

- 合理、完善的知识体系结构
- 内容丰富，重点突出，应用性强
- 免费提供相关程序源代码下载
- 深入、详细剖析 MATLAB 工程应用技术

MATLAB
工程应用书库

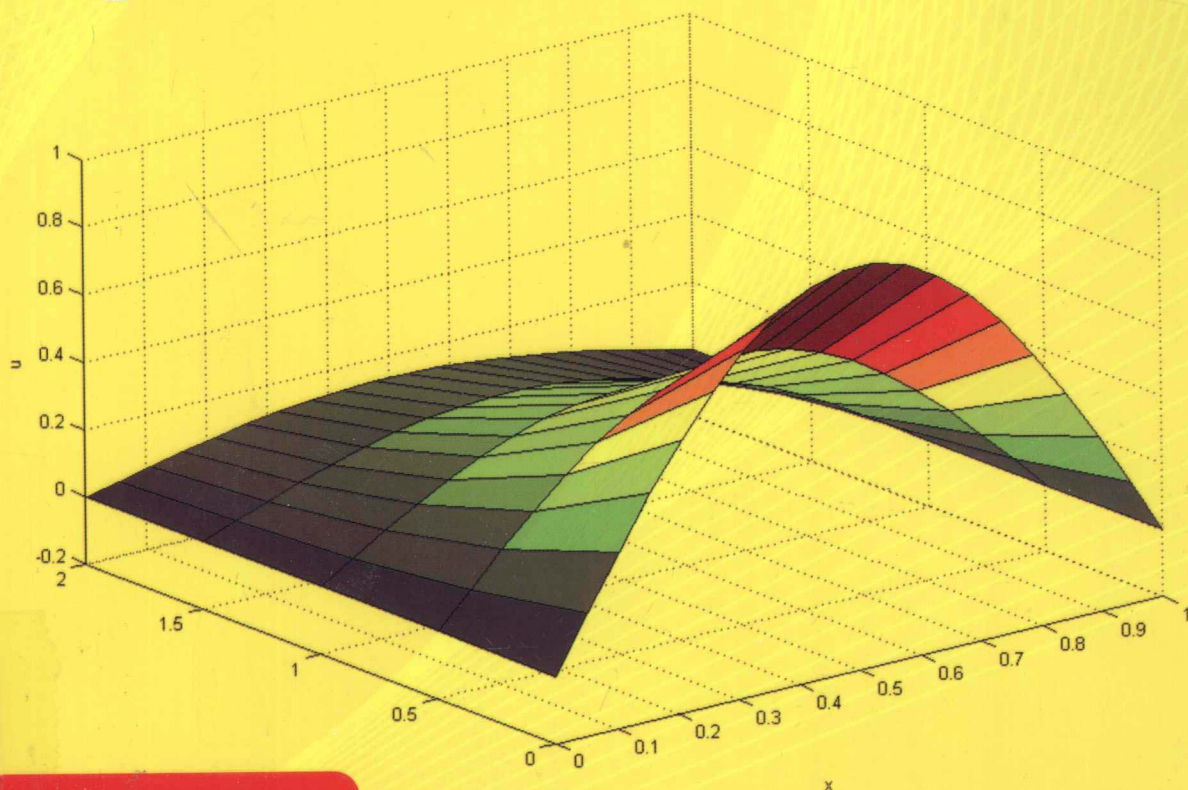
MATLAB

自动控制系统设计



网上提供源代码下载
www.cmpbook.com

张德丰 等编著



Matlab 中文论坛提供技术支持
www.iLoveMatlab.cn



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

TP273
Z091

MATLAB 工程应用书库

MATLAB 自动控制系统设计

张德丰 等编著

TP273

Z091



机械工业出版社

本书系统地介绍了 MATLAB R2009a 的基本功能及其在控制系统中的应用, 突出了新版本的新增功能和特性。同时, 加入了具有一定难度的范例, 用于提高读者的控制系统工程设计能力。全书共分 10 章, 内容分别为 MATLAB 基础简介、控制系统的基础、Simulink 建模与仿真、自动控制系统的模型建立与仿真、根轨迹分析法、时域、频域分析法、控制系统性质的分析、常用的控制系统设计、控制系统的校正和控制系统的典型应用。

