

高等学校计算机语言应用教程

MATLAB

教程与应用

◎ 敬照亮 主编

清华大学出版社 · 北京交通大学出版社

高等学校计算机语言应用教程

MATLAB 教程与应用

敬照亮 主编

清华大学出版社
北京交通大学出版社

• 北京 •

内 容 简 介

本书系统地讲述了目前广泛应用的科学与工程计算软件 MATLAB 的主要功能。内容包括概述、矩阵处理、程序设计、数值计算、符号运算、可视化图形绘图和 SIMULINK 仿真等。此外,本书精选了一些工程应用中的实例,分别涉及 MATLAB 的信号处理工具箱、图像处理工具箱、控制系统工具箱等。全书结合工程应用的实际,运用 MATLAB 实现对信号与系统的分析、自动控制系统的分析和设计及实际工程应用设计提供了大量而丰富的实验范例和设计范例。讲授、上机与课后练习相结合,注重精讲多练,培养学生利用 MATLAB 解决实际工程问题的能力。本书的突出特点是以 MATLAB 的实际应用为主,内容新颖,实用性强。

本书既可作为高校电子信息工程、电气工程、自动化等相关专业的高年级本科生和研究生的教材和参考书,又可作为广大科技工作者掌握和精通 MATLAB 的自学用书和使用手册。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13501256678 13801310933

图书在版编目(CIP)数据

MATLAB 教程与应用 / 敬照亮主编. —北京:清华大学出版社;北京交通大学出版社,2011.5
(高等学校计算机语言应用教程)

ISBN 978-7-5121-0547-8

I. ①M… II. ①敬… III. ①计算机辅助计算-软件包, MATLAB-高等学校-教材
IV. ①TP391.75

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 072033 号

责任编辑:王晓春 特邀编辑:吕 宏

出版发行:清华大学出版社 邮编:100084 电话:010-62776969 <http://www.tup.com.cn>

北京交通大学出版社 邮编:100044 电话:010-51686414 <http://press.bjtu.edu.cn>

印刷者:北京瑞达方舟印务有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185×260 印张:21 字数:529 千字

版 次:2011 年 5 月第 1 版 2011 年 5 月第 1 次印刷

书 号:ISBN 978-7-5121-0547-8/TP·641

印 数:1~4 000 册 定价:32.00 元

本书如有质量问题,请向北京交通大学出版社质监组反映。对您的意见和批评,我们表示欢迎和感谢。

投诉电话:010-51686043, 51686008; 传真:010-62225406; E-mail: press@bjtu.edu.cn。

前 言

MATLAB 具有功能强大、界面友好、语言自然且开放性强等优点,已经成为目前在科学研究和工程实践中应用最为广泛的大型科学计算应用软件。

本教材基于 MATLAB 7.0 版,讲解 MATLAB 的基础知识和核心内容。根据本课程“课时少、内容多、应用广、实践性强”的特点,教材在内容编排上,尽量精简非必要的部分,着重讲解 MATLAB 最基本的内容。对需要学生掌握的内容,做到由浅入深,实例引导,讲解翔实,既为教师讲授提供较大的选择余地,又为学生自主学习提供了方便。为使学生能通过练习和实际操作在较短的时间内掌握 MATLAB 的基本内容及其应用技术,本教材还加入了实验单元和课程设计单元。

本书具有以下特色。

(1) 内容选取科学,组织完善。作者在多年 MATLAB 教学和科研经验的基础上,对大量的资料进行整理挖掘,找出其中的核心问题,由浅入深地进行介绍,帮助读者能够迅速理解 MATLAB 的核心技术。

(2) 注重工程实践与理论结合。配备了大量实用的例题,保证读者能在最短的时间内以最小的投入掌握 MATLAB 的运算技巧,从而迅速具备解决本专业实际工程问题的能力。

