

吴天明 赵新力 刘建存 编著



MATLAB

电力系统设计与分析

(第3版)



本书借助于工程实际中的例子，对使用MATLAB软件进行电力系统数字仿真进行了详细的描述。



对于MATLAB软件构建的元件数学模型进行了详细的介绍和实例分析。



国防工业出版社

National Defense Industry Press

MATLAB **电力系统设计与分析**

(第3版)

吴天明 赵新力 刘建存 编著

国防工业出版社

·北京·

内 容 简 介

本书主要介绍 MATLAB 软件在电力系统建模和仿真中的应用,内容包括 MATLAB 电力系统仿真数学基础、MATLAB 图形绘制和图形编辑、图形用户界面(GUI)的应用、电力系统的数学建模和电力系统时域和频域分析。这些内容基本上覆盖了电气工程领域的电力系统建模和仿真的各个方面。本书最大的优点是在介绍方法的同时,列举了大量详实的例子,这些例子对于本书的使用起到了良好的作用。

本书对广大电力系统设计人员具有较高的参考价值,也适合于从事电力系统学习和研究的大专院校师生以及广大电子设计爱好者使用。

图书在版编目(CIP)数据

MATLAB 电力系统设计与分析/吴天明,赵新力,刘建存
编著. —3 版. —北京:国防工业出版社,2010.7
ISBN 978-7-118-06941-9

I. ①M... II. ①吴... ②赵... ③刘... III. ①电力系统—系统设计—计算机辅助计算—软件包, MATLAB ②电力系统—系统分析—计算机辅助计算—软件包, MATLAB IV. ①TM7

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 129054 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 100048)

北京奥鑫印刷厂印刷

新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 印张 25¼ 字数 584 千字

2010 年 7 月第 3 版第 1 次印刷 印数 1—4000 册 定价 40.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店: (010)68428422

发行邮购: (010)68414474

发行传真: (010)68411535

发行业务: (010)68472764

前 言

MATLAB 软件在这个时代给予我们工程技术人员、在校科研人员一个应用的平台。

任何科学研究和工程设计,都无法离开数学运算。从最初一个新的设计构思、到通过软件进行实际情况的模拟、再到应用到具体的工程之中,大量反复的数学计算让技术人员、科研人员费劲心思。其工作量之大往往消耗了大量的精力,但也许因为一个小小的计算失误而前功尽弃。因而科研人员根据自己的工程编制了不同的计算程序,但是浪费了大量的人力、物力。MATLAB 就是基于这种需要诞生的。在 MATLAB 的数值计算方面,提供了向量、矩阵、数组、线性代数、函数与多项式、微积分等各方面的内容。不管是科学研究还是工程技术所涉及到的数值处理技术, MATLAB 都给出了完善的解决方案。

MATLAB 在科学研究和工程设计方面的另一个重要内容,是推出了与数值处理联系紧密的图形绘制功能。众所周知,图形的直观表示对于科学分析有着举足轻重的作用。单凭数据的累计,技术人员和科研人员无法从繁芜的数据中提取重要的信息。MATLAB 的图形处理功能对此进行了完美的解决。

当 MATLAB 搭建好数值计算和图形处理这两座重要的平台之后,为其在各个专业领域中的应用铺平了道路。MATLAB 的推出得到了各个领域专家学者的广泛关注,其强大的扩展功能更为各个工程领域提供了分析和设计的新平台。MATLAB 软件已经推出了电力系统仿真工具箱(SimPower)、控制系统工具箱(Control System Toolbox)、信号处理工具箱(Signal Processing Toolbox)、数字信号处理模块(DSP Block)、滤波器设计工具箱(Filter Design Toolbox)、小波分析工具箱(Wavelet Toolbox)和神经网络工具箱(Neural Network Toolbox),在电力系统方面的应用已经成熟。

以前的电力系统数字仿真技术,往往局限研究人员自己进行建模与仿真。其数学模型是否真实描述实际情况,将在很大程度上影响到仿真是否取得成功。在 MATLAB 涉及电力系统仿真方面以后,凭借其自身的技术优势,联合众多电力领域的专家,开发了这款电力系统仿真工具箱(Simpower)。使用 MATLAB 软件进行电力系统数字仿真,具有 3 个突出的优势。

