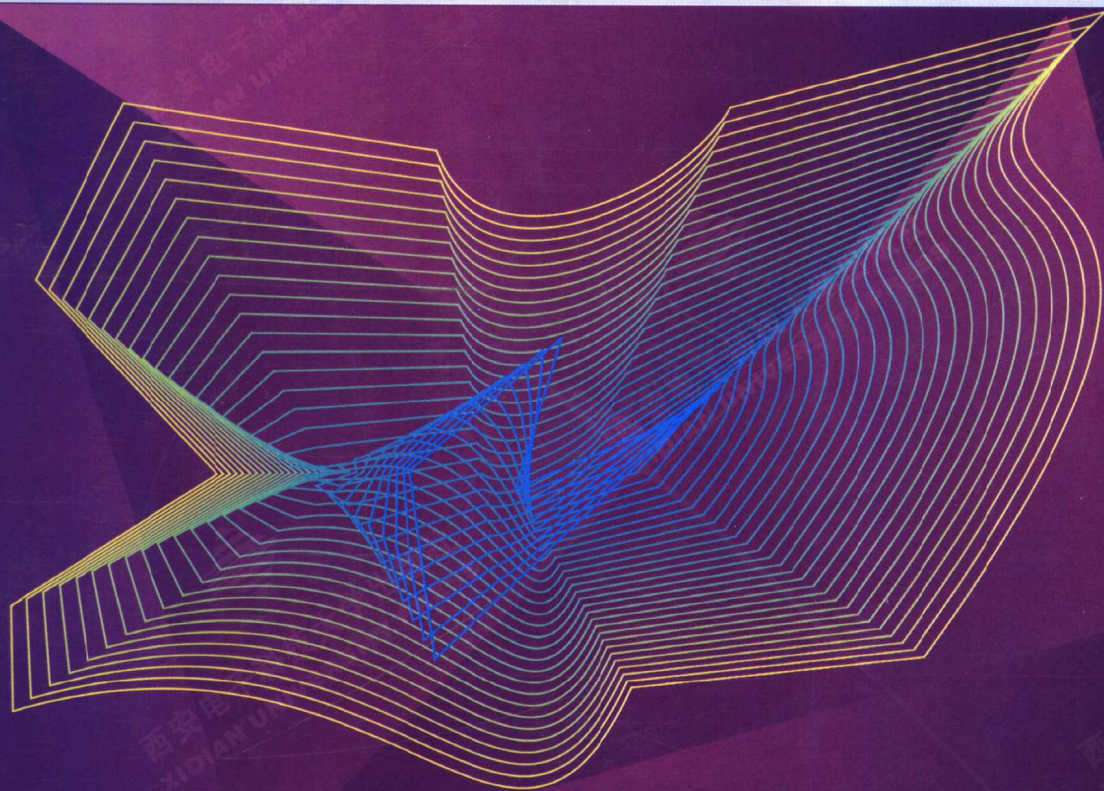


MATLAB

MATLAB

外部接口编程



□ 张威 编

西安电子科技大学出版社
[http:// www.xduph. com](http://www.xduph.com)

MATLAB 外部接口编程

张 威 编

西安电子科技大学出版社

2004

内 容 简 介



本书重点介绍了 MATLAB 外部接口应用以及相应接口函数的使用方法。全书共分七章,其中第 1 章介绍了 MATLAB 的基本使用方法,后面的六章内容分别介绍了 MATLAB 数据在高级语言中的表示方法——mxArray 结构、C 语言 MEX 文件应用、Fortran 语言 MEX 文件应用、MAT 文件应用、MATLAB 计算引擎应用以及 MATLAB 的 Java 接口。同时,在本书的附录中,还简要介绍了在 MATLAB 中加载并应用动态链接库函数的方法。

本书内容丰富、全面、系统,列举了丰富的应用程序实例,并在每章后面附有课后习题,可以作为那些需要使用 MATLAB 软件同其它高级语言进行交互编程的工程人员的参考书,也可以作为计算机编程爱好者学习使用 MATLAB 外部接口编程的入门教材,同时也可以作为 MATLAB 培训课程的教材。

图书在版编目(CIP)数据

MATLAB 外部接口编程/张威编.—西安:西安电子科技大学出版社,2004.2

ISBN 7-5606-1352-7

I. M… II. 张… III. 计算机辅助计算-软件包, MATLAB IV. TP391.75

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 123115 号

策 划 毛红兵

责任编辑 毛红兵 廖敬萍

出版发行 西安电子科技大学出版社(西安市太白南路 2 号)

