



高等学校应用型特色规划教材

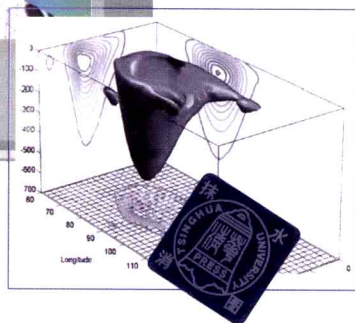
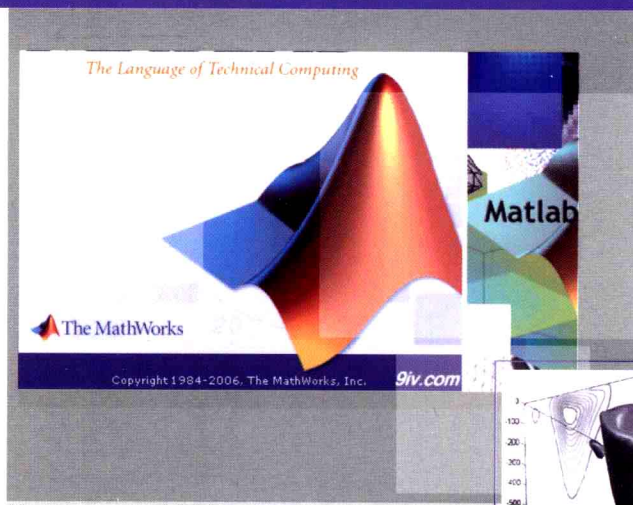


MATLAB

在电气信息类专业中的应用

周又玲 主 编

杜 锋 汤全武 白 勇 副主编



设计与应用的角度，介绍MATLAB的基本知识、编程方法，以及Simulink、TrueTime，方便读者自学。

快速掌握模块化的设计方法，避免陷入繁琐的程序语法的学习中。
生的应用及设计能力，加深对专业课程的理解。

清华大学出版社

高等学校应用型特色规划教材

MATLAB 在电气信息类专业中的应用

周又玲 主编

杜 锋 汤全武 白 勇 副主编

清华大学出版社

北 京

内 容 简 介

MATLAB 是基于矩阵和向量运算的,是为科学和工程计算专门设计的交互式大型软件,拥有针对许多专门领域而开发的功能强大的模块集和工具箱,如 Simulink 是基于 MATLAB 的组件, TrueTime 是基于 MATLAB/Simulink 的网络控制系统仿真工具箱。本书首先概要介绍了 MATLAB 的基本编程方法、功能和使用方法,并重点介绍了 MATLAB 工具箱和 Simulink 在电气信息类各专业课程中的应用方法,还介绍了 TrueTime 在网络控制系统中的应用。本书内容新颖、翔实,针对性强,并配有完整的电子课件及习题解答,方便读者自学。

本书可作为高等院校电气信息类专业高年级本科生及相关学科研究生的教材或参考书,也可作为电气信息类专业教师针对专业课程备课的辅助工具,还可供相关工程技术人员参考。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

MATLAB 在电气信息类专业中的应用/周又玲主编. 杜锋,汤全武,白勇副主编. --北京:清华大学出版社, 2011.6

(高等学校应用型特色规划教材)

ISBN 978-7-302-25190-3

I. ①M… II. ①周… ②杜… ③汤… ④白… III. ①电气工业—计算机辅助计算—软件包, MATLAB—高等学校—教材 IV. ①TM-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 049207 号

责任编辑:李春明 郑期彤

装帧设计:杨玉兰

责任校对:李玉萍

责任印制:何 芊

出版发行:清华大学出版社

<http://www.tup.com.cn>

社 总 机:010-62770175

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

邮 编:100084

邮 购:010-62786544



印 刷 者:北京市人民文学印刷厂

装 订 者:三河市溧源装订厂

经 销:全国新华书店

开 本:185×260 印 张:19.75 字 数:480 千字

版 次:2011 年 6 月第 1 版 印 次:2011 年 6 月第 1 次印刷

印 数:1~4000

定 价:36.00 元

前 言

MATLAB 是基于矩阵和向量运算的,它集数值计算、符号运算及图形处理等强大功能于一体,是为科学和工程计算专门设计的交互式大型软件。它包含将近 100 个附加产品,是工程师、科学家、数学家、研究者使用的一种数学计算软件。自 1984 年由两名美国人 Jack Little 和 Cleve Moler 开发以来, MATLAB 在科学计算及工程领域产生了深远、广泛的影响,成为工程项目和科学研究的基本工具,在世界各地的大学、政府实验室、研究院所、公司研发部门等获得了广泛应用。

