河北大学的张宇、张鹤、马莎莎、魏兰兰、王新杰、张维轩、刘会会、方萍、李小妹、周晨、桂凤林、李然等人也编写了部分内容。本书在编写过程中得到了相关老师及国内兄弟高校同仁的大力支持，在此表示衷心的感谢！

因作者水平所限，本书恐有疏漏之处，恳请广大读者批评指正。

编者

目 录

第 1 章	MATLAB 编程环境	1
1.1	MATLAB 概述	1
1.1.1	MATLAB 发展历程	1
1.1.2	MATLAB 主要功能	2
1.1.3	MATLAB 特点	2
1.2	MATLAB 的组成部分	3
1.2.1	MATLAB 主要组成部分	4
1.2.2	MATLAB 重要部件	4
1.3	MATLAB 的安装	5
1.4	MATLAB 开发环境	9
1.4.1	MATLAB 软件开发环境	9
1.4.2	MATLAB 搜索路径	15
1.4.3	MATLAB 变量保存	16
1.5	M 文件的使用	17
1.6	常用命令	20
1.7	本章小结	23
1.8	习题	23
第 2 章	MATLAB 矩阵及其运算	24
2.1	变量和数据操作	24
2.1.1	变量与赋值	24
2.1.2	预定义变量	25
2.1.3	内存变量的管理	26
2.1.4	MATLAB 常用数学函数	32
2.1.5	数据的输出格式	34
2.2	MATLAB 向量与矩阵	35
2.2.1	向量的建立及拆分	35
2.2.2	矩阵的建立及拆分	38
2.2.3	矩阵元素的提取与替换	44
2.2.4	特殊矩阵	48
2.3	MATLAB 矩阵相关运算	51
2.3.1	算术运算	51
2.3.2	关系运算	55
2.3.3	逻辑运算	56

2.4	矩阵函数	59
2.4.1	对角阵与三角阵	59
2.4.2	矩阵的转置与旋转	61
2.4.3	矩阵的逆与伪逆	63
2.4.4	方阵的行列式	64
2.4.5	矩阵的秩与迹	64
2.4.6	向量和矩阵的范数	65
2.4.7	矩阵的条件数	67
2.4.8	矩阵的特征值与特征向量	67
2.5	本章小结	68
2.6	习题	68
第3章	MATLAB 绘图	69
3.1	二维数据曲线图	69
3.1.1	绘制单根二维曲线	69
3.1.2	绘制多根二维曲线	74
3.1.3	设置曲线样式	80
3.1.4	图形标注	84
3.1.5	坐标控制	88
3.1.6	边界和网格控制	94
3.1.7	图形窗口的分割	95
3.1.8	图形的可视化编辑	95
3.2	其他二维图形	103
3.2.1	其他绘图函数	104
3.2.2	饼图	106
3.2.3	条形图	108
3.2.4	直方图	109
3.2.5	面积图	110
3.2.6	散点图	110
3.2.7	排列图	111
3.2.8	罗盘图	111
3.2.9	羽毛图	112
3.2.10	矢量图	112
3.2.11	杆型图	113
3.2.12	阶梯图	114
3.3	三维图形	114
3.3.1	三维曲线	114
3.3.2	三维表面图的绘制	118
3.3.3	三维切片图的绘制	119
3.3.4	常用三维图形	119
3.3.5	其他三维图形	122

3.4	本章小结	124
3.5	习题	124
第4章	MATLAB 程序设计	126
4.1	M 文件	126
4.1.1	M 文件的分类	126
4.1.2	M 文件的建立与打开	129
4.2	程序控制结构	131
4.2.1	顺序结构	131
4.2.2	选择结构	135
4.2.3	循环结构	140
4.3	函数文件	145
4.3.1	函数文件的基本结构	145
4.3.2	函数的调用	146
4.3.3	函数参数的可调性	147
4.3.4	全局变量与局部变量	150
4.4	程序举例	152
4.5	程序调试	158
4.5.1	程序调试概述	158
4.5.2	调试工具	159
4.5.3	调试命令	161
4.6	本章小结	162
4.7	习题	162
第5章	MATLAB 数据分析及应用	164
5.1	数据统计处理	164
5.1.1	最大值和最小值	164
5.1.2	求和与求积	166
5.1.3	平均值和中值	169
5.1.4	累加和与累乘积	171
5.1.5	标准方差与相关系数	173
5.1.6	排序	176
5.2	数据插值	179
5.2.1	一维数据插值	179
5.2.2	二维数据插值	182
5.3	离散傅里叶变换	185
5.3.1	离散傅里叶变换算法简介	185
5.3.2	离散傅里叶变换的实现	186
5.4	多项式计算	188
5.4.1	多项式的四则运算	188
5.4.2	多项式的导函数	191
5.4.3	多项式的求值	191
5.4.4	多项式求根	192

