

钟麟 王峰 主编

MATLAB

仿真技术与应用教程

国防工业出版社

National Defence Industry Press <http://www.ndip.cn>

MATLAB 仿真技术与 应用教程

钟麟 王峰 主编

国防工业出版社

· 北京 ·

内 容 简 介

本书基于当前最流行的 MATLAB 6.5 版本进行编写,通过大量的实例对 MATLAB 在电子通信方面的知识进行了全面的论述。全书遵照由浅入深和以任务驱动为主线的写作手法,通过大量的实例介绍了如何使用 MATLAB 实现对电子线路、数字电路、数字信号处理、数字通信的仿真及其方法和技巧。此外,附录中还列出了与本书所述内容有关的 MATLAB 函数及 Simulink 模块,以供查阅。同时,在每章最后都附上了针对本章内容的习题,以供读者巩固和自测所学知识之用。

本书语言通俗易懂,内容丰富详实,突出了以实例为中心的特点,既适合各高等院校的电子工程、通信工程、信息工程、自动控制等专业的高年级本科生、研究生使用,也适合相关专业工程技术人员使用。

图书在版编目(CIP)数据

MATLAB 仿真技术与应用教程/钟麟,王峰主编. —北京:国防工业出版社,2004.1
ISBN 7-118-03347-2

I. M... II. ①钟... ②王... III. 计算机仿真—计算机辅助计算—软件包, MATLAB IV. TP391.9

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 108141 号

国防工业出版社 出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号)

(邮政编码 100044)

北京奥隆印刷厂印刷

新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 印张 21¼ 504 千字

2004 年 1 月第 1 版 2004 年 1 月北京第 1 次印刷

印数:1—3500 册 定价:30.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

前 言

随着当今科学技术的高速发展, 计算机仿真技术呈献出越来越强大的活力, 它大大节省了社会的劳力、物力及时间成本, 在当今教学、科研、生产等各个领域发挥着巨大的作用。

现在, 在 MathWorks 公司的不断扩充和更新下, MATLAB 凭借其强大的功能在众多的计算机仿真工具中脱颖而出, 成为国际上最流行的科学与工程计算的工具软件。当前最流行的 MATLAB 6.5 版本已经集数值计算、图形可视化、图像处理及多媒体技术于一体, 拥有 30 多个涵盖各个学科、领域的专用工具箱, 包括信号处理 (Signal Processing)、滤波器设计 (Filter Design)、通信系统 (Communication System)、电力系统 (Power System)、控制系统 (Control System)、虚拟现实 (Virtual Reality)、系统辨识 (System Identification)、神经网络 (Neural Network)、小波分析 (Wavelet)、模糊逻辑 (Fuzzy Logic) 等。此外, MATLAB 不仅功能强大而且易于操作, 使用户能集中精力于所探询问题的本身, 而不是在如何编写程序上。

凭借上述优点, MATLAB 受到国内外广大学者、教师、学生以及工程师的普遍关注和欢迎。本书正是在上述背景下应运而生的。编者将自己长期使用 MATLAB 所积累的经验, 通过实例的方式展示给读者, 以期读者能在学习 MATLAB 的同时, 学会如何将 MATLAB 应用于解决实际的科研问题。

本书所具特色

本书基于当前最流行的 MATLAB 6.5 版本进行编写, 通过大量的实例对 MATLAB 在电子通信方面的知识进行了全面的论述。全书遵照由浅入深和以任务驱动为主线的写作手法, 通过大量的实例介绍了如何使用 MATLAB 实现对电子线路、数字电路、数字信号处理、数字通信的仿真及其方法和技巧。此外, 附录中还举例说明了与本书所述内容有关的 MATLAB 函数及 Simulink 模块, 以供查阅。同时, 在每章最后都附上了针对本章内容的习题, 以供读者巩固和自测所学知识。

本书内容安排

全书共分 7 章, 其具体内容安排如下:

在第 1 章主要介绍了 MATLAB 仿真的基础知识和应用技巧; 第 2 章主要介绍了 MATLAB 的 M 语言编程环境; 第 3 章主要介绍了 Simulink 的基础知识和应用技巧; 第 4 章主要介绍了如何使用 MATLAB 来实现对电路的仿真及其方法和技巧; 第 5 章主要介绍了如何使用 MATLAB 来实现对数字电路的仿真及其方法和技巧; 第 6 章主要介绍了如何使用 MATLAB 实现对数字信号的处理及其方法和技巧; 第 7 章主要介绍了如何使用 MATLAB 来实现对数字通信的仿真及其方法和技巧。对于已有一定 MATLAB 基础的读者, 可以略去对第 1~3 章的学习, 直接转到对第 4~7 章的学习, 若在学习过程对某些内容不是很清楚时, 再转回到相关内容的学习。

