

MATLAB 语言 及应用案例

张贤明 / 编著



东南大学出版社
SOUTHEAST UNIVERSITY PRESS

MATLAB 语言及应用案例

张贤明 编著

东南大学出版社
· 南京 ·

内 容 提 要

本教材按照通选课学时少、专业广的要求,努力反映 MATLAB 的全貌,并对可视化、编程、用户界面设计等内容进行重点介绍。主要内容包括 MATLAB 简介, MATLAB 矩阵创建, MATLAB 数值运算, MATLAB 数据的可视化, MATLAB 符号运算, MATLAB 程序设计, MATLAB 文件操作, MATLAB 图形句柄, MATLAB 用户界面设计及应用案例。

本书不仅适用于计算机编程的初学者,对已有较多开发经验的编程人员同样有较大的帮助。可作为大专院校计算机语言教材,亦可供相关设计、科研和教学人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

MATLAB 语言及应用案例/张贤明编著. —南京:东南大学出版社, 2010.9

ISBN 978-7-5641-2424-3

I. ①M… II. ①张… III. ①计算机辅助计算—软件包, MATLAB IV. ①TP391.75

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 171516 号

MATLAB 语言及应用案例

出版发行 东南大学出版社(南京市四牌楼2号 邮编 210096)

电 话 (025)83793191(发行); 57711295(传真)

出 版 人 江 汉

责任编辑 莫凌燕

经 销 全国新华书店

印 刷 南京玉河印刷厂

版 次 2010年9月第1版 2010年9月第1次印刷

开 本 787mm×1092mm 1/16

印 张 19

字 数 456千字

印 数 1—2 000册

书 号 ISBN 978-7-5641-2424-3

定 价 34.80元

(凡东大版图书因印装质量问题,请直接向读者服务部调换。电话:025-83792328)

前 言

MATLAB 语言是由美国的 Clever Moler 博士于 1980 年开发的,设计者的初衷是为解决“线性代数”课程的矩阵运算问题,取名 MATLAB,即 Matrix Laboratory 矩阵实验室的意思。MATLAB 是一种演算式语言。MATLAB 的基本数据单元是既不需要指定维数,也不需要说明数据类型的矩阵(向量和标量为矩阵的特例),而且数学表达式和运算规则与通常的习惯相同。因此 MATLAB 语言编程简单,使用方便。

本教材是在东南大学本科公选课“第二计算机语言 MATLAB”同名讲义的基础上,补充部分内容及应用案例后,重新改写的。教材适用于全校性通识选修课程“MATLAB 语言”,完全不必具备其他计算机语言的基础和专业知识,各年级各专业的同学都可选修。通过本课程的学习,使学生了解 MATLAB,能够熟练掌握数学(矩阵)运算、程序编写、科学数据处理及图形绘制,并能进行程序开发及自制用户界面设计等,帮助学生解决学习或工作中的数值计算、数据处理、图形绘制等问题,并达到计算机语言素养的训练。

例如,考虑两个矩阵 A 和 B 的乘积问题,在 C/C++、FORTRAN、BASIC 等语言中要实现两个矩阵的乘积并不仅仅是一组双重循环的问题。双重循环当然是矩阵乘积所必需的,除此之外还要考虑的问题很多。例如:A 和 B 都是复数矩阵时怎么考虑;其中一个是复数矩阵时怎么考虑;全部是实系数矩阵时又怎样处理;其中一个若为标量时应如何处理等,这样就要在一个程序中有多个分支,分别考虑各种情况。然后还得判断这两个矩阵是否可乘。考虑两个矩阵是否可乘也并不仅仅是判断 A 的列数是否等于 B 的行数这么简单。其中一个若为标量,则它们可以无条件相乘。其中有标量时又得考虑实数与复数问题等。所以说,没有几十分钟的时间,用 C 语言等传统语言不可能编写出考虑各种情况的子程序。有了 MATLAB 这样的工具,A 和 B 矩阵乘积计算用 $A \times B$ 这样简单的算式就行了。

