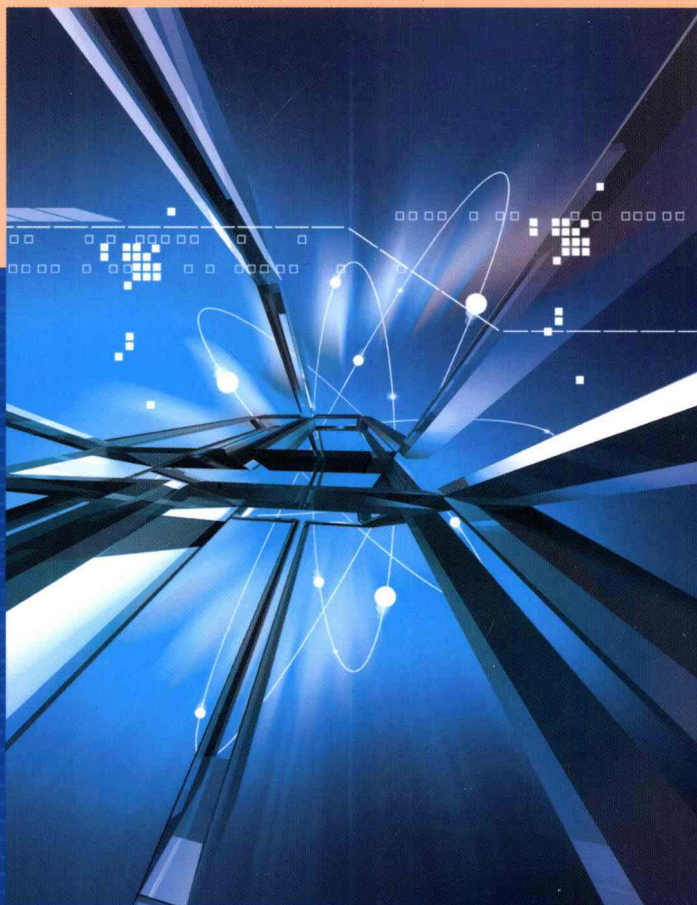


普通高等院校数学实验教材

数学实验与数学建模

主编 张圣勤



 复旦大学出版社

普通高等院校数学实验教材

数学实验与数学建模

主 编 张圣勤
副主编 周 钢 王 玲

復旦大學 出版社

图书在版编目(CIP)数据

数学实验与数学建模/张圣勤主编. —上海:复旦大学出版社,2008.12
普通高等院校数学实验教材
ISBN 978-7-309-06387-5

I. 数… II. 张… III. ①高等数学-实验-高等学校-教材②数学模型-高等学校-教材 IV. 013-33 022

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 181398 号

数学实验与数学建模

张圣勤 主编

出版发行 复旦大学出版社 上海市国权路 579 号 邮编 200433
86-21-65642857(门市零售)
86-21-65100562(团体订购) 86-21-65109143(外埠邮购)
fupnet@fudanpress.com <http://www.fudanpress.com>

责任编辑 白国信

出品人 贺圣遂

印刷 上海华文印刷厂

开本 787×1092 1/16

印张 10.75

字数 275 千

版次 2008 年 12 月第一版第一次印刷

书号 ISBN 978-7-309-06387-5/O·420

定价 19.00 元

如有印装质量问题,请向复旦大学出版社发行部调换。

版权所有 侵权必究

前 言

欢迎使用这本数学实验与数学建模的教材!

本书是根据 2004 年教育部非数学类专业数学基础课程教学指导分委员会制定的《工科类本科数学基础课程教学基本要求》，面向高等院校的本、专科学生编写的数学实验与数学建模教材，是上海市教委 2006 年批准的“本科《高等数学》重点课程建设”项目和上海市教委教育科学研究项目“技术应用型本科院校数学课程教学改革的研讨与实践”的一个组成部分。

随着计算工具和计算技术的发展，世界上涌现了众多的计算机软件——MATLAB, Mathematica, MATHCAD, SSPS……这些计算机软件的出现，无疑给科学技术及工程领域带来了强有力的计算工具，为科学、工程计算注入了活力。同时也给高等院校的高等数学的学习带来了根本的变革，加强数学概念的教学，领会其思想内涵，能够举一反三地运用数学知识建立实际计算问题的数学模型，利用这些数学软件进行计算，是所有数学从业者对数学教育的共识。我们编写这本数学实验与数学建模教材的目的，就是使学生通过这本书的学习能够熟悉较通用的数学计算软件 MATLAB，学会用 MATLAB 进行一般的数学计算，学会用 MATLAB 编程进行数学计算，学会针对一般实际问题建立数学模型，再通过对例题的学习和习题的练习，学会从分析实际问题、建立数学模型、编程进行数学计算，最终求出实际问题的解的方法，从而提高分析问题、解决问题的能力。

