



普通高等院校电子信息类应用型规划教材

MATLAB 程序设计及应用

蒋 珉 编著

MATLAB
CHENGXU SHEJI
JI YINGYONG



北京邮电大学出版社
www.buptpress.com

普通高等院校电子信息类应用型规划教材

MATLAB 程序设计及应用

蒋珉 编著

北京邮电大学出版社

·北京·

内 容 简 介

MATLAB是美国 MathWorks 软件开发公司推出的一款高效科学计算软件。本书基于 MATLAB R2007b(即 MATLAB7.5)/Simulink7.0,全面地介绍了 MATLAB 的基础知识和基本应用,包括 MATLAB 的基本操作、数据结构和类型、基本绘图、程序设计、数值运算、符号运算、Simulink 仿真以及 MATLAB 在工程中的应用等。本书内容简明扼要,实例丰富,便于读者掌握。

本书适合作为高校控制、自动化、电子信息等专业的教材或教学参考书,也可供相关领域的科学研究和工程技术人员学习参考。

图书在版编目(CIP)数据

MATLAB 程序设计及应用/蒋珉编著. —北京:北京邮电大学出版社,2010.3

ISBN 978-7-5635-1981-1

I. ①M… II. ①蒋… III. ①计算机辅助计算—软件包,MATLAB—程序设计 IV. ①TP391.75

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 017603 号

书 名: MATLAB 程序设计及应用

编 著 者: 蒋 珉

责任编辑: 李欣一

出版发行: 北京邮电大学出版社

社 址: 北京市海淀区西土城路 10 号(邮编:100876)

发 行 部: 电话: 010-62282185 传真: 010-62283578

E-mail: publish@bupt.edu.cn

经 销: 各地新华书店

印 刷: 北京忠信诚胶印厂

开 本: 787 mm×1 092 mm 1/16

印 张: 17.5

字 数: 433 千字

印 数: 1—3 000 册

版 次: 2010 年 3 月第 1 版 2010 年 3 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-5635-1981-1

定 价: 30.00 元

• 如有印装质量问题,请与北京邮电大学出版社发行部联系 •



PREFACE

MATLAB 是美国 MathWorks 软件开发公司自 1984 年开始推出的一种使用简便的科学计算软件,是随着 Microsoft Windows 操作系统的发展而迅速发展起来的。它充分利用 Windows 环境的交互性、多任务功能和图形功能,开发了矩阵的智能表示方式,使得矩阵运算和操作变得极为简单。MATLAB 是一种更为抽象的高级计算机语言,既有与 C 语言等同的一面,又更为接近于人的抽象思维,便于学习和编程。同时,它具有很好的开放性,用户可以根据自己的需求,利用 MATLAB 提供的基本工具,灵活地编制和开发自己的程序,开创自己的应用。

自问世以来,MATLAB 历经了实践的检验,市场的筛选和时间的凝练,已经成为广大科研技术人员、高校师生最常用和最可信赖的科学计算仿真软件。大批学者也对 MATLAB 进行了自主开发,并以 Toolbox(工具箱)的形式加入到 MATLAB 总体环境中。

本书以 MATLAB R2007b(即 MATLAB7.5)/Simulink7.0 为基础,讲述 MATLAB 的基础知识和基本应用。全书的内容经过了精心剪裁,每一章节都详细介绍了 MATLAB 的基本指令、函数和运算功能,并给出了简单的应用例题以说明其应用。某些章节给出了较为复杂的应用例题,说明利用基本指令的开发过程。每一章后面都给出了一定数量的习题,以便于读者自学。本书的讲解及语言力求简洁明了,通俗易懂。书中的所有例题均出于作者自己的实践,避免了仅仅翻译 MATLAB 的 HELP 解释所引起的语言烦琐和不确定性。同时,力求讲述的内容更为实用和集中,以减少不必要的篇幅。全书的内容深入浅出,叙述较为全面,适合于不同层次多个专业的读者。本书不仅可以作为初学读者的入门指导教材,也可以供中级水平的读者使用参考。

