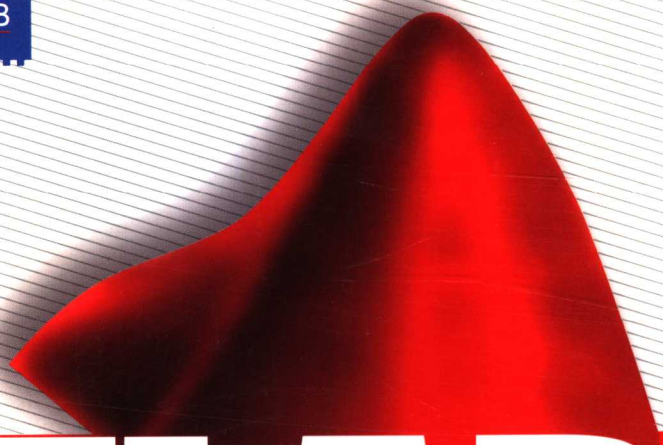




MATLAB

在控制系统 中的应用

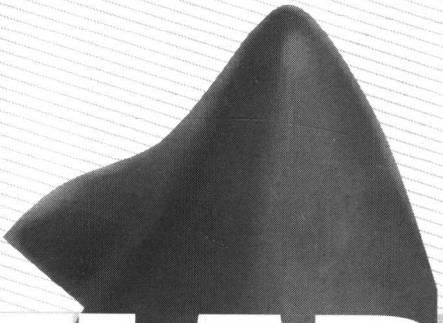
张 静 等编著

书中所述的大部分内容和例子，都已在本科生和研究生有关控制理论与控制工程的科研和教学实践中做过试验与验证，是作者多年教学与科研的结晶。

- ★ 非线性系统和离散系统的仿真
- ★ Bode图法
- ★ H_∞ 控制器设计
- ★ 非线性系统的描述函数分析
- ★ 线性系统的频域分析
- ★ 离散系统线性二次型最优控制
- ★ 智能PID控制
- ★ 随机噪声二阶系统模型辨识



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
<http://www.phei.com.cn>



MATLAB

在控制系统 中的应用

张 静 马俊丽 岳 境 李 连 陈艳华 胡 毅 编著

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京•BEIJING

内 容 简 介

全书从实用角度出发,通过大量典型实例,对 MATLAB 7.0/Simulink 6.0 的功能、操作及其在自动控制中的应用进行了详细论述。全书分 3 篇,共 15 章。入门篇(第 1~3 章)主要介绍 MATLAB 及控制系统的基础知识,包括 MATLAB 程序设计基础、Simulink 仿真和控制系统基础;提高篇(第 4~12 章)主要介绍 MATLAB 在控制系统中的各种简单应用,包括控制系统建模与仿真、线性系统反馈控制、PID 控制系统设计、基于传递函数模型的控制系统设计、最优控制系统设计、鲁棒控制系统设计、智能控制系统设计、非线性控制系统设计和系统辨识;实践篇(第 13~15 章)主要介绍 MATLAB 在实际工业生产生活中的应用,包括倒立摆控制方法设计、纸浆浓度专家控制和挠性结构振动控制。

本书内容深入浅出、图文并茂,各章节之间既相互联系又相对独立,读者可根据自己需要选择阅读。本书可作为自动控制、机械电子、信息处理、计算机仿真、计算机应用等大中专院校学生和研究生在教学参考用书,也可供自动控制、计算机仿真及其相关领域的工程技术和研究人员参考。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

MATLAB 在控制系统中的应用 / 张静等编著. —北京:电子工业出版社, 2007.5

(MATLAB 精品丛书)

ISBN 978-7-121-03974-4

I. M… II. 张… III. 控制系统—计算机辅助设计—软件包, MATLAB IV. TP273

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 031869 号

责任编辑:葛 娜

印 刷:北京天宇星印刷厂

装 订:三河市鹏成印业有限公司

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本:787×1092 1/16 印张:30.5 字数:690 千字

印 次:2007 年 5 月第 1 次印刷

印 数:5000 册 定价:50.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zlts@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010) 88258888。