本书既可以作为广大在校本科生和研究生的学习用书, 也可以作为广大科研人员、学者、工程技术人员的参考用书。

图书在版编目 (CIP) 数据

MATLAB 自动控制系统设计 / 张德丰等编著. —北京: 机械工业出版社, 2010.1

(MATLAB 工程应用书库)

ISBN 978-7-111-29308-8

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

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 233730 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑: 丁 诚 吴鸣飞

责任编辑: 李 萌 李 宁

责任印制: 洪汉军

三河市宏达印刷有限公司印刷

2010 年 1 月第 1 版 · 第 1 次印刷

184mm × 260mm · 24.75 印张 · 613 千字

0001 - 4000 册

标准书号: ISBN 978-7-111-29308-8

定价: 45.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心: (010) 88361066

门户网: <http://www.cmpbook.com>

销售一部: (010) 68326294

教材网: <http://www.cmpedu.com>

销售二部: (010) 88379649

读者服务部: (010) 68993821

封面无防伪标均为盗版

前言

随着社会生产力的不断发展和人们生活质量的不断提高,必将对控制理论、技术、系统与应用提出越来越多、越来越高的要求,因此有必要进一步加强、加深对这方面的研究,而 MATLAB 为此提供了可能,实践已表明它的确是一个功能强大、形象逼真、便于操作的软件工具。

MATLAB 在我国的应用已有十多年的历史,而自动控制则是其最重要的应用领域之一。MATLAB 支持控制系统设计过程的每个环节:系统建模、分析、仿真到控制器设计和实现,并可以用于不同领域的系统设计。

编者编写本书的意图是让读者可以更快更容易地利用 MATLAB 语言提供的编程环境和工具进行控制系统的分析和设计。书中列举的大量示例可以帮助读者理解和掌握使用 MATLAB 编程和设计控制系统的技巧。

本书具有如下特色:

1. 易学易用

本书以典型应用为主,以图文为辅,通过详细分析控制系统的相关功能及使用 MATLAB 进行分析和设计,引导读者在快速掌握 MATLAB 的基础上学习自动控制系统。

2. 涉及范围广

本书首先介绍了 MATLAB 的基本功能、矩阵运算、编程方法、Simulink 等基础知识,然后详细介绍自动控制系统的分析与应用。

3. 内容新颖

本书介绍了 MATLAB R2009a 的新特点及其工具箱函数,着重在 MATLAB R2009a 的基础上给出自动控制系统的示例。

4. 实用性强

本书处处结合示例,分析了 MATLAB 基本功能和控制系统工具箱函数的使用方法,为广大读者解决实际控制问题提供了较好的范例。

5. 条理清晰

本书循序渐进、由基础到应用,让读者学习本书有一个清楚的条理。

全书共分 10 章。第 1 章为 MATLAB 基础简介,包括 MATLAB 简介、MATLAB 的运行环境、MATLAB 程序结构与编程基础等内容;第 2 章为控制系统的基础,其中包括自动控制系统的概述、自动控制的分类等内容;第 3 章为 Simulink 建模与仿真,包括典型控制系统的建模与仿真、用 Simulink 建立系统模型等内容;第 4 章为自动控制系统的模型建立与仿真,包括控制系统的数学模型、数学模型的建立等内容;第 5 章为根轨迹分析法,包括根轨迹的基本概念、根轨迹的指令方式、根轨迹设计工具等内容;第 6 章为时域、频域分析法,包括控制系统的时域分析介绍、频域分析法的基础等内容;第 7 章为控制系统性质的分析,包括用根轨迹法判定系统稳定性、用频率法判定系统稳定性等内容;第 8 章为常用的控制系统设计,包括非线性控制系统设计、线性控制系统的设计等内容;第 9 章为控制系统的

校正,包括控制系统的 Bode 图校正、控制系统的根轨迹校正等内容;第 10 章为控制系统的典型应用,包括倒立摆控制的设计、计算机硬盘读/写磁头位置控制器设计、挠性结构振动控制的应用等内容。

