

21世纪

高等院校计算机系列教材

MATLAB 7.X

程序设计

王建卫 曲中水 凌滨 编著



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

21 世纪高等院校计算机系列教材

MATLAB 7.X 程序设计

王建卫 曲中水 凌 滨 编 著

中国水利水电出版社

内 容 提 要

MATLAB 既是编程语言, 又是软件环境, 因此学习 MATLAB 既要注重编程能力的培养, 也要提高软件应用的能力。

本书以 MATLAB 7.0 版为例, 主要从数据类型、流程控制语句、数值计算、符号计算、绘图、Simulink 仿真和 Notebook 的使用等几个方面介绍常用函数的应用以及 MATLAB 语言程序设计的方法。书中针对 MATLAB 函数多、难记忆的特点, 在每章后附有大量的习题, 以加强记忆和理解。附录中有上机实验, 并列出了基本部分所有函数库中的函数列表, 供初学者查阅使用。

本书体系清晰, 注重实用, 适合作为高校理工科专业本科生、研究生的教材, 也可供广大科技工作者阅读使用。

本书配有免费电子教案, 读者可从中国水利水电出版社网站 (<http://www.waterpub.com.cn/softdown/>) 下载。

图书在版编目 (CIP) 数据

MATLAB 7.X 程序设计 / 王建卫等编著. —北京: 中国水利水电出版社, 2007

(21 世纪高等院校计算机系列教材)

ISBN 978-7-5084-4678-3

I. M… II. 王… III. 计算机辅助计算—软件包, MATLAB 7.X—高等学校—教材 IV. TP391.75

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 113539 号

书 名	MATLAB 7.X 程序设计
作 者	王建卫 曲中水 凌 滨 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@263.net (万水) sales@waterpub.com.cn 电话: (010) 63202266 (总机)、68331835 (营销中心)、82562819 (万水)
经 售	全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	北京万水电子信息有限公司
印 刷	北京蓝空印刷厂
规 格	787mm×1092mm 16 开本 17 印张 427 千字
版 次	2007 年 9 月第 1 版 2007 年 9 月第 1 次印刷
印 数	0001—4000 册
定 价	26.00 元

凡购买我社图书, 如有缺页、倒页、脱页的, 本社营销中心负责调换

版权所有·侵权必究

前 言

MATLAB 是美国 Mathworks 公司推出的用于科学计算和图形处理的可编程软件系统。自 1984 年 MATLAB 1.0 版推向市场以来,先后经历了 DOS 版和 Windows 版两个发展阶段,随着其功能的不断加强而得到了广泛的应用,目前已成为理工科类学生及科技工作者必须掌握的重要基本技能之一。2004 年 Mathworks 公司推出了全新的 MATLAB 7.0 版 (Release 14),新版本在保持原有风貌的基础上对已有的功能进行了加强和扩充,仍包括基本和专业扩展两部分。其中基本部分有 28 个函数库,常用的函数约 1200 多个;专业扩展部分为用 MATLAB 基本语句编写而成的各种子程序集,用于解决某一专业方面的问题。

本书是作者根据自己多年从事 MATLAB 课程的理论教学和实践教学经验,针对 MATLAB 程序设计的具体特点而编写的。为了适应教学的实际需要,对书中的内容和组织结构进行了编排,突出了以下几个方面:

(1) 掌握编程原理和提高应用软件能力并重。MATLAB 既是一种编程语言,又是软件环境,因此学习 MATLAB 既要培养编程能力,也要提高软件应用能力。本书以 MATLAB 7.0 版为基础,本着提高应用英文软件能力、理解 MATLAB 编程思想的目的,重点讲述 MATLAB 编程的基本原理。

(2) 突出计算功能和绘图功能。MATLAB 以其强大的计算功能而著称,因此书中的章节安排以 MATLAB 的功能为主线,在介绍了数据类型和基本编程语句后,重点介绍数值计算、符号计算和计算可视化的实现。