计算机语言正向“智能化”方向发展,而 MATLAB 被称为第四代编程语言,也正朝这个方向发展。它已经不仅仅是一个“矩阵实验室”了,集科学计算、图形绘制、图像处理、多媒体处理于一身,并提供了丰富的 Windows 图形界面设计方法。它以超群的风格与性能风靡全世界,成功地应用于各工程学科的研究领域。近年来,MATLAB 语言已在我国推广使用,现在已应用于各类学科研究部门和许多高等院校。

另外,C/C++ 是编译类语言,使用过程不方便,因此对一些简单问题,反而使用解释类语言比较灵活,它可以动态地调整(可不使用程序文件)、修改应用程序。MATLAB

是一种解释类语言,它将一个优秀软件的易用性与可靠性、通用性与专业性、一般目的的应用与高深的科学技术应用有机地结合,是一种直译式的高级语言,比其他程序设计语言容易掌握。

本教材提供了大量例题和应用案例,每章后附有练习题,便于学生上机训练。其中应用案例选题范围广,能满足不同专业学生的需求。同时,还能启发学生的程序开发思路,最终达到有所创新。本书提供程序代码下载,请关注东南大学课程中心;更多应用案例请关注东南大学虎踞龙蟠 SBBS-Blog-迈特莱博。

本教材由东南大学交通学院张贤明副教授编著。

本教材能如期顺利出版,得到了东南大学教务处和东南大学出版社的大力支持,在此表示感谢。

MATLAB 是一个十分庞大复杂的软件系统,由于作者水平有限,书中难免存在一些错误或不足之处,恳请读者批评指正。

张贤明

chhsm@seu.edu.cn

2010 年 3 月于东南大学

目 录

第一章 MATLAB 概述	1
第一节 计算机语言与 MATLAB	1
第二节 MATLAB 集成环境	4
第三节 初识 MATLAB	6
第四节 MATLAB 常用命令	12
练习题	16
第二章 MATLAB 矩阵创建	17
第一节 数值矩阵创建	17
第二节 矩阵运算符	29
第三节 字符串数组的创建与运算	32
第四节 程序设计常用运算函数	38
第五节 单元数组与结构数组	42
练习题	44
第三章 MATLAB 数值运算	46
第一节 多项式运算	46
第二节 数值方程组求解	48
第三节 数据分析与统计	50
第四节 插值与拟合	55
第五节 数值梯度运算	61
练习题	64
第四章 MATLAB 数据的可视化	66
第一节 二维数据曲线图	66
第二节 三维图形	82
第三节 图形修饰处理	93
第四节 图像处理与动画制作	95
练习题	99
第五章 MATLAB 符号运算	101
第一节 符号运算的基本操作	101
第二节 因式分解、展开和简化	103

第三节	符号微积分	104
第四节	符号变量替换及计算精度	108
第五节	符号方程求解	110
第六节	符号函数的可视化	112
练习题		116
第六章	MATLAB 程序设计	118
第一节	M 文件及程序运算符	118
第二节	程序控制结构	121
第三节	函数文件	127
第四节	程序调试及优化	130
第五节	程序的编译	131
第六节	函数句柄和匿名函数	133
练习题		140
第七章	MATLAB 文件操作	141
第一节	文件的打开与关闭	141
第二节	文件的读写操作	141
第三节	数据文件定位	148
练习题		150
第八章	MATLAB 图形句柄	151
第一节	图形对象及其句柄	151
第二节	图形对象属性及其设置	156
第三节	图形对象的创建	162
练习题		168
第九章	MATLAB 用户界面设计	169
第一节	菜单设计	169
第二节	用户控件	174
第三节	预定义对话框	183
第四节	采用 GUIDE 创建 GUI	188
练习题		195
第十章	MATLAB 应用案例	198
第一节	用迭代法解方程和方程组	198
第二节	辅助设计与优化	203
第三节	数据分析与统计	228
第四节	频率分析与简谐运动	242