本书既可以作为广大在校本科生和研究生的学习用书,也可以作为广大科研人员、学者、工程技术人员的参考用书。

参加本书编写的有张德丰、许华兴、王旭宝、王孟群、邓恒奋、卢国伟、卢焕斌、伍志聪、庄文华、庄浩杰、许业成、何沛彬、何佩贤、张水兰、张坚、李勇杰、李秋兰、李美妍、陈运英、陈景棠、梁家科、黄达中、陈楚明、林健锋、梁劲强、林振满、周品。

由于时间仓促,加之作者水平有限,书中错误和疏漏之处在所难免。在此,诚恳地期望得到各领域的专家和广大读者的批评指正。

编者

目 录

前言	1
第 1 章 MATLAB 基础简介	1
1.1 MATLAB 简介	1
1.1.1 MATLAB 的发展历程及其影响	1
1.1.2 MATLAB 的语言特性	2
1.1.3 MATLAB 的应用与组成部分	2
1.2 MATLAB 的运行环境	3
1.2.1 工作界面	3
1.2.2 命令窗口	5
1.2.3 当前目录浏览器窗口	8
1.2.4 工作空间浏览器窗口	9
1.2.5 历史命令窗口	10
1.2.6 数组编辑器窗口	11
1.3 MATLAB 的常量与变量	11
1.3.1 MATLAB 的常量	12
1.3.2 MATLAB 的变量	13
1.4 MATLAB 的数值运算	13
1.4.1 向量及运算	13
1.4.2 数组及运算	15
1.4.3 矩阵的函数运算	18
1.4.4 多项式及运算	21
1.5 MATLAB 的程序设计	25
1.5.1 M 文件	25
1.5.2 函数变量及变量作用域	28
1.5.3 子函数与局部函数	29
1.5.4 流程控制语句	29
1.6 MATLAB 的符号运算	32
1.6.1 符号对象的创建和使用	32
1.6.2 符号表达式的操作	33
1.7 子 MATLAB 的数学表达式及其书写	36
1.7.1 MATLAB 的数学表达式	36
1.7.2 MATLAB 的数学表达式的书写	36
1.8 MATLAB 的绘图功能	37
1.8.1 二维绘图	37
1.8.2 三维绘图	40

1.8.3 句柄图形	42
1.9 MATLAB 的其他常用数学方法	45
1.9.1 多项式拟合	45
1.9.2 非线性方程的求解与最优化	45
第2章 控制系统的基础	48
2.1 自动控制系统的概述	48
2.1.1 开环、闭环控制系统	48
2.1.2 闭环控制系统的组成结构	49
2.1.3 反馈控制系统的品质要求	50
2.2 自动控制的分类	51
2.2.1 线性系统和非线性系统	51
2.2.2 离散系统和连续系统	52
2.2.3 恒值系统和随动系统	52
2.3 经典控制理论	53
2.3.1 传递函数模型理论	53
2.3.2 零极点增益模型理论	57
2.3.3 控制系统的根轨迹分析	57
2.3.4 控制系统的时域分析	58
2.3.5 控制系统的频域分析	59
2.4 现代控制理论	61
2.4.1 状态空间模型	61
2.4.2 控制系统的可控性与可观性	61
2.4.3 最优控制理论	62
2.4.4 鲁棒控制理论	64
2.5 智能控制理论	67
2.5.1 智能控制理论的概述	67
2.5.2 模糊控制	67
第3章 Simulink 建模与仿真	70
3.1 典型控制系统的建模与仿真	70
3.1.1 控制系统的建模	70
3.1.2 仿真参数的设置	76
3.2 用 Simulink 建立系统模型	82
3.2.1 打开模型窗口的方法	82
3.2.2 模块的复制、移动与删除	83
3.2.3 模块的连接	84
3.2.4 模块名称的修改	85
3.2.5 系统结构图模型标题名称的标注与修改	86
3.2.6 创建模型的取消与复原操作	86
3.2.7 模型文件的保存与打开	86



