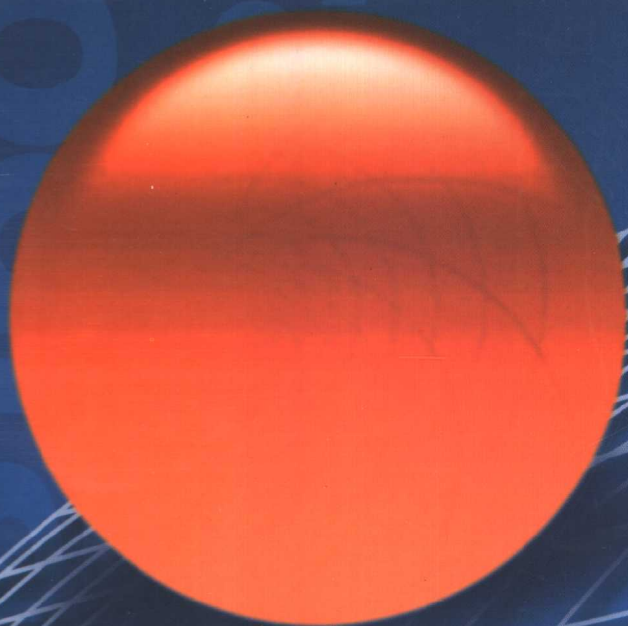


MATLAB 开发丛书



# 精通 **GUI** 图形界面编程

施晓红 周 佳 编著

北京大学出版社  
<http://cbs.pku.edu.cn>

# 精通 GUI 图形界面编程

施晓红 周 佳 编著

北京大学出版社

北 京

## 内 容 提 要

本书主要介绍 MATLAB 的图形绘制和用户图形界面实现技术。全书主要由三个部分组成：MATLAB 语言介绍、MATLAB 二维和三维图形绘制方法以及 GUI 的开发与应用。书中通过大量的实例深入浅出地介绍了 MATLAB 二维、三维曲线和曲面图形的绘制方法以及图形用户界面的设计和编程，可以帮助 MATLAB 设计人员完成各种特征数据的可视化并建立良好的图形界面与用户进行交互，使 MATLAB 强大的计算和设计功能得以充分体现。

本书适用于 MATLAB 的使用开发人员、大中院校师生以及广大的业余爱好者阅读，可作为相关专业的教材或参考资料。

### 图书在版编目(CIP)数据

精通 GUI 图形界面编程/施晓红，周佳编著. —北京：北京大学出版社，2003.1

ISBN 7-301-06102-1

I. 精… II. ①施… ②周… III. 计算机辅助计算—软件包，MATLAB—程序设计  
IV. TP391.75

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 107185 号

书 名：精通 GUI 图形界面编程

著作责任者：施晓红 周 佳

责任编辑：黄庆生

标准书号：ISBN 7-301-06102-1/TP·0702

出 版 者：北京大学出版社

地 址：北京市海淀区中关村北京大学校内 100871

电 话：编辑部 62765013 发行部 62750672 出版部 62754962

网 址：<http://cbs.pku.edu.cn>

电子信箱：[xxjs@pup.pku.edu.cn](mailto:xxjs@pup.pku.edu.cn)

印 刷 者：河北省滦县滦兴书刊印刷厂

发 行 者：北京大学出版社

经 销 者：新华书店

787 毫米×1092 毫米 16 开本 16.5 印张 416 千字

2003 年 1 月第 1 版 2003 年 1 月第 1 次印刷

定 价：24.00 元

# 前 言

**MATLAB** 是一种高效的工程计算语言，它在数值计算、数据处理、自动控制、图像处理、神经网络、小波分析、金融分析等方面有着广泛的应用。**MATLAB** 系统不但提供大量涉及各个工程领域的工具箱来简化科学计算、工程设计和分析等工作，而且提供具有自身特点的编程语言，可以轻松地实现大量数据的分析、处理及显示任务。

一般而言，用户总希望将数据或设计结果用图形来表示，以使数据的特征或性能能够直观地体现出来。对于一般的高级语言程序来说，绘制图形，尤其是根据计算结果所得的不规则图形是一项较为复杂的工作，用户只有在对该语言有了较为深入的了解后才能迅速准确地绘制所需的图形，而 **MATLAB** 面向对象的图形技术使用户可以轻松实现自身数据或处理后数据的绘制任务。

