



浙江省“十一五”重点教材建设项目

大学工科数学核心课程系列教材

# 数学软件与 大学数学实验

主 编 张智丰 韩曙光

 高等教育出版社  
HIGHER EDUCATION PRESS



浙江省“十一

大学工科数学教材

# 数学软件与 大学数学实验

Shuxue Ruanjian yu Daxue Shuxue Shiyan

主 编 张智丰 韩曙光



高等教育出版社·北京  
HIGHER EDUCATION PRESS BEIJING

## 内容提要

本书主要介绍利用 MATLAB 软件解决一系列数学问题的计算,全书共 43 个实验,将一些常用的软件命令分散在各个实验中介绍,使得每个实验的难度适中,易于学生接受。为了让学有余力的学生能够有进一步学习的内容,在每个实验的实验内容中安排了选做题,这类题目一般给出软件中的函数名,让学生通过自学掌握该函数的使用方法,通过一系列的自学,逐步掌握软件的使用方法。

本书可以作为高等院校理工、经管类本科生“数学实验”或“数学算法的软件实现”等课程的教材,也可供相关研究人员和学生参考使用。

## 图书在版编目(CIP)数据

数学软件与大学数学实验 / 张智丰, 韩曙光主编。—  
北京: 高等教育出版社, 2013. 4  
ISBN 978-7-04-036817-8

I. ①数… II. ①张… ②韩… III. ①数值计算-应用  
软件-高等学校-教材②高等数学-实验-高等学校-  
教材 IV. ①O245②O13-33

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第008948号

策划编辑	杨波	责任编辑	杨波	封面设计	赵阳	版式设计	余杨
插图绘制	黄建英	责任校对	窦丽娜	责任印制	韩刚		

---

出版发行 高等教育出版社  
社址 北京市西城区德外大街4号  
邮政编码 100120  
印刷 廊坊市文峰档案印务有限公司  
开本 787mm×960mm 1/16  
印张 16.5  
字数 300千字  
购书热线 010-58581118

咨询电话 400-810-0598  
网址 <http://www.hep.edu.cn>  
<http://www.hep.com.cn>  
网上订购 <http://www.landaco.com>  
<http://www.landaco.com.cn>  
版次 2013年4月第1版  
印次 2013年4月第1次印刷  
定价 24.40元

---

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换  
版权所有 侵权必究  
物料号 36817-00

# 学数学需掌握理论与方法,更要培养数学素养

## ——“大学工科数学核心课程系列教材”序言

我国于2010年颁布了《国家中长期教育改革和发展规划纲要(2010—2020年)》,教育部2011年开始实施了《高等学校本科教学质量与教学改革工程》,2012年又出台了“教育部关于全面提高高等教育质量的若干意见”。这为我国实现高等教育强国目标提出了战略部署,为高校培养具有实践能力、创新精神、国际视野的高素质高级专门人才提出了更高要求。我国高等教育进入大众化教育阶段的新形势、新任务,让我们深刻地感受到新一轮教育教学改革的必要性和紧迫性,也为大学工科数学教育教学改革明确了方向。

根据教育部高等学校数学与统计学教学指导委员会制定的“大学数学基础课程教学基本要求”,结合本科高校的特点,以培养高素质应用型人才、复合型人才和卓越工程师为目标,浙江省高等学校数学类专业与数学基础课程教学指导委员会组织编写了大学工科数学核心课程系列教材,含《高等数学》(上、下册)、《线性代数》、《概率论与数理统计》、《数学物理方程》与《数学软件与大学数学实验》。本系列教材融合了编者的长期教学经验和教学改革成果,着眼于培养学生学习能力、实践能力和创新能力,让学生不仅学会数学知识、理论与方法,还使其数学思想和数学思维得到培养。该系列教材的特点可概括如下:

(1) **问题驱动,融合背景**。在内容的编排上既考虑如何与中学衔接,又考虑到内在的逻辑关系,并注意到专业后续课程的需要。教材注重讲解“如何应用基本理论和方法分析与解决实际问题”的思想方法,适度增加工程技术应用领域中的案例、具有趣味性和活学活用的数学建模内容。融入数学建模方法,增加MATLAB数学软件介绍,培养学生运用其理论和方法解决实际问题的能力。内容力求简明,削减一些公式演算内容,降低对一些定理、公式的证明和一些数学表达形式的要求,使学生在正确理解的基础上,能够熟练地应用基本理论与方法。

(2) **剖析思想,深入浅出**。突出思想性,保持严谨性,着力揭示数学思想与概念的本质和解决问题的思想方法,充分体现数学理论的“源”与“流”的关系。为了使学生的数学思维得到必要的训练,教材的叙述与推理保持应有的严谨性,对于某些重要结论仍保留必要的分析、证明与讨论。讲解力求深入浅出,富有启

发性。教材编写尽力从学生熟悉的实例和知识出发,用其熟悉的语言、知识、思想方法或直观的几何形象,凭借联想、类比等思维方法,进行自然的、合乎规律的扩展和深化;尽量以问题为导向,采用“提出问题、讨论问题、解决问题”的方式来展开,以适应学生的思维习惯;语言叙述力求直观清晰、通俗易懂。

(3) **体例新颖,强化训练**。以加强学生数学素养的养成、综合应用能力的增强为目标,设计新体例。新体例将充分体现问题引入、数学模型、理论与方法、综合训练、拓展阅读、研究性学习等特点。注重基本运算能力的培养,特别注重数学思想方法的培养,以适量的应用实例为学生提供应用能力训练的素材;为培养学生的综合能力,精心设计了各种不同类型的习题,包括基本理论题、有一定难度的综合题和研究性应用题。书中附录编入 MATLAB 上机演练与实验题目。

(4) **资源丰富,实现共享**。系列教材具有丰富的课程数字化资源,教学设计能较好反映教学中重点、难点的巧妙处理。利用现代化网络技术,把这些精彩的数字教学资源(含讲稿、教案、课件、案例、专题论文和研究性课题)集成,建成一个数字化的课程教学资源网站,构建一个内容丰富的、师生共享的、“活的”课程教学环境。

该系列教材力求内容简明,体系科学合理,揭示数学思想,融入数学建模,展示思维方法,引入现代数学软件,强化应用能力和创新能力的培养,深入浅出,富于启发性,促进学生学习。本系列教材适合于高等院校工科专业的本科生,也可供理科专业和其他相关专业大学生、研究生学习。

浙江省高等学校数学类专业  
与数学基础课程教学指导委员会

主任委员 裘松良

2012年5月15日

# 前 言

随着数学实验类课程在各类院校的开设,目前各种版本的数学实验书籍也越来越多。由此可见,数学实验作为学习数学的一种方法和手段,作为利用数学软件将数学应用于工程实际的一种工具,正在逐步得到数学界的认同。

目前已出版的数学实验书籍中,有很大一部分讨论比较深入的问题,常常是一个实验内容需要十几页甚至几十页的篇幅来介绍,虽然问题讨论得非常详尽,但是不适合低年级本科学生来学习,这样的讨论更像是 $\text{对数学模型的讨论}$ 。笔者根据近几年在本科学生中开设数学实验课程的经验,认为在当今本科教育进入大众化教育阶段的形势下,尤其对于普通高校的学生,更实际的做法是通过简单的小实验来学习怎样利用数学软件来解决数学问题,从而解决工程应用问题。

本书利用 **MATLAB** 软件作为计算平台,对本科学生学过的数学问题加以分类整理,为学生将数学方法应用到相关的学科领域做好充分的准备。全书分为 43 个实验,每个实验计划 2 课时完成,部分实验可以让学生课外完成,全书可供 64~72 学时的课程使用。

本书的内容适合学习过微积分和线性代数的学生使用,部分内容需要概率统计的知识。为了使部分没有学习过大学数学的学生(如文科的学生)也能通过数学软件来掌握大学数学中的计算方法,本书的每一个实验均对相关知识点作一个简要的叙述,这也为学习过大学数学的同学提供了复习相关知识的方便。书中简单介绍了一些高年级课程的内容,在有关实验的编写中已经充分考虑了实验所需的知识,并作了必要的准备。这样做的目的,一方面是为了丰富数学实验的内容,同时也让学生看到数学在各个学科中的用途。同时,这样的一种介绍也为学生参加数学建模竞赛提供了方便,不少学生在修读本课程的基础上再修读数学建模课程时感到受益较大。

本书在编写过程中得到许多同仁的帮助,在此表示衷心的感谢!

