

高等学校计算机科学与技术教材

粤菜语言及实践教学

朱衡君 主编
肖燕彩 邱成 编著

清华大学出版社
北京交通大学出版社
· 北京 ·

内 容 简 介

Matlab是一种易学易用的高效科研编程软件环境,在全世界广泛流行。本书是专为初学者尽快入门编写的,内容简明扼要,实例丰富,便于理解。第1章对Matlab语言作了概述,第2章介绍了运行环境和编程工具,第3章介绍程序设计基础,第4章介绍数据的可视化,即图形功能,第5章介绍科学运算的各种算法,第6章介绍Matlab的基本使用方法,书后提供附录和参考文献,每章后面提供了动手实践的题目。

版权所有,翻印必究。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

(本书防伪标签采用清华大学核研院专有核径迹膜防伪技术,用户可通过在图案表面涂抹清水,图案消失,水干后图案复现,或将表面膜揭下,放在白纸上用彩笔涂抹,图案在白纸上再现的方法识别真伪。)

图书在版编目(CIP)数据

Matlab语言及实践教程 朱衡君主编;肖燕彩,邱成编著—北京:清华大学出版社;
北京交通大学出版社 2005.12

(高等学校计算机科学与技术教材)

陈昊岩—肖燕彩—邱成—愿

I. ①M... II. ①朱... ②肖... ③邱... III. ①计算机辅助计算—软件包, Matlab—高等学校—教材 IV. ①计算机—教材

中国版本图书馆CIP数据核字(2005)第 044000号

责任编辑:段连平 特邀编辑:逢积仁

出版者:清华大学出版社 邮编:100084 电话:(010)62770175

北京交通大学出版社 邮编:100044 电话:(010)62270175

印刷者:北京东光印刷厂

发行者:新华书店总店北京发行所

开册:1册 印张:16.5 字数:400千字

版次:2005年1月第1版 2005年1月第1次印刷

书号:陈昊岩—肖燕彩—邱成—愿 7-302-04400-0

印数:5000册 定价:25.00元

目摇摇录

第 员章 摇配粤找藩月语言概述	员
摇员爰摇配粤找藩月语言简介	员
员爰爰摇配粤找藩月语言及其发展历程	员
员爰爰摇配粤找藩月语言的工具箱	圆
员爰爰摇配粤找藩月远缘的新特点	猿
摇员园爰摇配粤找藩月基本功能演示	猿
摇员园爰摇上机实践	苑
第 圆章 摇配粤找藩月运行环境和编程工具	愿
摇圆爰爰摇配粤找藩月的使用界面	愿
摇圆园爰摇配粤找藩月的基本命令	猿猿
摇圆园爰摇配粤找藩月的源程序编辑 辮试工具	猿缘
摇圆园爰摇配粤找藩月的联机帮助系统	员远
摇圆园爰摇上机实践	愿
第 猿章 摇配粤找藩月语言程序设计基础	圆源
摇猿爰爰摇配粤找藩月基本数据类型	圆源
猿爰爰爰摇变量、常量与赋值语句结构	圆源
猿爰爰爰摇矩阵的 配粤找藩月表示	圆远
猿爰爰爰摇构造多维数组	猿
猿爰爰爰摇字符串变量及其处理	猿
摇猿园爰摇配粤找藩月语言的基本运算与输入输出	猿
猿园爰爰摇矩阵的代数运算	猿
猿园爰爰摇矩阵的逻辑运算	猿
猿园爰爰摇矩阵的比较关系	猿
猿园爰爰摇矩阵元素的数据变换	猿
猿园爰爰摇输入与输出语句	源
摇猿园爰摇配粤找藩月语言的程序流程语句	源
猿园爰爰摇循环语句	源
猿园爰爰摇条件转移语句	源
猿园爰爰摇开关语句	源
摇猿园爰摇配粤找藩月语言的文件编写与调试	源
猿园爰爰摇程序文件	源
猿园爰爰摇函数文件	源
猿园爰爰摇配粤找藩月文件的跟踪调试	源
摇猿园爰摇配粤找藩月语言编程技巧	缘