前 言

作为控制理论与控制工程及其计算机仿真的强有力工具,近年来, **MATLAB/Simulink** 得到了业界的一致认可,在控制系统仿真、分析与设计方面得到了广泛应用,其自身也因此得到了迅速发展,功能不断扩充,现已发展至 7.0 版本。为了更好地推动 **MATLAB/Simulink** 在控制系统仿真、分析与设计中的应用,在借鉴以往类似书籍与教材经验并弥补其中不足的基础上,我们结合日常的科研和教学工作编撰了此书。

本书特色

全书从实用角度出发,通过大量典型实例,对 **MATLAB 7.0/Simulink 6.0** 的功能、操作及其在自动控制中的应用进行了详细论述。书中所述的大部分内容和例子,我们已在本科生和研究生有关控制理论与控制工程的科研和教学实践中做过试验与验证,是我们多年来教学与科研的结晶。

本书内容

全书分 3 篇(入门篇、提高篇和实践篇),共 12 章。

入门篇包括第 1~3 章,主要介绍 **MATLAB** 及控制系统的基础知识,内容包括 **MATLAB** 程序设计基础、**Simulink** 仿真和控制系统基础。

提高篇包括第 4~12 章,主要介绍 **MATLAB** 在控制系统中的各种简单应用,内容包括控制系统建模与仿真、线性系统反馈控制、**PID** 控制系统设计、基于传递函数模型的控制系统设计、最优控制系统设计、鲁棒控制系统设计、智能控制系统设计、非线性控制系统设计和系统辨识。

实践篇包括第 13~15 章,主要介绍 **MATLAB** 在实际工业生产生活中的应用,内容包括倒立摆控制方法设计、纸浆浓度专家控制和挠性结构振动控制。

各章通过精心设计的应用实例来帮助读者理解和掌握自动控制原理,以及 **MATLAB/Simulink** 在控制系统仿真中的应用。

读者对象

本书内容深入浅出、图文并茂,各章节之间既相互联系又相对独立,读者可根据自己需要选择阅读。本书可作为自动控制、机械电子、信息处理、计算机仿真、计算机应用等大专院校学生和研究生的教学参考用书,也可供自动控制、计算机仿真及其相关领域的工

