

21世纪高等学校计算机规划教材

21st Century University Planned Textbooks of Computer Science

MATLAB

基础与应用教程

Fundamental and Application of MATLAB

蔡旭晖 刘卫国 蔡立燕 编著

- 强调算法原理，突出应用实践
- 循序渐进，深入浅出，便于教与学
- 内容丰富，提供实验、课件、实例源代码



精品系列



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

21世纪高等学校计算机规划教材

21st Century University Planned Textbooks of Computer Science

MATLAB

基础与应用教程

Fundamental and Application of MATLAB

蔡旭晖 刘卫国 蔡立燕 编著



人民邮电出版社 精品系列

人民邮电出版社

北京

图书在版编目(CIP)数据

MATLAB基础与应用教程 / 蔡旭晖, 刘卫国, 蔡立燕编
著. —北京: 人民邮电出版社, 2009. 8
21世纪高等学校计算机规划教材
ISBN 978-7-115-20724-1

I. M… II. ①蔡…②刘…③蔡… III. 计算机辅助计算—
软件包, MATLAB 7.7—高等学校—教材 IV. TP391.75

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第054037号

内 容 提 要

本书以 MATLAB 7.7 版本为基础, 结合高等学校课堂教学和工程科学计算应用的需要, 从实用角度出发, 通过大量的算法实现和典型应用实例, 系统地介绍 MATLAB 的各种功能与应用。全书共分 12 章, 内容包括 MATLAB 基础知识 MATLAB 程序设计、图形绘制、线性代数中的数值计算、数据处理与多项式计算、数值微积分与常微分方程求解、符号计算、图形句柄、图形用户界面设计、Simulink 仿真环境、MATLAB 应用接口, 以及 MATLAB 在各学科中的应用。

本书可作为高等院校理工科专业本科生和研究生的教材, 也可供广大科技工作者阅读参考。

21 世纪高等学校计算机规划教材

MATLAB 基础与应用教程

- ◆ 编 著 蔡旭晖 刘卫国 蔡立燕
责任编辑 邹文波
- ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号
邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
北京世纪雨田印刷有限公司印刷
- ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 16
字数: 417 千字 2009 年 8 月第 1 版
印数: 1—3 000 册 2009 年 8 月北京第 1 次印刷

ISBN 978-7-115-20724-1/TP

定价: 26.00 元

读者服务热线: (010)67170985 印装质量热线: (010)67129223

反盗版热线: (010)67171154

出版者的话

计算机应用能力已经成为社会各行业从业人员最重要的工作技能要求之一，而计算机教材质量的好坏会直接影响人才素质的培养。目前，计算机教材出版市场百花争艳，品种急剧增多，要从林林总总的教材中挑选一本适合课程设置要求、满足教学实际需要的教材，难度越来越大。

人民邮电出版社作为一家以计算机、通信、电子信息类图书与教材出版为主的科技教育类出版社，在计算机教材领域已经出版了多套计算机系列教材。在各套系列教材中涌现出了一批被广大一线授课教师选用、深受广大师生好评的优秀教材。老师们希望我社能有更多的优秀教材集中地呈现在老师和读者面前，为此我社组织了这套“21世纪高等学校计算机规划教材——精品系列”。

本套教材具有下列特点。

(1) 前期调研充分，适合实际教学需要。本套教材主要面向普通本科院校的学生编写，在内容深度、系统结构、案例选择、编写方法等方面进行了深入细致的调研，目的是在教材编写之前充分了解实际教学的需要。

(2) 编写目标明确，读者对象针对性强。每一本教材在编写之前都明确了该教材的读者对象和适用范围，即明确面向的读者是计算机专业、非计算机理工类专业还是文科类专业的学生，尽量符合目前普通高等教育计算机课程的教学计划、教学大纲以及发展趋势。

(3) 精选作者，保证质量。本套教材的作者，既有来自院校的一线授课老师，也有来自IT企业、科研机构等单位的资深技术人员。通过他们的合作使老师丰富的实际教学经验与技术人员丰富的实践工程经验相融合，为广大师生编写出适合目前教学实际需求、满足学校新时期人才培养模式的高质量教材。

(4) 一纲多本，适应面宽。在本套教材中，我们根据目前教学的实际情况，做到“一纲多本”，即根据院校已学课程和后续课程的不同开设情况，为同一科目提供不同类型的教材。

(5) 突出能力培养，适应人才市场要求。本套教材贴近市场对于计算机人才的能力要求，注重理论知识与实际应用的结合，注重实际操作和实践动手能力的培养，为学生快速适应企业实际需求做好准备。

(6) 配套服务完善。对于每一本教材，我们在教材出版的同时，都将提供完备的PPT课件，并根据需要提供书中的源程序代码、习题答案、教学大纲等内容，部分教材还将在作者的配合下，提供疑难解答、教学交流等服务。

在本套教材的策划组织过程中，我们获得了来自清华大学、北京大学、中国人民大学、浙江大学、吉林大学、武汉大学、哈尔滨工业大学、东南大学、四川大学、上海交通大学、西安交通大学、电子科技大学、西安电子科技大学、北京邮电大学、北京林业大学等院校老师的大力支持和帮助，同时获得了来自信息产业部电信研究院、联想、华为、中兴、同方、爱立信、摩托罗拉等企业和科研单位的领导或技术人员的积极配合。在此，向他们表示衷心的感谢。

