



21世纪高等院校规划教材

计算机辅助设计与工程绘图类

The background of the top half of the cover features a red gradient. On the left, there is a white line graph with a y-axis ranging from -1 to 1 and an x-axis. The graph shows a complex waveform. On the right, there is a stylized image of a computer monitor displaying a globe, with a keyboard visible in front of it. The overall theme is computer-aided design and engineering.

MATLAB

程序设计教程

(第二版)

主 编 刘卫国



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

21 世纪高等院校规划教材

MATLAB 程序设计教程

（第二版）

主 编 刘卫国



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本书是在第一版的基础上修改而成,全书基本保持第一版的体系结构,但更新了软件版本(采用 MATLAB 7.7)、充实了实例、增加了实验部分,使得全书内容更丰富、教学适应性更强。全书按照由浅入深、循序渐进的原则进行编排,在讲清楚有关 MATLAB 算法原理及有关数学背景的基础上,结合实例介绍 MATLAB 的功能与应用。全书共 12 章,主要内容有 MATLAB 操作基础、MATLAB 矩阵及其运算、MATLAB 程序设计、MATLAB 绘图、MATLAB 数据分析与多项式计算、MATLAB 解方程与最优化问题求解、MATLAB 数值积分与数值微分、MATLAB 符号运算、MATLAB 图形句柄、MATLAB 图形用户界面设计、Simulink 动态仿真集成环境以及 MATLAB 外部接口技术。

本书可作为高校理工科各专业大学生、研究生学习的教材,也可供广大科技工作者阅读使用。本书所配电子教案及相关教学资源(案例、程序源代码等),可以从中国水利水电出版社以及万水书苑网站下载,网址为: <http://www.waterpub.com.cn/softdown/> 和 <http://www.wsbookshow.com>。

图书在版编目(CIP)数据

MATLAB 程序设计教程/刘卫国主编. -- 2版. --
北京:中国水利水电出版社,2010.2

21世纪高等院校规划教材
ISBN 978-7-5084-7045-0

I. ①M… II. ①刘… III. ①计算机辅助计算—软件包, MATLAB—程序设计—高等学校—教材 IV.
①TP391.75

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第221638号

策划编辑:雷顺加 责任编辑:李 炎 加工编辑:刘晶平 封面设计:李 佳

书 名	21 世纪高等院校规划教材 MATLAB 程序设计教程(第二版)
作 者	主 编 刘卫国
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路 1 号 D 座 100038) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: mchannel@263.net (万水) sales@waterpub.com.cn 电话: (010) 68367658 (营销中心)、82562819 (万水)
经 售	全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	北京万水电子信息有限公司
印 刷	北京市天竺颖华印刷厂
规 格	184mm×260mm 16 开本 20 印张 487 千字
版 次	2005 年 3 月第 1 版 2010 年 2 月第 2 版 2010 年 2 月第 6 次印刷
印 数	22001—26001 册
定 价	32.00 元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社营销中心负责调换
版权所有·侵权必究

序

随着计算机科学与技术的飞速发展,计算机的应用已经渗透到国民经济与人们生活的各个角落,正在日益改变着传统的人类工作方式和生活方式。在我国高等教育逐步实现大众化后,越来越多的高等院校会面向国民经济发展的第一线,为行业、企业培养各级各类高级应用型人才。为了大力推广计算机应用技术,更好地适应当前我国高等教育的跨跃式发展,满足我国高等院校从精英教育向大众化教育的转变,符合社会对高等院校应用型人才培养的各类要求,我们成立了“21 世纪高等院校规划教材编委会”,在明确了高等院校应用型人才培养模式、培养目标、教学内容和课程体系的框架下,组织编写了本套“21 世纪高等院校规划教材”。

