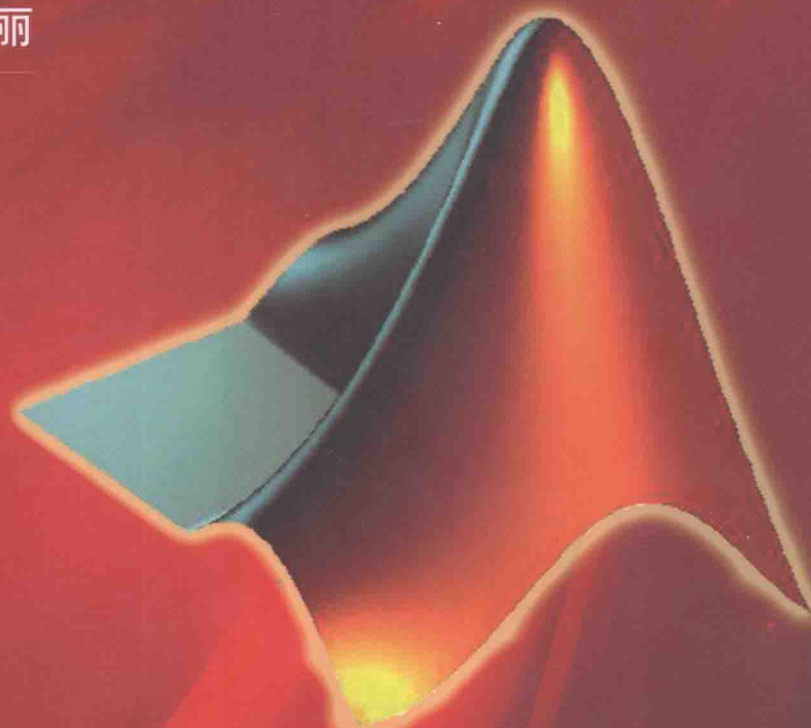




高等职业教育电子信息类专业“十二五”规划教材

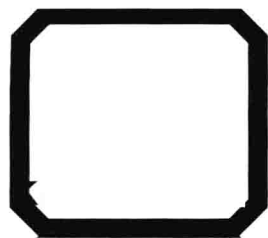
MATLAB语言及应用

主编 刘美丽



国防工业出版社

National Defense Industry Press



育电子信息类专业“十二五”规划教材

MATLAB 语言及应用

主 编 刘美丽
副主编 周 创
参 编 王 锐 刘 克



国防工业出版社

· 北京 ·

内 容 简 介

本书分为两部分,基础篇和应用篇。基础篇主要讲述 MATLAB 的基础知识、基本运算及图形表示等。应用篇包含 MATLAB 在工程数学、电路、控制系统、信号与系统、图像处理及 SIMULINK 建模的应用。

本书可作为高等职业院校物理、数学、电子信息、电气工程、自动化等专业理工科学生的教材或参考书,也可供相关工程技术人员学习参考。

图书在版编目(CIP)数据

MATLAB 语言及应用/刘美丽主编. —北京:国防工业出版社,2012.4

高等职业教育电子信息类专业“十二五”规划教材

ISBN 978-7-118-07973-9

I. ①M... II. ①刘... III. ①Matlab 软件—高等职业教育—教材 IV. ①TP317

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 049521 号

※

国防工业出版社 出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号 邮政编码 100048)

涿中印刷厂印刷

新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 印张 22 字数 502 千字

2012 年 4 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—4000 册 定价 39.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店: (010)88540777

发行邮购: (010)88540776

发行传真: (010)88540755

发行业务: (010)88540717

前 言

MATLAB 是一种面向科学与工程的计算软件,是一种高效的以矩阵运算为基础的交互式程序语言。它集数值分析、符号计算、程序设计、系统建模和图形可视化于一体,功能强大、使用灵活、界面友好。目前,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。