3.2.8 Simulink 建模注意事项	87
3.3 模块的合成、创建与封闭	87
3.3.1 模块的合成	87
3.3.2 创建新模块	88
3.3.3 模块的封装	89
3.4 Simulink 仿真命令与回调方法	94
3.4.1 Simulink 模型的构造与编辑命令	94
3.4.2 Simulink 模型仿真命令	101
3.4.3 模型与模块的回调方法	104
3.5 S 函数	107
3.5.1 S 函数的工作方式	107
3.5.2 用 MATLAB 语言编写 S 函数	109
第 4 章 自动控制系统的模型建立与仿真	115
4.1 控制系统的数学模型	115
4.1.1 连续系统	115
4.1.2 离散系统	117
4.2 数学模型的建立	118
4.2.1 传递函数模型	118
4.2.2 状态空间模型	123
4.2.3 零极点增益模型	127
4.2.4 频率响应数据模型	131
4.3 模型对象间的转换	133
4.3.1 LTI 对象转化为传递函数	134
4.3.2 将 LTI 对象转化为零极点模型	135
4.3.3 系统的状态方程实现	137
4.3.4 最小实现	138
4.4 数学模型的连接	140
4.4.1 优先原则	140
4.4.2 串并连接	141
4.4.3 反馈连接	144
4.4.4 复杂模型的连接	147
4.5 控制系统的模型属性	150
4.6 含有非线性环节的系统仿真	157
4.6.1 饱和非线性	157
4.6.2 死区非线性	158
4.6.3 间隔非线性	159
4.7 控制系统的离散化与连续化	160
4.7.1 连续系统模型的离散化	160
4.7.2 离散系统模型的连续化	162

4.8 离散系统的仿真	162
4.8.1 差分方程法	163
4.8.2 Z变换法	165
第5章 根轨迹分析法	167
5.1 根轨迹的基本概念	167
5.2 根轨迹的指令方式	168
5.3 根轨迹设计工具	173
5.3.1 根轨迹图形设计工具的使用方法	173
5.3.2 根轨迹图形设计示例	177
5.4 利用根轨迹图对闭环系统性能分析	179
5.5 根轨迹分析	180
5.5.1 幅值条件和相角条件	180
5.5.2 绘制根轨迹法则	181
5.5.3 参数根轨迹的绘制分析	183
5.5.4 根轨迹的时滞系统分析	187
5.6 根轨迹对系统的暂态特性的分析	189
第6章 时域、频域分析法	192
6.1 控制系统的时域分析介绍	192
6.1.1 时域分析基本概念	192
6.1.2 时域分析方法	194
6.2 频域分析法的基础	212
6.2.1 有关频域分析的几个概念	212
6.2.2 控制系统的频域特性	214
6.3 频率响应分析的 MATLAB 实现	217
6.3.1 Bode 图的绘制	217
6.3.2 Nyquist 图的绘制	222
6.3.3 Nichols 图的绘制	223
6.4 频率系统品质分析	225
6.4.1 开环频率特性与时域响应的关系	225
6.4.2 闭环频率特性与时域响应的关系	226
第7章 控制系统性质的分析	228
7.1 用根轨迹法判定系统稳定性	228
7.2 用频率法判定系统稳定性	232
7.2.1 用 Bode 图判定系统的稳定性	233
7.2.2 用 Nyquist 图判定系统的稳定性	236
7.3 控制系统稳态误差的计算	239
7.3.1 控制系统的静、动态误差系数	239
7.3.2 典型信号输入下的稳态误差	243
7.3.3 外信号输入的响应与稳态误差曲线	249

7.3.4 非单位负反馈系统的误差计算	255
7.3.5 扰动作用下的稳态误差计算	256
7.4 线性系统的可控性和可观性	262
7.4.1 可控性	262
7.4.2 可观性	263
7.4.3 可控性和可观性的实现	264
第8章 常用的控制系统设计	271
8.1 非线性控制系统设计	271
8.1.1 非线性系统的概述	271
8.1.2 非线性系统有关特性的介绍	272
8.2 线性控制系统的设计	276
8.2.1 线性控制的概述	276
8.2.2 状态反馈与极点配置	276
8.3 PID控制系统的设计	285
8.3.1 PID控制原理	285
8.3.2 PID控制	286
8.4 最优控制系统的设计	294
8.4.1 最优控制的概述	294
8.4.2 最优控制系统设计示例	299
8.5 鲁棒控制系统设计	301
8.5.1 鲁棒控制的概述	301
8.5.2 H_{∞} 控制器设计	305
8.6 智能控制系统设计	310
8.6.1 智能控制的概述	310
8.6.2 专家PID控制	310
第9章 控制系统的校正	314
9.1 控制系统的Bode图校正	314
9.1.1 Bode图超前校正	314
9.1.2 Bode图滞后校正	318
9.1.3 Bode图滞后超前校正	320
9.2 控制系统的根轨迹校正	327
9.2.1 根轨迹的超前校正	328
9.2.2 根轨迹的滞后校正	331
9.2.3 根轨迹的滞后超前校正	334
9.3 控制系统的PID校正	337
9.3.1 PID调节的概述	337
9.3.2 PID调节规律介绍	337
9.3.3 PID调节分析介绍	338
9.3.4 PID校正设计方法介绍	342