第五节 Hill 密码与蒲丰投针实验	251
第六节 游戏设计	262
 附录 MATLAB 指令和函数	 279
参考文献	294

第一章 MATLAB 概述

第一节 计算机语言与 MATLAB

一、计算机语言综述

计算机语言大概经历了三个阶段:低级语言、高级语言和人工智能语言。

第一代计算机语言属机器语言,由 0、1 组成的二进制码;第二代计算机语言属汇编语言,用指令来代替二进制码,它可以直接对计算机硬件进行操作,以上为第一阶段低级语言,或称专业语言。

第三代计算机语言属算法语言,源程序可以用解释、编译两种方式执行,影响较大、使用较普遍的有 FORTRAN、ALGOL、COBOL、BASIC、LISP、SNOBOL、PL/1、Pascal、C、PROLOG、Ada、C++、Delphi、JAVA 等。其中:

FORTRAN(FORmula TRANslation 公式翻译),适用于数值计算;

C/C++(Basic Combined Programming Language 基础混合编程语言),适用于编写系统软件;

BASIC(Beginner's All-purpose Symbolic Instruction Code 初学者通用符号指令代码),适用于初学者。

第四代计算机语言属非过程化语言,是交互式程序设计环境,由计算机自动生成程序,提高了软件的生产效率,常用的有 VC、VB、VF、MATLAB 等。其中:

MATLAB(Matrix Laboratory 矩阵实验室),是一种演算式语言,使用方便,应用广泛。

以上为第二阶段高级语言,或称大众语言。

第五代计算机语言属人工智能语言,能够用它来编写程序求解非数值计算、知识处理、推理、规划、决策等具有智能的各种复杂问题,为第三阶段人工智能(AI)语言。

一般来说,人工智能语言应具备如下特点:①具有符号处理能力(即非数值处理能力);②适合于结构化程序设计,编程容易;③具有递归功能和回溯功能;④具有人机交互能力;⑤适合于推理;⑥既有把过程与说明式数据结构混合起来的能力,又有辨别数据、确定控制的模式匹配机制。MATLAB 适合于人的思维方式,编程容易,属人性化语言,也具有一些人工智能语言的特点。

二、MATLAB 语言综述

1. MATLAB 的由来

MATLAB 语言是由美国新墨西哥大学计算机科学系主任 Clever Moler 博士于 1980 年开发的,设计者的初衷是为了解决“线性代数”课程的矩阵运算问题,用 FORTRAN 编写了最早的程序代码,取名 MATLAB 即 Matrix Laboratory(矩阵实验室的意思)。1984 年由 Little、Mo-

ler、Steve Bangert 合作成立的 MathWorks 公司正式把 MATLAB 推向市场,即 MATLAB 1.0。到 20 世纪 90 年代, MATLAB 已成为国际控制界的标准计算软件。2010 年 3 月 5 日 MathWorks 公司推出了 MATLAB 最新版本 R2010a,即 MATLAB 7.10。

MATLAB 是一种演算式语言。MATLAB 的基本数据单元是既不需要指定维数,也不需要说明数据类型的矩阵(向量和标量为矩阵的特例),而且数学表达式和运算规则与通常的习惯相同。因此 MATLAB 语言编程简单,使用方便。

2. MATLAB 应用领域

C/C++ 支持面向对象的程序设计方法,特别适合于中型和大型的软件开发项目(Windows、UNIX、MATLAB),从开发时间、费用到软件的重用性、可扩充性、可维护性和可靠性等方面,C/C++ 均具有很大的优越性。但 C/C++ 是编译类语言,使用过程不方便,对一些简单问题,解释类语言比较灵活,可以动态地调整(可不使用程序文件)、修改应用程序。MATLAB 是一种解释类语言,它将一个优秀软件的易用性与可靠性、通用性与专业性、一般目的的应用与高深的科学技术应用有机地相结合,是一种直译式的高级语言,比其他程序设计语言容易使用。计算机语言正向“智能化”方向发展, MATLAB 被称为第四代编程语言,也正在朝这个方向发展。MATLAB 已经不仅仅是一个“矩阵实验室”了,而是集科学计算、符号处理、图形处理、图像处理、多媒体处理于一身,并提供了丰富的 Windows 图形界面设计方法。它以超群的风格与性能风靡全世界,成功地应用于各工程学科的研究领域。近年来, MATLAB 语言已在我国推广使用,应用于各学科研究部门和许多高等院校。MATLAB 已成功应用于以下领域:

- (1) 工业研究与开发;
- (2) 数学教学,特别是线性代数;
- (3) 数值分析和科学计算方面的教学与研究;
- (4) 电子学、控制理论和物理学等工程和科学学科方面的教学与研究;
- (5) 经济学、化学和生物学等计算问题领域中的教学与研究;
- (6) 数字图像信号处理,建模、仿真;
- (7) 图形用户界面设计。

3. MATLAB 产品构成

MATLAB 集成环境

所有 MathWorks 公司产品的数值分析和图形基础环境。MATLAB 将 2D 和 3D 图形、MATLAB 语言能力集成到一个单一的、易学易用的环境之中。

MATLAB Toolbox

一系列专用的 MATLAB 函数库,解决特定领域的问题。工具箱是开放的可扩展的,可以查看其中的算法,或开发自己的算法。

MATLAB Compiler

将 MATLAB 语言编写的 M 文件自动转换成 C 或 C++ 文件,支持用户进行独立应用开发。结合 MathWorks 提供的 C/C++ 数学库和图形库,用户可以利用 MATLAB 快速地开发出功能强大的独立应用程序。

Simulink

是结合了框图界面和交互仿真能力的非线性动态系统仿真工具。它以 MATLAB 的核

心数学、图形和语言为基础。

Stateflow

与 Simulink 框图模型相结合,描述复杂事件驱动系统的逻辑行为,驱动系统可以在不同的模式之间进行切换。

Real-TimeWorkshop

直接从 Simulink 框图自动生成 C/C++ 或 Ada 代码,用于快速控制原型和硬件的回路仿真,整个代码生成可以根据需要完全定制。

SimulinkBlockset

专门为特定领域设计的 Simulink 功能块的集合,用户也可以利用已有的块或自编写的 C 和 MATLAB 程序建立自己的块。

三、MATLAB 语言特点

MATLAB 语言有不同于其他高级语言的特点,它被称为第四代计算机语言。正如第三代计算机语言如 FORTRAN 语言与 C/C++ 语言等使人们摆脱了对计算机硬件的操作一样, MATLAB 语言使人们从繁琐的程序代码中解放出来。它的丰富的函数使开发者无需重复编程,只要简单地调用和使用即可。MATLAB 语言最大的特点是简单和直接。MATLAB 语言的主要特点有:

1. 编程效率高

MATLAB 是一种面向科学与工程计算的高级语言,允许用数学形式的语言编写程序,且比 BASIC、FORTRAN 和 C 等语言更加接近我们书写计算公式的思维方式,用 MATLAB 编写程序犹如在演算纸上排列公式与求解问题。因此,也可通俗地称 MATLAB 语言为演算纸式科学算法语言。由于它编写简单,所以编程效率高,易学易懂。

2. 用户使用方便

MATLAB 语言是一种解释执行的语言(在没被专门的工具编译之前),它灵活、方便,其调试程序手段丰富,调试速度快,需要学习时间少。人们用任何一种语言编写程序和调试程序一般都要经过四个步骤:编辑、编译、连接,以及执行和调试。各个步骤之间是顺序关系,编程的过程就是在它们之间做循环。MATLAB 语言与其他语言相比,较好地解决了上述问题,把编辑、编译、连接及执行和调试融为一体。它能在同一画面上进行灵活操作,快速排除输入程序中的书写错误、语法错误甚至语意错误,从而加快了用户编写、修改和调试程序的速度,可以说在编程和调试过程中它是一种比 VB 还要简单的语言。

具体地说,MATLAB 运行时,如直接在命令行输入 MATLAB 语句(命令),包括调用 M 文件的语句,每输入一条语句,就立即对其进行处理,完成编译、连接和运行的全过程。又如,将 MATLAB 源程序编辑为 M 文件,由于 MATLAB 磁盘文件也是 M 文件,所以编辑后的源文件就可直接运行,而不需进行编译和连接。在运行 M 文件时,如果有错,计算机屏幕上会给出详细的出错信息,用户经修改后再执行,直到正确为止。所以可以说,MATLAB 语言不仅是一种语言,广义上讲更是一种语言开发系统,即语言调试系统。

