



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

# M

# ATLAB

## MATLAB

# 及其在理工课程 中的应用指南

(第三版)

陈怀琛 编著



西安电子科技大学出版社  
<http://www.xduph.com>

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

# MATLAB 及其在理工课程中的应用指南

(第三版)

陈怀琛 编著

西安电子科技大学出版社  
 西安电子科技大学出版社(西安市太白南路2号)  
 电话: (029)88242882 88201467 邮编: 710071  
 www.xdpub.com E-mail: xdpubx@pub.xeonline.com  
 新华书店  
 西安文化印刷厂  
 2000年1月第1版 2004年11月第2版  
 2007年7月第3版 2007年7月第3次印刷  
 785毫米×1092毫米 1/16 印张17.125  
 395千字  
 23 001~26 000册  
 23.00元

西安电子科技大学出版社

2007

## 内 容 简 介

本书分为语言篇、数学篇和应用篇三部分,共9章内容。语言篇介绍 MATLAB 语言的发展情况及基本语法,有4学时的录像作为辅助教学手段,适合作为 MATLAB 的入门教材;数学篇给出了微积分、线性代数和概率统计三门数学课程中使用 MATLAB 解题的实例约50个,为使用计算机解决高等数学计算问题打下基础;应用篇给出大学低年级课程中用 MATLAB 科学计算方法解题的60多个实例,涉及的范围有大学物理,力学、机械,电工、电子、电机,信号和系统等约十门课程,比照这些程序,可以帮助读者提高完成各科作业的效率,例题中给出的图形、图像、声音、动画等,能有效地加强学生对概念的理解。

本书的适用范围较广:一是作为 MATLAB 及其应用(或数学实验,或科学计算导论等)课程的教材;二是作为学生做某些低年级基础课习题的参考书;三是供相关课程的教师作为讲课和演示的工具;四是作为工程技术人员自学 MATLAB 的参考书。本书也是理工科大学生提高科学计算能力和学习效率的必备工具书。

### 图书在版编目(CIP)数据

**MATLAB 及其在理工课程中的应用指南**/陈怀琛编著. —3版.

—西安:西安电子科技大学出版社,2007.7

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

ISBN 978-7-5606-1841-8

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

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 072948 号

策 划 毛红兵

责任编辑 段蕾 毛红兵

出版发行 西安电子科技大学出版社(西安市太白南路2号)

电 话 (029)88242885 88201467 邮编 710071

<http://www.xduph.com> E-mail: [xdupfb@pub.xaonline.com](mailto:xdupfb@pub.xaonline.com)

经 销 新华书店

印刷单位 西安文化彩印厂

版 次 2000年1月第1版 2004年11月第2版  
2007年7月第3版 2007年7月第6次印刷

开 本 787毫米×1092毫米 1/16 印张 17.125

字 数 395千字

印 数 22 001~26 000册

定 价 25.00元

ISBN 978-7-5606-1841-8/TP·0958

**XDUP 2133003-6**

\*\*\* 如有印装问题可调换 \*\*\*

本社图书封面为激光防伪覆膜,谨防盗版。



## 陈怀琛教授简历

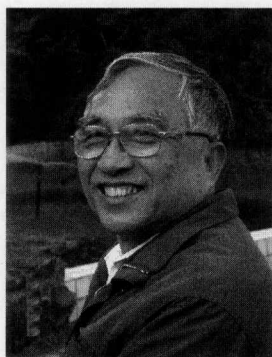
陈怀琛，西安电子科技大学教授，1934年12月生于上海，1953年7月毕业于军事电信工程学院，1980至1982年到美国宾夕法尼亚大学系统工程系做访问学者。

陈教授毕业后留校任教，一直从事教学和科研工作。先后在机械系、自动控制系和电子工程系讲授过十多门课程。1984至1994年任副校长，主管科研和研究生教育工作。

陈怀琛教授在机械与控制的结合方面有深入的研究，在自动控制、信号处理、系统辨识、人机工程等方面，先后发表论文数十篇。他成功地主持过一些重要的科研项目，并积极推动电子行业设计制造自动化，多次获得部、省级奖励。