9.4 控制系统的频率校正	354
9.4.1 频率法的超前校正	354
9.4.2 频率法的滞后校正	358
第 10 章 控制系统的典型应用	362
10.1 倒立摆控制的设计	362
10.1.1 倒立摆数学模型	362
10.1.2 开环响应	363
10.1.3 PID 控制算法的 MATLAB 实现	366
10.2 计算机硬盘读/写磁头位置控制器设计	367
10.2.1 硬盘读/写磁头的数学模型	368
10.2.2 模型离散化及性能分析	368
10.2.3 附加超前校正装置及性能分析	370
10.2.4 闭环控制系统设计与性能分析	372
10.3 挠性结构振动控制的应用	374
10.3.1 挠性结构的概述	374
10.3.2 挠性结构的主动振动及仿真	374
参考文献	385

第1章 MATLAB 基础简介



在自动控制领域有大量复杂繁琐的计算与仿真曲线绘制任务。随着计算机的广泛应用,许多重复繁琐的工作都可以由计算机完成,但需要编制计算机程序。MATLAB 及其工具箱和 Simulink 仿真工具的出现为控制系统的设计与仿真提供了强有力的帮助,使控制系统分析设计的方法发生了革命性的变化。目前, MATLAB 已经成为国际、国内控制领域最流行的软件之一。

1.1 MATLAB 简介

1.1.1 MATLAB 的发展历程及其影响

MATLAB 的名字是由 Matrix (矩阵) 和 Laboratory (实验室) 两词的前 3 个字母组合而成。20 世纪 70 年代后期, 时任美国新墨西哥大学计算机系主任的 Cleve Moler 博士在讲授线性代数课程时发现应用其他高级编程语言极为不方便, 于是 Cleve Moler 博士和他的同事构思并为学生设计了一组调用 LINPACK 和 EISPACK 库程序的“通俗易用”的接口, 就是用 Fortran 编写萌芽状态的 MATLAB。以后几年, MATLAB 作为免费软件在大学里被广泛使用, 深受大学生的欢迎。

1984 年, John Little、Cleve Moler 和 Steve Bangert 合作成立了 MathWorks 公司, 专门从事 MATLAB 软件的开发, 并把 MATLAB 正式推向市场。从那时起, MATLAB 的内核采用 C 语言编写, 除了原有的数值计算能力外, 还新增了数据图视功能。1993 年, MathWorks 公司推出 MATLAB 4.0 版本; 1995 年, MathWorks 公司推出 MATLAB 4.2C 版 (For Win3.X)。4.X 版在继承和发展其原有的数值计算和图形可视能力的同时, 增加了如下一些功能: ① 推出 Simulink; ② 开发出基于 Word 处理平台的 Notebook; ③ 推出符号计算工具包; ④ 开发了与外部进行直接数据交换的组件, 打通了 MATLAB 进行实时数据分析、处理和硬件开发的通路。1997 年, MathWorks 公司推出 MATLAB 5.0; 2000 年 10 月推出了 MATLAB 6.0; 2002 年 8 月, 推出了 MATLAB 6.5, 从此 MATLAB 拥有了强大的、成系列的交互式界面。2004 年 7 月, 又进一步发展了 MATLAB 7.0。在 MATLAB 7.0 中, 仿真模块发展到了 Simulink 6.0。

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, 产品发布模式发生了改变, 在每年的 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, 如产品的 new feature、bug fixes 和新产品模块的推出。