电 话 (029)88242885 88201467 邮 编 710071

http://www.xduph.com

E-mail: xdupfb@pub.xaonline.com

经 销 新华书店

印刷单位 西安兰翔印刷厂

版 次 2004 年 2 月第 1 版 2004 年 2 月第 1 次印刷

开 本 787 毫米×1092 毫米 1/16 印张 13.5

字 数 316 千字

印 数 1~4000 册

定 价 20.00 元

ISBN 7-5606-1352-7/TP·0718

XDUP 1623001-1

*** 如有印装问题可调换 ***

本社图书封面为激光防伪覆膜,谨防盗版。

前 言

MATLAB 最早成为商品化软件是在 1984 年,由 Mathworks 公司推出了 MATLAB 的第一个版本。到目前为止, MATLAB 的最新版本是 6.5.1,即 MATLAB Release 13 SP1。MATLAB 产品提供了大量、丰富的应用函数,并且具有易扩充的开放性结构。在不断地吸收各行各业专家、学者、工程师的经验之后, MATLAB 已发展成为国际上优秀的工程应用软件之一。目前,该软件包含 40 多个工具箱, 30 多个专业仿真模块库,涵盖了控制系统应用、数字信号处理、数字图像处理、通信、神经网络、小波理论分析、优化与统计、偏微分方程、动态系统实时仿真等多学科专业领域,其应用行业包括航空航天、汽车、通信与 3G、医药卫生、化工工业、生物遗传工程、大学教育、国家政府机关以及金融财经等。在全球, MATLAB 的正式用户已经达到 60 余万,遍布世界上 100 多个国家和地区,自从上个世纪 90 年代 MATLAB 进入中国,该软件在国内已经拥有了众多用户。目前国内很多高校已经在本科教学阶段将 MATLAB 作为一门必修课程,该软件已经成为控制系统、信号处理、通信等领域研究生、本科生必须掌握的工具软件之一。

MATLAB 的外部接口(MATLAB External Interface)是 MATLAB 产品的一个重要功能,通过外部接口的编程,用户可以非常方便地利用 MATLAB 同其它的开发语言或者软件进行交互,充分发挥各自的优势,提高工作的效率。MATLAB 的外部接口应用主要包括:

- 在 MATLAB 中调用已有的 C 或者 Fortran 语言代码;
- 在 C 或者 Fortran 语言应用程序中调用 MATLAB 的算法函数;
- 在 C 或者 Fortran 语言应用程序中读写 MATLAB 的数据文件;
- 通过 Java 语言在 MATLAB 实现高级应用;
- 在 MATLAB 中调用动态链接库文件;
- 通过 COM 标准与其它的软件建立客户端/服务器应用。

本书的组织如下:

第 1 章 对 MATLAB 的应用进行简要的介绍,是学习 MATLAB 外部接口编程的基础。

第 2 章 简要介绍 MATLAB 外部接口编程的应用,详细介绍了 MATLAB 数据在 C 语言中的表示方法。

第 3 章 介绍了创建 C 语言 MEX 函数文件的方法。

第 4 章 介绍了创建 Fortran 语言 MEX 函数文件的方法。

第 5 章 介绍了在高级语言中读写 MAT 数据文件的方法。

第 6 章 介绍了使用 MATLAB 计算引擎开发程序的方法。

第 7 章 介绍了在 MATLAB 中调用 Java 类的方法。

在本书的附录中还介绍了 MATLAB 调用通用动态链接库的方法。除了外部接口应用以外, MATLAB 还提供了应用程序的集成与发布的手段,主要包括 COM 应用等内容,这些内容将在其它的书籍中详细介绍。

在本书的编写过程中，作者收集了国内外大量的最新的权威资料，结合 Mathworks 公司中国独家代理商——北京九州恒润科技有限公司多年来在 MATLAB 软件应用以及培训教学方面的经验，精心组织编写。该书内容详实、全面，示例丰富，不仅能够成为那些使用 MATLAB 软件同其它高级语言进行交互编程的工程人员的参考书，而且可以作为计算机编程爱好者学习使用 MATLAB 外部接口编程的入门教材，同时也可以作为 MATLAB 培训课程的教材。

如果中国国内的用户需要购买 MATLAB 软件，请按照下列地址与北京九州恒润科技有限公司联系：



公司总部

- 地址：北京市西城区北三环中路 27 号商房大厦 430 室
- 邮编：100029
- 电话：010-82011456
- 传真：010-62073600



上海办事处

- 地址：上海市徐汇区漕宝路 70 号光大会展中心 D 座 505 室
- 邮编：200235
- 电话：021-64325413/5/6
- 传真：021-64325144



成都办事处

- 地址：成都市人民南路一段 86 号城市之心大厦 23 楼 N 座
- 邮编：610016
- 电话：028-86203381/2/3
- 传真：028-86203381

北京九州恒润科技有限公司的互联网地址：www.hirain.com

北京九州恒润科技有限公司的技术论坛地址：www.hirain.com/forum/

在本书的编写过程中，得到了西安电子科技大学出版社毛红兵编辑的大力支持，同时也得到了 Mathworks 公司中国独家代理商——北京九州恒润科技有限公司的鼎力协助，在这里对他们表示衷心的感谢。同时还要感谢父母和兄长多年对我的培养和教育，更要感谢我的女友——余志鸿小姐对我的关心和支持，正是有了他们的支持与鼓励才有了这本薄薄的小册子的出版。