适应对象

本书语言通俗易懂，内容丰富详实，突出了以实例为中心的特点，既适合各高等院校的电子工程、通信工程、信息工程、自动控制等专业的高年级本科生、研究生使用，也适合相关专业工程技术人员使用。

编写分工

本书由钟麟和王峰担任主要编写工作。参与本书编写的人员还有黄昀、李川、林华炯、何孟庭、谢由超、鄢博、曾浩、王安贵、陈郭宜、程小英、谭小丽、卢丽娟、刘育志、吴淬砺、赵明星、贺洪俊、李小平、史利、张燕秋、周林英、黄茂英、李立、李小琼、李修华、田茂敏、苏萍等，在此对他们表示感谢。

由于编写时间仓促，编者水平有限，书中疏漏之处在所难免，欢迎广大读者和同行批评指正。

延伸服务：如果读者在学习过程中发现问题，或有更好的建议，欢迎致函。同时，我们也非常愿意随时同 MATLAB 高手保持经常的联系，E-mail: hwhpc@163.com。我们将认真、负责地对待每位读者的来信。

编 者

2003 年 11 月

目 录

第 1 章	MATLAB 仿真技术导论	1
1.1	仿真技术	1
1.2	MATLAB 及其仿真简介	2
1.2.1	MATLAB 简介	2
1.2.2	MATLAB 仿真应用简介	3
1.3	MATLAB 的仿真环境	4
1.3.1	MATLAB 操作环境	5
1.3.2	MATLAB 的帮助系统	6
1.4	本章小结	9
第 2 章	MATLAB 仿真技术基础	10
2.1	MATLAB 仿真基础之数值计算	10
2.1.1	简单的数值计算	10
2.1.2	数值数组及其运算	12
2.1.3	数值计算函数	18
2.2	MATLAB 的程序设计	20
2.2.1	关系与逻辑运算	20
2.2.2	MATLAB 控制流语句	21
2.2.3	MATLAB 的脚本文件和 M 函数文件	26
2.3	MATLAB 的图形绘制	29
2.3.1	MATLAB 二维绘图基本指令	29
2.3.2	MATLAB 三维绘图	35
2.4	本章小结	37
	习题	37
第 3 章	Simulink 仿真技术	38
3.1	Simulink 简介	38
3.1.1	Simulink 窗口环境	38
3.1.2	Simulink 仿真简例	41
3.2	Simulink 基本操作	42
3.2.1	模型文件的操作	42
3.2.2	模块的操作	43
3.2.3	信号线的操作	45
3.2.4	模型的注释	47
3.3	Simulink 常用模块介绍	47

3.3.1	Sources 模块库	48
3.3.2	Sinks 模块库	51
3.3.3	Continuous 模块库	53
3.3.4	Discrete 模块库	56
3.3.5	Math Operations 模块库	58
3.3.6	其他模块库中的内容	60
3.4	仿真参数的配置	62
3.4.1	“Slover”——选项卡解算器设置	62
3.4.2	“Workspace I/O”选项卡——工作空间 I/O 设置	64
3.4.3	“Diagnostics”选项卡——设定诊断	66
3.4.4	“Advanced (高级参数设置)”选项卡	68
3.5	封装子系统	69
3.5.1	子系统的概念	69
3.5.2	条件执行子系统	71
3.5.3	封装子系统	75
3.5.4	建立自己的模块库	80
3.6	本章小结	81
	习题	82
第 4 章	电路分析应用	83
4.1	电路仿真概要	83
4.1.1	用 MATLAB 及 Simulink 分别进行电路仿真	83
4.1.2	Power System Blockset 模块集及 powerlib 窗口	86
4.2	一般电路仿真	91
4.2.1	动态电路仿真	91
4.2.2	正弦稳态电路仿真	95
4.2.3	Powergui 模块在电路仿真中的应用	101
4.3	功率电子系统仿真	104
4.3.1	Diode 模块	104
4.3.2	IGBT 模块	107
4.4	本章小结	109
	习题	110
第 5 章	数字逻辑电路仿真	111
5.1	组合逻辑电路仿真	111
5.1.1	编码器的仿真	111
5.1.2	译码器的仿真	116
5.1.3	数据选择器仿真	122
5.1.4	奇偶校验器仿真	124
5.1.5	加法器仿真	127
5.2	时序逻辑电路仿真	129
5.2.1	基本触发器模块介绍	130