猿猿猿猿充分利用速度和内存	缘
猿猿猿猿测定程序执行时间和时间分配	缘
猿猿猿猿上机实践	缘
第 源章 猿用 酝粤栽粤月 实现计算数据可视化	缘
猿猿猿猿 猿用 酝粤栽粤月 语言绘制二维图形	缘
猿猿猿猿 基本绘图语句	缘
猿猿猿猿 绘图语句的选项	缘
猿猿猿猿 图形标识和坐标控制	缘
猿猿猿猿 交互式图形指令	缘
猿猿猿猿 酝粤栽粤月 句柄图形技术	远
猿猿猿猿 句柄图形体系	远
猿猿猿猿 多子图及坐标轴句柄设定	远
猿猿猿猿 曲线对象句柄设定	远
猿猿猿猿 字符对象句柄设定	远
猿猿猿猿 猿用 酝粤栽粤月 绘制多种二维图形	远
猿猿猿猿 多种二维图形绘制函数	远
猿猿猿猿 误差限图绘制函数	远
猿猿猿猿 复数图绘制函数	苑
猿猿猿猿 条形图与直方图绘制函数	苑
猿猿猿猿 极坐标图绘制函数	苑
猿猿猿猿 对数坐标图绘制函数	苑
猿猿猿猿 猿用 酝粤栽粤月 绘制三维图形	苑
猿猿猿猿 绘制三维曲线图	苑
猿猿猿猿 绘制标准三维曲面图	苑
猿猿猿猿 绘制三维网格图	苑
猿猿猿猿 绘制三维曲面图	苑
猿猿猿猿 猿用 酝粤栽粤月 视角变换与三视图	愿
猿猿猿猿 视角的设定	愿
猿猿猿猿 三维图形的三视图	愿
猿猿猿猿 上机实践	愿
第 缘章 猿用 酝粤栽粤月 进行现代科学运算	愿
猿猿猿猿 猿用 酝粤栽粤月 解析解与数值解	愿
猿猿猿猿 猿用 酝粤栽粤月 数值线性代数问题及求解	愿
猿猿猿猿 猿用 酝粤栽粤月 特殊矩阵的 酝粤栽粤月 输入	愿
猿猿猿猿 猿用 酝粤栽粤月 矩阵的特征参数运算	愿
猿猿猿猿 猿用 酝粤栽粤月 矩阵的相似变换与分解	愿
猿猿猿猿 猿用 酝粤栽粤月 数值微积分问题	怨
猿猿猿猿 猿用 酝粤栽粤月 数值差分运算	怨

缘缘缘数值积分	怨怨
缘缘缘常微分方程的数值解法	怨怨
缘缘缘一般常微分方程的数值解法	怨怨
缘缘缘常微分方程组的变换与技巧	怨怨
缘缘缘数据插值与统计分析	怨怨
缘缘缘一维数据的插值拟合	怨怨
缘缘缘二维数据的插值拟合	怨怨
缘缘缘数据分析与统计处理	怨怨
缘缘缘上机实践	怨怨
第 远章 缘缘缘的基本使用	怨怨
缘缘缘缘缘缘模块库简介	怨怨
远缘缘信号源模块组(缘缘缘)	怨怨
远缘缘连续模块组(缘缘缘)	怨怨
远缘缘离散模块组(缘缘缘)	怨怨
远缘缘数学运算模块组(缘缘缘)	怨怨
远缘缘输出池模块组(缘缘缘)	怨怨
远缘缘信号路线发送模块组(缘缘缘)	怨怨
远缘缘断续模块组(缘缘缘)	怨怨
远缘缘其他模块组	怨怨
缘缘缘缘缘缘模型的建立与仿真	怨怨
远缘缘模型窗口的建立和保存	怨怨
远缘缘模块的有关操作	怨怨
远缘缘缘缘缘模块的联机帮助系统	怨怨
远缘缘缘缘缘模块的输出与打印	怨怨
远缘缘模型仿真	怨怨
缘缘缘缘缘缘模型举例	怨怨
缘缘缘上机实践	怨怨
附录 缘缘缘缘缘缘命令分类列表	怨怨
缘缘缘缘缘缘通用命令	怨怨
缘缘缘缘缘缘代数、逻辑运算与特殊符号	怨怨
缘缘缘缘缘缘编程与调试语句	怨怨
缘缘缘缘缘缘数值与数组	怨怨
缘缘缘缘缘缘数值线性代数	怨怨
缘缘缘缘缘缘数据分析与 缘缘缘变换	怨怨
缘缘缘缘缘缘图形绘制与界面设计	怨怨
缘缘缘缘缘缘句柄图形学	怨怨
参考文献	怨怨