本书共有两大部分，共 13 个实验。第一篇为 MATLAB 实验，共 9 个实验。实验 1 是 MATLAB 概述、安装与简单计算，实验 2 是符号函数及其微积分，实验 3 是多元函数及其微积分，实验 4 是无穷级数及曲线拟合，实验 5 是符号方程的求解，实验 6 是 Fourier 变换和 Laplace 变换，实验 7 是线性代数运算，实验 8 是数理统计方面的计算，实验 9 是 MATLAB 编程基础。第二篇为数学建模实验，共 4 个实验。实验 10 是数学模型简介与简单模型，实验 11 是微分方程模型，实验 12 是线性代数，实验 13 是概率统计模型，实验 14 是优化模型。各实验后附有练习题，书后附有数学建模练习题的参考解答。

使用本教材时，建议与高等数学的学习同步，学完一章做一个数学实验，学会一种数学计算。每个实验建议学时为 2 学时。数学建模的实验安排在高等数学及相关内容学完以后进行，

最后可以在机上安排考核.

本教材由上海电机学院数学教研室编写,由张圣勤老师担任主编,周钢和王玲老师担任副主编,各实验的编写人员为:MATLAB 部分实验 1~5 为张圣勤老师,实验 6~9 为鞠银老师;数学建模部分实验 10 为崔汉哲老师,实验 11 为周钢老师,实验 12 为迟晓丽老师,实验 13 为王玲老师,实验 14 为王云娟老师.全书由张圣勤老师负责统稿.

在本书的编写过程中,我们参考了机械工业出版社出版张圣勤编著的《MATLAB 7.0 实用教程》,电子工业出版社出版苏金朋等编著的《MATLAB 使用教程》、王正林等编著的《精通 MATLAB 7.0》,人民邮电出版社出版求是科技编著的《MATLAB 7.0 从入门到精通》,清华大学出版社出版孙祥等编著的《MATLAB 7.0 基础教程》,高等教育出版社出版姜启源编写的《数学建模》、李继成编写的《数学试验》等教材或著作,个别题目来源于有些网站,在此表示衷心的感谢.

尽管编者已竭尽全力,想编出一套比较简单实用的数学实验教材,但由于水平有限,错误疏漏之处在所难免,恳请读者批评指正.

编者
2008 年 9 月

目 录

第一篇 MATLAB 实验

实验 1	MATLAB 概述、安装与简单计算	2
1.1	MATLAB 的概述	2
1.2	MATLAB 的安装	3
1.3	MATLAB 的工作界面	8
1.4	MATLAB 的基本命令与基本函数	11
1.5	MATLAB 的基本赋值与运算	17
	练习题 1	20
实验 2	符号函数及其微积分	22
2.1	符号函数计算	22
2.2	绘制二维图形	23
2.3	符号函数的极限	28
2.4	符号函数的导数	30
2.5	符号一元函数的积分	31
	练习题 2	32
实验 3	多元函数及其微积分	34
3.1	绘制三维图形	34
3.2	多元函数的微积分	40
	练习题 3	41
实验 4	无穷级数及曲线拟合	43
4.1	级数求和与级数展开	44
4.2	Taylor 级数运算器	45
4.3	多项式的简单运算及曲线拟合	46
	练习题 4	49
实验 5	符号方程的求解	51
5.1	代数方程的符号解	51
5.2	符号线性方程(组)的求解	53
5.3	非线性符号方程的求解	53
5.4	常微分方程的符号解	54
	练习题 5	55
实验 6	Fourier 变换和 Laplace 变换	57
6.1	Fourier 变换	57
6.2	Laplace 变换	58
	练习题 6	60

实验 7 线性代数	61
7.1 基本的矩阵操作	61
7.2 线性方程组的求解	64
7.3 矩阵的分解	68
7.4 线性方程组的数值解	70
7.5 稀疏矩阵及其运算	75
练习题 7	79
实验 8 数理统计	81
8.1 常见基本数据分析函数	81
8.2 方差与标准方差	84
8.3 协方差与相关系数	85
练习题 8	86
实验 9 MATLAB 编程基础	87
9.1 文件类型与变量类型	87
9.2 M 文件的控制语句	90
9.3 程序调试和错误处理	93
练习题 9	95