我们相信，“21世纪高等学校计算机规划教材——精品系列”一定能够为我国高等院校计算机教学做出应有的贡献。同时，对于工作欠缺和不妥之处，欢迎老师和读者提出宝贵的意见和建议。

MATLAB (MATrix LABoratory) 是 MathWorks 公司于 1984 年开发的科学与工程计算软件。它以矩阵运算为基础,将高性能的数值计算和符号计算功能、强大的绘图功能、动态系统仿真功能以及为数众多的应用工具箱集成在一起,是颇具特色和影响的科学计算软件,在科学研究以及工程设计领域有着十分广泛的应用。在高等院校,无论是在课程教学,还是在课程设计、毕业设计等培养环节中,应用 MATLAB 已十分普遍。许多高等院校将 MATLAB 语言列入培养方案,纳入计算机教育课程体系,开设了相应的课程。

本书是编者在教学实际需要的基础上,根据教学改革的实践经验,结合技术发展趋势,经过系统总结后编写而成的。本书具有以下特点。

(1) 反映了 MATLAB 技术的发展和最新的应用成果。

近年来, MATLAB 版本不断更新,功能不断完善。2008 年, MathWorks 公司推出了 MATLAB 最新的版本 R2008b (MATLAB 7.7)。该版本集成了最新的 MATLAB 7.7 编译器、Simulink 7.2 仿真软件以及很多工具箱,增加了很多新的功能和特性,内容相当丰富。本书以 MATLAB 7.7 版为基础,全面介绍 MATLAB 的各种功能与应用。

在 MATLAB 版本不断更新的同时, MATLAB 的应用领域也得到不断拓展。本书介绍了 MATLAB 一些学科方面的应用工具箱和应用案例,能起到引导、示范的作用。

(2) 体现基本原理,突出应用特色。

本书在介绍 MATLAB 基本功能的同时,介绍具体的实现原理,但最终以应用为目的,体现了突出基本原理是为了更好地应用,使应用更富有规律的理念。本书让读者在理解算法原理的基础上使用 MATLAB 的功能,使教材既成为教学内容的载体,也成为思维方法和认知过程的载体。例如,在介绍数值计算功能时,尽可能介绍相关的算法背景,使学生能得到基本数值计算方法的训练,这对培养创新能力是很有必要的。

(3) 遵循循序渐进的原则,体现认知规律的特点,便于读者学习。

本书以 MATLAB 的基本语言要素为切入点,由浅入深地介绍了 MATLAB 的绘图、数值计算、符号计算等基本功能,非常适合作为学习 MATLAB 的基础教材。在内容的选取上,不贪多求全,而是循序渐进、降低台阶、分散难点。书中结合 MATLAB 语言的特点,融入了编者应用 MATLAB 的经验和体会,通过大量的示例讲解知识点和应用,启发读者思考。

本书可作为高等院校理工科专业大学生、研究生学习的教材,也可供广大科技工作者阅读使用。本书提供教学用的电子教案和相关实例的源程序代码,读者可以从人民邮电出版社教学服务与资源网 (www.ptpedu.com.cn) 上下载。

本书第 1 章、第 2 章由刘卫国编写,第 3~7 章由蔡立燕编写,第 8~12 章由蔡旭晖编写,参加编写的还有杨斌、刘勇、张志良、李斌、康维、罗站城、邹美群、胡勇刚、赵慧明等。