第 1 章 数学软件语言概述

数学软件语言是当今国际上在科学界和教育界中最具影响力、也最有活力的软件,它起源于矩阵运算,现已发展成一种高度集成的计算机语言,它提供了强大的科学运算、灵活的程序设计流程、高质量的图形可视化与界面设计、丰富的交互式仿真集成环境,以及与其他程序和语言便捷接口的功能。数学软件语言在各国高校与研究单位起着重大的作用,是通用的科学计算、数值仿真及数据可视化的重要工具。本章将着重介绍数学软件语言简介和数学软件基本功能演示。

1.1 数学软件语言简介

1.1.1 数学软件语言及其发展历程

数学软件是美国加利福尼亚公司开发的一种语言,用于科学和工程方面的数值计算,也可称它为交互式的高效软件包。数学软件将数值分析、矩阵运算、信号处理、图形功能和系统仿真融为一体,使用户在易学易用的环境中求解问题,如同书写数学公式一样,避免了传统的复杂专业编程。加利福尼亚公司对数学软件优点的描述是“计算、可视化及编程一体化”。

数学软件一词是(矩阵实验室)的缩写,它的基本数据单元是矩阵,所有的变量都可用矩阵来表示,向量是行数为 n 或列数为 n 的矩阵,而标量则是 n 行 n 列的特例矩阵,在编程时不必像其他语言一样为矩阵定义维数和大小。用数学软件求解一个问题比编写传统的语言程序求解所用的时间要少得多。此外,它的数学表达和运算结果也几乎和数学解析式的表现形式完全相同。

经过多年的开发运用和改进,数学软件已成为国内外高校在科学计算、自动控制及其他领域的高级研究工具。在工业界,它主要用于研究和解决特殊的工程问题和数学问题。典型的用途包括以下几个方面:

- (1) 数学计算;
- (2) 新算法研究开发;
- (3) 建模、仿真及样机开发;
- (4) 数据分析、探索及可视化;
- (5) 科技与工程的图形功能;
- (6) 友好图形界面的应用程序开发。

20世纪70年代后期,时任美国圣地亚哥大学计算机系主任的约翰·沃特教授,因为编写和开发两个数学软件程序集开发项目提供易学、易用、易改且易交互的矩阵软件而形成了最初的数学软件。1978年,约翰·沃特和詹姆斯·沃特等人成立了加利福尼亚公司,推出了第一个数学软件商业化版本,该版本的内核全部采用悦语言编写,除了原有的数值计算功能外,还增加了数据可视化功能和其他流行软件的接口功能。

在 1985 年, 美国 MathWorks 公司推出了基于 Windows 操作平台、具有划时代意义的 MATLAB 图形用户界面版本, 增加了图像处理功能、符号计算工具包和交互式的动态系统建模、仿真、分析集成环境, 并通过运用网络和数据库, 实现了与大型数据库的无缝联接。在 1988 年推出的 MATLAB 专业版和学生版增加了许多新的数据结构(如单元结构、数据结构体、多维矩阵、对象与类等), 操作界面更加友好, 使其成为一种更方便的编程语言。随后, MATLAB 又经历了线条图形界面等版本的不断改进。进入 21 世纪以后, MATLAB 获得了更加长足的发展, 在 2004 年夏推出了 MATLAB 远程版本, 操作界面进一步集成化, 采用了硬件加速器, 使运算速度得到了极大的提高。

时至今日, MATLAB 早已超出了“矩阵实验室”的概念, 发展成为一种具有广阔应用前景的计算机高级语言, 是国际上最流行的科学与工程计算的软件工具之一。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, 成为攻读学位的本科生和研究生必须掌握的基本技能。

MATLAB 语言的工具箱

MathWorks 公司在不断推出新版本 MATLAB 的过程中, 使其功能不断完善, 并且提供了非常丰富的工具箱, 这也是 MATLAB 语言能在工程领域得到广泛应用的主要原因。较为常用的 MATLAB 工具箱主要包括:

- ◆ 通信工具箱;
- ◆ 控制系统工具箱;
- ◆ 曲线拟合工具箱;
- ◆ 数据采集工具箱;
- ◆ 数据库工具箱;
- ◆ 滤波器设计工具箱;
- ◆ 金融工具箱;
- ◆ 模糊逻辑工具箱;
- ◆ 图像处理工具箱;
- ◆ 仪器控制工具箱;
- ◆ 运动控制工具箱;
- ◆ 地图工具箱;
- ◆ 模型预测控制工具箱;
- ◆ μ 分析与综合工具箱;
- ◆ 神经网络工具箱;
- ◆ 最优化工具箱;
- ◆ 偏微分方程工具箱;
- ◆ 鲁棒控制工具箱;
- ◆ 信号处理工具箱;
- ◆ 样条插值工具箱;
- ◆ 统计工具箱;
- ◆ 符号数学工具箱;

成用户界面中选择 `File>MATLAB>MATLAB` 菜单命令,然后选择 `Help>Demo` 选项卡就可以进入 demo 演示程序。在命令窗口中输入 `demo` 命令也可以进入 demo 演示程序。建议初学者在使用 MATLAB 语言编程前先运行其演示程序,以便对 MATLAB 的强大功能有一个总体了解,并体会其编程风格。

【例 1.1】MATLAB 最基本的功能是矩阵处理与运算,它以复矩阵作为最基本的变量单元,并且提供了丰富的矩阵处理函数。德国画家兼业余数学家阿尔布雷希特·丢勒在文艺复兴时期创作了一幅版画“忧郁的人”(患忧郁症的人),如图 1.1 所示。如果仔细观察,会发现右上角有一个 4 阶的方阵,如图 1.2 所示。它的各横行、竖列及两对角线上的 4 个元素之和都相等。当然,要经过复杂计算才能得到这样一个魔方矩阵。



图 1.1 带有魔方矩阵的版画

在 MATLAB 中通过函数 `magic()` 可以很方便地得到这样的矩阵。在命令窗口的提示符下输入 `A=magic(4)` 命令,就立即实现了这个目的,它将生成的 4 阶魔方矩阵赋给变量 `A`。

```

MATLAB >> A=magic(4)
A =
    16     3     2    13
     5    11    10     8
     9     7     6    12
     4    14    15     1
  
```

我们可以使用下面的语句来验证一下此矩阵是否满足条件。

```

MATLAB >> [sum(A),sum(A'),trace(A),trace(rot90(A))]
ans =
    34    34    34    34
  
```

可以看出,各行、列及两对角线上的元素之和都相等,为 34。当然,满足这个条件的 4 阶魔方矩阵并不是惟一的。

在 MATLAB 中我们还可以很方便地实现矩阵的各种运算,而这在 C 或 C++ 等其他计

计算机编程语言中是非常麻烦的。例如执行下面的语句可以求得上述矩阵的秩和特征值。

```

摇摇 >> r =rank(A), e =eig(A)
r =
摇摇3
e =
摇摇34.0000
摇摇 8.9443
摇摇 -8.9443
摇摇 0.0000

```

【例 1-10】请在 $(0, \pi)$ 范围内绘制函数 $y = \sin(t^2)$ 的曲线图。执行下面的命令,可以得到如图 1-10 所示的图形。

```

摇摇 >> t = [0:0.05:2* pi]; y =sin(t.^2); plot(t,y)

```

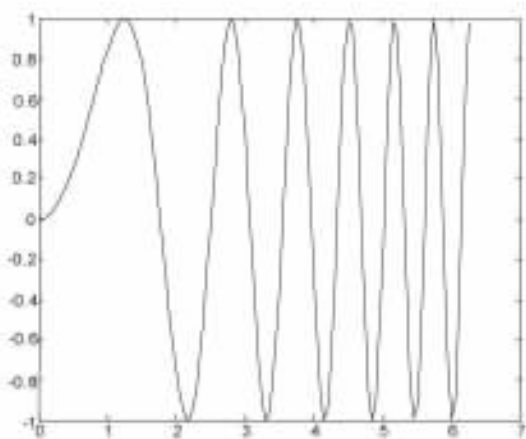


图 1-10 给定函数的二维曲线图

在本例中,先在 $(0, \pi)$ 范围内按等步长生成行向量 t ,然后计算向量 y 的值,最后调用 `plot` 函数绘制二维曲线图。

【例 1-11】请选择一个合适的坐标范围,绘制下面二元函数的三维曲面图。

```

z = 3*(1-x).^2.*exp(-(x.^2)-(y+1).^2)...
-10*(x/5-x.^3-y.^5).*exp(-x.^2-y.^2)...
-1/3*exp(-(x+1).^2-y.^2);