第二篇 数学建模

实验 10 数学模型简介与简单模型	98
10.1 数学模型概述	98
10.2 简单模型示例——工厂的存储模型	99
10.3 建立数学模型的一般步骤	100
10.4 模型分类和能力的培养	100
10.5 初等方法建模示例	101
练习题 10	105
实验 11 微分方程模型	106
11.1 传染病模型	106
11.2 缉私艇追赶走私船模型	112
11.3 食饵—捕食者模型	115
练习题 11	118
实验 12 线性代数模型	119
12.1 森林管理模型	119
12.2 群体遗传模型	122
练习题 12	124
实验 13 概率统计模型	126
13.1 初等概率模型	126
13.2 随机性决策模型与随机性存储模型	129
13.3 排队模型	136
练习题 13	136

实验 14 优化模型	138
14.1 优化模型的数学描述	138
14.2 优化模型分类	138
14.3 建立优化模型的一般步骤	139
14.4 优化模型举例	139
14.5 优化问题的 MATLAB 求解	141
练习题 14	151
数学建模练习题参考答案	152

第一篇 MATLAB 实验

实验 1 MATLAB 概述、安装与简单计算

MATLAB 是美国 Mathworks 公司生产的一个为科学和工程计算专门设计的交互式大型软件,是一个可以完成各种精确计算和数据处理的、可视化的、强大的计算工具. 它集图示和精确计算于一身,在应用数学、物理、化工、机电工程、医药、金融和其他需要进行复杂数值计算的各个领域得到了广泛应用. 它不仅是一个在各类工程设计中便于使用的计算工具,而且也是一个在数学、数值分析和工程计算等课程教学中的优秀的教学工具. 在世界各地的高等院校中十分流行,在各类工业应用中更有不俗的表现.

1.1 MATLAB 的概述

MATLAB 名称是分别取两个英文单词 Matrix 和 Laboratory 的前 3 个字母组成. MATLAB 诞生于 20 世纪 70 年代后期的美国新墨西哥大学计算机系系主任 Cleve Moler 教授之手. 1984 年,在 Little 的建议推动下,由 Little, Moler, Steve Bangert 三人合作,成立了 Mathworks 公司,同时把 MATLAB 正式推向市场. 也从那时开始, MATLAB 的原代码采用 C 语言编写,除加强了原有的数值计算能力外,还增加了数据图形的可视化功能. 1993 年, Mathworks 公司推出了 MATLAB 的 4.0 版本,系统平台由 DOS 改为 Windows,推出了功能强大的、可视化的、交互环境的用于模拟非线性动态系统的工具 SIMULINK,第一次成功开发出了符号计算工具包 Symbolic Math Toolbox 1.0,为 MATLAB 进行实时数据分析、处理和硬件开发而推出了与外部直接进行数据交换的组件,为 MATLAB 能融科学计算、图形可视、文字处理于一体而制作了 Notebook,实现了 MATLAB 与大型文字处理软件 Microsoft Word 的成功对接. 至此, Mathworks 公司使 MATLAB 成为国际控制界公认的标准计算软件.

1997 年, Mathworks 公司推出了 5.0 版本,至 20 世纪末的 1999 年发展到 5.3 版. 当时 MATLAB 拥有了更丰富的数据类型和结构,更好地面向对象的快速精美的图形界面,更多的数学和数据分析资源, MATLAB 工具箱也达到了 25 个,几乎涵盖了整个科学技术运算领域. 在世界上大部分大学里,应用代数、数理统计、自动控制、数字信号处理、模拟与数字通信、时间序列分析、动态系统仿真等课程的教材都把 MATLAB 作为必不可少的内容. 在国际学术界, MATLAB 被确认为最准确可靠的科学计算标准软件,在许多国际一流的学术刊物上都可以看到 MATLAB 在各个领域里的应用.

MATLAB 有非常优秀的计算和可视化功能. MATLAB 既可命令控制,也可编程,有上百个预先定义好的命令和函数,这些函数还可以通过用户自定义函数进行进一步的扩展. 它能够用一个命令求解线性系统,完成大量的高级矩阵的处理,5.0 版就可以处理 16384 个元素的大型矩阵. MATLAB 有强大的二维、三维的图形工具,能完成很多复杂数据的图形处理工作. MATLAB 还可以与其他程序一起使用,例如它可以在 FORTRAN 程序中完成数据的可视化计算,可以与字处理软件 Word、数据库软件 Excel 互相交互,进行数据传输. 为各个领域的用