MATLAB 拥有针对许多专门领域开发的功能强大的模块集和工具箱。一般来说,它们都是由特定领域的专家开发的,用户可以直接使用工具箱学习、应用和评估不同的方法而不需要自己编写代码。MATLAB 的工具箱已广泛涵盖了科学研究和工程应用的各领域。例如, Simulink 是 MATLAB 的重要组件之一,它是基于模块化设计的可视化仿真工具,是 MATLAB 提供的可用于对动态系统进行建模、仿真和分析的工具包; TrueTime 是基于 MATLAB/Simulink 的网络控制系统仿真工具箱,该工具箱针对每一特定的网络协议,可以实现控制系统与实时调度的综合仿真研究,是目前网络控制系统理想的虚拟仿真工具之一。

现代通信系统、信号处理系统、控制系统等复杂性的大幅提高,计算机技术及计算方法的飞速发展,促进了仿真技术的广泛使用。通过仿真可以方便地对研究对象进行测量、参数测试,并观测各种因素对系统性能的影响,总之,仿真能更便捷、更经济地对各种假设进行研究,为系统设计、研发及运行提供一个重要的依据。然而,正如美国数学家 R.W. 汉明所言,仿真的主要作用不在于获得数值而在于获得深入的理解,它是深入理解系统特性的有价值的工具。MATLAB 对处于学习基本理论及技术过程当中的学生有极大的帮助,它不仅是一个在科学研究及各类工程设计中便于使用的计算工具,也是一个在数学、数值分析和工程计算等课程教学中优秀的教学工具,在电气信息类课程教学中同样获得了广泛的应用,几乎是必用工具之一。

尽管现在关于 MATLAB 的各类教材几乎可以用数不胜数来形容,但针对电子信息工程、通信工程、自动化、计算机科学与技术、电子科学与技术、电气工程及其自动化、生物医学工程等专业的教学,将 MATLAB 作为一个教学辅助工具的教材还不多见。本书结合电气信息类专业的几门主干课程(如信号与系统、通信原理、数字信号处理、图像处理、自控原理等)使用 MATLAB 的设计实例,从系统设计与应用的角度,首先介绍了 MATLAB 的基本知识和基本编程方法,然后重点介绍了 Simulink 的应用,最后还介绍了 TrueTime 的应用方法。本书可使学生快速掌握模块化的设计方法,避免陷入繁琐的基本语法的学习中,从而提高学生的应用及设计能力,加深其对专业课程的理解。该书适合第 5 学期以后的本科学生使用,也可供研究生使用。对该教材的学习既是对前续主干课程的 MATLAB 应用的综合与总结,又可为课程设计、毕业设计进行必要的铺垫。建议少学时、2 学分,教师讲授时可配合其他课程的学习,选择不同章节讲授,精讲多练。学生也可将本书作为



一本手册，随时翻阅。

本书由周又玲任主编，杜锋、汤全武、白勇任副主编，沈荻帆、王晓利、羊大立参编。周又玲提出了全书的结构和写作思路，编写了第1章的第1~3节及第1章的小结，并对全书进行了统稿。全体参编老师参加了写作大纲的讨论，其中杜锋编写了第7章，汤全武编写了第2章，白勇编写了第4章，沈荻帆编写了第3章和第6章，王晓利编写了第1章的第4~5节、第5章的第5~7节和第5章小结，羊大立编写了第5章的第1~4节。清华大学的刘昂立同学参与了第1章1~3节等的编写，为其中的例题进行了解答及程序的编制与调试，海南大学的黎锦钰同学帮助整理了第7章的相关文献资料。