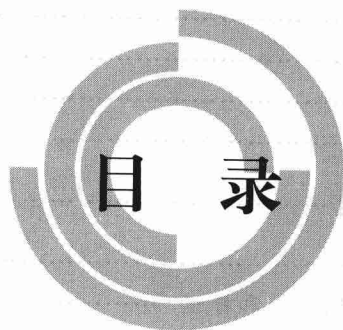
本书共分为 9 章。第 1 章为 MATLAB 入门与基本操作,介绍 MATLAB 的发展沿革、特点和应用领域、MATLAB 的安装和操作界面以及 MATLAB 指令窗操作入门,目的是使读者能对 MATLAB 有一个初步的认识,并能够利用 MATLAB 指令窗完成一些简单的计算。第 2 章为数值数组及其运算,主要介绍数值数组的创建、标识、查询和定位,数组的运算和操作,以及 MATLAB 中特有的“无穷大”、“非数”和“空”数组,目的是使读者掌握 MATLAB 的基本数据结构。第 3 章介绍字符串、元胞和结构数组,掌握这些数组是进行数据运算和操作的基础。第 4 章为数据和函数的可视化,主要介绍二维图形和特殊图形的绘制以及图形的修饰。第 5 章

为 MATLAB 程序设计基础,介绍 MATLAB 的关系和逻辑运算、程序控制结构, M 文件程序的编制和调试方法,以及 MATLAB 的函数类别与函数句柄。第 6 章为数值运算,全面地介绍包括多项式运算、曲线拟合和插值运算、数值微积分、线性代数的数值计算等 MATLAB 最基本的科学计算功能。第 7 章简要介绍 MATLAB 的符号运算功能,包括符号对象的创建、符号表达式的代数运算和基本操作、符号微积分运算、符号方程的求解以及符号函数的可视化。第 8 章为 Simulink 交互式集成仿真环境,详细地介绍 Simulink 的基础、Simulink 的模块库、Simulink 仿真的配置、Simulink 仿真实例与技巧、子系统及封装技术,为读者今后进一步学习和使用打下基础。第 9 章介绍 MATLAB 在自动控制、电路分析以及信号处理中的各种应用,目的是使读者在学习完 MATLAB 运算和操作功能后,能够结合具体工程实际,应用 MATLAB 求解实际工程问题。为了便于熟悉 C/C++ 语言的读者能够在自己编制的 C/C++ 语言程序中调用 MATLAB 的函数完成所需的运算,本书在附录部分简要地介绍了 C++ 与 MATLAB 的混合编程。

在本书的写作过程中,作者参阅了国内外许多专家、同行的教材、著作和论文。书中插图的计算机绘制、程序设计的复核、部分程序的编写以及书稿的校核等由作者的研究生黄春平、张春玲和李东晓完成。在此一并表示由衷的谢意!

由于作者水平有限,书中的疏漏与不当之处在所难免,敬请各位专家和读者批评指正。

编著者



CONTENTS

第 1 章 MATLAB 入门与基本操作	1
1.1 MATLAB 的发展沿革	1
1.2 MATLAB 的特点及应用领域	2
1.3 MATLAB 的安装启动与操作桌面简介	4
1.3.1 MATLAB 的安装和启动	4
1.3.2 MATLAB 操作桌面简介	5
1.4 MATLAB 指令窗操作入门	5
1.4.1 MATLAB 指令窗简介	6
1.4.2 最简单的计算器使用方法	6
1.4.3 数值、变量和表达式	8
1.4.4 工作空间与变量管理	9
1.4.5 指令窗的显示方式与指令行的编辑及标点符号	10
1.4.6 在线帮助	12
习题	14
第 2 章 数值数组及其运算	15
2.1 数值数组的创建、标识、查询和定位	15
2.1.1 数组的创建	15
2.1.2 数组的标识	21
2.1.3 数组的查询和定位	21
2.2 数组的运算和操作	22
2.2.1 数组的代数运算	22
2.2.2 数组的块操作	26
2.2.3 数组的翻转操作	27
2.2.4 数组运算的常用数学函数	27