由于编者水平所限,全书所涉及的学科领域又比较多,书中难免有不足之处,敬请读者指正。

张智丰 韩曙光

2012 年 8 月于杭州下沙

## 郑重声明

高等教育出版社依法对本书享有专有出版权。任何未经许可的复制、销售行为均违反《中华人民共和国著作权法》，其行为人将承担相应的民事责任和行政责任；构成犯罪的，将被依法追究刑事责任。为了维护市场秩序，保护读者的合法权益，避免读者误用盗版书造成不良后果，我社将配合行政执法部门和司法机关对违法犯罪的单位和个人进行严厉打击。社会各界人士如发现上述侵权行为，希望及时举报，本社将奖励举报有功人员。

反盗版举报电话 (010) 58581897 58582371 58581879

反盗版举报传真 (010) 82086060

反盗版举报邮箱 dd@hep.com.cn

通信地址 北京市西城区德外大街4号 高等教育出版社法务部

邮政编码 100120

# 目 录

绪论	1
----	---

## 第一部分 线性代数篇

实验一 矩阵的基本运算(一)	14
实验二 矩阵的基本运算(二)	22
实验三 MATLAB 的图形功能初步	30
实验四 MATLAB 的程序结构	39
实验五 MATLAB 在线性代数中的应用	46
实验六 线性方程组的求解	51

## 第二部分 微 积 分 篇

实验七 函数极限和微分运算的 MATLAB 实现	60
实验八 不定积分和定积分的 MATLAB 实现	66
实验九 二次曲面的 MATLAB 绘制	70
实验十 二重积分及其 MATLAB 计算	80
实验十一 三重积分及其 MATLAB 计算	87
实验十二 对弧长的曲线积分及其 MATLAB 计算	94
实验十三 对坐标的曲线积分及其 MATLAB 计算	100
实验十四 对面积的曲面积分及其 MATLAB 计算	108
实验十五 对坐标的曲面积分及其 MATLAB 计算	113
实验十六 MATLAB 在级数中的应用	121
实验十七 MATLAB 与傅里叶级数	125
实验十八 微分方程和微分方程组的解析解	128

## 第三部分 概率统计篇

实验十九 MATLAB 中的概率统计函数	132
实验二十 方差分析的 MATLAB 实现	137
实验二十一 回归分析的 MATLAB 实现(一)	141
实验二十二 回归分析的 MATLAB 实现(二)	146



实验二十三	统计量计算的 MATLAB 实现 .....	150
实验二十四	主成分分析的 MATLAB 编程实现 .....	154
实验二十五	主成分分析的 MATLAB 实现 .....	161
实验二十六	聚类分析的 MATLAB 编程实现 .....	164
实验二十七	聚类分析的 MATLAB 实现 .....	171
实验二十八	参数估计的 MATLAB 实现(一) .....	175
实验二十九	参数估计的 MATLAB 实现(二) .....	180

#### 第四部分 数值分析篇

实验三十	实验数据插值的 MATLAB 实现 .....	186
实验三十一	实验数据拟合的 MATLAB 实现 .....	192
实验三十二	数值积分及其 MATLAB 实现 .....	195
实验三十三	微分方程和微分方程组的数值解 .....	199
实验三十四	非线性方程和方程组的求解 .....	206

#### 第五部分 其他数学运算篇

实验三十五	用 MATLAB 求解线性规划问题 .....	210
实验三十六	用 MATLAB 求解非线性优化问题 .....	215
实验三十七	用 MATLAB 求解有约束非线性多变量优化问题 .....	219
实验三十八	MATLAB 在复变函数中的应用 .....	223