全书分上、下两篇。上篇为 MATLAB 教程,包括第 1~9 章。第 1 章为概述,介绍 MATLAB 的基础知识和特点、现状及应用。第 2 章简要介绍 MATLAB 程序设计的特点和应用领域。第 3 章介绍 MATLAB 在线性代数中的数值计算基本方法。第 4 章介绍 MATLAB 在微积分中的数值计算方法。第 5 章介绍 MATLAB 符号运算方法。第 6 章主要介绍运用 MATLAB 对傅里叶级数、傅里叶变换的分析方法。第 7 章系统地介绍 MATLAB 图形用户界面的设计。第 8 章介绍 MATLAB 三维图形的设计方法。第 9 章介绍 Simulink 仿真环境。下篇为 MATLAB 应用,包括第 10~12 章。第 10 章为信号与系统实验单元,介绍双口网络测试、无源和有源滤波器的特性、用同时分析法观测方波信号的频谱、信号的抽样与抽样定理等运用 MATLAB 的实验项目。第 11 章为自动控制原理实验单元,介绍控制系统的阶跃响应、控制系统的频率特性测量、线性控制系统的稳定性分析等 8 个运用 MATLAB 的实验项目。第 12 章为自动控制原理课程设计单元,简述控制理论的基础知识,介绍 MATLAB 在控制理论中的应用和 Simulink 动态仿真集成环境以及自动控制系统设计任务(共 22 个任务选项),最后共列举了 11 个运用 MATLAB 的课程设计范例。

本书的第 1、2、3、4、5、11、12 章由华中科技大学敬照亮编写;第 6、7、8 章由许昌学院李文鑫编写;第 9、10 章由武汉工程大学吴亚玲编写。在本书写作过程中,参阅了互联网上相关的文章和杂志,由于内容比较杂,这里不一一列举,在此一并对文章的作者表示衷心的感谢。

本书下篇的程序代码可在北京交通大学出版社网站下载或向 cbswxc@jg.bjtu.edu.cn 索取。

由于作者水平有限,书中难免存在错误和疏漏之处,恳请读者批评指正。

编 者

2011 年 5 月

目 录

上篇 MATLAB 教程

第 1 章 概述	1
1.1 MATLAB 简介	1
1.1.1 MATLAB 的概况	1
1.1.2 MATLAB 产生的历史背景	2
1.1.3 MATLAB 的语言特点	3
1.2 MATLAB 的基本组成和特点	4
1.2.1 MATLAB 的语言部分	4
1.2.2 MATLAB 语言的传统优点	4
1.2.3 MATLAB 7.0 的新特点	5
1.3 MATLAB 界面简介	6
1.3.1 启动按钮	7
1.3.2 命令窗口	7
1.3.3 命令历史窗口	9
1.3.4 工作空间窗口	9
1.3.5 当前目录浏览器	11
1.4 MATLAB 的帮助系统	12
1.4.1 帮助浏览器	12
1.4.2 help 函数和 doc 函数	13
1.5 Simulink	13
1.5.1 Simulink 的传统优点	14
1.5.2 Simulink 6.0 的特点	14
1.6 MATLAB 运算量	14
1.7 矩阵运算	15
1.8 应用举例	16
小结	17
思考题与习题	18
第 2 章 程序设计	19
2.1 M 文件	19
2.1.1 M 文件的建立与编辑	19
2.1.2 M 文件的分类	21
2.2 MATLAB 7.0 程序控制	22

2.2.1 顺序控制	22
2.2.2 选择语句	23
2.2.3 分支语句	25
2.2.4 模块	27
2.2.5 for 循环语句	28
2.2.6 while 循环	31
2.2.7 人机交互命令	32
2.2.8 循环的嵌套	33
2.3 函数文件	34
2.3.1 函数文件格式	34
2.3.2 函数调用	36
2.3.3 函数所传递参数的可调性	37
2.4 全局变量和局部变量	38
2.5 类和对象	39
2.6 文件操作	41
2.6.1 文件的打开与关闭	42
2.6.2 二进制文件读写操作	42
2.6.3 文本文件读写操作	43
2.6.4 数据文件定位	44
小结	45
思考题与习题	45
第 3 章 线性代数中的数值计算	46
3.1 线性方程组	46
3.2 矩阵函数	50
3.3 特殊矩阵	51
3.4 矩阵的特征值与特征向量	53
3.5 矩阵求逆	57
3.6 稀疏矩阵	59
小结	63
思考题与习题	63
第 4 章 微积分中的数值计算	64
4.1 绘图	64
4.2 极小化	66
4.3 求零点	67
4.4 积分	68
4.5 微分	70
4.6 微分方程	72
4.7 M 文件举例	74
小结	77