近十多年来，陈教授致力于推动大学课程和教学的计算机化，目标是使教师及学生都用计算机取代计算器，解决各课程的问题。在把MATLAB语言应用于大学课程教育方面，他主持编写了《控制系统CAD和MATLAB语言》(1996年12月电子工业出版社出版)、《数字信号处理及其MATLAB实现》(1998年10月译，电子工业出版社出版)、《MATLAB及其在理工课程中的应用指南》(2000年1月西安电子科技大学出版社出版)、《MATLAB及在电子信息课程中的应用》(2002年1月电子工业出版社出版)、《数字信号处理教程——MATLAB释义与实现》(2004年10月电子工业出版社出版)、《线性代数实践及MATLAB入门》(2005年11月电子工业出版社出版)、《工程线性代数(MATLAB版)》(2007年5月电子工业出版社出版)等七本著作，其中《MATLAB及其在理工课程中的应用指南》被教育部列为“十一五”规划教材，在做了重大修订后由西安电子科技大学出版社出版。陈教授还应邀在许多研究所和大学举行过系列讲座。近两年来，就加强科学计算和基础数学改革的问题，他向教育部理工科教学指导委员会多次呼吁和建言，发表多篇论文，并得到重视。

陈教授热心于社会活动，曾兼任中国自动化学会理事长、中国电子学会教育学会副理事长、陕西人民对外友好协会副会长、陕西省自动化学会副理事长、陕西省老教授协会副会长等职。



陈怀琛 教授

# 序

半个世纪以来,信息科技特别是计算机技术的飞速发展,大大加速了社会的改革进程。利用计算机不仅能使人们摆脱繁重的体力劳动,更快捷、更精确地进行生产,而且借助于计算机辅助设计(CAD)和辅助制造(CAM),乃至计算机集成制造系统(CIMS),可使企业的生产效率大幅度提高。

信息科技发展对高等教育的影响是深远的,特别是在理工科教学方面,普遍增设了计算机类的课程,使学生能够适应将来的工作环境。其实,在大学教育里,利用计算机手段提高教学效率,并使学生在实用中掌握计算技能同样是十分重要的。现在的中、老年教师都会记得曾经使用计算尺和电子计算器,用来做一般的算术和简单的函数运算。计算机,特别是微机的出现和普及,使原来因计算复杂而难以实现的问题得到了解决,有可能在教学中不再回避复杂计算,而将问题的分析引向更深的层次。

计算机的应用离不开计算语言,FORTRAN、BASIC……已成功地应用于各种场合,但作为科学和工程问题,更多的是在分析计算(如常用的矩阵计算和复杂的函数运算)和形象地图示等方面,应用通常的计算语言并不方便。为此,在20世纪80年代初期,推出了多种科学计算语言。MATLAB就是应用最广泛的语言之一。它的特点是与科技人员的思维方式和书写习惯相适应,操作简易,人机交互性能好,从而使广大科技人员乐于接受。

基于以上原因,国外有许多理工科的书籍和教材已将MATLAB作为专用的科学计算语言融入专业内容之中,并从大学一年级就开始使用这种语言。实践表明,特别是对一些数值计算广泛应用的专业,教学效率和效果的提高是非常明显的。

过去,在MATLAB计算语言的使用上,国内高校与国外高校相比有较大的差距,客观原因是硬件条件较差,许多高校还不能为低年级学生提供必要的设备。近年来,情况已经有了很大的变化:不仅学校的设备条件得到了改善,而且许多学生都有了自己的微机。这就使理工科学生完全有可能将MATLAB这一科学计算语言学好用好,使之成为自己熟练掌握的工具,这会对自己提高当前学习效率和今后的工作带来较大裨益。

陈怀琛教授热心祖国教育事业,他在美国访问期间做了广泛的调查,并为西安电子科技大学购买了MATLAB的教学版。为了从大学一年级开始就能在许多课程里应用它,陈教授又与众多的基础课和专业基础课教师进行了多次探讨,并在学校开办了讲习班,收到了良好的效果。