#### 第六部分 研究性学习篇

实验三十九	分形初探 .....	230
实验四十	数字图像处理初探 .....	235
实验四十一	数字图像的边界提取 .....	239
实验四十二	图像压缩的 MATLAB 实现 .....	243
实验四十三	贝齐尔曲线的绘制 .....	247
数学实验报告(式样)	.....	252
参考文献	.....	254

# 绪 论

## 一、什么是数学实验

所谓数学实验,简单地说,是一种利用计算机和相应的软件系统来解决数学问题的上机实践活动.它以计算机软件系统作为实验工具,以数学理论作为实验原理,以数学素材作为实验对象,以简单的对话方式或复杂的程序方式作为实验形式,以数值计算、符号演算或图形显示等作为实验内容,以实例分析、模拟仿真、归纳总结等为主要实验方法,以辅助学数学、辅助用数学或辅助做数学为实验目的,以描述实验原理和程序运行得到的数据的实验报告为结果.

## 二、怎样做好数学实验

根据前面讨论的数学实验的内容和形式,要做好数学实验,首先需要对实验内容的数学背景有清楚的了解,对实验所使用的工具有详细的了解,接着,只要勤于动手,多实践,多练习,就能够轻松地完成数学实验.

这里所谓的工具,是指计算机软件,我们这里主要使用 MATLAB,所谓有详细的了解,是指对具体的 MATLAB 函数有详细的了解,清楚函数中参数的含义.我们的课程采用先将 MATLAB 软件做一个简单的介绍,然后在每一个具体的实验中,介绍本实验涉及的具体函数,因此,就完成单个实验来说是非常简单的,我们通过逐个完成实验,逐步记忆函数的使用方法这样一个循序渐进的过程来学习和掌握 MATLAB 的使用方法,从而学会利用软件来求解数学问题.

## 三、MATLAB 简介

MATLAB 是一种功能非常强大的科学计算软件.我们在本课程中将利用这个软件作为我们的实验平台,因此,在正式使用它之前,我们对这个软件作一个介绍,以便使用者对软件有一个整体的认识.

### (一) MATLAB 的概况

MATLAB 源于 Matrix Laboratory,意为矩阵实验室,经过 40 余年的发展,目前除具备卓越的数值计算能力外,还提供了专业水平的符号计算,文字处理,可视化建模仿真和实时控制等功能.

MATLAB 的基本数据单位是矩阵,它的指令表达式与数学、工程中常用的形式十分相似,故用 MATLAB 来解算问题要比用 C、FORTRAN 等语言完成相同的任务简便得多。

当前最新的 MATLAB2012b/Simulink2012b 包括拥有数百个内部函数的主程序和 80 余个工具箱(Toolbox)。工具箱又可以分为功能工具箱和学科工具箱。功能工具箱用来扩充 MATLAB 的符号计算,具有可视化建模仿真,文字处理及实时控制等功能。学科工具箱是专业性比较强的工具箱,控制工具箱,信号处理工具箱,通信工具箱,图像处理工具箱等都属于此类。

代码的开放性使 MATLAB 广受用户欢迎。除内部函数外,所有 MATLAB 主程序文件和各种工具箱都是可读可修改的文件,用户通过对源程序的修改或加入自己编写程序可以构造新的专用工具箱。

## (二) MATLAB 产生的历史背景

在 20 世纪 70 年代中期,Cleve Moler 博士和其同事在美国国家科学基金的资助下开发了调用 EISPACK 和 LINPACK 的 FORTRAN 子程序库。EISPACK 是特征值求解的 FORTRAN 程序库,LINPACK 是解线性方程的程序库。在当时,这两个程序库代表矩阵运算的最高水平。

到 70 年代后期,身为美国 New Mexico 大学计算机系系主任的 Cleve Moler,在给学生讲授线性代数课程时,想教学生使用 EISPACK 和 LINPACK 程序库,但他发现学生用 FORTRAN 编写接口程序很费时间,于是他开始自己动手,利用业余时间为学生编写 EISPACK 和 LINPACK 的接口程序。Cleve Moler 给这个接口程序取名为 MATLAB,该名为矩阵(matrix)和实验室(labotatory)两个英文单词的前三个字母的组合。在以后的数年里,MATLAB 在多所大学里作为教学辅助软件使用,并作为面向大众的免费软件广为流传。