5.2.2 并行寄存器仿真.....	134
5.2.3 移位寄存器仿真.....	136
5.2.4 双向移位寄存器仿真.....	138
5.2.5 同步计数器仿真.....	142
5.2.6 异步计数器仿真.....	146
5.2.7 移位型计数器仿真.....	153
5.3 本章小结.....	155
习题.....	155
第 6 章 在 MATLAB 中进行数字信号处理.....	156
6.1 MATLAB 数字信号处理技术导论.....	156
6.2 常用的信号.....	157
6.3 离散时间信号的分析.....	161
6.3.1 Z 变换.....	161
6.3.2 DFT 和 FFT.....	165
6.3.3 综合实例——语音信号频谱分析.....	171
6.4 数字滤波器的设计.....	173
6.4.1 数字滤波器.....	173
6.4.2 数字滤波器的实现结构.....	176
6.4.3 IIR 滤波器的设计.....	181
6.4.4 FIR 滤波器的设计.....	195
6.4.5 交互式滤波器设计工具——FDATool.....	208
6.5 信号的实时处理——DSP Blockset.....	214
6.5.1 DSP Blockset.....	214
6.5.2 DSP Blockset 中关于信号的几个术语.....	216
6.5.3 采样速率和帧速率.....	220
6.5.4 DSP Blockset 中的信号操作.....	227
6.5.5 综合实例——语音信号的实时分析.....	236
6.6 本章小结.....	239
习题.....	239
第 7 章 数字通信仿真.....	241
7.1 MATLAB 通信仿真导论.....	241
7.1.1 相关的 MATLAB 工具.....	241
7.1.2 数字通信系统的模型.....	242
7.2 信源编码.....	243
7.2.1 MATLAB 的信源函数.....	243
7.2.2 A/D 转换——量化问题.....	245
7.2.3 脉冲编码调制(PCM).....	248
7.2.4 离散信源的编码.....	252
7.3 数字信号的基带传输.....	257
7.3.1 AWGN 信道的最佳接收机.....	257

7.3.2 二进制通信系统的 Monte Carlo 仿真	260
7.4 数字信号的载波传输	263
7.4.1 脉冲幅度调制(PAM)	263
7.4.2 载波相位调制(PSK 方式)	268
7.4.3 正交幅度调制(QAM)	273
7.4.4 其他调制方式	277
7.5 信道编码	277
7.5.1 线性分组码	278
7.5.2 Hamming 码	280
7.5.3 循环码	281
7.5.4 BCH 码	281
7.5.5 卷积码	282
7.5.6 Viterbi 译码	285
7.6 本章小结	294
习题	294
附录 A 信号处理工具箱函数列表	296
附录 B 通信工具箱函数列表	302
附录 C Simulink 模块列表	304
附录 D DSP Blockset 模块列表	313
附录 E Communications Blockset 模块功能列表	324
附录 F 习题参考答案	334

第 1 章 MATLAB 仿真技术导论

知识点:

- 仿真技术
- 什么是 MATLAB
- MATLAB 仿真概念
- MATLAB 界面
- MATLAB 帮助系统

本章导读:

本章主要帮助读者认识 MATLAB 及其仿真, 具体分为 4 节进行介绍。1.1 节介绍什么是仿真技术, 使读者对仿真技术有一个初步认识; 1.2 节介绍 MATLAB 的概念及如何利用它进行仿真; 1.3 节介绍 MATLAB 操作界面及其帮助系统, 使读者对 MATLAB 有一个初步接触; 1.4 节作一小结, 帮助读者回顾本章讲述内容, 强调重点知识及技能的掌握。

1.1 仿真技术

随着科学技术、仿真实论及计算机的不断发展, 仿真技术不断提高。在如今的科学研究中, 仿真技术提高了科学研究水平, 缩短了科学研究周期、降低了科学研究成本及风险、促进了各不同领域学科融合、加速了科研成果转化为生产力。可以说仿真技术已成为科学研究中必不可少的实用技术。因此在现代科学研究及应用中, 仿真技术被广泛应用于数学、物理、电子、通信、医学、生物等众多领域。仿真技术如此强大, 那么究竟什么是仿真呢?

所谓仿真 (Simulation), 就是模型实验, 即通过对系统模型进行实验来研究一个存在的或设计中的系统。按照模型的建立方法, 仿真方法可以分为 3 类: 实物仿真、数学仿真和半实物仿真。

1. 实物仿真

实物仿真又称物理仿真, 是以几何相似或物理相似为基础进行的仿真。一个这方面的典型例子就是对飞机或导弹进行风洞实验。这类方法往往具有模型建立复杂、花费多、周期长的缺点, 在早期的仿真技术中应用较多。

2. 数学仿真

数学仿真是以数学模型代替实际系统进行实验的仿真方法。广义地说, 广泛应用的牛顿运动定律、欧几里德几何学都可以看成是对客观世界的仿真, 这类仿真方法的关键往往在于数学模型的建立和求解, 随着计算机技术的发展, 数学仿真应用越来越广泛。

