

# 第 1 章 MATLAB 语言简介

MATLAB 是由美国 MathWorks 公司发布的主要面对科学计算、可视化以及交互式程序设计的高科技计算环境。它的应用范围非常广，包括工程计算、系统设计、数值分析、信号和图像处理、通信、测试和测量、财务与金融分析以及计算生物学等众多应用领域。附加的工具箱扩展了 MATLAB 环境，以解决这些应用领域内特定类型的问题。

## 1.1 MATLAB 的功能特点

在科学研究和工程应用中，为了克服一般语言对大量的数学运算，尤其当涉及矩阵运算时，编程难、调试麻烦等困难，美国 MathWorks 公司于 1967 年构思并开发了“Matrix Laboratory”（缩写 MATLAB，即矩阵实验室）软件包，经过不断更新和扩充，该公司于 1984 年推出了正式版的 MATLAB 1.0。特别是 1992 年推出了具有划时代意义的 MATLAB 4.0 版，并于 1993 年推出了其微机版，以配合与当时日益流行的 Microsoft Windows 一起使用。到 2016 年为止先后推出了微机版的 MATLAB 4.x~MATLAB 9.x，使之应用范围越来越广。欲查看 MATLAB 版本更新一览表请扫描右边二维码 1。



用 MATLAB 编程运算与人进行科学计算的思路和表达方式完全一致，使用 MATLAB 进行数学运算就像在草稿纸上演算数学题一样方便，因此，在某种意义上说，MATLAB 既像一种万能的、科学的数学运算“演算纸”，又像一种万能的计算器一样方便快捷。MATLAB 大大降低了对使用者的数学基础和计算机语言知识的要求，即使用户不懂 C 或 FORTRAN 这样的程序设计语言，也可使用 MATLAB 轻易的再现 C 或 FORTRAN 语言几乎全部的功能，设计出功能强大、界面优美、稳定可靠的高质量程序来，而且编程效率和计算效率极高。

尽管 MATLAB 开始并不是为信息处理者们编写的，但以它“语言”化的数值计算、强大的矩阵处理及绘图功能、灵活的可扩充性和产业化的开发思路很快就为信息处理界研究人员所瞩目。目前，在图像处理、信号分析、语言处理、电气工程、自动控制、振动理论、优化设计、时序分析、工程计算、运输网络、财务与金融分析、生物医学工程和系统建模等领域，由著名专家与学者以 MATLAB 为基础开发的实用工具箱极大地丰富了 MATLAB 的内容。

MATLAB 包括拥有数百个内部函数的主包和几十种工具箱（或模块集）。工具箱又可以分为功能性工具箱和学科工具箱。功能工具箱用来扩充 MATLAB 的符号计算，可视化建模仿真，文字处理及实时控制等功能。学科工具箱是专业性比较强的工具箱，如信号处理工具箱（Signal Processing Toolbox）、通信系统工具箱（Communications System Toolbox）、控制系统工具箱（Control System Toolbox）、电力系统工具箱（Powersys Toolbox）和动态仿真工具箱（Simulink Toolbox）等。开放性使 MATLAB 广受用户欢迎，除内部函数外，所有 MATLAB 主包文件和各种工具箱都是可读可修改的文件，用户通过对源程序的修改或加入自己编写的程序构造新的专用工具箱。较为常见的 MATLAB 工具箱主要有：

- (1) Aerospace Toolbox——航空航天工具箱；
- (2) Bioinformatics Toolbox——生物信息工具箱；
- (3) Communications System Toolbox——通信系统工具箱；