户定制了众多的工具箱,7.0版的工具箱已达到了30多个,在安装时有灵活的选择,而不需要一次把所有的工具箱全部安装(注:本书无特殊注明均使用7.0版)。

1.2 MATLAB 的安装

1.2.1 MATLAB 7.0 对系统软、硬件资源的要求

CPU:最低要求是 Pentium II 或相应产品,最好是 Pentium III 或更高。

内存:最低要求 128M,最好是 256M 或更多。

硬盘:至少预留 200M 以上的空间,当然多些更好。

光驱:至少 20 倍速或以上。

显卡:最小为 8 位 256 色或以上的图形适配器,最好是 24 位或是 32 位 OpenGL 图形适配器。

系统:Windows98/NT/2000/XP 或其他相关产品。

浏览器:Netscape Navigator 4.0 或 Microsoft Internet Explorer 4.0 及其以上产品。

预装软件:

- (1) 安装 Office97/2000/XP,用以运行 MATLAB 的 Notebook, Excel Builder, Excel Link 等软件。
- (2) 安装 Microsoft Visual C/C++5.0/6.0/7.0
或 Compaq Visual Fortran 5.0/6.1/6.6
或 Borland C/C++5.0/5.02
或 Borland C++ Builder3.0/4.0/5.0/6.0
或 Watcom 10.6/11 或 LCC2.4。
- (3) Adobe Acrobat Reader3.0 及以上版本的 PDF 文件浏览器。

1.2.2 MATLAB 7.0 的安装过程

本书主要介绍 MATLAB 7.0 在具有 Windows2000/XP 操作系统的 PC 机上的安装过程。

1. 安装准备

- (1) 关闭所有正在运行的病毒监测软件,待安装完成以后再重新启动病毒监测软件。
- (2) 退出正在运行的其他程序,特别是退出 MATLAB 的其他版本或副本。
- (3) 检查光驱等计算机硬件是否处于良好状态。
- (4) 抄写好 MATLAB 的产品注册码备用。

2. 安装步骤

(1) MATLAB 7.0 安装光盘共有 3 张,先将第一张安装盘放入光驱,或者将 MATLAB 7.0 的所有安装程序复制到硬盘以虚拟光驱打开,这样安装速度会快一些。系统会自动搜索自动播放文件并直接进入安装向导界面(见图 1-1)。如果用户以前曾安装了 MATLAB,可以选择“Updated license with installing anything, using a new PLP”选项进行升级。

(2) 如果用户以前并没有安装过 MATLAB,直接点击“Next”进入用户信息和注册码输入界面(见图 1-2),这时用户应在“Name”一栏输入姓名,在“Company”一栏输入公司名称,在

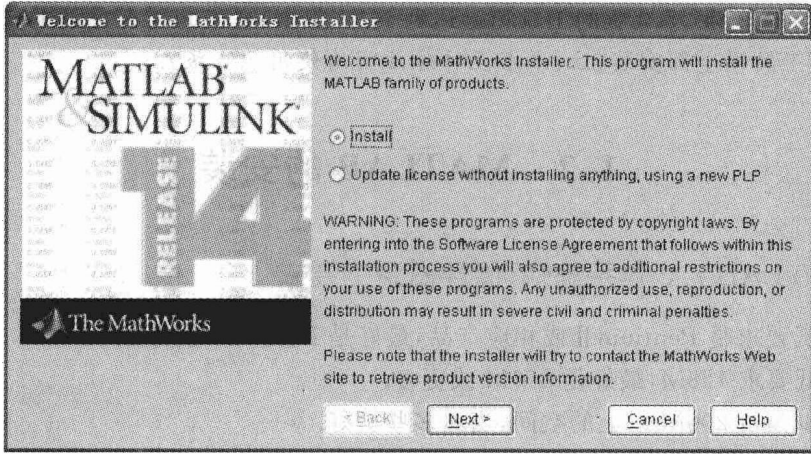


图 1-1 欢迎安装界面

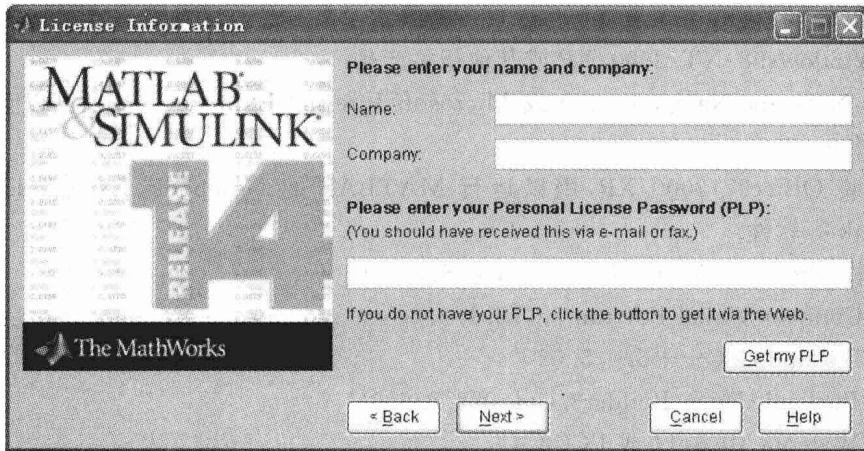


图 1-2 用户信息和注册码输入界面

“Please enter your Personal License Password”一栏输入正确的 MATLAB 7.0 产品注册码，并单击“Next”按钮进入下一个使用协议界面(见图 1-3)。

