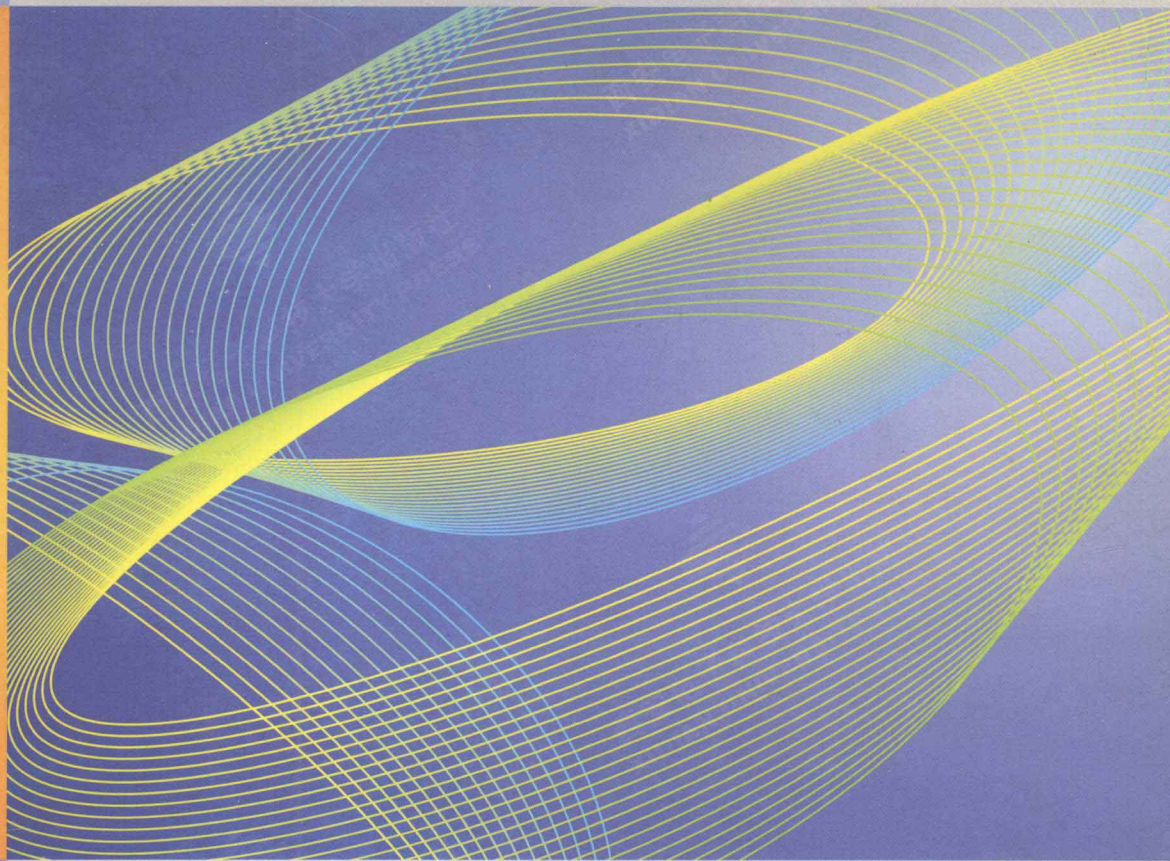


(第二版)

# MATLAB

## 及其在理工课程 中的应用指南

MATLAB



□ 陈怀琛 编著

西安电子科技大学出版社  
[http:// www.xduph. com](http://www.xduph.com)

# **MATLAB 及其在理工 课程中的应用指南**

(第二版)

陈怀琛 编著

西安电子科技大学出版社

2004

## 内 容 简 介

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,既便于自学,又有计算机光盘配合教学,适合于作为集体教学的教材;应用篇给出用 MATLAB 语言解题的 80 多个实例,涉及的课程范围主要有高等数学、大学物理、力学、机械、电工电子和信号系统等。这些例题使用了 MATLAB 中多方面的语句,有助于提高编程的技巧,通过其中的程序可以大大地提高各课作业的效率。书中全部程序可以从网上免费下载。本书是 21 世纪理工科大学生提高学习效率的必备工具书。

