



普通高等教育“十一五”规划教材

基于MATLAB的线性代数实用教程

王 亮 冯国臣 王兵团 编著

 科学出版社
www.sciencep.com

0151.2/331

2008

普通高等教育“十一五”规划教材

基于 MATLAB 的线性 代数实用教程

王 亮 冯国臣 王兵团 编著

科学出版社

北 京

内 容 简 介

MATLAB 软件是教学与科研中最具影响力、最有活力、最具可靠性的数学软件。线性代数是高等学校理、工和经济管理学科的一门重要基础课。本书将 MATLAB 与线性代数有机的融合在一起,详细介绍了 MATLAB 软件的使用,用 MATLAB 解决线性代数问题以及用 MATLAB 进行教学建模和实验等方面的内容。全书共十三章,包括:MATLAB 简介、MATLAB 入门、MATLAB 与线性代数和 MATLAB 综合实例四部分,每一章都配有相应数量的例题和习题,以适应高等学校分层次教学的需求。

本教材中的例题和综合实例均经过精心筛选,所选实例大部分取自诺贝尔奖得主的研究成果和作者在近几年数学建模竞赛中的获奖论文,通过本书的学习,力求培养和提高学生应用理论知识,借助数学软件,分析和解决实际问题的能力。

本书可作为高等院校理、工、经济、管理等专业的教材或教学参考书,同时也可以作为数学实验和数学建模课程的参考书籍,对从事相关领域工作的科技人员或自学人员具有一定的参考价值。

图书在版编目(CIP)数据

基于 MATLAB 的线性代数实用教程/王亮,冯国臣,王兵团编著.

—北京:科学出版社,2008

ISBN 978-7-03-021015-9

I. 基… II. ①王…②冯…③王… III. 线性代数-计算机辅助计算-软件包, MATLAB-教材 IV. O151.2-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 014419 号

责任编辑:鞠丽娜 / 责任校对:柏连海

责任印制:吕春珉 / 封面设计:耕者设计工作室

科学出版社出版

北京东黄城根北街 16 号
邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

随生印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2008 年 3 月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2008 年 3 月第一次印刷 印张:19 3/4

印数:1—4 000 字数:465 000

定价:32.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换<环伟>)

销售部电话 010-62136131 编辑部电话 010-62138978-8002

前 言

我国高等教育的快速发展一方面使教育规模实现了跨越式发展,使高等教育事业迅速步入大众化发展阶段,另一方面随着知识经济的不断深入以及人民群众对接受高等教育需求的提高,高等教育也面临着许多新的困难、矛盾和问题。高等教育质量不能完全适应经济社会发展需求是不争的事实。例如受办学条件的限制,有些学校或专业处于只学不练的状态,教师只管教书,学生的实践教学不够,使学生的创新思维难以与社会现实需要相吻合。教育部“大学生创新训练计划”的实施在不同学校、不同专业、不同实践环境会有不同的效果和模式。但是,加强实践能力的培养与实施多学科之间的交叉在任何时候都是十分必要的。数学软件可以使不同专业的学生和科研人员快速掌握借助计算机进行科学研究和科学计算的本领,在一些发达国家,数学软件的使用已成为大学生和科研人员必备的技能之一。数学软件在数学实验和数学建模教学中也占有重要的地位,在教学中普及数学软件的使用既能提高学校的办学水平,又有利于学校的教学改革。

MATLAB 软件是目前教学与科研中最具影响力、最有活力、最具可靠性的数学软件。它起源于矩阵运算, MATLAB 名字由 MATrix 和 LABoratory 两词的前三个字母组合而成。作为高度集成的计算机语言,它携带几十个软件包,提供了强大的科学运算、灵活的程序设计流程、高质量的图形可视化与界面设计,与其他语言的接口也非常便捷。在欧美的大学里,诸如应用统计分析、自动控制、数字信号处理、模拟与数字通信、时间序列分析、动态系统仿真等课程都把 MATLAB 作为教学内容。这几乎成了新旧教材的区别性标志。在那里, MATLAB 是攻读学位的大学生、硕士生、博士生必须掌握的基本工具。

线性代数作为代数的一个主要分支,以向量空间与线性变换为研究对象,就其在数学、物理学以及经济学等分支的应用来说,线性代数的离散化思想具有非常特殊的作用,因此也成为我国大学生必修的公共基础课之一。此外,线性代数思想特别适用于计算机编程,它以坐标法和向量法作为主要的研究工具,通过矩阵和向量性质研究多变量之间的线性关系,因此, MATLAB 与线性代数的紧密结合有着非常广阔的应用前景。