感谢清华大学出版社对本书的编写与出版所给予的大力支持和精心指导，没有编辑们的辛勤工作，就没有本书的问世。

我们还要感谢作者所在单位——海南大学、宁夏大学、宝鸡文理学院、海南师范大学的领导和同事所给予的大力支持和帮助，恕不一一列举，在此一并致谢。

本书为海南大学211工程专项资金资助项目、海南大学2010年度自编教材资助项目，对此，我们深表感谢！

由于作者水平有限，尽管我们尽心尽力，然疏漏或错误之处在所难免，希望读者批评指正。

编 者

目 录

第 1 章 MATLAB 语言总览.....	1	2.1.8 端口与子系统模块库.....	56
1.1 MATLAB 简介.....	1	2.1.9 信号属性操作模块库.....	57
1.1.1 MATLAB 概况.....	1	2.1.10 信号路由模块库.....	58
1.1.2 MATLAB 基本工作界面.....	1	2.1.11 接收模块库.....	59
1.2 MATLAB 的工作环境.....	5	2.1.12 信号源模块库.....	61
1.3 MATLAB 入门.....	5	2.1.13 用户自定义功能模块库.....	64
1.4 MATLAB 工具箱.....	15	2.2 Simulink 模型的建立.....	66
1.4.1 MATLAB 工具箱概述.....	15	2.2.1 Simulink 模块的基本操作.....	66
1.4.2 常用 MATLAB 工具箱简介.....	17	2.2.2 Simulink 仿真参数的设置.....	71
1.5 基本语法.....	21	2.2.3 Simulink 仿真示例.....	76
1.5.1 MATLAB 基本语法概述.....	21	2.3 连续时间系统的建模与仿真.....	86
1.5.2 矩阵和数组的创建和保存.....	22	2.3.1 连续系统的数学模型.....	86
1.5.3 矩阵和数组的修改、 结构变换.....	24	2.3.2 线性连续时间系统的 建模与仿真.....	88
1.5.4 矩阵和数组的运算.....	29	2.4 离散系统的建模与仿真.....	96
1.5.5 标量、矢量和矩阵的 基本函数.....	33	2.4.1 线性时不变离散系统的 数学模型.....	96
1.5.6 多项式的向量表达和 一元方程求根.....	35	2.4.2 线性离散系统的建模与仿真.....	97
1.5.7 MATLAB 基本绘图函数.....	37	本章小结.....	101
本章小结.....	39	习题.....	101
习题.....	40	第 3 章 Simulink 信号处理模块及 实例分析.....	103
第 2 章 信号与系统的建模与仿真.....	42	3.1 Simulink 数字信号处理模块库.....	103
2.1 Simulink 模块库简介.....	42	3.1.1 信号处理输入模块库.....	104
2.1.1 常用模块库.....	42	3.1.2 信号处理输出模块库.....	105
2.1.2 连续系统模块库.....	45	3.1.3 滤波模块库.....	106
2.1.3 非连续系统模块库.....	47	3.1.4 变换模块库.....	109
2.1.4 离散系统模块库.....	49	3.1.5 信号操作模块库.....	110
2.1.5 逻辑与位操作模块库.....	51	3.1.6 估计模块库.....	112
2.1.6 数学操作模块库.....	52	3.1.7 统计模块库.....	114
2.1.7 表格查询模块库.....	55	3.1.8 数学函数模块库.....	114



3.1.9	量化器模块库.....	118	4.3.2	通信系统的蒙特卡罗 仿真实例.....	184
3.1.10	管理模块库.....	119	4.4	无线数字通信系统仿真方法.....	191
3.2	Simulink 信号产生和操作.....	121	4.4.1	系统仿真要求.....	191
3.3	Simulink 信号变换.....	124	4.4.2	系统仿真的简化与采样率的 考虑.....	192
3.3.1	离散傅里叶变换.....	125	4.4.3	系统仿真的整体方法.....	193
3.3.2	离散傅里叶变换的原理.....	125	4.4.4	系统模拟部分仿真的方法.....	195
3.3.3	离散傅里叶变换的应用.....	127	4.5	MATLAB 通信工具箱.....	197
3.4	Simulink 滤波器设计和频率分析.....	129	4.5.1	MATLAB 通信工具箱的 介绍.....	197
3.4.1	利用 FDATool 设计滤波器.....	130	4.5.2	MATLAB 通信系统工具箱的 应用实例.....	198
3.4.2	利用 Filter Design Toolbox 设计滤波器.....	133	本章小结.....	200	
3.5	数字滤波器的基本结构实现.....	135	习题.....	200	
3.5.1	数字滤波器结构的 表示方法.....	135	第5章 Simulink 视频、图像处理 模块及实例.....	202	
3.5.2	无限长单位冲激响应(IIR) 滤波器的结构.....	136	5.1	视频和图像处理模块集.....	202
3.5.3	有限长单位冲激响应(FIR) 滤波器的结构.....	142	5.1.1	视频和图像处理模块集 概述.....	202
3.6	Simulink 功率谱估计.....	146	5.1.2	分析和增强模块库.....	203
3.6.1	基于周期图的经典功率谱 估计方法.....	146	5.1.3	转换模块库.....	204
3.6.2	AR 模型参数的 Yule-Walker 方法.....	149	5.1.4	滤波模块库.....	204
3.7	多速率数字信号处理.....	153	5.1.5	几何变换模块库.....	205
3.7.1	多速率数字信号处理的 基本单元.....	154	5.1.6	形态学操作模块库.....	205
3.7.2	抽取和插值的变换域研究.....	156	5.1.7	接收器模块库.....	206
3.7.3	抽取滤波器和插值滤波器.....	159	5.1.8	输入源模块库.....	206
3.8	数字信号处理综合实例.....	165	5.1.9	统计模块库.....	206
本章小结.....	175	5.1.10	文本和图形模块库.....	207	
习题.....	176	5.1.11	变换模块库.....	207	
第4章 通信系统的建模与仿真.....	177	5.1.12	工具模块库.....	208	
4.1	通信系统建模仿真的作用.....	177	5.2	图像的增强.....	208
4.2	通信系统的建模方法.....	178	5.2.1	灰度变换增强.....	208
4.3	通信系统的蒙特卡罗仿真方法.....	182	5.2.2	图像平滑增强.....	211
4.3.1	蒙特卡罗仿真方法.....	182	5.2.3	图像锐化增强.....	212
			5.3	图像的几何变换.....	214

