



网上提供源代码下载
www.cip.com.cn

MATLAB[®] R2008

接口技术程序设计 实例教程

赵书兰 主编

案例实用丰富 设计经典

内容细致全面 深入浅出

程序代码详细 指导编程



化学工业出版社

MATLAB 应用丛书

MATLAB R2008 接口技术程序设计

实例教程

赵书兰 主编



化学工业出版社

· 北 京 ·

本书共分为 10 章, 前两章是 MATLAB 基础部分, 介绍了 MATLAB 的编程基础、常用数据类型、数组和矩阵的操作。从第 3 章到第 10 章主要是 MATLAB 外部接口的基本内容, 其中包括创建 C 及 Fortran 语言 MEX、MAT 文件应用、MATLAB 引擎、MATLAB 编译器、MATLAB 与 C 语言的接口编程、Visual C++ 与 MATLAB 接口、MATLAB COM Builder 的编程实现、MATLAB 与其它语言的接口混合编程等内容。

本书内容丰富、图文并茂、文字流畅, 是一本学习和使用 MATLAB 与外部程序接口方法和技巧方面有价值的参考书。

本书可作为计算机、电子学、信息科学、通讯、控制等专业的高年级本科生、研究生以及其他专业科技人员学习 MATLAB 与外部程序接口技术的教材或参考书。

图书在版编目 (CIP) 数据

MATLAB R2008 接口技术程序设计实例教程 / 赵书兰主编.

北京: 化学工业出版社, 2009. 4

(MATLAB 应用丛书)

ISBN 978-7-122-05023-6

I. M… II. 赵… III. 计算机辅助计算-软件包, MATLAB
R2008-程序设计-教材 IV. TP391.75

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 032629 号

责任编辑: 陈 静

装帧设计: 王晓宇

责任校对: 王素芹

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 装: 三河市延风印装厂

787mm×1092mm 1/16 印张 23³/₄ 字数 560 千字 2009 年 4 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 42.00 元

版权所有 违者必究

出版者的话

MATLAB 是一种主要用于数值计算及可视化图形处理的工程语言和应用软件。它将数值分析、矩阵运算、图形图像处理、信号处理和仿真等诸多强大的功能集成在较易使用的交互计算机环境之中，为科学研究、工程应用提供了一种功能强、效率高的编程工具。

MATLAB 集计算、可视化及编程于一身。在 MATLAB 中，无论是问题的提出还是结果的表达都采用我们习惯的数学描述方法，而不需要用传统的编程语言进行前后处理。这一特点使 MATLAB 成为了数学分析、算法开发及应用程序开发的良好环境。MATLAB 是 MathWorks 产品家族中所有产品的基础。

MATLAB 的广泛应用，需要一批高素质的具有专业知识并熟练掌握 MATLAB 软件应用的人才。《MATLAB 应用丛书》可作为大中专院校机械、控制、通信、多媒体与动画等专业学生掌握 MATLAB 的教材，也可作为其他工程技术人员掌握或提高 MATLAB 应用技术的参考书。

丛书定位

《MATLAB 应用丛书》以 MATLAB 的工程应用为编写目标，根据不同读者的专业需求将丛书分为以下几个方向。

(1) 控制系统动态仿真：在简单介绍 MATLAB 语言基本使用方法的基础上，着重阐述 MATLAB 在控制系统计算机仿真与辅助设计、动态系统的 Simulink 建模与仿真、模糊控制系统建模与仿真上的使用方法。

(2) 信号处理：介绍 MATLAB 的信号基础知识、信号变换、IIR 数字滤波器设计、FIR 数字滤波器设计、平稳信号分析、非平稳信号分析、非高斯信号分析、时频分析工具箱和高阶谱分析工具箱等。

(3) 接口技术程序设计：介绍 MATLAB 外部接口的基本内容，包括创建 C 及 Fortran 语言 MEX、MAT 文件应用、MATLAB 引擎、MATLAB 编译器、MATLAB 与 C 语言的接口编程、Visual C++ 与 MATLAB 接口、MATLAB COM Builder 的编程实现、MATLAB 与其它语言的接口混合编程等。