(3) 讲解必要的函数。由于 MATLAB 的函数众多,本书不可能介绍各个函数库中的所有函数,因此为初学者有选择、有针对性地介绍哪些函数就成为必须首要考虑的问题。本书主要以高等数学和线性代数课程为基础介绍相应函数库中的常用函数,所涉及的函数库有 20 个左右,函数有 800 个左右,重点讲授的函数有 400 个左右。

(4) 提高函数的应用能力。灵活应用函数是编写 MATLAB 程序的难点,而有些函数看似简单,但应用起来并非如此,这也是初学者的障碍。因此本书为启发初学者的思路选取了一些典型数学问题,用不同的函数编写不同思路的程序来实现,从而达到开阔思路、拓展思维的目的。

全书分为 7 个部分:概述部分主要简单介绍 MATLAB 的特点及软件环境;数据类型部分在介绍数组、子数组的概念基础上,定义了数组和矩阵的运算,并介绍了稀疏数组、字符数组、元胞数组和构架数组等特殊的数据类型,这一部分是全书的基础;程序设计部分介绍 M 文件的编写语句和编写、执行过程;数值计算和符号计算部分采用对照编写的方法与高等数学、线性代数相联系,介绍计算过程,真正做到数学实验室的作用,这一部分是全书的重点之一;绘图部分包括高层的二维、三维绘图函数和图形的辅助操作命令以及句柄图形、图形用户界面的设计,这一部分也是全书的重点之一;Simulink 仿真环境部分

简单介绍了常用模块、模型建立和仿真过程; Notebook 部分介绍在 Word 中使用 MATLAB 的方法。

本书可作为高校理工科专业本科生、研究生学习的教材, 也可供科研工作者阅读使用。本书配有免费电子教案, 读者可从中国水利水电出版社网站(www.waterpub.com.cn/softdown)下载。

本书主要由王建卫、曲中水和凌滨编著, 参加本书编写的还有韩劲松、高峻、曹树佳、王松涛。其中王建卫编写了第 3 章 (3.3、3.4、3.5、3.6、3.7)、第 4 章、第 5 章 (5.1、5.2、5.3、5.4、5.5、5.6) 和附录 A, 以及全书内容的规划; 曲中水编写了第 2 章 (2.1、2.2、2.3、2.4)、第 6 章和附录 B, 以及全书内容的规划; 韩劲松编写了第 2 章 (2.5、2.6、2.7、2.8); 凌滨编写了第 3 章 (3.1、3.2) 和第 7 章; 曹树佳编写了第 1 章、第 5 章 (5.7); 高峻编写了第 8 章。曹树佳和王松涛还参与了编辑加工工作, 并校对了全书。

在本书的编写过程中, 编者力求内容准确、举例具体, 但由于水平有限, 书中不妥或错误之处在所难免, 敬请读者与编者联系 (jwwang2007@163.com) 并批评指正。

编 者

2007 年 3 月

目 录

前言

第 1 章	MATLAB 概述	1
1.1	MATLAB 的发展历程和特点	1
1.1.1	MATLAB 的发展历程	1
1.1.2	MATLAB 的特点	2
1.2	MATLAB 的安装与启动	2
1.2.1	MATLAB 的安装	2
1.2.2	启动与退出 MATLAB 系统	4
1.3	MATLAB 的工作环境	5
1.3.1	命令窗口	5
1.3.2	M 文件编辑/调试窗口	5
1.3.3	图形窗口	6
1.3.4	工作空间窗口	7
1.3.5	历史命令窗口	7
1.3.6	MATLAB 帮助系统	8
1.3.7	MATLAB 搜索路径	10
	习题	12
第 2 章	MATLAB 运算基础	13
2.1	概述	13
2.1.1	数据术语	13
2.1.2	数据类型	13
2.2	变量	14
2.2.1	变量的命名	14
2.2.2	变量的赋值	14
2.2.3	特殊变量	15
2.2.4	内存变量的管理	15
2.3	数值数组	17
2.3.1	数值数组的建立	17
2.3.2	数组元素的标识	24
2.3.3	子数组	25
2.3.4	数组的赋值	27
2.3.5	数组元素的删除	28