使用 **MATLAB** 提供的大量图形设计技术，用户无需了解图形实现的细节内容，有时甚至只需一条简单的指令就可以绘制非常复杂的图形。另外，用户还可以根据需求来规划 **MATLAB** 的图形外观，使得绘图结果完全符合用户的需求。

从当前的软件趋势来看，友好的图形界面已经成为应用程序的基本交互入口，为此，**MATLAB** 提供了对用户图形界面（GUI）的支持，使 **MATLAB** 开发的程序可以为更多的用户所接受。

本书主要介绍 **MATLAB** 图形系统的开发与应用，其内容可以分为三个大部分：**MATLAB** 语言介绍、**MATLAB** 二维和三维图形绘制方法以及 GUI 的开发与应用。读者可以通过本书十二个学时的学习掌握全书的内容，具体安排如下：

第一章（第一学时）是本书的基础，主要向读者介绍 **MATLAB** 系统的基础知识以及 **MATLAB** 语言的基本程序设计方法；

第二章（第二学时）将在第一学时的基础上使读者了解 **MATLAB** 语言的一些高级编程方法；

第三章（第三学时）介绍了 **MATLAB** 绘图的基本方法和过程；

第四章（第四学时）介绍了 **MATLAB** 二维基本和特殊图形的绘制方法；

第五章（第五学时）介绍 **MATLAB** 三维基本曲线、曲面图形和特殊图形的绘制方法，在此基础上读者可以在第六学时中学习 **MATLAB** 三维图形的可视化技术，包括镜头、灯光和透明度等；

第七章（第七学时）介绍 **MATLAB** 图形对象和句柄的概念以及使用方法；

第八章（第八学时）介绍 **MATLAB** 用户图形界面（GUI）的概念和基本创建过程，以及 GUI 开发工具 **GUIDE** 的使用方法和基本的 GUI 界面设计方法；

第九章（第九学时）介绍 GUI 的深入编程方法，包括理解文件和回调函数编程等；

第十章（第十学时）给出了四个典型的 GUI 创建和实现过程，包括完整的 M 文件代码；

第十一章（第十一学时）给出了 **MATLAB** 系统辨识工具箱 GUI 的具体使用方法；

第十二章（第十二学时）介绍了 **MATLAB C/C++** 图形库的编译链接方法。

本书由国防科大王德军策划，张一鸣、王鹏主编，施晓红、周佳编著，参予编写的还有

徐飞、肖峰、沈辉、陆昌辉等。

由于作者水平有限，错误或疏漏之处难免，敬请读者不吝赐教。E-mail:daisyjia@163.net。

作者

2002年5月

# 目 录

第1章 MATLAB 语言入门.....	1
1.1 MATLAB 系统简介.....	1
1.2 MATLAB 6.0 开发环境概述.....	2
1.2.1 MATLAB 6.0 桌面概述.....	2
1.2.2 MATLAB 6.0 图形工具界面.....	2
1.2.3 开发环境其他特征.....	4
1.3 MATLAB 矩阵基本操作.....	5
1.3.1 矩阵.....	5
1.3.2 表达式.....	6
1.3.3 深入矩阵和数组操作.....	6
1.3.4 命令窗口输入输出控制.....	7
1.4 实例讲解.....	8
1.5 小结.....	10
第2章 MATLAB 程序设计精要.....	12
2.1 MATLAB 流程控制.....	12
2.1.1 MATLAB 编程简介.....	12
2.2 深入 MATLAB 编程.....	15
2.2.1 MATLAB 其他数据类型.....	15
2.2.2 脚本与函数.....	16
2.2.3 矢量化方法.....	18
2.2.4 预分配方法.....	18
2.2.5 函数句柄.....	19
2.2.6 功能函数.....	19
2.3 MATLAB 与其他应用程序接口.....	19
2.3.1 API 概述.....	19
2.3.2 MEX 文件的使用方法.....	20
2.3.3 MAT 文件的使用方法.....	22
2.3.4 MATLAB 引擎的使用.....	22
2.4 实例讲解.....	24
2.5 小结.....	27
第3章 MATLAB 图形初步.....	28
3.1 MATLAB 基本图形及编辑方法.....	28
3.1.1 MATLAB 图形系统组成.....	28