为了能将这一工作在国内更快地推广,他又编写了这本应用指南。我认为将MATLAB用于各个理工科课程是一件刻不容缓的事,本书的出版将对这项工作起到推动作用。

保 铮 谨识

1999年11月

于西安电子科技大学

# 前 言

本书的第一版于1999年8月写成,2000年1月出版。当时正值世纪之交,全世界大学的计算工具正处在由计算机全面取代计算器之际。当时出版的目的是为了推动中国大学的课程教学普遍采用计算机,与国际接轨。是否会使用计算机进行科学计算,就看是否会使用科学计算语言,所以在这里,“学会 MATLAB”就是“用计算机进行科学计算”的同义语。八年后的今天,回顾起来,科学计算的普及,在中国有了很大的进步,但是国外的进步更快,我国在大学课程中使用计算机方面与其他国家的差距在不断加大。其标志之一就是在大部分课程的教学大纲中,没有反映出计算机在课程教学中的应用。邓小平提出“教育要面向现代化、面向世界、面向未来”的要求,在各部门课程中还未充分体现。

从新型(即全面使用科学计算语言)教科书的出版时间来看,目前我国与美国的比较如下(笔者个人观点):自动控制课落后三年,信号处理课落后八年,线性代数课落后至少十年(因为中国至今还没有出过这样的教材)。而实际使用新型教材的学校和教师,则更少得可怜。中国这么大,大学生有几千万,大学教师上百万,如果只有几十位、几百位教师在课程中试点使用计算机解题,只有少数几种使用 MATLAB 的书籍被用做教材,那只能说大学教学只有百分之零点几进入了计算机时代,其平均水平还远远落后于发达国家。

军队是否现代化,首先看军人使用的武器;工厂是否现代化,首先看技术人员和工人的装备;教育是否现代化,当然首先要看第一线师生向科学进军所用的工具。我们国家国防现代化和工业现代化的口号很响亮,但教育现代化的呼声却比较弱,也许这就是课程和教材改革缓慢的症结所在。各级教育主管部门如果真正想把“教育要面向现代化”落到实处,那就一定要把各部门课程中使用计算机的状况作为一项重要指标进行评估和检查。只有这样,才能缩小与国际水平的差距。

1999年笔者编写本书第一版时,并没有把它用做教材的明确思想,而主要是想告诉各部门理工课程的老师,科学计算语言可以用于他们的课程,并可大大提高计算的效率,所以该版注重于面向教师而不是学生,注重于学术讨论而不是教学。根据读者的反映,原书的优点是对不少课程的现代化起到了推动作用,帮助一些教师解决了课程中从示教到计算的许多难题。它的缺点主要是面太宽,一本书涉及了十多门课,虽然这些课学生都是要学的,但教师很难教。因此,在教学计划中需要一门适当的课程来实施这本教材。

为了使本书能适应“十一五”规划教材的目标,此次修订就想既能保持为各部门课程的现代化服务的优点,又能使它适合教学的需要,为此笔者对原版教材从以下几方面做了修订:

(1) 加强 MATLAB 用于数学的部分。基础数学教学指导委员会近年来对数学软件的教学给予相当的重视,提出要逐步将它变为必修课,各个学校纷纷开出了这类课程。课程名尚不规范,如“数学实验”、“科学计算导论”、“MATLAB 及其应用”、“数学建模和数学软件”等等。本书的目标是为这类新课程提供教材,所以就增加了数学部分的篇幅。为此,我们把最新中外高等数学教材<sup>[5-9]</sup>中用计算机求解的一些例题充实到本书中。但有些数学书中采用的软件为 Mathematica,所用的方法则为符号数学,与工科的需求有距离。工科的后续课中主要使用 MATLAB,而且工科学生应该以数值计算为主。遵循这样的原则,我们改编了数学部分的讲解方法和程序,并且在每节的最后给出了习题,把数学的篇幅扩大了近两倍,单独设为本