由于编者水平有限,书中难免有不妥之处,恳请各位读者批评指正。

编者

2009 年 3 月

目 录

第 1 章 MATLAB 基础知识.....1

1.1 MATLAB 的发展与主要功能.....1

1.1.1 MATLAB 的发展.....1

1.1.2 MATLAB 的主要功能.....2

1.2 MATLAB 的集成开发环境.....4

1.2.1 MATLAB 操作界面.....4

1.2.2 MATLAB 的搜索路径.....7

1.3 MATLAB 的帮助功能.....8

1.3.1 帮助界面.....9

1.3.2 帮助命令.....9

1.3.3 演示系统.....11

1.4 MATLAB 的变量和数据操作.....11

1.4.1 变量与赋值.....11

1.4.2 变量的管理.....13

1.4.3 数据的输出格式.....14

1.5 MATLAB 矩阵及其基本运算.....15

1.5.1 矩阵的生成.....16

1.5.2 冒号表达式.....17

1.5.3 矩阵的拆分.....18

1.5.4 算术运算.....21

1.5.5 关系运算.....26

1.5.6 逻辑运算.....26

1.6 字符串.....28

思考与实验.....29

第 2 章 MATLAB 程序设计.....31

2.1 M 文件.....31

2.1.1 M 文件的建立与打开.....31

2.1.2 M 文件的分类.....32

2.2 程序控制结构.....33

2.2.1 顺序结构.....33

2.2.2 选择结构.....35

2.2.3 循环结构.....39

2.3 函数文件.....42

2.3.1 函数文件的基本结构.....42

2.3.2 函数调用.....44

2.3.3 函数参数的可调性.....45

2.3.4 全局变量与局部变量.....45

2.4 程序调试.....46

2.4.1 程序调试概述.....46

2.4.2 MATLAB 调试菜单.....47

2.5 程序性能分析与优化.....48

2.5.1 程序性能分析.....48

2.5.2 程序优化.....49

思考与实验.....50

第 3 章 图形绘制.....52

3.1 二维曲线的绘制.....52

3.1.1 绘制二维曲线.....52

3.1.2 设置曲线样式.....54

3.1.3 图形标注与坐标控制.....55

3.1.4 对函数自适应采样的绘图函数.....58

3.1.5 多图形显示.....58

3.1.6 其他坐标系.....60

3.1.7 其他二维图形.....61

3.2 三维图形的绘制.....64

3.2.1 三维曲线.....64

3.2.2 三维曲面.....65

3.2.3 其他三维图形.....69

3.3 图形修饰处理.....70

3.3.1 视点处理.....70

3.3.2 色彩处理.....71

3.3.3 光照处理.....73

3.3.4 图形的裁剪处理.....73

3.4 隐函数绘图.....74

3.5 图像处理与动画制作.....75

3.5.1 图像处理.....75

3.5.2 动画制作.....76

思考与实验.....77

第 4 章 线性代数中的数值计算.....79

4.1 特殊矩阵的生成.....79

4.1.1 通用的特殊矩阵	79
4.1.2 面向特定应用的特殊矩阵	80
4.2 矩阵分析	83
4.2.1 矩阵结构变换	83
4.2.2 矩阵求值	86
4.2.3 矩阵的特征值与特征向量	88
4.3 线性方程组求解	90
4.3.1 矩阵求逆及线性代数方程组求解	90
4.3.2 利用左除运算符求解线性方程组	91
4.4 矩阵分解	92
4.4.1 矩阵的 LU 分解	92
4.4.2 矩阵的 QR 分解	95
4.4.3 矩阵的 Cholesky 分解	96
4.5 超越函数运算	97
4.6 稀疏矩阵的处理	98
4.6.1 矩阵存储方式	98
4.6.2 矩阵的稀疏存储方式	99
4.6.3 稀疏矩阵应用举例	102
思考与实验	103
第 5 章 数据处理与多项式计算	105
5.1 数据统计处理	105
5.1.1 最大值和最小值	105
5.1.2 求和与求积	106
5.1.3 平均值和中值	107
5.1.4 累加和与累乘积	108
5.1.5 标准方差与相关系数	108
5.1.6 排序	110
5.2 数据插值	110
5.2.1 一维数据插值	111
5.2.2 二维数据插值	112
5.3 曲线拟合	113
5.4 离散傅立叶变换	114
5.4.1 离散傅立叶变换算法概述	114
5.4.2 离散傅立叶变换的实现	115
5.5 多项式计算	116
5.5.1 多项式的四则运算	116
5.5.2 多项式的导函数	117

5.5.3 多项式的求值	117
5.5.4 多项式求根	118
5.6 非线性方程数值求解	119
5.6.1 单变量非线性方程求解	119
5.6.2 非线性方程组的求解	120
思考与实验	120

第 6 章 数值微积分与常微分

方程求解	122
6.1 数值微分	122
6.1.1 数值差分与差商	122
6.1.2 数值微分的实现	123
6.2 数值积分	125
6.2.1 数值积分的原理	125
6.2.2 定积分的数值求解实现	126
6.2.3 多重定积分的数值求解实现	128
6.3 常微分方程的数值求解	130
6.3.1 龙格-库塔法简介	130
6.3.2 常微分方程数值求解的实现	131
思考与实验	133

第 7 章 符号计算

7.1 符号对象及其运算	135
7.1.1 建立符号对象	135
7.1.2 符号表达式运算	137
7.1.3 符号表达式中变量的确定	140
7.1.4 符号矩阵	141
7.2 符号微积分	142
7.2.1 符号极限	142
7.2.2 符号导数	143
7.2.3 符号积分	144
7.3 级数	144
7.3.1 级数符号求和	144
7.3.2 函数的泰勒级数	145
7.4 符号方程求解	146
7.4.1 符号代数方程求解	146
7.4.2 符号常微分方程求解	146
思考与实验	147

第 8 章 图形句柄

8.1 图形对象及其句柄	149
--------------	-----

8.1.1 图形对象	149	10.2.4 模块的参数和属性设置	185
8.1.2 图形对象句柄	150	10.3 系统的仿真与分析	186
8.1.3 图形对象属性	151	10.3.1 设置仿真参数	186
8.2 图形窗口对象与坐标轴	152	10.3.2 仿真结果分析	190
8.2.1 图形窗口对象	153	10.3.3 系统仿真实例	191
8.2.2 坐标轴	154	10.4 子系统与封装	193
8.3 核心图形对象	156	10.4.1 子系统的建立	193
8.3.1 曲线对象	156	10.4.2 子系统的条件执行	194
8.3.2 曲面对象	157	10.4.3 子系统的封装	196
8.3.3 文本对象	158	10.5 S 函数的设计与应用	199
8.3.4 其他核心对象	159	10.5.1 用 MATLAB 语言编写 S	
思考与实验	161	函数	199
第 9 章 图形用户界面设计	163	10.5.2 S 函数的应用	201
9.1 用户界面对象	163	思考与实验	202
9.1.1 用户界面对象概述	163	第 11 章 MATLAB 应用接口	204
9.1.2 控件的公共属性	165	11.1 MATLAB 与 Word 和 Excel 的混合	
9.1.3 回调函数	167	使用	204
9.1.4 GUI 的设计方式	168	11.1.1 Notebook 的使用	204
9.2 图形用户界面设计工具	168	11.1.2 Spreadsheet Link 的使用	206
9.2.1 图形用户界面设计窗口	168	11.2 MATLAB 数据接口	208
9.2.2 对象属性查看器	170	11.2.1 文件输入/输出操作	208
9.2.3 菜单编辑器	170	11.2.2 MAT 文件与应用	213
9.2.4 位置调整工具	172	11.2.3 多媒体文件的读写	217
9.2.5 对象浏览器	172	11.3 MATLAB 编译器	217
9.2.6 Tab 顺序编辑器	172	11.3.1 MATLAB 编译器的配置与	
9.2.7 GUIDE 设计示例	173	使用	217
9.3 GUI 编程	177	11.3.2 MATLAB Builder 的使用	219
9.3.1 建立控件对象	177	11.4 MATLAB 与其他语言的接口	221
9.3.2 建立用户菜单	178	11.4.1 MEX 文件	221
9.3.3 建立快捷菜单	178	11.4.2 MATLAB 引擎	224
思考与实验	179	思考与实验	227
第 10 章 Simulink 仿真环境	180	第 12 章 MATLAB 的学科应用	228
10.1 初识 Simulink——一个简单的		12.1 MATLAB 在优化问题中的应用	228
仿真实例	180	12.1.1 优化模型与优化工具	228
10.2 仿真模型的建立	183	12.1.2 应用实例	230
10.2.1 Simulink 的基本模块	183	12.2 MATLAB 在控制系统中的应用	232
10.2.2 模块操作	183	12.2.1 控制系统工具箱	233
10.2.3 模块的连接	185	12.2.2 应用实例	234