思考题与习题	78
第 5 章 MATLAB 符号运算	79
5.1 符号对象	79
5.1.1 创建符号变量和符号矩阵	79
5.1.2 符号表达式的基本运算函数	80
5.1.3 符号表达式的化简函数	81
5.1.4 符号表达式的替换函数	83
5.2 符号微积分	84
5.2.1 符号极限	84
5.2.2 符号求导	85
5.2.3 符号积分	85
5.2.4 积分变换	86
5.3 符号代数方程的求解	87
5.3.1 线性方程组的符号解	87
5.3.2 一般代数方程组的解	89
5.4 符号微分方程的求解	91
5.4.1 符号解法和数值解法的互补作用	91
5.4.2 求微分方程符号解的一般指令	91
5.4.3 微分方程符号解示例	91
5.5 利用 MAPLE 的深层符号计算资源	93
5.5.1 经典特殊函数的调用	93
5.5.2 MAPLE 库函数在线帮助的检索树	93
5.5.3 发挥 MAPLE 的计算潜力	95
小结	98
思考题与习题	99
第 6 章 傅里叶分析	100
6.1 快速傅里叶变换	100
6.2 傅里叶级数	102
6.3 离散余弦变换	109
小结	110
思考题与习题	111
第 7 章 GUIDE 设计	112
7.1 导引	112
7.2 图形用户界面的设计原则	115
7.2.1 设计原则	115
7.2.2 界面制作步骤	116
7.3 界面菜单	116
7.3.1 图形窗的标准菜单	116
7.3.2 自制的用户菜单	117

7.3.3	用户菜单的属性	118
7.3.4	现场菜单的制作	125
7.4	用户控件	126
7.4.1	控件制作函数	126
7.4.2	用户控件的种类	127
7.4.3	控件制作示例	127
7.5	由 M 函数文件产生用户菜单和控件	133
7.5.1	利用全局变量编写用户界面函数文件	133
7.5.2	利用 UserData 属性编写用户界面函数文件	134
7.5.3	利用递归法编写用户界面函数文件	135
7.6	图形用户界面设计工具	137
7.6.1	界面设计工具的结构和调用指令	138
7.6.2	交互式用户界面设计工具应用示例	138
	小结	148
	思考题与习题	149
第 8 章	三维图形	150
8.1	函数 plot3	150
8.2	改变视角	152
8.3	两个变量的标量函数	154
8.4	杂乱或散射数据的插值	156
8.5	网格图	157
8.6	曲面图	160
8.7	等值线图	164
8.8	三维数据的二维图	166
8.9	其他函数	170
8.10	动画	172
	小结	174
	思考题与习题	175
第 9 章	Simulink 仿真环境	176
9.1	Simulink 简介	176
9.1.1	系统要求	176
9.1.2	Simulink 的安装	177
9.1.3	Simulink 入门	177
9.1.4	界面与菜单	179
9.2	Simulink 模型的构建	181
9.2.1	创建模型文件	181
9.2.2	标准模块的选取	181
9.2.3	模块的移动、删除和复制	182
9.2.4	模块的连接	182

9.2.5 模块属性的改变	183
9.2.6 模型文件的保存	184
9.3 连续系统建模	185
9.3.1 线性系统	185
9.3.2 非线性系统	190
9.4 子系统的创建	195
9.4.1 简装子系统及其应用	196
9.4.2 精装子系统	197
9.4.3 条件执行子系统	202
9.5 离散时间系统和混合系统	207
9.5.1 若干基本模块	207
9.5.2 多速率离散时间系统	208
9.5.3 离散-连续混合系统	209
小结	211
思考题与习题	211

下篇 MATLAB 应用

第 10 章 信号与系统实验单元	212
10.1 双口网络测试	212
10.2 无源和有源滤波器的特性	216
10.3 用同时分析法观测方波信号的频谱	219
10.4 信号的抽样与抽样定理	223
10.5 应用 MATLAB 实现周期信号的傅里叶级数分解与综合	226
10.6 二阶系统的模拟	229
章附录 测量仪器仪表工作原理与信号系统实验箱简介	232
第 11 章 自动控制原理实验单元	236
11.1 控制系统的阶跃响应	236
11.2 控制系统的频率特性测量	244
11.3 线性控制系统的稳定性分析	249
11.4 控制系统频率特性仿真研究	254
11.5 非线性系统的计算机仿真	255
11.6 控制系统的品质及校正装置的应用	255
11.7 极点配置全状态反馈控制	256
11.8 状态反馈控制系统	261
11.9 控制系统框图模型的 Simulink 表示	264
第 12 章 自动控制原理课程设计单元	266
12.1 控制系统的数学描述	266
12.1.1 微分方程	266
12.1.2 传递函数	270