```

在绘制三维曲面图之前,需要首先调用 `meshgrid` 函数生成 x 和 y 平面的网格表示,然后利用上面的公式计算坐标 z 的值,最后调用 `surf` 函数绘制曲面图。为实现上述目的,执行下面的程序将得到如图 1-11 所示的图形。

```

摇摇 [x,y] =meshgrid(-3:0.1:3);
z =3*(1-x).^2.*exp(-(x.^2)-(y+1).^2)...
摇摇 -10*(x/5-x.^3-y.^5).*exp(-x.^2-y.^2)...
摇摇 -1/3*exp(-(x+1).^2-y.^2);
surf(x,y,z), colorbar

```

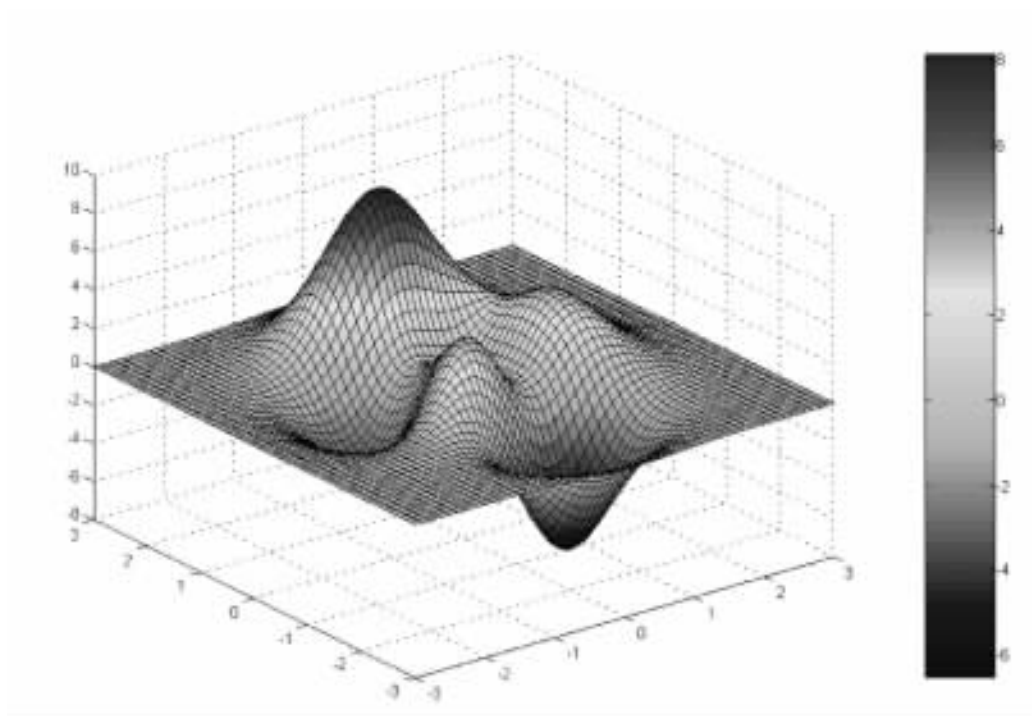


图 15-15 给定二维函数的三维曲线图

【例 15-15】 在距地面 15 m 的高度,以 10 m/s 的初速度向上抛出一个橡皮球,模拟此橡皮球的运动过程。首先使用 MATLAB 的 Simulink 工具建立如图 15-16 所示的模型,然后开始仿真,就可以得到如图 15-17 所示的结果。其中,上面示波器窗口表示速度随时间变化的情况,下面示波器窗口表示位移随时间变化的情况。