3. 半实物仿真

半实物仿真是将物理模型、数学模型与实物相结合进行仿真的方法。很多系统往往不能

被准确地建立数学模型，这时就需要将实际系统模型放置在仿真系统进行仿真研究，这种方法往往可以获得较好的结果。

从 20 世纪 40 年代开始，人们开始将计算机引入到仿真技术中。随着仿真实理论的不完善以及计算机技术的快速发展，仿真技术得到了快速的发展。现今，计算机上的各种仿真软件可以方便地帮助人们进行各种对实际情况的模拟，人们越来越习惯面对操作相对简易而成本又相对低廉的计算机仿真技术。计算机仿真计算作为数学仿真的延伸，正在不断地在科学研究的沃土中开花结果。

MATLAB 就是大量的计算机仿真软件中的优秀代表，它在科学研究特别是电子信息科学中有着极为广泛的应用。MATLAB 现已被广泛应用于数学、通信、信号处理、自动控制、神经网络、图形处理等许多不同学科的研究中。为什么 MATLAB 能在众多的计算机仿真软件中脱颖而出，成为许多科学研究人员的首选仿真工具呢？在接下来的一节中将揭开 MATLAB 创造这一神话的神秘面纱。

1.2 MATLAB 及其仿真简介

1.2.1 MATLAB 简介

MATLAB (Matrix Laboratory) 是美国 Math Works 公司的产品，从 1984 年推出了它的第一个 DOS 版本至今，已经推出了 6.5 版。Matrix Laboratory 意为“矩阵实验室”，从它的本意可以知道，最初的 MATLAB 只是一个数学计算工具。但现在的 MATLAB 已经远不仅仅是一个“矩阵实验室”，它已经成为一个集概念设计、算法开发、建模仿真、实时实现于一体的集成环境，它拥有许多衍生的子集工具。最新 MATLAB 6.5 版本主要由以下部分构成：

◆ MATLAB

所有 Math Works 公司产品的数值分析和图形基础环境。MATLAB 主要由 C 语言编写而成，采用 LAPACK 为底层支持软件包，其矩阵运算精度达到了 10^{-15} 。MATLAB 的编程非常简单，它有着比其他任何计算机高级语言更高的编程效率、更良好的代码可读性和移植性，以致被誉为“第四代”计算机语言。此外 MATLAB 还拥有强大的 2D 和 3D 甚至动态图形的绘制功能，这样用户可以更直观、更迅速地进行多种算法的比较，从中找出最好的方案。

◆ MATLAB Toolboxes

从通信系统分析与设计、滤波器设计、信号处理、小波分析、神经网络到控制系统、模糊控制等方面来看，MATLAB 提供了大量的面向专业领域的工具箱。通过使用工具箱，以往需要复杂编程的算法开发任务往往只需一个函数就能实现，而且工具箱是开放的可扩展集，用户可以查看或修改其中的算法，甚至开发自己的算法。这样用户可以专注于算法研究，编程时只需要轻松的几行代码即可完成。

◆ MATLAB Compiler

通过 MATLAB Compiler 和 C/C++ Math Library，用户可以将 MATLAB 语言编写的 M 文件自动转换成 C 文件或 C++ 文件，从而进行独立应用开发。不仅如此，用户还可以利用 MATLAB Runtime Server 将 MATLAB 应用作为自包含执行软件包发布使用；或者通过 MATLAB Web Server 将 MATLAB 应用在互联网上发布使用。

◆ Simulink

Simulink 是 MATLAB 的又一个重要的分支产品, 是一个结合了框图界面和交互仿真能力的系统级设计和仿真工具。它以 MATLAB 的核心数学、图形和语言为基础, 可以让用户毫不费力地完成从算法开发、仿真或者模型验证的全过程, 而不需要传递数据、重写代码或改变软件环境。

◆ Simulink Blocksets

就像 Toolbox 一样, Math Works 公司也为 Simulink 在许多专门领域的应用提供了大量的模块集, 例如 DSP Blockset、Communication Blockset、CDMA Reference Blockset、Nonlinear Control Design Blockset、Motorola DSP Developer's Kit、TI DSP Developer's Kit, 用户还可以利用已有的块或自己编写的 C 语言程序和 MATLAB 程序建立自己的模块及模块库。

◆ Real-Time Workshop

Real-Time Workshop (一般缩写为 RTW) 能够直接将 Simulink、Stateflow、DSP Blockset 和 Communication Blockset 建立的模型 (若模型包含 Stateflow 图时还需要有 Stateflow Coder) 自动生成 C 或 Ada 代码, 进行快速原型设计和半实物仿真, 整个代码生成可以根据需要完全定制。