12.5	MATLAB 在经济和金融领域中的 应用	243
12.5.1	经济和金融领域的工具箱	244
12.5.2	应用实例	244
	思考与实验	245

4

第 1 章

MATLAB 基础知识

MATLAB 是 MathWorks 公司开发的科学与工程计算软件,它以矩阵运算为基础,把计算、绘图及动态系统仿真等功能有机地融合在一起。同时,它又具有程序设计语言的基本特征,所以也可称之为一种编程语言。目前, MATLAB 在工程计算与数值分析、控制系统设计与仿真、信号处理、图像处理、金融建模设计与分析等学科领域都有着十分广泛的应用。在高等院校, MATLAB 已成为线性代数、自动控制理论、数字信号处理、动态系统仿真、图像处理等许多课程的基本教学工具,是大学生和研究生应该掌握的一种基本编程语言。

【本章学习目标】

- 了解 MATLAB 的特点和主要功能。
- 熟悉启动和退出 MATLAB 的方法。
- 熟悉 MATLAB 的操作环境。
- 掌握建立矩阵的方法。
- 掌握 MATLAB 数据对象的特点和基本的运算规则。

1.1 MATLAB 的发展与主要功能

MATLAB 是英文 MATrix LABoratory (矩阵实验室) 的缩写,自 1984 年推向市场以来,经过不断的完善和发展,现已成为国际上科技与工程应用领域最具影响力的科学计算软件。随着 MATLAB 版本的提高, MATLAB 的特点更为突出,数据类型更加丰富,人一机交互界面更加方便,功能更加强大。

1.1.1 MATLAB 的发展

20 世纪 70 年代中后期,时任美国新墨西哥大学计算机科学系主任的 Cleve Moler 教授在给学

生讲授线性代数课程时,想教学生使用当时流行的线性代数软件包 Linpack 和基于特征值计算的软件包 Eispack,但发现用其他高级语言编程极为不便,于是, Cleve Moler 教授为学生编写了方便使用 Linpack 和 Eispack 的接口程序并命名为 MATLAB,这便是 MATLAB 的雏形。

早期的 MATLAB 是用 FORTRAN 语言编写的,尽管功能十分简单,但当作免费软件,还是吸引了大批使用者。经过几年的校际流传,在 John Little 的推动下,由 John Little、Cleve Moler 和 Steve Bangert 合作,于 1984 年成立了 MathWorks 公司,并正式推出 MATLAB 第 1 版 (DOS 版)。从这时起, MATLAB 的核心采用 C 语言编写,功能越来越强,除原有的数值计算功能外,还新增了图形处理功能。

MathWorks 公司于 1992 年推出了具有划时代意义的 MATLAB 4.0 版, 该版本可以配合 Windows 一起使用, 随之推出符号计算工具包和用于动态系统建模、仿真、分析的集成环境 Simulink, 并加强了大规模数据处理能力, 使之应用范围越来越广。1997 年春, MATLAB 5.0 版问世, 该版本支持了更多的数据结构, 如单元数据、结构数据、多维数组、对象与类等, 使其成为一种更方便、更完善的编程语言。2000 年 10 月, MATLAB 6.0 版问世, 在操作界面上有了很大改观, 为用户的使用提供了很大方便; 在计算性能方面, 速度变得更快, 数值性能也更好; 在图形用户界面设计上也更趋合理; 与 C 语言接口及转换的兼容性也更强; 与之配套的 Simulink 4.0 版的新功能也特别引人注目。2002 年 6 月又推出了 MATLAB 6.5 版及 Simulink 5.0 版, 在计算方法、图形功能、用户界面设计、编程手段、工具等方面都有了重大改进。

2004 年 7 月, MathWorks 公司推出了 MATLAB 7.0 版; 2005 年 9 月, MathWorks 公司推出了 MATLAB 7.1 版。随后每年发布两次以年份命名的版本, 如 R2006a (MATLAB 7.2)、R2006b (MATLAB 7.3)、R2007a (MATLAB 7.4)、R2007b (MATLAB 7.5)、R2008a (MATLAB 7.6) 和最新的版本 R2008b (MATLAB 7.7)。MATLAB R2008b 中集成了最新的 MATLAB 7.7 编译器、Simulink 7.2 仿真软件以及很多工具箱。这一版本增加了很多新的功能和特性。本书以 MATLAB 7.7 版为基础, 全面介绍 MATLAB 的各种功能与使用。