12.1.3	状态空间描述	273
12.1.4	模型转换	275
12.2	控制系统的校正	278
12.2.1	单变量系统的两种主要校正方式	278
12.2.2	超前校正、滞后校正及滞后超前校正	278
12.2.3	串联校正举例	281
12.3	MATLAB 在控制理论中的应用	285
12.3.1	概述	285
12.3.2	控制系统函数全集	291
12.3.3	应用实例	293
附录 A	工具箱函数汇总	301
A1	统计工具箱函数	301
A2	优化工具箱函数	308
A3	样条工具箱函数	310
A4	偏微分方程数值解工具箱函数	311
附录 B	常用函数	314
附录 C	MATLAB 的 30 个方法	316
参考文献		323

上篇 MATLAB 教程

第 1 章 概 述

【学习目标】

- (1) 了解 MATLAB 的概况及产生的历史背景。
- (2) 了解 MATLAB 的基本组成和特点。
- (3) 了解 MATLAB 的界面及使用方法。
- (4) 能够使用 MATLAB 进行基本的运算。

MATLAB 是一种功能十分强大、运算效率很高的数字工具软件，全称为 Matrix Laboratory。起初它是一种专门用于矩阵运算的软件，经过多年的发展，MATLAB 已经发展成为一种功能强大的软件，几乎可以解决科学计算中的任何问题。矩阵和数组是 MATLAB 的核心。此外，MATLAB 还提供了非常广泛和灵活的方式处理数据集的数组运算功能。另外，MATLAB 除了对矩阵提供了强大的处理能力之外，还具有一种与其他高级语言相似的编程特性。同时，它还可以与 Fortran 和 C 语言混合编程，进一步扩展了其功能。在图形可视化方面，MATLAB 提供了图形用户界面（GUI），使得用户可以进行可视化编程。因此，MATLAB 就把数据结构、编程特性及图形用户界面完美地结合到一起。

本章主要介绍 MATLAB 的功能、发展历史及 MATLAB 7.0 的新特点等。由于 MATLAB 软件在不断地更新，本章还将介绍获取 MATLAB 7.0 最新信息的途径。

1.1 MATLAB 简介

MATLAB 最初是由 Cleve Moler 用 Fortran 语言设计的，有关矩阵的算法来自 Linpack 和 Eispack 课题的研究成果；现在的 MATLAB 程序是由 MathWorks 公司用 C 语言开发的。本节主要介绍 MATLAB 的整体情况及其特点。

1.1.1 MATLAB 的概况

起初，MATLAB 是专门用于矩阵数值计算的一种数学软件，但伴随着 MATLAB 的逐步市场化，它的功能也越来越强大。从 MATLAB 4.1 开始，MATLAB 开始拥有自己的符号运算功能，从而使 MATLAB 可以替代其他一些专用的符号计算软件。

在 MATLAB 环境下，用户可以集成地进行程序设计、数值计算、图形绘制、输入输出、文件管理等多项操作。在美国的一些大学里，MATLAB 已经成为对数值线性代数及其

他一些高等应用数学课程进行辅助教学的有益工具。在工程技术界，MATLAB 也用来解决一些实际课题和数学模型问题。典型的应用包括数值计算、算法设计与验证，以及一些特殊的矩阵计算应用，如自动控制理论、统计和数字信号处理（时间序列分析）等。

MATLAB 是一个很大的软件，有着非常强大的功能，仅是基本的 MATLAB 产品就有 1 000 个以上的内部函数可供调用，这比其他任何工具提供的函数都要多。而且，由于 MATLAB 具有良好的开放性，它与符号运算功能最强大的工具软件 Maple 之间也有接口。这样，MATLAB 在数值计算、符号运算和图形处理等方面在同类产品中占据了优势。可以说，由于 MATLAB 的强大功能，再加上它本身比较简单易学，它已成为高校师生、科研人员和工程技术人员的首选。掌握 MATLAB 将给工作和学习带来巨大的方便，可以极大地提高工作效率和质量。

1.1.2 MATLAB 产生的历史背景

在 20 世纪 70 年代中期，Cleve Moler 博士及其同事在美国国家科学基金的资助下开发了调用 EISPACK 和 LINPACK 的 Fortran 子程序库。EISPACK 是特征值求解的程序库，LINPACK 是解线性方程的程序库。在当时，这两个程序库代表矩阵运算的最高水平。

到 70 年代后期，身为美国 New Mexico 大学计算机系系主任的 Cleve Moler，在给学生讲授线性代数课程时，想教学生使用 EISPACK 和 LINPACK 程序库，但他发现学生用 Fortran 编写接口程序很费时间，于是他开始自己动手，利用业余时间为学生编写 EISPACK 和 LINPACK 的接口程序。Cleve Moler 给这个接口程序取名为 MATLAB，该名为矩阵（matrix）和实验室（laboratory）两个英文单词的前三个字母的组合。在以后的数年里，MATLAB 在多所大学里作为教学辅助软件使用，并作为面向大众的免费软件广为流传。