3. 扩充能力强,交互性好

高版本的 MATLAB 语言有丰富的库函数,在进行复杂的数学运算时可以直接调用,而且 MATLAB 的库函数同用户文件在形式上一样,所以用户文件也可作为 MATLAB 的库函数

来调用。因而,用户可以根据自己的需要方便地建立和扩充新的库函数,提高 MATLAB 使用效率和扩充它的功能。另外,为了充分利用 FORTRAN、C/C++ 等语言的资源,包括用户已编好的 FORTRAN、C 语言程序,通过建立 M 文件的形式,混合编程,方便地调用有关的 FORTRAN、C/C++ 语言的子程序,还可以在 C/C++ 语言和 FORTRAN 语言中方便地使用 MATLAB 的数值计算功能。良好的交互性使程序员可以使用以前编写过的程序,减少重复性工作,也使现在编写的程序具有重复利用的价值。

4. 移植性好,开放性好

MATLAB 是用 C/C++ 语言编写的,而 C/C++ 语言的可移植性很好。于是 MATLAB 可以很方便地移植到能运行 C/C++ 语言的操作平台上。MATLAB 适合的工作平台有: Windows 系列、UNIX、Linux、VMS6.1、PowerMac。除了内部函数外, MATLAB 所有的核心文件和工具箱文件都是公开的,都是可读可写的源文件,用户可以通过对源文件的修改自己编程构成新的工具箱。

5. 语句简单,内涵丰富

MATLAB 语言中最基本最重要的成分是函数,其一般形式为 $[a, b, c, \dots] = \text{fun}(x, y, z, \dots)$, 即一个函数由函数名,输入变量 $x, y, z, \dots$ 和输出变量 $a, b, c, \dots$ 组成。同一函数名 fun,不同数目的输入变量(包括无输入变量)及不同数目的输出变量,代表着不同的含义(有点像面向对象中的多态性)。这不仅使 MATLAB 的库函数功能更丰富,而且大大减少了需要的磁盘空间,使得 MATLAB 编写的 M 文件简单、短小而高效。

6. 高效方便的矩阵和数组运算

MATLAB 语言像 BASIC、FORTRAN 和 C/C++ 语言一样规定了矩阵的算术运算符、关系运算符、逻辑运算符、条件运算符及赋值运算符,而且这些运算符大部分可以毫无改变地照搬到数组间的运算中,有些如算术运算符只要增加“.”就可用于数组间的运算。另外,它不需定义数组的维数,并给出矩阵函数、特殊矩阵专门的库函数,使之在求解诸如信号处理、建模、系统识别、控制、优化等领域的问题时,显得大为简捷、高效、方便,这是其他高级语言所不能相比的。在此基础上,高版本的 MATLAB 已逐步扩展到科学及工程计算的其他领域。因此,不久的将来,它一定能名副其实地成为“万能演算纸式的”科学算法语言。

7. 方便的绘图功能

MATLAB 的绘图功能是十分方便的,它有一系列绘图函数(命令),例如线性坐标、对数坐标、半对数坐标及极坐标。只需调用不同的绘图函数(命令),即可在图上标出图题、XY 轴标注,格(栅)绘制也只需调用相应的命令,简单易行。另外,在调用绘图函数时调整参数选项可绘出不同颜色的点、线、复线或多重线。这种为科学研究着想的设计是通用的编程语言所不及的。

第二节 MATLAB 集成环境

启动 MATLAB 后,将进入 MATLAB 集成环境。MATLAB 集成环境主要包括 MATLAB 主窗口、命令窗口(Command Window)、工作空间窗口(Workspace)、命令历史窗口(Command History)、当前目录窗口(Current Directory),如图 1-1 所示。