3.1.2 绘图基本过程 .....	29
3.1.3 常用图形函数 .....	30
3.1.4 图形编辑方法 .....	31
3.2 图形句柄及图形用户界面概述 .....	32
3.2.1 图形对象 .....	32
3.2.2 图形对象属性 .....	33
3.2.3 图形用户界面 .....	35
3.2.4 创建 GUI 过程 .....	36
3.3 动画 .....	37
3.3.1 MATLAB 动画图形方法介绍 .....	37
3.3.2 擦除模式方法 .....	37
3.3.3 电影放映模式 .....	39
3.4 实例讲解 .....	40
3.5 小结 .....	43
<b>第 4 章 MATLAB 二维图形</b> .....	<b>44</b>
4.1 基本二维图形 .....	44
4.1.1 二维图形创建 .....	44
4.1.2 图形的叠加 .....	48
4.1.3 线型特征设置 .....	49
4.1.4 设置坐标轴属性 .....	53
4.1.5 图形窗口设置 .....	55
4.1.6 其他图形格式 .....	57
4.2 图像的显示和处理 .....	60
4.2.1 MATLAB 图像简介 .....	60
4.2.2 图形图像的读写和查询 .....	65
4.2.3 图像显示 .....	66
4.2.4 图像对象及其属性 .....	67
4.3 特殊二维图形 .....	70
4.3.1 MATLAB 特殊图形介绍 .....	70
4.3.2 直方图 .....	70
4.3.3 面积图 .....	74
4.3.4 饼状图表 .....	75
4.3.5 柱状图 .....	77
4.3.6 枝干图和阶梯图 .....	79
4.3.7 阶梯图 .....	81
4.3.8 方向和速率图形 .....	82
4.3.9 等高线图 .....	85
4.3.10 交互式绘图 .....	88
4.4 实例讲解 .....	89
4.5 小结 .....	91

第 5 章 MATLAB 三维图形 .....	92
5.1 三维曲线图形 .....	92
5.1.1 三维曲线基本绘图命令 .....	92
5.1.2 三维图形的坐标轴标签和图形标题 .....	93
5.2 三维曲面图形 .....	93
5.2.1 三维曲面图形介绍 .....	93
5.2.2 网格和曲面图形 .....	94
5.2.3 曲面特征设置 .....	96
5.2.4 曲面着色方法 .....	97
5.2.5 调色板 .....	98
5.2.6 真彩图形 .....	101
5.2.7 纹理映射 .....	102
5.3 特殊三维图形 .....	103
5.3.1 三维直方图 .....	103
5.3.2 三维枝干图 .....	104
5.3.3 三维箭头图形 .....	106
5.3.4 三维等值线图形 .....	107
5.4 实例讲解 .....	109
5.5 小结 .....	110
第 6 章 MATLAB 三维可视化技术 .....	111
6.1 创建三维模型 .....	111
6.1.1 基本术语 .....	111
6.1.2 创建三维场景基本步骤 .....	111
6.1.3 使用面片创建三维模型 .....	112
6.2 定义三维视图 .....	118
6.2.1 视图概念 .....	118
6.2.2 设置视点 .....	118
6.2.3 设置外观比例 .....	126
6.3 三维对象的灯光渲染及透明处理 .....	130
6.3.1 基本概念 .....	130
6.3.2 灯光对象及其属性 .....	131
6.3.3 物体透明化 .....	135
6.3.4 设置透明度数值 .....	135
6.3.5 透明度数据映射 .....	137
6.4 实例讲解 .....	138
6.5 小结 .....	140
第 7 章 图形对象句柄 .....	141
7.1 图形对象及对象属性 .....	141
7.1.1 图形对象概述 .....	141