众所周知,教材建设作为保证和提高教学质量的重要支柱及基础,作为体现教学内容和教学方法的知识载体,在当前培养应用型人才中的作用是显而易见的。探索和建设适应新世纪我国高等院校应用型人才培养体系需要的配套教材已经成为当前我国高等院校教学改革和教材建设工作面临的紧迫任务。因此,编委会经过大量的前期调研和策划,在广泛了解各高等院校的教学现状、市场需求,探讨课程设置、研究课程体系的基础上,组织一批具备较高的学术水平、丰富的教学经验、较强的工程实践能力的学术带头人、科研人员和主要从事该课程教学的骨干教师编写出一批有特色、适用性强的计算机类公共基础课、技术基础课、专业及应用技术课的教材以及相应的教学辅导书,以满足目前高等院校应用型人才培养的需要。本套教材消化和吸收了多年来已有的应用型人才培养的探索与实践成果,紧密结合经济全球化时代高等院校应用型人才培养工作的实际需要,努力实践,大胆创新。教材编写采用整体规划、分步实施、滚动立项的方式,分期分批地启动编写计划,编写大纲的确定以及教材风格的定位均经过编委会多次认真讨论,以确保该套教材的高质量和实用性。

教材编委会分析研究了应用型人才与研究型人才在培养目标、课程体系和内容编排上的区别,分别提出了 3 个层面上的要求:在专业基础类课程层面上,既要保持学科体系的完整性,使学生打下较为扎实的专业基础,为后续课程的学习做好铺垫,更要突出应用特色,理论联系实际,并与工程实践相结合,适当压缩过多过深的公式推导与原理性分析,兼顾考研学生的需要,以原理和公式结论的应用为突破口,注重它们的应用环境和方法;在程序设计类课程层面上,把握程序设计方法和思路,注重程序设计实践训练,引入典型的程序设计案例,将程序设计类课程的学习融入案例的研究和解决过程中,以学生实际编程解决问题的能力为突破口,注重程序设计的实现;在专业技术应用层面上,积极引入工程案例,以培养学生解决工程实际问题的能力为突破口,加大实践教学内容的比重,增加新技术、新知识、新工艺的内容。

本套规划教材的编写原则是:

在编写中重视基础,循序渐进,内容精炼,重点突出,融入学科方法论内容和科学理念,反映计算机技术发展要求,倡导理论联系实际和科学的思想方法,体现一级学科知识组织的层次结构。主要表现在:以计算机学科的科学体系为依托,明确目标定位,分类组织实施,兼容互补;理论与实践并重,强调理论与实践相结合,突出学科发展特点,体现学科发展的内在规律;教材内容循序渐进,保证学术深度,减少知识重复,前后相互呼应,内容编排合理,整体

结构完整；采取自顶向下设计方法，内涵发展优先，突出学科方法论，强调知识体系可扩展的原则。

本套规划教材的主要特点是：

(1) 面向应用型高等院校，在保证学科体系完整的基础上不过度强调理论的深度和难度，注重应用型人才的专业技能和工程实用技术的培养。在课程体系方面打破传统的研究型人才培养体系，根据社会经济发展对行业、企业的工程技术需要，建立新的课程体系，并在教材中反映出来。

(2) 教材的理论知识包括了高等院校学生必须具备的科学、工程、技术等方面的要求，知识点不要求大而全，但一定要讲透，使学生真正掌握。同时注重理论知识与实践相结合，使学生通过实践深化对理论的理解，学会并掌握理论方法的实际运用。

(3) 在教材中加大能力训练部分的比重，使学生比较熟练地应用计算机知识和技术解决实际问题，既注重培养学生分析问题的能力，也注重培养学生思考问题、解决问题的能力。

(4) 教材采用“任务驱动”的编写方式，以实际问题引出相关原理和概念，在讲述实例的过程中将本章的知识点融入，通过分析归纳，介绍解决工程实际问题的思想和方法，然后进行概括总结，使教材内容层次清晰，脉络分明，可读性、可操作性强。同时，引入案例教学和启发式教学方法，便于激发学习兴趣。

(5) 教材在内容编排上，力求由浅入深，循序渐进，举一反三，突出重点，通俗易懂。采用模块化结构，兼顾不同层次的需求，在具体授课时可根据各校的教学计划在内容上适当加以取舍。此外还注重了配套教材的编写，如课程学习辅导、实验指导、综合实训、课程设计指导等，注重多媒体的教学方式以及配套课件的制作。

(6) 大部分教材配有电子教案，以使教材向多元化、多媒体化发展，满足广大教师进行多媒体教学的需要。电子教案用 PowerPoint 制作，教师可根据授课情况任意修改。相关教案的具体情况请到中国水利水电出版社网站 www.waterpub.com.cn 下载。此外还提供相关教材中所有程序的源代码，方便教师直接切换到系统环境中教学，提高教学效果。