5.3.1 图像的旋转	214
5.3.2 图像的切变	215
5.3.3 图像的缩放	216
5.3.4 图像的裁切	217
5.4 图像的形态学操作	219
5.5 图像的恢复操作	220
5.5.1 利用函数恢复图像	221
5.5.2 用 Wiener 滤波器 进行恢复	222
5.5.3 用 regularized 滤波器进行 恢复	223
5.5.4 用 Lucy-Richardson 算法 进行恢复	224
5.5.5 用盲去卷积算法进行恢复	225
5.6 图像的重建操作	226
5.7 数字图像处理的综合实例及分析	228
本章小结	234
习题	235

第6章 MATLAB 在控制系统仿真中的应用

6.1 控制系统工具箱函数介绍	236
6.2 控制系统仿真模型的建立和 性能分析	236
6.2.1 控制系统常用的数学模型	236
6.2.2 线性定常连续系统仿真 模型的建立和分析	237
6.2.3 线性定常离散系统仿真 模型的建立和分析	242
6.2.4 非线性系统仿真模型的 建立和分析	244
6.3 控制系统设计实例	245
6.3.1 PID 控制器的设计	245
6.3.2 超前/滞后校正控制器的 设计	250
6.4 模糊控制器的分析与设计实例	259
6.4.1 模糊逻辑工具箱	259

6.4.2 模糊控制基本原理	261
6.4.3 模糊控制系统仿真	262
本章小结	270
习题	270

第7章 TrueTime 在网络控制系统仿真中的应用

7.1 网络控制系统基本概念	273
7.1.1 网络控制系统的定义	273
7.1.2 网络控制系统的 简单结构图	273
7.1.3 网络控制系统存在的 主要问题	274
7.1.4 常用的仿真网络控制系统的 软件	275
7.2 TrueTime 1.5 工具箱介绍	275
7.2.1 TrueTime 开发工具历史	275
7.2.2 TrueTime 1.5 工具箱的组成	275
7.2.3 TrueTime 的用途	276
7.2.4 在 MATLAB 中安装 TrueTime 工具箱的步骤	277
7.3 有线网络控制系统的分析与 设计实例	277
7.3.1 有线网络控制系统的 组成结构	277
7.3.2 有线网络控制系统中存在的 问题	277
7.3.3 有线网络控制系统的 仿真实例	278
7.4 无线网络控制系统的分析与 设计实例	286
7.4.1 无线网络控制系统组成 结构	286
7.4.2 无线网络控制系统中存在的 问题	286
7.4.3 无线网络控制系统的 仿真实例	286



7.5 基于智能控制策略的网络控制	
系统的分析与设计实例.....	295
7.5.1 模糊控制原理简介.....	295
7.5.2 基于模糊控制的网络控制	
系统程序设计.....	295

本章小结	304
习题	304
参考文献	305

第 1 章 MATLAB 语言总览

教学目标

通过本章的学习，了解 MATLAB 的概况、特色、主要功能、基本语法；熟悉 MATLAB、Simulink 的主要工作界面，懂得基本操作方法；能用命令行的方式或 M 文件的方式编制简单的应用程序。

本章是全书的基础，介绍了 MATLAB 的概况、特色、主要功能、基本语法；从 MATLAB 的主要工作界面、常用菜单、主要工具栏和常用工具箱的应用出发，结合各种实例展示了 MATLAB 强大、丰富的功能，是 MATLAB 快速入门的导引。

1.1 MATLAB 简介

1.1.1 MATLAB 概况

1984 年两名美国人 Jack Little 和 Cleve Moler 基于其数学、工程及计算机科学的背景，共同开发了 MATLAB 高级语言，并成立了 MathWorks 公司，主要致力于 MATLAB 的深层研发与推广。至 2010 年 3 月，MathWorks 公司已开发出 MATLAB 7.10 (Release 2010a)。MATLAB 在科学计算及工程领域产生了深远、广泛的影响，成为工程项目和科学研究的基本工具，在世界各地的大学、政府实验室、研究院所、公司研发部门等获得了广泛应用。