1983 年春天,Cleve Moler 到 Standford 大学讲学,MATLAB 深深地吸引了工程师 John Little。John Little 敏锐地觉察到 MATLAB 在工程领域的广阔前景。同年,他和 Cleve Moler,Steve Bangert 一起,用 C 语言开发了第二代专业版。这一代的 MATLAB 语言同时具备了数值计算和数据图示化的功能。

1984 年,Cleve Moler 和 John Little 成立了 MathWorks 公司,正式把 MATLAB 推向市场,并继续进行 MATLAB 的研究和开发。

在当今几十个数学类科技应用软件中,就软件数学处理的原始内核而言,可分为两大类。一类是数值计算型软件,如 MATLAB,Xmath,Gauss 等,这类软件擅长于数值计算,对处理大批数据效率高;另一类是数学分析型软件,如 Mathematica,Maple 等,这类软件以符号计算见长,能给出解析解和任意精确解,

其缺点是处理大量数据时效率较低。MathWorks 公司顺应多功能需求之潮流,在其卓越数值计算和图形显示功能的基础上,又率先在专业水平上开拓了其符号计算、文字处理、可视化建模和实时控制功能,开发了适合多学科,多部门要求的新一代科技应用软件 MATLAB。经过多年的国际竞争, MATLAB 已经占据了数学与工程计算软件市场的主导地位。

在 MATLAB 进入市场前,国际上的许多软件包都是直接以 C、FORTRAN 等编程语言开发的。这种软件的缺点是使用面窄,接口简陋,程序结构不开放以及没有标准的基本函数,很难适应各学科的最新发展,因而很难推广。MATLAB 的出现,为各国科学家开发学科软件提供了新的基础。在 MATLAB 问世不久的 80 年代中期,原先控制领域里的一些软件包纷纷被淘汰或在 MATLAB 上重建。

MathWorks 公司 1993 年推出了 MATLAB 4.0 版,1995 年推出 4.2C 版(for win3.X),1997 年推出 5.0 版。1999 年推出 5.3 版。MATLAB 5.X 较 MATLAB 4.X 无论是界面还是内容都有长足的进展,其帮助信息采用超文本格式和 PDF 格式,在 Netscape 3.0 或 IE 4.0 及以上版本, Acrobat Reader 中可以方便地浏览。目前 MATLAB 采用每年更新 2 个版本的方法,如 2012 年上半年更新的称为 2012a,下半年更新的称为 2012b,目前的最新版本为 2012b,内部版本号为 7.15。

时至今日,经过 MathWorks 公司的不断完善, MATLAB 已经发展成为适合多学科,多种工作平台的功能强大的大型软件。在国外, MATLAB 已经经受了多年考验。在欧美高校, MATLAB 已经成为线性代数、自动控制理论、数理统计、数字信号处理、时间序列分析、动态系统仿真等高级课程的基本教学工具,成为攻读学位的大学生、硕士生、博士生必须掌握的基本技能。在设计研究单位和工业部门, MATLAB 被广泛用于科学研究和解决各种具体问题。在国内,特别是工程界, MATLAB 已经盛行起来。可以说,无论你从事工程方面的哪个学科,都能在 MATLAB 里找到合适的功能。

### (三) MATLAB 的语言特点

一种语言之所以能如此迅速地普及,并显示出旺盛的生命力,是由于它有着不同于其他语言的特点,正如同 FORTRAN 和 C 等高级语言使人们摆脱了需要直接对计算机硬件资源进行操作一样,被称作为第四代计算机语言的 MATLAB,利用其丰富的函数资源,使编程人员从繁琐的程序代码中解放出来。MATLAB 最突出的特点就是简洁, MATLAB 用更直观的、更符合人们思维习惯的代码,代替了 C 和 FORTRAN 语言的冗长代码, MATLAB 给用户带来的是最直观,最简洁的程序开发环境。以下简单介绍一下 MATLAB 的主要特点。

1. 语言简洁紧凑,使用方便灵活,库函数极其丰富。MATLAB 程序书写形式自由,利用其丰富的库函数避开繁杂的子程序编写任务,压缩了一切不必要的编

程工作. 由于库函数都由本领域的专家编写, 用户不必担心函数的可靠性.