MathWorks 公司于 2008 年 11 月 7 日发布了 MATLAB R2009a。相比以前版本而言, MATLAB R2009a 不仅包括 MATLAB 和 Simulink 的新特性, 还包含 81 个其他产品模块的升级和 bug 修正。

目前, MATLAB 已经成为国际最流行的科学与工程计算软件之一。它以模块化的计算方法、可视化与智能化的人机交互功能、丰富的矩阵运算、图形绘制和数据处理函数, 以及模块化图形的动态系统仿真工具 Simulink, 成为控制系统设计和仿真领域最受欢迎的软件系统。

在欧、美大学的应用代数、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的教科书中, 都把 MATLAB 作为其中的内容。在欧、美这些大学里, MATLAB 是攻读学位的大学生、硕士生和博士生必须掌握的基本工具。

在国际学术界, MATLAB 已经被确认为准确、可靠的科学计算标准软件。在许多的国际学术刊物上(尤其是信息科学刊物), 都可以看到 MATLAB 的应用。

在设计研究单位和工业部门, MATLAB 被认为是进行高效研究、开发的首选软件工具, 如美国 National Instruments 公司信号测量分析软件 LabVIEW, Cadence 公司信号和通信分析设计软件 SPW 等, 都是以 MATLAB 为主要支撑的。

1.1.2 MATLAB 的语言特性

MATLAB 语言除了具有强大数值计算和图形功能以外, 还有其他语言难以比拟的功能, 如其提供的应用于许多领域的工具箱。此外, MATLAB 与其他语言的接口能够保证它可以和各种强大的计算机软件相结合, 发挥更大的作用。

目前, MATLAB 可以在各种类型的计算机上运行, 如 PC、Sun Space 工作站、Silicon Graphics 工作站和惠普工作站。如果单纯地使用 MATLAB 语言进行编程, 则编写的程序可以直接移植到其他机型上使用。可以说, MATLAB 是和机器类型及操作系统基本上无关的软件。

MATLAB 语言具有较高的运算精度。一般情况下, 矩阵类运算可以达到 10^{-15} 数量级的精度, 符合一般科学与工程运算的要求。

如果矩阵的条件数很大, 则矩阵中一个参数的微小变化, 就可能会使最终结果发生极大的变化, 这种现象在数学上被称为坏条件问题。对于这类问题, 如果采用的算法不当, 最后得出的结果可能不正确。使用 MATLAB 语言一般不会出现这类错误, 即 MATLAB 是可靠的、数值稳定的。

1.1.3 MATLAB 的应用与组成部分

1. 典型应用

MATLAB 是一个高精度的科学计算语言, 它将计算、可视化和编程结合在一个容易使用的环境中。在这个环境中, 用户可以把提出的问题和解决问题的办法用熟悉的数学符号表示出来。MATLAB 的典型应用包括:

- 数学和计算。
- 运算法则。
- 建模和仿真。
- 数据分析、研究和可视化。
- 科学的工程图形。
- 应用程序开发, 包括创建图形用户接口。

MATLAB 是一个交互式系统。它的基本数据单元是数组, 这个数组不要求固定的大



小, 因此可以让用户解决许多技术上的计算问题, 特别是那些包括矩阵和大量运算的问题。MATLAB 的指令表达与数学、工程中常用的习惯形式十分相似, 与 C、Fortran 等高级语言相比, MATLAB 的语法规则更简单、表达更符合工程习惯。正因为如此, 人们用 MATLAB 语言编写程序就有如在便笺上书写公式和求解, MATLAB 被称为“便笺式”的科学工程计算语言。

MATLAB 最重要的特征是它拥有解决特定应用问题的程序组, 即 TOOLBOX (工具箱), 如信号处理工具箱、控制系统工具箱、神经网络工具箱、模糊逻辑工具箱、通信工具箱和数据采集工具箱等许多专用工具箱。对大多数用户来说, 要想灵活、高效地运用这些工具箱, 通常都需要学习相应的专业知识。

此外, 开放性也是 MATLAB 最重要和最受欢迎的特点之一。除内部函数外, 所有的 MATLAB 主要文件和各工具箱文件都是可读、可改的源文件, 因为工具箱实际上是由一组复杂的 MATLAB 函数 (M 文件) 组成, 它扩展了 MATLAB 的功能, 用以解决特定的问题。因此, 用户可以通过对源文件进行修改和加入自己编写的文件去构建新的专用工具箱。