本书主要面向修完高等数学、线性代数、电路理论、信号与系统、自动控制原理等课程的全专业的学生。全书分为两部分,基础篇和应用篇。基础篇主要讲述 MATLAB 的基础知识、基本运算及图形表示等。应用篇包含 MATLAB 在工程数学、电路、控制系统、信号与系统、图像处理及 SIMULINK 建模的应用。应用篇最大的特点就是例题丰富多彩而且涉及的知识面广。这有助于学习者加深对基本知识的理解、掌握和巩固。每章后面还配以相应的练习题,考查学习者的掌握情况。

本书的编写充分体现了两个特点——覆盖面广、实用性强。可以作为高等院校相关课程的教材,有助于学习者掌握本专业的知识和设计工作。

本书的作者从事电子和计算机类课程教学和设计多年,一直采用国内许多优秀的 MATLAB 教程辅助教学,效果良好。本书由刘美丽任主编,周创任副主编,王锐、刘克参编。具体编写分工如下:第 1、2 章由刘克编写,第 3、5、6 章由刘美丽编写,第 4、7 章由王锐编写,第 8、9 章由周创编写。在本书编写过程中得到了山东力明科技职业学院罗良斌教授、安徽国防科技职业学院信息工程系、山东省建筑科学研究院领导和教务处的大力支持与帮助,在此一并表示感谢!诚挚地感谢张永生的多方面帮助。

由于编者水平有限,书中的疏漏和不足之处在所难免,欢迎广大读者及专家批评指正。如需电子课件,请与张永生编辑联系,电子邮箱:zhangyongsheng100@163.com。

编 者

目 录

第一篇 基础篇

第1章 MATLAB 语言概述	2
1.1 MATLAB 语言简介	2
1.1.1 MATLAB 的发展	2
1.1.2 MATLAB 的特点	3
1.2 MATLAB 的安装	4
1.3 MATLAB 的启动与退出	6
1.3.1 启动	6
1.3.2 退出	7
1.4 MATLAB 语言的工作环境	8
1.4.1 界面布局	8
1.4.2 命令窗口	8
1.4.3 工作空间管理窗口	8
1.4.4 历史命令窗口	9
1.4.5 图形窗口	9
1.5 MATLAB 常用命令	10
1.6 MATLAB 帮助系统	12
习题	13
第2章 基本语法	14
2.1 变量和赋值语句	14
2.2 数组及其赋值	15
2.3 矩阵的表示	17
2.3.1 一般矩阵的表示	17
2.3.2 特殊矩阵的表示	18
2.4 常用运算符和函数	22
2.4.1 常用运算符	22
2.4.2 常用函数	22

2.4.3	MATLAB 预定义变量	23
2.5	关系和逻辑运算	23
2.5.1	关系运算	23
2.5.2	逻辑运算	24
2.6	基本绘图方法	25
2.6.1	二维图形的绘制基本语句	25
2.6.2	二维图形的修饰	28
2.6.3	其他二维图形绘制语句	32
2.6.4	三维曲线绘制	34
2.6.5	多条曲线的绘制	35
2.6.6	三维曲面绘制	37
	习题	39
第3章	MATLAB 基本编程	40
3.1	M 文件及其建立	40
3.1.1	M 命令文件	41
3.1.2	M 函数文件	41
3.1.3	M 文件中的变量	42
3.2	基本程序结构	43
3.2.1	顺序语句	43
3.2.2	循环语句	43
3.2.3	条件语句	48
3.2.4	多分支选择语句	51
	习题	53

第二篇 应用篇

第4章	MATLAB 在数学中的应用	56
4.1	基本运算	56
4.1.1	预定义变量	56
4.1.2	复数运算	56
4.1.3	向量运算	59
4.1.4	矩阵的基本运算	61
4.2	线性代数	66
4.2.1	行列式的计算	66
4.2.2	矩阵的特殊运算	68