7.1.2 图形对象种类 .....	142
7.1.3 图形对象属性概念 .....	144
7.2 图形对象操作方法 .....	144
7.2.1 创建图形对象 .....	144
7.2.2 图形对象属性设置 .....	146
7.2.3 属性值查询 .....	147
7.2.4 设置用户属性缺省值 .....	149
7.3 句柄使用方法 .....	152
7.3.1 访问对象句柄 .....	152
7.3.2 使用句柄操作图形对象 .....	154
7.3.3 控制图形输出 .....	155
7.3.4 在 M 文件中保存句柄 .....	160
7.4 实例讲解 .....	161
7.5 小结 .....	163
<b>第 8 章 在 MATLAB 中创建图形用户接口 .....</b>	<b>164</b>
8.1 图形用户界面概述 .....	164
8.1.1 GUI 开发方法简介 .....	164
8.1.2 GUIDE 支持的组件类型 .....	165
8.2 GUIDE 及其组成部分 .....	166
8.2.1 GUI 设计——界面设计编辑器 .....	167
8.2.2 设置组件属性: 属性检查器 .....	170
8.2.3 观察对象继承表: 对象浏览器 .....	170
8.2.4 创建菜单: 菜单编辑器 .....	170
8.3 使用 GUIDE 创建 GUI .....	172
8.3.1 GUI 组态 .....	172
8.3.2 GUI 界面设计 .....	176
8.3.3 使用 GUIDE 6 编辑 GUI 5 .....	178
8.4 实例讲解 .....	179
8.5 小结 .....	180
<b>第 9 章 深入 GUI 编程 .....</b>	<b>181</b>
9.1 M 文件以及 GUI 数据管理 .....	181
9.1.1 应用程序 M 文件理解 .....	181
9.1.2 GUI 数据管理 .....	184
9.2 回调函数的使用方法 .....	186
9.2.1 回调函数类型 .....	186
9.2.2 回调函数执行中断 .....	190
9.3 GUI 图形窗口控制 .....	191
9.3.1 GUI 图形窗口行为控制 .....	191
9.3.2 设计平台兼容性 .....	192

9.4 实例讲解 .....	193
9.5 小结 .....	201
<b>第 10 章 GUI 应用实例 .....</b>	<b>202</b>
10.1 实例一：关闭询问对话框 .....	202
10.1.1 GUI 组态 .....	202
10.1.2 Close 按钮回调函数 .....	203
10.1.3 关闭询问对话框应用程序 M 文件 .....	204
10.1.4 使用关闭询问函数保护 GUI .....	206
10.1.5 M 文件代码 .....	207
10.2 实例二：路径列表框阅读器 .....	209
10.2.1 指定列表框目录 .....	209
10.2.2 装载列表框 .....	210
10.2.3 列表框回调函数 .....	211
10.2.4 应用程序 M 文件全部代码 .....	212
10.3 实例三：设置 SIMULINK 模型参数 .....	214
10.3.1 GUI 说明 .....	214
10.3.2 发布 GUI .....	215
10.3.3 打开 simulink 模块流程 .....	215
10.3.4 滚动条和编辑框编程 .....	216
10.3.5 在 GUI 中运行仿真程序 .....	217
10.3.6 在列表框中删除结果 .....	218
10.3.7 绘制结果数据 .....	219
10.3.8 GUI 帮助按钮 .....	220
10.3.9 关闭 GUI .....	220
10.3.10 列表框回调函数 .....	221
10.3.11 应用程序 M 文件全部代码 .....	221
10.4 实例四：从列表框访问工作平台变量 .....	224
10.4.1 读取工作平台变量 .....	225
10.4.2 读取列表框的被选项 .....	225
10.4.3 绘图按钮的回调函数 .....	226
10.4.4 应用程序 M 文件全部代码 .....	226
10.5 小结 .....	227
<b>第 11 章 工具箱 GUI 的使用 .....</b>	<b>228</b>
11.1 系统辨识工具箱 GUI .....	228
11.2 数据管理 .....	230
11.2.1 数据描述 .....	230
11.2.2 输入输出数据插入 GUI .....	231
11.2.3 观察数据 .....	232
11.2.4 数据预处理 .....	232

11.2.5	数据控制步骤.....	233
11.2.6	数据仿真.....	233
11.3	模型估计与检查.....	234
11.3.1	模型估计基础.....	234
11.3.2	直接估计方法.....	234
11.3.3	参数模型估计.....	235
11.3.4	模型结构.....	236
11.3.5	检查模型.....	239
11.3.6	在 MATLAB 工作平台中的进一步分析.....	241
11.4	实例讲解.....	241
11.5	小结.....	244
<b>第 12 章</b>	<b>C/C++ 图形库使用方法.....</b>	<b>245</b>
12.1	C/C++ 图形库介绍.....	245
12.1.1	MATLAB C/C++ 图形库组件.....	245
12.1.2	MATLAB C/C++ 系统需求.....	246
12.1.3	MATLAB C/C++ 图形库组态.....	246
12.2	创建单机 MATLAB C/C++ 应用程序.....	248
12.2.1	概述.....	248
12.2.2	创建单机图形应用程序方法.....	248
12.2.3	改变运行时的行为和外观.....	250
12.2.4	发布单机图形程序.....	250
12.3	疑难解答.....	251
12.3.1	MATLAB 不支持的特征.....	251
12.3.2	编译脚本应用程序产生的错误.....	251
12.3.3	处理回调函数问题: 函数丢失.....	252
12.3.4	应用程序中无 File 菜单问题.....	253
12.3.5	依赖于 start-up 文件设置的图形产生的问题.....	253
12.3.6	执行图形程序时的问题.....	253
12.4	实例讲解.....	253
12.5	小结.....	254