(3) 在接受使用协议界面选择接受“**Yes**”即可，单击“Next”进入下一个安装类型对话框(见图 1-4)。

(4) 安装类型对话框如图 1-4，如果用户想典型安装单选“**Typical**”，单击“Next”进入安装路径对话框；如果想自定义安装则单选“**Custom**”，然后单击“Next”进入安装功能选项对话框。

(5) 在安装路径对话框(见图 1-5)，用户输入即将安装的路径或单击旁边的“**Browse**”按钮选定安装路径，最后单击“Next”进入下一个安装功能界面。

(6) 安装功能界面如图 1-6，只要单击“**Install**”就可以进入文件复制界面。

(7) 安装功能选项对话框(见图 1-7)共有二项。第一项是安装路径输入框，用户在此输入自己将要安装的路径，或者点击“**Browse**”选择安装路径。第二项是选择安装的功能组件，用户可以自己选择，只要在功能选项名称左边的小方框内点击即选定安装，但对 MATLAB 的运行所必需的组件必须选择，如主程序模块、编译器模块、符号数据库模块等(可查看 MATLAB 7.0 中的安装组件说明文件)。一切选定以后可以单击“Next”进入文件复制界面。

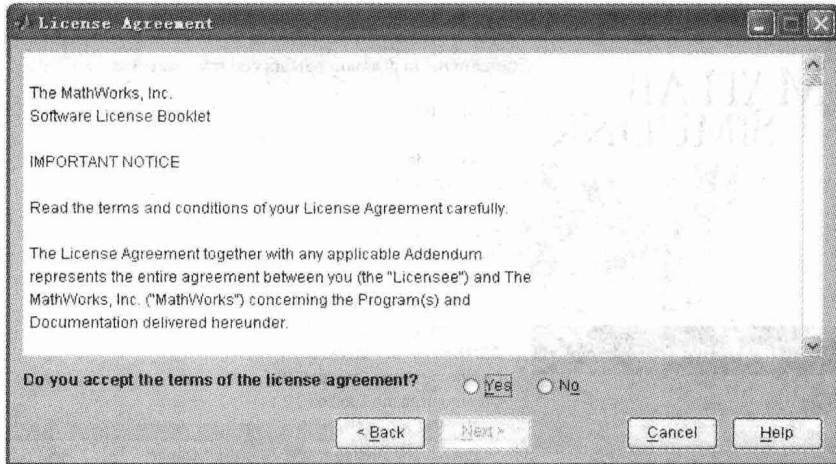


图 1-3 使用协议界面

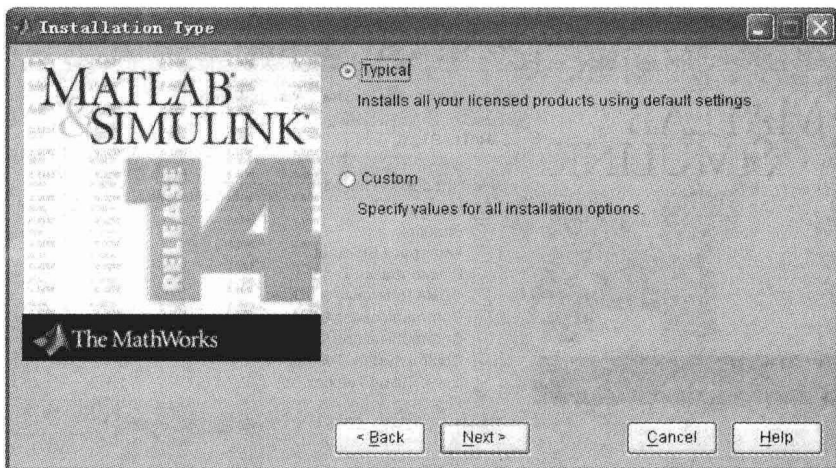


图 1-4 安装类型对话框

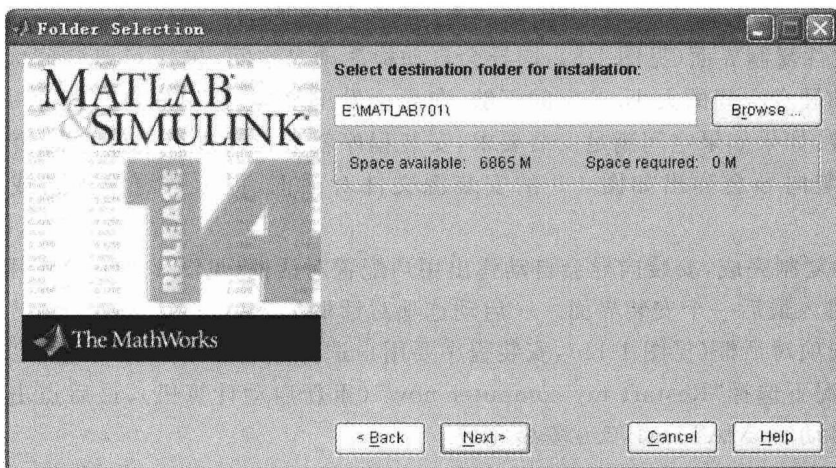


图 1-5 安装路径对话框

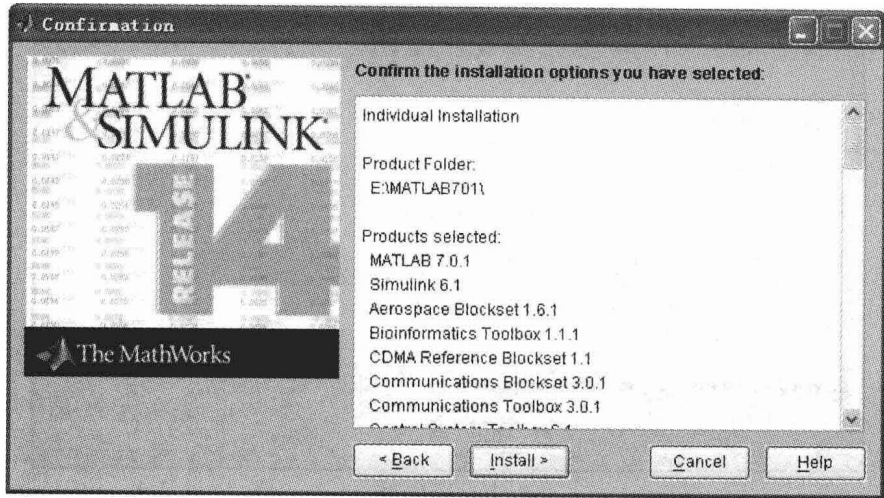


图 1-6 安装功能界面

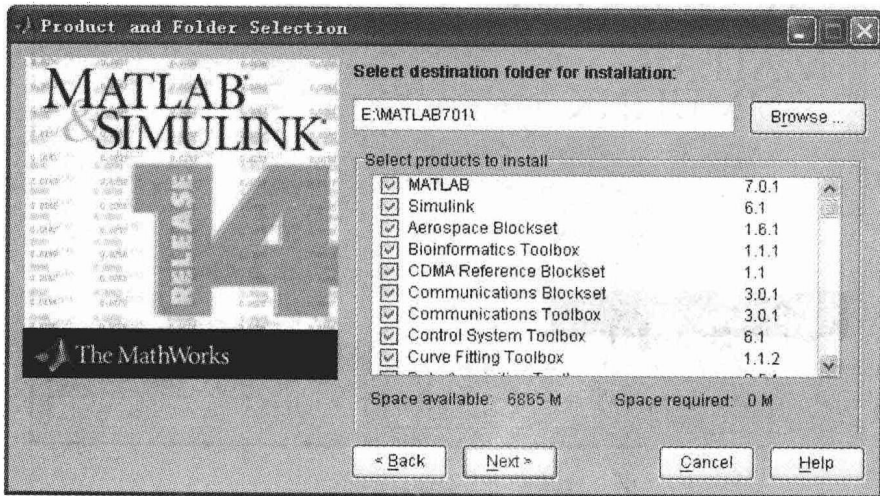


图 1-7 安装功能选项对话框

(8) 在文件复制界面(见图 1-8),向导会自动检测硬盘空间,包括 C 盘空间大小和用于存放拷贝文件的硬盘空间的大小.若空间不够,向导会发出警告,让用户自己删除一些不必要的文件以便安装.如果空间满足安装要求,安装程序就会自动进行文件复制.第一张光盘复制完成后,安装向导会弹出如图 1-9 的安装源文件对话框,提示你更换光盘或更改源文件路径.

(9) 文件复制完成,安装向导会自动弹出用户配置对话框(见图 1-10).这里用户可以直接点击“Next”进入最后一个安装界面——启动选项对话框.