为满足新世纪科技人才对数学素质的需求,并满足我国高等学校中普及数学软件的使用和开设数学实验课的需要,针对目前高等院校(特别是普通本科院校)的教学实际,我们在研究数学软件和数学实验特点的基础上,编写了本教程,其编写宗旨是让数学软件及其应用不再神秘,使学习数学软件变得非常简单。本书介绍的 MATLAB 软件是一个功能非常强大的数学软件,它也是目前国内外最常用的数学软件之一。该软件不但可以解决数学中的数值计算问题,还可以解决符号演算问题,并且能够方便地绘出各种函数图形。借助本书的学习可以快速掌握 MATLAB 的主要功能,并能用 MATLAB 软件解决在学习和科学研究工作中遇到的很多棘手问题。

本教材主要包括四部分内容:

第一二部分介绍了 MATLAB 软件的使用方法和强大功能。如果以前没有接触过

MATLAB, 通过学习这部分内容, 能迅速掌握 MATLAB 的核心技术, 为进一步利用 MATLAB 解决实际问题打下一个坚实的基础。

第三部分向读者展示了 MATLAB 软件在线性代数学科中的应用。通过这部分的学习, 使读者在巩固线性代数知识的同时, 掌握运用 MATLAB 求解线性代数问题的基本技能和方法。在此基础之上, 我们进行了拓展, 介绍了线性代数在信息学、图像处理、统计分析等方面的应用, 力求使读者学以致用, 并进一步了解线性代数学科的广泛用途。

第四部分讲述了 MATLAB 软件的综合应用, 通过一些极具代表性的实例, 向读者展示了使用 MATLAB 软件建模和求解实际问题的一般过程和方法, 所选实例均有着极其广泛的应用, 且大部分由诺贝尔奖得主的研究成果和作者在近几年数学建模竞赛中的获奖论文改写。通过这些实例, 读者可以真切地感受到, 许多复杂的实际问题往往可以建立简单的数学模型进行分析和求解。此外, 我们还介绍了 MATLAB 软件的 Web 功能, 借助该功能, 读者可以方便快捷的建立自己的网络数学实验室。

本教材的编写采用由浅入深, 逐步深入的方式, 始终贯彻着“将数学建模的思想融合到基础数学教学中去”和“培养学生借助计算机分析和解决实际问题的能力”的教学思想, 力求成为学生手中的一本实用的教科书和终生的参考书。为此, 本书对所有例题进行了严格的筛选, 力求使得筛选出的 300 多道例题能和书中的内容相得益彰, 在演示 MATLAB 功能的同时引导读者进行深入的探索和思考。

本教材可作为高等院校理、工、经济、管理等专业的教材或教学参考书; 也可供从事相关领域工作的科技人员或自学人员等使用; 同时也可以作为数学实验和数学建模课程的入门学习和参考书籍。

本书的完成要感谢北京联合大学信息学院副院长兼微电子应用研究所所长, 北京交通大学电工电子教学基地和电子工程系主任, IEEE 高级会员, 博士生导师李哲英教授; 北京交通大学电气学院谢桦副教授; 计算机学院李会霞老师、赵一彪博士; 理学院江中豪教授、张宏硕士; 软件学院武栋硕士; 科学出版社鞠丽娜老师; 他们的指导和帮助使我们顺利完成了本书的写作。

本书的出版得到科学出版社、北京交通大学理学院领导和数学系全体老师的热情关怀和大力支持; 在本书的编写过程中还参考了一些现有教材, 受益匪浅, 在此一并致以衷心的感谢。

本教材配有电子教案和 MATLAB 教学视频, 教师可以联系作者免费获取这些资料, 作者的邮箱是: wangliang.bjtu@gmail.com, 也可以直接到科学出版社网站下载相关资料, 网址为: <http://www.sciencep.com>。如果您对本书有什么意见或建议, 或是在本教材的学习过程中遇到问题, 均可以通过电子邮件直接和作者交流。

由于编者水平有限, 疏漏之处在所难免, 恳请有关专家、同行及广大读者批评指正。

目 录

第一部分 MATLAB 简介

第 1 章 MATLAB 简介.....	1
1.1 MATLAB 语言发展历史.....	1
1.2 MATLAB 语言特点.....	2
1.3 MATLAB 7 新增内容.....	4
第 2 章 MATLAB 基本特性.....	5
2.1 MATLAB 窗口.....	5
2.2 MATLAB 工作区.....	7
2.3 数字显示格式.....	10
2.4 保留会话日志.....	12
2.5 MATLAB 的系统信息.....	12
2.6 MATLAB 的搜索路径.....	13
2.7 MATLAB 的帮助功能.....	14
2.7.1 命令窗口帮助.....	14
2.7.2 帮助浏览器.....	15