程技术和研究人员参考。

本书由朱沐红策划，张静编写，参与本书编写的还有马俊丽、岳境、李连、陈艳华、胡毅。赵博等人给予了大力指导与支持，在此表示感谢。

由于作者水平有限，加之本书知识覆盖面广，书中有不妥之处在所难免，敬请广大读者批评指正。

本书实例程序请读者到 www.broadview.com.cn 上下载。

作 者
2007 年 2 月

目 录

入 门 篇

第 1 章 MATLAB 程序设计基础.....2

1.1 MATLAB 概述.....2

1.2 MATLAB 的安装与启动.....3

1.2.1 MATLAB 的安装要求.....3

1.2.2 MATLAB 的启动和退出.....3

1.3 MATLAB 的开发环境.....4

1.3.1 MATLAB 桌面平台.....4

1.3.2 MATLAB 帮助系统.....6

1.3.3 数据交换系统.....6

1.4 MATLAB 的数值计算功能.....7

1.4.1 MATLAB 数据类型.....7

1.4.2 矩阵基础.....9

1.4.3 矩阵运算.....20

1.4.4 数组运算.....25

1.4.5 向量和下标.....30

1.4.6 其他基本函数.....34

1.4.7 数据分析.....40

1.4.8 矩阵函数.....44

1.5 MATLAB 的图形功能.....51

1.5.1 二维图形的绘制.....51

1.5.2 三维图形.....54

1.5.3 图形的输出.....56

1.6 MATLAB 的程序设计.....56

1.6.1 M 文件.....56

1.6.2 函数变量及变量作用域.....59

1.6.3 子函数与局部函数.....59

1.6.4 流程控制语句.....60

1.7 MATLAB 的应用.....62

1.7.1 MATLAB 在数值分析中

的应用.....62

1.7.2 符号工具箱及其应用.....64

第 2 章 Simulink 仿真.....68

2.1 Simulink 的基本操作.....68

2.1.1 运行 Simulink.....68

2.1.2 常用的标准模块.....69

2.1.3 模块的操作.....77

2.2 系统仿真及参数设置.....79

2.2.1 算法设置 (Solver).....79

2.2.2 工作空间设置 (Workspace I/O).....81

2.2.3 Simulink 仿真分析.....82

2.2.4 应用举例.....85

2.3 自定义模块.....87

2.3.1 封装 (Masking) 程序概述.....87

2.3.2 封装模块.....88

2.4 S-函数.....92

2.4.1 S-函数的工作方式.....92

2.4.2 用 MATLAB 语言编写 S-函数.....95

第 3 章 控制系统基础.....100

3.1 控制系统概述.....100

3.1.1 开环控制与闭环控制.....101

3.1.2 控制系统分类.....107

3.1.3 控制系统性能要求.....111

3.2 经典控制理论基础.....113

3.2.1 传递函数模型.....113

3.2.2 零极点增益模型.....117

3.2.3 控制系统的时域分析.....118

3.2.4 控制系统的频域分析.....119

3.2.5 控制系统的根轨迹分析.....120

3.3 现代控制理论基础.....122

3.3.1 状态空间模型.....122

3.3.2 能控性和能观性.....123

3.3.3 极点配置设计.....123

3.3.4	最优控制设计	124
3.4	智能控制理论基础	125
3.4.1	概述	126
3.4.2	神经网络控制	126
3.4.3	模糊控制	130

提高篇

第4章 控制系统建模与仿真

4.1	状态空间法系统仿真	137
4.1.1	四阶龙格-库塔 (Runge-Kutta) 法	137
4.1.2	闭环模型的建立	137
4.2	系统的数学模型	140
4.2.1	连续系统	141
4.2.2	离散系统	142
4.2.3	MATLAB 模型表示	143
4.2.4	利用 MATLAB 实现数学 模型之间的转换	149
4.2.5	系统模型的连接	158
4.3	含有非线性环节的系统仿真	165
4.3.1	饱和非线性	165
4.3.2	死区非线性	166
4.3.3	间隙非线性	167
4.4	离散系统的仿真	168
4.4.1	差分方程法	169
4.4.2	Z 变换法	171

第5章 线性系统反馈控制

5.1	线性系统的时域分析	173
5.2	线性系统的根轨迹	180
5.3	线性系统的频域分析	183
5.4	线性系统的稳定性分析	189
5.4.1	线性系统稳定性的概念	189
5.4.2	稳定性判定方法	189
5.5	线性系统的能控性和能观性 分析	192
5.5.1	能控性	192
5.5.2	能观性	193
5.5.3	能控和能观性实现	194

5.6	离散系统分析	202
5.6.1	连续系统的离散化	202
5.6.2	离散系统单位阶跃响应	203
5.6.3	离散系统的根轨迹绘制	204
5.6.4	离散系统的频域响应	205

第6章 PID 控制系统设计

6.1	PID 控制系统设计原理	207
6.2	PID 控制	208
6.2.1	比例、积分、微分控制作用 的分析	208
6.2.2	Ziegler-Nichols (齐格勒- 尼柯尔斯) 整定法则	213
6.3	数字 PID 控制	218
6.3.1	连续系统的模拟 PID 仿真	218
6.3.2	数字 PID 控制设计	219

第7章 基于传递函数模型的控制 系统设计

7.1	传递函数模型概述	231
7.2	根轨迹法	232
7.2.1	串联超前校正	233
7.2.2	串联滞后校正	238
7.3	Bode 图法	242
7.3.1	串联超前校正	242
7.3.2	串联滞后校正	246
7.3.3	串联滞后-超前校正	250
7.3.4	反馈校正	252

第8章 最优控制系统设计

8.1	概述	256
8.1.1	最优控制问题概述	257
8.1.2	泛函及其变分法	258
8.1.3	用变分法求连续系统最优 控制	263
8.2	连续系统线性二次型最优控制	265
8.2.1	连续系统线性二次型最优 控制原理	265
8.2.2	连续系统二次型最优 控制的 MATLAB 函数	265