本书的适用范围:一是作为大学生学习 MATLAB 语言的入门教材;二是作为学生在大学期间做习题的参考书;三是供各课的教师作为讲课、演示和解题的工具;四是作为工程技术人员自学 MATLAB 的手册。

### 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.

2 版—西安:西安电子科技大学出版社,2004.11

ISBN 7-5606-0781-0

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(2004)第 098569 号**

策 划 毛红兵

责任编辑 潘恩祥 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: [xdupfxb@pub.xaonline.com](mailto:xdupfxb@pub.xaonline.com)

经 销 新华书店

印刷单位 陕西华沐印刷科技有限责任公司

版 次 2000 年 1 月第 1 版 2004 年 11 月第 2 版 2004 年 11 月第 4 次印刷

开 本 787 毫米×1092 毫米 1/16 印张 15.5

字 数 357 千字

印 数 14 001~18 000 册

定 价 20.00 元

ISBN 7-5606-0781-0/TP·0402

**XDUP 1052012-4**

\* \* \* 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。



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



## 陈怀琛教授 简历

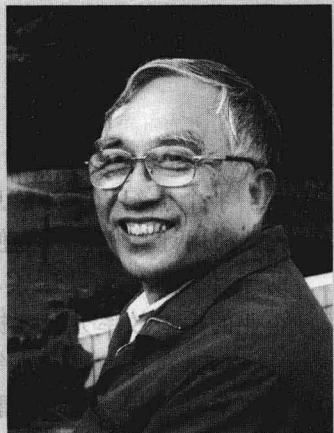
陈怀琛，西安电子科技大学教授，1934年12月生于上海，1953年7月毕业于军事电信工程学院，1980～1982年到美国宾夕法尼亚大学系统工程系做访问学者。

毕业后留校任教，一直担任教学和科研工作。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。1984～1994年，任副校长，主管科研和研究生教育。

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，近年仍有论文发表。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，获得部、省级奖励多次。

近十年来，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，出版了《控制系统CAD和MATLAB语言》（1996年12月）；《数字信号处理及其MATLAB实现》（1998年10月译）；《MATLAB及其在理工课程中的应用指南》（2000年1月）；《MATLAB及在电子信息课程中的应用》（2002年1月）等四本著作。陈怀琛教授应邀在许多研究所和大学进行过系列讲座。在他执教51年之际，又出版了新作《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）。

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



陈怀琛 教授

## 第二版前言

学生在大学四年里，不但应该学习很多知识，而且应该掌握各种新的科学方法，以获得比中学更高层次的能力。这些能力包括获取新知识的能力，科学概括和建模的能力，分析和计算能力，实际动手能力以及形象表达自己思维的能力等。

在制订教学计划的时候，应当对这些能力的培养做全局的考虑，在四年中应有多个环节来加以保证。目前，提高科学计算能力，在大多数高校还只是一句抽象的口号，没有系统的安排。据我了解，大学生在解题时，基本上还是用计算器来完成的。其效率极低，不仅浪费了大量宝贵的学习时间，而且使学生在建模思维的创新上受到很大的限制。

回顾大学中的计算工具的进化历史：先是算盘，1630年发明了计算尺，1970年起被计算器取代，计算机虽然诞生于1946年，但取代计算器的过程，则发生在20世纪90年代初，因为其硬件和软件条件——个人计算机和科学计算软件（如MATLAB）到那时才普及成熟。可以认为，在发达国家的大学中，2000年已经基本完成了计算机取代计算器的革命，而中国的大学落后了近10年，还要落后多少年，取决于学校是否采取有力的措施。

用计算机取代计算器在学校教育中具有极大的重要性。

首先它可以成10倍地提高计算效率。如果一个学生每周因此而节省出3小时做题的时间，那么三年将多出360小时，可以用来加深概念理解，提高教学质量。而且这种使用计算机的能力本身就是工程能力的一部分，所以也大大增强了学生毕业后就业的实力。