1.1.2 MATLAB 的主要功能

MATLAB 将高性能的数值计算和符号计算功能、强大的绘图功能、程序设计语言功能以及为众多的应用工具箱集成在一起, 其核心是一个基于矩阵运算的快速解释处理程序。它提供了一个开放式的集成环境, 以交互式操作接收用户输入的各种命令, 然后输出计算结果, 达到用户的操作要求。

1. 数值计算和符号计算功能

MATLAB 以矩阵作为数据操作的基本单位, 这使得矩阵运算变得非常简捷、方便、高效。MATLAB 还提供了十分丰富的数值计算函数, 而且所采用的数值计算算法都是国际公认的、可靠的算法, 其程序由世界一流专家编制, 并经高度优化。高质量的数值计算功能为 MATLAB 赢得了声誉。

在实际应用中, 除了数值计算外, 往往要得到问题的解析解, 这是符号计算的领域。MATLAB 和著名的符号计算语言 MuPAD 相结合, 使得 MATLAB 具有符号计算功能。

例如, 求解线性方程组:

$$\begin{cases} 2x_1 + 3x_2 - x_3 = 7 \\ 3x_1 - 5x_2 + 3x_3 = 8 \\ 6x_1 + 3x_2 - 8x_3 = 9 \end{cases}$$

可以在 MATLAB 命令窗口输入命令:

```
a=[2,3,-1;3,-5,3;6,3,-8];
```

```
b=[7;8;9];
```

```
x=inv(a)*b
```

其中前两条命令分别建立方程的系数矩阵 a 和常数列向量 b , 第 3 条命令求方程的根。inv(a) 为求 a 的逆矩阵的函数, 也可用 $x = a \backslash b$ 求根。

得到的结果为

```
x =
    2.8255
    0.8926
    1.3289
```

此外,也可以通过符号计算来解此方程。在 MATLAB 命令窗口输入命令:

```
syms x1 x2 x3
```

```
[x1,x2,x3]=solve(2*x1+3*x2-x3-7,3*x1-5*x2+3*x3-8,6*x1+3*x2-8*x3-9)
```

得到的结果为

```
x1 =
```

```
421/149
```

```
x2 =
```

```
133/149
```

```
x3 =
```

```
198/149
```

2. 绘图功能

利用 MATLAB 绘图十分方便,它既可以绘制各种图形,包括二维图形和三维图形,还可以对图形进行修饰和控制,以增强图形的表现效果。MATLAB 提供了两个层次的绘图操作,一种是对图形句柄进行的低层绘图操作,另一种是建立在低层绘图操作之上的高层绘图操作。利用 MATLAB 的高层绘图操作,用户不需要过多地考虑绘图细节,只需给出一些基本参数就能绘制所需图形。利用 MATLAB 图形句柄操作,用户可以更灵活地对图形进行各种操作,为用户在图形表现方面开拓了一个广阔的、没有丝毫束缚的空间。

例如,要分别绘制函数 $y=300\sin x/x$ 和 $y=x^2$ 的曲线,可以在 MATLAB 命令窗口输入命令:

```
x=-20:0.1:20;
```

```
plot(x,300*sin(x)./x,':',x,x.^2);
```

其中,第1条命令建立 x 向量, x 从 -20 变化到 20,第2条命令绘制曲线。命令执行后,将打开一个图形窗口,并在其中显示两个函数的曲线,虚线为 $y=300\sin x/x$ 的曲线,实线为 $y=x^2$ 的曲线,如图 1.1 所示。

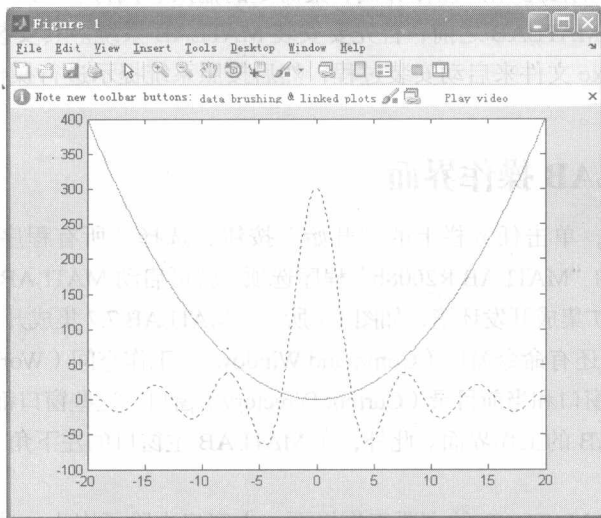


图 1.1 MATLAB 绘制函数曲线

3. 程序设计语言功能

MATLAB 具有程序结构控制、函数调用、数据结构、输入/输出等程序语言特征,所以使用 MATLAB 也可以像使用 BASIC、C、FORTRAN 等传统程序设计语言一样进行程序设计,而且结合 MATLAB 的

数值计算和图形处理功能,使得 MATLAB 程序设计更加方便、编程效率更高。例如,上面提到的求线性方程组的解,用 MATLAB 实现只需要 3 条命令,而用传统语言实现就要复杂得多,因此,对于从事数值计算、计算机辅助设计、系统仿真等领域的人员来说,用 MATLAB 编程的确是一个理想选择。