- (4) Computer Vision System Toolbox——计算机视觉系统工具箱；
- (5) Control System Toolbox——控制系统工具箱；
- (6) Curve Fitting Toolbox——曲线拟合工具箱；
- (7) Data Acquisition Toolbox——数据采集工具箱；
- (8) Database Toolbox——数据库工具箱；
- (9) Datafeed Toolbox——数据传递专线工具箱；
- (10) DSP System Toolbox——DSP 系统工具箱；
- (11) Econometrics Toolbox——经济计量工具箱；
- (12) Filter Design Toolbox——滤波器设计工具箱；
- (13) Financial Instruments Toolbox——金融工具箱；
- (14) Financial Toolbox——财务工具箱；
- (15) Fixed-Point Blockset——定点运算模块集；
- (16) Fuzzy Logic Toolbox——模糊逻辑工具箱；
- (17) Gauges Blockset——仪表模块集；
- (18) Genetic Algorithm and Direct Search Toolbox——遗传算法与直接搜索工具箱；
- (19) Global Optimization Toolbox——全局优化工具箱；
- (20) Higher-Order Spectral Analysis Toolbox——高阶谱分析工具箱；
- (21) Image Acquisition Toolbox——图像采集工具箱；
- (22) Image Processing Toolbox——图像处理工具箱；
- (23) Instrument Control Toolbox——仪器控制工具箱；
- (24) LMI Control Toolbox——线性矩阵不等式工具箱；
- (25) LTE System Toolbox——LTE 系统工具箱；
- (26) Mapping Toolbox——绘图工具箱；
- (27) Model Predictive Control Toolbox——模型预测控制工具箱；
- (28) Model-Based Calibration Toolbox——基于模型的标定工具箱；
- (29) Neural Network Toolbox——神经网络工具箱；
- (30) OPC Toolbox——OPC 开发工具箱；
- (31) Optimization Toolbox——优化工具箱；
- (32) Parallel Computing Toolbox——并行计算工具箱；
- (33) Partial Differential Equation Toolbox——偏微分方程工具箱；
- (34) Phased Array System Toolbox——相控阵系统工具箱；
- (35) Powersys Toolbox——电力系统工具箱；
- (36) Robust Control Toolbox——鲁棒控制工具箱；
- (37) Signal Processing Toolbox——信号处理工具箱；
- (38) Simulink Toolbox——动态仿真工具箱；
- (39) Spline Toolbox——样条工具箱；
- (40) Statistics Toolbox——统计工具箱；
- (41) Symbolic Math Toolbox——符号数学工具箱；
- (42) System Identification Toolbox——系统辨识工具箱；
- (43) Trading Toolbox——贸易工具箱；
- (44) Vehicle Network Toolbox——运输网络工具箱；
- (45) Wavelet Toolbox——小波工具箱；

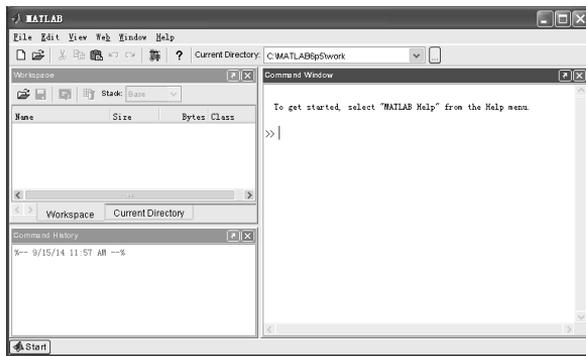
## (46) $\mu$ -Analysis and Synthesis Toolbox—— $\mu$ 分析和综合工具箱。

模型输入与仿真环境 Simulink 更使 MATLAB 为信息处理打开了崭新的局面, 并使得 MATLAB 目前已经成为国际上最流行的信息处理的软件工具。MATLAB 在通信系统、图像处理、信号分析、控制系统、生物医学工程、语言处理、雷达工程、数学计算、金融统计和计算机技术等各行各业中都有极广泛的应用。

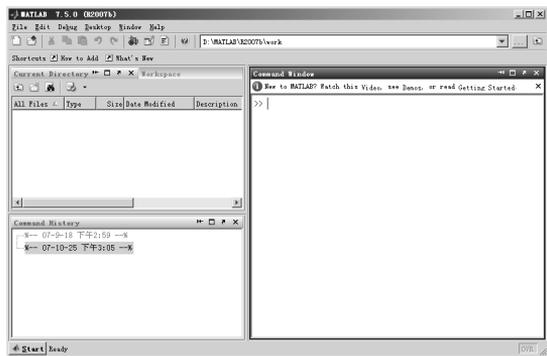
## 1.2 MATLAB 的操作界面

一台计算机上可以同时安装多种 MATLAB 版本, 各种版本之间相互独立运行互不干扰。使用 Windows XP 系统的用户需要安装 MATLAB 6.5 及以上的版本, 否则不能正常使用。MATLAB 7.6(R2008a) 以上的版本基本都兼容 Windows 7 及以上系统。高版本的 MATLAB 同时支持 32 和 64 位操作系统, 安装包 win32 和 win64 两个文件夹分别与之对应。