书的第二篇。这样，本书的语言篇和数学篇就可以构成数学软件课程了。

尽管这本书可以用于“数学实验”课，但数学实验与理论分别设课，对微积分还可以，对线性代数就不合适，会使理论更加脱离实际，忽视计算机的应用，与国际的发展方向不符。学习数学软件，应当是面向后续课和工程实践。这样才能有的放矢，找到改革的动力和方向，本书的应用篇就反映了这种思想。不过，中国目前首先要培养足够的能教数学软件的教师，也许设立一门“数学实验”课有利于建设一支稳定的教师队伍，为把数学实验并入数学理论课准备条件。

(2) 应用篇主要反映科学计算语言的应用价值，也反映数学在各门课程中的重要基础地位。这部分内容也使本书给学生留有可品的余味，是本书原有的特色，笔者尽量予以保留。为了加强数学篇与应用篇的联系，在数学篇的各节中，都加入了【应用篇中与本节相关的例题】，这样就扩展了数学篇中例题的数量，教师也可以根据学生的专业和实际水平，把应用篇中的相关实例适当地引进课程，使课程变得更加生动和实用。

(3) 为了控制书的篇幅，我们把原书的语言篇和应用篇进行了压缩。语言篇删去了一些大学本科用不到的函数库，应用篇将范围限定为机电类一、二年级的课程，按此范围删去了原书中一些偏深的例题。

这三项是本书修订的主要方面。其他的一些修改主要是为了适应 MATLAB 的不断升级。本书中有时会出现语言篇和后面两篇的某些重复，这并不奇怪，我们也没有刻意去改它，因为读者不一定从头到尾地按顺序看这本书。特别是语言篇，完全可以挑着看，用到什么读什么。在后两篇中涉及某些语言问题时，假定读者没看过或已遗忘，给出一些重复提示，应该是有益的。

本书的全部例题程序集取名为 dsk07，可以在西安电子科技大学出版社的网站 <http://www.xduph.com> 上免费下载。如果下载不成功，读者也可以在电子工业出版社“博文视点”的网站 <http://www.broadview.com.cn> 中的“资源下载”区找到下载文件，或给作者发电子邮件索取，我们将在回函的附件中提供。为了方便读者查阅，本书所有例题的程序都用“exn 例题号”命名，例如，例 5-3-6 的程序名为 exn536。本书的课件取名为 bk070.ppt，争取尽早提供。

原来与“语言篇”配套的四学时的录像带，现已升级为两张 Teaching Player 的教学光盘，需购买者，可与本人联系。

我校的老师高淑萍、冯晓慧曾用本书的老版本开设过“数学实验”选修课，此次修订中，安玲玲、张卓奎、冶继民等老师阅读了部分稿件，他们都对本书提出了许多有益的建议，笔者谨对他们的帮助表示感谢。本人热忱欢迎读者提出有关本书的改进意见，再次修改时将会继续改进。作者联络方法如下：

邮政地址：(710071)西安电子科技大学 334 信箱

电话：(029)88202988

电子邮址：[hchchen@xidian.edu.cn](mailto:hchchen@xidian.edu.cn)

博客网址：<http://www.blogcn.com/user79/chenhuaichen/index.html>

陈怀琛

2007 年 4 月 30 日



# 第一版前言

## 1. 为什么要写这本书?

从 20 世纪 80 年代起,出现了科学计算语言,也称为数学软件。因其高效、可视化和推理能力强等特点,在大学教育和科学研究中,正迅速取代 FORTRAN 和 BASIC 语言。这类语言中已商品化的有 MATLAB、MATHEMATICA、MATHCAD、MAPLE 等,它们的功能大同小异,又各有所长。目前在工程界流行最广的是 MATLAB 语言,这种语言首先在研究生课程中应用,如自动控制 and 信号处理等课程,并开始有这方面的教材,随后在各种课程中广泛使用。根据最近因特网上的检索,美国已有 300 多种有关 MATLAB 语言的书籍,仅 Prentice-Hall 出版社近 3 年内出版的将 MATLAB 用于各门课程的教材就超过百种,其范围包括:微积分、矩阵代数、应用数学、物理、力学、信号与系统、电子线路、电机学、机械振动、科学计算、有限元法、计算机图形学、自动控制和通信技术等。

这种算法语言为何能大大提高教学的效率呢?