5.5 线性方程组求解	193
5.5.1 线性方程组的直接求解算法	193
5.5.2 线性方程组的迭代求解算法	195
5.6 曲线拟合	199
5.7 常微分方程初值问题的数值解法	201
5.8 最优化问题求解	203
5.8.1 无约束最优化问题求解	203
5.8.2 有约束最优化问题求解	204
5.8.3 线性规划问题求解	205
5.9 数值积分	206
5.9.1 数值积分基本原理	206
5.9.2 数值积分的实现方法	207
5.9.3 多重定积分的数值求解	208
5.10 数值微分	208
5.10.1 数值差分与差商	208
5.10.2 数值微分的实现	209
5.11 本章小结	210
5.12 习题	211
第6章 MATLAB 数据结构	213
6.1 多维数组	213
6.1.1 多维数组的表现形式	213
6.1.2 多维数组的创建	214
6.1.3 多维数组的转换	217
6.2 结构体	219
6.2.1 结构体构造和赋值	219
6.2.2 结构体的使用	225
6.2.3 结构体的嵌套	227
6.3 细胞	228
6.3.1 细胞数组的创建	228
6.3.2 细胞数组的访问	230
6.3.3 细胞数组的显示	231
6.4 字符串	233
6.4.1 字符串构造	233
6.4.2 字符串函数	234
6.5 本章小结	241
6.6 习题	242
第7章 MATLAB 图形用户界面设计	243
7.1 图形用户句柄	243
7.2 图形用户界面开发环境	247
7.2.1 图形用户界面设计窗口	247
7.2.2 常用的用户界面设计工具	250

7.3 菜单设计	258
7.3.1 建立用户菜单	258
7.3.2 菜单对象常用属性	263
7.3.3 快捷菜单	265
7.4 对话框设计	266
7.4.1 公共对话框	266
7.4.2 MATLAB 专用对话框	268
7.5 GUI 的控件简介	271
7.5.1 常用控件简述	271
7.5.2 控件的操作	274
7.6 图形用户界面开发举例	278
7.7 本章小结	289
7.8 习题	289
第 8 章 MATLAB 在图像处理中的应用	291
8.1 读取和显示图像	291
8.1.1 读取图片	291
8.1.2 显示图片	295
8.2 图像的直方图均衡	296
8.2.1 直方图	296
8.2.2 直方图均衡	300
8.3 灰度拉伸	303
8.4 图像滤波	306
8.4.1 均值滤波	306
8.4.2 中值滤波	308
8.5 阈值分割与二值化	310
8.6 形态学算子	311
8.7 图像变换	318
8.8 本章小结	321
8.9 习题	321

第 1 章 MATLAB 编程环境

在数学计算中有三大数学软件，分别是 MATLAB、Mathematica 和 Maple，其中 MATLAB 是应用最广泛的科学计算软件之一，这主要归功于 MATLAB 具有可以很好地进行矩阵运算、绘制函数和控制数据、实现算法、创建用户界面、连接其他编程语言的程序等优点。MATLAB 主要应用于工程计算、控制设计、信号处理与通信、图像处理、信号检测、金融建模设计与分析等领域，是目前在国际上被广泛接受和使用的计算机工具。MATLAB 集数值与符号运算、数据可视化与图形用户界面设计、编程和仿真等多种功能于一体，具有功能强大、易于学习、应用范围广泛等特点，掌握了这一工具将使日常的学习和工作事半功倍。本章主要介绍 MATLAB 的特点、安装、编程环境以及一些常用的通用命令等。

1.1 MATLAB 概述

MATLAB 是一种高效的语言，其发展速度之快、应用范围之广、功能之强大，已为业内人士所惊叹。因此本节先对 MATLAB 的发展历程、系统结构及特点、学科工具箱等内容进行整体介绍，使初学者快速了解 MATLAB 的概况。

1.1.1 MATLAB 发展历程

MATLAB 是 MATrix LABoratory（矩阵实验室）的缩写。20 世纪 70 年代后期，时任美国新墨西哥大学计算机科学系主任的克里夫·莫勒尔（Cleve Moler）教授为了减轻学生编程负担，用 Fortran 语言为学生编写了线性系统软件包（Linpack）和特征值计算软件包（Eispack），这便是最初版本的 MATLAB。