MATLAB 是解释性语言,程序执行速度较慢,而且不能脱离 MATLAB 环境而独立运行。MathWorks 公司提供了将 MATLAB 源程序编译为独立于 MATLAB 集成环境运行的 EXE 文件以及将 MATLAB 程序转化为 C 语言程序的编译器。

4. 扩展功能

MATLAB 包含两部分内容:基本部分和各种可选的工具箱。基本部分构成了 MATLAB 的核心内容,也是使用和构造工具箱的基础。工具箱扩展了 MATLAB 的功能。MATLAB 工具箱分为两大类: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、可视建模仿真功能、文字处理功能等。学科性工具箱专业性比较强,如控制系统工具箱 (Control System Toolbox)、信号处理工具箱 (Signal Processing Toolbox)、神经网络工具箱 (Neural Network Toolbox)、最优化工具箱 (Optimization Toolbox)、金融工具箱 (Financial Toolbox)、统计学工具箱 (Statistics 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,用户可以直接利用这些工具箱进行相关领域的科学研究。

MATLAB 采用开放式的组织结构,可以非常容易地对 MATLAB 的功能进行扩充。除内部函数外,所有 MATLAB 基本文件和各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或加入自己编写的文件来构成新的专用工具箱。

1.2 MATLAB 的集成开发环境

MATLAB 采用流行的图形用户操作界面,集命令的输入、执行、修改、调试于一体,操作非常直观和方便。在使用 MATLAB 之前,首先要安装 MATLAB 系统。其安装过程非常简单,只要执行安装盘上的 setup.exe 文件来启动安装过程,然后按照系统提示进行操作即可。安装完成后,就可以使用 MATLAB 了。

1.2.1 MATLAB 操作界面

在 Windows 桌面,单击任务栏上的“开始”按钮,选择“所有程序”菜单项,然后选择“MATLAB”程序组中的“MATLAB R2008b”程序选项,就可启动 MATLAB 系统。启动 MATLAB 后,将进入 MATLAB 7.7 集成开发环境,如图 1.2 所示。MATLAB 7.7 集成开发环境包括多个窗口,除 MATLAB 主窗口外,还有命令窗口 (Command Window)、工作空间 (Workspace) 窗口、命令历史 (Command History) 窗口和当前目录 (Current Directory) 窗口。这些窗口都可以内嵌在 MATLAB 主窗口中,组成 MATLAB 的工作界面。此外,在 MATLAB 主窗口的左下角,还有一个 Start 按钮。

1. 主窗口

MATLAB 主窗口是 MATLAB 的主要工作界面。主窗口中除了嵌入一些子窗口外,还包括菜单栏和工具栏。

MATLAB 的菜单栏,包括 7 个菜单项,其中“File”菜单实现有关文件的操作,“Edit”菜单用于命令窗口的编辑操作,“Debug”菜单用于程序调试,“Parallel”菜单用于设置并行计算的运行环境,“Desktop”菜单用于设置 MATLAB 集成环境的显示方式,“Window”菜单用于关闭所有

打开的编辑器窗口或选择活动窗口,“Help”菜单用于提供帮助信息。

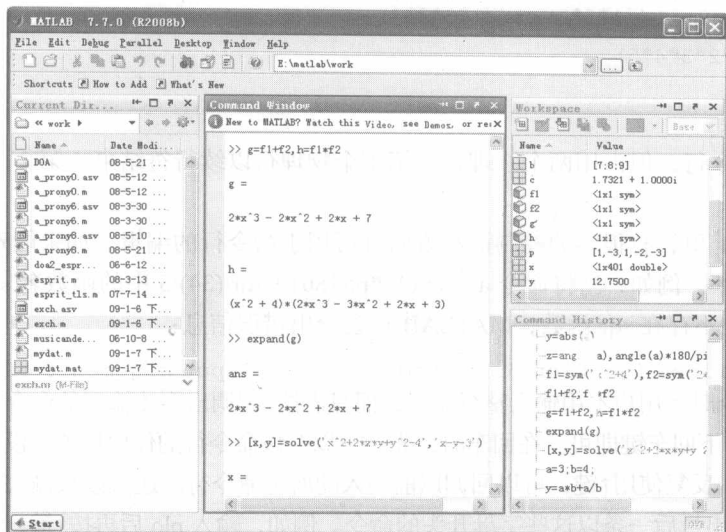


图 1.2 MATLAB 7.7 的集成开发环境

MATLAB 的工具栏提供了一些命令按钮和一个当前路径列表框。这些命令按钮有对应的菜单命令,但比菜单命令使用起来更快捷、方便。

2. 命令窗口

命令窗口(Command Window)是 MATLAB 的主要交互窗口,用于输入命令并显示除图形以外的所有执行结果。命令窗口不仅可以内嵌在 MATLAB 的工作界面,而且还可以以独立窗口的形式浮动在界面上。选中命令窗口,再选择“Desktop”菜单中的“Undock Command Window”命令或单击该窗口右上角的“Undock Command Window”命令按钮,就可以浮动命令窗口。

如果希望重新将命令窗口嵌入到 MATLAB 的工作界面中,可以选择浮动命令窗口“Desktop”菜单中的“Dock Command Window”命令或单击该窗口右上角的“Dock Command Window”命令按钮.

