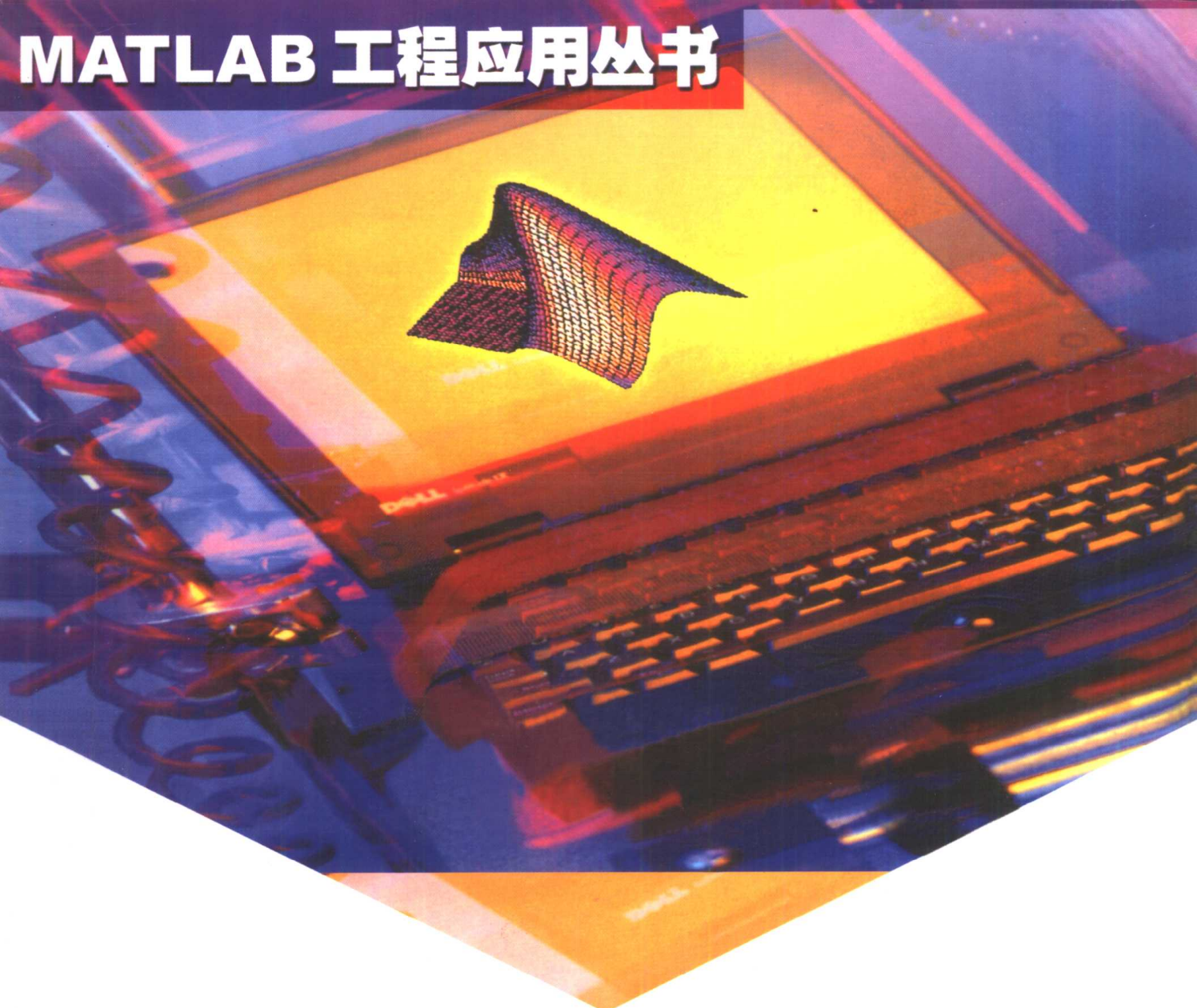




MATLAB 工程应用丛书

MATLAB

及

在电子信息课程中的应用

陈怀琛 吴大正 高西全 编著



電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry
URL: <http://www.phei.com.cn>

MATLAB 工程应用丛书

MATLAB 及在电子信息课程 中的应用

陈怀琛 吴大正 高西全 编著

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

MATLAB 语言具备高效、可视化及推理能力强等特点,在目前工程界是流行最广的科学计算语言。本书由语言篇和应用篇两部分组成,语言篇介绍 MATLAB 语言的基本语法,便于自学,又可作为教学教材。应用篇讲述 MATLAB 近百个实例程序,涉及的课程范围有电路、信号与系统、数字信号处理、控制系统等。这些实例使用了 MATLAB 中多方面的语句,可使读者能迅速掌握 MATLAB 编程的技巧,提高完成工程课程的效率。

本书可作为学习 MATLAB 语言的入门教材;也可供理工科大学师生及工程技术人员参考。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,翻版必究。

1

图书在版编目(CIP)数据

MATLAB 及在电子信息课程中的应用/陈怀琛等编著. - 北京:电子工业出版社,2002.1

(MATLAB 工程应用丛书)

ISBN 7-5053-6927-X

I . M… II . 陈… 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(2001)第 058720 号

丛 书 名: MATLAB 工程应用丛书

书 名: MATLAB 及在电子信息课程中的应用

编 著 者: 陈怀琛 吴大正 高西全

责任编辑: 郭 立 张立红

排版制作: 电子工业出版社计算机排版室

印 刷 者: 北京大中印刷厂

装 订 者: 三河市金马印装有限公司

出版发行: 电子工业出版社 <http://www.phei.com.cn>

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

经 销: 各地新华书店

开 本: 787×1 092 1/16 印张: 20.25 字数: 519 千字

版 次: 2002 年 1 月第 1 版 2002 年 1 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 7-5053-6927-X
TP·3946

印 数: 6 000 册 定价: 28.00 元

凡购买电子工业出版社的图书,如有缺页、倒页、脱页、所附磁盘或光盘有问题者,请向购买书店调换;
若书店售缺,请与本社发行部联系调换。电话 68279077

丛 书 序

MATLAB 是集数值计算、符号运算及图形处理等强大功能于一体的科学计算语言。作为强大的科学计算平台,它几乎能够满足所有的计算需求。在美国及其他发达国家的理工院校里,MATLAB 已经成为了一门必修的课程,在科研院所、大型公司或企业的工程计算部门,MATLAB 也是最为普遍的计算工具之一。

MATLAB 具有如下的优势与特点:

- 友好的工作平台和编程环境

随着 MATLAB 的商业化以及软件本身的不断升级,MATLAB 的用户界面也越来越精致,更加接近 Windows 的标准界面,人机交互性更强,操作更简单。而且新版本的 MATLAB 提供了完整的联机查询、帮助系统,极大地方便了用户的使用。简单的编程环境提供了比较完备的调试系统,程序不必经过编译就可以直接运行,而且能够及时地报告出现的错误及进行出错原因分析。

- 简单易用的程序语言

新版本的 MATLAB 语言是基于最为流行的 C 语言基础上的,因此语法特征与 C 语言极为相似,而且更加简单,更加符合科技人员对数学表达式的书写格式。使之更利于非计算机专业的科技人员使用。而且这种语言可移植性好、可扩展性极强,这也是 MATLAB 之所以能够深入到科学研究及工程计算各个领域的重要原因。

- 强大的科学计算及数据处理能力

MATLAB 拥有 600 多个工程中要用到的数学运算函数,可以方便地实现用户所需的各种计算功能。函数中所使用的算法都是科研和工程计算中的最新研究成果,而且经过了各种优化及容错处理,因此使用起来鲁棒性和可靠性非常高。在通常情况下,可以用它来代替底层编程语言,如 C 和 C++。在计算要求相同的情况下,使用 MATLAB 的编程工作量会大大减少。MATLAB 函数所能解决的问题包括矩阵运算和线性方程组的求解、微分方程及偏微分方程组的求解、符号运算、傅立叶变换和数据的统计分析、工程中的优化问题、稀疏矩阵运算、复数的各种运算、三角函数和其他初等数学运算、多维数组操作以及建模动态仿真等。

- 出色的图形处理功能

MATLAB 自产生之日起就具有方便的数据可视化功能,新版本的 MATLAB 对整个图形处理功能做了很大的改进和完善,使它不仅在一般数据可视化软件都具有的功能(例如二维曲线和三维曲面的绘制和处理等)方面更加完善,而且对于一些其他软件所没有的功能(例如图形的光照处理、色度处理以及四维数据的表现等),MATLAB 同样表现了出色的处理能力。同时对一些特殊的可视化要求,例如图形动画等,MATLAB 也有相应的功能函数,保证了用户不同层次的要求。另外,新版本的 MATLAB 还着重在图形用户界面(GUI)的制作上做了很大的改善,对这方面有特殊要求的用户也可以得到满足。

- 应用广泛的模块集和工具箱

MATLAB 对许多专门的领域都开发了功能强大的模块集或工具箱。一般来说,它们都是由特定领域的专家开发的,用户可以直接使用工具箱学习、应用和评估不同的方法而不需要自己编写代码。目前,MATLAB 已经把工具箱延伸到了科学研究和工程应用的诸多领域,诸如数

据采集、数据库接口、概率统计、样条拟合、优化算法、偏微分方程求解、神经网络、小波分析、信号处理、图像处理、系统辨识、控制系统设计、LMI 控制、鲁棒控制、模型预测、模糊逻辑、金融分析、地图工具、非线性控制设计、实时快速原型及半物理仿真、嵌入式系统开发、定点仿真、DSP 与通讯、电力系统仿真等,都在工具箱(Toolbox)家族中有了自己的一席之地。

- 实用的程序接口和发布平台

新版本的 MATLAB 可以利用 MATLAB 编译器和 C/C++ 数学库和图形库,将自己的 MATLAB 程序自动转换为独立于 MATLAB 运行的 C 和 C++ 代码。另外, MATLAB 网页服务程序还容许在 Web 应用中使用自己的 MATLAB 数学和图形程序。

- 模块化的设计和系统级的仿真

Simulink 是 MATLAB 的一个分支产品,主要用来实现对工程问题的模型化和动态仿真。在世界范围内的模型化浪潮的背景下, Simulink 恰恰体现了模块化设计和系统级仿真的具体思想,使得建模仿真如同搭积木一样简单。Simulink 对仿真的实现可以应用于动力系统、信号控制、通信设计、金融财会及生物医学等各个领域的研究中。

由于 MATLAB 具有以上其他计算语言无法比拟的优势,目前它已作为工程和科学教育界的一种行业标准。随着它日益风靡全球,我国也掀起了学习 MATLAB 的热潮。

电子工业出版社及时把握这一契机,组织了这套适合我国大学生和科研及工程技术人员《MATLAB 工程应用丛书》,2001 年 9 月首次出版两本。

《MATLAB 6.0 与科学计算》——本书适用于初学 MATLAB 并想迅速使用它进行各类科学计算的各类理工科大、专院校的学生、科学研究及工程技术人员。

《MATLAB 及在电子信息课程中的应用》——特请多年来使用 MATLAB 进行教学和科研的国内专家陈怀琛教授执笔。本书适用于电子及信息工程专业的高年级大学生以及其他相关专业的工程技术人员。

电子工业出版社还聘请了各工程应用领域的 MATLAB 专家,撰写 MATLAB 在其他工程领域的应用书籍,将很快与读者见面。希望读者将自己的意见及需求及时反馈给我们。

本套丛书旨在把 Mathworks 公司的先进解决方案及专家的经验体会传授给读者,使读者不仅能够充分利用这一强大的工具解决具体问题,而且能够加速开发与创新的过程,早日成为工程应用某一领域的专家。本套丛书的编写得到了 MATLAB 产品的中国惟一代理——九州恒润科技公司(www.hirain.com)在资料和技术咨询方面的大力支持,在此表示感谢。我们的联系方式是, E-mail: jsj@phei.com.cn, 电话: 010-68216158。

电子工业出版社
计算机事业部

前 言

21 世纪将以科学技术的高速发展为其特征。中华民族在国际大家庭中的地位将取决于我国的综合国力,高速度高质量地培养千千万万掌握高技术的人才,是其中一个十分重要的任务。要做到这一点,就必须努力地吸取世界上一切优秀的教育思想、教学手段,并创造性地应用于我们的教学事业。

在上世纪的最后 20 年中,计算机已经被成功地应用于工程设计和制造业中,在发达国家中其普及率已经超过了 90%,它成十倍地提高了劳动生产率,创造了空前巨大的物质文明;它把任何创新的思想转化为市场的商品时间缩短到了惊人的程度,新产品的种类淘汰之快都是 20 年前无法想像的。国际互联网的广泛应用加快了产业全球化的进程。在这个极具挑战的时代中,把计算机充分运用到教学及工程研究过程中,显然具有重要的意义。

我们知道,计算尺发明于 1630 年,在大学中计算尺已被使用了 300 多年,大约在 1970 年左右被计算器完全代替;现在计算器在大学里已经使用了 30 年,它被计算机所代替已是历史的必然。教学工具的每一次更新都大大地提高了教育的效率。因此,自觉地而不是被动地加快计算机代替计算器的进程,将对大学教学效率的提高起到重要的作用。

在发达国家中,大学师生都能无限制地使用计算机,目前正在向中学和小学普及。而在我国,只在理工科的研究生中已经普及,在大学本科中普及率,各个学校差别很大。就大多数学校而言,低年级师生使用计算机的时间还受到各种条件的限制。但随着计算机价格的不断下降和国家对教育投入的加大,学校装备的和学生个人购买的计算机也越来越多,因此在几年之内,大学生自由地使用计算机设备将能够实现。在大学本科课程中普遍使用计算机的瓶颈将是软件。即使在目前,拥有计算机的老师和学生也未必知道如何用计算机来帮助他们进行课程教学,因此要从现在起做好准备。

为了把计算机更好地用于大学的课程教育和科学研究,从 20 世纪 80 年代开始,出现了多种科学计算语言,也称为数学软件。经过十多年的发展和竞争,已经商品化的有 Matlab, Matrix, Maple, Mathematica, MathCAD 等。它们的功能大同小异,又各有千秋。就易学性和普及性而言,首推 MATLAB 语言。

要想在大学本科的学习过程中使用计算机,那就应该从大学一年级开始,学会使用一种计算语言,并且在以后的各门课中不断地使用。作者的前一本书《MATLAB 语言及其在理工课程中的应用指南》(西安电子科技大学出版社 2000 年 1 月出版),对 MATLAB 在高等数学、普通物理、力学、机械和电工等十多门课程中的应用实例作了介绍,该书受到了读者的广泛好评,同时一些读者也提出了一些建设性的建议。

有不少学校的大学生要到二年级才开始学习 MATLAB 语言,特别是一些电子信息专业的学生,他们在后续课程中需要更深入地应用它,因此他们希望为二年级以后的电子信息专业的学生专门写一本书。因此,作者在电子工业出版社的支持下,写成了这本《MATLAB 及在电子信息课程中的应用》。

这本书是按照以下的指导思想来组织的:

(1) 以电路、信号和系统、数字信号处理和自动控制原理 4 门主课为目标,作为这些课程的伴侣书。晶体管模拟电路和数字电路虽然也是主课,但有专门的软件来辅助分析,因此本书

不作介绍。

(2) 作为教学辅导书,本书不作理论推导,而是直接利用教材上的现成结论。重点讨论如何利用这些结论和 MATLAB 编程来解决实际问题,通过数字结果来加深对理论的理解。

(3) 本书自成体系,同时避免各门课程的局限性。由于种种原因,目前各门课程之间往往存在一些重叠,各校对课程范围的划分也不尽相同,本书尽量避免这些不必要的矛盾。比如学习控制理论的时候,关于线性系统求解问题就不再介绍,只要查看信号与系统的有关内容就行了。这样做虽然有些不便,但可以使读者把各门课程的概念真正连贯起来,使之融会贯通,有利于对课程的理解和深化。

(4) MATLAB 语言的内容极为丰富,它的各种函数都与数学领域有关,低年级学生不可能一下子全部掌握它,但也不能等学完了所有的数学课程再来使用它,所以正确的做法是先学一些入门知识,以后随着数学水平的提高,随时进行相关函数的学习。在 MATLAB 中还有许多工具箱,它们是用 MATLAB 基本语句编成的子程序集。应用工具箱可以更进一步简化编程,甚至给很复杂的问题提供傻瓜照相式的解决办法。本书中采用的原则如下:

- 用最低限度的时间为低年级同学作入门教学,这反映在本书语言篇的大字部分。小字部分可以以后再看。

- 在第 5,6 两章中,完全采用 MATLAB 的基本(即 matlab 子目录下的)命令集,不用工具箱。使读者懂得如何使用基本命令来进行编程。

- 在第 7,8 两章中,随着问题的深化,不用工具箱已经不利于学生的思维,因此就介绍了信号处理工具箱和控制工具箱。其实 MATLAB 的学生版已包括这两个工具箱以及符号数学工具箱。考虑到本书面向本科学生,因此避开了这两门课程中较深的问题。

- MATLAB 的工具箱有很多种。除了信号处理工具箱和控制工具箱是必要的之外,我们还介绍了其他一些与电子信息学科有密切关系的工具箱。这些工具箱并不是学习课程必须掌握的,但它可以帮助读者开拓思路。比如如何用 MATLAB 解决那些用笔算几乎无法解决的问题,并且知道如何去寻找解决这些问题的方法和工具。

上面所说的这些原则决定了本书是一本面向大学教育、本科课程的教材,而不是工程师们拿来就用的手册,但对想搞清原理的工程师们仍有很好的参考价值。

本书分为两篇,第 1 篇包括第 1 章~第 4 章,介绍 MATLAB 语言的基础;第 2 篇为第 5 章~第 9 章,讨论 MATLAB 在大学电子信息类专业基础课程中的应用。第 1 章~第 4 章及第 8 章、第 9 章由陈怀琛编写;吴大正负责第 5 章和第 6 章的选材和审校;高西全编写第 7 章;由陈怀琛负责全书的修改审定。欢迎读者对本书提出批评和建议,来信请寄到:西安电子科技大学 137 信箱(邮编 710071),陈怀琛。

电话:(029)8202988;电子邮件地址:hchchen@xidian.edu.cn

本书的全部程序装成一张软盘,可邮购(30 元)或网购(15 元)。读者可汇款到:西安电子科技大学 137 信箱(邮编 710071),林华收。写明邮址或网址即可。

目 录

第1篇 语 言 篇

第1章 MATLAB语言概述	(3)
1.1 MATLAB语言的发展	(3)
1.2 MATLAB语言的特点	(3)
1.3 MATLAB的工作环境	(5)
1.3.1 命令窗	(5)
1.3.2 图形窗	(9)
1.3.3 文本编辑窗	(9)
1.3.4 文件管理窗	(9)
1.4 演示程序	(9)
第2章 基本语法	(11)
2.1 变量及其赋值	(11)
2.1.1 标识符与数	(11)
2.1.2 矩阵及其元素的赋值	(11)
2.1.3 复数	(13)
2.1.4 变量检查	(13)
2.1.5 基本赋值矩阵	(15)
2.2 矩阵的初等运算	(16)
2.2.1 矩阵的加减乘法	(16)
2.2.2 矩阵除法及线性方程组的解	(18)
2.2.3 矩阵的乘方和幂次函数	(19)
2.2.4 矩阵结构形式的提取与变换	(20)
2.3 元素群运算	(21)
2.3.1 数组及其赋值	(21)
2.3.2 元素群的四则运算和幂次运算	(22)
2.3.3 元素群的函数	(23)
2.4 逻辑判断及流程控制	(24)
2.4.1 关系运算	(24)
2.4.2 逻辑运算	(26)
2.4.3 流程控制语句	(27)
2.5 基本绘图方法	(30)
2.5.1 直角坐标中的两维曲线	(30)
2.5.2 线型、点型和颜色	(31)
2.5.3 多条曲线的绘制	(32)
2.5.4 屏幕控制和其他二维绘图	(33)
2.5.5 三维曲线和曲面	(37)
2.5.6 特殊图形和动画	(39)
2.5.7 彩色、光照和图像	(40)

2.5.8 低层图形屏幕控制功能	(42)
2.6 M 文件及程序调试	(44)
2.6.1 主程序文件	(45)
2.6.2 人机交互命令	(46)
2.6.3 函数文件	(47)
2.6.4 文件编辑器及程序调试	(48)
第 3 章 MATLAB 的开发环境和工具	(50)
3.1 MATLAB 与其他软件的接口关系	(50)
3.1.1 与磁盘操作系统的接口关系	(50)
3.1.2 与文字处理系统 WinWord 的关系	(52)
3.1.3 图形文件的转储	(53)
3.1.4 低层输入输出函数库	(54)
3.1.5 与 C 和 FORTRAN 子程序的动态链接	(55)
3.2 MATLAB 的文件管理系统	(56)
3.2.1 安装后的 MATLAB 文件管理系统	(56)
3.2.2 MATLAB 自身的用户文件格式	(56)
3.2.3 文件管理和搜索路径	(56)
3.2.4 与目录和搜索有关的命令	(58)
3.2.5 搜索顺序	(58)
3.3 MATLAB 6.0 的开发环境	(59)
3.3.1 桌面系统的内容	(59)
3.3.2 桌面命令菜单简介	(60)
3.3.3 MATLAB 6.0 的用户界面	(60)
第 4 章 MATLAB 的其他函数库	(63)
4.1 数据分析函数库(datafun 函数库)	(63)
4.1.1 基本的数据分析	(63)
4.1.2 用于场论的数据分析函数	(64)
4.1.3 用于随机数据分析的函数	(65)
4.1.4 用于相关分析和傅立叶分析的函数	(65)
4.2 矩阵的分解与变换(matfun 函数库)	(67)
4.2.1 线性方程组的系数矩阵	(67)
4.2.2 矩阵的分解	(68)
4.2.3 矩阵的特征值分析	(70)
4.2.4 特殊矩阵库(specmat)	(70)
4.3 多项式函数库(polyfun)	(71)
4.3.1 多项式的四则运算	(71)
4.3.2 多项式求导、求根和求值	(72)
4.3.3 多项式拟合	(73)
4.3.4 多项式插值	(74)
4.3.5 线性微分方程的解(residue)	(75)
4.4 函数功能和数值积分函数库(funfun)	(77)
4.4.1 函数功能和数值积分函数库的主要子程序	(77)
4.4.2 非线性函数的分析	(77)
4.4.3 任意函数的数值积分	(79)

4.5 字符串函数库(strfun)	(81)
4.5.1 字符串的赋值	(81)
4.5.2 字符串语句的执行	(82)
4.5.3 字符串输入输出	(82)
4.6 稀疏矩阵函数库(sparfun)	(83)
4.7 图形界面函数库(Guitools)	(84)
4.8 数据类型函数库(datatypes)	(85)
4.8.1 结构阵列	(86)
4.8.2 单元阵列	(87)
4.8.3 类和对象	(88)

第2篇 应用篇

第5章 MATLAB在电路中的应用	(93)
5.1 电阻电路	(93)
5.2 动态电路	(98)
5.3 正弦稳态电路	(105)
5.4 频率响应	(112)
5.5 二端口电路	(118)
5.5.1 Z,Y,H,G,A,B六种参数间关系的MATLAB语句	(118)
5.5.2 网络函数及其MATLAB语句	(118)
第6章 MATLAB在信号与系统中的应用	(124)
6.1 连续信号和系统	(124)
6.2 傅立叶分析	(132)
6.3 离散信号和系统	(142)
6.4 线性时不变系统的模型	(147)
6.4.1 模型的典型表达式	(147)
6.4.2 模型转换	(149)
第7章 MATLAB在数字信号处理中的应用	(163)
7.1 时域离散信号的产生及时域处理	(163)
7.2 z变换和傅立叶变换	(171)
7.3 离散傅立叶变换(DFT)	(188)
7.4 数字滤波器结构	(198)
7.5 FIR数字滤波器设计	(205)
7.6 IIR数字滤波器设计	(213)
第8章 MATLAB在自动控制原理中的应用	(223)
8.1 控制工具箱中的LTI对象	(224)
8.1.1 LTI对象的类型和属性	(224)
8.1.2 LTI模型的建立	(225)
8.1.3 对象属性的获取和修改	(228)
8.1.4 LTI模型的简单组合和运算符扩展	(231)
8.1.5 复杂模型的组合	(235)
8.1.6 连续系统和采样系统之间的变换	(237)
8.1.7 典型系统的生成	(239)

8.2 动态特性和时域分析函数	(249)
8.3 系统的频域分析函数	(262)
8.4 系统的状态空间分析函数	(268)
8.5 系统的状态空间法设计函数	(272)
8.5.1 线性平方调节器问题	(273)
8.5.2 线性平方估计器问题	(274)
第9章 MATLAB 工具箱简介	(282)
9.1 符号数学(Symbolic Math)工具箱简介	(282)
9.1.1 Symbolic 工具箱的主要功能	(283)
9.1.2 符号数学式的基本表示方法	(283)
9.2 系统仿真(Simulink)工具箱简介	(285)
9.2.1 概述	(285)
9.2.2 环节库及框图的建立	(286)
9.2.3 仿真方法和参数的设定	(287)
9.2.4 仿真的运行	(287)
9.2.5 Simulink 的子系统屏蔽(Masking)功能	(288)
9.2.6 Simulink 内部工作过程简介	(289)
9.2.7 Simulink 应用范围的扩展	(290)
9.3 以 matlab 为基础的工具箱简介	(290)
9.4 以 Simulink 为基础的模块工具箱简介	(291)
9.4.1 电力系统(Powersys)模块工具箱简介	(291)
9.4.2 数字信号处理(DSP Blocks)模块工具箱简介	(292)
9.4.3 定点处理(Fix - Point Blocks)模块工具箱简介	(292)
9.4.4 通信系统(Comm)模块工具箱简介	(293)
附录 A 全书例题索引	(295)
附录 B MATLAB 基本部分的函数索引	(297)
附录 C 信号处理工具箱函数集	(302)
附录 D 控制系统工具箱库函数 4.2 版本 (R11)	(307)
参考文献	(311)

第 1 篇 语 言 篇

本篇的内容设计为适合大学二年级上学期的水平。这时学生已有了一定的计算机操作技能，同时又有矩阵运算的知识。这样，学生在学习本书的 1, 2, 3 章将不会有多少困难。我们制作的四小时录像带主要就针对这个部分。没有录像带的读者，只要有本书的光盘，也可以在计算机上复现录像中的所有屏幕画面，很容易对照自学。

MATLAB 是一种与数学水平密切相关的算法语言，第 4 章中介绍的内容需要较多的高等数学知识，要随着年级的增加才能逐渐深入掌握这些内容。在录像带中这部分占 20 分钟，读者在可根据自己的数学程度进行自学，并可与应用篇联系起来深入体会。

MATLAB 中还有一些大学本科中通常用不到的内容，但在毕业设计或今后的科研工程中可能有用，为了使本书具备手册的功能，这些内容用小字来叙述。同时，本书用小字列出了 MATLAB 基本部分的全部函数库，并配以索引，便于读者查找。这部分内容可以先跳过去，待需要时再看。

第 1 章 MATLAB 语言概述

1.1 MATLAB 语言的发展

MATLAB 是一种科学计算软件，适用于工程应用各领域的分析设计与复杂计算，它使用方便，输入简捷，运算高效且内容丰富，很容易由用户自行扩展。因此，当前已成为美国和其他发达国家大学教学和科学研究中最常用且必不可少的工具。

MATLAB 是由美国 Mathworks 公司于 1984 年正式推出的，到 1988 年有了 3.x (DOS) 版本；1992 年推出 4.x (Windows) 版本；1997 年推出 5.1 (Windows) 版本。以后又升级到 5.3 (也称 R11) 版本。2000 年下半年，Mathworks 公司推出了他们的最新产品 MATLAB 6.0 (R12) 试用版，并于 2001 年初推出了正式版。随着版本的升级，内容不断扩充，功能更加强大。另一方面对使用环境也提出了更高的要求。近几年来，Mathworks 公司在将 MATLAB 语言运用于系统仿真和实时运行等方面，取得了很多成绩，更扩大了它的应用前景。

其实，对于学习语法基础的读者来说，各版本的差别不大。考虑到国内的资源条件，本书将兼顾从 4.x 到 6.0 的各种版本。

MATLAB 是“矩阵实验室”(MATrix LABoratory)的缩写，它是一种以矩阵运算为基础的交互式程序语言，着重针对科学计算、工程计算和绘图的需求。与其他计算机语言相比，其特点是简洁和智能化，适应科技专业人员的思维方式和书写习惯，使得编程和调试效率大大提高。它用解释方式工作，键入程序立即得出结果，人机交互性能好，为科技人员所乐于接受。特别是它可适应多种平台，并且随计算机硬、软件的更新而及时升级。因此，MATLAB 语言在国外的大学工学院中，特别是数值计算用得最频繁的电子信息类学科中，已成为每个学生都应掌握的工具了。它大大提高了课程教学、解题作业、分析研究的效率。学习掌握 MATLAB，也可以说是在科学计算工具上与国际接轨。

MATLAB 语言比较好学，因为它只有一种数据类型、一种标准的输入输出语句，不用“指针”、不需编译，比其他语言少了很多内容。听三四个小时课，上机练几个小时，就可入门了。以后自学也十分方便，通过它的演示(demo)和帮助(help)命令，人们可以方便地在线学习各种函数的用法及其内涵。

MATLAB 语言的难点是函数较多，仅基本部分就有 700 多个，其中常用的有二三百个，要尽量多记少查，才能提高编程效率，这也是终生受益的。

1.2 MATLAB 语言的特点

MATLAB 语言有以下特点。

1. 起点高

(1) 每个变量代表一个矩阵, 从 **MATLAB** 名字的来源可知, 它以矩阵运算见长。当前的科学计算中, 几乎无处不用矩阵运算, 这使它的优势得到了充分的体现。在 **MATLAB** 中, 每个变量代表一个矩阵, 它可以有 $n \times m$ 个元素。

(2) 每个元素都看做复数, 这个特点在其他语言中是不多见的。

(3) 所有的运算都对矩阵和复数有效, 包括加、减、乘、除、函数运算等。

2. 人机界面适合科技人员

(1) **MATLAB** 的语言规则与笔算式相似。**MATLAB** 的程序与科技人员的书写习惯相近, 因此, 易写易读, 易于在科技人员之间交流。

(2) 矩阵的行列数无需定义。要输入一个矩阵, 用其他语言时必须先定义矩阵的阶数, 而 **MATLAB** 则不必有阶数定义语句。输入数据的行列数就决定了它的阶数。

(3) 键入算式立即得结果, 无需编译。**MATLAB** 是以解释方式工作的, 即它对每条语句解释后立即执行, 若有错误也立即做出反应, 便于编程者立即改正。这些都大大减轻了编程和调试的工作量。

3. 强大而简易的绘图功能

(1) 能根据输入数据自动确定坐标绘图。

(2) 能规定多种坐标系(极坐标系、对数坐标系等)。

(3) 能绘制三维坐标中的曲线和曲面。

(4) 可设置不同颜色、线型、视角等。

如果数据齐全, 通常只需一条命令即可出图。

4. 智能化程度高

(1) 绘图时自动选择最佳坐标, 大大方便了用户。

(2) 做数值积分时自动按精度选择步长。

(3) 自动检测和显示程序错误的能力强, 易于调试。

5. 功能丰富, 可扩展性强

MATLAB 软件包括基本部分和专业扩展两大部分。

基本部分包括矩阵的运算和各种变换、代数和超越方程的求解、数据处理和傅立叶变换及数值积分等等。可以满足大学理工科学生的计算需要。本书将介绍这部分的主要内容。

扩展部分称为工具箱。它实际上是用 **MATLAB** 的基本语句编成的各种子程序集, 用于解决某一方面的专门问题, 或实现某一类的新算法。现在已经有控制系统、信号处理、图像处理、系统辨识、模糊集合、神经网络及小波分析等工具箱, 并且向公式推导、系统仿真和实时运行等领域发展。

MATLAB 的核心内容在于它的基本部分, 所有的工具箱子程序都是用它的基本语句编写的, 学好这部分是掌握 **MATLAB** 必不可少的基础。

1.3 MATLAB 的工作环境

不同版本的 MATLAB 要安装在不同的操作系统下, MATLAB 3.x 之前的版本用的是 DOS 操作系统, 而 MATLAB 4.x 以后的版本都以 Windows 操作系统为基础。MATLAB 的工作环境主要由命令窗 (Command Window)、若干个图形窗 (Figure Window)、文本编辑窗 (File Editor) 和文件管理窗 (File Manager) 组成, MATLAB 6.0 还增设了几个视窗。各视窗之间的切换可用【Alt】+【Tab】双键, 即先按下【Alt】不放, 再按【Tab】键; 也可用鼠标在 Windows 界面的底部图标上单击实现。本章重点介绍命令窗, 其他视窗将在读者对 MATLAB 有初步认识后再作详细介绍。

1.3.1 命令窗

在 Windows 桌面上, 双击 MATLAB 的图标, 系统就会进入 MATLAB 的工作环境, 首先出现 MATLAB 的标志图形, 接着出现命令窗。MATLAB 4.2 的命令窗如图 1.1 所示; MATLAB 5.x 的命令窗如图 1.2 所示; MATLAB 6.0 的命令窗如图 1.3 所示。

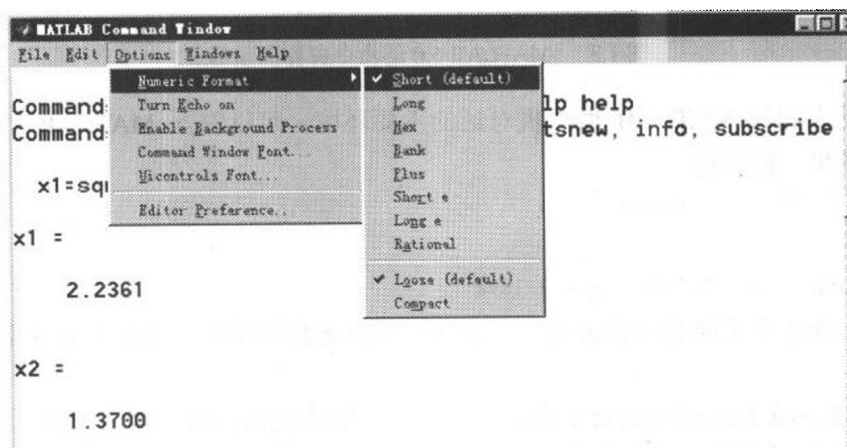


图 1.1 MATLAB 4.2c 的命令窗

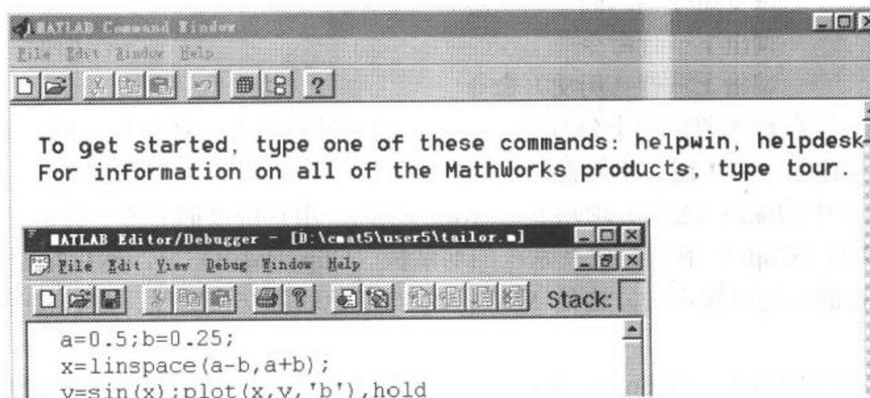


图 1.2 MATLAB 5.x 的命令窗界面上半部

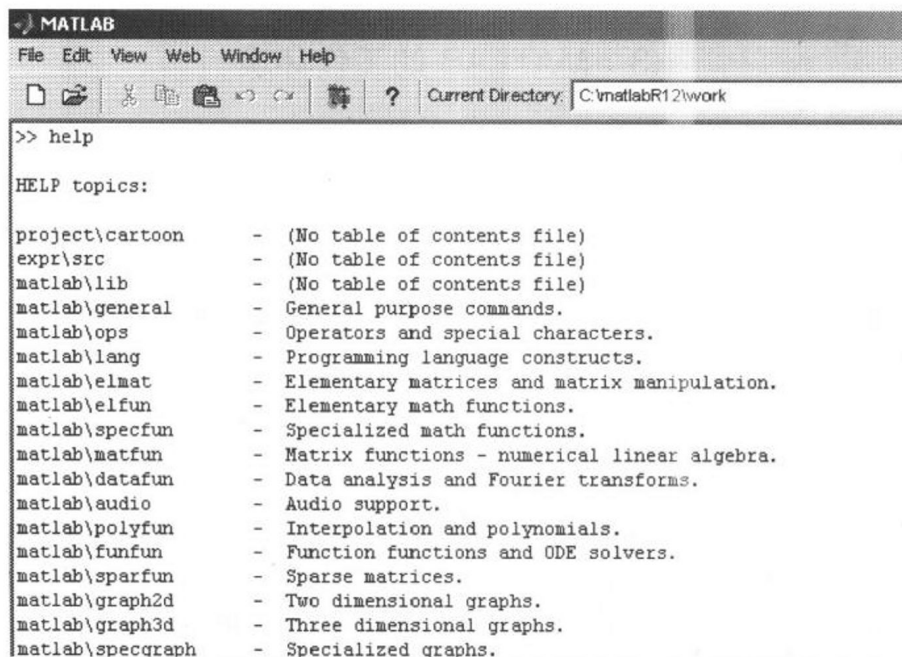


图 1.3 MATLAB 6.0 的命令窗界面顶部

命令窗是人们与 MATLAB 做人机对话的主要环境。可以键入 MATLAB 的各种命令并读出相应的结果。例如键入

```
x1=sqrt(5), x2=1.37, y=3/x2
```

答案为

```
x1 = 2.2361    x2 = 1.3700    y = 2.1898
```

说明 实际屏幕上的显示会占用 10 余行，为节省教材篇幅，删去了许多空行和空格，下同。

先对 MATLAB 4.2c 版本的命令窗做一些说明，因为它最简单，便于掌握。

● 命令窗编辑功能。键入和修改程序的方法与通常的文字处理相仿。先说明几个特殊的功能键。

- ESC 恢复命令输入的空白状态
- ↓ 调出下一行命令
- ↑ 调出上一行（历史）命令

这几个功能在程序调试时十分有用。对于已执行过的命令，如要作些修改后重新执行，就可不必重新键入，用 ↑ 键调出原命令作修改即可。

● 主菜单中的编辑（Edit）项功能与 Word 相同。用它可以把屏幕上选定了的文字剪切（Cut）或复制（Copy）下来，放在系统的剪贴板（Clip Board）上，然后粘贴（Paste）到任一其他视窗的任何位置上去。这是 MATLAB 与其他软件交换文件、数据和图形的重要方法。

● 主菜单中的备选（Options）项功能。将它打开后又有 5 项子菜单，这里着重介绍其数字格式项（Numeric Format）。它的意义是选择显示数字的格式，将它打开就得到了 2 种显示格式和 8 种数字格式。