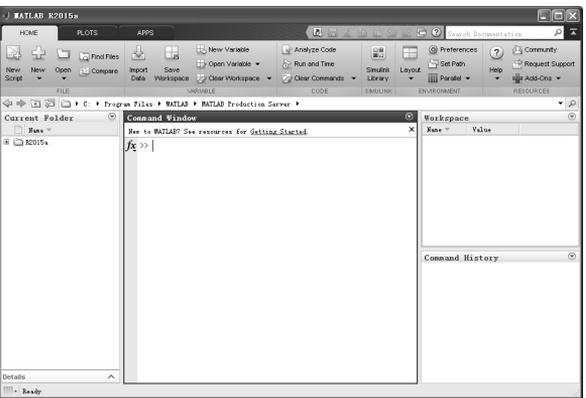
目前几种较为常用的 MATLAB 版本启动后的操作界面如图 1-1 所示。



(a) MATLAB 6.5



(b) MATLAB 7.5(R2007b)



(c) MATLAB 8.5(R2015a)



(d) MATLAB 9.1(R2016b)

图 1-1 MATLAB 操作界面

由图 1-1 可知, MATLAB 各种版本的操作界面略有不同。MATLAB 6.5 以前版本的操作界面通常由工作窗口、功能菜单和工具栏等组成。在 MATLAB 6.5 和 MATLAB 7.x 操作界面的左下角新增加了开始 (Start) 按钮。而在 MATLAB 8.x/9.x 操作界面中, 又新设置了主页 (HOME)、绘图 (PLOTS) 和应用程序 (APPS) 等 3 个页面, 同时取消了左下角的开始按钮并将其主要操作命令合并到应用程序页面中。其中主页中包含一些常用的功能菜单和快捷按钮; 绘图页面中包含所有绘图函数; 应用程序页面包含常用工具箱中的各种交互操作界面命令, 其更加方便、实用和灵活。

## 1.3 MATLAB 的工作窗口

在默认状态下，MATLAB 的工作窗口组成如下。

### ① 命令窗口(Command Window)

MATLAB 的命令窗口位于 MATLAB 操作界面的右方，它是 MATLAB 的主要操作窗口，MATLAB 的大部分操作命令和结果都需要在此窗口中进行操作和显示。

MATLAB 命令窗口中的“>>”标志为 MATLAB 的命令提示符，“|”标志为输入字符提示符。命令窗口中最上面的提示行是显示有关 MATLAB 的信息介绍和帮助等命令的。

### ② 历史命令(Command History)窗口

在默认状态下，该命令窗口出现在 MATLAB 操作界面的左下方。这个窗口记录用户已经操作过的各种命令，用户可以对这些历史信息进行编辑、复制和剪切等操作。

### ③ 当前工作目录(Current Directory)窗口

在默认状态下，该窗口出现在 MATLAB 操作界面的左上方的前台。在这个窗口中，用户可以设置 MATLAB 的当前工作目录，并展示目录中的 M 文件等。同时，用户可以对这些 M 文件进行编辑等操作。

### ④ 工作空间(Workspace)浏览器窗口

在默认状态下，该窗口出现在 MATLAB 操作界面的左上方的后台。在这个窗口中，用户可以查看工作空间中所有变量的类别、名称和大小。用户可以在这个窗口中观察、编辑和提取这些变量。

## 1.4 MATLAB 的文件管理

由于最新版的新增功能大多对于本课程涉及的内容没有太大影响，再加上最新版本安装程序大、启动和运行速度较慢。另外，尽管 MATLAB 新版本的内容和功能有所增加，但其使用方法基本同前。特别指出的是，MATLAB 8.3(R2014a)和 MATLAB 9.0(R2016a)等虽已将主操作界面汉化，并支持中文，便于读者自学，但其大多数子操作界面和子菜单仍为英文，且主要功能的使用方法仍同 MATLAB 7.x。故本书仍以目前流行的经典版本 MATLAB 7.5(R2007b)为基础来进行叙述，但增加了新版本与以前版本有较大变化且涉及本课程内容的部分，使得本书所述内容对使用最新版本的用户仍可完全适用，同时也兼顾了当前仍在较低配置计算机上使用较低版本 MATLAB 6.5 的用户。