总之，本套规划教材凝聚了众多长期在教学、科研一线工作的教师及科研人员的教学科研经验和智慧，内容新颖，结构完整，概念清晰，深入浅出，通俗易懂，可读性、可操作性和实用性强。本套规划教材适用于应用型高等院校各专业，也可作为本科院校举办的应用技术专业的课程教材，此外还可作为职业技术学院和民办高校、成人教育的教材以及从事工程应用的技术人员的自学参考资料。

我们感谢该套规划教材的各位作者为教材的出版所做出的贡献，也感谢中国水利水电出版社为选题、立项、编审所做出的努力。我们相信，随着我国高等教育的不断发展和高校教学改革的不深入，具有示范性并适应应用型人才培养的精品课程教材必将进一步促进我国高等院校教学质量的提高。

我们期待广大读者对本套规划教材提出宝贵意见，以便进一步修订，使该套规划教材不断完善。

21 世纪高等院校规划教材编委会

2004 年 8 月

第二版前言

MATLAB (MATrix LABoratory) 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。

近年来, MATLAB 版本不断更新、功能不断完善、应用领域不断扩大。从 2006 年起, MathWorks 公司每年发布两次以年份命名的 MATLAB 版本。新的版本增加了很多新的功能和特性。

在 MATLAB 版本不断更新的同时, MATLAB 的应用领域也得到不断拓展, 在许多学术刊物上都可以看到 MATLAB 的应用案例。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, MATLAB 成为重要的解题工具, 将 MATLAB 融入其他课程的教学以及教学环节成为改革传统教学的重要措施。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。

本书第一版于 2005 年 3 月出版后, 被许多高校选做教材, 受到同行及读者的欢迎, 在此我们表示诚挚的谢意。为了适应新的技术发展要求, 并总结教材第一版在教学过程中的体会与经验, 更好地为教学服务, 作者在本书第一版的基础上进行了合理的取舍, 并作了许多修改、补充和完善, 形成该书第二版。第二版基本保持第一版的体系结构, 但更新了软件版本 (采用 MATLAB 7.7)、充实了实例、增加了实验部分, 使得全书内容更丰富、教学适应性更强。

全书主要内容有 MATLAB 操作基础、MATLAB 矩阵及其运算、MATLAB 程序设计、MATLAB 绘图、MATLAB 数据分析与多项式计算、MATLAB 解方程与最优化问题求解、MATLAB 数值积分与微分、MATLAB 符号运算、MATLAB 图形句柄、MATLAB 图形用户界面设计、Simulink 动态仿真集成环境以及 MATLAB 外部接口技术。两个附录分别给出了 MATLAB 常用命令与函数分类索引表和 MATLAB 可用的 LaTeX 字符集, 可供读者需要时查阅。

本书可作为高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。本书配有电子教案及相关教学资源 (案例、程序源代码等), 读者可以从中国水利水电出版社网站 (www.waterpub.com.cn) 和万水书苑网站 (<http://www.wsbookshow.com>) 下载, 或直接与作者 (liuwg@mail.csu.edu.cn) 联系获取。

本书由刘卫国任主编。第 1、9~11 章由刘卫国编写, 第 2、4~6 章由蔡立燕编写, 第 3 章由童键编写, 第 7、8 章由舒卫真编写, 第 12 章由蔡旭晖编写, 附录由刘胤宏编写。参加本书部分内容编写及程序调试工作的还有陈昭平、刘光瑜、熊拥军、戴忠、王新英、张志良、李斌、康维、罗站城、邹美群、胡勇刚、赵慧明等。全书由刘卫国修改定稿。

由于作者水平所限, 书中可能会有不妥之处, 敬请各位读者批评指正。

编者

2009 年 11 月

第一版前言

MATLAB 是 MATrix LABoratory (矩阵实验室) 的缩写, 它自从 1984 年由美国 MathWorks 公司推出以来, 经过不断改进和发展, 现已成为国际公认的优秀工程应用开发环境。