1983 年春天，Cleve Moler 到 Stanford 大学讲学，MATLAB 深深地吸引了工程师 John Little，他敏锐地觉察到 MATLAB 在工程领域的广阔前景。同年，他和 Cleve Moler、Steve Bangert 一起，用 C 语言开发了 MATLAB 的第二代专业版。这一代的 MATLAB 语言同时具备了数值计算和数据图示化的功能。

1984 年，Cleve Moler 和 John Little 成立了 MathWorks 公司，正式把 MATLAB 推向市场，并继续进行 MATLAB 的研究和开发。

在当今 30 多个数学类科技应用软件中，就软件数学处理的原始内核而言，可分为两大类。一类是数值计算型软件，如 MATLAB、Xmath、Gauss 等，这类软件长于数值计算，对处理大批数据效率高；另一类是数学分析型软件，如 Mathematica、Maple 等，这类软件以符号计算见长，能给出解析解和任意精确解，其缺点是处理大量数据时效率较低。MathWorks 公司顺应多功能需求之潮流，在其卓越数值计算和图示能力的基础上，又率先在专业水平上开拓了其符号计算、文字处理、可视化建模和实时控制能力，开发了适合多学科、多部门要求的新一代科技应用软件 MATLAB。经过多年的国际竞争，MATLAB 已经占据了数值计算软件市场的主导地位。

时至今日，经过 MathWorks 公司的不断完善，MATLAB 已经发展成为适合多学科、多种工作平台的功能强大的大型软件。在国外，MATLAB 已经经受了多年考验。在欧美等高

校, MATLAB 已经成为线性代数、自动控制理论、数理统计、数字信号处理、时间序列分析及动态系统仿真等高级课程的基本教学工具,成为本科生、硕士生、博士生必须掌握的基本技能。在设计研究单位和工业部门, MATLAB 被广泛用于科学研究和解决各种具体问题。在国内,特别是工程界, MATLAB 一定会盛行起来。可以说,无论从事工程方面的哪个学科,都能在 MATLAB 里找到合适的功能。

1.1.3 MATLAB 的语言特点

一种语言之所以能如此迅速地普及,显示出如此旺盛的生命力,是由于它有着不同于其他语言的特点。正如同 Fortran 和 C 语言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,使编程人员从烦琐的程序代码中解放出来。MATLAB 最突出的特点就是简洁。MATLAB 用更直观的、符合人们思维习惯的代码,代替了 Fortran 和 C 语言的冗长代码。MATLAB 给用户带来的是最直观、最简洁的程序开发环境。以下简单介绍一下 MATLAB 的主要特点。

(1) 语言简洁紧凑,使用方便灵活,库函数极其丰富。MATLAB 程序书写形式自由,利用丰富的库函数避开繁杂的子程序编程任务,压缩了一切不必要的编程工作。由于库函数都由本领域的专家编写,用户不必担心函数的可靠性。可以说,用 MATLAB 进行科技开发是站在专家的肩膀上。

具有 Fortran 和 C 语言等高级语言知识的读者可能已经注意到,如果用 Fortran 或 C 语言去编写程序,尤其当涉及矩阵运算和画图时,编程会很麻烦。例如,如果用户想求解一个线性代数方程,就得编写一个程序块读入数据,然后再使用一种求解线性方程的算法(如追赶法)编写一个程序块来求解方程,最后再输出计算结果。在求解过程中,最麻烦的要算第二部分。解线性方程的麻烦在于要对矩阵的元素作循环,选择稳定的算法和代码的调试都不容易。即使有部分源代码,用户也会感到麻烦,且不能保证运算的稳定性。解线性方程的程序用 Fortran 和 C 语言这样的高级语言编写,至少需要四百多行,调试这种几百行的计算程序可以说很困难。用 MATLAB 解决这类问题则非常简便。

(2) 运算符丰富。由于 MATLAB 是用 C 语言编写的, MATLAB 提供了和 C 语言几乎一样多的运算符,灵活使用 MATLAB 的运算符将使程序变得极为简短。