具有 FORTRAN 和 C 等高级语言知识的读者可能已经注意到, 如果用 FORTRAN 或 C 语言去编写程序, 尤其当涉及矩阵运算和画图时, 编程会很麻烦. 例如, 如果用户想求解一个线性方程组, 就得编写一个程序块读入数据, 然后再使用一种求解线性方程组的算法(例如高斯消去法)编写一个程序块来求解方程, 最后再输出计算结果. 在求解过程中, 解线性方程组的麻烦在于要对矩阵的元素作循环, 此外, 选择稳定的算法以及代码的调试都不容易. 即使有部分源代码, 用户也会感到麻烦, 且不能保证运算的稳定性. 解线性方程组的程序用 FORTRAN 和 C 这样的高级语言编写, 至少需要 400 多行, 调试这种几百行的计算程序是有一定难度的. 以下用 MATLAB 编写一个解线性方程组和求矩阵特征值的程序, 我们来看看其简捷性.

例 利用 MATLAB 求解下列矩阵方程, 并求矩阵  $A$  的特征值.

$$Ax=b, \text{ 其中: } A = \begin{pmatrix} 32 & 13 & 45 & 67 \\ 23 & 79 & 85 & 12 \\ 43 & 23 & 54 & 65 \\ 98 & 34 & 71 & 35 \end{pmatrix}, \quad b = \begin{pmatrix} 1 \\ 2 \\ 3 \\ 4 \end{pmatrix}.$$

解 在 MATLAB 命令(Command)窗口中输入:

```
>> A=[32, 13, 45, 67; 23, 79, 85, 12; 43, 23, 54, 65; 98, 34, 71, 35];
    b=[1; 2; 3; 4];
    x=A\b
    e=eig(A)
```

按 Enter 键, 此时, 系统返回:

x =	e =
0.180 9	193.447 5
0.518 2	56.690 5
-0.533 3	-48.191 9
0.186 2	-1.946 1

这里,  $x=A \setminus b$  表示  $A$  的逆矩阵乘  $b$ ,  $eig(A)$  是求  $A$  的特征值的函数.

可见, MATLAB 的程序极其简短. 更难能可贵的是, MATLAB 甚至具有一定的智能水平, 比如上面的解方程组, MATLAB 会根据矩阵的特性选择求解方法, 所以用户根本不用怀疑 MATLAB 的准确性.

2. 运算符丰富. 由于 MATLAB 是用 C 语言编写的, MATLAB 提供了和 C 语言几乎一样多的运算符, 灵活使用 MATLAB 的运算符将使程序变得极为简短.

3. MATLAB 既具有结构化的控制语句(如 for 循环、while 循环、break 语句、continue 语句和 if 语句), 又有面向对象编程的特性.

4. 程序限制不严格,程序设计自由度大.例如,在 MATLAB 里,用户无需对矩阵预定义就可使用.

5. 程序的可移植性很好,基本上不做修改就可以在各种型号的计算机和操作系统上运行. Mathworks 公司目前提供三种版本,分别为 Windows, Linux, Macintosh 三种操作系统所设计.

6. MATLAB 的图形功能强大.在 FORTRAN 和 C 语言里,绘图都很不容易,但在 MATLAB 里,数据的可视化非常简单.同时, MATLAB 还具有功能较强的图形编辑界面.

7. 功能强大的工具箱是 MATLAB 的另一特色. MATLAB 包含两个部分:核心部分和各种可选的工具箱.核心部分中有数百个核心内部函数.其工具箱又分为两类: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,图示建模仿真功能,文字处理功能以及与硬件实时交互功能.功能性工具箱用于多种学科.而学科性工具箱是专业性比较强的,如 control toolbox, signal processing toolbox, communication toolbox 等.这些工具箱都是由该领域中学术水平很高的专家编写的,所以用户无需编写自己学科范围内的基础程序,而直接进行高、精、尖的研究.