2. 组成部分

MATLAB 系统由下面 5 个主要部分组成。

(1) MATLAB 开发环境

开发环境是一组实用工具, 利用这些工具, 用户可以使用 MATLAB 函数和文件。这其中的很多工具都是图形用户接口, 它包括 MATLAB 桌面和命令窗口、命令的历史记录、工作空间、文件和搜索路径, 以及用来帮助查看的浏览器。

(2) MATLAB 数学函数库

这是一个庞大的计算算法库, 包括基本函数 (如 sum、sine、cosine)、复杂算法和更复杂的函数运算, 如矩阵求逆、矩阵特征值、贝塞尔函数和快速傅里叶变换。

(3) MATLAB 语言

这是一个高级的矩阵/数组编程语言, 该语言具有流程控制语句、函数、数据结构、输入/输出和面向对象编程的特点。它既可以编写快速执行的短小程序, 也可以编写庞大的复杂应用程序。

(4) MATLAB 图形处理系统

这是 MATLAB 的图形系统, 它既包括生成二维数据和三维数据可视化、图像处理、动画及演示图形的高级命令, 也包括完全由用户自定制图形显示及在 MATLAB 应用程序中创建完整的图形用户接口的低级命令。

(5) MATLAB 应用程序接口 (API)

这是一个用户编写与 MATLAB 接口的 C 和 Fortran 程序的函数库, 它包括从 MATLAB (动态链接) 中调用指令和读写 MATLAB 文件的程序。

1.2 MATLAB 的运行环境

1.2.1 工作界面

MATLAB 的默认工作界面如图 1-1 所示。工作界面中包含几个非常重要的工作窗口,

如命令窗口、M 文件窗口、工作空间窗口、命令历史窗口、当前目录窗口和图形窗口等。下面将对几个常用窗口的功能及使用进行介绍。

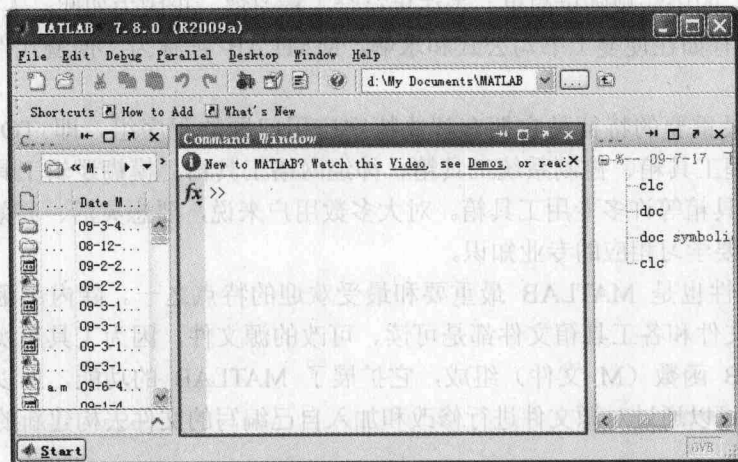


图 1-1 MATLAB 工作界面

MATLAB R2009a 提供了“File”、“Edit”、“Debug”、“Parallel”、“Desktop”、“Window”和“Help”菜单。下面对“File”、“Edit”和“Desktop”菜单进行简单的说明。

1) “File”菜单主要负责新建 M 文件、图形窗口、仿真模型和 GUI 设计模型，以及数据导入、路径和属性设置及退出等功能。各命令的具体功能如表 1-1 所示。

表 1-1 “File”菜单功能表

下拉菜单	功能
New	M-file
	Figure
	Model
	GUI
Open	打开已有文件
Close Command History	关闭历史命令窗口
Import Data	导入其他文件的数据
Save Workspace as	使用二进制 MAT 文件保存工作空间的内容
Page Setup	页面设置
Set Path	设置搜索路径等
Preference	设置 MATLAB 工作环境外观和操作的相关属性等参数
Print	打印
Print Selection	打印所选择的区域
Exit MATLAB	退出 MATLAB