(3) MATLAB 既具有结构化的控制语句(如 for 循环、while 循环、break 语句和 if 语句),又有面向对象编程的特性。

(4) 程序限制不严格,程序设计自由度大。例如,在 MATLAB 里,用户无须对矩阵预定义就可使用。

(5) 程序的可移植性很好,基本上不做修改就可以在各种型号的计算机和操作系统上运行。

(6) MATLAB 的图形功能强大。在 Fortran 和 C 语言里,绘图都很不容易;但在 MATLAB 里,数据的可视化非常简单。MATLAB 还具有较强的编辑图形界面的能力。

(7) 功能强大的工具箱是 MATLAB 的另一特色。MATLAB 包含两个部分:核心部分和各种可选的工具箱。核心部分中有数百个核心内部函数。可选的工具箱又分为两类:功能性工具箱和学科性工具箱。功能性工具箱主要用来扩充其符号计算功能、图示建模仿真功能、

文字处理功能及与硬件实时交互功能。功能性工具箱用于多种学科。学科性工具箱是专业性比较强的,如 Control、Toolbox、Signal Processing Toolbox、Communication Toolbox 等。这些工具箱都是由该领域内学术水平很高的专家编写的,所以用户无须编写自己学科范围内的基础程序,而直接进行高、精、尖的研究。

(8) 源程序的开放性。开放性也许是 MATLAB 最受人们欢迎的特点。除内部函数以外,所有 MATLAB 的核心文件和工具箱文件都是可读可改的源文件,用户可通过对源文件的修改及加入自己的文件构成新的工具箱。

(9) MATLAB 的缺点是,它和其他高级程序语言相比,程序的执行速度较慢。由于 MATLAB 的程序不用编译等预处理,也不生成可执行文件,程序为解释执行,所以速度较慢。

1.2 MATLAB 的基本组成和特点

经过近 20 多年的实践,人们已经意识到:MATLAB 作为计算工具和科技资源,可以扩大科学研究的范围、提高工程生产的效率、缩短开发周期、加快探索步伐、激发创造活力。那么,作为当前较新版本的 MATLAB 7.0 究竟包括哪些内容?有哪些特点呢?

1.2.1 MATLAB 的语言部分

7.0 以前版本的 MATLAB 语言比较简单:它只有双精度数值和简单字符串两种数据类型,只能处理一维、二维数组。另外,其控制流和函数形式也都比较简单。这一方面与当时软件的整体水平有关,另一方面与 MATLAB 仅限于数值计算和图形可视应用的设计目标有关。

从 7.0 版起, MATLAB 对其语言进行了根本性的变革,使之成为一种高级的“阵列式”语言。

1.2.2 MATLAB 语言的传统优点

MATLAB 自问世起,就以数值计算称雄。MATLAB 进行数值计算的基本处理单位是复数数组(或称阵列),并且数组维数是自动按照规则确定的。这一方面使 MATLAB 程序可以被高度“向量化”,另一方面使用户易写易读。

例如,已知 t 的采样数据是 $(n \times m)$ 维数组,要计算 $y = e^{-2t} \sin(5t)$ 。对一般的计算语言来说,必须采用两层循环才能得到结果。这不但程序复杂,而且循环十分费时。MATLAB 处理这类问题则简捷得多,它只需直截了当的一条指令:

```
y = exp(-2*t)*sin(5*t)
```

就可获得同样是 $(n \times m)$ 维的 y 数组。这就是所谓的“数组运算”。这种运算在信号处理和图形可视中将被频繁使用。

又如,对于求解 $Ax = b$ 代数方程问题。教科书的基本叙述:当 A 是标量时, $x = \frac{b}{A}$; 当 A 是非奇异矩阵时, $x = A^{-1}b$; 当 A 是行数大于列数的满秩矩阵时, $x = (A^T A)^{-1} A^T b$; 当

矩阵 A 的列数大于行数时, x 有无数解。一般程序就必须按以上不同情况进行编程。然而对 MATLAB 来说, 那只需一条指令:

$$x=A \backslash b$$

指令是简单的, 但其内涵却远远超出了普通教科书的范围, 其计算的快速性、准确性和稳定性都是普通程序所远不能及的。

1.2.3 MATLAB 7.0 的新特点

MATLAB 是一种高级计算语言, 是进行数据分析和算法与应用开发的交互式开发环境。MATLAB 7.0 在编程、代码效率、图形、计算、数据获取和运行等方向主要有下面几个新特点。

1. 开发环境

- 提供了新的界面。新界面提供了多文档管理、制定图形窗口及保存文件输出和常用命令快捷键的能力。
- 改进了数组编辑器和工作空间浏览器, 使得察看、编辑变量和用变量数据绘图更加容易。
- 可以在编辑器中执行一部分 M 代码。