2.3 “无穷大”、“非数”和“空”数组	29
2.3.1 “无穷大”	29
2.3.2 “非数”	29
2.3.3 “空”数组	30
习题	31
第3章 字符串、元胞和结构数组	34
3.1 字符串数组	34
3.1.1 字符串的创建、属性和标识	34
3.1.2 字符串数组及字符串转换函数	37
3.2 元胞数组	39
3.2.1 元胞数组的创建和显示	39
3.2.2 元胞数组的扩充和收缩	41
3.2.3 元胞数组的内容获取	42
3.3 结构数组	43
3.3.1 结构数组的创建	43
3.3.2 结构数组数据的获取和设置	44
3.3.3 结构数组的扩充和收缩	46
习题	48
第4章 数据和函数的可视化	49
4.1 二维曲线绘制的基本指令 plot	49
4.1.1 基本调用格式 plot(x,y,'s')	49
4.1.2 plot 指令的衍生调用格式	50
4.2 坐标轴控制和图形标识	51
4.2.1 坐标轴的控制	52
4.2.2 坐标刻度标识	53
4.2.3 网格和坐标框	54
4.2.4 图形标识	55
4.2.5 图例注解	58
4.3 图形的控制、表现和双纵坐标	59
4.3.1 多次叠绘	59
4.3.2 图形窗的创建、选择和删除	60
4.3.3 多子图	61
4.3.4 双纵坐标图	62
4.4 其他常用的二维绘图指令和从图形中取数据	62
4.4.1 对数坐标图形	63
4.4.2 极坐标图形	64

4.4.3 其他常用的二维绘图指令简介	65
4.4.4 获取二维图形数据的指令 ginput	65
习题	67
第 5 章 MATLAB 程序设计基础	69
5.1 MATLAB 程序设计入门	69
5.2 M 文件编辑调试器	72
5.3 MATLAB 的关系和逻辑运算	73
5.3.1 关系操作符	74
5.3.2 逻辑操作符	74
5.4 MATLAB 流程控制结构	76
5.4.1 循环结构	76
5.4.2 条件结构	81
5.4.3 开关结构	83
5.4.4 试探结构	85
5.4.5 控制程序流的其他常用指令	86
5.5 M 脚本文件和 M 函数文件	87
5.5.1 M 脚本文件	87
5.5.2 M 函数文件	88
5.5.3 局部变量和全局变量	89
5.5.4 M 函数文件的一般结构	89
5.6 MATLAB 的函数类别与函数句柄	93
5.6.1 主函数	94
5.6.2 子函数	94
5.6.3 匿名函数	96
5.6.4 函数句柄简介	97
5.7 MATLAB 程序的跟踪调试	98
5.8 加快 MATLAB 程序运行速度的建议	104
习题	105
第 6 章 数值运算	108
6.1 多项式运算	108
6.1.1 多项式的表达和创建	108
6.1.2 多项式的四则运算和微积分运算	109
6.1.3 多项式的求值、求根和部分分式展开	112
6.1.4 两个有限长序列的卷积	114
6.2 曲线拟合和插值运算	116
6.2.1 多项式拟合	116