1984 年，杰克·李特（Jack Little）、克里夫·莫勒尔和斯蒂夫·班格尔特（Steve Bangert）合作成立了 Mathworks 公司，正式把 MATLAB 推向市场，并在拉斯维加斯举行的“IEEE 决策与控制会议”上推出了利用 C 语言编写的面向 MS-DOS 系统的 MATLAB 1.0。MATLAB 以商品形式出现后的短短几年里，就以其良好的开放性和运行的可靠性，使原先控制领域里的封闭式软件包纷纷被淘汰。20 世纪 90 年代，MATLAB 已经成为国际控制界公认的标准计算软件。1993 年推出了基于 PC 平台的以 Windows 为操作系统平台的 MATLAB 4.0；1996 年推出了 MATLAB 5.0，增加了更多数据结构，使其成为更方便的编程语言；2000 年 10 月推出了全新的 MATLAB 6.0 正式版（R12），在核心数值算法、界面设计、外部接口、应用桌面等方面有了极大改进；2004 年 7 月推出了 MATLAB 7.0（R14），在编程环境、代码效率、数据可视化、文件 I/O 等方面进行了全面升级。从 2006 年起，

MATLAB 每年推出两个版本，上半年推出的用 a 标识，下半年推出的用 b 标识，如 2006 年上半年推出的版本为 MATLAB 7.2 (R2006a)，下半年推出的版本为 MATLAB 7.3 (R2006b)。2012 年 3 月发布了最新版 MATLAB 7.14 (R2012a)。

MATLAB 具有功能强、学习容易、效率高等特点，已成为线性代数、数值分析计算、数学建模、最优化设计、统计数据处理、生物医学工程、财务分析、金融计算、自动控制、数字信号处理、通信系统仿真等课程的基本教学工具，是目前世界上最流行的仿真计算软件之一。掌握了这一重要工具，可为今后的学习、科学研究、行业开发打下较好的基础。

1.1.2 MATLAB 主要功能

MATLAB 的功能非常强大，其主要功能如下。

- 数值计算、符号计算、工程计算等各种计算功能。
- 绘制二维图形和三维图形等数据可视化功能。
- 创建函数文件、数据管理等编程的开发环境。
- 使用线性代数、统计、优化、插值、拟合等方法的数据处理能力。
- 利用工具箱处理各应用领域内特定类型问题的扩展功能。
- 基于 Simulink 工具的系统建模、仿真和分析功能。
- 构建自定义图形用户界面的应用软件开发功能。
- 将 MATLAB 的算法与外部应用程序和语言(如 C、Fortran、Java 和 Microsoft Excel)的集成功能。

1.1.3 MATLAB 特点

MATLAB 的基本数据单位是矩阵，它的指令表达式与数学、工程中常用的形式十分相似。MATLAB 之所以受到广大读者的喜爱，是因为它具有其他语言所不具备的特点。MATLAB 的特点如下。

1. 直译式的编程语言

MATLAB 语言是以矩阵计算为基础的程序设计语言，简单易学，用户不用花太多的时间即可掌握其编程技巧。其指令格式与习惯用的数学表达式非常相近，语法规则也与一般的结构化高级编程语言类似，包括控制语句、函数、数据结构、输入输出等内容和面向对象编程特点。对于要解决的问题，用户可以在命令窗口中输入语句与执行命令同步，也可以先编写好一个较大的应用程序 (M 文件)，然后一起运行。

2. 短小高效的代码

由于 MATLAB 已将数学问题的具体算法编成了函数，因此用户只要熟悉算法的特点、使用场合、函数的调用格式和参数意义等，通过调用函数很快就可以解决问题。MATLAB 语句功能强大，一条语句往往相当于其他高级语言中的几十条甚至上百条语句，为编程者节省了大量的时间。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，容易被接受。

3. 强大的科学计算与数据处理能力

MATLAB 是包含大量计算算法的集合, 拥有上千个数学函数和工程计算函数, 可以直接调用而不需另行编程, 可非常方便地实现用户所需的各种计算功能。该软件具有强大的矩阵计算功能, 拥有众多的工具箱, 几乎能解决大部分学科中的数学问题。

4. 先进的绘图和数据可视化功能

MATLAB 具有丰富的图形处理功能和方便的数据可视化功能, 以将向量和矩阵用图形表现出来, 并且可以对图形进行标注和打印, 可用于科学计算和工程绘图。MATLAB 能够按照数据产生高质量的二维数据图形和三维数据图形, 并可绘制各类函数的多维图形, 还可以对图形设置颜色、光照、纹理、透明性等, 以增强图形的表现效果。