4.2.3	解线性方程组	77
4.2.4	向量组的线性相关性	82
4.2.5	方阵的特征值与特征向量	84
4.3	初等函数问题	85
4.3.1	函数的绘制	85
4.3.2	常用函数列表	90
4.4	导数与积分的数值计算	97
4.4.1	求极限	97
4.4.2	微分与导数的求解	99
4.4.3	积分的数值计算	106
4.4.4	级数的求和	113
4.4.5	常微分方程	117
4.5	多项式运算	119
4.5.1	多项式基本运算	120
4.5.2	多项式求值	120
4.5.3	多项式求根	121
4.5.4	多项式求导	123
4.5.5	方阵的特征多项式	124
4.5.6	分式的部分展开	124
4.6	插值与拟合	125
4.6.1	插值	125
4.6.2	拟合	127
习题		128
第5章	MATLAB 在电路中的应用	130
5.1	电阻电路	130
5.1.1	一般电阻电路	130
5.1.2	含受控源的电阻电路	133
5.2	动态电路	137
5.2.1	一阶动态电路	137
5.2.2	二阶动态电路	143
5.3	正弦稳态电路	146
5.4	频率响应	151
习题		159
第6章	MATLAB 在控制系统中的应用	161
6.1	控制系统模型及其转换	161

6.1.1	LTI 的传递函数模型	161
6.1.2	LTI 的零极点增益模型	162
6.1.3	LTI 的状态空间模型	163
6.1.4	离散系统模型	164
6.1.5	模型之间的转换	165
6.1.6	环节的连接方式	170
6.2	拉氏变换、特征根及部分分式展开	173
6.2.1	拉氏变换	173
6.2.2	特征多项式和特征多项式的根	174
6.2.3	部分分式展开	174
6.2.4	控制系统模型属性	175
6.3	时域分析	177
6.4	根轨迹分析	188
6.5	频域分析	192
6.6	稳定性分析	200
6.6.1	直接求根法	201
6.6.2	零极点模型法	202
6.6.3	零极点分布图法	204
6.6.4	根轨迹法	206
6.6.5	频域法	208
6.6.6	李亚普诺夫稳定性	210
6.7	控制系统的设计与校正	211
	习题	218
第 7 章	MATLAB 在信号与系统中的应用	219
7.1	信号的表示及其图形绘制	219
7.2	信号的时域分析	228
7.2.1	信号的基本运算	228
7.2.2	零输入响应和零状态响应	232
7.2.3	冲激响应和阶跃响应	234
7.2.4	卷积积分和相关	236
7.2.5	离散系统的时域分析	240
7.3	信号的频域分析	248
7.3.1	基本傅里叶分析	248
7.3.2	连续系统的频域分析	255
7.3.3	复频域分析	258

7.3.4 系统的零极点与稳定性	261
习题	266
第8章 MATLAB 在图像处理中的应用	267
8.1 图像的类型和格式	267
8.1.1 图像的类型	267
8.1.2 数字图像的表示	267
8.1.3 MATLAB 图像处理工具箱简介	267
8.1.4 MATLAB 图像格式	268
8.1.5 图像文件的查询、读取和写入	270
8.2 图像的显示	274
8.2.1 imshow 和 imview 函数	275
8.2.2 图像类型及其显示	276
8.2.3 特殊图像的显示	282
8.2.4 图像类型转换	288
8.3 图像的变化处理	293
8.3.1 傅里叶变换	293
8.3.2 离散余弦变换	297
8.3.3 Radon 变换	299
8.4 直方图与直方图均衡	302
8.4.1 灰度变换增强	302
8.4.2 直接灰度变换	305
8.4.3 直方图灰度变换	307
8.4.4 直方图均衡化	310
8.5 图像滤波	313
8.5.1 线性滤波	313
8.5.2 卷积与相关	313
8.5.3 MATLAB 滤波函数	315
8.5.4 数字滤波器设计步骤	316
习题	317
第9章 SIMULINK 仿真模块	319
9.1 SIMULINK 模型简介	319
9.1.1 SIMULINK 特点	319
9.1.2 SIMULINK 的启动和退出	319
9.1.3 模型的创建	321
9.1.4 SIMULINK 仿真基本步骤	321