### 1. 开始按钮

开始按钮(Start)位于 MATLAB 6.5 和 MATLAB 7.x 操作界面的左下角，单击这个按钮后，会出现 MATLAB 的操作菜单。这个菜单上半部分的选项包含 MATLAB 的各种交互操作命令，下半部分的选项的主要功能是窗口设置、访问 MATLAB 公司的网页和查看帮助文件等。

但在 MATLAB 8.x/9.x 操作界面中，取消了左下角的开始按钮(Start)，并将其主要操作命令合并到应用程序页面中。

### 2. 功能菜单

为了更好地利用 MATLAB，在其操作界面中设置了以下多个功能菜单。

#### ● File 文件操作菜单

New

新建 M 文件、图形、模型和图形用户界面

Open	打开 .m, .fig, .mat, .mdl, .cdr 等文件
Close Command Window	关闭命令窗口
Import Data	从其他文件导入数据
Save Workspace As	保存工作空间数据到相应的路径文件窗口中
Set Path	设置工作路径
Preferences	设置命令窗口的属性
Page Setup	页面设置
Print	设置打印机属性
Print Selection	选择打印
Exit MATLAB	退出 MATLAB 操作界面
● Edit 编辑菜单	
Undo	撤销上一步操作
Redo	重新执行上一步操作
Cut	剪切
Copy	复制
Paste	粘贴
Paste Special	粘贴特定内容
Select All	全部选定
Delete	删除所选对象
Find	查找所需对象
Find Files	查找所需文件
Clear Command Window	清除命令窗口的内容
Clear Command History	清除历史窗口的内容
Clear Workspace	清除工作区的内容
● Debug 调试菜单	
Open M-Files when Debugging	调试时打开 M 文件
Step	单步调试
Step In	单步调试进入子函数
Step Out	单步调试跳出子函数
Continue	连续执行到下一断点
Clear Breakpoints in All Files	清除所有文件中的断点
Stop if Errors/Warnings	出错或报警时停止运行
Exit Debug Mode	退出调试模式
● Desktop 桌面菜单	
Unlock Command Window	命令窗口设为当前全屏活动窗口
Desktop Layout	桌面设计
Save Layout	保存桌面设计
Organize Layouts	组织桌面设计
Command Window	显示命令窗口
Command History	显示历史窗口
Current Directory	显示当前工作目录
Workspace	显示工作空间

Help  
Profiler  
Toolbar  
Shortcuts Toolbar  
Titles

帮助窗口  
轮廓图窗口  
显示/隐藏工具栏  
显示/隐藏快捷工具栏  
显示/隐藏标题

### ● Window 窗口菜单

Close All Documents  
Command Window  
Command History  
Current Directory  
Workspace

关闭所有文档  
选定命令窗口为当前活动窗口  
选定历史窗口为当前活动窗口  
选定当前工作目录为当前活动窗口  
选定工作空间为当前活动窗口

### 3. 工具栏

MATLAB 操作界面工具栏中的按钮 “ ” 分别用来建立 M 文件编辑窗口和打开编辑文件窗口；按钮 “    ” 对应的功能与 Windows 操作系统类似；按钮 “  ” 分别用来快捷启动 Simulink 库浏览窗口、GUIDE 模版窗口和轮廓图窗口；按钮 “ ” 分别用来快捷设置当前目录和返回到当前目录的父目录。

## 1.5 MATLAB 的帮助系统

MATLAB 的各种版本都为用户提供非常详细的帮助系统，可以帮助用户更好地了解 and 运用 MATLAB。因此，不论用户是否使用过 MATLAB，是否熟悉 MATLAB，都应该了解和掌握 MATLAB 的帮助系统。

### 1. 纯文本帮助

在 MATLAB 中，所有执行命令或者函数的 M 源文件都有较为详细的注释。这些注释都是用纯文本的形式来表示的，一般都包括函数的调用格式或者输入参数、输出结果的含义。