在启动选项对话框(见图 1-11),安装程序要用户选择重新启动计算机还是以后再启动计算机,一般情况下选择“Restart my computer now”(重新启动计算机),最后点击“Finish”.待计算机重新启动后, MATLAB 7.0 安装完成.

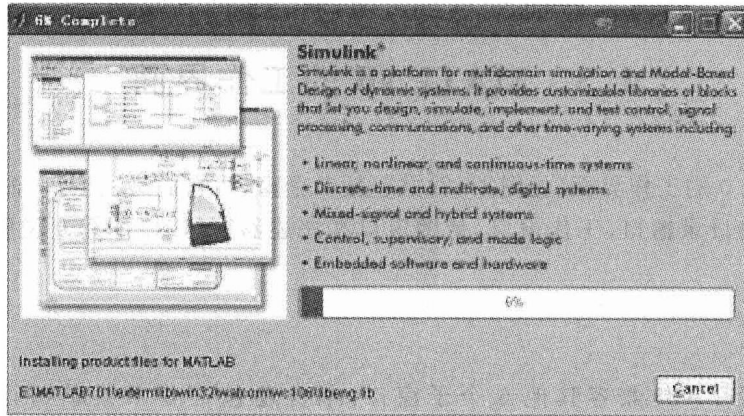


图 1-8 文件复制界面

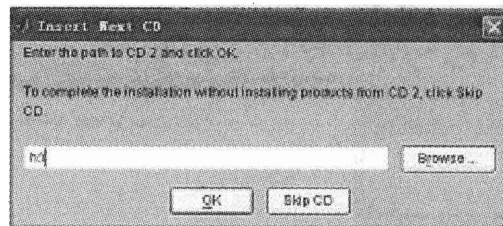


图 1-9 更换光盘提示框

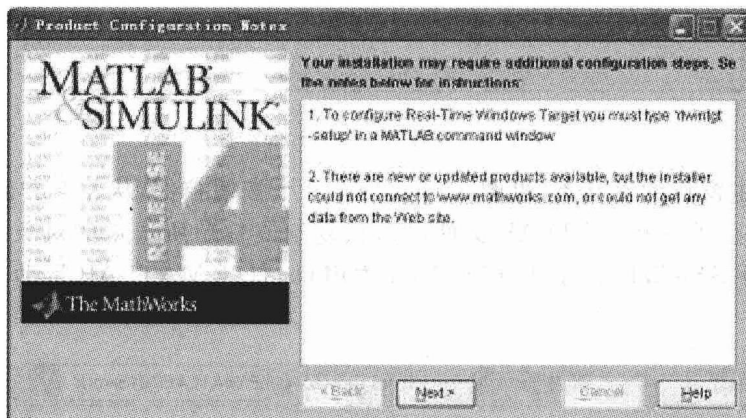


图 1-10 用户配置界面

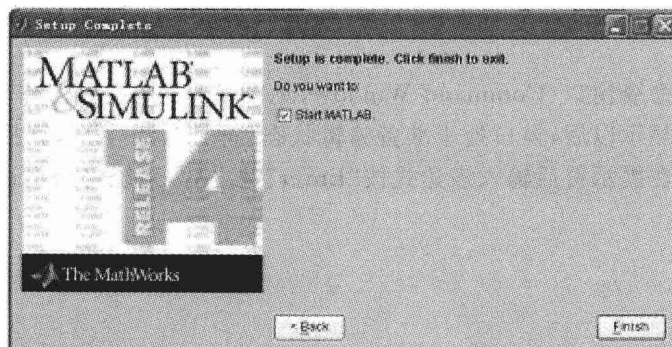


图 1-11 启动选项对话框

1.3 MATLAB 的工作界面

MATLAB 7.0 的工作界面(见图 1-12)共包括 7 个窗口,它们是主窗口、命令窗口、命令历史记录窗口、当前目录窗口、工作窗口、帮助窗口和评述器窗口。以下简要说明各主要窗口的功能。

1.3.1 主窗口

主窗口(MATLAB)兼容其他 6 个子窗口,本身还包含 6 个菜单(File, Edit, Debug, Desktop, Windows, Help)和一个工具条。