第二部分 MATLAB 入门

第 3 章 MATLAB 基本运算.....	17
3.1 简单数学运算.....	17
3.2 关系和逻辑运算.....	21
3.3 数组和数组运算.....	25
3.4 符号运算.....	33
3.5 微分和积分运算.....	41
习题.....	46
第 4 章 图像和声音.....	48
4.1 MATLAB 绘图窗口.....	48
4.2 曲线图.....	52
4.3 曲面图.....	60
4.4 特殊绘图函数.....	66
4.5 语音信号处理.....	68
习题.....	69
第 5 章 程序设计和 M 文件.....	71
5.1 MATLAB 程序设计.....	71

5.2 函数与 M 文件	82
5.3 应用举例：我的 MATLAB 函数	86
习题	89
第 6 章 Notebook 功能	90
6.1 Notebook 功能简介	90
6.2 Notebook 功能的设置	91
6.3 Notebook 的运行	94
6.4 Notebook 应用举例	96
习题	101

第三部分 MATLAB 与线性代数

第 7 章 行列式	104
7.1 行列式简介	104
7.2 行列式基本性质	111
7.3 行列式的计算与应用	114
习题	119
第 8 章 矩阵和矩阵运算	121
8.1 矩阵的概念	121
8.1.1 几种常用的特殊矩阵	121
8.1.2 几种特殊的 n 阶方阵	122
8.2 矩阵的运算	123
8.2.1 矩阵的加法运算	123
8.2.2 矩阵的数乘运算	124
8.2.3 矩阵的乘法运算	124
8.2.4 方阵的幂	127
8.2.5 矩阵的转置	129
8.2.6 矩阵的共轭	130
8.3 可逆矩阵	131
8.4 矩阵的分块	133
8.5 初等矩阵	135
8.5.1 矩阵的初等变换	135
8.5.2 初等矩阵的应用	136
8.6 特殊矩阵及其应用	138
8.6.1 魔方矩阵	138
8.6.2 范得蒙德 (Vandermonde) 矩阵	141
8.6.3 希耳伯特 (Hilbert) 矩阵	145
8.6.4 向量的伴随矩阵	148

8.6.5 稀疏矩阵.....	151
习题.....	152
第9章 向量和向量空间	154
9.1 向量.....	154
9.1.1 n 维向量的概念.....	154
9.1.2 n 维向量的表示方法.....	154
9.1.3 向量的意义与应用.....	154
9.2 向量组的线性相关性.....	156
9.2.1 向量, 向量组与矩阵.....	156
9.2.2 线性相关性的概念.....	157
9.2.3 线性相关性的判定.....	157
9.3 向量组的秩.....	159
9.4 向量空间.....	163
9.5 线性方程组解的结构.....	165
9.5.1 齐次线性方程组解的性质.....	165
9.5.2 非齐次线性方程组解的性质.....	169
9.6 向量运算与解析几何.....	171
9.6.1 向量和向量运算.....	171
9.6.2 空间坐标系.....	172
9.6.3 数量积、向量积与混合积.....	173
9.6.4 平面和直线.....	176
9.7 图像的变换.....	179
9.7.1 图像的平移.....	179
9.7.2 图像的伸缩.....	181
9.7.3 图像的旋转.....	182
习题.....	185
第10章 解线性方程组	187
10.1 高斯消元法.....	188
10.2 初等变换法.....	189
10.3 克拉默法则.....	193
10.4 LU 分解法.....	195
10.5 计算机迭代法.....	198
10.5.1 雅可比 (Jacobi) 迭代法.....	198
10.5.2 高斯-塞德尔 (Gauss-Seidel) 迭代法.....	199
习题.....	203
第11章 矩阵的相似与对角化	205
11.1 特征值与特征向量.....	205
11.2 矩阵的相似与对角化.....	208

11.3 正交矩阵与正交变换	212
11.4 二次型与二次曲面	215
11.5 特征值和特征向量的数值求法	223
11.6 特征值应用: 主成分分析 (PCA)	225
习题	227