在 MATLAB 的命令窗口中，用户利用以下命令可以查阅不同范围的纯文本帮助。

help help	% 查阅如何在 MATLAB 中使用 help 命令，如图 1-2 所示；
help	% 查阅关于 MATLAB 系统中的所有主题的帮助信息；
help 命令或函数名	% 查阅关于该命令或函数的所有帮助信息。

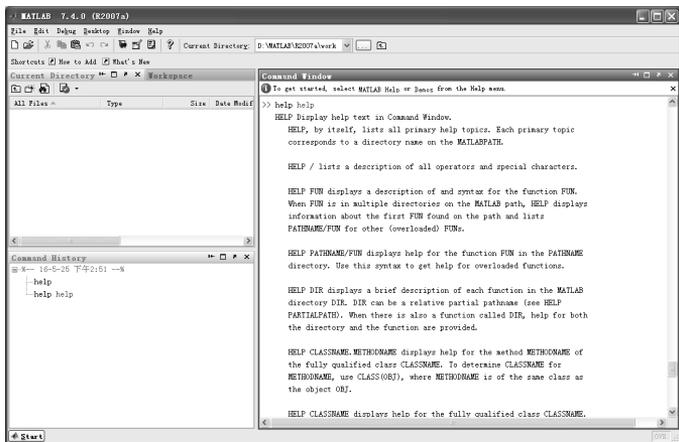


图 1-2 查阅如何在 MATLAB 中使用 help 命令

## 2. 演示 (demo) 帮助

在 MATLAB 中，各个工具包都有设计好的演示程序，这组演示程序在交互界面中运行，操作非常简便。因此，如果用户运行这组演示程序，然后研究演示程序的相关 M 文件，对 MATLAB 用户而言是十分有益的。这种演示功能对提高用户对 MATLAB 的运用能力有着重要的作用。特别对于那些初学者而言，不需要了解复杂的程序就可以直观地查看程序结果，可以加强用户对 MATLAB 的掌握能力。如果用户是第一次使用 MATLAB，则建议首先在命令提示符“>>”后键入 demo 命令，它将启动 MATLAB 演示程序的帮助对话框，如图 1-3 所示，用户可以在这些演示程序中领略到 MATLAB 所提供的强大的运算和绘图功能。

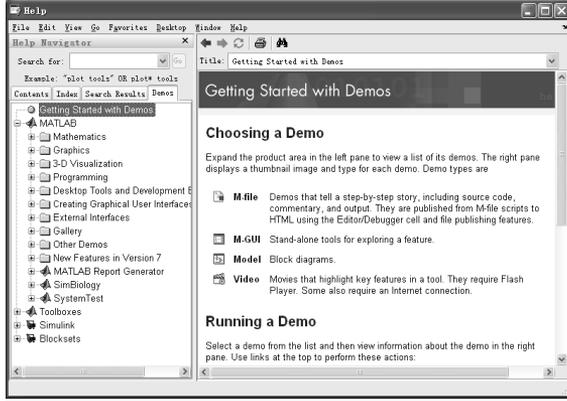


图 1-3 MATLAB 中的 demo 帮助

在图 1-3 帮助窗口的“Demos”选项卡中，用户可以在其左侧选择演示的内容，例如选择 MATLAB 下的“Graphics”选项，在对话框的右侧会出现该项目下的各种类别的演示程序。单击以上“Graphics”选项中的“3-D Surface Plots”栏，MATLAB 对话框中会显示关于“3-D Surface Plots”演示程序的介绍，如图 1-4 所示。

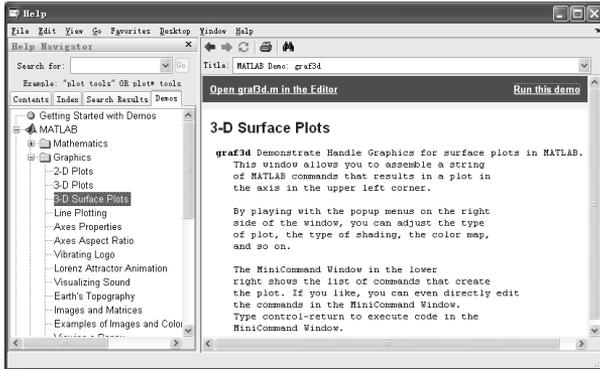


图 1-4 MATLAB 中的 demo 帮助

单击图 1-4 对话框右侧的“Run this demo”选项，MATLAB 会打开“R3-D Plot in Hanh Graphics”窗口，该窗口就是演示 demo 的交互界面。用户可以调整该界面中选项，来改变图形的处理方式，这些程序命令会出现在左下角的“Command Window”窗口中，如图 1-5 所示。