2) “Edit”菜单如图 1-2 所示。“Edit”菜单的各菜单项与 Windows 的“Edit”菜单相似。“Paste to Workspace”可以用来打开数据输入向导对话框“Import Wizard”，将剪贴板的数据输入到 MATLAB 工作空间中。

Undo	Ctrl+Z
Redo	
Cut	Ctrl+W
Copy	Alt+F
Paste	Ctrl+Y
Paste to Workspace...	
Select All	
Delete	Ctrl+D
Find and Replace...	
Find Files...	
Clear Command Window	
Clear Command History	
Clear Workspace	

图 1-2 “Edit” 菜单

3) “Desktop” 菜单主要负责窗口的显示, 各菜单命令的具体功能如表 1-2 所示。

表 1-2 “Desktop” 菜单功能表

下拉菜单	功 能
Unlock Command Window	与命令窗口分离
Move Command Window	移动命令窗口
Resize Command Window	重新定义命令窗口大小
Desktop Layout	界面布局 (可选择各种布局方式)
Command Window	打开命令窗口
Command History	打开历史命令窗口
Current Directory	打开当前目录窗口
Workspace	打开工作空间窗口
Help	打开帮助窗口
Profiler	打开程序性能剖析窗口
Editor	打开 M 文件编辑器
Figures	打开图形输出界面
Web Browser	打开网络浏览器
Array Editor	打开数组编辑器

1.2.2 命令窗口

在命令窗口中, 可以直接输入命令行来实现计算或作图功能。命令窗口单独显示的效果如图 1-3 所示。

【例 1-1】简单的矩阵运算。

在命令窗口中, 输入以下内容:

```
>> A=[11 22 33;44 55 66;77 88 99] %创建矩阵 A
```

```
A =
```

```
11    22    33
44    55    66
77    88    99
```

继续输入如下指令：

```
>> B=A*3
```

```
B =
```

```
33    66    99
132   165   198
231   264   297
```

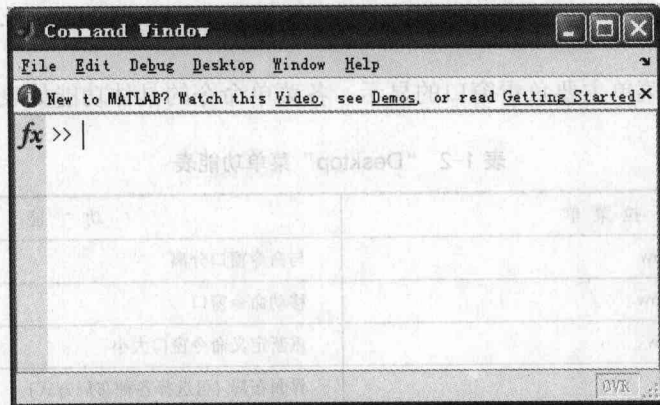


图 1-3 MATLAB 命令窗口

注意：

1) 每行的后面如果加上“,”，表示这行命令的计算结果不显示，否则默认每行命令所产生的变量结果都显示。

2) MATLAB 命令窗口中可以使用连续 3 个或 3 个以上的黑点“...”来表示续行，即表示下一行是这一行的继续，在 Notebook（对 Notebook 的了解请读者参考相关资料，本书不作介绍）中运行不能使用续行号。

3) 符号“%”表示后面的内容为注意，程序将不予以计算。

通过例 1-1 可以看出命令窗口的使用方法，接下来介绍关于命令的几个知识点。

(1) 输出格式的重新定义

在命令窗口中，数值的输出格式根据数值类型的不同可以显示不同的格式。当需要显示的数值为整数时，则以整数形式显示；当需要显示的数值为实数时，则以小数点后 4 位的精度近似显示，即以“短 (Short)”格式显示，如果数值的有效数字超出这一范围，则以科学计数法显示结果。

用户可以根据输出数据的显示要求来更改输出数据的显示格式。一种方法是，单击“File”菜单下的“Preferences”命令，在弹出的“Preferences”对话框中，选择“Command Window”项，并对相应参数进行修改，如图 1-4 所示。

另一种方法是在 MATLAB 工作空间中执行“format”命令，可以重新定义输出格式。MATLAB 提供的输出格式有以下几种，如表 1-3 所示。