第四部分 MATLAB 综合实例

第 12 章 综合实例	229
12.1 线性规划问题	229
12.1.1 问题提出	229
12.1.2 线性规划法	230
12.1.3 MATLAB 实现	230
12.2 宏观经济乘数加速模型	235
12.2.1 模型介绍	235
12.2.2 模型分析	236
12.2.3 MATLAB 仿真	238
12.3 人口迁徙模型	240
12.3.1 问题描述与假设	240
12.3.2 背景知识介绍	241
12.3.3 模型建立	241
12.3.4 MATLAB 程序	242
12.3.5 结论与总结	243
12.4 企业投入产出分析	243
12.4.1 背景知识	243
12.4.2 问题提出	244
12.4.3 数学模型	245
12.4.4 MATLAB 求解	245
12.5 小船渡河问题	246
12.5.1 问题提出	246
12.5.2 模型建立	247
12.5.3 模型求解	248
12.6 小行星的轨道模型	253
12.6.1 问题提出	253
12.6.2 问题分析	254
12.6.3 模型建立	254
12.6.4 MATLAB 求解	255
12.7 欧拉 (Euler) 的四面体问题	258
12.7.1 问题提出	258

12.7.2 背景知识	258
12.7.3 模型建立	258
12.7.4 MATLAB 求解	260
12.8 机械臂的运动路径设计	260
12.8.1 背景介绍	260
12.8.2 问题提出	262
12.8.3 模型建立	262
12.8.4 模型求解	267
12.8.5 MATLAB 程序	270
12.8.6 结论	272
12.9 盲人下山问题的模拟	272
12.9.1 问题陈述	272
12.9.2 迭代寻优算法	273
12.9.3 实例演示	273
12.9.4 结论与总结	275
12.10 滤除高频噪声	277
习题	282
第 13 章 网络数学实验室	285
13.1 MATLAB 的 Web 结构	285
13.2 网络接口配置	286
13.3 网络数学实验室	286
13.3.1 求解线性规划问题	288
13.3.2 求解二类曲线积分	291
习题	298
附录 MATLAB 安装和使用	299
主要参考文献	304

第一部分 MATLAB 简介

第 1 章 MATLAB 简介

1.1 MATLAB 语言发展历史

MATLAB 软件是当今科学界最具影响力、也是最有活力的软件。它起源于矩阵运算，并已经发展成一种高度集成的计算机语言。它提供了强大的科学运算、灵活的程序设计流程、高质量的图形可视化与界面设计、便捷的与其他程序语言接口的功能。MATLAB 语言在各国高校与研究单位起着重大的作用。

MATLAB 语言由美国 MathWorks 公司开发，2003 年推出了其全新的 MATLAB 6.5.1 正式版。目前最新版本 Release 15 (MATLAB 7.2) 的 Service Pack 1 已经在 2006 年 9 月正式推出。

MATLAB 一词是由 MATrix 和 LABoratory 两词的前三个字母组合而成。20 世纪 70 年代后期时任美国新墨西哥大学计算机科学系主任的 Cleve Moler 教授出于减轻学生编程负担的动机，为学生设计了一组调用 LINPACK 和 EISPACK 库程序的“通俗易懂”的接口，此即是用 FORTRAN 语言编写的萌芽状态的 MATLAB。

经过几年的校际流传，在 Little 的推动下，由 Little, Moler, Steve Bangert 合作，于 1984 年成立了 MathWorks 公司，并把 MATLAB 正式推向市场。从这时起，MATLAB 的内核采用 C 语言编写，而且除原有的数值计算能力外，还新增了数据图视功能。

MATLAB 以商品形式出现后，仅短短几年，就以其良好的开放性和运行的可靠性，使原先控制领域里的封闭式软件包（如英国的 UMIST，瑞典的 LUND 和 SIMNON，德国的 KEDDC）纷纷淘汰，而改以 MATLAB 为平台加以重建。在时间进入 20 世纪 90 年代的时候，MATLAB 已经成为国际控制界公认的标准计算软件。

到 90 年代初期，在国际上 30 几个数学类科技应用软件中，MATLAB 在数值计算方面独占鳌头，而 Mathematica 和 Maple 则分居符号计算软件的前两名。Mathcad 因其提供计算、图形、文字处理的统一环境而深受中学生欢迎。

MathWorks 公司于 1993 年推出 MATLAB 4.0 版本，从此告别 DOS 版。4.x 版在继承和发展其原有的数值计算和图形可视能力的同时，出现了以下几个重要变化：

1) 推出了 SIMULINK。这是一个交互式操作的动态系统建模、仿真、分析集成环境。它的出现使人们有可能考虑许多以前不得不做简化假设的非线性因素、随机因素，从而大大提高了人们对非线性、随机动态系统的认知能力。