- (1) 它可用一种几乎像通常笔算式的简练程序,把繁琐的计算交给计算机去完成。
- (2) 由于它的表达式简练而准确,往往可以简化公式的推导和概念的叙述。
- (3) 它可以方便迅速地用三维图形、图像、声音、动画等表述计算结果,帮助逻辑思维。
- (4) 它可很方便地把复杂的计算过程凝聚成一个程序,以后可随意调用,避免教学中的重复计算。
- (5) 它的可扩展性强,在学好其基础部分之后,还有几十种工具箱可用于各类科研需要,这可缩短学习和实践工作的距离。

由于这些特点,我认为,应该把 MATLAB 作为一种贯穿大学学习全过程的语言教给学生。这就是说,① 应该使一年级大学生就初步学会这种语言;② 应该在以后的各门主要课程中不断地反复应用和深化。

近几年来,有关 MATLAB 语言的书籍在我国逐渐增多,已有十多种,但它们都不适用于低年级本科教学。为了使各科的老师看到 MATLAB 在相关课程中的应用价值,为了指导学生在学习各门课程中能利用 MATLAB 语言解题,我们编写了这本教材。

## 2. 本书的构成

本书包括语言篇和应用篇两篇。

第一篇为语言篇,介绍 MATLAB 语言的基础。这部分内容既可自学,也可与西安电子科技大学电教中心出版的录像带配套使用。该录像带共有 4 节课(每节课 50 分钟),以一年级大学生为对象。在 MATLAB 的基础部分中,那些大学本科用不到的内容,我们只作简述并用小字印刷。本书不使用 MATLAB 的工具箱,一是因为大学三年级以前用不到,二是过早应用工具箱不利于低年级学生理解概念和掌握编程。

第二篇是应用篇,是 MATLAB 语言在大学课程中的应用举例。本篇列举了大学本科



(以电子和机械专业为主)的十多门基础课程中使用 MATLAB 语言的近百个示例。这些例题能启发学生应用的兴趣,并提高他们的编程技巧。实际上,由于 MATLAB 语言与数学基础有密切关系,学生不可能在学习语言入门后就马上掌握各种应用。通过应用篇,大学生可随着知识的增长,从一年级到三年级一直把这本书用做参考书。三年级以后的有些课程需要 MATLAB 语言的控制系统工具箱或信号处理工具箱,读者还需阅读专门的书籍。

为了使本书能作为一本指南和手册,书中列出了 MATLAB 的全部基本函数,并采用了多种索引方法。对于一些重要的函数,本书给出了它们的应用例题,以便查阅它们的用法,并列出了按字母排序的 MATLAB 函数索引,以便读者阅读程序时反向查找。在每个例题中也指出了其语法和编程的特点。

### 3. 在本科教育中使用 MATLAB 语言对提高教学的效率十分有益

人类的知识正以指数规律飞速增长,21 世纪将是知识经济的时代。使我们年轻的一代以最高的效率掌握人类已有知识的精华,又能以最快的速度 and 现代化方法去创新和探索,这是我们高等教育界的奋斗目标。

我们知道,借助于计算机辅助设计和制造(CAD 和 CAM),设计业和制造业已大大地提高了效率,创造了空前的物质财富。在教学领域,如果能像设计业和制造业那样利用计算机,把师生从繁琐重复的低级劳动中解放出来,把更多的时间用于概念的思考,那么教学的效率也必然大大提高。现在各大学开设某些计算机课程,只是为了学生就业的需要,很少对学生在校学习有直接的帮助。目前大学生的学习工具还是“计算器水平”,MATLAB 语言在大学教学中的普遍推广,可以与设计业中广泛应用的 CAD 相媲美,它可使计算机真正成为教学的有力工具。

作者从 1995 年初开始接触 MATLAB,先是用于自动控制课程,而后用于信号处理,并且一直致力于把它推广应用于大学教学的全过程。经验说明,后者是一件很艰难的工作,需要有各课程大批教师的参与,更需要领导的大力支持,例如购买教学版软件,并创造上机条件等。本书涉及如此多的课程,也足以说明,推广 MATLAB 语言是一个有全局意义的问题,教育部门的领导应像设计和工业部门抓“甩图板”那样来抓好这件事。