6.2.2 插值运算	118
6.3 数值微积分	119
6.3.1 近似数值导数	119
6.3.2 数值求和与近似数值积分	122
6.3.3 常微分方程的数值解	126
6.4 线性代数的数值计算	130
6.4.1 常用的线性代数矩阵函数	130
6.4.2 矩阵的标量特征参数的计算	130
6.4.3 矩阵的特征值和特征向量的计算	131
6.4.4 线性方程求解	134
习题	135
第7章 符号运算简介	137
7.1 符号对象的创建	137
7.2 符号表达式的代数运算	141
7.2.1 符号运算中的算符和函数	141
7.2.2 符号数值的任意精度控制和运算	142
7.2.3 符号对象与数值对象的转换	143
7.3 符号表达式的基本操作	143
7.3.1 符号表达式中自变量的确定	143
7.3.2 符号表达式的化简	145
7.3.3 符号表达式的替换	147
7.4 符号微积分运算	149
7.4.1 极限和导数的符号运算	149
7.4.2 序列/级数的符号求和运算	151
7.4.3 符号积分运算	152
7.5 符号方程的求解	154
7.5.1 符号代数方程的求解	154
7.5.2 符号微分方程的求解	155
7.6 符号函数的可视化	157
习题	160
第8章 Simulink 交互式集成仿真环境	161
8.1 Simulink 启动与模型库	161
8.2 仿真结构图	167
8.3 仿真的配置	172
8.3.1 仿真时间的设置	173
8.3.2 解算器的选择	173

8.3.3 计算步长的选择	173
8.4 Simulink 仿真实例与技巧	174
8.4.1 仿真结果的输出	174
8.4.2 微分方程的 Simulink 仿真	175
8.4.3 仿真结构的参数化	178
8.4.4 与 M 函数文件的组合仿真	179
8.4.5 采样控制系统的仿真	181
8.5 用 MATLAB 指令运行 Simulink 模型	184
8.6 子系统及封装技术	186
8.6.1 创建子系统	186
8.6.2 子系统的封装	188
习题	194
第 9 章 MATLAB 在工程中的应用	200
9.1 MATLAB 在自动控制中的应用	200
9.1.1 控制系统数学模型及转换的 MATLAB 实现	200
9.1.2 控制系统时域响应的 MATLAB 实现	210
9.1.3 控制系统稳定性分析的 MATLAB 实现	215
9.1.4 经典控制的 MATLAB 辅助设计简介	222
9.1.5 现代控制的 MATLAB 辅助设计简介	225
9.1.6 拉普拉斯变换、Z 变换及其逆变换	229
9.2 MATLAB 在电路分析中的应用	231
9.2.1 电阻电路	232
9.2.2 动态电路	234
9.2.3 正态稳态电路	239
9.2.4 频率响应	241
9.3 MATLAB 在信号处理中的应用	244
9.3.1 离散傅里叶变换	245
9.3.2 数字滤波器的结构	249
9.3.3 FIR 数字滤波器的设计	251
9.3.4 IIR 数字滤波器的设计	255
习题	258
附录 C/C++ 与 MATLAB 的混合编程	263
参考文献	268



MATLAB 入门与基本操作

在电子信息工程的相关领域中有着大量复杂烦琐的计算和仿真曲线绘制任务。随着计算机的广泛应用,许多重复烦琐的工作都可以交给它来完成,但用户需要编制计算机程序。MATLAB 及其工具箱和 Simulink 交互式集成仿真环境的出现为系统的设计和仿真提供了一个有效的工具。

本章简要介绍 MATLAB 的发展历史、特点和应用领域,各个窗口界面,主要语法和指令操作键,显示格式,相关内容的查找。

1.1 MATLAB 的发展沿革

MATLAB 是美国新墨西哥大学的数学和计算机教授 Cleve Moler 在 20 世纪 70 年代中后期讲授线性代数课程时首创的,全名为 MATrix LABoratory(矩阵实验室)。其初衷是利用他和同事编写的两个子程序库 EISPACK(基于特征值计算的软件包)和 LINPACK(线性代数计算软件包),为学生提供一套集命令翻译、科学计算于一身的软件系统。早期的 MATLAB 是用 Fortran 语言编写的,只能作矩阵运算;绘图也只能用极其原始的方法,即用星号描点的形式画图;内部函数也只提供了几十个。但由于在 MATLAB 下矩阵的运算变得异常容易,并且是免费软件,因此即使其当时的功能十分简单,还是吸引了大批的使用者。