8.3	离散系统线性二次型最优控制	267	10.4.2	模糊自适应 PID 控制	310
8.3.1	离散系统线性二次型最优控制原理	268	10.4.3	神经元 PID 控制	317
8.3.2	离散系统二次型最优控制的 MATLAB 函数	268	10.5	专家控制概述	321
8.4	线性二次型高斯最优控制	269	10.5.1	专家控制的基本结构	324
8.4.1	LQG 最优控制原理	270	10.5.2	专家控制器的设计原则	325
8.4.2	卡尔曼滤波器	270			
8.4.3	LQG 最优控制的 MATLAB 实现	271	第 11 章	非线性控制系统设计	327
8.5	最优控制系统设计实例	273	11.1	非线性系统概述	327
第 9 章	鲁棒控制系统设计	276	11.1.1	常见非线性特性	328
9.1	鲁棒控制简介	276	11.1.2	非线性系统的特点	332
9.1.1	奇异值	276	11.1.3	非线性系统的分析与设计方法	334
9.1.2	标准鲁棒控制问题	277	11.2	相平面法	334
9.1.3	结构与非结构不确定性	277	11.2.1	相平面的基本概念	334
9.1.4	使用 H_∞ 控制方法	278	11.2.2	相轨迹的绘制	336
9.2	鲁棒控制工具箱	280	11.3	二阶系统的相轨迹	338
9.2.1	建模函数 mksys()	280	11.3.1	二阶线性系统的相轨迹	339
9.2.2	提取函数 branch()	281	11.3.2	奇点	339
9.2.3	变换函数 bilin()	282	11.3.3	奇线	341
9.2.4	H_∞ 控制设计函数 hinf()	282	11.3.4	非线性系统的相平面分析	342
9.2.5	最优 H_∞ 控制设计函数 hinftopt()	283	11.4	描述函数法	348
9.3	H_∞ 控制器设计	283	11.4.1	描述函数定义	348
第 10 章	智能控制系统设计	288	11.4.2	描述函数的计算	350
10.1	智能控制概述	288	11.4.3	非线性系统的描述函数分析	356
10.2	神经网络控制	289	11.5	基于 Simulink 的非线性系统分析	360
10.2.1	概述	289	第 12 章	系统辨识	364
10.2.2	基本原理	290	12.1	辨识概述	364
10.2.3	神经网络工具箱	298	12.1.1	辨识的定义	364
10.2.4	MATLAB 仿真实例	300	12.1.2	辨识的步骤	365
10.3	模糊控制	303	12.2	辨识三要素	367
10.3.1	概述	303	12.2.1	数据	367
10.3.2	模糊控制工具箱	305	12.2.2	辨识准则	372
10.4	智能 PID 控制	307	12.2.3	数学模型	372
10.4.1	专家 PID 控制	307	12.3	参数估计的批量法	373
			12.3.1	参数估计的一般性质	373
			12.3.2	最小二乘算法	374
			12.4	辨识原理	379
			12.4.1	随机逼近法	379

12.4.2	模型参考自适应辨识方法	380
12.4.3	极大似然法	380
12.4.4	预报误差估计法	382
12.4.5	Bayse 估计	383
12.5	辨识仿真实例	384
12.5.1	随机噪声二阶系统模型 辨识	384
12.5.2	隶属函数型神经网络与模糊 控制融合的解耦控制	389

实 践 篇

第 13 章 倒立摆控制方法设计 404

13.1	倒立摆的数学模型	404
13.1.1	数学模型推导	404
13.1.2	开环响应	408
13.2	PID 控制方法设计	411
13.2.1	PID 控制原理	411
13.2.2	摆杆角度控制	412
13.2.3	小车位置控制	413
13.2.4	PID 控制算法的 MATLAB 仿真	414
13.3	最优控制方法设计	418
13.3.1	最优控制器的设计	419
13.3.2	最优控制 MATLAB 仿真	420

第 14 章 纸浆浓度专家控制 425

14.1	纸浆浓度概述	425
------	--------	-----

14.2	对象建模	426
14.3	专家控制方法设计	431
14.3.1	基于专家思想的单回路 浓度控制方案	431
14.3.2	基于专家思想的多段浓度 控制方案	437
14.3.3	专家系统在浓度控制中的 整体应用方案	438
14.4	仿真	440
14.4.1	单回路仿真模型	440
14.4.2	多回路仿真模型	442
14.4.3	Matlab 仿真	442