9.2	SIMULINK 模型库界面	321
9.2.1	SIMULINK 的公共模型库	322
9.2.2	SIMULINK 的专业模型库	323
9.3	SIMULINK 基本模块	324
9.4	SIMULINK 模型的构建	329
9.4.1	SIMULINK 库浏览器的基本操作	329
9.4.2	模块的基本操作	329
9.4.3	模块属性和参数设置	332
9.5	SIMULINK 仿真参数设置	334
9.5.1	Solver 选项卡	334
9.5.2	Data Import/Export 选项卡	335
9.5.3	Diagnostics 选项卡	336
9.5.4	运行仿真	337
	习题	339
	参考文献	340

第一篇

基础篇

第 1 章 MATLAB 语言概述

第 2 章 基本语法

第 3 章 MATLAB 基本编程

第 1 章 MATLAB 语言概述

MATLAB 是一种功能十分强大的软件,随着 MATLAB 的应用范围进一步拓宽和发展, MATLAB 语言逐渐形成一种应用广泛的计算机高级语言,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。本章主要介绍 MATLAB 语言的发展和特点,以及软件的安装和工作环境等。

1.1 MATLAB 语言简介

MATLAB 语言是由美国 MathWorks 公司推出的计算机软件, MATLAB 源于 Matrix Laboratory 一词,即矩阵实验室,最初它是一种专门用于矩阵数值计算的软件。与 Basic、Fortran 以及 C 语言比较, MATLAB 的语法规则更简单,编程的特点更贴近人的思维方式,用 MATLAB 写程序有如在便笺上列公式和求解,因而 MATLAB 被称为“科学便笺式”的科学计算语言。本章主要介绍 MATLAB 的一些基本情况,让大家对该软件有一个整体的认识。

随着 MATLAB 逐渐市场化, MATLAB 已经发展成为一种功能强大的软件,几乎可以解决科学计算的任何问题。它除了常用的矩阵代数运算之外, MATLAB 还提供非常广泛和灵活的方式处理数据集的数组运算功能,而且具有了数据可视化功能。另外, MATLAB 除了对矩阵提供了强大的处理能力之外,还具有一种与其他高级语言相似的编程特性。

经过多年的逐步发展与不断完善,现已成为国际公认的最优秀的科学计算与数学应用软件之一。其内容涉及矩阵代数、微积分、应用数学、有限元法、科学计算、信号与系统、神经网络、小波分析及其应用、数字图像处理、计算机图形学、电子线路、电机学、自动控制、通信技术、物理、力学和机械振动等方面。

MATLAB 7.0 版本不仅在数值计算、符号运算和图形处理等功能上进一步加强,而且还增加了一些工具箱。目前, MATLAB 已拥有数十个工具箱,以供不同专业人员的使用。

1.1.1 MATLAB 的发展

1984 年, Cleve Moler 和 John Little 成立了 MathWorks 公司,发行了 MATLAB 第 1 版(DoS 版本 1.0),正式把 MATLAB 推向市场。经过几年的发展和不断研究, MATLAB 软件逐步发展成为一个集数值处理、图形处理、图像处理、符号计算、文字处理、数学建模、实时控制、动态仿真、信号处理为一体的数学应用软件。1992 年推出了 4.0 版本。1994 年, 4.2 版本又扩充了 4.0 版本的功能,在图形界面设计方面更提供了新的方法。1996 年,推出了 5.0 版本,允许了更多的数据结构,如单元数据、多维矩阵、对象与类等,使

其成为一种更方便编程的语言。1999 年,推出了 5.3 版,在很多方面又进一步改进了 MATLAB 语言的功能。2000 年 10 月底推出了其全新的 MATLAB 6.0 版,在核心数值算法、界面设计、外部接口、应用桌面等诸多方面有了极大的改进。接下来的版本在继承和发展其原有的数值计算和图形可视能力的同时,推出了 SIMULINK,打通了 MATLAB 进行实时数据分析、处理和硬件开发的道路。