MATLAB 是一种广泛应用于工程计算及数值分析领域的新型高级语言。它以矩阵作为数据操作的基本单位, 使得矩阵运算变得非常简捷、方便、高效。MATLAB 提供了十分丰富的数值计算函数, 而且 MATLAB 和著名的符号计算语言 Maple 相结合, 使得 MATLAB 具有符号计算功能。MATLAB 的绘图功能也很强, 它既可以绘制各种二维、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 具有编程语言的基本特征, 使用 MATLAB 也可以像使用 BASIC、FORTRAN、C 等传统编程语言一样, 进行程序设计, 而且简单易学、编程效率高。MATLAB 包含基本部分和各种可选的工具箱, 其基本部分构成了 MATLAB 的核心内容, 而 MATLAB 工具箱扩充了其功能。

正因为 MATLAB 强大的功能, 使得它在许多领域得到广泛应用。在科研与工程应用领域, MATLAB 已被广泛地用于科学研究和解决各种具体的实际问题。许多科技工作者选用 MATLAB 作为计算工具, 避免了烦琐的底层编程, 从而可以把主要精力和时间花在科学研究和解决实际问题上, 提高了工作效率。在各高等院校, MATLAB 已经成为线性代数、自动控制理论、数字信号处理、时间序列分析、动态系统仿真、图像处理等许多课程的基本教学工具, 成为大学生、研究生必须掌握的基本编程语言。近年来, 许多高校已开设了 MATLAB 程序设计课程, 学生在学完该课程后, 选择 MATLAB 作为后继课程的解题工具, 从繁杂的计算中解放出来, 有利于计算机和其他课程的结合, 有利于学生对学科知识的掌握。

本书是为适应教学的需要而编写。全书以 MATLAB 6.5 版为基础, 全面介绍 MATLAB 程序设计的方法与应用, 主要内容包括 MATLAB 操作基础、MATLAB 矩阵及其运算、MATLAB 程序设计、MATLAB 文件操作、MATLAB 绘图、MATLAB 数据分析与多项式计算、MATLAB 解方程与函数极值、MATLAB 数值积分与微分、MATLAB 符号运算、MATLAB 图形句柄、MATLAB 图形用户界面设计、Simulink 动态仿真集成环境以及在 Word 环境下使用 MATLAB。两个附录分别给出了 MATLAB 常用命令与函数分类索引表和 MATLAB 可用的 LaTeX 字符集, 可供读者需要时查阅。

本书的编写尊重教学规律和特点, 力求做到内容丰富、取材新颖、循序渐进、注重实用、便于教学。全书按照由浅入深、循序渐进的原则进行编排, 书中内容不是 MATLAB 函数或命令的简单罗列, 而是讲清有关 MATLAB 函数的算法原理及有关数学背景, 并结合例子介绍其用法。书中给出了许多 MATLAB 应用实例, 其中融入了作者的许多实际工作经验和体会, 目的是帮助读者了解 MATLAB 在有关领域的应用, 从而引导读者更好地应用 MATLAB 来解决实际问题。

本书可作为高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。本书配有电子教案, 读者可以从中国水利水电出版社网站 (www.waterpub.com.cn) 上下载或与作者联系 (liuwg@mail.csu.edu.cn)。

本书第 1、10~12 章由刘卫国编写，第 2、5、6 章由蔡立燕编写，第 3 章由童键编写，第 4 章由陈昭平编写，第 7 章由江林编写，第 8、9 章由舒卫真编写，第 13 章由刘光瑜编写，附录由刘胤宏编写。参加本书部分内容编写及程序调试、文字校对、录入排版工作的还有熊拥军、戴忠、刘泽星、王新英、吴相智、刘国强、付剑波、谢华、李波、刘乐、刘盼盼等。全书由刘卫国教授审阅定稿。