# 第 1 章 MATLAB 语言入门

MATLAB 语言通常被称为是一种“演草纸式的科学计算语言”，由于它的计算是基于矢量描述的，因而在工程领域中有着广泛的应用。本章作为本书的语言基础，将主要介绍 MATLAB 的一些基础、常用的知识，包括 MATLAB 的简单介绍、MATLAB 6.0 软件的开发环境及其用户界面、MATLAB 矩阵和数组的基本运算方法等。

## 1.1 MATLAB 系统简介

MATLAB (matrix laboratory) 本意为矩阵实验室，最初是单纯开发用于矩阵计算的，但经过这些年的迅速发展，MATLAB 已经成为一种高效的工程计算语言，在数值计算、数据处理、自动控制、图像处理、神经网络、小波分析等方面应用广泛。典型的 MATLAB 应用包括：

- 数值计算
- 计算算法
- 建模、仿真和原型
- 数据分析、检测和可视化
- 科学和工程图形
- 应用程序扩展，包括创建图形用户接口

MATLAB 采用一些常用的数学符号来表示问题及其解决方案，将计算、可视化和编程等功能集成于一个简单易用的开发环境中。MATLAB 是一种基于无限维数组数据类型的内部交互系统，既能够进行矩阵和向量计算，也能够采用特定的方法在标量语言（例如 C 和 Fortran）中编写程序。MATLAB 为用户工作平台的管理和输入输出数据提供了便利的方法，同时还提供 MATLAB 应用程序——M 文件（该文件的扩展名为 m）的扩展和管理工具。MATLAB 还采用一组被称为工具箱的特殊应用解答集，工具箱本身也是可理解的 M 文件集。工具箱的使用使得 MATLAB 能够解决许多特殊类别的问题，例如信号处理、自动控制、神经网络、模糊逻辑、小波变换、系统仿真等等。对大多数 MATLAB 用户而言，工具箱是非常重要的，它使得用户可以学习并使用一些特殊的技术。

MATLAB 系统包括五个主要部分：

- 开发环境。开发环境是帮助用户使用 MATLAB 函数和文件的工具的集合，这些工具中许多都是图形用户接口。开发环境包括 MATLAB 桌面及其命令窗口、命令纪录、帮助浏览器、工作平台、文件和搜索路径。MATLAB 6.0 与以前的版本相比，其工作环境更符合 Windows 的风格，采用多文档分割界面，使得 MATLAB 的编程更加轻松简单。

- **MATLAB 数学函数库。**该库收集了大量的从基本函数（例如求和、三角运算、复杂算术等）到复杂函数（例如矩阵求逆、求矩阵特征值、贝赛尔函数和快速福利叶变换等）的计算算法。
- **MATLAB 语言。**MATLAB 语言是一种包括流程控制语句、函数、数据结构、输入输出和面向对象编程方式的高级矩阵/数组语言，能够通过与其他 MATLAB 系统组成部分间的交互来完成非常复杂的计算任务。
- **图形句柄。**图形句柄即 MATLAB 的图形系统，该系统既包括二维和三维数据可视化、图像处理、动画和图形描述等高级命令，又包括允许用户完全自定义图形并在 MATLAB 应用程序中建立完全图形用户界面的低级命令。
- **MATLAB 应用程序接口 (Application Program Interface API)。**API 是允许用户编写 C 或 Fortran 与 MATLAB 接口程序的系统库，该库中包含一些调用工具，其他应用程序能够使用这些工具以动态链接、作为计算引擎、读写 MAT 文件三种形式调用 MATLAB 程序。

由于 MATLAB 具有使用简便、功能强大的优点，目前应用十分广泛，各个大学都将其作为数学、工程和科学专业学科的标准指导工具和高级课程来介绍；而在工业领域中，MATLAB 也是高生产力研究、发展和分析的有力工具。