第一,电力系统仿真工具箱(Simpower)功能强大,工具箱内部的元件库提供了经常使用的各种电力元件数学模型,并且提供了可以自己编程的方式创建适合的元件模型。

第二,强大的 MATLAB 平台。如前所述,在相同的平台上, MATLAB 的数值运算功能为进行电力工程方面的运算提供了强有力的后盾。随着信号处理技术的成熟、各种信号处理方法在电力方面的应用尤为重要。MATLAB 提供的信号处理工具箱(Signal Processing Toolbox)、数字信号处理模块(DSP Block)、滤波器设计工具箱(Filter Design Toolbox)、

小波分析工具箱(Wavelet Toolbox)和神经网络工具箱(Neural Network Toolbox),为经过电力仿真后的数据处理提供了功能齐全的分析手段。

第三,友好的界面。友好的界面充分体现了软件使用的难易程度。从电力系统仿真、到数值计算、图形处理、再到信号分析。MATLAB 提供给技术人员和科研人员的不仅仅是各类问题的解决方案,更重要的是这些技术的使用变得尤为轻松简单。

在国内,关于电力系统仿真方面的 MATLAB 书籍凤毛麟角。但是广大从事电力领域的技术人员、科研人员对于 MATLAB 的使用热情很大。本书借助于工程实际中的例子,对使用 MATLAB 软件进行电力系统数字仿真进行了详细的描述。同时,对于 MATLAB 软件构建的元件数学模型进行了详细的介绍和实例分析。力图从读者最容易接受的角度入手,全面详细地介绍使用 MATLAB 软件进行电力系统数字仿真。当然,限于作者的水平,本书的不足之处在所难免,欢迎广大读者不吝赐教。

编者

目 录

第1章 MATLAB 入门.....	1
1.1 MATLAB 简介	1
1.1.1 MATLAB 的功能及特点	1
1.1.2 MATLAB 系统.....	2
1.1.3 MATLAB 安装的目录结构	2
1.2 MATLAB 开发环境	4
1.2.1 设置 MATLAB	4
1.2.2 MATLAB 桌面工具	5
1.3 MATLAB 语言初步.....	10
1.3.1 MATLAB 语言的特点	10
1.3.2 MATLAB 的语言结构和编程方法	12
1.3.3 MATLAB 的主要语法和操作符	13
第2章 MATLAB 常用数学方法	21
2.1 矢量和矢量运算.....	21
2.1.1 常用的数学常量	21
2.1.2 矢量的表示	24
2.1.3 矢量的各种运算	25
2.2 矩阵和矩阵运算.....	28
2.2.1 矩阵的表示	28
2.2.2 矩阵的运算	42
2.2.3 矩阵的操作	46
2.3 数组和数组运算.....	53
2.3.1 数组的表示	53
2.3.2 数组的运算	54
2.3.3 数组的操作	59
2.4 线性代数.....	63
2.4.1 线性方程组	63
2.4.2 特征值与特征矢量	67
2.4.3 矩阵的分解	76
2.4.4 稀疏矩阵	86
2.5 函数和多项式.....	91
2.5.1 数的相关操作	91

2.5.2	自然数的相关运算	94
2.5.3	变量与函数	96
2.5.4	复数与复数运算	103
2.5.5	多项式	105
2.6	微积分	113
2.6.1	极限	113
2.6.2	微分	115
2.6.3	积分	121
2.6.4	微分方程	124
2.6.5	排列组合和级数的相关知识	125
2.6.6	重要的积分变换	127
第3章	MATLAB 图形绘制和图形编辑	130
3.1	绘制二维图形	130
3.1.1	二维图形绘制流程图	130
3.1.2	绘制基本二维图形	131
3.1.3	多种二维图形的绘制	138
3.2	绘制三维图形	143
3.2.1	绘制基本三维图形	143
3.2.2	多种三维图形的绘制	144
3.3	绘制特殊图形	150
3.3.1	绘制区域图	150
3.3.2	绘制条形统计图	151
3.3.3	绘制饼图	154
3.4	编辑图形	156
3.4.1	图形的基本编辑	156
3.4.2	图形的视觉效果编辑	163
第4章	图形用户界面(GUI)的应用	169
4.1	GUI 多功能模板	169
4.1.1	创建 GUI 模板	169
4.1.2	单控制模板	171
4.1.3	菜单以及绘图模板	172
4.1.4	对话框模板	173
4.1.5	创建已知图形模板	175
4.2	GUI 设计工具	178
4.2.1	按钮	178
4.2.2	触发按钮	179
4.2.3	单选按钮	180
4.2.4	复选框	180
4.2.5	编辑文本和静态文本	180

第5章 电力系统的数学建模	182
5.1 控制系统的数学描述	182
5.1.1 数字仿真算法	182
5.1.2 微分方程模型	184
5.1.3 传递函数模型	190
5.1.4 状态方程模型	203
5.1.5 模型转换	212
5.1.6 控制系统建模	218
5.2 电力系统的数学描述	235
5.2.1 电路图模型	235
5.2.2 电路图模型结构分析	236
5.2.3 电路图模型初值设定	244
5.2.4 程序建模	247
5.2.5 复杂电力系统建模	247
第6章 电力系统仿真初探	251
6.1 启动和退出电力系统元件库	251
6.1.1 启动电力系统元件库	251
6.1.2 退出电力系统元件库	252
6.1.3 电力系统元件库简介	253
6.2 设计电源元件	253
6.2.1 电源元件简介	253
6.2.2 直流电压源	254
6.2.3 交流电压源	262
6.2.4 交流电流源	268
6.2.5 受控电压源	269
6.2.6 受控电流源	271
6.2.7 三相电源	277
6.2.8 三相可编程电压源	279
6.3 设计线路元件	282
6.3.1 线路元件简介	282
6.3.2 串联 RLC 支路元件和并联 RLC 支路元件	284
6.3.3 三相串联 RLC 支路元件和三相并联 RLC 支路元件	292
6.4 Park 变换	294
6.4.1 abc 坐标系统和 dqO 坐标系统	294
6.4.2 坐标变换	294
第7章 电力系统时域分析	301
7.1 控制系统时域分析	301
7.1.1 零输入响应	301
7.1.2 阶跃响应	303

7.1.3	脉冲响应	305
7.1.4	任意输入的时域响应曲线	306
7.2	电力系统时域分析	309
7.2.1	电力系统时域分析工具	309
7.2.2	电力系统时域分析实例	319
7.3	电力系统相量图分析	342
7.3.1	相量图分析方法	342
7.3.2	同步电机突然短路的分析	348
第 8 章	电力系统频域分析	360
8.1	控制系统频域分析	360
8.1.1	频率矢量	360
8.1.2	Bode 图	360
8.1.3	Nichols 图	365
8.1.4	Nyquist 图	367
8.1.5	一般频率响应图	369
8.1.6	频率响应的奇异值图	370
8.2	绘制根轨迹	372
8.2.1	系统极点、零点和增益	372
8.2.2	绘制系统极点、零点图	373
8.2.3	绘制根轨迹图	374
8.3	电力系统频域分析	376
8.3.1	电力系统频域分析工具	376
8.3.2	稳态电路模型频域分析	378
8.3.3	稳态电路模型的阻抗—频率图分析	388

第 1 章 MATLAB 入门

在计算机技术日益发展的今天，计算机的应用正逐步将科技人员从繁重的计算工作中解脱出来。在科学研究和工程应用中，往往需要进行大量的数学计算，一些科技人员曾经尝试使用 BASIC、Fortran 以及 C 语言编写程序，以减轻工作量。但编制程序需要掌握高级语言的语法，还需要对各种算法有深刻的了解，这对大多数科技人员来说是现实的，而且也是没有必要的。

为了满足用户对数学计算的要求，一些著名的软件公司都分别推出了一批数学类计算应用软件，例如 MATLAB、Mathematica、Maple 和 MATHCAD。其中 Math Works 公司推出的 MATLAB，由于其强大的功能以及应用性，受到越来越多的科技工作者的欢迎。在欧美等发达国家的大学中，已成为一种必须掌握的编程语言。

本章简要介绍 MATLAB 的功能特点、安装过程及其用户界面，希望读者通过这些内容能够对 MATLAB 有一定程度的感性了解。

1.1 MATLAB 简介

目前，在国际流行的科技应用软件中，数学类（区别于文字处理和图像处理类）软件共有 30 多种。从它们的数学处理的原始内核来看，不外乎两种类型：数值计算型和数学分析型。前者如 MATLAB、Xmath 等，它们对大量数据具有较强的管理、计算和可视化能力，运行效率较高；后者如 Mathematica、Maple 等，它们长于符号计算，可以得到问题的解析符号解和任意精度解，但处理大量数据速度较慢。

1.1.1 MATLAB 的功能及特点

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，它的典型使用包括：

- (1) 数学和计算。
- (2) 运算法则。
- (3) 建模、仿真。
- (4) 数据分析、研究和可视化。
- (5) 科学的工程图形。
- (6) 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，特别是那些包含矩阵和矢量运算的问题。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，因而 MATLAB 被称为“便笺式”的科学工程计算语言。

MATLAB 的最重要的特征是它拥有解决特定应用问题的程序组，也就是 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 最重要和最受人欢迎的特点之一。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。

1.1.2 MATLAB 系统

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，用户利用这些工具可以使用 MATLAB 函数和文件，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、命令的历史记录以及用来查看帮助的浏览器、工作间、文件和搜索路径。

2. MATLAB 数学函数库

这是一个庞大的计算算法库，包括从基本函数，如 sum、sine、cosine 和复杂算法，到更复杂的函数运算，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，该语言带有流程控制语句、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的应用程序。

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义图形显示及在 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 MAT 文件的程序。

1.1.3 MATLAB 安装的目录结构

为了进一步帮助用户理解和掌握 MATLAB，这里介绍 MATLAB 安装的目录结构，也就是每个子目录中存储的文件类型。对于有一定使用 MATLAB 经验的读者，掌握本节内容将是非常必要的；对于初学者，可以跳过本节，等对 MATLAB 有了一定的了解后再回过头来阅读本节。

MATLAB 是一个开放的编程系统，其绝大部分功能是通过后缀为 .m 的文件来实现的。用

户可以根据自己的需要，修改 MATLAB 中的 M 文件，也可以编写自己的 M 文件，形成新的工具箱。由于 MATLAB 文件众多，对于 MATLAB 的高级用户，了解 MATLAB 安装后的目录结构是很有必要的。当用户完成安装后，MATLAB 的安装目录包括：

- (1) 命名为 license.txt 的文本文件，该文件包含 MATLAB 的软件注册协议。
- (2) 执行 MATLAB 的快捷键。
- (3) 表 1-1 中所列的子目录。

注意：用户的安装可能并不会包含表 1-1 中列出的所有子目录，也可能包含表 1-1 中未列出的子目录。

表 1-1 MATLAB 的子目录

子目录	所包含文件的功能
\BIN\WIN32	系统运行文件、建立 Mex 文件所需的批处理文件及其它一些必需的二进制文件
\DEMOS	MATLAB 演示程序
\EXTERN	建立 MATLAB 外部接口的工具
\FLEXLM	FLEXlm 注册管理程序，注册管理工具
\HELP	帮助系统
\JA	MATLAB 管理文件
\JAVA	MATLAB 的 Java 文件夹
\NOTEBOOK	MATLAB 笔记本
\SYS	MATLAB 的工具及操作系统库
\TOOLBOX	MATLAB 工具箱
\UNINSTALL	MATLAB 卸载程序
\WORK	默认当前初始目录

下面给出了 MATLAB 的子目录及其所包含的内容。

MATLAB\BIN\WIN32

LICENSE.DAT 处理客房系统上的注册文件
MATLAB.EXE MATLAB 执行文件
*.DLL, *.EXE, *.BAT 辅助文件

MATLAB\EXTERN

\EXAMPLES 使用 C 和 Fortran 应用程序接口的例程
\INCLUDE 外部接口库的头文件
\LIB 要求编译器的库
\SRC 包含在 MEX 构件中的 C 源文件

MATLAB\SYS\GHOSTSCRIPT

\BIN GhostScript 二进制
\FONTS PostScript 字体的 GhostScript 版本

\PS_FILES	PostScript 初始化和配置文件
\MATLAB\SYS\PERL\WIN32	
完整的ActiveState Perl分布状态	
\MATLAB\TOOLBOX\LOCAL	
局部环境 M 文件	
\MATLAB\TOOLBOX\MATLAB	
\AUDIO 声音 I/O 命令	
\DATAFUN	数据分析和傅里叶变换函数
\DATATYPES	数据类型和结构
\DEMOS	演示和范例
\ELFUN	基本数学函数
\ELMAT	基本矩阵和矩阵操作
\FUNFUN	功能函数—非线性数字方法
\GENERAL	通用命令
\GRAPH2D	二维图
\GRAPH3D	三维图
\GRAPHICS	通用图命令
\IOFUN	低层文件 I/O 函数
\LANG	语言结构和调试
\MATFUN	矩阵函数—数字线性代数
\OPS	运算符和指定字符
\POLYFUN	多项式和插值函数
\SPARFUN	稀疏矩阵函数
\SPECFUN	专用数学函数
\SPECGRAPH	专用图形
\STRFUN	字符串函数
\TIMEFUN	时间、数据和日历函数
\UITOOLS	用户接口工具
\VERCTRL	版本控制函数
\WINFUN	窗口函数

1.2 MATLAB 开发环境

1.2.1 设置 MATLAB

1. 设置初始当前目录

当启动 MATLAB 时，默认时的初始当前目录是 MATLAB\work 目录，这里，MATLAB 表示的是安装目录，而用户则可以用\work 目录保存修改和创建的 M 文件。\work 目录实际上就是默认的当前目录，当卸载 MATLAB 时，如果该目录中包含文件，MATLAB 则不删除\work 目录。

2. 设置 MATLAB 环境选项

如果用户想要在每次调用 MATLAB 时都执行欢迎界面、默认定义可任何 MATLAB 表达式，可以在\MATLAB\TOOLBOX\LOCAL 目录下创建一个名称为 `startup.m` 的文件，每次启动 MATLAB 时，MATLAB 都会执行这个文件。

3. 配置某些组件

MATLAB 中的某些组件要求附加配置，表 1-2 列出了这些组件以及用户配置这些组件所使用的命令。关于更详细的内容，读者可以参看 MATLAB 帮助文档中的组件配置信息。

表 1-2 组件配置命令

组 件	命 令
MATLAB Notebook	<code>notebook-setup</code>
MATLAB Runtime Server	<code>rtsetup</code>
Real-Time Windows Target	<code>rtwintgt-setup</code>

1.2.2 MATLAB 桌面工具

MATLAB 窗口是用户使用 MATLAB 进行工作的窗口，同时也是实现 MATLAB 各种功能的主窗口，用户也可以使用 MATLAB 函数执行大部分桌面工具。

1. Command Window

在 MATLAB 窗口的 Desktop 菜单中选择 Command Window 命令，MATLAB 的命令窗口如图 1-1 所示。

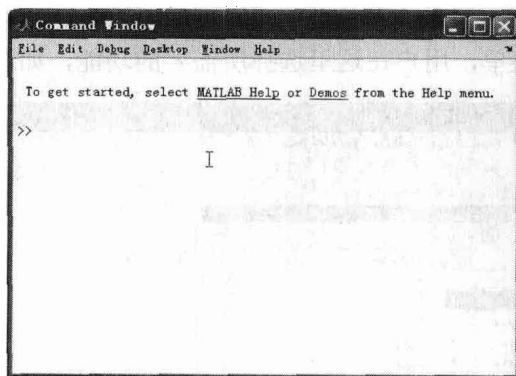


图 1-1 Command Window 窗口

用户可以在命令窗口输入变量和运行函数和 M 文件，也可以编写自己的 M 文件。

2. Command History

打开 MATLAB 窗口中的 Desktop 菜单，选择 Command History 命令，MATLAB 的 Command History 窗口如图 1-2 所示。

Command History 窗口是命令历史记录窗口，用户在 Command Window 中输入的语句行都会记录到命令历史记录窗口，在该窗口中，用户可以查看先前使用的函数，并且复制和执行所选择的语句行。

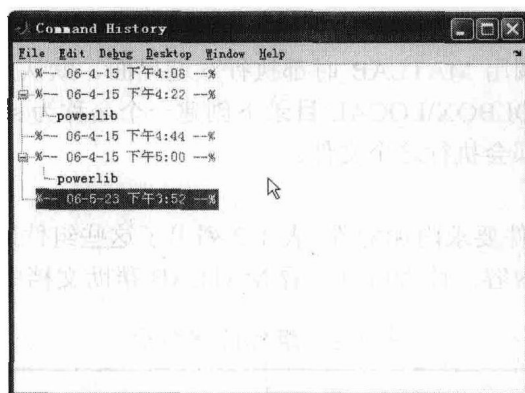


图 1-2 Command History 窗口

在选中的语句行上单击鼠标右键，在弹出的菜单中包括以下命令。

Cut: 剪切选中的语句行。

Copy: 将选中的语句行复制到命令窗口中。

Evaluate Selection: 求取所选语句行的值，并将结果显示在命令窗口中。

Create M-File: 打开M文件创建窗口，生成新的M文件。

Delete Selection: 删除选择的语句行。

Delete to Selection: 保留所选的语句行，删除所有其它的语句行。

Clear Entire History: 删除所有的历史记录。

3. Start 按钮

MATLAB中的Start按钮可以很方便地打开MATLAB 所有组件中的工具、演示和文档。单击Start按钮，会出现一个菜单，用户在这里选择所需要的功能，如图1-3所示。

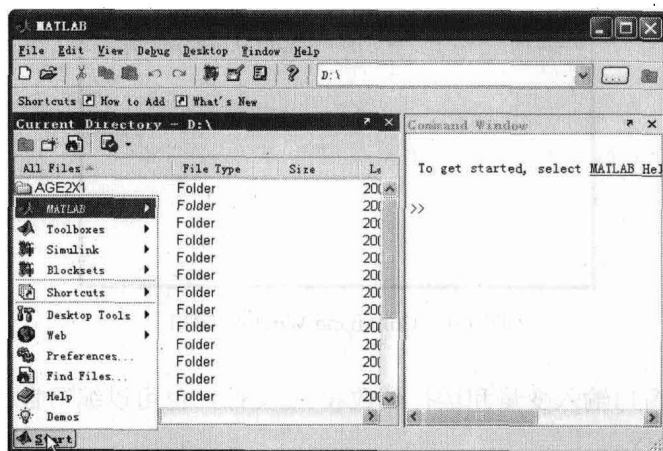


图 1-3 利用 Start 按钮访问 MATLAB 工具

4. Help 浏览器

利用 Help 浏览器可以搜索和查看所有 MathWorks 组件的帮助文档，Help 浏览器是一个集成在 MATLAB 中用来显示 HTML 文档的网页浏览器。若要打开 Help 浏览器，可以单击工具

栏上的  按钮，或者在 Command Window 中输入 `helpbrowser` 命令后按回车键，打开的 Help 窗口如图 1-4 所示。它由两个面板组成：左面的面板是帮助导航栏，用来查找帮助信息；右面的面板是显示面板，用来显示所查找的帮助内容。

帮助浏览器由两部分组成：帮助导航栏和显示面板。

1) 帮助导航栏

帮助导航栏主要由下面几部分组成。

- (1) Contents —— 查看用户指定组件文档内容的标题和目录。
- (2) Index —— 在 MathWorks 文档查找指定的检索条目。
- (3) Search —— 在文档中查找指定的短语。
- (4) Demos —— 查看 MATLAB 及相关组件的演示。

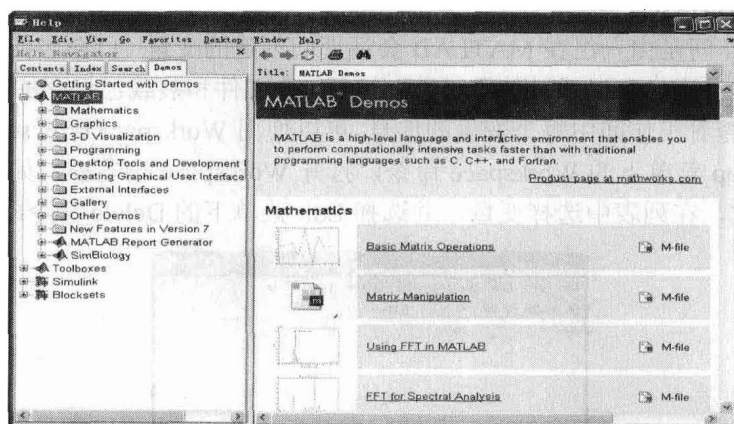


图 1-4 Help Browser 窗口

2) 显示面板

在帮助导航栏内查找到需要的文档目录后，在显示面板中显示这些文档的帮助内容。当查找文档时，用户可以：

- (1) 浏览到其它页 —— 使用工具栏上的  按钮和  按钮。
- (2) 浏览到书签页 —— 单击 Favorites 菜单下的 Add to Favorites 选项。
- (3) 浏览到打印页 —— 单击工具栏上的  按钮。

(4) 在页中查找 —— 单击工具栏上的  按钮，弹出 Find 对话框，在 Find what 文本框内输入要查找的内容，单击 Find Next 按钮进行查找。

- (5) 复制文档内容和查看 Web 页。

3) 其它获取帮助的途径

除了使用帮助浏览器，用户也可以使用帮助函数来获取帮助，为了查找指定函数的帮助，可以使用 `doc` 命令，例如，`doc format` 指令在帮助浏览器内显示 `format` 函数的帮助。此外，也可以联系技术支持网页 (<http://www.mathworks.com/support>) 或加入 MATLAB 用户信息组 `comp.soft-sys.matlab` 来获得帮助。

5. Current Directory Browser

MATLAB 使用 Current Directory (当前目录) 和搜索路径来操纵文件，用户想要运行的任

何文件必须在当前目录或在搜索路径中。用户可以利用桌面工具条中的 **Current Directory** 编辑框查看或改变当前目录，这是一种非常快捷的改变当前目录的方式。

为了确定如何执行用户调用的函数，MATLAB 使用搜索路径来查找文件系统目录中的 M 文件和其它与 MATLAB 相关的文件，用户想要在 MATLAB 中运行的任何文件都必须放在当前目录或搜索路径目录，默认时，MATLAB 提供的文件和 MathWorks 工具箱都包含在搜索路径中。

用户可以在 Command Window 窗口中的 MATLAB 提示符下输入 `pathtool` 函数打开 Set Path 对话框，`path` 函数可以查看所有的搜索路径，`addpath` 函数向路径中添加目录，而 `rmpath` 函数则从路径中删除目录。

小技巧：用户也可以在 `startup.m` 文件中包含 `addpath` 函数，这样每次启动 MATLAB 时就可以自动更改路径。

6. Workspace Browser

MATLAB 工作间是由一组在 MATLAB 会话期间创建的变量（已命名的数组）和存储在内存中的变量组成的。用户可以通过使用函数、运行 M 文件和装载已保存的工作间来向工作间中添加变量，为了查看工作间中每个变量的信息，可以使用 **Workspace browser**（工作间浏览器），方法是选择 **Desktop** 菜单下的 **Workspace** 命令，打开 **Workspace** 浏览器，如图 1-5 所示。从工作间中删除变量时，在列表中选择变量，并选择 **Edit** 菜单下的 **Delete** 命令即可。

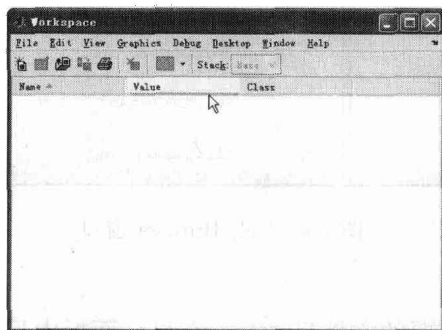


图 1-5 Workspace 窗口

此外用户也可以在命令窗口中的 MATLAB 提示符下输入 `who` 函数，该函数会列出当前的工作间变量；`whos` 函数不但会列出这些变量，还会给出这些变量的大小和类型等详细信息；`exist` 函数用来查看指定的变量是否在工作间；`clear` 函数则用来删除变量。

当关闭 MATLAB 时，工作间并不会保留下来，为了将工作间保存到文件中，以备将来运行 MATLAB 时读取工作间文件，可从 **File** 菜单中选择 **Save Workspace As** 命令，或者在命令窗口中使用 `save` 函数将工作间保存为文件，它会将工作间保存为扩展名为 `.mat` 的二进制文件，也可以选择保存为不同的格式。读取这个 `.mat` 文件时，从 **File** 菜单中选择 **Import Data** 命令，或者在命令窗口中使用 `load` 函数即可。

在工作间浏览器中，按住 **Shift** 键或 **Ctrl** 键的同时连续单击鼠标左键可以选择多个变量，使用“**Ctrl+A**”组合键也可以选择所有打开的变量，然后选择 **Desktop** 菜单中的 **Array Editor** 选项，这时将打开 **Array Editor**（数组编辑器）对话框，如图 1-6 所示。对于单个变量，也可以直接单击该变量打开 **Array Editor** 对话框。数组编辑器显示所选择变量的数值，用户可以查看和编辑数组，使用 **File** 菜单中的 **Open** 选项可以打开不同的变量。