◆ Stateflow

Stateflow 是基于有限状态机理论的模型搭建工具, 能够建立和仿真复杂的反应和事件驱动系统。将 Stateflow 与 Simulink 相结合使用, 用户可以在统一的环境下设计、建立和仿真整个嵌入式系统的行为。

◆ Stateflow coder

使用 Stateflow coder 可以将 Stateflow 建立的有限状态机模型生成相应的 C 语言代码, 用户也可以用其集成自编的 C 语言程序。

上述 MATLAB 各个组成部分之间的相互关系可以用图 1-1 来说明。MATLAB 的数学计算功能是最基本、最重要的, 在这里提供了一个 M 语言的编辑环境; Toolboxes 的出现又大大扩充了 MATLAB 的功能, Compiler 则能够将 M 文件编辑为 C 语言文件或 C++ 语言文件, 进行独立应用开发, 这 3 个部分构成了 MATLAB 最基础的应用。Simulink、Blocksets、RTW 共同在 MATLAB 的基础上为用户提供了一个系统级的设计仿真环境; Stateflow、Stateflow coder 能够在 Simulink 配合使用, 为用户提供对事件驱动系统的仿真能力。

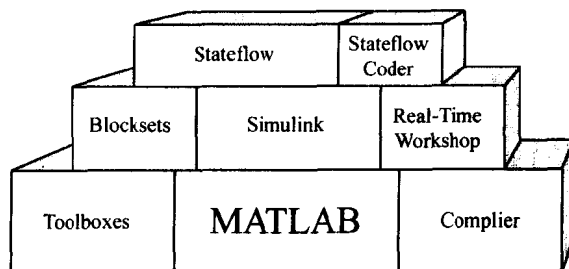


图 1-1 MATLAB 各部分组成关系图

1.2.2 MATLAB 仿真应用简介

现在从电子通信、自动控制、图形分析处理到航天工业、汽车工业, 甚至是财务工程。MATLAB 都凭借其强大的功能获得了极大的用武之地。广大学生可以使用 MATLAB 来帮助

进行信号处理、通信原理、线性系统、自动控制等课程的学习；科研工作者可以使用 MATLAB 进行理论研究和算法开发；工程师可以使用 MATLAB 进行系统级的设计与仿真。

面对 MATLAB 的强大功能，人们是怎么将它有效地应用到科学研究中去的呢？图 1-2 是一个利用 MATLAB 进行系统级设计的图示，这是一个人们应用 MATLAB 进行科学研究及产品开发的实例。从图 1-2 中可以看出，进行系统级设计的一般步骤如下：

- (1) 提出系统各部分的思想及算法，由 MATLAB 的 M 语言环境进行仿真实验验证。
- (2) 将验证的算法在 MATLAB 自带的 Simulink 仿真软件包中进行系统级的仿真。
- (3) 根据系统级仿真结果，再进行相应的调整。
- (4) 反复进行 (1) ~ (3) 步骤，直到得到满意的 MATLAB 算法为止。

(5) 将经 MATLAB 与 Simulink 验证的算法及系统级设计的结果生成专用代码，在专用硬件设计软件中进行验证。

(6) 分析经验证得到的结果，找出设计中存在的缺陷，再次返回 MATLAB 及 Simulink 中重复 (1) ~ (5) 步骤，直到得到满意的设计方案。

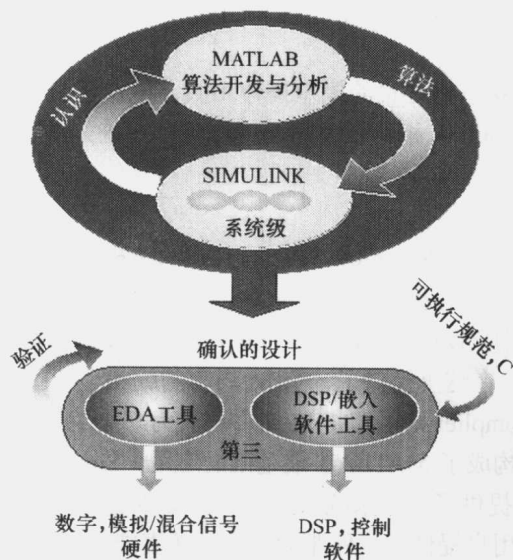


图 1-2 应用 MATLAB 进行系统级设计与仿真

按照上面的步骤利用 MATLAB，可使得设计人员在设计时方向更加明确，硬件成本大大降低，科研及产品开发周期大大缩短。

如今 MATLAB 在系统设计和仿真方面的强大能力已经获得了包括 Texas Instruments 和 Motorola 这样的世界著名公司的认可，Texas Instruments 公司的工程师们使用 MATLAB 直接在可复用高层系统模型下面提炼实现细节，同时生成实时软件原型；Motorola 公司的 IC 设计师甚至认为 Simulink 的使用大大加快了产品设计的仿真速度，使仿真时间由原来的几小时、几天缩短到了几分钟！