## 1.2 MATLAB 6.0 开发环境概述

### 1.2.1 MATLAB 6.0 桌面概述

安装完成并启动 MATLAB 6.0 后，将看到如图 1-1 所示的 MATLAB 桌面（发布面板由于安装选项的不同可能略有不同），该桌面包括图形用户界面形式文件管理工具、变量和 MATLAB 有关应用程序。通过对工具界面进行打开、关闭、移动、改变大小等操作可以任意改变该桌面的外观。用户还可以将工具界面移出或拖回桌面。所有的工具界面都具备相同的外观特征，例如文本菜单和快捷键。如果希望改变工具界面的特征，可以通过选择 File 菜单的 Preferences 来实现。例如，可以通过该菜单来改变命令窗口的字体。

### 1.2.2 MATLAB 6.0 图形工具界面

从图 1-1 中可以看出，MATLAB 6.0 包含 6 种工具界面：

- 命令窗口 (Command Windows)
- 发布平台 (Launch Pad)
- 帮助浏览器 (Help explorer)
- 当前目录浏览器 (Current Directory)
- 工作平台浏览器 (workspace)
- 编辑/调试器 (Edit/Debug)

下面将向读者一一介绍。

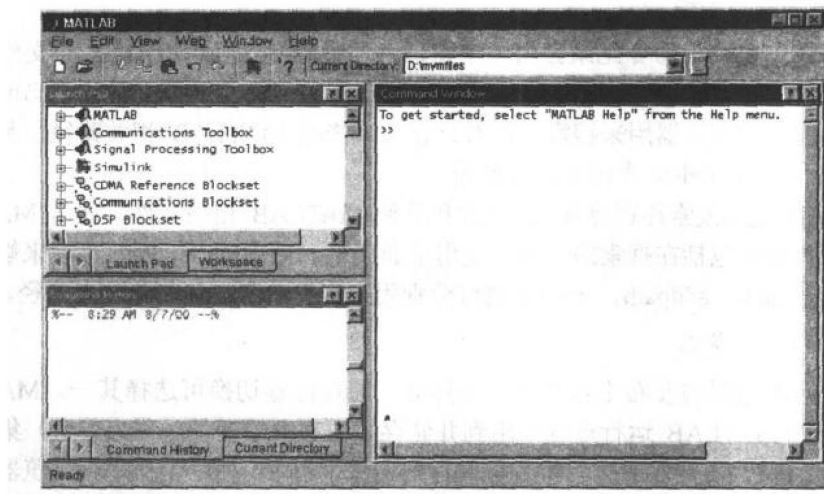


图 1-1 MATLAB 6.0 开发环境界面

### 1. 命令窗口

使用窗口来输入变量和运行函数及 M 文件。如果需要，用户还可以定义该窗口的输入输出特性，这一点将在以后的内容中予以介绍。

用户在命令窗口键入的命令行都记录在命令纪录 (Command History) 窗口中。在命令纪录窗口中，可以看到以前用到的函数，还可以通过拷贝来执行所选的命令。如果需要将 MATLAB 运行期间的输入输出保存到一个文件中，可以使用函数 `diary`。

在 MATLAB 命令窗口中还可以运行外部程序。感叹号 “!” 作为脱离 MATLAB 外壳的提示符表示以下的输入命令均为操作系统命令，这对于那些不希望退出 MATLAB 程序而运行其他程序的用户是非常有用的。当用户退出外部执行程序后，操作系统自动将控制权交还给 MATLAB。

### 2. 发布平台

MATLAB 的发布平台为用户提供对工具箱、演示程序和文档的轻松访问，双击“工具箱”、“演示程序”和“帮助”等对相应的图标就可获得用户所需的操作。

### 3. 帮助浏览器

使用帮助浏览器可以搜索或查看用户所有 Mathworks 产品文档。帮助浏览器是一个集成在 MATLAB 桌面中的网络浏览器，显示 HTML 文档。点击图 1-1 中标注的问号图标或在命令窗口中键入 `helpbrowser` 命令即可进入帮助浏览器界面。

帮助浏览器包括两个窗体，一个是用于查询信息的帮助漫游器，另一个是浏览信息的显示窗体。帮助漫游器包括可通过标签切换的目录、索引、搜索、收藏夹四部分，同时提供产品过滤器以限定产品范围。显示面板则提供页面浏览、添加收藏夹、打印、和查找等功能。