第 15 章 挠性结构振动控制 447

15.1	挠性结构概述	447
15.2	挠性结构控制	448
15.2.1	特征结构配置方法	448
15.2.2	最优控制方法	452
15.2.3	模型输入控制方法	456
15.2.4	自适应控制方法	457
15.2.5	鲁棒控制方法	459
15.2.6	智能控制方法	463
15.3	主动振动及仿真	466
15.3.1	前滤波	467
15.3.2	后滤波	468
15.3.3	仿真	471



入 门 篇

- 第 1 章 MATLAB 程序设计基础
- 第 2 章 Simulink 仿真
- 第 3 章 控制系统基础

第 1 章

MATLAB 程序设计基础

在介绍 MATLAB 在控制系统中的应用之前，首先要学习 MATLAB 的开发环境及程序设计基础，这样便于读者更快地进行控制系统的 MATLAB 仿真设计。本章将从 MATLAB 的发展开始，分别介绍 MATLAB 的安装与启动、开发环境、数值计算功能、图形功能及程序设计等。

1.1 MATLAB 概述

MATLAB 是 MATrix LABoratory（矩阵实验室）的缩写，是由美国 MathWorks 公司开发的集数值计算、符号计算和图形可视化三大基本功能于一体的、功能强大、操作简单的语言，是国际公认的优秀数学应用软件之一。

20 世纪 80 年代初期，Cleve Moler 与 John Little 等利用 C 语言开发了新一代的 MATLAB 语言，此时的 MATLAB 语言已同时具备了数值计算功能和简单的图形处理功能。1984 年，Cleve Moler 与 John Little 等正式成立了 Mathworks 公司，把 MATLAB 语言推向市场，并开始了对 MATLAB 工具箱等的开发设计。1993 年，Mathworks 公司推出了基于个人计算机的 MATLAB 4.0 版本，1997 年又推出了 MATLAB 5.X 版本（Release 11），在 2000 年又推出了 MATLAB 6 版本（Release 12），并在 2004 年底推出了最新的 MATLAB 7 版本。

现在，MATLAB 已经发展成为适合多学科的大型软件，在世界的各高校，MATLAB 已经成为线性代数、数值分析、数理统计、优化方法、自动控制、数字信号处理、动态系统仿真等高级课程的基本教学工具。特别是最近几年，MATLAB 在我国大学生数学建模竞赛中的应用，为参赛者在有限的时间内准确、有效地解决问题提供了有力保证。

概括地讲，整个 MATLAB 系统由两部分组成，即 MATLAB 内核与辅助工具箱，两者的调用构成了 MATLAB 的强大功能。MATLAB 语言以数组为基本数据单位，包括控制流

语句、函数、数据结构、输入/输出及面向对象等高级语言，它具有以下主要特点：

- 运算符和库函数极其丰富，语言简洁，编程效率高，MATLAB 除了提供和 C 语言一样的运算符外，还提供广泛的矩阵和向量运算符。利用其运算符和库函数可使其程序相当简短，两三行语句就可实现几十甚至几百行 C 或 FORTRAN 的程序功能。
- 既具有结构化的控制语句（如 for 循环、while 循环、break 语句、if 语句和 switch 语句），又有面向对象的编程特性。
- 图形功能强大。它既包括对二维和三维数据可视化、图像处理、动画制作等高层次的绘图命令，也包括可以修改图形及编制完整图形界面的低层次绘图命令。
- 功能强大的工具箱。工具箱可分为功能性工具箱和学科性工具箱。功能性工具箱主要用来扩充其符号计算功能、图示建模仿真功能、文字处理功能，以及与硬件实时交互的功能。学科性工具箱是专业性比较强的，如优化工具箱、统计工具箱、控制工具箱、小波工具箱、图像处理工具箱、通信工具箱等。
- 易于扩充。除内部函数外，所有 MATLAB 的核心文件和工具箱文件都是可读可改的源文件，用户可修改源文件并加入自己的文件，它们可以与库函数一样被调用。

1.2 MATLAB 的安装与启动

1.2.1 MATLAB 的安装要求

要用 MATLAB，首先必须在计算机上安装 MATLAB 应用软件，随着软件功能的不断完善，MATLAB 对计算机系统配置的要求越来越高。下面给出安装和运行 MATLAB 所需要的计算机系统配置。