8. 源程序的开放性.开放性也许是 MATLAB 最受人们欢迎的特点.除内部函数以外,所有 MATLAB 的核心文件和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以及加入自己的文件构成新的工具箱.

#### (四) MATLAB 的一般操作

MATLAB 在 Windows 下的安装和启动与大多数基于 Windows 操作系统的应用软件一样,这里不再叙述,系统启动后的界面如图 0-1 所示(本书所用版本为 MATLAB 7.0).

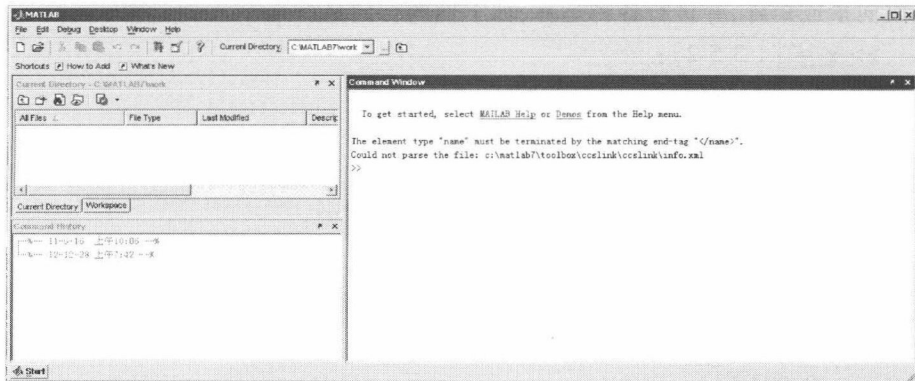


图 0-1 MATLAB 7.0 系统主界面

主界面上有 5 个窗口:主窗口,命令窗口,当前目录窗口,工作空间窗口,命令历史窗口. 我们主要使用主窗口和命令窗口,其他窗口是辅助性的. 命令窗口是我们和系统交互的场所.

在 MATLAB 软件中进行基本数学运算,只需将需要运算的表达式直接输入提示符(>>)之后,并按 Enter 键即可. 例如:要计算 $(5 \times 2 + 1.3 - 0.8) \times 10 \div 25$ ,只要做如下的操作:

```
>> (5 * 2 + 1.3 - 0.8) * 10 / 25
```

按 Enter 键,即得:

```
ans = 4.2000
```

MATLAB 会将运算结果直接存入变量 ans 中,代表 MATLAB 运算后的答案(answer)并显示其数值于屏幕上.

我们也可以将上述运算式的结果存放在一个指定的一个变量 x 中:

```
>>x = (5 * 2 + 1.3 - 0.8) * 10^2 / 25
```

按 Enter 键,即得:

```
x = 42
```

此时 MATLAB 会直接显示 x 的值. 由上例可知, MATLAB 认识所有一般常用的加(+)、减(-)、乘(\*)、除(/)、幂次运算(^)等的数学运算符.

MATLAB 将所有变量均存成 double 类型,所以不需经过变量宣告(variable declaration), MATLAB 同时也会自动进行计算机内存的分配和释放,而不必像 C 语言那样,必须由使用者一一指定并一一释放. 这些功能使得 MATLAB 易学易用,使用者可专心致力于算法的实现,而不会被软件的枝节问题所干扰.

由于 MATLAB 的基本数据单位是矩阵,因此,在 MATLAB 中,变量可以用来存放向量或矩阵,并进行各种运算,如下例的行向量(row vector)运算:

```
>> x = [1 3 5 2];
```

```
>> y = 2 * x + 1
```

```
y = 3 7 11 5
```

若不想让 MATLAB 每次都显示运算结果,只需在运算式最后加上分号(; )即可(注意,一定要用英文输入状态的分号),如下例:

```
>> y = sin(10) * exp(-0.3 * 4^2);
```

系统将不显示任何结果,此时,若要显示变量 y 的值,键入 y 即可.

```
>> y
```

```
y = -0.0045
```

在上例中,  $\sin(x)$  是正弦函数,  $\exp(x)$  是指数函数,这些都是 MATLAB 常用

的数学函数.