其次，计算工具的革命不仅能提高效率，而且影响建模方法。以简单的多元一次联立方程为例，计算器只能用消去法或代入法作为解题的模型，解题步骤繁琐；使用计算机，便可用矩阵模型，只要一个算式，一步就可解答。以此推广到高阶线性微分方程，诸如多自由度振动、复杂信号流程图求解等很繁的问题，只要用矩阵建模，解题就变得轻而易举了。所以，要提高教学和科研的效率，就必须利用计算工具革命带来的好处。

用计算机代替计算器，不像用计算器代替计算尺那么简单。它需要一定的培训，要有各课程的连贯配合。我们以为，比较好的安排是在学习线性代数的同时，学习MATLAB入门，使学生习惯于用计算机解矩阵问题，并且适当联系已经学过的数学（数学课应当多用矩阵建模解法）和物理的内容。以后要给力学、电路、信号、系统等各门课程中分配一定的任务目标，使学生逐渐学会用计算机解决更复杂的问题，因此要求各任课老师在自己的课程中用矩阵建模和用MATLAB计算。所以，要提高学生科学计算的能力，不是靠一门课，一两个老师，而是要靠学校的教学计划和全局安排才能实现。本书就是按这个指导思想编写的。

本书第一版出版于2000年1月，至今已近五年，仍需求不断，其原因可能有三方面：

第一，因为在这五年中，MATLAB在全世界的工程界应用日益广泛，国内的高校和科研部门也普遍使用。愈来愈多的学校都认识到，MATLAB学得愈早，受益就愈多。这就提出了更多的MATLAB教材的需求，本书的编写思想恰好适应了这个潮流。

第二，本书把重点放在MATLAB语言在理工课程的应用方面，目前关于MATLAB的书籍不下几十种，入门教材大多数只联系数学课，本书则还联系了物理、机械、电机、信

号和系统等广泛的领域。书的难度虽然确实比只联系数学要大，但读者同时可利用计算机来解决各种课程问题的独立工作能力，学会从问题提出，经过建模，MATLAB 编程，到结果的显示讨论的全过程。我们认为培养学生的这个能力十分重要。这也引出了本书的一个缺点，全书涉及的课程较多，学生都要学，但老师不好当。这有办法解决，我可以介绍一个全国顶级大学使用本书的方法：教师只讲一部分，包括语言入门和数学问题的矩阵建模及解法，再指定部分学生能接受的内容让学生自学，要求他们写出解决特定或自选题目的报告。至于高年级才学的课程，则留待学生以后自学。这种方法很好，值得推荐。

第三，因为许多 MATLAB 书籍是手册的译本，而本书则完全是自编的。其语言篇只讲主要语法，尽量与版本无关。而应用篇中的题目均是从各门课程中引出的，所有的程序是独立编成的。所以，即使读了手册或别的 MATLAB 书，再读本书中的应用篇时，仍然感到是新的，不会感到重复。尽管语言不断升级，但用它来解题的思路和应用程序并不会改变。本书中的解题建模方法可以用于解决一些高深的问题，因而我们的读者群中还有高年级学生和研究生。

在修订中，我们继续保持了这些长处，第二版所做的变动主要如下：

1. 第一版出版于 2000 年 1 月，当时是以 MATLAB 4.2 和 5.1 版本为基础写的。2004 年 5 月 MATLAB 已升级到 7.0 版本，尽管它的语法并没有太大的变化，但使用界面毕竟还是不同的。考虑到对初学者，用最高最新的界面未必有利。而 MATLAB 6.x 已经流行了三年半，是目前最普及的版本。因此，把语言篇的内容全部按照 6.x 的界面进行了修改。

2. 为语言篇增加了一些 MATLAB 习题，以便于读者用本书进行自学。

3. 为了说明计算工具的改进可以对理论建模产生重大影响，本书专门把例 7-3-3 的高阶振动问题作了改动，以说明这个观点。对振动问题，在第一版中三道题用的都是传统的建模方法，只改用 MATLAB 做计算工具，结果仍然只能解简单的二阶问题。在第二版中，把第三题建模方法改用矩阵，以适应 MATLAB 工具，结果就可以很简捷地解高阶的复杂题目了。在这五年中，作者还写了另外两本书（参考文献[22,23]），其中关于信号流图的矩阵解法可以进一步说明这个观点。