MATLAB 发展到今天已不仅仅是一种高级语言，其包含了将近 100 个附加产品，是工程师、科学家、数学家、研究者使用的一种数学计算软件，是一个研发平台，更是一种综合应用的工具。MATLAB 可以划分为两部分：MATLAB 产品族和 Simulink 产品族。MATLAB 产品族包含数学与优化、统计与数据分析、数据库连接与报告、应用开发等模块，还包含计算生物、财务建模与分析等专用产品模块；Simulink 是 MATLAB 中的一种可视化仿真工具，采用模块化建模方式，每个模块都有自己的输入/输出端口，实现一定的功能。Simulink 产品族包括图形模拟、基于事件模型、定点模型、物理模型、代码生成、快速原型生成与 HIL 仿真，以及验证与测试等模块。此外，MATLAB 与 Simulink 均包含一些专用产品，如控制系统设计与分析、信号处理与通信、图像和视频处理、测试与测量等功能模块。

1.1.2 MATLAB 基本工作界面

对于不同的操作系统，启动 MATLAB 的方法略有不同。在 Apple Macintosh 平台中，



双击应用文件夹中的 MATLAB 图标；在 UNIX 平台中，在操作系统提示符下输入 matlab；在 Microsoft Windows 平台中，双击桌面上的 MATLAB 图标^①，均可启动 MATLAB，进入 MATLAB 的基本工作界面。下面，我们以其基本工作界面为载体，来介绍 MATLAB 的基本功能、使用方法及特点，从而使学习者快速掌握 MATLAB 的用法。

图 1.1 所示为 MATLAB 的基本工作界面，包括 MATLAB 窗口、Command Window(命令)窗口、Command History(命令历史)窗口、Current Directory(当前目录)窗口、Workspace(工作空间)窗口和 Help(帮助)窗口(图中未展开)。

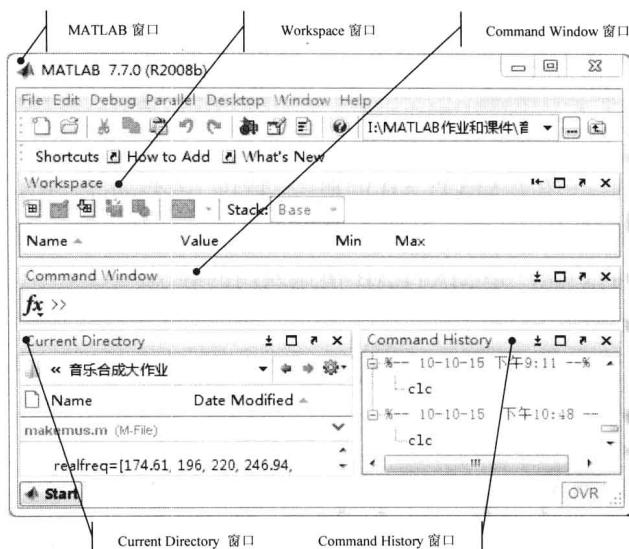


图 1.1 MATLAB 的基本工作界面

1. MATLAB 窗口

MATLAB 窗口包含 Command Window、Command History 等其他 5 个子窗口，各子窗口右上角的按钮^②，分别表示最小化、最大化、移动、关闭该子窗口。MATLAB 窗口本身还包含 7 个菜单(File、Edit、Debug、Parallel、Desktop、Window、Help)和 1 个工具条，如图 1.2 所示。



图 1.2 MATLAB 工具条

MATLAB 窗口的工具条含有数个按钮，从左至右各按钮的功能依次为：新建、打开一个 MATLAB 文件，剪切、复制、粘贴所选定的对象，撤销、恢复上一次的操作，这些按钮的形状及其对应功能和常用的应用软件(如 Office 等)是相同的，一看便知；接下来的几个按钮的功能分别是：打开 Simulink 窗口(^③)、打开 GUI 窗口(^④)、打开 Profiler 窗口(^⑤)、打开 MATLAB 帮助窗口(^⑥)；【帮助】按钮右侧的下拉列表框用于设置当前工作路径。

2. Command Window 窗口

Command Window 窗口是主要工作窗口。当 MATLAB 启动完成, Command Window 窗口显示以后, 窗口处于准备编辑状态。符号“>>”为命令提示符, 说明系统处于准备状态。当用户在提示符后输入表达式或 MATLAB 命令, 并按 Enter 键之后, 系统将给出表达式运算结果或命令执行结果, 然后继续处于系统准备状态。

3. Command History 窗口

在默认情况下, Command History 窗口会保留自安装以来所有用过的命令的历史记录, 并详细记录命令使用的日期和时间, 为用户提供所使用命令的详细查询, 所有保留的命令都可以单击后执行。

4. Current Directory 窗口

Current Directory 窗口的主要功能是显示或改变当前目录, 不仅可以显示当前目录下的文件, 而且还可以提供搜索。单击 Current Directory 标签旁的倒三角形符号, 可弹出【当前路径】下拉列表框, 如图 1.3 所示, 从下拉列表中, 用户可以轻松地选择已经访问过的目录。单击【当前路径】下拉列表框右侧的路径选择按钮 , 可以打开【路径选择】菜单, 如图 1.4 所示, 在这里用户可以设置和添加路径。

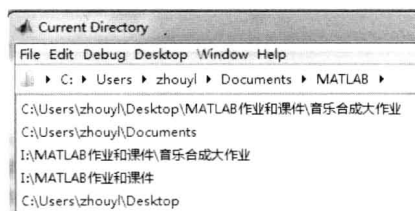


图 1.3 Current Directory 窗口



图 1.4 【路径选择】菜单

5. Workspace 窗口

Workspace 窗口(见图 1.5)是 MATLAB 的一个重要组成部分。该窗口可以显示目前内存中存放的变量名、变量存储数据的维数、变量存储的字节数、变量类型说明等。Workspace 窗口有自己的工具条,  按钮的功能从左至右依次为: 新建变量、打开选择的变量、载入数据文件、保存、删除。

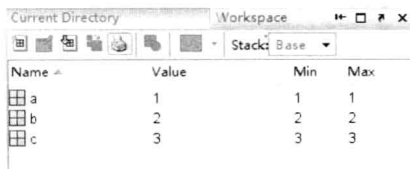


图 1.5 Workspace 窗口



6. Help 窗口

MATLAB 的帮助系统非常强大,是该软件的信息查询及联机帮助中心。用户可以通过选择菜单栏中的 Help 命令,或单击工具栏中的【帮助】按钮,打开 Help 窗口,如图 1.6 所示,进入帮助系统。帮助系统主要包括三大系统:联机帮助系统、联机演示系统、远程帮助和命令查询系统。用户可根据需要选择任何一个帮助系统寻求帮助。

进入 MathWorks 公司的网站(www.mathworks.com)也能获得非常丰富的、详尽的关于 MATLAB 的开发应用及技术支持的最新信息。

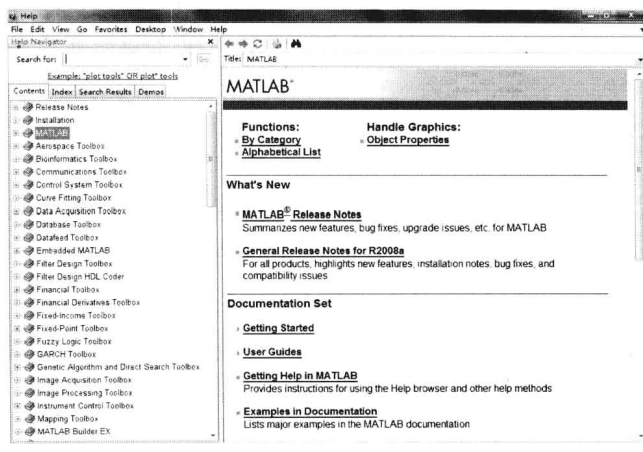


图 1.6 Help 窗口

7. Start 按钮

在 MATLAB 窗口的左下角,还有一个非常有用的按钮,即 Start 按钮。单击该按钮之后,用户即可以使用 MATLAB 的各种功能,如 MATLAB(含多种功能)、Toolboxes(工具箱)、Simulink、Blocksets(模块集)、Shortcuts(热键)、Help(帮助)、Demos(演示)等,如图 1.7 所示。可以说, MATLAB 的几乎所有功能,均可通过单击该按钮快速进入。



图 1.7 Start 按钮对应的功能

1.2 MATLAB 的工作环境

MATLAB 的工作环境包括对操作系统、处理器、磁盘空间、内存等各方面的要求。

(1) Windows 操作系统可以是以下各版本: Windows XP Service Pack 3、Windows XP x64 Edition Service Pack 2、Windows Server 2003 R2 Service Pack 2、Windows Vista Service Pack 1 或 2、Windows Server 2008 Service Pack 2 或 R2 或 Windows 7。Macintosh 操作系统要求的版本有: Mac OS X 10.5.5(Leopard)及以上,或 Mac OS X 10.6.x(Snow Leopard)。Linux 操作系统可以是以下版本: Ubuntu 8.04、8.10、9.04 及 9.10, Red Hat Enterprise Linux 5.x, SUSE Linux Enterprise Desktop 11.x 或 Debian 5.x。

(2) 针对 Windows 及 Linux 操作系统的处理器:任意支持 SSE2 指令集的 Intel 或 AMD 处理器。针对 Macintosh 操作系统的处理器:所有基于 Intel 的 Macs 处理器。

(3) 磁盘空间,仅装 MATLAB 需 1GB,典型安装需 3~4GB。

(4) 内存,1024MB,推荐至少 2048MB。

1.3 MATLAB 入门

MATLAB 语言支持向量和矩阵运算,这些运算是工程和科学问题的基础。同时, MATLAB 无须执行诸如声明变量、指定数据类型以及分配内存等低级管理任务,这使得编程和开发算法的速度较使用传统语言大大提高。在很多情况下, MATLAB 无须使用 for 循环,因此,一行 MATLAB 代码经常等效于几行 C 或 C++代码。MATLAB 还提供了传统编程语言的所有功能,包括算法运算符、流控制、数据结构、数据类型、面向对象编程(OOP)以及调试功能。

下面将介绍 MATLAB 的命令行输入方式及工具箱的使用,并通过 MATLAB 窗口工具条中几个按钮的用法,来使读者快速地了解 MATLAB 的基本功能。

1. 命令行输入方式

利用 MATLAB,无须执行编译和链接即可一次执行一个或一组命令,也即以即时交互的方式编写程序。用户只需在 Command Window 窗口中直接输入所需命令即可。

【例 1-1】 假设某学生设计一个数字温度计,需用一个非线性热敏电阻作为温度传感器,而实验室不巧暂缺所需的温度传感器,于是考虑由滑动变阻器代替热敏电阻。已知热敏电阻的阻值与温度的关系如表 1.1 所示,在命令行中,对电阻 R 、温度 T 分别赋值。

表 1.1 热敏电阻的阻值与温度的对应关系表

温度 $T/^{\circ}\text{C}$	-18	-8	5	16	25	33	46	55	66	80
电阻 $R/\text{k}\Omega$	82	38	19.8	12.9	8.5	6.1	3.7	2.5	1.73	1.14

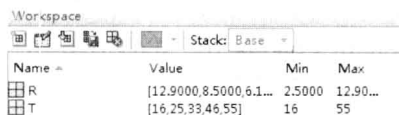


先输入中温区(16~55℃)对应数值,为后续的中温区数据拟合作准备,而低温和高温区还需在此基础上再作补偿。

在 Command Window 窗口中的命令提示符“>>”下输入如下命令:

```
>> T=[16,25,33,46,55]
>> R=[12.9,8.5,6.1,3.7,2.5]
```

此时,可立即看到命令执行后的结果,即返回 T 和 R 的值。同时,在 Workspace 窗口也可看到变量 T 与 R 的结果,如图 1.8 所示。



Name	Value	Min	Max
R	[12.9000,8.5000,6.1000,3.7000,2.5000]	2.5000	12.9000
T	[16,25,33,46,55]	16	55

图 1.8 Workspace 窗口中 T 与 R 的结果

2. 工具箱的使用

MATLAB 的工具箱是由一系列专用目的的函数构成的,是一个独立的模块,可单独使用,功能极为丰富、强大。这些工具箱大致可分为两类:功能型工具箱和领域型工具箱。功能型工具箱主要用来扩充 MATLAB 的符号计算功能、图形建模仿真功能、文字处理功能以及与硬件实时交互功能,能用于多种学科;而领域型工具箱则专业性很强,如控制系统工具箱(Control System Toolbox)、信号处理工具箱(Signal Processing Toolbox)、财政金融工具箱(Financial Toolbox)等。

【例 1-2】 利用工具箱中的曲线拟合功能,对例 1-1 中的中温区(16~55℃)的 T - R 关系进行拟合。

观察表 1.1 中的中温区 T - R 关系,采用用户自定义函数

$$R=a/(T+b)+c \quad (1-1)$$

在 MATLAB 窗口中单击 Start 按钮,选择 Toolboxes→Curve Fitting→Curve Fitting Tool(cftool)命令,进入到曲线拟合的图形界面,即 Curve Fitting Tool 窗口,单击窗口中的 Data 按钮,打开 Data 对话框,将温度 T 作为 X 轴,阻值 R 为 Y 轴,如图 1.9 所示进行设置。

由于在例 1-1 中执行数据输入命令后,已将矢量 T 、 R 的结果保存在工作空间,所以在 Data 窗口中的 Import workspace vectors(输入工作空间矢量)选项组中,设置 X Data(X 数据区)下拉列表框为 T , Y Data(Y 数据区)下拉列表框为 R ,单击 Create data set 按钮。然后单击 Close 按钮,返回 Curve Fitting Tool 窗口,单击窗口中的 Fitting 按钮,得到如图 1.10 所示的拟合结果。

观察图 1.10,曲线对 5 个离散点有非常好的拟合结果。从工作空间存储的数组中可以获得如下结果: $a=471.8(399.8, 543.8)$; $b=10.92(8.025, 13.81)$; $c=-4.631(-5.505, -3.756)$ 。

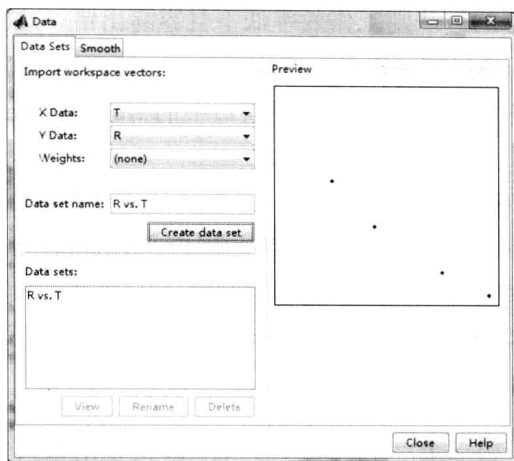


图 1.9 Data 对话框中曲线拟合的数据输入设置

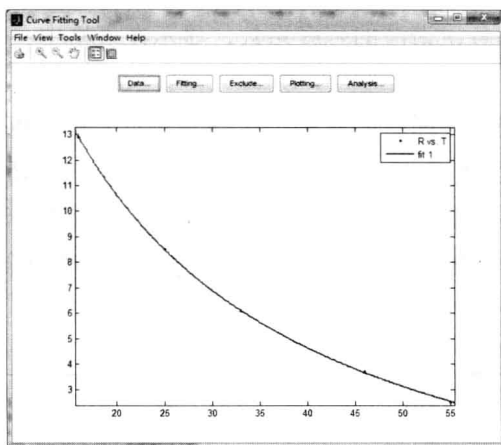


图 1.10 双曲线拟合的中温区温度阻值关系

另外还得到如下描述拟合效果的一系列参数。

- SSE: 0.00262, SSE(Sum of Squared Error) 即差值的平方和。
- R-square: 1, R square 为拟合模型的多测定系数, 其值在 0~1 之间, 越接近 1, 表明拟合模型对方差较大的拟合数据的匹配度越好。
- Adjusted R-square: 0.9999, 为校正后的多测定系数。
- RMSE: 0.03619, 为标准差。

由上述结果可以看出, 用双曲线拟合的准确度非常高。对于低温区 and 高温区, 可用对设定阈值进行补偿的办法进行调整, 使其以更高精度拟合表 1.1 中电阻和温度的关系。

上面以一实例, 说明工具箱的使用方法, 管中窥豹, 不能尽述。

3. New M-File 按钮

在 Command Window 窗口中直接输入命令行的方式简单、直接, 但如果待处理的问题



比较复杂时,使用命令行的方法则工作效率低下且容易出错。此时就需要将一行行的命令写在文件中,即M文件。MATLAB是一门解释性的语言,因而M文件本身不能运行,必须有MATLAB环境的支持。单击MATLAB窗口中的New M-File按钮,即可进入M文件的编辑器中。

M文件分为脚本(Script)和函数(Function)两种。脚本文件是用户在Command Window窗口中输入的命令的简单集合,它的运行效果和用户在Command Window窗口中逐一输入命令时完全相同。函数文件可以自带参数和返回值,一般比脚本文件复杂。函数文件的第一行用来声明这是一个函数文件,并且指定函数名、参数和返回值,例如:

```
function rvalue = functionname(param1, ...)
```

其中,function用来声明这是一个函数文件,rvalue是该函数文件的返回值,functionname是函数名,param1是该函数自带的参数。一般,functionname和该函数文件的文件名相同。

【例1-3】做一个图形界面,封装如下两个能力:①从一段已知的吉他音乐文件fmt.wav中提取每个音色的基波和各次谐波的强度系数,显示在表格中;②根据表格中的数据合成一段新音乐并播放出来。

依题意,需要确定图形界面中的元素。在图形界面中布置两个按钮、一个表格、一个图形窗口。两个按钮的作用分别是“分析谐波”(learn按钮)和“播放合成出来的音乐”(play按钮);表格用来显示各音名的谐波强度系数;图形窗口用来显示所播放音乐的时域波形。图形窗口设计的过程在后面的例1-5中会有详述,此处,通过两个按钮(learn、play)的M文件介绍M文件的基本构成及特点。

learn按钮的回调函数如下。

```
function pushbutton1_Callback(hObject, eventdata, handles) guitar=wavread
('fmt.wav');
lguitar=length(guitar);
avg=norm(guitar)/sqrt(length(guitar));
count=0;
step=80;
preE=0;
prepos=1000;
curpos=1;
for n=1:step:lguitar-step
    M=0;curpos=n;
    while M~=1 && curpos+step-1<=lguitar
        [curE M]=max(guitar(curpos:curpos+step-1));
        curpos=curpos+M-1;
    end
    if curE>1.8*preE && curpos>prepos+1000 && curE>avg
        count=count+1;
        StartPoint(count)=curpos;
        prepos=curpos;
    end
    preE=curE;
end
```