在本书的编写过程中，作者尽最大的努力来避免错误的发生，但由于水平所限，书中不妥或错误之处在所难免，敬请各位读者批评指正。

编 者

2004 年 11 月

目 录

序

第二版前言

第一版前言

第1章 MATLAB 操作基础.....1	2.4.1 对角阵与三角阵.....34
1.1 MATLAB 概述.....1	2.4.2 矩阵的转置与旋转.....36
1.1.1 MATLAB 的发展.....1	2.4.3 矩阵的逆与伪逆.....37
1.1.2 MATLAB 的主要功能.....2	2.4.4 方阵的行列式.....39
1.1.3 初识 MATLAB.....3	2.4.5 矩阵的秩与迹.....39
1.2 MATLAB 集成环境.....5	2.4.6 向量和矩阵的范数.....40
1.2.1 启动与退出 MATLAB 集成环境.....5	2.4.7 矩阵的条件数.....41
1.2.2 MATLAB 操作界面.....6	2.4.8 矩阵的特征值与特征向量.....42
1.2.3 MATLAB 的搜索路径.....9	2.5 矩阵的超越函数.....43
1.3 MATLAB 帮助系统.....10	2.6 字符串.....44
1.3.1 MATLAB 帮助窗口.....10	2.7 结构数据和单元数据.....46
1.3.2 MATLAB 帮助命令.....11	2.7.1 结构数据.....46
1.3.3 MATLAB 演示系统.....12	2.7.2 单元数据.....47
1.3.4 MATLAB 远程帮助系统.....12	2.8 稀疏矩阵.....48
实验指导.....12	2.8.1 矩阵存储方式.....48
思考练习.....13	2.8.2 稀疏存储方式的产生.....49
第2章 MATLAB 矩阵及其运算.....14	2.8.3 稀疏矩阵应用举例.....52
2.1 变量和数据操作.....14	实验指导.....54
2.1.1 变量与赋值.....14	思考练习.....55
2.1.2 预定义变量.....15	第3章 MATLAB 程序设计.....56
2.1.3 内存变量的管理.....15	3.1 M 文件.....56
2.1.4 MATLAB 常用数学函数.....17	3.1.1 M 文件的分类.....56
2.1.5 数据的输出格式.....19	3.1.2 M 文件的建立与打开.....57
2.2 MATLAB 矩阵.....20	3.2 程序控制结构.....58
2.2.1 矩阵的建立.....21	3.2.1 顺序结构.....58
2.2.2 矩阵的拆分.....22	3.2.2 选择结构.....60
2.2.3 特殊矩阵.....25	3.2.3 循环结构.....65
2.3 MATLAB 运算.....29	3.3 函数文件.....69
2.3.1 算术运算.....29	3.3.1 函数文件的基本结构.....69
2.3.2 关系运算.....32	3.3.2 函数调用.....70
2.3.3 逻辑运算.....33	3.3.3 函数参数的可调性.....71
2.4 矩阵分析.....34	3.3.4 全局变量与局部变量.....72

3.4 程序举例	73	5.1.5 标准方差与相关系数	120
3.5 程序调试	77	5.1.6 排序	121
3.5.1 程序调试概述	77	5.2 数据插值	122
3.5.2 调试菜单	78	5.2.1 一维数据插值	123
3.5.3 调试命令	79	5.2.2 二维数据插值	124
实验指导	80	5.3 曲线拟合	126
思考练习	81	5.4 离散傅里叶变换	128
第4章 MATLAB 绘图	82	5.4.1 离散傅里叶变换算法简介	128
4.1 二维数据曲线图	82	5.4.2 离散傅里叶变换的实现	128
4.1.1 绘制单根二维曲线	82	5.5 多项式计算	130
4.1.2 绘制多根二维曲线	84	5.5.1 多项式的四则运算	130
4.1.3 设置曲线样式	87	5.5.2 多项式的导函数	131
4.1.4 图形标注与坐标控制	88	5.5.3 多项式的求值	132
4.1.5 图形的可视化编辑	91	5.5.4 多项式求根	133
4.1.6 图形窗口的分割	92	实验指导	134
4.2 其他二维图形	93	思考练习	135
4.2.1 对函数自适应采样的绘图函数	93	第6章 MATLAB 解方程与最优化问题求解	136
4.2.2 其他坐标系下的二维数据曲线图	94	6.1 线性方程组求解	136
4.2.3 二维统计分析图	96	6.1.1 直接解法	137
4.3 隐函数绘图	97	6.1.2 迭代解法	142
4.4 三维图形	98	6.2 非线性方程数值求解	145
4.4.1 三维曲线	98	6.2.1 单变量非线性方程求解	145
4.4.2 三维曲面	99	6.2.2 非线性方程组的求解	145
4.4.3 其他三维图形	104	6.3 常微分方程初值问题的数值解法	146
4.5 图形修饰处理	105	6.3.1 龙格—库塔法简介	147
4.5.1 视点处理	105	6.3.2 龙格—库塔法的实现	147
4.5.2 色彩处理	107	6.4 最优化问题求解	151
4.5.3 图形的裁剪处理	109	6.4.1 无约束最优化问题求解	151
4.6 图像处理与动画制作	110	6.4.2 有约束最优化问题求解	152
4.6.1 图像处理	110	6.4.3 线性规划问题求解	153
4.6.2 动画制作	111	实验指导	153
实验指导	113	思考练习	154
思考练习	113	第7章 MATLAB 数值积分与数值微分	156
第5章 MATLAB 数据分析与多项式计算	115	7.1 数值积分	156
5.1 数据统计处理	115	7.1.1 数值积分基本原理	156
5.1.1 最大值和最小值	115	7.1.2 数值积分的实现方法	157
5.1.2 求和与求积	117	7.1.3 多重定积分的数值求解	159
5.1.3 平均值和中值	118	7.2 数值微分	161
5.1.4 累加和与累乘积	119	7.2.1 数值差分与差商	161