(4) 图形与动画编程：介绍绘制二维、三维图形及动画的方法及 MATLAB 提供的图形设计技术。

(5) 数字图像处理与分析：介绍数字图像处理所涉及的数学基础、基本算法、各种典型方法和实用的处理技术。

(6) 科学计算：介绍 MATLAB 的基础知识、数值计算基础、科学计算可视化、矩阵运算、符号运算、数值分析、普通方程与微分方程、概率与数理统计、模糊逻辑及在优化理论中的应用。

(7) 数学和控制应用：介绍 MATLAB 的系统概论、函数可视化、仿真建模、概率统计、计算方法、遗传算法、复变函数、神经网络、预测控制、自动控制系统中的应用等。

随着科学技术的发展和读者的需要的变化，我们还将不断对丛书进行补充和增删，以期

形成读者欢迎的动态系列丛书。

编写特点

《MATLAB 应用丛书》具有以下编写特点。

(1) 适合不同层次的读者阅读: 该套丛书内容跨度较大, 从 MATLAB 最基础层面的应用到专业工具箱的高层次的应用, 可以满足不同领域和不同层次读者的需要, 读者可以根据自己的水平和需要自主选用。

(2) 内容的先进性和选材的前瞻性: 目前的计算机图书市场中, 读者急需使用的高版本软件对应的书上市甚少, 造成这种现象的原因有三: 一是信息技术发展太快, 二是选材没有注意超前, 三是出版周期太长。鉴于以上原因, 丛书在内容上尽量注意超前量, 如此套丛书选择最高版本 MATLAB R2008。在出版上尽量缩短出版周期, 其目的都是为了适应信息技术的飞速发展, 满足读者的需求。

(3) 突出针对性和加强实用性: 该套丛书主要读者对象是理工科的学生及专业科技人员, 在内容上强调实用, 尽量不涉及高深的与软件使用无关的理论问题。

(4) 以典型案例为示范, 以求举一反三: 使用该套丛书, 读者会发现, 凡是讲解一个问题都是一个案例为主线进行阐述, 这是编者多年来在教学第一线的总结。案例学习引人入胜, 易理解, 易掌握, 能使读者举一反三, 技术掌握扎实。

(5) 写作风格通俗易懂: 介绍每个使用功能开门见山, 语言简明扼要, 重点突出, 同一功能决不重复, 适合自学。

化学工业出版社

2009年3月

前言

MATLAB 是 MATrix LABoratory (矩阵实验室) 的缩写, 是由美国 MathWorks 公司开发的集数值计算、符号计算和图形可视化三大基本功能于一体的, 功能强大、操作简单的语言, 是优秀的应用软件之一。

一种语言之所以能迅速地普及, 显示出旺盛的生命力, 是由于它有着不同于其它语言的特点, 正如同 Fortran 和 C 等高级语言使人们摆脱了需要直接对计算机硬件资源进行操作一样, 被称为第四代计算机语言的 MATLAB, 利用其丰富的函数资源, 使编程人员从繁琐的程序代码中解放出来。

MATLAB 以强大的科学计算与可视化功能、简单易用、开放式的扩展环境, 特别是所附带的 30 多种面向不同领域的工具箱支持, 使得它在许多科学领域中成为计算机辅助设计和分析、算法研究和应用开发的基本工具和首选平台。此外, MATLAB 与其它语言的接口能够保证它可以和各种强大的计算机软件相结合, 发挥更大的作用。

MATLAB 目前可以在各种类型的计算机上运行, 如 PC、Sun Space 工作站、Silicon Graphics 工作站、惠普工作站等。如果单纯地使用 MATLAB 语言进行编程, 则编写的程序可以直接移植到其它机型上使用。可以说, MATLAB 是和机器类型及操作系统基本上无关的软件。