MATLAB 从产生之日起,就得到了国外许多大学的师生、科技人员的关注、应用和开发。20 世纪 80 年代初,John Little 等人将先前的 MATLAB 全部用 C 语言进行改写,形成了新一代的 MATLAB。1984 年,Cleve Moler 等一批数学家和软件专家成立了 MathWorks 软件开发公司,对 MATLAB 进行了大规模的扩展和改进,并与同年推出了第一个 MATLAB 的商用版本。大批美国和其他国家的学者也对 MATLAB 进行了自主开发,并以 Toolbox(工具箱)的形式加入到 MATLAB 总体环境中。

1993 年,MathWorks 公司推出了基于 PC 的以 Windows 操作系统为平台的 MATLAB4.0 版。与以前的版本相比,MATLAB4.0 版作了很大的改进,特别是增加了 Simulink、Control、

Neural Network、Optimization、Signal Processing、Spline、Robust Control 等工具箱,使得 MATLAB 的应用范围越来越广。同年,MathWorks 公司又推出了 MATLAB4.2 版,首次开发了 Symbolic Math 工具箱。

1997 年推出的基于 Windows 95 的 MATLAB5.0 版实现了真正的 32 位运算,数值计算更快,图形表现更丰富有效,编程更简洁直观,用户界面十分友好。

2000 年推出的 MATLAB6.0 版(Release 12)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的改进。

2004 年,MathWorks 公司又推出了 MATLAB7.0 版(Release 14),其中集成了 MATLAB7.0 编译器、Simulink6.0 图形仿真器及许多工具箱,在编程环境、代码效率、数据可视化、文件 I/O 等方面都进行了全面的升级。

MATLAB R 系列是从 2006 年开始发布的,MathWorks 公司在技术层面上实现了一次飞跃。从此以后,产品的发表模式也发生了变化。每年的 3 月和 9 月进行两次产品发布,版本的命名方式为“R+年份+代码”,对应于上下半年的代码分别是 a 和 b。每一次发布都会包含所有的产品模块。MATLAB R2007b(即 MATLAB7.5)是 MathWorks 公司在 2007 年 9 月推出的产品。

最近的一次版本更新是 2009 年 9 月推出 MATLAB R2009b(即 MATLAB7.9),对许多工具箱作了相应的升级,使得 MATLAB 的功能更强,应用更简便。

1.2 MATLAB 的特点及应用领域

MATLAB 具有不同于其他语言(如 Fortran、C 语言等)的特点,被称为第四代计算机语言,又称为“草稿纸式”的语言。它可以把工程技术人员从烦琐的程序代码中解放出来,能够快速验证自己的模型和算法。概括起来,MATLAB 具有如下特点。

(1) MATLAB 以复数数组(包括矩阵)作为基本编程单元,每个变量代表一个数组,其中的每个元素都可以是复数。数组的维数不需要预先定义即可使用,还可以随时改变数组的尺寸,这在其他高级语言中是很难实现的。MATLAB 的所有运算包括加、减、乘、除、函数运算等都数组和复数有效。

(2) MATLAB 易学易用,其函数名和表达更接近书写计算公式的思维表达方式。使用 MATLAB 编程犹如在草稿纸上排列公式和求解问题。MATLAB 是一种解释性语言,它对每条语句解释后立即执行并得出结果,无须专门的编辑器。如果出现错误会立即作出反应,便于编程者立即纠正。

(3) MATLAB 是一种面向科学和工程计算的高级语言。它以数组运算为基础,极少的代码就可以实现复杂的功能。例如,在求矩阵的行列式时,MATLAB 只需要用一条指令 `det()`,而 C 语言等则需要几十条甚至上百条代码。

(4) MATLAB 具有强大而智能化的图形功能。MATLAB 本身就是一个 Windows 操作系统下的具有良好用户界面的系统,并且提供了丰富的图形界面设计函数,可以方便地将