2004 年 7 月,MathWorks 公司又推出了 MATLAB 7.0 版(Release 14),使该软件发展达到一个新的阶段,其中集成了 MATLAB 7.0 编译器、SIMULINK 6.0 图形仿真器及很多工具箱,在编程环境、代码效率、数据可视化、文件 I/O 等方面都进行了全面的升级。

现在的 MATLAB 再也不是一个简单的矩阵实验室了,它已经演变成为一种具有广泛应用前景的全新的计算机高级编程语言了。其功能也越来越强大,会不断根据科研需求提出新的解决方法。

1.1.2 MATLAB 的特点

1. 编程效率高

MATLAB 是以解释方式工作的,键入算式立即得结果,无需编译,即它对每条语句解释后立即执行。若有错误也立即做出反应,便于编程者马上改正。并且提供丰富的基本库函数,编写程序时可以直接调用,这些都大大减轻了编程和调试的工作量。

2. 变量及运算符的“多功能性”

(1) 每个变量代表一个矩阵,它可以有 $n \times m$ 个元素。

(2) 矩阵行数、列数无需定义。若要输入一个矩阵,在用其他语言编程时必须定义矩阵的阶数,而用 MATLAB 语言则不必有阶数定义语句,输入数据的列数就决定了它的阶数。

(3) 所有的运算,包括加、减、乘、除、函数运算都对矩阵和复数有效。

3. 界面使用方便

MATLAB 程序设计语言把编辑、编译、连接、执行、调试等多个步骤融为一体,并且具有良好的交互功能。使用 MATLAB 编程运算与人进行科学计算的思路和笔算时表达方式完全一样,其语法更贴近人的思维方式。程序易读易写,易于在科技人员之间交流。

4. 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) 能绘制多种坐标(极坐标、对数坐标等)图。

(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。

5. 智能化程度高

MATLAB 可以在绘图时自动选择最佳坐标,在进行数值积分时自动按精度选择步长,程序调试时能自动检测错误并能提示程序错误。其智能化程度高,大大方便了用户,提高了效率。

6. 功能丰富，可扩展性强

MATLAB 软件包括基本部分和专业扩展部分。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。扩展部分称为工具箱(Toolbox)，用于解决某一个方面的专门问题，或某一类实际的新算法。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，并且还在继续发展中。

7. 语法简单，内涵丰富

与其他高级语言相比较，MATLAB 的语法更加简单。MATLAB 最基本的语句结构是赋值语句，语句的一般形式为：

变量名列表=表达式

其中，等号左边的变量名列表为 MATLAB 的语句返回值，等号右边是表达式的定义，可以是 MATLAB 允许的矩阵运算，也可以是 MATLAB 的函数调用。

1.2 MATLAB 的安装

MATLAB 7.0 的安装过程如下：

(1) 将正版的 MATLAB 7.0 的安装盘放入光驱中，双击自动运行，或双击 setup.exe 文件，即双击  图标。

(2) 在系统自动弹出的欢迎对话框中选择 “Install” 按钮即开始安装，选择另外一个按钮将对已经安装的 MATLAB 注册码进行更新，如图 1-2-1 所示。