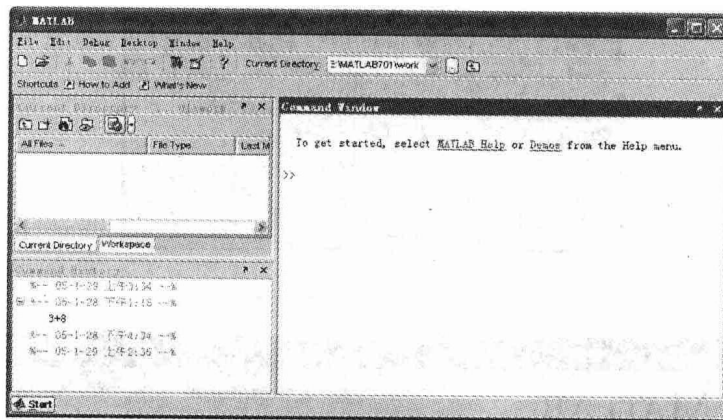


图 1-12 MATLAB 的工作界面

MATLAB 主窗口的工具条(见图 1-13)含有 10 个按钮控件,从左至右的按钮控件的功能依次为:新建、打开一个 MATLAB 文件;剪切、复制或粘贴所选定的对象、撤销或恢复上一次的操作、打开 Simulink 主窗口、打开 UGI 主窗口、打开 MATLAB 帮助窗口、设置当前路径。

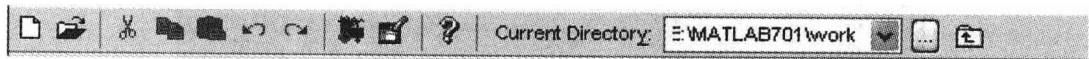


图 1-13 MATLAB 主窗口工具条选项

1.3.2 命令窗口

MATLAB 7.0 命令窗口(Command Window,见图 1-14)是主要工作窗口。当 MATLAB 启动完成,命令窗口显示以后,窗口处于准备编辑状态。符号“>>”为运算提示符,说明系统处于准备状态。当用户在提示符后输入表达式按“Enter”键之后,系统将给出运算结果,然后继续处于系统准备状态。

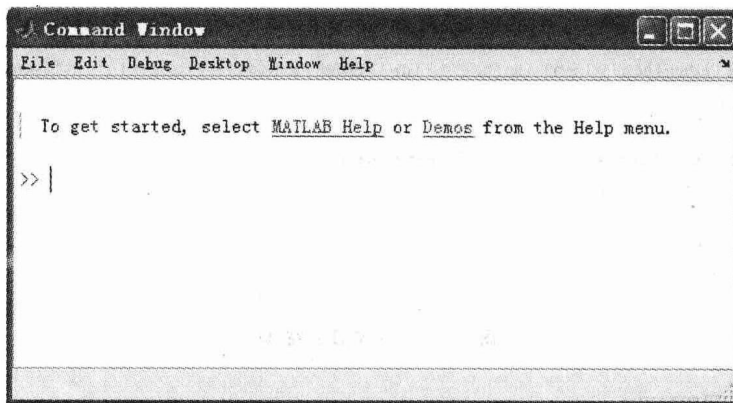


图 1-14 MATLAB 命令窗口

1.3.3 命令历史记录窗口

命令历史记录窗口(Command History, 见图 1-15). 在默认情况下, 命令历史记录窗口会保留自安装以来所有用过的命令的历史记录, 并详细记录了命令使用的日期和时间, 为用户提供了所使用的命令的详细查询, 所有保留的命令都可以单击后执行.

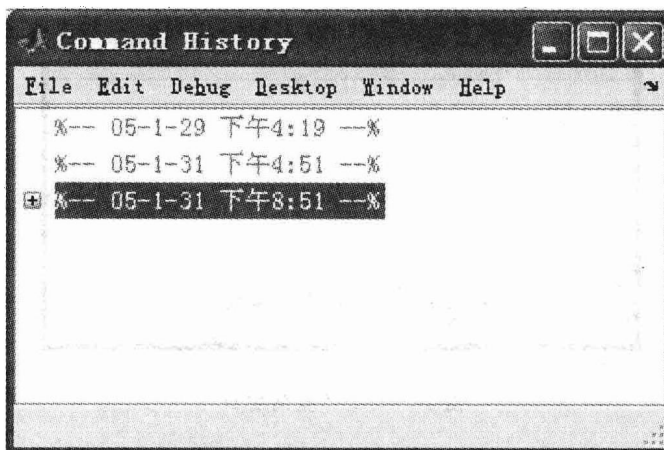


图 1-15 命令历史记录窗口

1.3.4 当前目录窗口

当前目录窗口(Current Directory, 见图 1-16)的主要功能是显示或改变当前目录, 不仅可以显示当前目录下的文件, 而且还可以提供搜索. 通过上面的目录选择下拉菜单, 用户可以轻松地选择已经访问过的目录. 单击右侧的按钮, 可以打开路径选择对话框, 在这里用户可以设置和添加路径. 也可以通过上面一行超链接来改变路径.