（1）MATLAB 对硬件的要求

CPU 要求：Pentium II、Pentium III、AMD Athlon 或者更高。

光驱：8 倍速以上。

内存：至少 64MB，但推荐 128MB 以上。

硬盘：视安装方式不同要求不统一，但至少留 1GB 用于安装（安装后未必有 1GB）。

显卡：8 位。

（2）MATLAB 对软件的要求

Windows 95、Windows 98、Windows NT 或 Windows 2000；

Word 97 或 Word 2000 等，用于使用 MATLAB Notebook；

Adobe Acrobat Reader 用于阅读 MATLAB 的 PDF 帮助信息。

MATLAB 的安装和其他应用软件类似，可按照安装向导进行安装，这里不再赘述。

1.2.2 MATLAB 的启动和退出

与常规的应用软件相同，MATLAB 的启动也有多种方式，首先常用的方法就是双击桌

面的 MATLAB 图标，也可以在开始菜单的程序选项中选择 MATLAB 组件中的快捷方式，当然也可以在 MATLAB 的安装路径的子目录中选择可执行文件“MATLAB.exe”。

启动 MATLAB 后，将打开一个 MATLAB 的欢迎界面，随后打开 MATLAB 的桌面系统（Desktop），如图 1-1 所示。

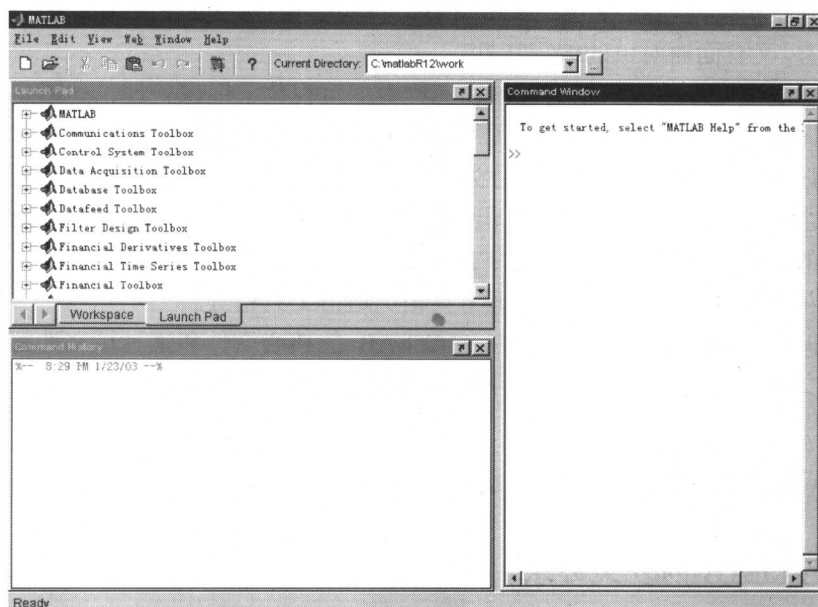


图 1-1 MATLAB 桌面系统

1.3 MATLAB 的开发环境

MATLAB 的开发环境就是在使用 MATLAB 的过程中可激活的，并且为用户使用提供支持的集成系统。这里介绍几个比较重要的如：桌面平台系统、帮助系统和数据交换系统。

1.3.1 MATLAB 桌面平台

桌面平台是各桌面组件的展示平台，默认设置情况下的桌面平台包括 6 个窗口，具体如下。

1. MATLAB 主窗口

MATLAB6 比早期版本增加了一个主窗口。该窗口不能进行任何计算任务的操作，只用来进行一些整体的环境参数的设置。

2. 命令窗口（Command Window）

命令窗口是对 MATLAB 进行操作的主要载体，默认的情况下，启动 MATLAB 时就会

打开命令窗口,显示形式如图 1-1 所示。一般来说, MATLAB 的所有函数和命令都可以在命令窗口中执行。在 MATLAB 命令窗口中,命令的实现不仅可以由菜单操作来实现,也可以由命令行操作来执行,下面就详细介绍 MATLAB 命令行操作。

实际上,掌握 MATLAB 命令行操作是走入 MATLAB 世界的第一步,命令行操作实现了对程序设计而言简单而又重要的人机交互,通过对命令行操作,避免了编程的麻烦,体现了 MATLAB 所特有的灵活性。