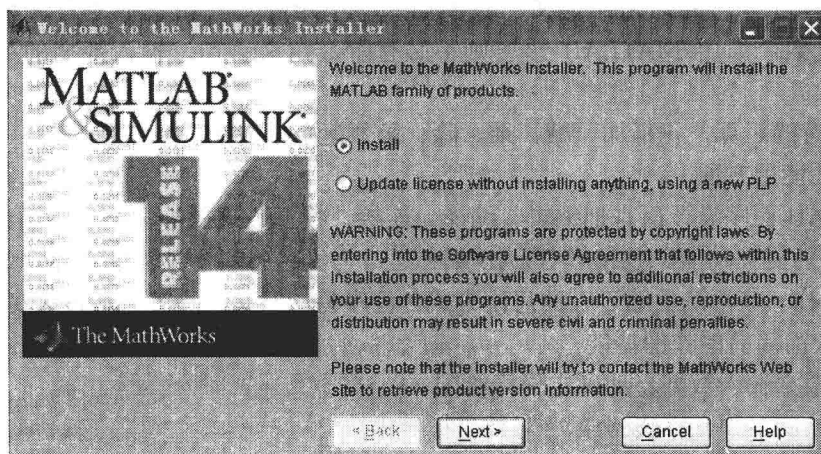


图 1-2-1 安装欢迎对话框

(3) 单击欢迎对话框的 “Next” 按钮，进入安装注册对话框，该对话框中有 3 个文本框需要用户填写，用户上面的两个文本框中分别填写自己的姓名和所在的公司，在第三个文本框中填写用户的注册码，如图 1-2-2 所示。

(4) 用户在安装注册对话框的文本框中输入所购买的 MATLAB 7.0 软件的注册码，然后单击对话框的 “Next” 按钮，此时会弹出安装注册协议对话框，如图 1-2-3 所示。

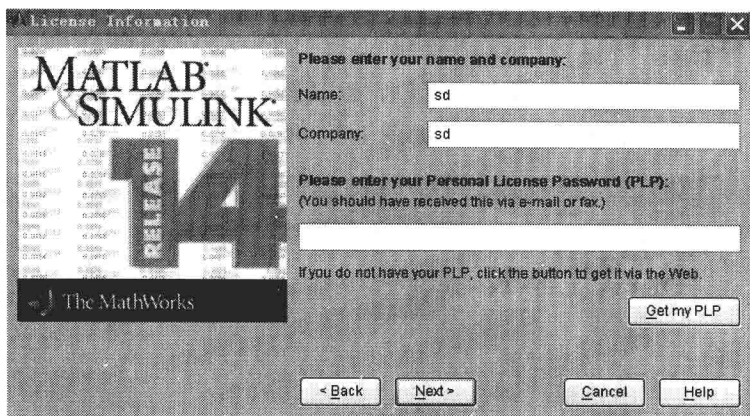


图 1-2-2 安装注册对话框

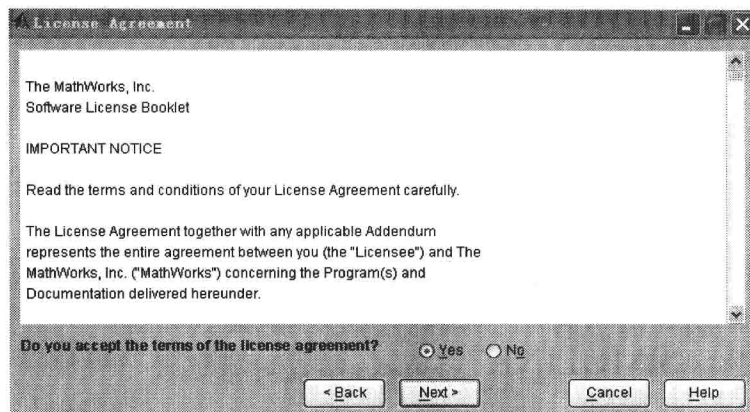


图 1-2-3 安装注册协议对话框

(5) 用户阅读完对话框中的协议后，如果同意其具体的要求，就可以单击安装注册协议对话框的“**Yes**”按钮，进入下一步操作。单击安装注册协议对话框上的“**Next**”按钮，弹出如图 1-2-4 所示的 MATLAB 7.0 组件选择对话框。用户若选择“**Typical**”单选按钮，将安