7.2.2 数值微分的实现	161	10.2.1 建立用户菜单	199
实验指导	163	10.2.2 菜单对象常用属性	200
思考练习	164	10.2.3 快捷菜单	202
第8章 MATLAB 符号运算	165	10.3 对话框设计	203
8.1 符号对象	165	10.3.1 对话框的控件	203
8.1.1 建立符号对象	165	10.3.2 控件的操作	204
8.1.2 符号表达式运算	167	10.3.3 对话框设计示例	210
8.1.3 符号表达式中变量的确定	170	10.4 图形用户界面开发环境	213
8.1.4 符号矩阵	171	10.4.1 图形用户界面设计窗口	213
8.2 符号微积分	172	10.4.2 常用的用户界面设计工具	215
8.2.1 符号极限	172	10.4.3 图形用户界面开发环境应用示例	219
8.2.2 符号导数	173	实验指导	221
8.2.3 符号积分	174	思考练习	222
8.3 级数	175	第11章 Simulink 动态仿真集成环境	223
8.3.1 级数符号求和	175	11.1 Simulink 操作基础	223
8.3.2 函数的泰勒级数	175	11.1.1 Simulink 简介	223
8.4 符号方程求解	176	11.1.2 Simulink 的启动与退出	224
8.4.1 符号代数方程求解	176	11.2 系统仿真模型	225
8.4.2 符号常微分方程求解	177	11.2.1 Simulink 的基本模块	225
实验指导	178	11.2.2 模块的编辑	226
思考练习	179	11.2.3 模块的连接	227
第9章 MATLAB 图形句柄	181	11.2.4 模块的参数和属性设置	228
9.1 图形对象及其句柄	181	11.3 系统的仿真	231
9.1.1 图形对象	181	11.3.1 设置仿真参数	231
9.1.2 图形对象句柄	182	11.3.2 启动系统仿真与仿真结果分析	235
9.1.3 图形对象属性	183	11.3.3 系统仿真实例	239
9.2 图形窗口与坐标轴	185	11.4 使用命令操作对系统进行仿真	242
9.2.1 图形窗口对象	185	11.5 子系统及其封装技术	246
9.2.2 坐标轴对象	187	11.5.1 子系统的建立	247
9.3 低层绘图操作	189	11.5.2 子系统的条件执行	248
9.3.1 曲线对象	189	11.5.3 子系统的封装	251
9.3.2 曲面对象	190	11.6 S 函数的设计与应用	256
9.3.3 文本对象	192	11.6.1 用 MATLAB 语言编写 S 函数	257
9.3.4 其他核心对象	193	11.6.2 S 函数的应用	259
实验指导	196	实验指导	263
思考练习	197	思考练习	264
第10章 MATLAB 图形用户界面设计	198	第12章 MATLAB 外部接口技术	265
10.1 用户界面对象	198	12.1 MATLAB 与 Microsoft Office 的	
10.2 菜单设计	199	混合使用	265