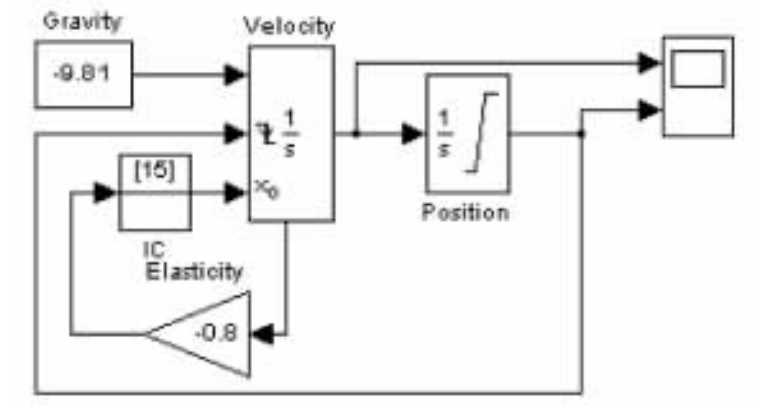


图 15-16 橡皮球的 Simulink 模型

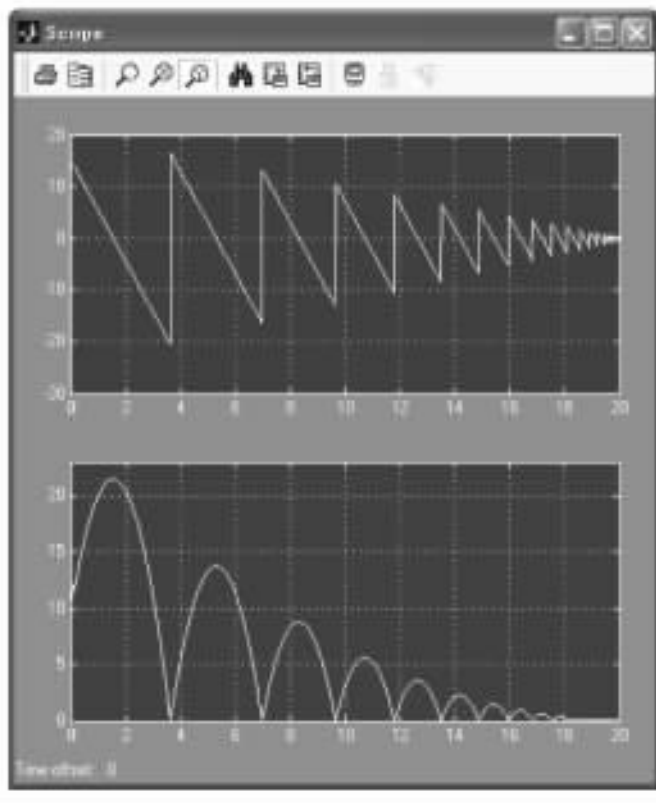


图 1-1 橡皮球的运动过程仿真

猿猿上机实践

猿猿有一猿阶魔方矩阵

$$\begin{bmatrix} 愿 & 猿 & 远 \\ 粤 & 猿 & 苑 \\ 源 & 怨 & 圆 \end{bmatrix}$$

试用 猿猿 验证其各行、列及主、反对角线上的猿个元素相加之和相等,并且求此矩阵的秩和特征值。

猿猿分别用 悦语言和 云语言求解第猿题。根据实际切身体会,在这猿种编程工具中,哪种语言在进行矩阵运算时更方便?

猿猿用 猿猿 语言绘制函数 $y = \sin(x)$ 在 $[0, \pi]$ 内的曲线图。

第 4 章 配置 MATLAB 运行环境和编程工具

一般来说, MATLAB 不受机器和环境的限制。它既可在各种常用的计算机系统下工作,又可在 Windows 等环境下运行。本章将着重介绍 MATLAB 环境的基本使用方法和常用的控制命令,并初步介绍 MATLAB 的联机帮助功能。


4.1 配置 MATLAB 的使用界面

MATLAB 语言的安装与其他 Windows 程序的安装很类似,首先执行安装目录下的 setup.exe 文件,该文件将自动引导安装过程,将整个 MATLAB 环境安装到计算机硬盘上,并在 Windows 的【开始】菜单中建立一个程序图标。

MATLAB 安装版本又称为 MATLAB 安装目录,它的默认安装目录为 c:\matlab6p5,该目录下有下面几个常用的子目录:

- (1) bin 子目录——MATLAB 中执行文件、批命令和环境设置的文件集;
- (2) extern 子目录——MATLAB 语言和 C 的接口如头文件等均在此目录下;
- (3) help 子目录——存储 C 语言的或 Fortran 语言的联机帮助文件;
- (4) toolbox 子目录——内容包括 MATLAB 的各个工具箱,其中 matlab 子目录下为 MATLAB 软件的基本内容,而其他的内容根据所安装工具箱的不同而不同;
- (5) simulink 子目录——Simulink 软件所在的目录,该软件的使用将在第 5 章详细介绍;
- (6) work 子目录——用户自己的工作目录;
- (7) 其他常用子目录——notebook 为笔记本目录,即 MATLAB 与 Windows 的接口,java 为 MATLAB 和 Java 的接口。