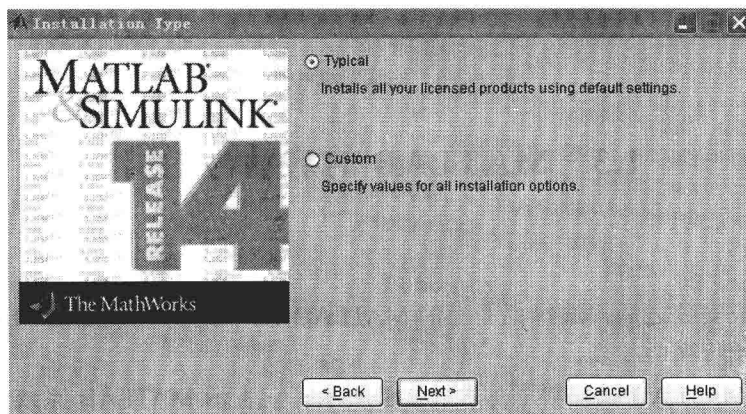


图 1-2-4 安装选择对话框

装用户购买的全部 MATLAB 7.0 组件，若选择“Custom”单选按钮，则用户可以选择所需要的组件进行安装。

(6) 单击“Next”按钮进入路径对话框，默认路径为“C:\MATLAB7\”，用户也可单击“Browse”按钮选择新的安装路径，如图 1-2-5 所示。

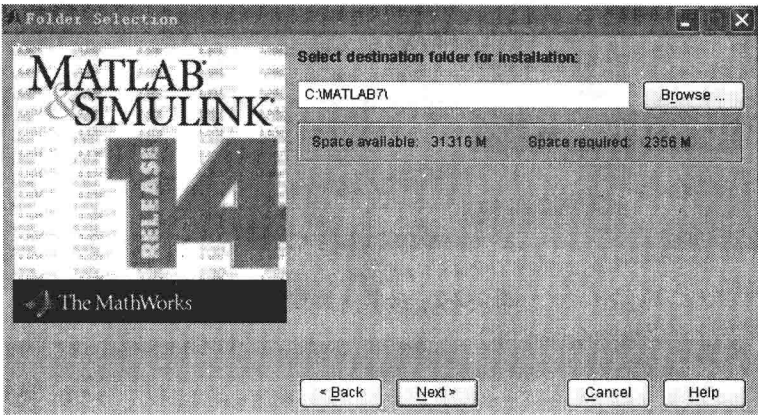


图 1-2-5 安装路径对话框

(7) 单击对话框中的“Next”按钮，直到出现“Finish”按钮，如图 1-2-6 所示，单击即完成安装。完成后桌面上将出现 MATLAB 图标。

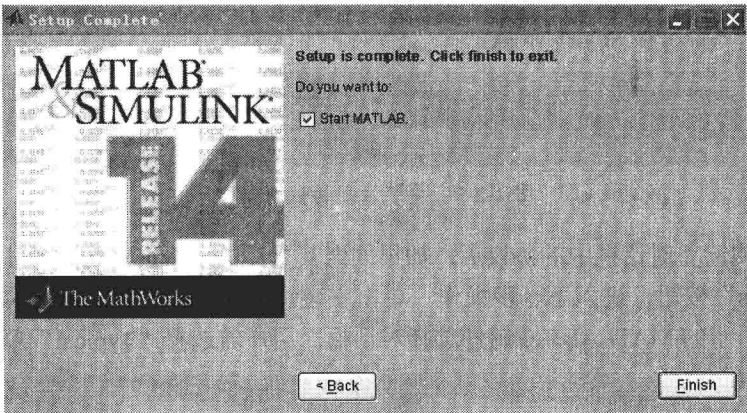


图 1-2-6 安装完成对话框