工程计算结果可视化。它能根据输入数据自动确定最佳坐标,规定多种坐标系(如极坐标系、对数坐标系等),设置不同颜色、线形、视角等,并能绘制三维坐标中的曲线和曲面。

(5) MATLAB 提供了许多面向应用问题求解的工具箱函数,从而大大方便科研人员的使用。目前,MATLAB 提供了 30 多个工具箱,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。它们中包含了各个领域应用问题求解的便利函数,使系统的分析与设计变得更加简捷。

(6) MATLAB 开放性好,易于扩充。除了 MATLAB 提供的内部函数外,MATLAB 的其他文件都是公开的、可读可改的源文件,体现了 MATLAB 的开放性特点。用户可以修改源文件和加入自己的文件,甚至构造自己的工具箱。

(7) MATLAB 与 C 语言和 Fortran 语言有良好的接口。用户可以在 C 语言和 Fortran 语言中调用 MATLAB 的函数或程序,完成 MATLAB 与它们的混合编程,从而充分利用已有的 MATLAB 资源。同样,也可以在 MATLAB 中调用 C 语言和 Fortran 语言编写的程序。

但是,MATLAB 作为一种解释性语言,与 C 语言和 Fortran 语言等其他高级语言相比较,存在如下一些缺点:

- 运行效率较低,执行相同功能的代码运行时间较长;
- 用户编制的程序文件为文本文件,可以用文本编辑器直接打开,不利于保密;
- 访问硬件的能力相对较差,图形用户界面功能也不够灵活。

MATLAB 以商品形式出现后,仅仅几年时间,就以其良好的开放性和运行的可靠性使得原先控制领域里的封闭软件包(如英国的 UMIST、瑞典的 LUND 和 SIMNON、德国的 KEDDC 等)被纷纷淘汰,而改以 MATLAB 为平台加以重建。目前,MATLAB 已经成为国际控制界公认的标准计算软件。而从 20 世纪 90 年代初期开始,在国际上的众多数学类科技应用软件中,MATLAB 在数值计算方面一直独占鳌头。在国内外大学里,诸如应用代数、数理统计、自动控制、数字信号处理、模拟与数字通信、时间序列分析、动态系统仿真等课程都将 MATLAB 作为学习内容,成为攻读学位的大学生、硕士生和博士生必须掌握的基本工具。

MATLAB 的应用领域十分广阔,典型的应用举例如下:

- 数据分析;
- 数值与符号计算;
- 工程与科学绘图;
- 控制系统设计;
- 航天工业;
- 汽车工业;
- 生物医学工业;
- 语音处理;
- 图像与数字信号处理;
- 财务、金融分析;
- 建模、仿真与样机开发;
- 新算法研究开发。

1.3 MATLAB 的安装启动与操作桌面简介

1.3.1 MATLAB 的安装和启动

MATLAB 可以在 Windows 环境下直接安装。一般说来,当 MATLAB 光盘插入光驱后,会自启动“安装向导”。假如自启动没有实现,那么可以在“我的电脑”或“资源管理器”中双击 setup.exe 应用程序,使“安装向导”启动。安装过程中出现的所有界面都是标准的,用户只要按照屏幕提示操作,如输入用户名、单位名、口令等就行了。

在 MATLAB 安装完成后,会在 Windows 桌面上自动生成 MATLAB 的快捷方式图标。使用时,在 Windows 桌面上直接双击该图标,启动 MATLAB,就打开了如图 1.1 所示的 MATLAB 操作桌面(Desktop)。