作为目前市面上最为强大的科学计算软件, MATLAB 也实现了众多与外部程序或设备的接口。本书系统地介绍了 MATLAB 与外部程序的接口方法和技巧, 重点介绍了 MATLAB 与各种高级语言之间的交互以及 MATLAB 提供的各种计算引擎和服务引擎。书中给出了大量的 MATLAB 结合高级语言的编程实例, 使读者能够更好地理解和掌握 MATLAB 应用程序接口的使用方法。

全书共分 10 章。第 1 章是 MATLAB 入门, 介绍了 MATLAB 编程基础、MATLAB 常用的数据类型、MATLAB 使用时的一些技巧; 第 2 章是 MATLAB 数组和矩阵的操作, 介绍了建立和连接矩阵、矩阵的索引、改变矩阵的大小和形状、矩阵元素的移位和排序等内容; 第 3 章是创建 C 及 Fortran 语言 MEX, 介绍了在 Visual Studio 中创建 MEX 文件、MEX 文件的内存管理、Fortran 语言的 MEX 文件、管理 MATLAB 数据等内容; 第 4 章是 MAT 文件应用, 介绍了 MAT 文件格式、保存和加载 MAT 文件、MEX 文件读写 MAT 文件、用 C/C++ 编写 MAT 文件等内容; 第 5 章是 MATLAB 引擎, 介绍了引擎函数、MATLAB 编译器代码控制、Visual C++ 建立和调试引擎程序等内容; 第 6 章是 MATLAB 编译器, 介绍了 MATLAB C 编译器的功能、使用 MCC、stand-alone 的可执行程序、使用 mcc 创建独立可执行的文件等内容; 第 7 章是 MATLAB 与 C 语言的接口编程, 介绍了操作 MATLAB 各阵列、阵列的索引操作、MATLAB API 函数操作实例等内容; 第 8 章是 Visual C++ 与 MATLAB 接口, 介绍了 Visual C++ 调用 MATLAB 引擎、Visual C++ 中创建 MAT 文件、Visual C++ 中使用 MATLAB 语言 C、C++ 数学函数库、基于 MATCOM 实现 Visual C++ 与 MATLAB 接口等内容; 第 9 章是 MATLAB COM Builder 的编程实现, 介绍了 MATLAB 支持的组件自动化、使用 MATLAB COM Builder 混合编程、MATLAB COM 组件综合实例等内容; 第 10 章是 MATLAB 与其它语言的接口混合编程、MATLAB 与 Excel 接口编程、MATLAB 调用 Java 接口编程、

MATLAB.NET 生成器等内容。

本书内容丰富、图文并茂、文字流畅，是一本学习和使用 MATLAB 与外部程序接口方法和技巧方面有价值的参考书。

本书由赵书兰主编，参加编写的人员还有张德丰、崔如春、曾凡智、杨定安、王东、周燕、李娅、雷晓平、周灵、余智豪。

由于时间仓促，加之编者水平有限，疏漏之处在所难免。在此，诚恳地期望得到各领域的专家和广大读者的批评指正。

编者

2009 年 3 月

目 录

第 1 章	MATLAB 入门	1
1.1	MATLAB 软件简介	1
1.2	MATLAB 桌面环境	3
1.3	MATLAB 编程基础	5
1.3.1	变量和数学运算	5
1.3.2	MATLAB 的输入与输出语句	9
1.3.3	变量的保存与装载	10
1.4	MATLAB 的数据类型	11
1.5	M 语言入门	14
1.5.1	流程控制	15
1.5.2	脚本文件	20
1.5.3	函数文件	20
1.6	MATLAB 使用时的一些技巧	23
1.6.1	避免使用循环	23
1.6.2	大型矩阵维度的预先确定	24
第 2 章	MATLAB 数组和矩阵的操作	27
2.1	建立和连接矩阵	27
2.1.1	构造简单的矩阵	27
2.1.2	专业化的矩阵函数	28
2.1.3	连接矩阵	35
2.1.4	连接矩阵的函数	35
2.1.5	组合不同的数据类型	39
2.1.6	生成数字序列	41
2.2	矩阵的索引	42
2.2.1	存取单个元素	42
2.2.2	线性索引	42
2.2.3	控制索引形式的函数	43
2.2.4	存取多个元素	44
2.2.5	赋值语句中的矩阵索引	46
2.2.6	逻辑索引	46
2.3	改变矩阵的大小和形状	47
2.3.1	扩展矩阵	47
2.3.2	重塑矩阵形状	49