在 MATLAB 中,变量名由字母数字串组成,并须遵循如下规则:

1. 第一个字符必须是英文字母;
2. 字符间不可留空格;
3. 最多只能有 19 个字符, MATLAB 会忽略多余字符.

简单地说就是变量名应该是少于等于 19 个字符的以字母开头的字母数字串.

系统允许我们根据需要更改、增加或删除向量的元素,例如前面行向量运算的例子中,对  $y$  的具体操作方法为:

```
>> y(3) = 2          % 更改向量 y 第 3 个元素
```

```
y = 3 7 2 5
```

```
>> y(6) = 10        % 加入向量 y 的第 6 个元素
```

此时,由于原来向量  $y$  只有 4 个元素,因此,系统自动将  $y$  的第 5 个元素赋值为 0.

```
y = 3 7 2 5 0 10
```

```
>> y(4) = [ ]      % 删除 y 的第 4 个元素
```

```
y = 3 7 2 0 10
```

在上例中, MATLAB 会忽略所有在百分比符号 (%) 之后的文字,即“%”之后的文字均视为程序的注解 (comments).

MATLAB 亦可取出向量的一个元素或一部分元素来参与运算:

```
>>x(2) * 3+y(4)    % 取出 x 的第 2 个元素和 y 的第 4 个元素来参与运算
```

```
ans = 9
```

```
>>y(2:4)-1        % 取出 y 的第 2 至第 4 个元素来参与运算
```

```
ans=6 1 -1
```

在上例中,2:4 代表一个由第 2 至第 4 个元素组成的向量.

若对 MATLAB 函数用法有疑问,可随时使用 help 来寻求帮助,如在提示符“>>”后输入 help linspace,即可得到:

```
Linspace Linearly spaced vector.
```

```
Linspace(X1, X2) generates a row vector of 100 linearly  
equally spaced points between X1 and X2.
```

```
Linspace(X1, X2, N) generates N points between X1 and X2.
```

```
For N < 2, Linspace returns X2.
```

其大意是:

```
Linspace 线性间隔的向量.
```



Linspace(X1, X2)生成在 X1 和 X2 间具有等间隔的 100 个点的向量.

Linspace(X1, X2, N)生成在 X1 和 X2 间具有等间隔的 N 个点的向量, 当  $N < 2$  时, 返回 X2.

若要输入矩阵, 则必须在每一行的结尾加上分号 (;), 或者按 Enter 键, 如下例:

```
>>A=[1 2 3 4; 5 6 7 8; 9 10 11 12]
```

```
A =
```

```
    1    2    3    4
    5    6    7    8
    9   10   11   12
```

若要检查现存于工作空间 (Workspace) 的变量, 可键入 who:

```
>> who
```

```
Your variables are:
```

```
A  b  e  x
```

这些是由使用者定义的变量. 若要知道这些变量的详细资料, 键入: whos, 可得:

Name	Size	Bytes	Class
A	4x4	128	double array
b	4x1	32	double array
e	4x1	32	double array
x	4x1	32	double array

Grand total is 28 elements using 224 bytes

使用 clear 可以删除工作空间的变量:

```
>>clear A
```

```
>>A
```

```
??? Undefined function or variable 'A'. 表示 A 未定义(因为已经删除).
```

另外, MATLAB 有些永久常数 (permanent constants), 虽然在工作空间中看不到, 但使用者可直接取用, MATLAB 的永久常数主要包括:

i 或 j: 基本虚数单位.

eps: 系统的浮点 (Floating-point) 精确度.

inf: 无限大, 例如 1/0.

nan 或 NaN: 非数值 (Not a number), 例如 0/0.

pi: 圆周率  $\pi$  ( $= 3.141\ 592\ 6\dots$ ).

realmax: 系统所能表示的最大数值.