12.1.1 在 Word 中使用 MATLAB	265	12.3.2 MATLAB 引擎技术	283
12.1.2 在 Excel 中使用 MATLAB	269	实验指导	286
12.2 MATLAB 数据接口	271	思考练习	286
12.2.1 数据文件操作	271	附录 A MATLAB 常用命令与函数分类索引表 ..	288
12.2.2 MAT 文件及其应用	276	附录 B MATLAB 可用的 LaTeX 字符集	303
12.3 MATLAB 应用程序接口	280	参考文献	305
12.3.1 C 语言 MEX 文件的创建	280		

第 1 章 MATLAB 操作基础



MATLAB 是 MATrix LABoratory (矩阵实验室) 的缩写, 它自从 1984 年由美国 MathWorks 公司推出以来, 经过不断改进和发展, 现已成为国际公认的优秀工程应用开发环境。MATLAB 功能强大, 简单易学, 编程效率高, 深受广大科技工作者的欢迎。

本章首先介绍 MATLAB 的发展、主要功能并通过几个例子演示 MATLAB 的功能, 然后介绍 MATLAB 软件系统的使用。通过本章的学习, 读者将对 MATLAB 有一个整体认识。



- ◆ MATLAB 的发展
- ◆ MATLAB 的主要功能
- ◆ MATLAB 集成环境
- ◆ MATLAB 帮助系统

1.1 MATLAB 概述

1.1.1 MATLAB 的发展

MATLAB 的产生可以追溯到 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, 并正式推出了 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。

以后, MATLAB 的版本不断更新。MathWorks 公司于 1992 年推出了具有划时代意义的 4.0 版, 并于 1993 年推出其微机版, 该版本可以配合 Windows 操作系统一起使用, 随之推出符号计算工具包和用于动态系统建模及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。1994 年推出的 4.2 版扩充了 4.0 版的功能, 尤其在图形

界面设计方面提供了新的方法。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、更完善的科学计算软件。1999 年初推出的 MATLAB 5.3 版在很多方面又进一步改进了 MATLAB 的功能。之后, MATLAB 还在不断改进和发展, 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, 功能也更强; 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更强; 与之配套的 Simulink 4.0 版的新功能特别引人注目。2001 年 6 月推出的 MATLAB 6.1 版及 Simulink 4.1 版, 功能已经十分强大。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、编程手段和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。从 2006 年起, MathWorks 公司每年发布两次以年份命名的 MATLAB 版本, 如 R2006a (MATLAB 7.2)、R2006b (MATLAB 7.3)、R2007a (MATLAB 7.4)、R2007b (MATLAB 7.5)、R2008a (MATLAB 7.6)、R2008b (MATLAB 7.7)、R2009a (MATLAB 7.8)、R2009b (MATLAB 7.9) 等。新的版本增加了很多新的功能和特性。本书以 MATLAB 7.7 作为操作环境, 书中内容也适用于其他 MATLAB 7.X 版本。

时至今日, MATLAB 以矩阵运算为基础, 把科学计算、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。如今, MATLAB 已经不仅仅是一个“矩阵实验室”了, 它已成为一种广泛应用于工程计算及数值分析领域的新型高级语言, 在工程计算与数值分析、动态系统设计与仿真、金融建模设计与分析等许多学科领域都有着十分广泛的应用。

1.1.2 MATLAB 的主要功能

MATLAB 是一种应用于科学计算领域的数学软件, 它主要包括数值计算和符号计算功能、绘图功能、编程语言功能以及应用工具箱的扩展功能。

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、最先进的、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 先后和著名的符号计算语言 Maple 与 MuPAD (从 MATLAB 2008b 开始使用 MuPAD) 相结合, 使得 MATLAB 具有符号计算功能。

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, 也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。

3. 编程语言功能

MATLAB 具有程序结构控制、函数调用、数据结构、输入输出、面向对象等程序设计语言特征, 所以使用 MATLAB 也可以像使用 BASIC、FORTRAN、C 等传统编程语言一样, 进行程序设计, 而且简单易学、编程效率高。因此, 对于从事数值计算、计算机辅助设计和系统仿真等领域的人员来说, 用 MATLAB 编程的确是一个理想的选择。

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。为此, MathWorks 公司提供了将 MATLAB 源程序编译为独立于 MATLAB 环境运行的可执行文件以及将 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、可视建模仿真功能及文字处理功能等。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 具备很强的开放性。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去构造新的专用工具箱。