4. 从 2003 年 7 月起，我们开始免费赠送本书的全部例题程序，在下面的网址上 <http://www.xduph.com>，可以免费下载。如果下载不成功，读者也可以在网址 <http://www.broadview.com.cn> 中找到下载文件，或给作者发电子邮件索取，地址为 [hchchen@xidian.edu.cn](mailto:hchchen@xidian.edu.cn)。请提供详细的单位和姓名，以便我们在回函的附件中注明。

5. 关于本书的语言篇，原来我们制作了四小时的录像带，主要提供课堂教学之用，免得教师费劲去备 MATLAB 课。现在，作者已按 MATLAB 6.x 和 7.0 为背景，重新制作了两张在计算机上放映的光盘，在内容和质量上都有所提高，价格也降低了。读者可在下载程序集中找到其供货方法的说明。有关本书改进的意见，读者可通过电子邮件或打电话 (029)88202988 向作者提出，本人热忱欢迎。

陈怀琛

2004 年 11 月 15 日

于西安电子科技大学

# 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。

(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。它是 MATLAB 语言在大学课程中的应用举例,其中列举了大学本



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作参考书。三年级以后的有些课程需要 MATLAB 语言的控制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,本书中列出了 MATLAB 的全部基本函数,并采用了多种索引方法。对一些重要的函数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,创造了空前的物资财富。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 相比美,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),过已吉,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。作者还要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 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 .....	22
2.4 逻辑判断及流程控制 .....	25
2.5 基本绘图方法 .....	32
2.6 M 文件及程序调试 .....	49
<b>第 3 章 MATLAB 的开发环境和工具</b> .....	54
3.1 MATLAB 与其他软件的接口关系 .....	54
3.2 MATLAB 的文件管理系统 .....	61
3.3 MATLAB 6.x 的开发环境 .....	63
<b>第 4 章 MATLAB 的其他函数库</b> .....	67
4.1 数据分析和傅里叶变换函数库(datafun) .....	67
4.2 矩阵的分解与变换函数库(matfun) .....	72
4.3 多项式函数库(polyfun) .....	75
4.4 函数功能和数值分析函数库(funfun) .....	82
4.5 字符串函数库(strfun) .....	88
4.6 稀疏矩阵函数库(sparfun) .....	90
4.7 图形界面函数库(uitools) .....	92
4.8 数据类型函数库(datatypes) .....	93
语言篇作业 .....	98

## 第二篇 应 用 篇

<b>第 5 章 在高等数学中的应用举例</b> .....	103
5.1 函数、极限和导数 .....	103
5.2 空间解析几何 .....	108

5.3	数列和级数 .....	111
5.4	数值方法和数值积分 .....	115
5.5	线性代数 .....	121
<b>第 6 章</b>	<b>在普通物理中的应用举例 .....</b>	<b>125</b>
6.1	物理数据处理 .....	125
6.2	力学基础 .....	127
6.3	分子物理学和热力学 .....	132
6.4	静电场 .....	136
6.5	恒稳磁场 .....	139
6.6	振动与波 .....	142
6.7	光学 .....	144
<b>第 7 章</b>	<b>在力学、机械中的应用举例 .....</b>	<b>149</b>
7.1	理论力学 .....	149
7.2	材料力学 .....	158
7.3	机械振动 .....	165
<b>第 8 章</b>	<b>在电工和电子线路中的应用举例 .....</b>	<b>170</b>
8.1	在电工原理中的应用 .....	170
8.2	晶体管放大电路 .....	180
8.3	电力电子和电机 .....	186
8.4	高频电路 .....	191
<b>第 9 章</b>	<b>在信号和系统中的应用举例 .....</b>	<b>196</b>
9.1	连续信号和系统 .....	196
9.2	离散信号和系统 .....	205
9.3	控制理论基础 .....	209
9.4	偏微分方程数值解 .....	216
<b>第 10 章</b>	<b>MATLAB 工具箱简介 .....</b>	<b>220</b>
10.1	符号数学(Symbolic Math)工具箱简介 <sup>[14]</sup> .....	220
10.2	Simulink 工具箱简介 .....	224
10.3	MATLAB 中专用工具箱简介 .....	225
<b>附录 A</b>	<b>MATLAB 基本部分的函数索引 .....</b>	<b>227</b>
<b>附录 B</b>	<b>应用实例索引 .....</b>	<b>232</b>
<b>参考文献</b>	<b>.....</b>	<b>235</b>