2. 编程

- 可以创建嵌套函数, 它提供了定义和调用自定义函数的一种更便捷的途径。
- 提供了在命令行或脚本式 M 文件中定义单行函数的隐函数表示形式。
- 提供了用标准调用语法而不是 feval 调用函数句柄的能力。
- 使用条件断点, 可以在条件表达式为真时停止运行。

3. 计算

- 整数计算部分, 可以在计算和处理更大的整型数据集时保持数据类型。
- 单精度计算、FFT 和滤波这几部分, 可以处理更大的单精度数据集。
- 计算几何部分, 可以使用更稳健的函数, 它对算法选择给出了更多控制。
- 使用 linsolve 函数, 通过指定矩阵系数的结构, 可以更快地求解线性方程组。
- ODE 求解器可以控制隐式差分方程和多点边界值问题。

4. 图形

- 使用新的绘图界面, 可以在不输入 M 代码的情况下交互式地创建和编辑图形。
- 可以自动生成图形的 M 代码。这样, 可以利用该代码重建图形。
- 图形标注作了改进, 包括绘制图形、对象对齐和将标注“钉”到数据点。
- 提供了数据探索工具, 包括图形平移和数据光标等。
- 可以对成组的图形对象进行旋转、平移和缩放等变换。
- 可以从 GUIDE 获取用户界面面板和 ActiveX 控件。

5. 数据获取和外部接口

- 提供了读取很大的文本文件及写为 Excel 和 HDF5 文件的文件输入输出函数。
- 提供了压缩 MAT 文件的选项, 使得可以用更少的磁盘空间保存大的数据。
- 使用 javaaddpath 函数可以在不重新启动 MATLAB 的情况下动态添加、删除和重新载

入 Java 类。

- COM 定制接口、服务器事件和 Visual Basic 脚本支持。
- 可以基于 SOAP 获取 Web 服务。
- 提供了可以连接到 FTP 服务器进行远程文件操作的 FTP 对象。
- MAT 文件中的字符数据可以用于多种语言。