2) 开发了与外部进行直接数据交换的组件，打通了 MATLAB 进行实时数据分析、处理和硬件开发的道路。

3) 推出了符号计算工具包。1993 年 MathWorks 公司从加拿大滑铁卢大学购得 Maple 的使用权, 以 Maple 为“引擎”开发了 Symbolic Math Toolbox 1.0。MathWorks 公司此举加快结束了国际上数值计算、符号计算孰优孰劣的长期争论, 促成了两种计算的互补发展新时代。

4) 推出了 Notebook。MathWorks 公司瞄准应用范围最广的 Word, 运用 DDE 和 OLE, 实现了 MATLAB 与 Word 的无缝连接, 从而为专业科技工作者创造了将科学计算、图形可视、文字处理融于一体的高水准环境。

1997 年春, MATLAB 5.0 版问世, 紧接着是 5.1、5.2 以及 1999 年春的 5.3 版。与 4.x 相比, 现今的 MATLAB 拥有更丰富的数据类型和结构、更友善的面向对象、更加快速精良的图形可视、更广博的数学和数据分析资源、更多的应用开发工具。

诚然, 到 1999 年底, Mathematica 也已经升到 4.0 版, 它特别加强了以前欠缺的大规模数据处理能力。Mathcad 也赶在 2000 年到来之前推出了 Mathcad 2000, 它购买了 Maple 内核和库的部分使用权, 打通了与 MATLAB 的接口, 从而把其数学计算能力提高到专业层次。但是, 就影响而言, 至今仍然没有一个计算软件可与 MATLAB 匹敌。

在欧美大学里, 诸如应用代数、数理统计、自动控制、数字信号处理、模拟与数字通信、时间序列分析、动态系统仿真等课程都把 MATLAB 写进教科书, 这几乎成了 90 年代新旧教材的区别性标志。在那里, MATLAB 是攻读学位的大学生、硕士生、博士生必须掌握的基本工具。

在国际学术界, MATLAB 已经被确认为准确、可靠的科学计算标准软件。在许多国际一流学术刊物上, (尤其是信息科学刊物), 都可以看到 MATLAB 的应用。

在设计研究单位和工业部门, MATLAB 被认作进行高效研究、开发的首选软件工具。如美国 National Instruments 公司信号测量、分析软件 LabVIEW, Cadence 公司信号和通信分析设计软件 SPW 等, 或者直接建筑在 MATLAB 之上, 或者以 MATLAB 为主要支撑。又如 HP 公司的 VXI 硬件, TI 公司的 DSP, Gage 公司的各种硬卡、仪器等都接受 MATLAB 的支持。

1.2 MATLAB 语言特点

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。这样一方面使 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, 而且循环运算十分费时。MATLAB 处理这类问题则简洁快捷得多, 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。经典的线性代数解法是: 当 A 是标量时, $x = b/A$; 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阵时,

$x = (A^T A)^{-1} A^T b$; 当 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, 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及的。

从 MATLAB 5.x 版本开始, MATLAB 数据类型方面与旧版本有着显著的变化, 由旧版本的两种基本数据类型增加到了六种: 双精度数组、字符串数组、元胞数组、构架数组、稀疏矩阵和 unit8 数据。

数据类型的变革, 面向对象编程技术的采用, 所产生的影响是广泛而深刻的。这种影响首先表现在 MATLAB 自身。从 5.0 版起, MATLAB 就用新数据类型逐步地对其自身的函数指令加以改造。这个过程一直延续到 5.3 版才基本完成。比如 5.3 版就推出了一组名称全新(求取极小值等)的泛函指令, 它们优化参数的设置是采用构架数组进行的。再如 5.x 版提供的常微分方程求解指令 ODE Solver 的参数设置也全是靠新数据类型进行的。

随着新数据类型和面向对象技术的应用, 若干通用工具包被升级。以符号计算为例, 在 MATLAB 4.2 中, Symbolic Math Toolbox 1.0 版处理符号计算的指令形式与数值计算指令形式很不协调, 显得十分生硬。比如, 符号矩阵的“四则”运算的旧版指令分别是 symadd, symsub, symmul 和 inverse。但在 5.x 以上的版本中, 符号工具包已升级为 2.0 版, 新的“四则”符号运算指令形式上与数值计算完全相同, 分别是 +, -, *, /。新的符号计算形式已被改造得与“MATLAB 风格数值计算形式”浑然统一。