### 4. 致谢

作者虽然已任教 46 年,教过十多门课程,但因为这本书涉及的学科领域广泛,还没有这样的书籍作为先例,写起来有相当难度,包括构思、选材、编程和注释都要从头做起,并使程序简短易读,能被大学生看懂。在此作者对陈开周、祝向荣、刘三阳、冯晓慧、陈怀琳(北京大学)、徐雄(Ohio State University)、过巴吉、葛德彪、吴振森、郭立新、王德满、曾余庚、贾建援、黄一红、仇原鹰、张永瑞、冯宗哲、孙肖子、沈耀忠、戴树荪、路宏敏等(以章次排列)各位老师致谢,他们为本书提供了许多例题或程序,并提出了一些宝贵的意见,对本书的编写有很大的帮助。作者还要感谢责任编辑毛红兵,她对本书的及时出版也作出了贡献。作者也特别感谢中科院院士保铮教授对本书的支持。

陈怀琛

1999 年 8 月 31 日

## 符号及标注说明

(1) 由于本书涉及到大量的计算机程序，而程序中无法输入斜体和希文字母，因此为统一起见，本书中使用的符号均为正体；程序中采用国际上惯用的像形符号，例如在叙述中使用的符号  $\omega$ (希)，在程序中用  $w$ (或  $W$ )代替；叙述中使用的带上下标的符号，如  $a_1$ 、 $\omega_s$ 、 $T_s$  等，在程序中用  $a1$ 、 $ws$ 、 $Ts$  等代替。

(2) 为了使全书公式与程序相统一，本书中涉及到的矢量和矩阵没有用黑体表示。

(3) 在本书的图中，凡是计算机自动生成的 Y 坐标标注，字体旋转  $90^\circ$ ，而人工生成的 Y 坐标标注，字体未旋转  $90^\circ$ 。

(4) 在应用篇中，由于各例题来自不同的领域及课程，因此程序中的符号大小写未要求统一。

# 目 录

## 第一篇 语言篇

<b>第 1 章 MATLAB 语言概述</b> .....	3
1.1 MATLAB 语言的发展沿革 .....	3
1.2 MATLAB 语言的特点 .....	4
1.3 MATLAB 的工作环境 .....	5
1.4 演示程序 .....	9
<b>第 2 章 MATLAB 的基本语法</b> .....	11
2.1 变量及其赋值 .....	11
2.2 矩阵的初等运算 .....	17
2.3 元素群运算 .....	21
2.4 逻辑判断及流程控制 .....	24
2.5 基本绘图方法 .....	31
2.6 M 文件及程序调试 .....	46
<b>第 3 章 MATLAB 的开发环境和工具</b> .....	52
3.1 MATLAB 与其他软件的接口关系 .....	52
3.2 MATLAB 的文件管理系统 .....	58
3.3 MATLAB 6. x 的开发环境 .....	61
<b>第 4 章 MATLAB 的其他函数库</b> .....	63
4.1 数据分析和傅里叶变换函数库 .....	63
4.2 矩阵的分解与变换函数库 .....	68
4.3 多项式函数库 .....	72
4.4 函数功能和数值分析函数库 .....	79
4.5 字符串函数库 .....	84
4.6 符号数学函数库 .....	86
4.7 系统仿真函数库 .....	91
语言篇习题 .....	93

## 第二篇 数学篇

<b>第 5 章 高等数学的科学计算</b> .....	97
5.1 函数极限和导数 .....	97
本节习题 .....	109



5.2	解析几何和多变量分析 .....	111
	本节习题 .....	123
5.3	数值积分和微分方程数值解 .....	124
	本节习题 .....	136
5.4	数列和级数 .....	137
	本节习题 .....	148
5.5	线性代数 .....	149
	本节习题 .....	161
5.6	概率论与数理统计 .....	162
	本节习题 .....	173

### 第三篇 应用篇

<b>第 6 章</b>	<b>MATLAB 在普通物理中的应用举例 .....</b>	<b>177</b>
6.1	物理数据处理 .....	177
6.2	力学基础 .....	179
6.3	分子物理学 .....	185
6.4	静电场 .....	186
6.5	恒稳磁场 .....	188
6.6	振动与波 .....	191
6.7	光学 .....	193
<b>第 7 章</b>	<b>MATLAB 在力学、机械中的应用举例 .....</b>	<b>198</b>
7.1	理论力学 .....	198
7.2	材料力学 .....	207
7.3	机械振动 .....	213
<b>第 8 章</b>	<b>MATLAB 在电工和电子线路中的应用举例 .....</b>	<b>220</b>
8.1	电工原理 .....	220
8.2	晶体管放大电路 .....	231
8.3	电力电子和电机 .....	237
8.4	高频电路 .....	242
<b>第 9 章</b>	<b>MATLAB 在信号和系统中的应用举例 .....</b>	<b>244</b>
9.1	连续信号和系统 .....	244
9.2	离散信号和系统 .....	251
9.3	系统函数 .....	254
9.4	频谱及其几何意义 .....	257
<b>参考文献</b>	<b>.....</b>	<b>260</b>

# 第一篇 语言篇

---

MATLAB 是一种与数学密切相关的算法语言。本篇的内容设计适合大学一年级下学期的水平。要求学生有一定的计算机操作技能,并且有线性代数的基本知识。这样,学生在学习本书的 1~3 章和第 4 章的部分内容时将不会有多少困难。

第 4 章中介绍的某些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。读者可根据自己的数学水平进行自学,并可与应用篇联系起来深入体会。

MATLAB 的基本函数都包括在路径为 MATLAB\toolbox\matlab 的子目录下,我们称它为 MATLAB 的基本部分。MATLAB 所有的强大功能(称为各种工具箱)都是由这些基本函数编程完成的。本书不涉及工具箱,只介绍基本部分中的函数。即使如此,其中还有不少大学本科中用不到的内容,过去的版本中用小字列出,使本语言篇还具备一定的手册功能。此次修订中,我们将本书明确定位为教材,为了减少篇幅,删除了这些内容。好在现在关于 MATLAB 的书籍已非常多,读者容易查找到相应的参考书。不过,语言篇中仍有少数内容超过了大学低年级学生的数学基础,这部分内容可以先跳过去,待需要时再看。

作者以 MATLAB 6. x 为背景,制作了两张在计算机上播放的“MATLAB 入门”光盘,可以放四节课。这是为了方便语言篇课堂教学和普及 MATLAB 之用,避免教师过多地花费精力去备 MATLAB 课。下载程序集中有对其购买方式的说明。

MATLAB 的符号运算功能在近几年中有了很大的发展,并且为数学界在数学实验课中广泛应用。本书仍保持原有的以数值计算为主的宗旨,并适当地增加了对符号运算知识的介绍。





# 第 1 章 MATLAB 语言概述

## 1.1 MATLAB 语言的发展沿革

MATLAB 是一种科学计算软件,主要适用于矩阵运算及控制和信息处理领域的分析设计,它使用方便,输入简捷,运算高效,内容丰富,并且很容易由用户自行扩展。MATLAB 当前已成为美国和其他发达国家在大学教学和科学研究中最常用而且必不可少的工具。

MATLAB 是由美国 Mathworks 公司于 1984 年正式推出的,到 1988 年推出了 3. x (DOS)版本;1992 年推出了 4. x 版本;1997 年推出了 5.1 版本;2000 年推出了 6. x 版本;2005 年推出了 7. x 版本。随着版本的升级,内容不断扩充,人机界面更加生动易学。另一方面,版本的升级对使用环境也提出了更高的要求。对于初学者掌握其语法基础来说,各版本的差别不太大。考虑到国内多数学校本科计算机软、硬件资源的条件,本书将以 6. x 版本为标准。

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,是专门针对科学和工程中计算和绘图的需求而开发的。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,使科技人员乐于接受。特别是它可适应多种平台,并且随着计算机软硬件的更新而及时升级。MATLAB 语言在国外的大学工学院中,特别是在数值计算用得最频繁的电子信息技术类学科中,已成为每个学生都掌握的工具了。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)和求助(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,这样可以提高编程效率,而且将会终身受益。