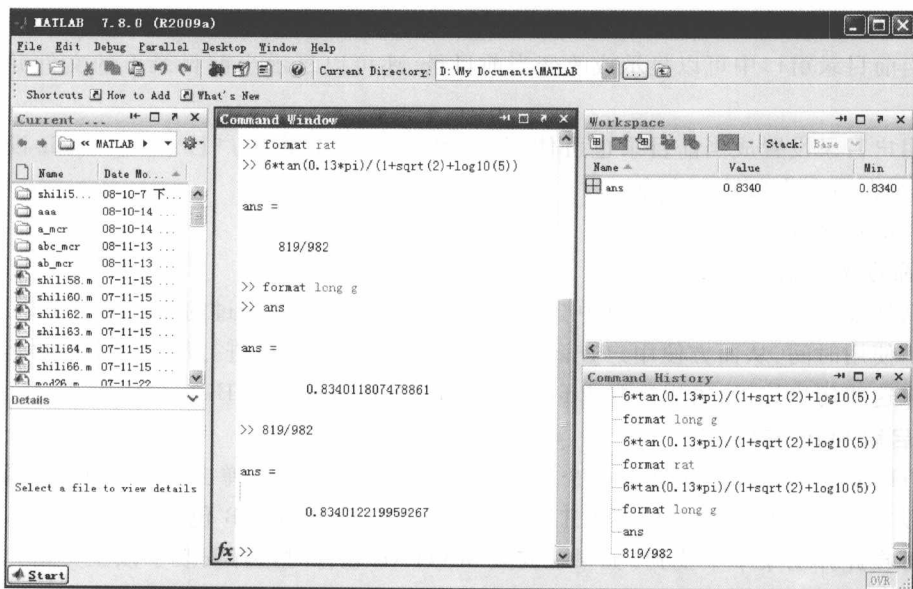


图 1-1 MATLAB 主窗口

1. 菜单栏

在 MATLAB 主窗口的菜单栏,共包含 File、Edit、Debug、Parallel、Desktop、Window 和 Help 7 个菜单项,可进行文件打开和关闭、程序文件编辑、各窗口的查看等操作。

2. 工具栏

MATLAB 主窗口的工具栏共提供了 11 个命令按钮。这些命令按钮均有对应的菜单命令,但比菜单命令使用起来更快捷、方便。

3. 命令窗口

命令窗口是 MATLAB 的主要交互窗口,用于输入命令并显示除图形以外的所有执行结果。

MATLAB 命令窗口中的“>>”为命令提示符,表示 MATLAB 正在处于准备状态。在命令提示符后键入命令并按下回车键后,MATLAB 就会解释执行所输入的命令,并在命令后面给出计算结果。

一般来说,一个命令行输入一条命令,命令行以回车结束。但一个命令行也可以输入若干条命令,各命令之间以逗号分隔,若前一命令后带有分号,则逗号可以省略。

如果一个命令行很长,一个物理行之内写不下,可以在第一个物理行之后加上 3 个小黑点并按下回车键,然后接着下一个物理行继续写命令的其他部分。3 个小黑点称为续行符,即把下面的物理行看作该行的逻辑继续。

在 MATLAB 里,有很多的控制键和方向键可用于命令行的编辑。

4. 工作空间窗口

工作空间是 MATLAB 用于存储各种变量和结果的内存空间。在该窗口中显示工作空间中所有变量的名称、大小、字节数和变量类型说明,可对变量进行观察、编辑、保存和删除。

5. 当前目录窗口和搜索路径

当前目录是指 MATLAB 运行文件时的工作目录,只有在当前目录或搜索路径下的文

件、函数可以被运行或调用。

在当前目录窗口中可以显示或改变当前目录,还可以显示当前目录下的文件并提供搜索功能。

将用户目录设置成当前目录也可使用 `cd` 命令。例如,将用户目录 `c:\mydir` 设置为当前目录,可在命令窗口输入命令:

```
>> cd c:\mydir
```

6. 命令历史记录窗口

在默认设置下,历史记录窗口中会自动保留自安装起所有用过的命令的历史记录,并且还标明了使用时间,从而方便用户查询。而且,通过双击命令可进行历史命令的再运行。如果要清除这些历史记录,可以选择 Edit 菜单中的 Clear Command History 命令。