新数据类型和面向对象技术的应用, 使得一系列的应用工具包相继升级。这不仅使应用工具更为友善, 而且功能大大加强。以控制工具包为例, 新版利用构架数组和重载技术, 把线性时不变系统(linear time-invariant system)设计为“LTI 对象”。这样处理后, 不管 LTI 是由传递函数产生、由零极点增益方式产生, 还是由状态方程形式创建, 只要是 LTI 对象, 它们之间就可方便地进行各种数学运算。比如, 由前向控制环节 G_1 、对象 G_0 、反馈环节 G_2 组成的负反馈闭环系统传递函数 $G = G_0 G_1 / (1 + G_0 G_1 G_2)$ 。其中 G_0 , G_1 , G_2 都是传递函数。读者“手算”时, 必须进行多项式展开、乘法、合并、简化等运算。如果利用“旧版 MATLAB”求 G , 那么必须先使用 series 指令把 G_0 , G_1 串接成“中间”函数 G_{01} , 然后再用 feedback 指令由 G_{01} , G_2 算得 G 。“新版 MATLAB”只需直截了当的一条指令

$$G = G_0 * G_1 / (1 + G_0 * G_1 * G_2)$$

且式中的 G_0 , G_1 , G_2 的表达形式可以各不相同, 任取传递函数、零极点增益、状态方程等形式。当然 LTI 对象的优点远不止于此, 比如它还可直接对多输入多输出系统进行统一运算, 而无需分解成若干个子系统进行。

MATLAB 5.x 以上版本改变了过去单调依靠“在指令窗通过纯文本形指令进行各种操作”面貌, 把图形显示窗改造成了交互操作的可编辑图形界面, 引入了许多让使用者一目了然的图形界面, 如在线帮助的交互型界面 helpwin, 管理工作内存的 workspace, 交互式的路径管理界面 pathtool, 指令窗显示风格设置界面等。它们的开启方式有: 工具条图标开启、选择菜单项开启, 直接“文本式”指令开启。

此外,新版本还增加了强大的用户帮助功能,使得用户可以利用这些功能快速自学 MATLAB 语言,这些帮助功能主要包括:

1) “临场”在线帮助:这些帮助内容,大多嵌附在 M 文件中,即时性强,反应速度快。它对求助内容的回答最及时准确。MATLAB 旧版就一直采用这种帮助系统,并深受用户欢迎。新版保留原功能的同时,还新增一个内容与之完全对应的图形界面 helpwin,加强了对用户的向导。

2) 综合型在线帮助文库 helpdesk:该文库以 HTML 超文本形式独立存在。整个文库按 MATLAB 的功能和核心内容编排,系统性强,且可以借助“超链接”方便地进行交叉查阅。但是,这部分内容偶尔发生与真实 M 文件脱节的现象。

3) 完整易读的 PDF 文档:这部分内容与 HTML 帮助文库完全对应。PDF 文档不能直接从指令窗中开启,而必须借助 Adobe Acrobat Reader 软件阅读。这种文件的版面清楚、规范,适宜有选择地系统阅读,也适宜于制作硬拷贝。

4) 演示软件 demo:这是一个内容广泛的演示程序。MATLAB 一向重视演示软件的设计,因此无论 MATLAB 旧版还是新版,都随带各自的演示程序。只是新版内容更丰富了。

1.3 MATLAB 7 新增内容

MATLAB 7 是 MATLAB 的最新升级版本。MATLAB 7 的界面并没有太大改变,命令(command)窗口仍然是用户主界面,图形窗口(Figure)用来显示图形信息和创建图形用户接口(GUI),文本编辑器用来创建和编辑 MATLAB 代码。MATLAB 桌面用来调整其他一些窗口的位置和可视性,如工作区(Workspace)窗口,编辑器(Editor)窗口,帮助(Help)窗口,命令行历史记录(Command History)窗口等。

除了以上不变的特性外,MATLAB 7 在一些数值表示和操作方法上有了新的变化。MATLAB 7 添加和修改了一些内核数值算法,能支持各种数据类型的数学运算,而不仅仅是双精度类型的数组(这一数据类型曾一度是较早 MATLAB 版本的核心)。更重要的一点是,MATLAB 7 的命令解释程序增加了一个加速特性,称为 MATLAB JIT 加速器(MATLAB JIT-Accelerator)。这一概念最早出现在 MATLAB 6.5 版本中,它将一个循环视为一个整体进行代码解释和代码执行,而非逐行处理(MATLAB 6.5 之前的版本就是这样处理的),从而大大提高了循环操作的执行速度。加速特性代码向量化的过程,使得用户不再需要使用数组和数组运算就能获得最佳运行性能。不过,要使用 JIT 加速器,使得用户编写的循环操作代码必须遵循一定的准则。如果没有遵循这些准则,则循环操作代码将按照传统的方法逐行被解释。