1.1.3 初识 MATLAB

为了使读者对 MATLAB 有一个初步认识, 下面先看几个简单的例子。

例 1-1 绘制正弦曲线和余弦曲线。

在 MATLAB 命令窗口中输入:

```
x=[0:0.5:360]*pi/180;  
plot(x, sin(x), x, cos(x));
```

其中, 第 1 条命令建立 x 向量, x 从 0° 变化到 360° 并转换为弧度; 第 2 条命令绘制曲线。命令执行后, 将打开一个图形窗口, 并在其中显示正弦曲线和余弦曲线, 如图 1-1 所示。

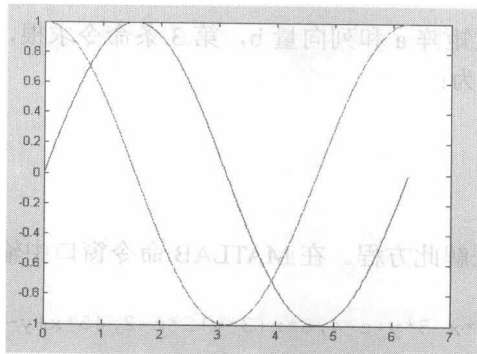


图 1-1 正弦曲线和余弦曲线

例 1-2 求方程 $3x^4+7x^3+9x^2-23=0$ 的全部根。

在 MATLAB 命令窗口中输入命令:

```
p=[3,7,9,0,-23];      %建立多项式系数向量
x=roots(p)             %求根
```

得到的结果是:

```
x =
   -1.8857
   -0.7604 + 1.7916i
   -0.7604 - 1.7916i
    1.0732
```

例 1-3 求积分 $\int_0^1 x \ln(1+x) dx$ 。

在 MATLAB 命令窗口中输入命令:

```
quad('x.*log(1+x)',0,1)
```

得到的结果是:

```
ans =
    0.2500
```

也可以通过符号计算来求符号积分。在 MATLAB 命令窗口中输入命令:

```
syms x
int(x*log(1+x),0,1)
```

得到的结果是:

```
ans =
    1/4
```

此外, 还可以通过 Simulink 仿真来求该积分。

例 1-4 求解线性方程组:

$$\begin{cases} 2x - 3y + z = 4 \\ 8x + 3y + 2z = 2 \\ 45x + y - 9z = 17 \end{cases}$$

在 MATLAB 命令窗口中输入命令:

```
a=[2,-3,1;8,3,2;45,1,-9];
b=[4;2;17];
x=inv(a)*b
```

其中, 前两条命令建立系数矩阵 a 和列向量 b , 第 3 条命令求根, $\text{inv}(a)$ 为 a 的逆矩阵, 也可用 $x=a \backslash b$ 求根。得到的结果为:

```
x =
    0.4784
   -0.8793
    0.4054
```

还可以通过符号计算来解此方程。在 MATLAB 命令窗口中输入命令:

```
syms x y z
[x,y,z]=solve(2*x-3*y+z-4,8*x+3*y+2*z-2,45*x+y-9*z-17)
```

得到的结果为:

```

x =
321/671
y =
-590/671
z =
272/671

```

上述几个例子展示了 MATLAB 的强大功能,相信读者在接下来的学习与使用中,会有更深刻的体会。作为操作练习,读者可以在 MATLAB 软件环境下验证上面的例子。

1.2 MATLAB 集成环境

1.2.1 启动与退出 MATLAB 集成环境

1. MATLAB 的安装

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(称为集成环境),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。

2. MATLAB 的启动

与一般的 Windows 程序一样,启动 MATLAB 系统有 3 种常见方法:

(1) 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,即可启动 MATLAB 系统。

(2) 在 MATLAB 的安装路径中找到 MATLAB 系统启动程序 matlab.exe,然后运行它。

(3) 利用建立快捷方式的功能,将 MATLAB 系统启动程序以快捷方式的形式放在 Windows 桌面上,以后只要在桌面上双击该图标即可启动 MATLAB。

启动 MATLAB 后,将进入 MATLAB 集成开发环境,如图 1-2 所示。



图 1-2 MATLAB 集成开发环境