例如:

```
% 在命令窗口中输入 sin(pi/5), 然后单击回车键, 则会得到该表达式的值
sin(pi/5)
ans=
0.5878
```

由例可以看出,为求得表达式的值,只需按照 MATLAB 语言规则将表达式输入即可,结果会自动返回,而不必像其他的程序设计语言那样,编制冗长的程序来执行。当需要处理相当烦琐的计算时,可能在一行之内无法写完表达式,可以换行表示,此时需要使用续行符“……”否则 MATLAB 将只计算一行的值,而不理会该行是否已输入完毕。

例如:

```
sin(1/9*pi)+sin(2/9*pi)+sin(3/9*pi)+……
sin(4/9*pi)+sin(5/9*pi)+sin(6/9*pi)+……
sin(7/9*pi)+sin(8/9*pi)+sin(9/9*pi)+……
ans=
5.6713
```

使用续行符之后 MATLAB 会自动将前一行保留而不加以计算,并与下一行衔接,等待完整输入后再计算整个输入的结果。

在 MATLAB 命令行操作中,有一些键盘按键可以提供特殊方便的编辑操作。比如:“↑”可用于调出前一个命令行;“↓”可调出后一个命令行,避免了重新输入的麻烦。当然下面即将讲到的历史窗口也具有此功能。

3. 历史窗口 (Command History)

历史命令窗口是 MATLAB 6 新增加的一个用户界面窗口,默认设置下历史命令窗口会保留自安装时起所有命令的历史记录,并标明使用时间,以方便使用者的查询。而且双击某一行命令,即在命令窗口中执行该命令。

4. 发行说明书窗口 (Launch Pad)

发行说明书窗口是 MATLAB 6 所特有的,用来说明用户所拥有的 Mathworks 公司产品的工具包、演示及帮助信息。当选中该窗口中的某个组件之后,可以打开相应的窗口工具包。

5. 当前目录窗口 (Current Directory)

在当前目录窗口中可显示或改变当前目录,还可以显示当前目录下的文件,包括文件名、文件类型、最后修改时间及该文件的说明信息等并提供搜索功能。



6. 工作空间管理窗口 (Workspace)

工作空间管理窗口是 MATLAB 的重要组成部分。在工作空间管理窗口中将显示所有目前保存在内存中的 MATLAB 变量的变量名、数据结构、字节数及类型，而不同的变量类型分别对应不同的变量名图标。

1.3.2 MATLAB 帮助系统

完善的帮助系统是何应用软件必要的组成部分。MATLAB 提供了相当丰富的帮助信息，同时也提供了获得帮助的方法。首先，可以通过桌面平台的【Help】菜单来获得帮助，也可以通过工具栏的帮助选项获得帮助。此外，MATLAB 也提供了在命令窗口中的获得帮助的多种方法，在命令窗口中获得 MATLAB 帮助的命令及说明列于表 1-1 中。

其调用格式为：

命令+指定参数

表 1-1 MATLAB 的帮助命令及说明

命 令	说 明
doc	在帮助浏览器中显示指定函数的参考信息
help	在命令窗口中显示 M 文件帮助
helpbrowser	打开帮助浏览器，无参数
helpwin	打开帮助浏览器，MATLAB 函数的 M 文件帮助信息置于初始界面
lookfor	在命令窗口中显示具有指定参数特征函数的 M 文件帮助
web	显示指定的网络页面，默认为 MATLAB 帮助浏览器

例如：

```
>>help sin
SIN Sine
SIN(X) is the sine of the elements of X
    Overloaded methods
Help sym/sin.m
```

另外也可以通过在组件平台中调用演示模型 (demo) 来获得特殊帮助。

1.3.3 数据交换系统

MATLAB 提供了多种方法将数据从磁盘或剪贴板中读入 MATLAB 工作空间。具体的读写方法可依据用户喜好及数据的类型来选择。这里主要介绍文本数据的读入。

对于文本数据 (ASCII) 而言，最简单的读入方法就是通过 MATLAB 的数据输入向导 (Import Wizard)，也可以通过 MATLAB 函数实现数据读入。

例如，对于文本文件 test.txt：

```
students' scores  English  Chinese Mathmatics
Wang              99      98      100
```