另外，MATLAB 还提供一种在线帮助。如果在命令窗口键入 `help` 命令名或函数命令，窗口就将该命令或函数的功能介绍以及参数显示出来。本书中未作解释的函数建议读者用这种帮助方式获得详细信息。

#### 4. 当前目录浏览器

当前目录浏览器与命令纪录公用一个窗口，通过标签切换。MATLAB 文件的操作使用当前目录并使用搜索路径作为参考点，用户希望运行的任何文件都必须位于当前路径或搜索路径内。当前目录浏览器用来搜索、查看、打开或修改 MATLAB 相关路径。另外，也可以通过函数 `dir`、`cd` 和 `delete` 来进行路径操作。

MATLAB 使用搜索路径寻找 M 文件和其他 MATLAB 相关文件，通常 MATLAB 提供的文件和工具箱都包括在搜索路径内。使用桌面菜单 File 中的 Set Path 选项来修改或添加搜索路径，函数 `path`，`addpath`，`rmpath` 也可分别用来查看、添加和删除搜索路径。

#### 5. 工作平台浏览器

工作平台浏览器与发布平台共享一个界面，通过标签切换可选择其一。MATLAB 工作平台包括一些 MATLAB 运行过程中用到并储存于内存中的变量（称为数组）集合。用户通过使用函数、运行 M 文件或装载将变量保存到工作平台中。使用工作平台浏览器或函数 `who` 和 `whos` 来查看工作平台中的变量信息。使用菜单命令或 `clear` 函数来删除平台中的变量。MATLAB 运行结束后工作平台不被保持，如果希望在以后的 MATLAB 运行过程中使用该平台，可以使用菜单命令或函数 `save` 将平台保存为一个 MAT 文件，文件扩展名为 `.mat`。读取 MAT 文件可以使用菜单或函数 `load`。

在工作平台浏览器中右击一个变量可以看到行编辑器，使用该编辑器可对工作平台的一维或二维常数数组、字符串或字符串数组元素进行编辑和查看。

#### 6. 编辑/调试器

使用编辑/调试器创建和调试用户编写的旨在运行 MATLAB 函数的 M 文件。编辑/调试器提供基本文本编辑和 M 文件调试的图形用户界面。用户也可以使用其他文本器来创建 M 文件，并允许使用桌面 File 菜单中的 Preferences 将该编辑器设为默认的编辑器。如果用户使用其他文本编辑器，仍然可以使用 MATLAB 编辑/调试器对 M 文件进行调试。另外还可以使用调试函数进行调试，例如使用 `dbstop` 设置断点。如果用户只是希望查看一个 M 文件，可以在命令窗口中键入 `type` 函数实现。

### 1.2.3 开发环境其他特征

MATLAB 6.0 还具有以下特征：

- 数据导入导出——将其他应用程序创建的数据导入 MATLAB 工作平台的技术。这包括导入向导和 MATLAB 工作平台变量打包以供其他应用程序使用。
- 提高 M 文件执行效率——提供一个看起来是 M 文件运行时间测量工具，使用它可以使用户提高执行速度。
- 源控制程序接口——在 MATLAB、Simulink 和 Stateflow 中访问用户的源控制系统。
- 使用笔记本——在一个字处理器环境中（Word）访问 MATLAB 的数字计算和可视化软件。

## 1.3 MATLAB 矩阵基本操作

### 1.3.1 矩阵

在 MATLAB 中，矩阵是一个数值数组，下标从 1 开始。单个数值可以认为是一个  $1 \times 1$  的矩阵向量，也可以认为是一个标量。MATLAB 采用不同的存储方式来存储数值和非数值数据。一般的程序语言一次仅处理一个数值，但 MATLAB 将矩阵操作设计得非常自然，允许用户对整个矩阵进行迅速简便的操作。

将矩阵输入 MATLAB 可以采用以下几种方法：

- 输入矩阵元素准确列表
- 从外部数据文件中装入数据列表
- 使用 MATLAB 函数产生矩阵
- 在 M 文件中采用用户自定义的函数生成矩阵

在命令窗口中执行第一种矩阵输入方式要遵循以下原则：整个矩阵以方括号开始和结束，同行元素间使用逗号或空格分开，一行元素以分号结束。用户输入的矩阵将自动保存到 MATLAB 工作平台中，用户可以使用矩阵名在工作平台中访问该矩阵。