用户除了可以在打开的动态界面中演示 demo 之外，还可以查看该 demo 的程序代码，单击图 1-4 对话框右侧的“Open graf3d.m in the Editor”选项，就会打开该 GUI 界面的 MATLAB 程序代码，如图 1-6 所示。

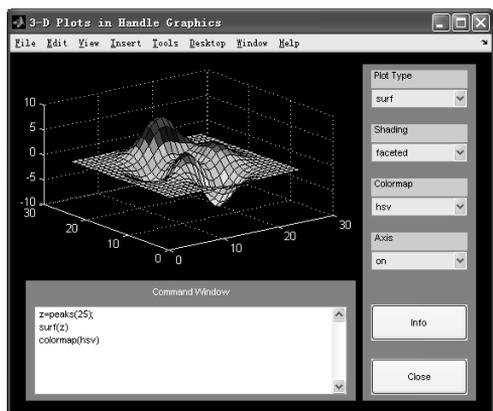


图 1-5 demo 的交互界面

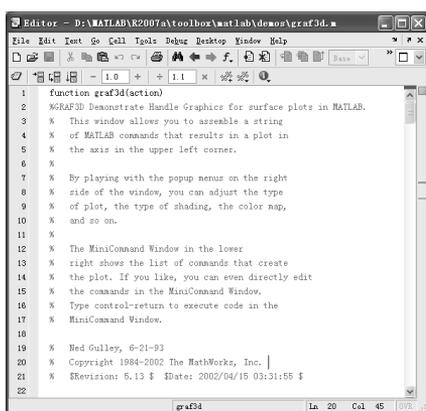


图 1-6 demo 的程序代码

在图 1-3 所示的帮助窗口中，除以上介绍的“Demos”选项卡外，还有“Contents”、“Index”和“Search Results”等选项卡。其中，“Contents”选项卡向用户提供了层次分明、功能规范的全方位系统帮助向导，用户直接使用鼠标单击相应的目录条，就可以在浏览器中显示相应标题的 HTML 帮助文件；在“Index”选项卡中，用户可在“Search for”对话框中输入需要查找的名称，在其下面就会出现与此匹配的词汇列表，同时在浏览器的界面显示相应内容；与“Index”不同，在“Search Results”选项卡中，用户可以利用关键词在全文中找到与关键字相匹配的内容。

另外，为提高读者对 MATLAB 的兴趣，MATLAB 中提供了许多有趣的实例，具体内容可扫描右边二维码 2。



## 小 结

本章主要叙述了当前国际上最为流行的应用软件——MATLAB 的功能特点、操作界面、工作环境和帮助系统等内容。希望通过本章的内容，用户能够对 MATLAB 有一个直观的印象。在后面的章节中，将详细介绍关于 MATLAB 的基础知识和基础操作方法。

由于 MATLAB 的功能十分强大，不可能对 MATLAB 的所有函数一一介绍，本书仅介绍了 MATLAB 的一些常用函数及其使用方法，为了完整及方便读者查阅，现将 MATLAB 下的基本常用函数以附录 A 和附录 B 两种形式给出，关于各个函数的详细使用方法，可以在 MATLAB 的命令窗口中利用以下命令获得该函数的联机帮助。

>>help 函数名 %注意这里的函数名后不加括号。

## 思 考 题

- 1-1 MATLAB 的功能特点是什么？
- 1-2 较为常见的 MATLAB 工具箱主要有哪些？试列举几个。
- 1-3 MATLAB 的操作界面主要有哪几部分？
- 1-4 MATLAB 的工作窗口有几个？主要操作窗口是哪个？
- 1-5 如何使用 MATLAB 的帮助系统？

本章习题答案可扫右边二维码 3。