由于时间仓促，书中难免存在一些不妥之处，诚望广大读者谅解，并提出宝贵的意见和建议，以便我们在再版时改进。

如果需要得到本书所涉及的例子和练习的源代码，请直接与作者联系：zhang_v@163.net

编者

2004 年 1 月

目 录

| | |
|--------------------------|----|
| 第 1 章 MATLAB 入门..... | 1 |
| 1.1 MATLAB 产品简介..... | 1 |
| 1.2 MATLAB 桌面环境..... | 3 |
| 1.3 使用帮助..... | 6 |
| 1.3.1 在线帮助..... | 6 |
| 1.3.2 窗口帮助..... | 8 |
| 1.3.3 操作帮助的函数..... | 9 |
| 1.4 MATLAB 的数据类型..... | 10 |
| 1.5 M 语言编程入门..... | 13 |
| 1.5.1 流程控制..... | 14 |
| 1.5.2 脚本文件..... | 18 |
| 1.5.3 函数文件..... | 19 |
| 1.6 本章小结..... | 21 |
| 第 2 章 MATLAB 外部接口概述..... | 22 |
| 2.1 外部接口应用的类型..... | 22 |
| 2.2 mxArray 数据结构..... | 25 |
| 2.2.1 mxArray 的定义..... | 25 |
| 2.2.2 外部接口函数..... | 29 |
| 2.3 mx 函数应用..... | 29 |
| 2.3.1 数值矩阵..... | 30 |
| 2.3.2 字符串..... | 33 |
| 2.3.3 逻辑数组..... | 35 |
| 2.3.4 元胞数组..... | 36 |
| 2.3.5 结构数组..... | 38 |
| 2.3.6 稀疏矩阵..... | 39 |
| 2.3.7 内存管理操作..... | 42 |
| 2.4 MATLAB 的环境配置..... | 44 |
| 2.4.1 基本配置..... | 44 |
| 2.4.2 选项文件..... | 46 |
| 2.5 本章小结..... | 47 |
| 练习..... | 48 |

| | |
|---|-----|
| 第 3 章 创建 C 语言 MEX 文件 | 49 |
| 3.1 MEX 文件简介 | 49 |
| 3.2 MEX 源文件的结构 | 51 |
| 3.2.1 源文件的基本结构 | 51 |
| 3.2.2 MEX 文件的参数 | 52 |
| 3.3 创建 MEX 文件 | 55 |
| 3.3.1 MEX 指令 | 55 |
| 3.3.2 在 Visual Studio 中创建 MEX 文件 | 57 |
| 3.4 MEX 文件的内存管理 | 63 |
| 3.4.1 内存自动释放机制 | 63 |
| 3.4.2 内存保留变量 | 66 |
| 3.4.3 复合数组 | 67 |
| 3.5 MEX 文件示例 | 68 |
| 3.6 调试 MEX 文件 | 82 |
| 3.6.1 在 Windows 平台上调试 MEX 文件 | 83 |
| 3.6.2 在 UNIX 平台上调试 MEX 文件 | 85 |
| 3.7 本章小结 | 85 |
| 练习 | 86 |
| | |
| 第 4 章 创建 Fortran 语言 MEX 文件 | 88 |
| 4.1 MEX 文件简介 | 88 |
| 4.1.1 简单的 MEX 文件示例 | 88 |
| 4.1.2 MEX 源文件的基本结构 | 90 |
| 4.2 管理 MATLAB 数据 | 91 |
| 4.3 可视化创建 MEX 文件 | 93 |
| 4.4 MEX 文件示例 | 96 |
| 4.5 本章小结 | 105 |
| 练习 | 105 |
| | |
| 第 5 章 MAT 文件应用 | 106 |
| 5.1 MAT 文件入门 | 106 |
| 5.2 MAT 文件应用 | 108 |
| 5.2.1 简单 MAT 文件应用示例 | 108 |
| 5.2.2 常用的 mat 函数 | 111 |
| 5.3 编译 MAT 文件应用程序 | 113 |
| 5.3.1 命令行编译 | 113 |
| 5.3.2 使用集成开发环境 | 116 |
| 5.4 MAT 文件应用示例 | 118 |
| 5.5 本章小结 | 132 |

| | |
|--------------------------------------|------------|
| 练习..... | 132 |
| 第 6 章 MATLAB 计算引擎应用 | 134 |
| 6.1 概述..... | 134 |
| 6.2 计算引擎应用..... | 135 |
| 6.2.1 简单计算引擎应用示例..... | 135 |
| 6.2.2 常用的 eng 函数..... | 138 |
| 6.3 编译应用程序..... | 140 |
| 6.3.1 命令行编译..... | 140 |
| 6.3.2 使用集成开发环境..... | 145 |
| 6.4 计算引擎应用示例..... | 147 |
| 6.5 本章小结..... | 154 |
| 练习..... | 154 |
| 第 7 章 在 MATLAB 中调用 Java | 156 |
| 7.1 MATLAB 的 Java 接口概述..... | 156 |
| 7.2 Java 语言概述..... | 157 |
| 7.3 Java 接口应用..... | 159 |
| 7.3.1 引入 Java 类..... | 159 |
| 7.3.2 创建 Java 对象..... | 163 |
| 7.3.3 应用 Java 对象..... | 166 |
| 7.3.4 Java 数组..... | 169 |
| 7.4 应用示例..... | 171 |
| 7.5 本章小结..... | 181 |
| 附录 A MATLAB 产品支持的编译器..... | 182 |
| 附录 B 加载和应用动态链接库函数..... | 184 |
| 附录 C 北京九州恒润科技有限公司简介..... | 193 |
| 附录 D 部分习题提示与参考答案..... | 195 |
| 参考文献..... | 208 |