## 1.2 MATLAB 语言的特点

MATLAB 语言有以下五个特点。

### 1. 起点高

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

(2) 每个元素都看做复数。这个特点在其他语言中也是不多见的。

(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) 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 则不必用阶数定义语句。输入数据的行列数就决定了它的阶数。

(3) 键入算式立即得出结果, 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, 若有错误也立即作出反应, 便于编程者马上改正。这些都大大减少了编程和调试的工作量。

### 3. 强大而简易的作图功能

(1) 能根据输入数据自动确定绘图坐标。

(2) 能规定多种坐标系(极坐标、对数坐标等)。

(3) 能绘制三维坐标中的曲线和曲面。

(4) 可设置不同的颜色、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以及自动定义矩阵阶数。

(2) 作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, 数据处理和傅里叶变换, 数值积分等, 可以充分满足大学理工科本科的计算需要。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, 专门用于解决某一方面的问题, 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、神经元网络、小波分析等 20 余个工具箱, 并且它们还在继续发展中。

MATLAB 的核心内容在它的基本部分，所有的工具箱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 4.0 以后的版本都是以 Windows 操作系统为基础的。它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 Window)组成。另外，还可以打开一些辅助视窗。作为入门课程，本章将把重点放在命令窗和图形窗上。

### 1.3.1 命令窗

在 Windows 桌面上，双击 MATLAB 的图标，就可进入 MATLAB 的工作环境。首先出现 MATLAB 的标志图形，接着出现其缺省的桌面系统，如图 1-1 所示。

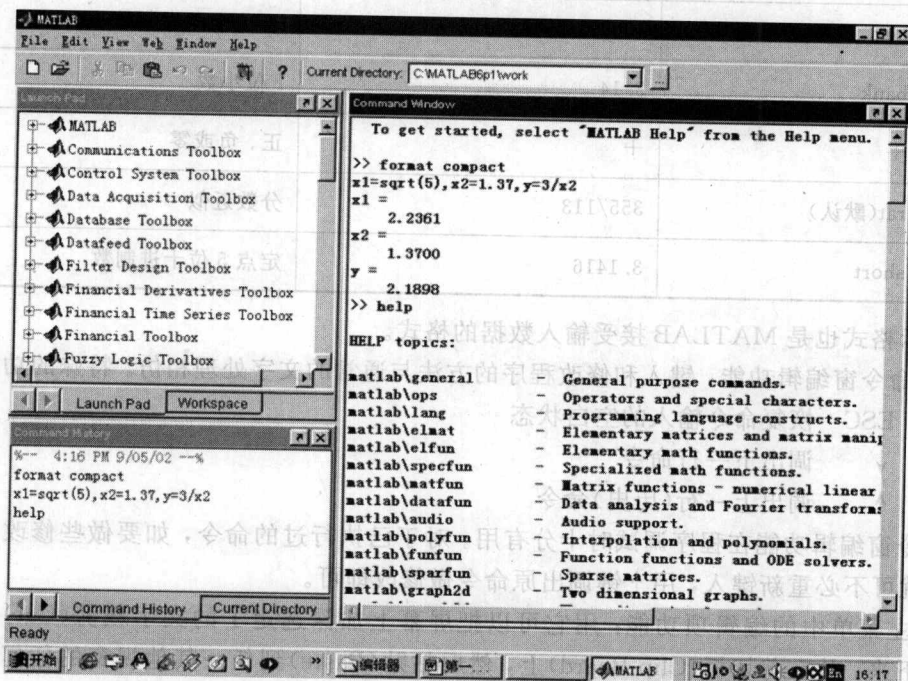


图 1-1 MATLAB 6.x 的桌面系统

其左上视窗为资源目录(Launch Pad)，可切换为工作空间(Workspace)；其左下视窗为历史命令(Command History)，可切换为当前目录(Current Directory)；右半个视窗则为命令窗(Command Window)。命令窗是用户与 MATLAB 进行人机对话的主要环境。“>>”是它的提示符，可以在提示符后键入 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
```