1.3 MATLAB 的仿真环境

MATLAB 作为计算机仿真软件，有着自身特有的操作及仿真环境，要进行仿真工作首先

应了解熟悉它。在编写本书时, MATLAB 的最新版本是 6.5 版及 Simulink5.0 版, 本书将立足于它们进行介绍。

1.3.1 MATLAB 操作环境

在桌面上双击 MATLAB 6.5 的“启动”图标 () 后将启动 MATLAB, 如图 1-3 所示。

从图 1-3 中可以看出 MATLAB 的启动界面主要包括六部分: 标题栏、菜单栏、工具条、Command Window (命令窗口)、Workspace (工作窗口)、Command History (历史命令窗口) 及 Start (项目启动菜单)。

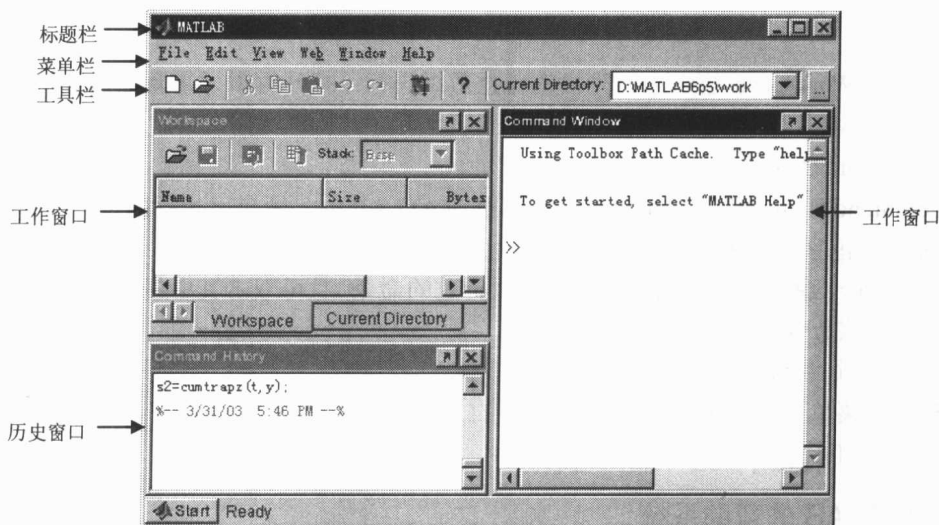


图 1-3 MATLAB 启动后的默认界面

其中, 标题栏用于显示打开文件的名称; 菜单栏包括“File”、“Edit”、“View”、“Web”、“Window”和“Help”5 个菜单; 工具栏包括了一些常用操作图标, 单击它们 MATLAB 可立即执行相应操作。菜单栏和工具栏操作方法与其他应用程序中的操作方法相同, 在此就不再多做介绍。接下来, 将着重介绍 MATLAB 的 Command Window (命令窗口)、Workspace (工作窗口)、Command History (历史命令窗口) 3 个子窗口及 Start (项目启动菜单)。

◆ Command Window (命令窗口)

“Command Window”窗口是 MATLAB 最重要的窗口, 它是 MATLAB 提供的人机交互窗口, 任何 MATLAB 自带的命令及函数等操作都可在此窗口中输入后立即执行, 其执行的最终结果也会在此窗口显示。例如在 Command Window 窗口中输入命令:

```
>> x=1
```

按下【Enter】键执行命令语句后, 在 Command Window 窗口中得到输出结果为:

```
x =
```

```
1
```

◆ Workspace (工作窗口)

“Workspace”窗口是一个 MATLAB 的数据存储窗口, 任何在 MATLAB 执行命令时产生的数据都将在这个窗口有记录, 例如: 在 Command Window 窗口中输入如下命令:

```
>>x=rand(2,4);
```

按下【Enter】键执行命令语句后，在 Workspace 窗口将立即出现一个名为 x 的数组，其形式如图 1-4 所示。

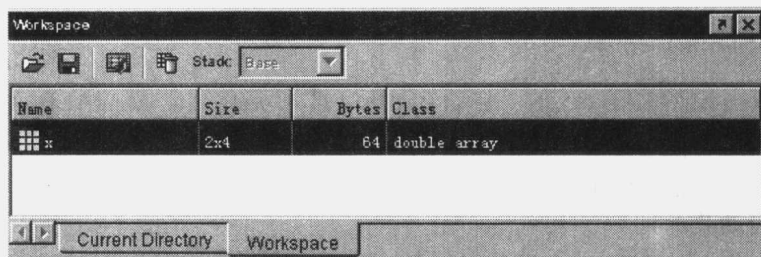


图 1-4 Workspace 窗口数据记录形式示意图

用户可对 Workspace 窗口中所列出的任意数组进行：打开编辑、重新导入数据、保存数据、作图等操作。

◆ Command History (历史命令窗口)