MATLAB 命令窗口中的“>>”为命令提示符,表示 MATLAB 正处于准备状态。在命令提示符后输入命令并按下回车键后, MATLAB 就会解释执行所输入的命令,并在命令后面给出计算结果。

一般来说,一个命令行输入一条命令,命令行以回车结束。但一个命令行也可以输入若干条命令,各命令之间以逗号分隔,若前一命令后带有分号,则逗号可以省略。例如:

```
x=720,y=86
```

```
x =  
720
```

```
y =  
86
```

```
x=720;y=86
```

```
y =  
86
```

以上两个命令行都是合法的,第 1 个命令行执行后显示 x 和 y 的值,第 2 个命令行因命令 $x=720$ 后面带有分号, x 的值不显示,而只显示 y 的值。

如果一个命令行很长,一个物理行之内写不下,可以在第 1 个物理行之后加上 3 个小黑点并按下回车键,然后接着下一个物理行继续写命令的其他部分。3 个小黑点称为续行符,即把下面

的物理行看作该行的逻辑继续。例如：

```
z=1+1/(1*2)+1/(1*2*3)+1/(1*2*3*4)+ ...
    1/(1*2*3*4*5)
z =
    1.7167
```

这是一个命令行，但占用两个物理行，第 1 个物理行以续行符结束，第 2 个物理行是上一行的继续。

在 MATLAB 里，有很多的控制键和方向键可用于命令行的编辑。如果能熟练使用这些键将大大提高操作效率。例如，当将命令 $a = \sin(47\pi/180) + \sqrt{34}/5$ 中的函数名 `sqrt` 输入成 `sqr` 时，由于 MATLAB 中不存在 `sqr` 函数，MATLAB 将会给出错误信息。

```
??? Undefined function or method 'sqr' for input arguments of type 'double'.
```

重新输入命令时，用户不用输入整行命令，而只需按 $\uparrow$ 键调出刚才输入的命令，再在相应的位置输入`t`字母并按下回车键即可。在回车时，光标可以在该命令行的任何位置，没有必要将光标移到该命令行的末尾。反复使用 $\uparrow$ 键，可以回调以前输入的所有命令行。还可以只输入少量的几个字母，再按 $\uparrow$ 键就可以调出最后一条以这些字母开头的命令。例如，输入`plo`后再按 $\uparrow$ 键，则会调出最后一次使用的以`plo`开头的命令行。表 1.1 所示为 MATLAB 命令行编辑的常用控制键及其功能。

表 1.1

命令行编辑的常用控制键及其功能

键 名	功 能	键 名	功 能
$\uparrow$	前寻式调回已输入过的命令	Home	将光标移到当前行首端
$\downarrow$	后寻式调回已输入过的命令	End	将光标移到当前行末尾
$\leftarrow$	在当前行中左移光标	Del	删除光标右边的字符
$\rightarrow$	在当前行中右移光标	Backspace	删除光标左边的字符
PgUp	前寻式翻滚一页	Esc	删除当前行全部内容
PgDn	后寻式翻滚一页		

在命令窗口空白区域单击鼠标右键，弹出如图 1.3 所示的快捷菜单，其中部分命令的功能如下。

- Evaluate Selection: 计算所选文本对应的表达式的值。
- Open Selection: 打开所选文本对应的 MATLAB 文件。
- Help on Selection: 调用所选文本对应函数的帮助信息。
- Function Browser: 函数浏览。
- Clear Command Window: 清除命令窗口中的内容。

3. 工作空间窗口

工作空间 (Workspace) 是 MATLAB 用于存储各种变量和结果的内存空间。工作空间窗口是 MATLAB 集成环境的重要组成部分，它与 MATLAB 命令窗口一样，不仅可以内嵌在 MATLAB 的工作界面，还可以以独立窗口的形式浮动在界面上，浮动的工作空间窗口如图 1.4 所示。在该窗口中显示工作空间中所有变量的名称、取值和最大值、最小值，可对变量进行观察、编辑、保存和删除。

4. 当前目录窗口

MATLAB 系统本身包含了数目繁多的文件，再加上用户自己开发的文件，更是数不胜数。如何管理和使用这些文件是十分重要的。为了对文件进行有效的组织和管理，MATLAB 有自己严谨的目录结构，不同类型的文件放在不同的目录下，而且通过路径来搜索文件。

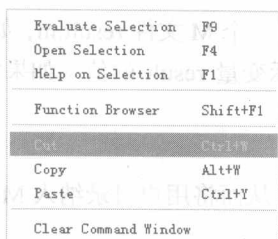


图 1.3 命令窗口的快捷菜单

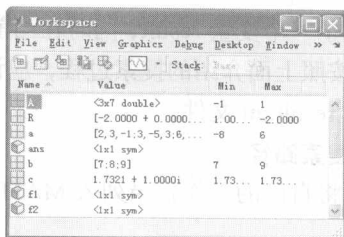


图 1.4 浮动的工作空间窗口

当前目录 (Current Directory) 是指 MATLAB 运行时的工作目录, 只有在当前目录或搜索路径下的文件、函数才可以被运行或调用。如果没有特殊指明, 数据文件也将存放在当前目录下。为了便于管理文件和数据, 用户可以将自己的工作目录设置成当前目录, 从而使得用户的操作都在当前目录中进行。