7. 启动 Start 按钮

MATLAB 主窗口左下角还有一个 Start 按钮,单击该按钮会弹出一个菜单,选择其中的命令可以执行 MATLAB 产品的各种工具,并且可以查阅 MATLAB 包含的各种资源,所有工具箱均可在此弹出菜单中找到(如果在安装 MATLAB 软件时选择安装了该工具箱),而不必记住其指令。

8. 演示系统

在帮助窗口中选择演示系统(Demos)选项卡,然后在其中选择相应的演示模块,或者在命令窗口输入 Demos,或者选择主窗口 Help 菜单中的 Demos 子菜单,均可打开演示系统。

第三节 初识 MATLAB

1. 演算纸功能

在 MATLAB 命令窗口中直接输入算术表达式,即可得到运算结果,如果没有指定赋值变量,则结果中显示“ans”作为默认的变量名,是英文“answer”的缩写。

【例 1-1】 求 $[12 + 2 \times (7 - 4)] \div 3^2$ 的算术运算结果。

(1) 用键盘在 MATLAB 指令窗中输入以下内容:

```
>> (12 + 2 * (7 - 4)) / 3^2
```

(2) 在上述表达式输入完成后,按 Enter 键(回车键),该指令被执行。

(3) 在指令执行后, MATLAB 指令窗中将显示以下结果:

```
ans =
```

```
2
```

【例 1-2】 简单矩阵 $A = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 4 & 5 & 6 \\ 7 & 8 & 9 \end{bmatrix}$ 的输入步骤。

(1) 在键盘上输入下列内容:

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

(2) 按 Enter 键,指令被执行。

(3) 在指令执行后, MATLAB 指令窗中将显示以下结果。

```
A =
```

```

1  2  3
4  5  6
7  8  9

```

【例 1-3】 指令的续行输入。

```

>> S = 1 - 1/2 + 1/3 - 1/4 + ...
1/5 - 1/6 + 1/7 - 1/8
S =
    0.6345

```

矩阵的详细创建方法见第二章,例 1-2 中 A 为 3×3 矩阵。

2. 矩阵乘积问题

考虑两个矩阵 A 和 B 的乘积问题,在 C/C++ 语言中要实现两个矩阵的乘积并不仅仅是一组双重循环的问题。双重循环当然是矩阵乘积所必需的,除此之外要考虑的问题很多。例如:A 和 B 是复数矩阵怎么考虑;其中一个是复数矩阵时怎么考虑;全部是实系数矩阵时又怎样处理,这样就要在一个程序中有多个分支,分别考虑各种情况。然而还得判断这两个矩阵是否可乘。所以说,没有几十分钟的时间,用 C/C++ 语言并不可能编写出考虑各种情况的子程序。有了 MATLAB 这样的工具,A 和 B 矩阵乘积用 $A * B$ 这样简单的算式就行了。

【例 1-4】 用 magic 函数生成 3×3 魔方矩阵,并进行矩阵乘运算。

```

>> A = magic(3)
A =
    8    1    6
    3    5    7
    4    9    2
>> A * A'
ans =
   101    71    53
    71    83    71
    53    71   101
>> A * A
ans =
    91    67    67
    67    91    67
    67    67    91

```

magic 为 MATLAB 标准数组生成函数,产生魔方阵,本书第二章将作专门介绍。 A' 为矩阵 A 的转置。

3. 求解线性方程组(对于线性系统有 $Ax = b$)

【例 1-5】 用左除方法解方程组。

$$\begin{cases} 3x_1 + x_2 - x_3 = 3.6 \\ x_1 + 2x_2 + 4x_3 = 2.1 \\ -x_1 + 4x_2 + 5x_3 = -1.4 \end{cases}$$

```
>> A = [3 1 -1; 1 2 4; -1 4 5]; b = [3.6; 2.1; -1.4];
>> x = A\b
x =
    1.4818
   -0.4606
    0.3848
```