5. 可扩展性能

MATLAB 包括两部分内容: 基本部分和各种可选的工具箱。基本部分构成了 MATLAB 的核心内容, 也是使用和构造工具箱的基础; 工具箱扩展了 MATLAB 的功能。除内部函数外, 所有 MATLAB 基本文件和工具箱文件都是可读可改的源文件, 用户可通过对源文件进行修改或加入自己编写的文件, 构造自己的专用工具箱, 以方便解决自己领域内常见的计算问题。

6. 友好的工作平台和编程环境

MATLAB 中的工具包大多采用图形用户界面, 其界面越来越精致, 更加接近 Windows 的标准界面, 人机交互性更强, 操作更简单。简单的编程环境提供了比较完备的调试系统, 程序不必经过编译就可以直接运行, 而且能够及时地报告出现的错误并进行出错原因分析。

7. MATLAB 具有强大的面向实际问题的处理能力

MATLAB 是一个包含大量计算算法的集合。MATLAB 的函数集包括从最简单最基本的函数到诸如矩阵, 特征向量、快速傅立叶变换的复杂函数。它能解决矩阵运算和线性方程组的求解、微分方程及偏微分方程的组的求解、符号运算、傅立叶变换和数据的统计分析、工程中的优化问题、稀疏矩阵运算、复数的各种运算、三角函数和其他初等数学运算、多维数组操作以及建模动态仿真等问题。在通常情况下, 可以用它来代替底层编程语言, 如 C 语言和 C++ 语言。

8. 以复数矩阵为基本单元

在 MATLAB 中, 以复数矩阵为基本编程单元, 使矩阵操作变得轻而易举。

MATLAB 中矩阵操作如同其他高级语言中的变量操作一样方便, 而且矩阵无须采用, 可随时改变矩阵的尺寸。

1.2 MATLAB 的组成部分

MATLAB 非常强大的功能与其组成部分是密不可分的, 本节介绍 MATLAB 的主要组

成部分和 MATLAB 的重要组成部分，通过两者的配合，MATLAB 才能更好地从事科学计算。

1.2.1 MATLAB 主要组成部分

MATLAB 系统由 MATLAB 开发环境、MATLAB 数学函数库、MATLAB 语言、MATLAB 图形处理系统和 MATLAB 应用程序接口 (API) 5 大部分构成。下面对这 5 部分分别进行介绍。

- ❑ MATLAB 开发环境是一套方便用户使用的 MATLAB 函数和文件工具集，其中的许多工具是图形化的用户接口。它是一个集成的用户工作空间，允许用户输入输出数据，并提供了 M 文件的集成编译和调试环境，包括 MATLAB 桌面、命令窗口、M 文件编译调试器、工作空间浏览器和在线帮助文档。
- ❑ MATLAB 数学函数库是数学算法的一个巨大集合，包括初等数学的基本算法，高等数学、线性代数学科的复杂算法等。用户直接调用其函数就可进行运算，它是 MATLAB 系统的基本组成部分。
- ❑ MATLAB 语言是一种交互性的数学脚本语言，支持逻辑、数值、文本、函数柄、细胞数组和结构数组等数据类型，是一种高级的基于矩阵/数组的语言，具有程序流控制、函数、数据结构、输入输出和面向对象编程等特色。
- ❑ MATLAB 图形处理系统是指 MATLAB 系统提供的强大的数据可视化功能，包括二维、三维图形函数，图像处理 and 动画效果等。它还提供了包括线型、色彩、标记、坐标等修饰方法，使绘制的图形更加美观、精确。
- ❑ MATLAB 应用程序接口 (API) 是 MATLAB 语言与 C 语言、Fortran 等其他高级编程语言进行交互的函数库。该库的函数通过调用动态链接库 (DLL) 实现与 MATLAB 文件的数据交换，其主要功能包括在 MATLAB 中调用 C 语言和 Fortran 程序，在 MATLAB 与其他应用程序间建立客户/服务器关系。

1.2.2 MATLAB 重要部件

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

Simulink 是 MATLAB 附带的软件，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。

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便利。MATLAB 通过附加的工具箱 (Toolbox) 进行功能扩展，每一类工具箱都是实现特定功能的函数集合。MATLAB 工具箱主要分为以下几大类。

- ❑ 数学、统计与优化。
- ❑ 控制系统设计和分析。
- ❑ 信号处理和通信。
- ❑ 图像处理与计算机视觉。