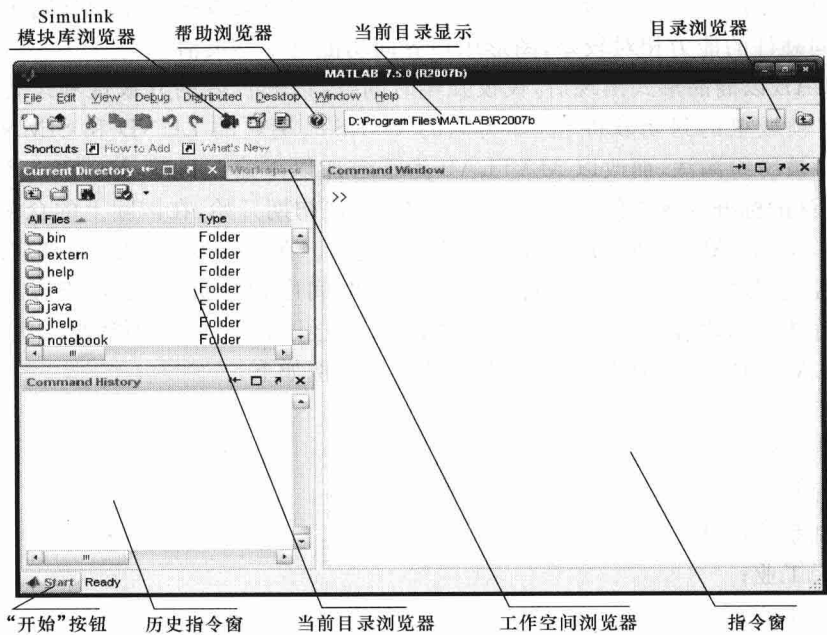


图 1.1 MATLAB 操作桌面

假如 Windows 桌面上没有 MATLAB 图标,那么可以双击 MATLAB\R2007b 文件夹下的快捷方式图标,启动 MATLAB。

1.3.2 MATLAB 操作桌面简介

在如图 1.1 所示的 MATLAB 操作桌面上层铺放着 3 个最常用的界面:指令窗、当前目录浏览器和历史指令窗;在桌面的下方有一个“开始”按钮;还有一个只能看到“窗名”的工作空间浏览器。

- 指令窗(Command Window)

该窗是进行各种 MATLAB 操作的最主要窗。在默认设置下,它位于 MATLAB 操作桌面的右侧,如图 1.1 所示。在该窗内,可以键入各种送给 MATLAB 运行的指令、函数、表达式,并在运行后显示除窗外的所有运行结果。

- 当前目录浏览器(Current Directory Browser)

在默认设置下,该浏览器位于 MATLAB 操作桌面的左上方前台。在该浏览器中,展示着子目录、M 文件、MAT 文件和 MDL 文件等。对该界面上的 M 文件,可直接进行复制、编辑和运行;界面上的 MAT 数据文件,可直接送入 MATLAB 工作内存。此外,对该界面上的子目录,可进行 Windows 平台的各种标准操作。

- 历史指令窗(Command History)

在默认设置下,该窗位于 MATLAB 操作桌面的左下方前台。该窗自动记录自 MATLAB 安装起所有已经运行过的指令、函数、表达式,以及它们的运行日期和时间,从而方便用户查询。该窗中的所有指令和文字都允许复制、重新运行及用于产生 M 文件。

- 工作空间浏览器(Workspace Browser)

在默认设置下,该浏览器位于 MATLAB 操作桌面的左上方后台。该窗列出了 MATLAB 工作空间中所有的变量名、大小、字节数和变量类型说明。在该窗中,可以对变量进行观察、编辑、提取、保存和删除等操作。

- “开始”按钮(Start)

启动 MATLAB 后,在操作桌面的左下角可以看到图标  Start。单击该按钮后会引出通往 MATLAB 所包含的各种组件、模块库、图形用户界面、帮助分类目录、演示算例等的捷径,以及向用户提供自建快捷操作的环境。

另外,在 MATLAB 操作桌面的上方,还嵌入了菜单栏和工具栏,如图 1.1 所示。它们的使用及选择方式与 Windows 环境中的相同。

1.4 MATLAB 指令窗操作入门

MATLAB 有很多种使用方法和多种形式的界面,但最基本的,也是入门时首先要掌握的是:MATLAB 指令窗的基本表现形态和操作方式。

1.4.1 MATLAB 指令窗简介

在默认设置下, MATLAB 指令窗位于 MATLAB 操作桌面的右方, 如图 1.1 所示。如果用户希望得到脱离操作桌面的几何独立的指令窗, 只要单击该指令窗右上角的图标 , 就可以获得如图 1.2 所示的指令窗。

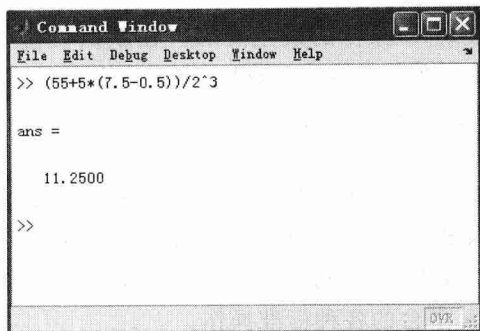


图 1.2 几何独立的指令窗

【说明】

- 图 1.2 所示指令窗显示了例 1.1 运行的结果。
- 如果用户希望让几何独立的指令窗嵌入回 MATLAB 操作桌面, 则只要单击该指令窗右上角的图标  即可。

1.4.2 最简单的计算器使用方法

为了便于学习, 本节以算例的方式叙述, 并通过算例归纳出一些 MATLAB 最基本的规则和语法结构。

例 1.1 求 $[55 + 5 \times (7.5 - 0.5)] \div 2^3$ 的运算结果。

(1) 用键盘在 MATLAB 指令窗中输入以下内容:

```
>> (55 + 5 * (7.5 - 0.5)) / 2^3
```

(2) 在上述表达式输入完成后, 按下【Enter】键, 该条指令就被执行。

(3) 在指令执行后, MATLAB 指令窗中将显示以下结果:

```
ans =  
11.2500
```

【说明】

- MATLAB 指令是带有提示符“>>”的, 从而可以区分是指令还是 MATLAB 给出的结果。
- MATLAB 的运算符(如+、一等)都是各种计算程序中常见的习惯符号。
- 在键入一条指令后, 必须按下【Enter】键, 该条指令才会被执行。这一点务必请读者注意。出于叙述简明的考虑, 本书以后将不再重复提及此操作。

- 计算结果显示中的“ans”是英文“answer”的缩写,其含义是“运算答案”。这是 MATLAB 中的一个预定义的默认变量。
- 本例在 MATLAB 指令窗中的实际运行情况见图 1.2。

例 1.2 简单数组 $A = \begin{bmatrix} 1 & 2 \\ 3 & 4 \\ 5 & 6 \end{bmatrix}$ 的输入。

```
>> A = [1,2;3,4;5,6]
```

```
A =
```

```
    1    2
    3    4
    5    6
```

【说明】

- 直接输入数组时,数组元素之间用空格或逗号分隔,数组行之间用分号分隔,整个数组放在方括号对“[]”里。注意:标点符号必须在英文状态下输入!
- 在 MATLAB 中,不必事先对数组的维数进行任何说明,存储将自动配置。
- 指令执行后,数组 A 被保存在 MATLAB 的工作空间中。如果用户不对它进行重新赋值,或用 clear 指令清除它,该数组将会一直保存在工作空间中,直到本次 MATLAB 指令窗被关闭为止。
- MATLAB 对字母的大小写是敏感的。在本例中,数组赋给了变量 A,而不是小写的 a。

例 1.3 数组的分行输入。

```
>> A = [1,2
```

```
      3,4
```

```
      5,6]
```

```
A =
```

```
    1    2
    3    4
    5    6
```

【说明】

- 本例采用的这种输入法是为了视觉习惯。对于较大数组采用此法不易出现输入错误。
- 在这种输入法中,【Enter】键用来分隔数组中的行。

例 1.4 指令的续行输入。

```
>> s = 1 + 2 - 3 + 4 - ...
```

```
      5 + 6 - 7 + 8 - ...
```

```
      9 + 10
```

```
s =
```

```
    7
```

【说明】

- MATLAB 用 3 个或 3 个以上的连续黑点表示“续行”,即下一行是上一行的继续。