总的说来,MATLAB 7 是 MATLAB 版本演进过程中的又一次改进,其基本操作和功能并没有显著变化。几乎所有用 MATLAB 6.5 编写的代码都可以不加修改地在 MATLAB 7 中运行。大部分 MATLAB 7 新增和改进的特性都是为了使用户在利用 MATLAB 解决问题时取得更高的工作效率而添加的。

第 2 章 MATLAB 基本特性

本章主要介绍 MATLAB 软件的基本特点和使用方法,以及 MATLAB 软件中的一些默认的设置和如何更改这些设置以满足用户的特殊需求。通过本章的学习,读者可以进一步了解和熟悉 MATLAB 软件的集成开发环境 (IDE),为深入学习 MATLAB 程序语言设计打下一个扎实的基础。

2.1 MATLAB 窗口

打开 MATLAB 软件,就可以看见如图 2.1 所示的 MATLAB 窗口,这个窗口就是 MATLAB 软件为用户提供的集成开发环境,用户可以在这个环境中编写 MATLAB 程序。此窗口为 MATLAB 7.0 的默认窗口形式,与 MATLAB 6.5 的窗口形式略有区别。

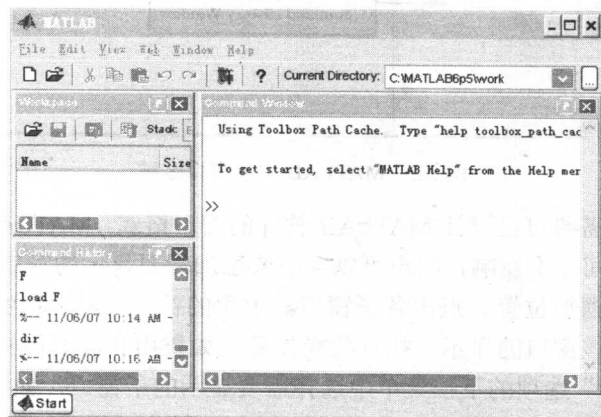


图 2.1 MATLAB 窗口

如图 2.1 所示, MATLAB 中常用到的窗口包括: 命令窗口 (Command Window)、命令历史窗口 (Command History Window)、当前目录浏览器窗口 (Current Directory Browsers)、工作区浏览器窗口 (Workspace Browser)、帮助浏览器窗口 (Help Browser)、编辑器窗口 (Editor Window)、剖析器窗口 (Profile Window)。各个窗口的功能和用途如表 2.1 所示。其中, 命令窗口、命令历史窗口、当前目录浏览器窗口、工作区浏览器窗口、帮助浏览器窗口是比较常用的, 其位置区域如图 2.2 所示。

表 2.1 MATLAB 窗口功能

窗 口	描 述
Command	用于输入命令使 MATLAB 进行某项处理
Command History	用于显示在命令窗口中执行过的命令的历史记录
Current directory	MATLAB 中路径和文件管理的图形用户界面 (GUI)

续表

窗 口	描 述
Workspace	查看、编辑、装载和保存 MATLAB 变量的图形用户界面 (GUI)
Help	查找并查看在线的帮助文档的图形用户界面 (GUI)
Editor	创建 M 文件的文本编辑器
Profile	用于分析 M 文件运行性能的工具