“Command History”窗口记录了此次打开 MATLAB 时，用户已执行的每一个 MATLAB 命令，其中黑色字为已执行的命令，绿色字记录了对应执行命令的执行时间。用户利用 Command History 窗口可方便地查阅所有已执行过的命令，且可双击其中任意一个已执行的命令，重复执行该命令。

◆ Start (项目启动菜单)

“Start”菜单为 MATLAB 6.5 中新增的一个菜单，其主要目的是帮助用户快速启动 MATLAB 自带工具。

1.3.2 MATLAB 的帮助系统

由于 MATLAB 是一个功能强大的工具软件，它包含了许多专业性很强的函数和功能应用，全面地掌握 MATLAB 的每个函数和功能应用将是十分困难的，也是没有必要的。因为，很多用户只是使用了 MATLAB 的部分功能，而对于其他功能将很少涉及或者根本用不到。对此建议用户学会如何使用 MATLAB 强大的帮助系统，当需要调用自己不甚了解的 MATLAB 函数和功能应用时，用户就可以借助帮助系统加以学习。

1. 运用“help”命令

当用户已知函数名，想了解该函数具体应用方法时，用户可以在“Command Window”窗口中输入“help”帮助命令，其具体格式如下：

```
>>help ****
```

其中，help 代表固定命令，****代表 MATLAB 内自带的任一函数名，键入后按【Enter】键，这时在“Command Window”窗口中将显示相应函数的帮助信息。例如，用户想了解“Sum”函数的应用方法，可在“Command Window”窗口中键入如下命令：

```
>>help sum
```

这时，在“Command Window”窗口将显示出 Sum 函数如下的相关的英文信息：

SUM Sum of elements.

For vectors, SUM(X) is the sum of the elements of X. For matrices, SUM(X) is a row vector with the sum over each column. For N-D arrays, SUM(X) operates along the first

non-singleton dimension.

SUM(X,DIM) sums along the dimension DIM.

Example: If $X = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 2 \\ 3 & 4 & 5 \end{bmatrix}$

then $\text{sum}(X,1)$ is $[3 \ 5 \ 7]$ and $\text{sum}(X,2)$ is $[3 \ 12]$;

See also PROD, CUMSUM, DIFF.

Overloaded methods

help sym/sum.m

在以上的 Sum 函数帮助信息中, 首先介绍了 Sum 函数是什么函数, 以及它的功能, 而后介绍了 Sum 函数的用法 (格式), 并且还有一个 Sum 函数应用的实例。在例子介绍后还给出了 Sum 函数的相关函数名称, 使得用户可以利用 help 命令查询其他与 Sum 函数有着类似功能的函数, 进行对比学习及运用函数。最后两行显示了此 Sum 函数帮助信息的出处。

其他函数的帮助信息查询方法和 Sum 函数类似, 只要 MATLAB 自带有用户所查询的函数名, “Command Window” 窗口就会显示相关函数的信息, 它们的内容显示格式都与 Sum 函数的帮助信息格式类似。因此, 利用 help 命令方法可以使得用户极好地掌握任何 MATLAB 函数的应用方法。

2. MATLAB 联机帮助系统

当用户在处理实际问题时, 往往有了一些解决问题的思路, 需要 MATLAB 来进行仿真验证。但是, 此时用户却对需要利用的相关函数不甚了解, 甚至不知道需要利用的函数在 MATLAB 中的名字是什么? 怎么办? 利用 MATLAB 联机帮助系统就可以很好地解决这一问题。接下来, 将介绍如何利用 MATLAB 联机帮助系统解决实际问题。