1.3 MATLAB 界面简介

启动 MATLAB 时，第一件事情就是查看 MATLAB 界面。它由几个管理文件、变量和与 MATLAB 相关的应用程序的工具组成。

第一次启动 MATLAB 时，界面如图 1.1 所示。可以根据需要改变界面外观设置，包括移动、缩放和关闭文件窗口。

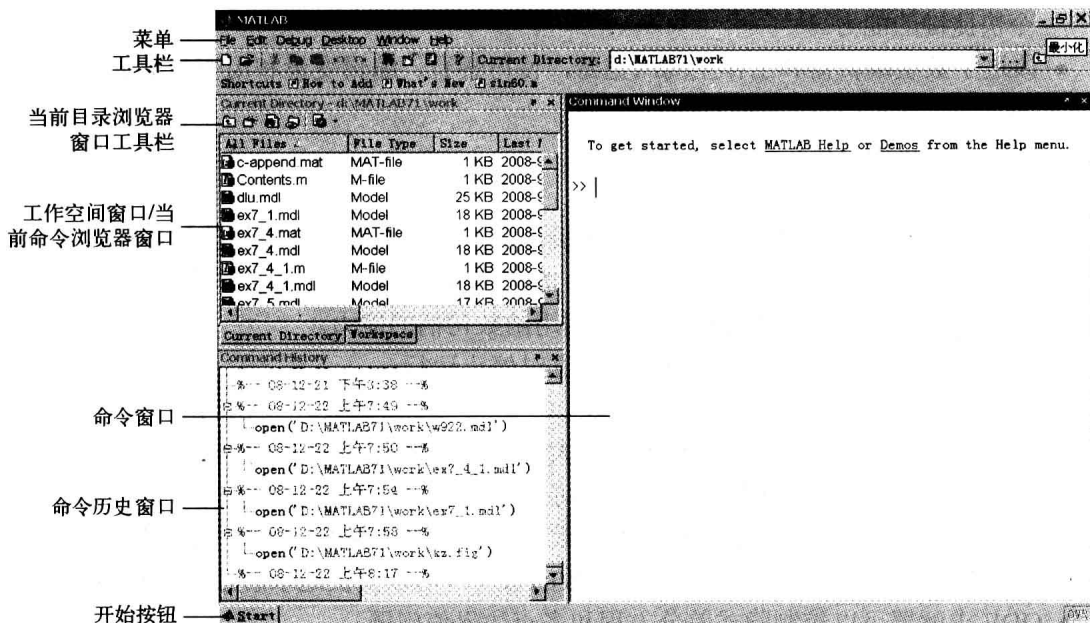


图 1.1 MATLAB 界面

MATLAB 界面包括表 1.1 中的几种工具窗口，在默认情况下，它们中间有一些没有显示。如果更喜欢命令行界面，可以用等价的函数完成界面工具可以完成的任务。

表 1.1 MATLAB 的界面工具

界面工具	描述
数组编辑器	查看表格形式的数组内容并编辑数组的值
命令窗口	运行 MATLAB 函数
命令历史窗口	显示命令窗口中键入的命令，可以从该窗口中复制和运行命令
当前路径浏览器	查看文件，进行打开、查找和管理等操作
编辑器/调试器	创建、编辑和调试 M 文件（包括 MATLAB 函数的文件）

续表

界面工具	描 述
图形窗口	创建、修改、查看和打印 MATLAB 图形
帮助浏览器	查看和搜索所有 MathWorks 产品文档
Profiler 窗口	用图形界面改进 M 文件的运行
启动按钮	运行工具和获取所有 MathWorks 产品文档，并创建和使用 MATLAB 快捷方式
Web 浏览器	查看 HTML 和 MATLAB 相关的信息
工作空间浏览器	查看和改变工作空间中的内容

1.3.1 启动按钮

打开 MATLAB 主界面以后，单击 **Start** 按钮或启动按钮，显示一个菜单，如图 1.2 所示。也可以通过同时按下 **Alt** 键和 **S** 键来查看 **Start** 菜单的内容。

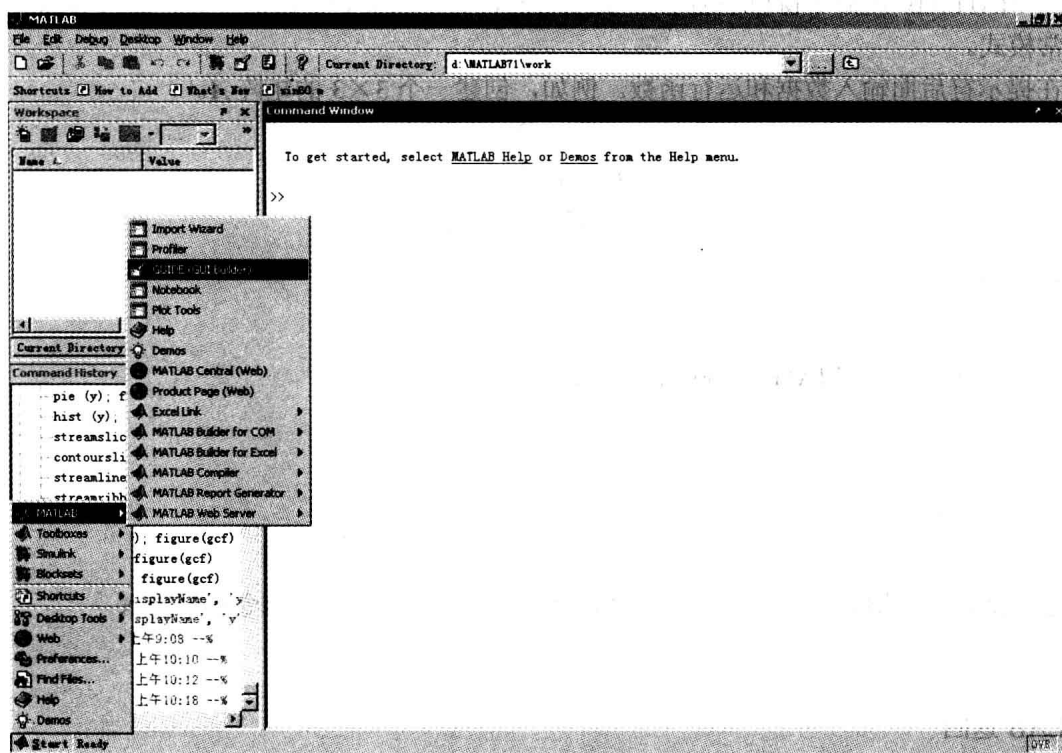


图 1.2 “Start” 菜单

利用 **Start** 菜单及其子菜单中的选项，可以直接打开 MATLAB 相关工具。

1.3.2 命令窗口

命令窗口是用于输入数据，运行 MATLAB 函数和脚本并显示结果的主要工具之一。命令窗口没有打开时，从 **Desktop** 菜单中选择 **Command Window** 选项可以打开它。命令窗口如