第 1 章 MATLAB 入门

MATLAB 产品是用来解决工程与科学实际问题的工程软件，而外部接口编程是该软件的一项基本功能。掌握 MATLAB 的基本使用方法是学习 MATLAB 外部接口编程的基础，所以在正式学习使用 MATLAB 外部接口编程之前，首先回顾一下 MATLAB 软件的基本环境及其使用方法，并了解一下 MATLAB 的产品体系。

本章重点内容

- ▣ MATLAB 产品简介；
- ▣ MATLAB 基本环境；
- ▣ MATLAB 的 M 语言编程。

1.1 MATLAB 产品简介

MATLAB 的名称源自 Matrix Laboratory，它的首创者是在数值线性代数领域颇有影响的 Cleve Moler 博士，同时他也是生产和经营 MATLAB 产品的美国 Mathworks 公司的创始人之一。MATLAB 本身是一种科学计算软件，专门以矩阵的形式处理数据。MATLAB 将高性能的数值计算和可视化集成在一起，并提供了大量的内置函数，还提供了一种高级的解释型编程语言——M 语言。MATLAB 产品具有良好的开放性和扩充性，利用 MATLAB 提供的科学计算能力和 M 语言编程能力开发了很多专业函数并组成了不同的工具箱，而这些工具箱产品被广泛地应用于科学计算、控制系统、信息处理等领域的分析、仿真和设计工作中。大多数的 MATLAB 工具箱中所包含的代码都是开放的，这使得工程师在使用 MATLAB 软件解决工程问题，不断深化对问题认识的同时，还可以非常容易地对 MATLAB 的功能进行扩充，从而不断完善 MATLAB 产品以提高产品自身的竞争能力。

目前 MATLAB 产品族主要应用于以下领域：

- 数值分析；
- 数值和符号计算；
- 工程与科学绘图；
- 控制系统的设计与仿真；
- 数字图像处理；
- 数字信号处理；
- 财务与金融工程；
- 图形化的用户界面开发。

MATLAB 产品由若干个模块组成，不同的模块完成不同的功能，其中包括：

- MATLAB；



- MATLAB Toolboxes;
- MATLAB Compiler;
- Simulink;
- Simulink Blocksets;
- Real-Time Workshop (RTW);
- Stateflow;
- Stateflow Coder;

由这些模块构成的 MATLAB 产品体系如图 1-1 所示。其中, MATLAB 是 MATLAB 产品家族的基础, 它提供了基本的数学算法, 例如矩阵运算、数值分析算法等, MATLAB 集成了 2D 和 3D 图形功能, 以完成相应的数值可视化工作, 同时 MATLAB 还提供了一种交互式的高级编程语言——M 语言, 利用 M 语言可以通过编写脚本或者函数文件实现用户自己的算法。

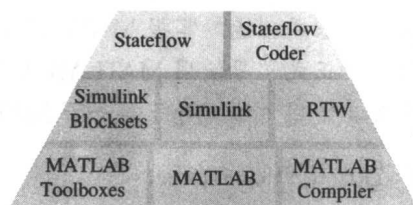


图 1-1 MATLAB 的产品体系

MATLAB 不仅能够和 C/C++ 语言进行集成开发, 而且还提供了和 Java 语言接口的能力, 另外它还支持 COM 标准, 能够和任何支持 COM 标准的软件协同工作。

目前, MATLAB 整个产品的最新发布版本为 Release 13, 表示 MATLAB 产品体系的第 13 次发布, 整个产品族不仅包含了 MATLAB 的基本功能模块, 还包含了应用于各种专业的工具箱等产品。MATLAB 基本功能模块的最新版本为 6.5.1。

Simulink 产品是用来对复杂动态系统进行建模和仿真的图形化交互式平台, 利用该产品, 用户只要通过简单的鼠标操作就可以建立起各种复杂的动态系统, 其中包括简单系统、离散系统、连续系统, 或者由几种系统共同组成的复杂系统, 它是 MATLAB 产品族中重要的组成部分。目前 Simulink 产品的最新版本为 5.1。

Simulink Blocksets 是 Simulink 的扩展, 包括了应用于不同行业(专业)的功能模块集合, 目前 MATLAB 产品中包含的主要功能模块集合如表 1-1 所示。

表 1-1 MATLAB 中包含的功能模块集合

| | |
|----------------|----------------------------------|
| Aerospace | 应用于航空航天飞行器系统建模的功能模块集合 |
| DSP Blockset | 应用于数字信号处理系统开发、建模和仿真的功能模块集合 |
| Communication | 应用于通信系统建模仿真的功能模块集合 |
| Dials & Gauges | 以图形化形式显示 Simulink 信号和仿真参数的功能模块集合 |
| CDMA | 基于 IS-95A 标准的无线通信系统建模仿真的功能模块集合 |
| SimPowerSystem | 针对电力电子系统进行建模仿真的功能模块集合 |
| SimMechanics | 针对机械系统进行建模仿真的功能模块集合 |

MATLAB 产品族包含的功能模块的详细信息请参阅 MATLAB 的相关文档, 或查阅网上信息 www.mathworks.com 或者 www.hirain.com。