首先, 在 MATLAB 原始窗口中选择 “Help\MATLAB Help”, 单击它就启动了 MATLAB 联机帮助系统, 其界面如图 1-5 所示。

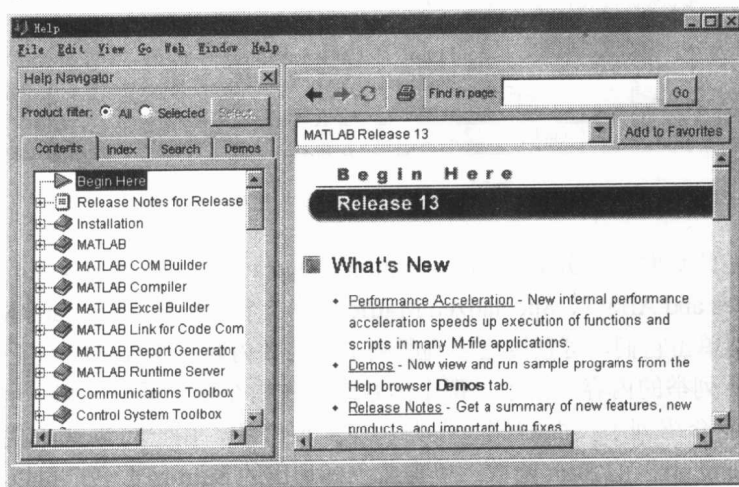


图 1-5 MATLAB 联机帮助系统界面

可以看到, MATLAB 联机帮助系统界面主要包括 2 个主窗口, Help Navigator (帮助导航窗) 和内容显示框。Help Navigator 窗主要包括 Contents (内容导航窗口)、Indexs (索引窗口)、Search (查询窗口)、Demos (演示窗口) 等 4 个子窗口, 用户可以利用它们进行所需内容的查询; 内容显示框用来为用户显示所查询的内容。

例如: 现在假设用户要对一个数组的某一行进行求和, 而不知道 MATLAB 中的数组求和函数是 Sum 函数。用户可以按照以下步骤查询到 Sum 函数:

- (1) 用户知道这是一个 MATLAB 中的基本函数。双击 Contents 窗口中的 MATLAB 项, 展开它, 可以看到里面包含的许多带加号符的子项。
- (2) 用户需要查找的是一个函数, 因此双击 Functions - By Category (分类函数) 子项展开, 而里面仍然有许多带加号符的子项。
- (3) 所找函数应是数学类函数, 因此再双击 Functions - By Category 下的 Mathematics (数学) 子项, 展开后看到一些端子项, 它们不再带有加号符。
- (4) 用户需要对数组进行处理, 可双击 Arrays and Matrices (数组与矩阵) 子项。

执行上述步骤后, 用户可在 help 窗口右边的子窗口中见到 Arrays and Matrices 项的页面, 最后得到 help 窗口界面如图 1-6 所示。

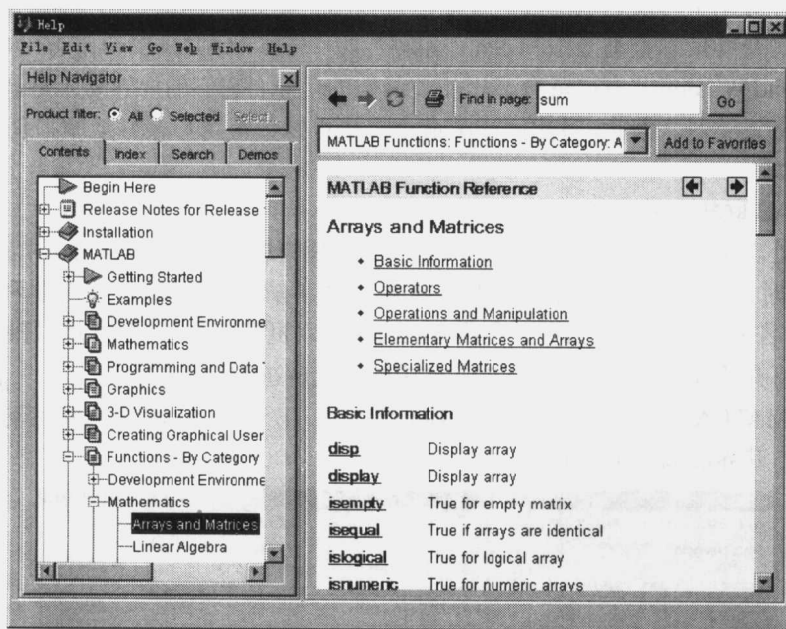


图 1-6 MATLAB 联机帮助系统使用方法示意图

从图中看到在此页面中, 分 Basic Information、Operators、Operations and Manipulation、Elementary Matrices and Arrays、Specialized Matrices 等 5 个方面对 Arrays and Matrices 进行了相应的介绍, 分别单击它们, 可直接连接到所列举的相关内容; 或直接拖动子窗口的滑动条, 如此可看到下面所列举的内容。其中, 每个函数或操作指令列于页面左侧, 用蓝色标识出, 其对应的简单功能介绍列于页面右侧。根据功能简要介绍, 用户可以从中找到简要介绍为“Sum of array elements”的 Sum 函数。单击蓝色标识出的 Sum 函数名, 可以见到 Sum 函数详细介绍, 其中包括用途、格式、示例、类似功能函数等内容。