【例 1-6】 用求逆方法解方程组。

$$\begin{cases} 2x_1 - 3x_2 + x_3 = 4 \\ 8x_1 + 3x_2 + 2x_3 = 2 \\ 45x_1 + x_2 - 9x_3 = 17 \end{cases}$$

```
>> A = [2, -3, 1; 8, 3, 2; 45, 1, -9]; b = [4; 2; 17];
>> x = inv(A) * b
x =
    0.4784
   -0.8793
    0.4054
```

【例 1-7】 用 linsolve 函数求解方程组。

$$\begin{cases} 3x_1 + 2x_2 + x_3 = 1 \\ 4x_1 + 6x_2 + 5x_3 = 2 \\ 7x_1 + 8x_2 + 9x_3 = 30 \end{cases}$$

```
>> a = [3, 2, 1; 4, 6, 5; 7, 8, 9];
>> b = [1; 2; 30];
>> x = linsolve(a, b)
x =
    3.8000
   -9.7000
    9.0000
```

有关解线性方程组的详细内容,将在第三章中进行讨论。

4. 取模

模除求余, $\text{mod}(x, y)$ 得 $x - n * y$, 其中 $n = \text{floor}(x/y)$, floor 为向负无穷取整函数。

【例 1-8】 求矩阵 a 的模。

```
>> a = [1 2 3; 4 5 6];
>> b = mod(a, 4)
b =
```

```
    1    2    3
    0    1    2
```

mod 及 floor 为数值运算函数,将在第三章中详细介绍。

5. 绘图

【例 1-9】 绘制正弦曲线和余弦曲线,如图 1-2。

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

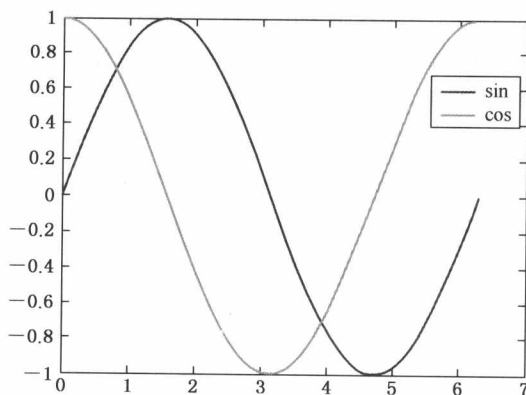


图 1-2 用 MATLAB 绘制二维曲线图

【例 1-10】 考虑一个二元函数

$$z = f(x, y) = 3(1-x)^2 e^{-x^2/2-(y+1)^2} - 10\left(\frac{x}{5} - x^3 - y^5\right)e^{-x^2-y^2} - \frac{1}{3}e^{-(x+1)^2-y^2}$$

如何用三维图形的方式表现出这个曲面?

用 C/C++ 这类语言,绘制三维图形是一个难点,且从一个机器移植程序到另一个机器,大部分时间花在调试程序上。但使用 MATLAB 这类高级语言,完成这样的工作就是几个直观语句的事。且得出图形美观准确,可以将语句不变化地移植到另外的机器上,得出完全一致的结果,见图 1-3。

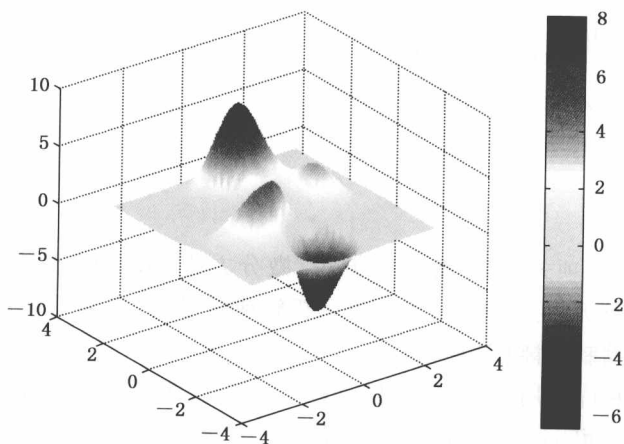


图 1-3 用 MATLAB 绘制三维图形

```
>> [x, y] = meshgrid(-3:1/8:3)
```