---

---

# 第一篇 语言篇

---

---

本篇内容适合大学一年级下学期或二年级上学期使用。这时学生已有了一定的计算机操作技能，并且有矩阵运算的知识。这样，学生在学习本书的第1、2、3章时将不会有很大困难。我们制作的光盘主要就针对这个部分。没有光盘的读者，只要有本书的程序集，也可以在计算机上复现书中的所有画面，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。在光盘中这部分只占20分钟，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中还有一些在大学本科的学习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，我们用小字来叙述，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必不可少的工具。

MATLAB 是由美国 Mathwork 公司于 1984 年正式推出的,到 1988 年有了 3.1(Dos)版本;1992 年出了 4.1(Windows)版本;1997 年推出了 5.1(Windows)版本。2001 年初,推出了 6.1(R12)版本;2004 年夏又推出了他们的最新产品 MATLAB 7.0(R14)的正式版。一方面,随着版本的升级,其内容在不断扩充,功能也更加强大。特别是在系统仿真和实时运行等方面,有很多新进展,更扩大了它的应用前景。另一方面,版本的升级对使用环境也提出了更高的要求。不过对于学习语法基础的读者来说,各版本的差别不太大,可以从较低的版本起步。本书的全部程序是在 MATLAB 6.x 版本上通过的,但在 5.x 及 4.2c 的环境下也都能运行,只有个别语句可能要改一下。根据向上兼容的原则,在 7.0 版本下本书的全部程序当然都能运行。

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,专门针对科学和工程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,为科技人员乐于接受。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，它以矩阵运算而见长，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) 每个元素都看作复数。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坐标绘图。

(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维数。

(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，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、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, MATLAB 4.0 以后的版本都是以 Windows 操作系统为基础的。MATLAB 的工作环境主要由命令窗(Command Window)、图形窗(Figure Window)和文本编辑窗(File Editor)组成。MATLAB 6.x 和 7.0 又加了几个辅助视窗,组成其“桌面系统”。考虑到 6.x 版本已使用三年半,目前最为普及,而 7.0 版本刚刚推出,本书将以 6.x 为典型进行介绍。本章着重介绍命令窗,其他视窗将在第 3 章讨论。

### 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。

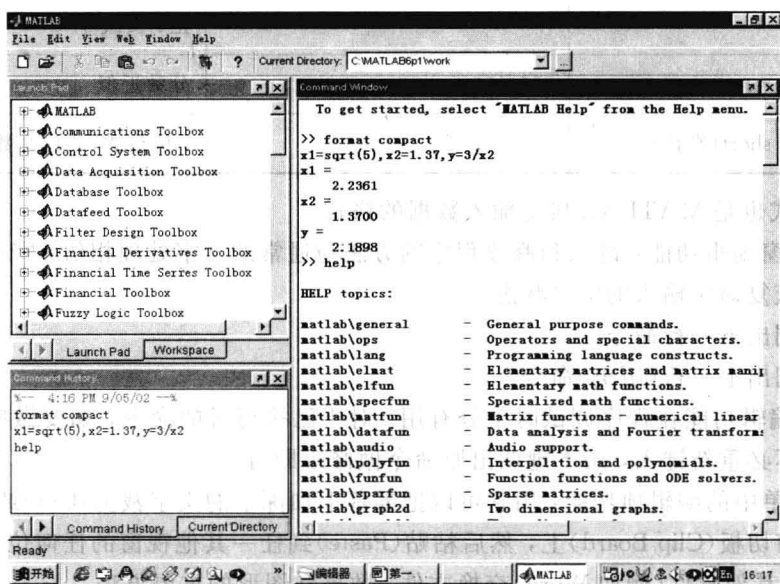


图 1-1 MATLAB 6.x 的桌面系统

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