第二种方法是使用 load 命令读取二进制或文本矩阵数据文件，该文件每行包括矩阵的一行元素，每行元素间以空格分开。假设文件名为 matrix.dat，命令 load matrix.dat 将创建一个名为 matrix 的矩阵。使用导入向导读取文本或二进制文件更为简单。

MATLAB 提供四个产生基本矩阵的函数：

zeros: 全零矩阵

ones: 全 1 矩阵

rand: 均一分布随机矩阵

randn: 一般随机矩阵，可以用这四个函数创建矩阵。

使用 MATLAB 编辑器或其他文本编辑器创建 M 文件，用户可以在该文件中定义矩阵，定义原则与第一种方法相同。M 文件成功保存后可以作为函数使用，运行该函数即可得到文件中定义的矩阵。

如果希望提取矩阵 A 第 i 行 j 列的元素，可以使用语句 A(i,j)，i、j 可以大于矩阵的维数，这相当于给矩阵添加行或列。如果希望访问多个数据，还可以冒号操作符 “:” 来完成。冒号操作符是 MATLAB 最为重要的操作符之一，其表达式如下：

a:±b:c

上式表示从 a 到 c，按步长 b 变化的一个行向量，如果 b 为正，则须 a 小于 c，行向量数值递增，否则 a 大于 c，行向量数值递减。b 可缺省，缺省值为 1。这样，如果要访问矩阵 A 从 1 到 k 行的第 j 个元素值，可用表达式 A(1:k,j)；如果要删除某列元素，则只需执行语句：

A(:,j)= []

另外，MATLAB 还提供矩阵合并功能。假设 A 是  $4 \times 4$  矩阵，语句：

B = [A A+32;A+48 A+16]



则生成一个  $8 \times 8$  矩阵 B。

### 1.3.2 表达式

一个表达式通常由以下几个部分构成：

- 变量
- 常数
- 运算符
- 函数

前面提到过，MATLAB 是一种基于不限维数组的语言，由于语言的机制不同，因而 MATLAB 的表达式与其他编程语言的表达式也有所不同。

MATLAB 语言不需要任何数据类型声明或维数描述，当 MATLAB 遇到一个以字符串表示的新变量名时，系统自动创建该变量并给该变量分配相应的存储空间。如果该变量已经存在，MATLAB 将根据需要修改它的内容，如果有必要也会重新分配存储空间。变量名由一个字母开头，后面可以跟字母、数字或下划线，MATLAB 将使用前 31 个字符作为变量名。MATLAB 区分大小写，a 和 A 并非同一个变量。

MATLAB 采用十进制数，常数的虚部用 i 或 j 来表示，所有的数值都使用双精度浮点数标准格式存储，取值范围从  $10^{308}$  到  $10^{-308}$ 。

MATLAB 采用的算术运算符和优先级与其他应用程序基本一致，只是增加了一些专门用于矩阵处理的运算符，有关这些运算符将在以后的内容中予以介绍。

MATLAB 提供大量的标准基本数学函数，例如：绝对值求取函数 abs，开方函数 sqrt，指数函数 exp，正弦函数 sin 等。如果对一个负数进行开方或求对数，函数自动输出近似的负数结果。MATLAB 还提供许多高级数学函数，例如贝赛尔函数等，大多数函数接受复型参数。有一部分函数，例如 sqrt 和 sin 函数，是 MATLAB 内置函数，这些函数是 MATLAB 内核的一部分，因而非常有效，但是函数的计算过程是不可知的。另外一些函数，例如 sinh，则是以 M 文件形式给出的，本身也是一个 MATLAB 应用程序，因而用户可以访问并修改函数的代码。有一些函数能够产生一些非常有用的常数，例如：

- pi： $\pi$ ，3.14159265……
- inf：无穷大
- NaN：非常数

### 1.3.3 深入矩阵和数组操作

根据前面的介绍可以知道，MATLAB 非常擅长于矩阵和数组的操作，这可以集中体现在以下三个内容中。

#### 1. 线性代数

准确说来，矩阵就是一个代表某种线性变换的二维数组，而 MATLAB 又是以数组为基本单位的语言，因而 MATLAB 非常擅长于线性代数这门专门研究矩阵数学计算的学科。

MATLAB 除了可以对整个矩阵进行简单的线性运算，例如加减乘除，还可以进行一些特殊的代数运算，例如矩阵特征值、特征向量的求取。