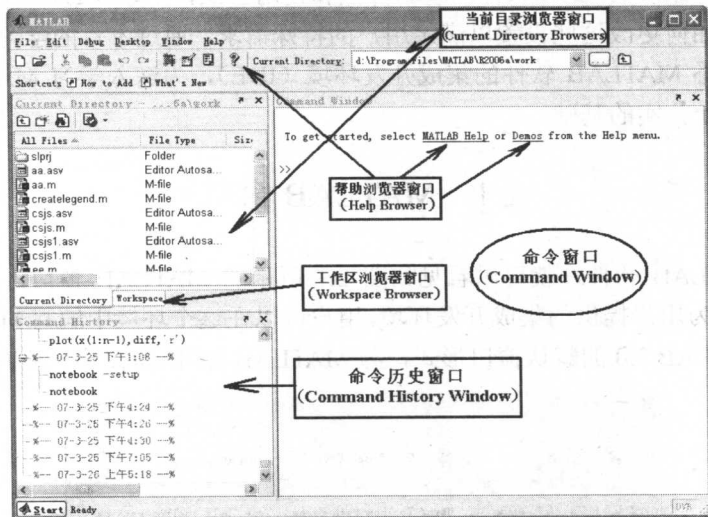


图 2.2 MATLAB 中各窗口区域

用户可以根据需要自己设计 MATLAB 软件的窗口格式, MATLAB 使用的是多窗口格式, 各个窗口之间互不影响, 用户可以取消或添加需要显示的窗口, 也可以随意拖动窗口以改变窗口的摆放位置。点击各子窗口右上角的符号“×”即可删除该窗口。注意这个操作只是取消该窗口的显示。执行此操作后, 如果用户需要再将该窗口显示出来, 只需要在“Desktop”选项的下拉菜单中选择需要显示的子窗口, 如图 2.3 所示。

用户也可以通过拖动子窗口自己设计 MATLAB 的窗口样式。例如我们可以让工作区浏览器窗口 (Workspace Browser) 单独显示出来, 以便在编写 MATLAB 程序时随时了解和检测已有变量的名称和类型, 防止变量重复命名, 如图 2.4 所示。

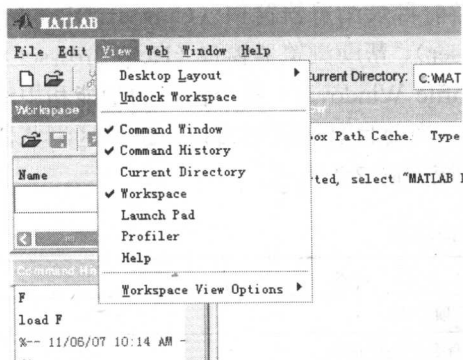


图 2.3 添加 MATLAB 子窗口

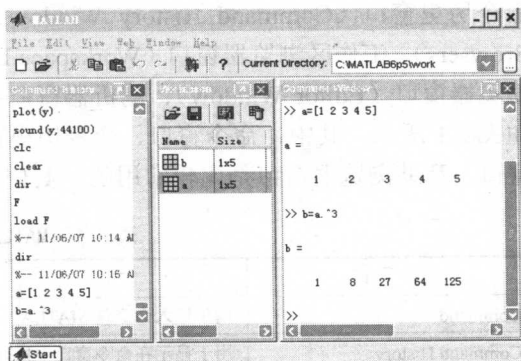


图 2.4 单独显示 Workspace 窗口

从图 2.4 中可以看出,我们在命令窗口中编写的 MATLAB 命令所涉及到的所有变量都显示在工作区浏览器窗口中,包括: a 和 b,其具体意义和用法将在第 3 章中介绍。用户如果要查询某个变量的具体内容,只需要在工作区浏览器窗口选中该变量并用鼠标左键双击, MATLAB 就会自动以表格的形式显示该变量所存储的数据内容,如图 2.5 所示。

	1	2	3	4	5
1	1	2	3	4	5
2	2	3	4	5	6
3	3	4	5	6	7

图 2.5 变量内容的查询

2.2 MATLAB 工作区

在 MATLAB 界面中,所有窗口中执行的操作都支持命令窗口中的运算。因此,我们着重介绍一下命令窗口,命令窗口是 MATLAB 的主要工作区。

在命令窗口中创建的数据和变量都保存在 MATLAB 工作区(基本工作区)中。用户除了可以在工作区窗口中查看变量之外,还可以利用 who 命令在命令窗口中查看 MATLAB 工作区中的变量,如下所示:

```
>> who
Your variable are:
c4          angle_c1          cost          pads
c5          ans              deg_c1        real_c1
c6          average_cost     erasers       mag_c1
c1          image_c         c6i
c2          items          c6r
c3          check_it_out    tape
```

当读者在计算机上验证时,所看到的变量可能和上述变量列表不一样,这取决于在启动 MATLAB 之后,让它执行了什么操作。MATLAB 会把用户程序中的所有变量显示出来,和在工作区浏览器窗口中显示的变量是一致的,如果用户想得到各个变量更详细的信息,可以用 whos 命令,如下所示:

```
>> whos
Name          Size          Byte          Class
angle_c1      1 X 1          8             double array
ans           1 X 1          8             double array
c1            1 X 1          8             double array
c2            1 X 1          16            double array (complex)
c3            1 X 1          16            double array (complex)
c4            1 X 1          16            double array (complex)
c5            1 X 1          16            double array (complex)
c6            1 X 1          16            double array (complex)
c6i           1 X 1          8             double array
```