Li	98	89	70
Zhang	80	90	97
Zhao	77	65	87

下面通过上述两种方法将该文件数据读入 MATLAB 工作空间, 先介绍 MATLAB 数据交换系统对文本数据的识别。此时文件的前几行(此处为“students’ scores”)将被识别为文件头, 文件头可以为一行或几行, 也可以识别出数据的列头(此处为: “English”、“Chinese”和“Mathmatics”)和行头(此处为“wang”、“li”、“zhang”和“zhao”), 其余的为可分断数据(此处为“99”、“98”和“100”等)。

首先是通过数据输入向导编辑器读入数据, 通过桌面平台上的【File】菜单中的【Import Data】选项打开输入向导编辑器, 按向导提示进行操作完成整个文本数据的输入, 则用户可以在 MATLAB 开发环境中使用该文本数据。

例如:

```
>>whos
Name      Size      Bytes    Class
Data      4*3        96      double array

Grand total is 12 elements using 96 bytes

>>Data
Data =
99  98  100
98  89  70
80  90  97
77  65  87
```

“whos”用于显示当前 MATLAB 工作空间的变量, 而在命令窗口中输入 data 后, 将显示该数据。在命令窗口或 M 文件中调用相应的函数也可以实现数据的读入。

例如:

```
>> [a,b,c,d]=textread('text.txt', '%s %s %s %s', 'headlines', 2) (读者可亲自上机看结果)
```

1.4 MATLAB 的数值计算功能

MATLAB 强大的数值计算功能使其在诸多数学计算软件中傲视群雄, 是 MATLAB 软件的基础。本节将简要介绍 MATLAB 的数据类型、矩阵的建立及运算。

1.4.1 MATLAB 数据类型

MATLAB 的数据类型主要包括: 数字、字符串、矩阵、单元型数据及结构型数据等, 限于篇幅我们将重点介绍其中几个常用类型。

1. 变量与常量

变量是任何程序设计语言的基本要素之一, MATLAB 语言当然也不例外。与常规的程

序设计语言不同的是 MATLAB 并不要求事先对所使用的变量进行声明,也不需要指定变量类型, MATLAB 语言会自动依据所赋予变量的值或对变量所进行的操作来识别变量的类型。在赋值过程中如果赋值变量已存在, MATLAB 语言将使用新值代替旧值,并以新值类型代替旧值类型。

在 MATLAB 语言中变量的命名应遵循如下规则:

- 变量名区分大小写。
- 变量名长度不超 31 位,第 31 个字符之后的字符将被 MATLAB 语言所忽略。
- 变量名以字母开头,可以由字母、数字、下划线组成,但不能使用标点。

与其他的程序设计语言相同,在 MATLAB 语言中也存在变量作用域的问题。在未加特殊说明的情况下, MATLAB 语言将所识别的一切变量视为局部变量,即仅在其使用的 M 文件内有效。若要将变量定义为全局变量,则应当对变量进行说明,即在该变量前加关键字 global。一般来说全局变量均用大写的英文字符表示。

MATLAB 语言本身也具有一些预定义的变量,这些特殊的变量称为常量。表 1-2 给出了 MATLAB 语言中经常使用的一些常量值。

表 1-2 常用的一些常量值

常 量	表示数值
pi	圆周率
eps	浮点运算的相对精度
inf	正无穷大
NaN	表示不定值
realmax	最大的浮点数
i, j	虚数单位

在 MATLAB 语言中,定义变量时应避免与常量名重复,以防改变这些常量的值,如果已改变了某外常量的值,可以通过“clear+常量名”命令恢复该常量的初始设定值(当然,也可通过重新启动 MATLAB 系统来恢复这些常量值)。

2. 数字变量的运算及显示格式

MATLAB 是以矩阵为基本运算单元的,而构成数值矩阵的基本单元是数字。为了更好地学习和掌握矩阵的运算,首先对数字的基本知识作简单的介绍。

对于简单的数字运算,可以直接在命令窗口中以平常惯用的形式输入,如计算 2 和 3 的乘积再加 1 时,可以直接输入

```
>> 1+2*3
ans=
    7
```

这里“ans”是指当前的计算结果,若计算时用户没有对表达式设定变量,系统就自动赋当前结果给“ans”变量。用户也可以输入

```
>> a=1+2*3
a=
```