RTW 为 Real-Time Workshop 的缩写, 该产品是将 Simulink 框图模型转变成为标准 C 语言的工具, 这样的 C 源程序结合具体的实时软件和硬件, 可以完成实时条件下的动态系统测试仿真, 例如快速控制原型仿真或者硬件在回路中的仿真。在众多实时仿真系统中, 目前最流行、性能最出色的产品为德国 dSPACE 公司研发的 dSPACE 系统, 有关 dSPACE 系



统的详细信息可以查阅网上信息 www.dspaceinc.com 或者 www.hirian.com。

Stateflow 产品是以 Simulink 产品为基础的图形化建模仿真环境，它是基于有限状态机理论对事件驱动模型进行建模和仿真的图形化环境，可以用于复杂逻辑控制、状态切换系统的建模和仿真。利用 Stateflow Coder 可以将 Stateflow 模型转变成为标准 C 代码，这样就可以结合 RTW 生成的代码共同完成实时系统的仿真。

MATLAB 整个产品体系中共有 70 余个产品模块，如果需要了解这些产品的详细信息可以参阅 MATLAB 的相关文档。

在介绍 MATLAB 外部接口编程之前，先介绍一下 MATLAB 基本环境的使用方法，以及利用 MATLAB 提供的高级编程语言——M 语言进行编程的基本方法。如果读者对 MATLAB 基本使用方法比较了解，可以快速浏览本小节的内容，或者直接略过本章内容。而对于那些对 MATLAB 不甚熟悉的读者，最好仔细阅读一下本小节的内容，为学习后面章节的内容打好基础。

1.2 MATLAB 桌面环境

MATLAB 的桌面环境可以包含多个窗口，这些窗口分别为历史命令窗口(Command History)、命令行窗口(Command Window)、当前目录浏览器(Current Directory Browser)、工作空间浏览器(Workspace Browser)、目录分类窗口(Launch Pad)、数组编辑器(Array Editor)、M 文件编辑器/调试器(Editor/Debugger)、超文本帮助浏览器(Help Navigator/Browser)。这些窗口都可以内嵌在 MATLAB 主窗体下，组成 MATLAB 的用户界面。

当 MATLAB 安装完毕并首次运行时，展示在用户面前的界面为 MATLAB 运行时的缺省界面，如图 1-2 所示。

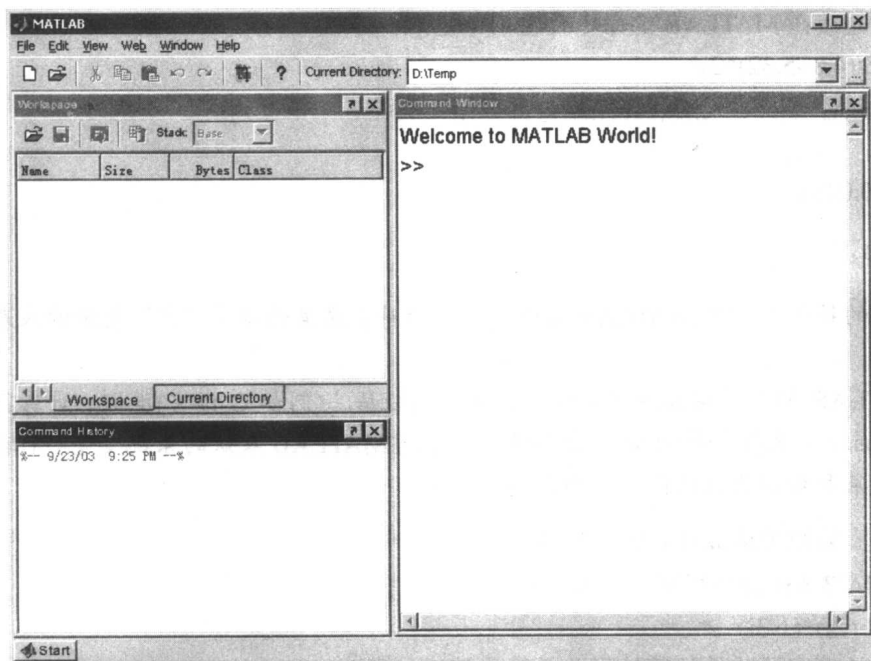


图 1-2 MATLAB 启动之后默认的界面



MATLAB 的桌面环境可以通过 View 菜单中 Desktop Layout 子菜单下的命令进行切换, 这些命令分别为:

- **Default:** 缺省的界面, 如图 1-2 所示, 其中包含历史命令窗口(Command History)、命令行窗口(Command Window), 此外工作空间浏览器(Workspace)和当前目录浏览器(Current Directory)两个窗口层叠在一起。

- **Command Windows Only:** 仅包含命令行窗口(Command Window), 此时 MATLAB 界面的外观类似于旧版本的 MATLAB。

- **Simple:** 包含两个窗口——命令行窗口(Command Window)和历史命令窗口(Command History), 两个窗口并列在界面中。

- **Short History 和 Tall History:** 这两个菜单命令包含的窗口类型和数量同默认的界面完全一致, 只是排放的顺序不同。

- **Five Panel:** 包含所有的 MATLAB 桌面窗口, 在该界面中各个窗口处于平铺状态。

在 MATLAB 用户界面的 View 菜单下还有一些菜单命令可以用来选择显示在图形界面中的窗口, 用户可以根据自己的喜好选择配置用户界面, 推荐使用 Command Windows Only 的外观样式, 此时仅显示一个窗口——MATLAB 的命令行窗口, 这样相对占用的系统资源少, 启动 MATLAB 的速度较快, 同时执行 MATLAB 程序的效率也较高。

在上述各种 MATLAB 窗口中, 最常用的就是 MATLAB 的命令行窗口, 它最具特色的就是其命令回调的功能, 也就是说在 MATLAB 的命令行窗口键入任意算术表达式, 系统将自动解算, 并给出结果, 见下面的例子。

例 1-1 计算算术表达式 $\frac{-5}{(4.8+5.32)^2}$ 。

只要直接在 MATLAB 的命令行窗口中键入:

```
>> -5/(4.8+5.32)^2 ✓
```

系统将直接计算表达式的计算结果, 并且给出答案:

```
ans =  
-0.0488
```



注意:

这里的符号“>>”为 MATLAB 的命令行提示符; 这里的符号“✓”表示键入表达式之后按回车键。

MATLAB 的数学运算符同其它的计算机高级语言(例如 C 语言)类似。计算得到的结果显示为 ans, ans 是英文单词“answer”的缩写, 它是 MATLAB 默认的系统变量。所有 MATLAB 的计算结果和数值都默认使用双精度类型显示。

例 1-2 复数的运算 $(1+2i) \times (1-3i)$ 。

在 MATLAB 命令行窗口中键入:

```
>> (1+2i)*(1-3i) ✓
```

系统直接计算表达式的计算结果, 并给出答案:



```
ans =  
7.0000 - 1.0000i
```

**注意:**

在 MATLAB 中表示复数按照例 1-2 中所示的样式, 即其中 x 和 y 都是双精度的数字。在这里, i 作为复数单位存在, 同样也可以使用 j 表示复数单位。

在上面的两个例子中都是将 MATLAB 直接作为计算器来使用的, 在 MATLAB 的命令窗口中还可以定义相应的 MATLAB 数据对象和变量以及调用函数。

例 1-3 调用函数。

```
>> cos(pi/2)  
ans =  
6.1232e-017  
>> exp(acos(0.3))  
ans =  
3.5470
```

在例 1-3 中调用了余弦函数来求 $\pi/2$ 的余弦值。数学知识告诉我们 $\pi/2$ 的余弦应该为 0, 但是 MATLAB 求的数值不是 0, 而是一个近似为 0 的数值, 这是由 MATLAB 浮点数计算精度造成的。在调用函数的时候, 需要注意括号的作用, 它会使计算的优先级发生变化。在例 1-3 中, 首先计算反余弦函数, 然后再计算指数函数。

MATLAB 的基本运算单位是矩阵, 所以在 MATLAB 命令行中创建矩阵是最基本的操作。在例 1-4 中演示了创建矩阵和索引矩阵元素的方法。

例 1-4 创建矩阵。

```
>> A = [1 2 3;4 5 6;7 8 90]  
A =  
     1     2     3  
     4     5     6  
     7     8    90  
>> A(1,3)  
ans =  
     3  
>> A(7)  
ans =  
     3
```

在例 1-4 中, 首先创建了一个三阶的方阵, 然后分别使用全下标方式和单下标方式索引了矩阵中的同一个元素。创建矩阵时, 可以使用逗号 “,” 或者空格作为列与列元素之间的间隔, 使用分号 “;” 表示行与行之间的间隔。在使用单下标进行元素索引时需要注意, MATLAB 的矩阵索引是以列元素优先的。关于全下标和单下标方式索引矩阵元素的方法, 请参阅《MATLAB 基础与编程入门》一书或者 MATLAB 的帮助文档。



MATLAB 的功能是通过大量的 M 语言函数或者 MATLAB 内建的函数来完成的，在命令行窗口中，调用这些函数的方法就是直接键入函数或者指令，并且根据不同的函数提供相应的参数列表。MATLAB 的命令行窗口具有命令行记忆的功能，也就是说，在命令行窗口中，使用上下光标键就可以重复以前键入的指令，这对使用 MATLAB 是非常便利的。MATLAB 还可以具有局部记忆的功能，例如在 MATLAB 的命令行窗口中曾经执行了一个名为 testcommandwindows 的函数，那么再次运行该函数时，只要在命令行中键入 test，然后按光标上键(↑)，整条命令会出现在命令行窗口中，再按回车键就可以执行该指令了。

1.3 使用帮助

任何 MATLAB 的使用者，都应当学会使用 MATLAB 的帮助系统。因为 MATLAB 和相应的工具箱包含了上万条不同的指令，每条指令函数都对应着一种不同的操作或者算法，没有哪个人能够将这些指令都清楚地记忆在脑海中，MATLAB 的帮助系统则为用户使用 MATLAB 指令提供了便捷的索引环境。MATLAB 的帮助系统是学习 MATLAB 最好的教科书，它的讲解清晰、透彻，所以养成良好的使用 MATLAB 帮助系统的习惯，对于使用 MATLAB 的用户来说是非常必要的。

在 MATLAB 中提供了两种类型的帮助系统：在线帮助和窗口帮助。

1.3.1 在线帮助

所有的 MATLAB 函数都具有自己的帮助信息，这些帮助信息都保存在相应的函数文件注释区中，这些帮助信息是由那些编写函数的工程人员在编写函数的同时添加在函数内的，所以，这些信息能够最直接地说明函数的用途，或者函数需要的一些特殊的输入参数，以及函数的返回变量等。甚至在有些函数中，将函数采用的算法也在这里加以说明。另外，获取在线帮助的过程也非常快捷，因此，MATLAB 的用户最常用的帮助就是在线帮助。获取在线帮助的指令是 help 或者 helpwin。

例 1-5 获取在线帮助。

在 MATLAB 命令行窗口中，键入下面的指令：

```
>> %获取帮助主题
>> help
HELP topics:
matlab\general      - General purpose commands.
matlab\ops          - Operators and special characters.
matlab\lang         - Programming language constructs.
matlab\elmat       - Elementary matrices and matrix manipulation.
matlab\elfun        - Elementary math functions.
... ..
>> %获取帮助主题下的函数列表
>> help elfun
```



Elementary math functions.

Trigonometric.

sin - Sine.
sinh - Hyperbolic sine.
asin - Inverse sine.
asinh - Inverse hyperbolic sine.

... ..

>> %获取具体函数的帮助

>> help sin

SIN Sine.

SIN(X) is the sine of the elements of X.

Overloaded methods

help sym/sin.m

在例 1-5 中, 使用的省略符号是为了缩减篇幅而用, 在实际的 MATLAB 中, 将给出全部内容。

在线帮助不仅可以显示在命令行窗口中, 还可以显示在 MATLAB 的帮助窗口中, 内容仍然是在线帮助的内容, 例如:

>> %在窗口中显示在线帮助信息

>> helpwin sin

这时 sin 函数的在线帮助将显示在帮助窗口中, 如图 1-3 所示。

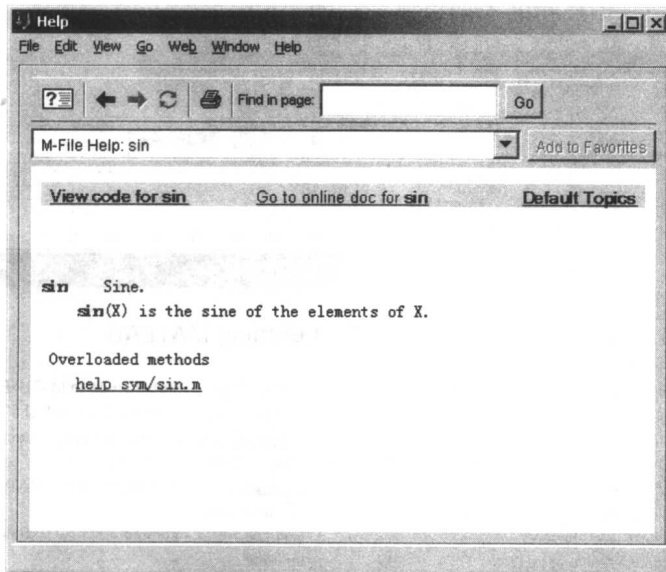


图 1-3 显示在窗口中的在线帮助

所有的 MATLAB 函数还具有一类在线帮助, 叫作 H1 帮助行, 这部分内容在每一个 M 语言函数文件的在线帮助的第一行, 它能够被 lookfor 函数搜索查询。在 H1 帮助行中, 往往是言简意赅的说明性语言, 它在所有的帮助中相对最重要。例如, 在 MATLAB 命令行窗口中键入:



```
>> %使用 H1 帮助行
```

```
>> lookfor Fourier
```

```
FFT Discrete Fourier transform.
```

```
FFT2 Two-dimensional discrete Fourier Transform.
```

```
FFTN N-dimensional discrete Fourier Transform.
```

```
IFFT Inverse discrete Fourier transform.
```

```
IFFT2 Two-dimensional inverse discrete Fourier transform.
```

```
IFFTN N-dimensional inverse discrete Fourier transform.
```

```
... ..
```

这时 MATLAB 将所有有关傅立叶变换的函数罗列在命令行窗口中，这些函数的 H1 帮助行都有关键字 Fourier。

关于编写 MATLAB 的在线帮助和 H1 帮助行的方法，将在第 4 章进行详细讲述。

1.3.2 窗口帮助

尽管在线帮助使用起来简便、快捷，但是在线帮助能够提供的信息毕竟有限，而且并不是所有与函数有关的内容都可以用在线帮助的形式表示，比如数学公式，图形等，因此，MATLAB 还提供了内容更加丰富的帮助文档，作为 MATLAB 的用户指南出现。目前 MATLAB 的帮助文档有英文版和日文版，而在中国地区使用的 MATLAB 只有英文版的帮助文档。

MATLAB 的帮助文档显示在 MATLAB 的帮助窗口中，单击 MATLAB 用户界面上的 ? 按钮，将打开 MATLAB 的帮助文档界面，如图 1-4 所示。

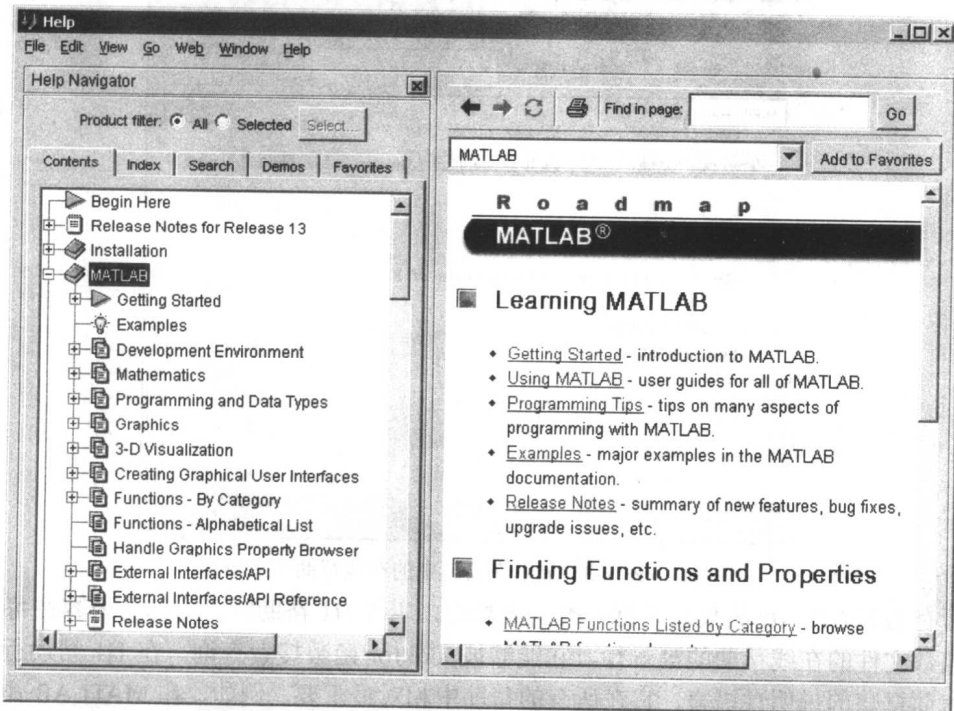


图 1-4 MATLAB 的帮助文档界面



这里看到的 MATLAB 帮助文档是跟随 MATLAB 产品一同发布的文档光盘经过安装之后的超文本内容。界面中的 Contents 标签页罗列了所有产品帮助文档的目录，单击这些目录以及目录下面的文章标题，就可以在右边的窗体中具体浏览帮助信息。除此之外，在帮助文档界面还具有下面几个标签页：

Index 标签页：关键字索引查询。

Search 标签页：关键字全文搜索。

Demos 标签页：MATLAB 演示例子。

Favorites 标签页：个人喜好的书签页。

在这些标签页中，用户使用频率最高的就是 Contents 标签页，一般地，学习 MATLAB 不可避免地需要阅读帮助文档，而就笔者的经验而言，直接阅读帮助文档是学习 MATLAB 最有效的方法。

此外，使用频率最高的就是 Demos 标签页了。MATLAB 为每一个工具箱或者模块都设计了很多演示示例，通过这些例子学习 MATLAB 往往能够起到事半功倍的效果。这些演示程序的作用非常独特，往往连帮助文档都无法替代其功用，所以对于初学者来说，在阅读帮助文档的基础上，多研习 MATLAB 的 Demos，是一种学习 MATLAB 的最佳方法。

MATLAB 的帮助文档除了超文本格式以外，还具有 PDF 格式的帮助文档，这些帮助文档与 MATLAB 的产品手册(纸版)一一对应，甚至在新版的 MATLAB 中，PDF 文件格式的帮助文档内容要多于超文本格式的文档，更是多于纸版的手册，所以在必要的情况下，可以将部分 PDF 格式的文档打印出来，作为手册保存。MATLAB 6.5 的 PDF 格式文档可以从 MATLAB 产品的第三张光盘上直接拷贝。阅读这些文档，需要安装 Adobe Acrobat Reader 4.0 以上版本的阅读器。

尽管 MATLAB 的帮助文档比较详实、规范，用户在使用 MATLAB 的过程中，不可避免地还是会遇到一些问题，这个时候可以使用 MATLAB 的网上资源。MATLAB 在互联网上的资源非常丰富，不仅在 Mathworks 公司的主页上可以找到很多有用的信息，而且在国内的网站上也有一定规模的信息资源，特别是在北京九州恒润科技有限公司(简称九州恒润科技公司)的主页上，拥有一个以 MATLAB 应用为主的论坛，大家在使用 MATLAB 的过程中若是遇到了问题，可以直接在该论坛上发表自己的问题，九州恒润公司的技术人员会很快为大家解决相应的问题。

此外，还可以通过 E-mail 向 Mathworks 公司的技术人员进行技术问题的询问，不过在提出问题的同时需要提供用户产品的信息，这些信息是可以通过在 MATLAB 命令行中键入 `ver` 指令来获得的，将出现在命令行窗口中的 MATLAB License Number 内容提供给 Mathworks 公司即可。

1.3.3 操作帮助的函数

MATLAB 还提供了一些函数用于操作帮助和帮助浏览器，如表 1-2 所示。