当前目录窗口也称为路径浏览器, 它可以内嵌在 MATLAB 的主窗口, 也可以浮动在主窗口上, 浮动的当前目录窗口如图 1.5 所示。在当前目录窗口中可以显示或改变当前目录, 还可以显示当前目录下的文件及相关信息, 通过目录下拉列表框可以选择已经访问过的目录。单击当前路径列表框右侧的浏览按钮, 可以打开路径选择对话框, 用户可以设置或添加路径。

将用户目录设置成当前目录也可使用 `cd` 命令。例如, 将用户目录 `e:\matlab\work` 设置为当前目录, 可在命令窗口输入命令:

```
cd e:\matlab\work
```

5. 命令历史窗口

命令历史 (Command History) 窗口可以内嵌在 MATLAB 主窗口的右下部 (见图 1.2), 也可以浮动在主窗口上。在默认设置下, 历史记录窗口中会自动保留自安装起所有用过的命令的历史记录, 并且还标明了使用时间, 从而方便用户查询。而且, 通过双击命令可进行历史命令的再运行。如果要清除这些历史记录, 可以选择 “Edit” 菜单中的 “Clear Command History” 命令或选择该窗口的快捷菜单中的 “Clear Command History” 命令。

6. Start 按钮

在 MATLAB 主窗口左下角还有一个 Start 按钮, 提供快速访问 MATLAB 的各种工具和查阅 MATLAB 包含的各种资源的命令菜单。

1.2.2 MATLAB 的搜索路径

如前所述, MATLAB 的文件是通过不同的路径进行组织和管理的。当用户在命令窗口输入一条命令后, MATLAB 将按照一定次序寻找相关的文件。

1. 默认搜索过程

在默认状态下, MATLAB 按下列顺序搜索所输入的命令。

- 检查该命令是不是一个变量。
- 检查该命令是不是一个内部函数。
- 检查该命令是否为当前目录下的 M 文件。
- 检查该命令是否为 MATLAB 搜索路径中其他目录下的 M 文件。

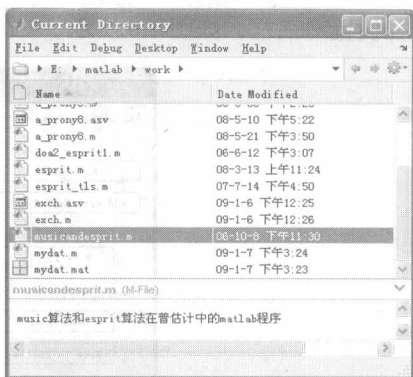


图 1.5 浮动的当前目录窗口

假定建立了一个变量 `result`，同时在当前目录下建立了一个 M 文件 `result.m`，如果在命令窗口输入 `result`，按照上面介绍的搜索过程，应该在屏幕上显示变量 `result` 的值。如果没有建立 `result` 变量，则执行 `result.m` 文件。

2. 设置搜索路径

用户可以将自己的工作目录列入 MATLAB 搜索路径，从而将用户目录纳入 MATLAB 系统统一管理。

(1) 用 `path` 命令设置搜索路径

使用 `path` 命令可以把用户目录临时纳入搜索路径。例如，将用户目录 `c:\mydir` 加到搜索路径下，可在命令窗口输入命令：

```
path(path,'e:\matlab\work')
```

(2) 用对话框设置搜索路径

在 MATLAB 的 File 菜单中选择 Set Path 命令或在命令窗口执行 `pathtool` 命令，将出现搜索路径设置对话框，如图 1.6 所示。

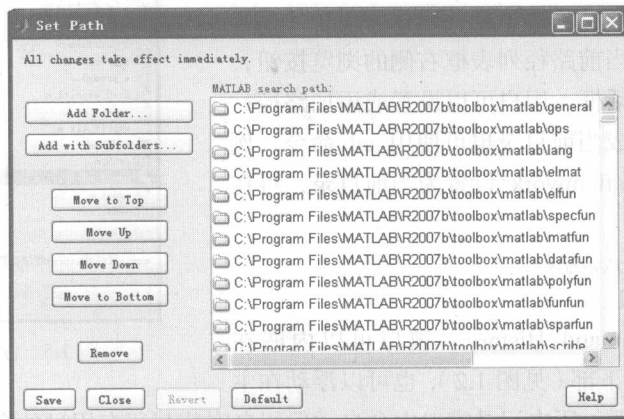


图 1.6 搜索路径设置对话框

通过“Add Folder”或“Add with Subfolders”命令按钮将指定路径添加到搜索路径列表中。对于已经添加到搜索路径列表中的路径可以通过“Move to Top”等命令按钮修改该路径在搜索路径中的顺序。对于那些不需要出现在搜索路径中的路径，可以通过“Remove”命令按钮将其从搜索路径列表中删除。

在修改完搜索路径后，则需要保存搜索路径，这时单击对话框中的“Save”命令按钮即可。单击“Save”命令按钮时，系统将所有搜索路径的信息保存在一个 M 文件 `pathdef.m` 中，通过修改该文件也可以修改搜索路径。

1.3 MATLAB 的帮助功能

MATLAB 提供了数目繁多的函数和命令，要全部把它们记下来是不现实的。可行的办法是先掌握一些基本内容，然后在实践中不断地总结和积累，逐步掌握其他内容。通过软件系统本身提供的帮助功能来学习软件的使用是重要的学习方法。

MATLAB 7.7 也提供了丰富的帮助功能，通过这种功能可以很方便地获得有关函数和命令的使用方法。MATLAB 中通过帮助命令或帮助界面可获得帮助。