1.3 MATLAB 的启动与退出

1.3.1 启动

在正确完成安装之后，选择桌面上的 MATLAB 7.0 图标，即可启动 MATLAB 7.0 程序，也可从开始程序中找到。

启动后的 MATLAB 操作界面如图 1-3-1 所示，它表示 MATLAB 系统已建立，用户可与 MATLAB 系统进行交互操作。

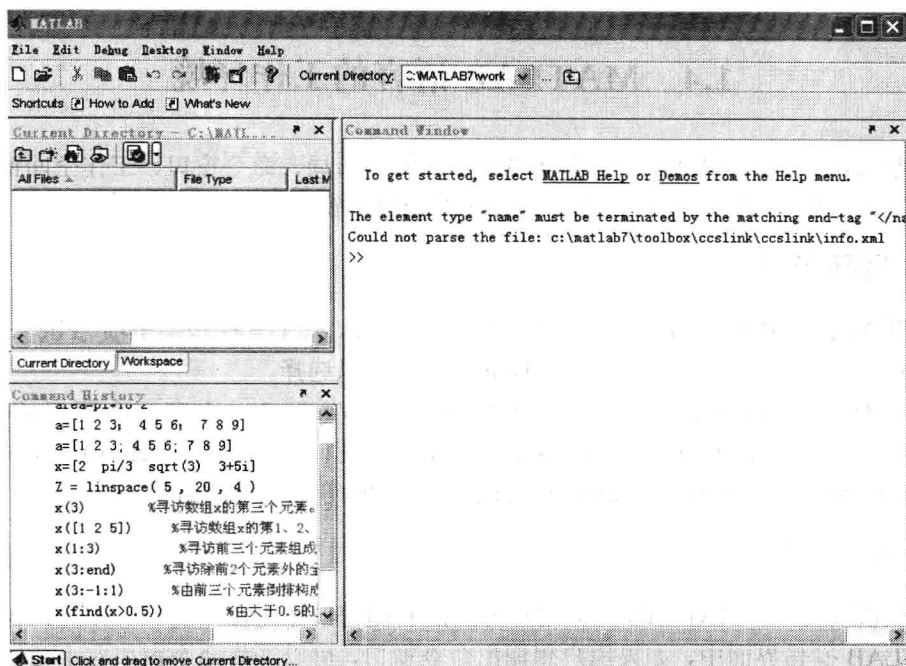


图 1-3-1 MATLAB 操作界面

1.3.2 退出

完成 MATLAB 系统操作后，单击系统界面菜单项“File”子菜单中的“Exit MATLAB”或者按快捷键“Ctrl+Q”，如图 1-3-2 所示。也可在命令窗口中输入“quit”，回车退出。

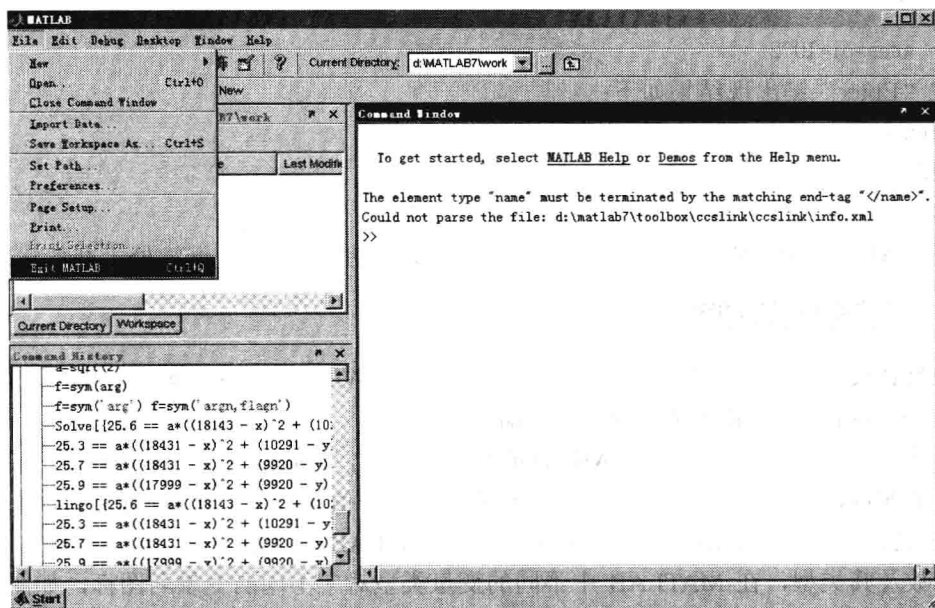


图 1-3-2 MATLAB 退出示意图