2.3.6	多维数组	28
2.4	稀疏数组	31
2.4.1	数组元素的存储	31
2.4.2	稀疏数组的建立	32
2.5	矩阵和数组的运算	34
2.5.1	矩阵和数组的算术运算	34
2.5.2	矩阵和数组的乘方运算	37
2.5.3	矩阵和数组的数学函数	37
2.6	字符串	40
2.6.1	字符串的定义	40
2.6.2	字符串的连接和替换	40
2.6.3	字符串比较函数	41
2.6.4	字符串转换函数	42
2.7	元胞数组	43
2.7.1	元胞数组的建立	43
2.7.2	转换函数	45
2.7.3	元胞数组的使用	46
2.8	构架数组	47
2.8.1	构架数组的建立	47
2.8.2	域的增加和删除	49
2.8.3	构架数组元素的引用	50
2.8.4	域值操作函数	51
2.8.5	构架数组的嵌套	52
习题		53
第3章	MATLAB 程序设计	55
3.1	关系运算	55
3.1.1	概述	55
3.1.2	关系运算符	55
3.1.3	关系运算规则	55
3.1.4	关系运算的应用	56
3.2	逻辑运算	58
3.2.1	逻辑运算符和运算法则	58
3.2.2	逻辑函数	59
3.2.3	运算符优先级	61
3.3	M 文件	62
3.3.1	M 文件概述	62
3.3.2	M 文件的建立	62

3.4	分支语句	63
3.4.1	If 结构	63
3.4.2	switch-case 结构	64
3.4.3	try-catch 结构	66
3.5	循环语句	67
3.5.1	while 循环	67
3.5.2	for 循环	68
3.5.3	循环程序的等价形式	71
3.6	函数文件	73
3.6.1	函数文件的格式	73
3.6.2	全局变量和临时变量	75
3.6.3	函数文件的应用	76
3.7	MATLAB 文件处理	77
3.7.1	MATLAB 文件处理简介	77
3.7.2	数据文件的分类	77
3.7.3	文件打开和关闭	77
3.7.4	二进制 I/O 函数	78
3.7.5	格式化 I/O 函数	79
3.7.6	文件位置和状态函数	80
	习题	81
第 4 章	数值计算	83
4.1	概述	83
4.2	数据分析	83
4.2.1	统计分析	83
4.2.2	协方差和相关系数	90
4.2.3	傅里叶变换	91
4.3	矩阵操作	91
4.3.1	矩阵的结构变换	91
4.3.2	矩阵分析	96
4.3.3	矩阵的特征值分析	106
4.3.4	矩阵的分解	107
4.4	多项式函数	111
4.4.1	多项式的表示	111
4.4.2	多项式的算术运算	111
4.4.3	导函数	112
4.4.4	多项式求根	113
4.4.5	多项式估值	114

4.4.6	部分分式函数	116
4.4.7	多项式积分	116
4.5	插值和拟合	117
4.5.1	数值插值	117
4.5.2	数据拟合	118
4.6	数值微分与积分	119
4.6.1	差分	119
4.6.2	数值积分	120
习题		122
第 5 章	符号计算	125
5.1	符号计算基础	125
5.1.1	概述	125
5.1.2	创建符号常量	125
5.1.3	创建符号变量	126
5.2	符号表达式的基本操作	127
5.2.1	符号表达式的基本运算	127
5.2.2	符号数值精度控制	130
5.2.3	符号对象转换为数值对象	130
5.2.4	自由变量的确定	131
5.2.5	变量置换	131
5.2.6	反函数和复合函数	132
5.3	符号多项式函数	133
5.3.1	合并同类项	133
5.3.2	因式分解	135
5.3.3	分子、分母的提取	136
5.3.4	化简	137
5.3.5	展开	138
5.4	符号微积分	139
5.4.1	符号极限	139
5.4.2	符号微分	140
5.4.3	符号积分	145
5.5	积分变换	148
5.5.1	符号卷积	148
5.5.2	傅里叶变换及其反变换	149
5.5.3	拉普拉斯变换及其反变换	149
5.5.4	Z 变换及其反变换	150
5.6	解方程	151

5.6.1	符号代数方程的求解	151
5.6.2	符号微分方程的求解	153
5.7	可视化数学分析界面	155
5.7.1	单变量函数分析工具	155
5.7.2	泰勒级数	156
	习题	157
第 6 章	MATLAB 绘图	160
6.1	二维绘图	160
6.1.1	直角坐标系的二维图形	160
6.1.2	绘制图形的辅助操作	162
6.1.3	plotyy 函数	166
6.1.4	极坐标系绘图	167
6.1.5	对数坐标绘图	169
6.1.6	隐函数绘图	171
6.2	特殊二维图形的绘制	175
6.2.1	直方图	175
6.2.2	饼图	175
6.2.3	离散杆状图	176
6.2.4	阶梯状图	176
6.2.5	射线图	177
6.2.6	误差条形图	178
6.2.7	彗星图	179
6.2.8	圆形图	179
6.3	三维绘图	180
6.3.1	三维曲线	180
6.3.2	三维曲面	182
6.3.3	色彩处理	186
6.3.4	图像的读写和动画处理	188
6.3.5	特殊三维图形的绘制	189
6.4	句柄图形	192
6.4.1	句柄图形体系	192
6.4.2	图形对象的建立	192
6.4.3	对象句柄的获取方法	196
6.4.4	对象属性的获取和设置	197
6.5	图形用户界面	198
6.5.1	图形用户界面对象层次结构	198
6.5.2	用户菜单	198

6.5.3	对话框	200
6.5.4	用户控件	203
6.6	图形用户界面设计工具	204
6.6.1	图形用户界面设计工具的启动	204
6.6.2	图形用户界面设计窗口的组成	205
习题		209
第 7 章	Simulink 仿真环境	211
7.1	Simulink 的启动与退出	211
7.1.1	Simulink 简介	211
7.1.2	Simulink 的启动和模型编辑窗口	211
7.1.3	Simulink 的文件操作	213
7.1.4	Simulink 的退出	213
7.2	Simulink 的基本模块	214
7.2.1	基本模块库	214
7.2.2	常用模块的参数设置	216
7.3	模型文件的创建	217
7.3.1	模块的操作	217
7.3.2	信号线的操作	218
7.3.3	创建模型文件	219
7.4	子系统	221
7.4.1	子系统建立的方法	221
7.4.2	子系统的封装	221
7.4.3	条件执行子系统	224
7.5	通过命令窗口创建 Simulink 模型	224
7.5.1	Simulink 模型文件操作命令	224
7.5.2	Simulink 模型文件编辑命令	225
习题		225
第 8 章	Notebook	227
8.1	Notebook 的安装与启动	227
8.1.1	Notebook 的安装	227
8.1.2	Notebook 的启动	228
8.1.3	M-book 模板的界面	229
8.1.4	Notebook 的单元样式	229
8.2	Notebook 的使用	230
8.2.1	输入单元	230
8.2.2	自动初始化单元	231
8.2.3	单元组	232

8.2.4 输出单元的设置	233
8.2.5 计算区	235
8.2.6 运行方法	236
习题	237
附录 A 实验	238
附录 B 函数库	243
参考文献	260

第 1 章 MATLAB 概述

学习目标

- 了解 MATLAB 的发展历程和特点。
- 掌握 MATLAB 的安装过程。
- 掌握 MATLAB 的工作环境。

重点内容

- MATLAB 语句输入和执行的方法。
- 通过工作空间浏览器查询变量的方法。
- MATLAB 帮助系统的使用方法。

1.1 MATLAB 的发展历程和特点

1.1.1 MATLAB 的发展历程

MATLAB 是 MATrix 和 LABoratory 两词的缩写，是美国 Mathworks 公司推出的用于科学计算和图形处理的可编程的软件系统，经历了基于 DOS 版和 Windows 版两个发展阶段。

20 世纪 70 年代美国新墨西哥大学计算机科学系主任的 Cleve Moler 教授为了减轻学生编程负担，为学生设计了一组调用 LINPACK 和 EISPACK 库程序的接口，这就是用 FORTRAN 编写的萌芽状态的 MATLAB。1984 年 Little、Moler 和 Steve Bangert 合作成立了 Mathworks 公司，把基于 DOS 版的 MATLAB 1.0 版正式推向了市场，并继续 MATLAB 的开发，经历了以下几个重要的阶段：

(1) 1988 年推出基于 DOS 3.x 的 MATLAB。

(2) 1992 年推出了具有划时代意义的基于 Windows 的 MATLAB 4.0 版本，并于 1993 年推出了微机版，可以配合 Microsoft Windows 一起使用，使之应用范围越来越广。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。

(3) 1997 年推出的 MATLAB 5.0 版允许了更多的数据结构，1999 年推出的 MATLAB 5.3 版在很多方面进一步改进了 MATLAB 语言的功能，增加了试探性语句。

(4) 2000 年 10 月推出的 6.0 版 (Release 12)，在核心数值算法、界面设计、外部接口、桌面等方面有了极大的改进，具有矩阵运算、数值计算、图形生成和信号处理等功能，用户可以集成地进行程序设计、数值计算、图形绘制、输入输出、文件管理等各项操作。2002 年推出的 6.5 版采用了 JIT 加速器，从而大大提高了 MATLAB 程序的运算速度。

(5) 2004 年推出了全新的 MATLAB 7.0 版 (Release 14)。加强了 6.X 版的功能，提供了使用更加灵活、功能更加强大的函数。新的版本仍包括基本部分和专业扩展部分两大部分，其

中基本部分有 28 个函数库（6.5 版的基本部分有 25 个函数库），常用的函数约 1200 多个；专业扩展部分也称为工具箱，是用 MATLAB 的基本语句编成的各种子程序集，用于解决某一方面的专门问题或实现某一类的新算法。工具箱分为功能性工具箱和学科性工具箱两大类，其中功能性工具箱主要用来扩充其符号计算功能、可视建模仿真功能以及文字处理功能等；学科性工具箱专业性比较强，如控制系统工具箱、信号处理工具箱、神经网络工具箱、最优化工具箱、金融工具箱等，用户可以直接利用这些工具箱进行相关领域的科学研究。

本书中以 7.0 版基本部分为基础，从数据结构、数值计算、符号计算和数据可视化等几个方面介绍常用函数的使用以及 MATLAB 语言程序设计的方法。

1.1.2 MATLAB 的特点

1. 计算功能强

MATLAB 的计算要素不是单个数据，而是数组，因此提高了运算效率。MATLAB 的计算分为数值计算和符号计算两类，数值计算包括数组的运算和数组元素的运算，可以实现算术运算、关系运算和逻辑运算；符号计算是通过调用符号工具箱提供的函数实现的精确计算，可以解决在数学和工程领域中常常遇到的精确计算问题。

2. 人机界面好

MATLAB 的桌面环境集成了命令窗口、历史命令窗口、工作空间浏览器、当前目录窗口和快速启动平台，较以前更加友好。MATLAB 的 Notebook 为用户提供了强大的文字处理功能，允许用户从 Word 访问 MATLAB 的数值计算和可视化结果。

3. 编程效率高

MATLAB 的流程控制语句较 C 语言更加简单，运算表达式较 C 语言更加灵活，与标准的数学表达式非常相近，使用户不必把主要精力用于学习语法结构和编程技巧，增强了初学者的信心，提高了编程效率。MATLAB 语句以解释方式执行无需编译，执行后在命令窗口立即得出结果，若有错误也立即给出反馈信息，便于编程者立即改正。

4. 绘图功能强

MATLAB 提供了高层和低层两个层次的绘图操作。利用 MATLAB 的高层绘图函数可以绘制二维和三维图形，真正实现了数据的可视化。低层绘图操作是基于图形句柄的操作，能够实现图形用户接口界面的设计。

5. 可扩展性强

MATLAB 系统包括基本部分和各种可选的工具箱部分两大部分，具有良好的可扩展性，MATLAB 的可扩展性体现在基本函数库的扩充和工具箱的扩展两个方面，允许用户编写自己的函数扩充到基本部分相应的函数库中，也允许用户开发某一应用领域的第三方工具箱。

1.2 MATLAB 的安装与启动

1.2.1 MATLAB 的安装

安装 MATLAB 软件系统是使用 MATLAB 软件系统的前提，本节以 MATLAB 7.0 为例介绍 MATLAB 的安装过程。一般情况下，运行系统自带的安装程序 setup.exe，然后按照安装提

示依次操作,即可完成安装 MATLAB 的安装。一般步骤如下:

(1) 把 MATLAB 7.0 安装盘放入 CD-ROM, 一般会自动运行安装程序, 如果不运行, 可以进入光盘双击 setup.exe 文件, 初始化完成, 会出现如图 1-1 所示的对话框。

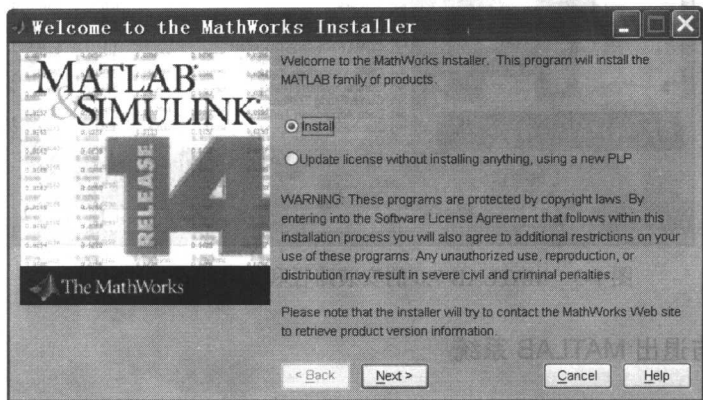


图 1-1 MATLAB 7.0 安装的初始化完成对话框

(2) 单击 Next 按钮, 出现一个对话框, 分别输入名字、单位和安装序列号。输入完毕后, 单击 Next 按钮, 出现是否接受协议的对话框。

(3) 在是否接受协议的对话框中单击 Yes 按钮和 Next 按钮, 出现“安装形式”对话框, 如图 1-2 所示。第一项是典型安装, 第二项是定制安装, 可以选择产品和文件。

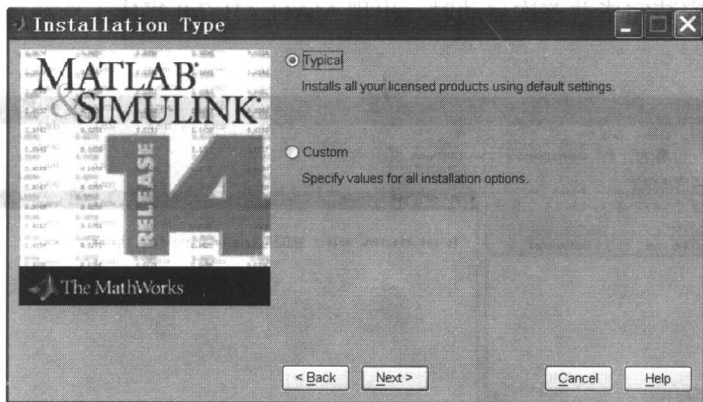


图 1-2 MATLAB 7.0 安装形式对话框

(4) 选择典型安装后, 出现选择安装路径的对话框, 一般默认的安装路径为 C:\MATLAB7。如果选择定制安装后, 单击 Next 按钮, 出现选择安装路径和选择产品和文件的对话框, 如图 1-3 所示, 在选择产品和文件部分选择用户需要安装的 MATLAB 和工具箱。

(5) 安装到约 70%, 需要在 CD-ROM 中放入第二张光盘, 继续安装。

(6) 安装完毕后, 要重新启动计算机。

如果用户需要卸载 MATLAB, 单击“开始”菜单, 依次选择“程序”→MATLAB 7.0→R14 Uninstall 命令, 将会出现 Uninstall Product List 对话框, 选择需要卸载的内容, 然后单击 Next 按钮。单击 Yes 按钮, 开始卸载。

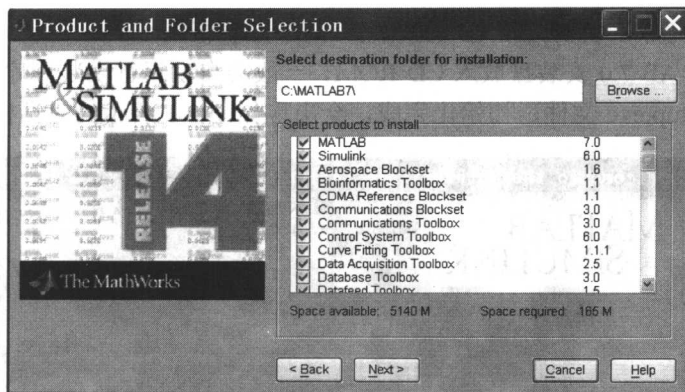


图 1-3 MATLAB 7.0 的安装路径和工具箱选择对话框

1.2.2 启动与退出 MATLAB 系统

1. MATLAB 系统的启动

与一般的 Windows 程序一样，启动 MATLAB 系统有 3 种常见方法：

(1) 单击 Windows 开始菜单，依次选择“程序”→MATLAB 7.0→MATLAB 7.0 命令，即可启动 MATLAB 系统。这是最常用的一种方式。

(2) 运行 MATLAB 系统启动程序 matlab.exe。

(3) 如果用户在桌面上建立了快捷方式，也可以利用快捷方式启动 MATLAB 系统。

当 MATLAB 安装完毕并首次启动时，出现 MATLAB 7.0 集成工作环境的界面，如图 1-4 所示。

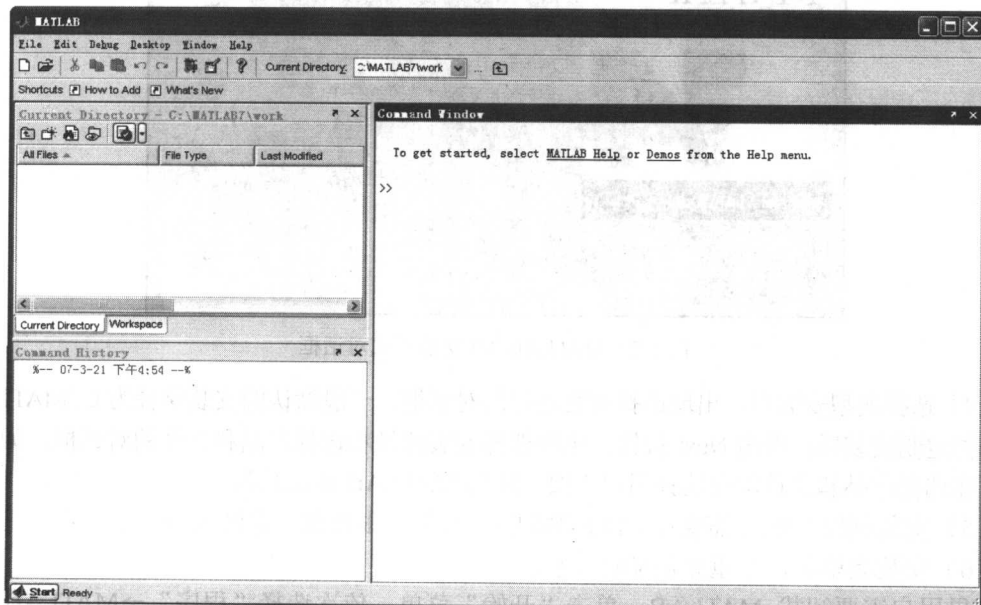


图 1-4 MATLAB 7.0 集成工作环境界面图

由图 1-4 可知，MATLAB 7.0 集成工作环境包括 MATLAB 主窗口、命令窗口（Command

Window)、工作空间窗口 (Workspace)、命令历史窗口 (Command History)、当前目录窗口 (Current Directory) 和启动平台窗口 (Start)。

2. MATLAB 系统的退出

要退出 MATLAB 系统, 也有如下 3 种常见方法:

- (1) 在 MATLAB 主窗口选择 File→Exit MATLAB 命令。
- (2) 在 MATLAB 命令窗口输入 Exit 或 Quit 命令。
- (3) 单击 MATLAB 主窗口的关闭按钮。

1.3 MATLAB 的工作环境

1.3.1 命令窗口

MATLAB 语句允许命令行方式执行和文件方式执行, 命令窗口是命令行语句和命令文件执行的主要窗口。在命令窗口中直接输入 MATLAB 语句, 按回车键执行该语句, 系统自动在被执行的语句下面给出执行结果。如果语句有错误, 给出错误的提示信息, 便于编程者修改。在命令窗口也可以输入命令文件名, 该文件立即执行, 如果某一语句有错误, 中断执行并给出提示信息。

在命令窗口中输入 MATLAB 语句的过程中可以使用一般的文本编辑键 (如←、→、↓、↑、PageUP 和 PageDown 等, 含义不难理解, 故不赘述)。

单击命令窗口右上角的箭头会独立显示该窗口, 如图 1-5 所示。

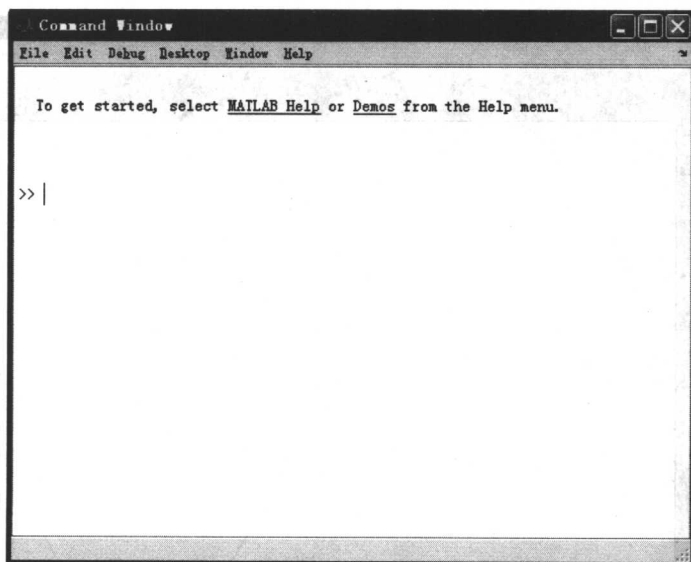


图 1-5 独立显示的命令窗口

1.3.2 M 文件编辑/调试窗口

MATLAB 的集成工作环境中包括了专门的 M 文件编辑器, 该编辑器不但提供 M 文件的