2.3.3	缩小矩阵	53
2.3.4	预分配内存	54
2.4	对角矩阵	55
2.4.1	tril 函数	55
2.4.2	trace 函数	55
2.4.3	triu 函数	56
2.5	完全矩阵和稀疏矩阵	56
2.5.1	稀疏矩阵	56
2.5.2	有关稀疏矩阵的函数	57
2.6	空矩阵、向量和标量	61
2.6.1	空矩阵	61
2.6.2	向量	63
2.6.3	标量	63
2.7	获取有关矩阵的信息	64
2.7.1	矩阵的维数	64
2.7.2	矩阵的数据结构	67
2.7.3	矩阵使用的数据类型	67
2.8	矩阵元素的移位和排序	70
2.9	多维数组	75
2.9.1	概述	76
2.9.2	建立多维数组	77
2.9.3	存取多维数组的属性	80
2.9.4	多维数组的索引	81
2.9.5	重新排列多维数组的维	84
2.9.6	重塑多维数组	85
2.9.7	多维单元数组	86
第 3 章	创建 C 及 Fortran 语言 MEX	89
3.1	MEX 文件简介	89
3.2	MEX 源文件的结构	91
3.2.1	源文件的基本结构	91
3.2.2	MEX 文件的参数	92
3.3	创建 C 语言 MEX 文件	94
3.3.1	MEX 指令	94
3.3.2	在 Visual C++ 中创建 MEX 文件及调试	96
3.4	MEX 文件的内存管理	98
3.4.1	内存自动释放机制	98
3.4.2	内存保留变量	101

3.4.3	MEX 示例	102
3.5	Fortran 的 MEX 文件简介	116
3.5.1	简单的 Fortran 语言 MEX 文件示例	117
3.5.2	Fortran 语言 MEX 源文件的基本结构	118
3.6	管理 MATLAB 数据	118
3.7	创建可视化的 Fortran 语言 MEX 文件	120
3.8	Fortran 语言 MEX 文件示例	121
第 4 章	MAT 文件应用	133
4.1	MAT 文件格式介绍	133
4.2	保存和加载 MAT 文件	134
4.2.1	输出数据到 MAT 文件	134
4.2.2	从 MAT 文件输入数据	138
4.3	MEX 文件读写 MAT 文件	140
4.4	用 Visual C/C++ 6.0 编写 MAT 文件	144
4.4.1	创建 MAT 文件	144
4.4.2	对读出的数据进行处理	148
4.4.3	理解 MAT 文件的内部格式	151
4.5	MAT 文件编程	156
第 5 章	MATLAB 引擎	161
5.1	引擎函数	161
5.2	引擎的使用	162
5.2.1	C 语言应用程序中调用 MATLAB 引擎	163
5.2.2	Fortran 语言应用程序中调用 MATLAB 引擎	165
5.2.3	与已经运行的 MATLAB 连接	167
5.3	MATLAB 编译器代码控制	167
5.3.1	生成头文件	168
5.3.2	函数代码分析	169
5.3.3	包装文件	174
5.4	在 Visual C++ 6.0 中建立和调试引擎程序	179
5.5	在 C++ Builder 中使用 MATLAB 引擎	180
5.6	工程实例分析	182
第 6 章	MATLAB 编译器	189
6.1	MATLAB 与 C 编译器技术概述	189
6.2	MATLAB C 编译器的功能	189

6.3	使用 MATLAB 编译器的准备工作	190
6.4	使用 MCC	191
6.4.1	MCC 的选项	191
6.4.2	MATLAB 编译器的配置	192
6.4.3	MATLAB 编译器的使用	194
6.5	stand-alone 的可执行程序	197
6.5.1	mbuild 介绍	198
6.5.2	stand-alone 应用程序的发布	200
6.6	MATLAB 的高级应用	201
6.6.1	编译 script 文件	201
6.6.2	MATLAB 编译器关联分析失效的情况	201
6.6.3	从 C/C++ 中调用 MATLAB 内置函数	203
6.6.4	可变参数传递	204
6.6.5	在 MATLAB 中执行和 MCR 执行的不同之处	205
6.6.6	获取 CTF 文件的目录	205
6.6.7	屏幕打印和错误信息显示函数	206
6.7	使用 mcc 创建独立可执行的文件	210
6.7.1	编译 Loadlibrary 函数	210
6.7.2	使用 %external 编译指示实现 MATLAB 和 C/C++ 混合编程	217
6.8	MATLAB 编译器应用举例。	219
第 7 章	MATLAB 与 C 语言的接口编程	225
7.1	C 应用程序	225
7.1.1	C 应用程序的主要结构	225
7.1.2	Windows 平台下的可独立运行程序	227
7.1.3	错误和警告信息	231
7.2	操作 MATLAB 各阵列	233
7.2.1	数值阵列	233
7.2.2	字符阵列	239
7.2.3	稀疏矩阵	241
7.2.4	单元阵列	244
7.2.5	结构体阵列	247
7.2.6	阵列的通用操作	249
7.3	阵列的索引操作	251
7.3.1	为阵列元素赋值	252
7.3.2	提取阵列元素值	253
7.3.3	删除阵列元素值	255
7.3.4	MATLAB 索引与 C 函数索引的比较	255
7.4	MATLAB API 函数操作实例	256

7.4.1	更改 MATLAB 数值阵列的维数	256
7.4.2	分析并显示 MATLAB 阵列的内容	259
7.4.3	向 MAT 文件中写入 mxArray 变量	268
7.4.4	从 MAT 文件中读取 mxArray 变量	271
第 8 章	Visual C++与 MATLAB 接口	275
8.1	在 Visual C++中调用 MATLAB 引擎	275
8.1.1	API 函数介绍	275
8.1.2	使用 MATLAB 引擎	276
8.1.3	在 Visual C++中调用 MATLAB 引擎实例	276
8.2	Visual C++中创建 MAT 文件	283
8.3	Visual C++中使用 MATLAB 的 C、C++数学函数库	285
8.4	基于 MATCOM 实现 Visual C++与 MATLAB 接口	287
8.5	使用 COM 组件实现 Visual C++与 MATLAB 接口	294
第 9 章	MATLAB COM Builder 的编程实现	301
9.1	COM 的基础	301
9.1.1	COM 组件概述	301
9.1.2	COM 组件开发的知识	302
9.2	MATLAB 支持的组件自动化	304
9.2.1	在 MATLAB 下运行其它软件的组件	304
9.2.2	在其它程序下运行 MATLAB 的组件	307
9.3	使用 MATLAB COM Builder 混合编程	308
9.3.1	全局变量和类属性	308
9.3.2	事件处理应用	310
9.3.3	参数传递和转换	312
9.4	MATLAB COM Builder 工具库	314
9.4.1	概述	314
9.4.2	工具库的类	314
9.4.3	安装和发布控件	322
9.5	MATLAB COM 组件综合实例	322
9.5.1	编译 MATLAB COM 组件	323
9.5.2	创建 VBA 工程	324
9.5.3	创建 FourierMain 模块	324
9.5.4	设计窗体	326
9.5.5	测试程序	330

第 10 章	MATLAB 与其它语言的接口混合编程	331
10.1	MATLAB 与 Excel 接口编程	331
10.1.1	自动化连接	331
10.1.2	Excel link 安装	332
10.1.3	应用举例	339
10.2	MATLAB 与 Java 接口编程	341
10.2.1	MATLAB 的 Java 接口概述	341
10.2.2	Java 语言简介	342
10.2.3	Java 接口应用	343
10.2.4	应用举例	354
10.3	MATLAB.NET 生成器	356
10.3.1	.NET 生成器概述	356
10.3.2	创建.NET 组件	357
10.3.3	.NET 生成器的编程	358
10.3.4	应用举例	362
参考文献		365

第 1 章 MATLAB 入门

MATLAB 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 进行外部接口编程之前,首先介绍一下 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。

1.1 MATLAB 软件简介

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 将高性能的数据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 软件具有良好的开放性与扩充性,利用 MATLAB 提供的科学计算能力和 M 语言编辑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 软件,以提高产品自身的竞争能力。

目前 MATLAB 软件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 软件由若干个模块组成,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。

其中, MATLAB 是 MATLAB 软件家族的基础, 它提供了基本的数学算法, 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。

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 整个软件的最新发布版本为 Release 13, 表示 MATLAB 软件体系的第 13 次发布, 整个软件族不仅包含了 MATLAB 的基本功能模块, 还包含了应用于各种专业的工具箱等软件。MATLAB 基本功能模块的最新版本为 7.1。

Simulink 软件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 软件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 中包含的主要功能模块集合如表 1-1 所示。

表 1-1 MATLAB 中包含的主要功能模块集合

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

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, 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、性能最出色的软件为德国 dSPACE 公司研发的 dSPACE 系统。

Stateflow 软件是以 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 整个软件体系中共有 70 余个软件模块, 如果需要了解这些产品的详细信息, 可以参阅 MATLAB 的相关文献。

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 主窗体中，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 运行时的默认界面，如图 1-1 所示。

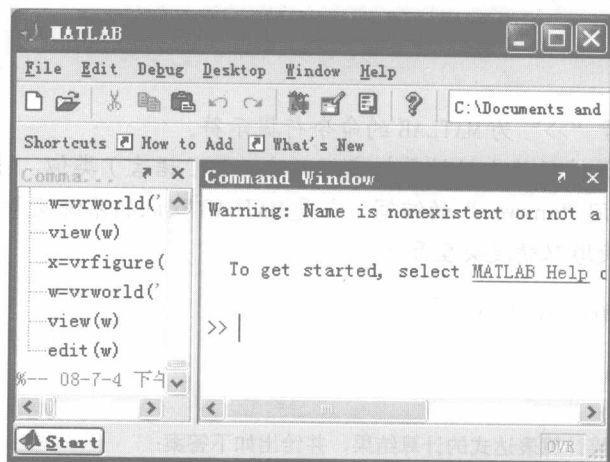


图 1-1 MATLAB 用户界面

MATLAB 的桌面环境可以通过【Desktop】→【Desktop Layout】菜单中的命令进行切换，命令如下所示。

- **Default:** 默认的界面，如图 1-1 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，即命令行窗口（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，即 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 的命令行窗口中输入任意算术表达式，系统将自动解算，并给出结果。

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

在命令行窗口中输入：

```
>> -5/(4.8+5.32)^2
```

按回车键，系统将直接计算表达式的计算结果，并且给出如下答案：

```
ans =  
-0.0488
```

注意：这里的符号“>>”为 MATLAB 的命令行提示符。

MATLAB 的数学运算符同其它的计算机高级语言（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 $(1+2i) \times (1-3i)$ 。

在命令行窗口中输入：

```
>> (1+2i)*(1-3i)
```

按回车键，系统将直接计算表达式的计算结果，并给出如下答案：

```
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。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。

上面的两个例子都是将 MATLAB 直接作为计算器来使用的。在 MATLAB 的命令行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 0 的数值，这是由 MATLAB 浮点数值计算精度造成的。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。