在 MATLAB 环境安装好之后,可以有以下几种方法来启动 MATLAB:

- (1) 在 Windows 的【开始】菜单中选择【程序】命令,然后选中 MATLAB 安装;
- (2) 在桌面上双击图标  ,也可以启动 MATLAB 安装;

(3) 在 Windows 的【开始】菜单中选择【运行】命令,然后在对话框中输入 c:\matlab6p5\bin\win32\matlab.exe,或通过【浏览】按钮在 c:\matlab6p5\bin\win32 目录下单击 matlab.exe 而省去键盘操作。

启动 MATLAB 后,将打开如图 4-1 所示的命令窗口(打开的窗口也可能如图 4-2 所示,这是因为 Windows 菜单下的窗口的选项不同)。

在命令窗口中键入 demo 命令,则将启动 MATLAB 的演示程序,如图 4-3 所示。由此可以观看 MATLAB 所提供的强大的运算和绘图功能。

MATLAB 是一个高度集成的语言环境,在其界面下可以编写程序、运行程序并跟踪调试程序。从图 4-1 可以看出, MATLAB 命令窗口的界面上有一个工具栏,其各个命令按钮的功能如图 4-1 所示。

在 MATLAB 命令窗口界面上还有一个菜单栏,如图 4-2 所示。

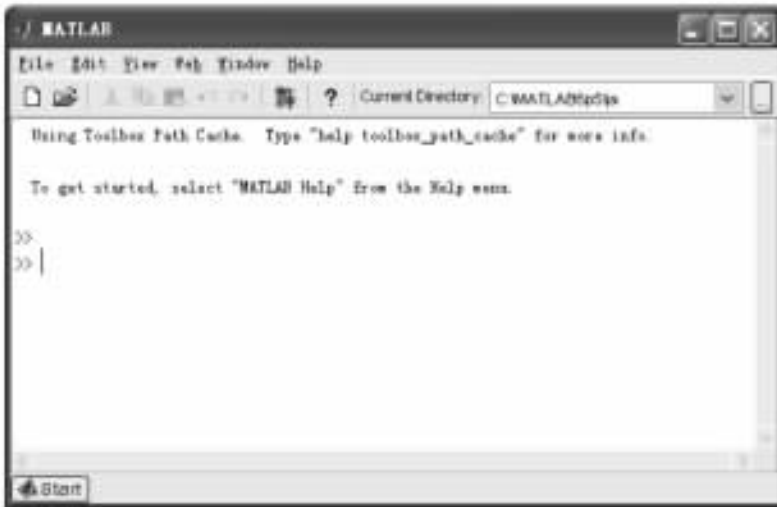


图 4-1 配置 MATLAB 运行环境的命令窗口

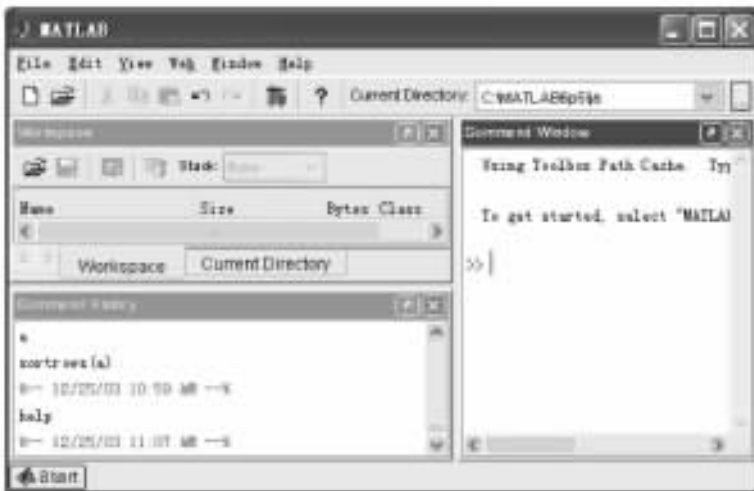


图 4-2 配置 MATLAB 运行程序界面

其中的云菜单如图 4-3 所示,其各部分的功能如下:

- 云 文件管理菜单
- 云 创建新文件、新图框、新模型或用户图形界面
- 云 打开现存的程序文件
- 云 关闭命令窗口
- 云 装入数据
- 云 换名存储当前工作空间
- 云 设置当前工作目录
- 云 设置用户个性化的选项
- 云 页面设置
- 云 打印

摇篮出版
摇篮出版

打印选项
退出 MATLAB

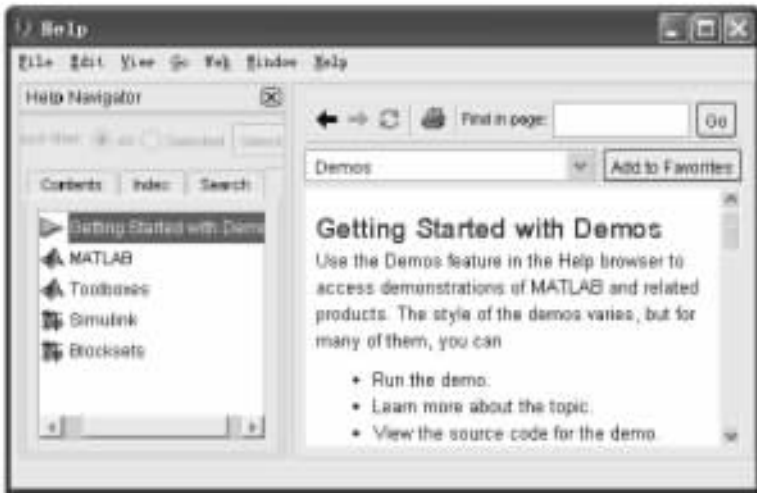


图 圆 MATLAB 演示窗口



图 圆 MATLAB 命令窗口上的工具栏

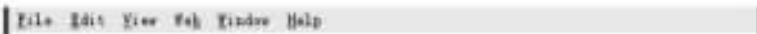


图 圆 MATLAB 命令窗口的菜单栏



图 圆 MATLAB 命令窗口的 云 菜单

编辑菜单如图 4-10 所示,其各部分的功能如下:

编辑	编辑命令菜单
撤销	撤消
重做	重复
剪切	剪切
复制	复制
粘贴	粘贴
特别粘贴	特别粘贴
全部选定	全部选定
删除	删除
寻找	寻找
清空命令窗口	清空命令窗口
清空命令记录	清空命令记录
清空工作空间	清空工作空间

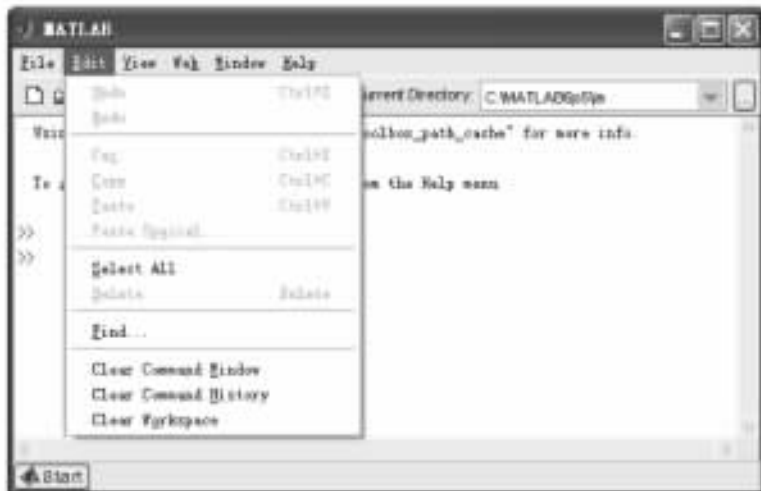


图 4-10 配置 MATLAB 命令窗口的编辑菜单

视图菜单如图 4-11 所示,其各部分的功能如下:

视图	视图设置
桌面布局	桌面布局
使独立的命令窗口返回操作桌面	使独立的命令窗口返回操作桌面
命令窗口	命令窗口
命令记录	命令记录
当前目录浏览器	当前目录浏览器
工作空间管理窗口	工作空间管理窗口
交互界面分类目录窗	交互界面分类目录窗
耗时剖析	耗时剖析
视窗式帮助信息	视窗式帮助信息

窗口菜单如图 4-12 所示,其各部分的功能如下: