

# MATLAB

## 简明实例教程

主 编 · 于广艳 吴和静

副主编 · 张尔东 王 强



东南大学出版社  
SOUTHEAST UNIVERSITY PRESS

# MATLAB 简明实例教程

主 编 于广艳 吴和静  
副主编 张尔东 王 强

东南大学出版社  
· 南京 ·

## 内 容 简 介

MATLAB7.0 是美国 MathWorks 公司开发的优秀计算软件,自 20 世纪 80 年代面世以来,以其强大的数值计算功能、绘图功能和高效和编程能力在众多的数学计算软件中独领风骚,受到广大读者的欣赏。

本书按照由浅入深、循序渐进的原则进行编写,全书理论充实,实例丰富,编排适当,图文并茂。在讲清楚基础知识后,结合大量的实例介绍 MATLAB 的功能与应用。全书的主要内容包括 MATLAB 内容简介、MATLAB 的应用基础与数值计算、MATLAB 程序设计基础、MATLAB 图形绘制、MATLAB 的 GUI 程序设计、MATLAB 在信号类课程中的典型应用与实例解析、MATLAB 在拟合与插值中的应用、MATLAB 在数字图像处理中的应用、MATLAB 仿真与应用。

本书既可作为高校理工科学生、研究生学习的教材,也可供科学研究工作者、工程技术人员阅读使用。

### 图书在版编目(CIP)数据

MATLAB 简明实例教程 / 于广艳,吴和静主编. —南京:  
东南大学出版社,2016.1

ISBN 978-7-5641-6188-0

I. ①M… II. ①于…②吴… III. ①Matlab 软件-教材  
IV. ①TP317

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 294719 号

### MATLAB 简明实例教程

---

出版发行 东南大学出版社

社 址 南京市四牌楼 2 号

网 址 <http://www.seupress.com>

出 版 人 江建中

责任编辑 姜晓乐(joy\_supe@126.com)

---

经 销 全国各地新华书店

印 刷 常州市武进第三印刷有限公司

开 本 787 mm × 1092 mm 1/16

印 张 13

字 数 325 千字

版 印 次 2016 年 1 月第 1 版 2016 年 1 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 978-7-5641-6188-0

定 价 36.00 元

---

本社图书若有印装质量问题,请直接与营销部联系。电话(传真):025-83791830

# 前 言

本书以快速入门和实用性为原则,用通俗易懂的语言和大量实用的例子,介绍 MATLAB 的应用,内容涉及 MATLAB 的基本概念和功能、基本运算、基本命令窗口的应用、图形应用、M 文件、Simulink 以及 GUI 的应用等。并用一定的篇幅介绍了 MATLAB 在其他学科中的应用,包括信号类课程、图像处理以及在线性插值中的应用等。

本书注重简单实例的应用,使学生在学习过程中对 MATLAB 产生兴趣。本书把教学中贴近学生实际应用的实例整合到 MATLAB 所包括的各个模块,比如数值计算、图形应用、GUI、Simulink、M 文件等,让学生操作实例执行出结果而有所应用,在学习的过程中事半功倍。本书讲解详细,有丰富的例题和详尽的操作指导,为学生们提供了一本贴近实际应用、通俗易懂的教材,不仅可以作为大中专学生以及研究生入门级教程,也可作为相关工程技术人员的自学书籍。

本书由哈尔滨石油学院与黑龙江东方学院两所院校的教师合作编写而成。其中第 1、9 章由于广艳编写,第 6、8 章由吴和静编写,第 2 章由于广艳与张尔东编写,第 4、5 章由吴和静与王强编写,第 7 章由王强编写,第 3 章由吴和静与张尔东编写。由于时间仓促和水平有限,书中难免有不妥之处,敬请广大读者批评指正。

编者  
2015 年 3 月

# 目 录

<b>1</b>	<b>MATLAB 语言简介</b> .....	1
1.1	MATLAB 语言概述 .....	1
1.1.1	MATLAB 语言的产生及发展 .....	1
1.1.2	MATLAB 语言的特点及开发环境 .....	2
1.2	MATLAB 7.0 的安装、启动与退出 .....	3
1.3	MATLAB 7.0 的工作界面 .....	9
1.4	MATLAB 的帮助系统 .....	12
1.4.1	MATLAB 的帮助窗口 .....	12
1.4.2	MATLAB 的帮助命令 .....	13
1.4.3	MATLAB 的演示系统 .....	15
1.4.4	MATLAB 的远程帮助系统 .....	15
1.5	MATLAB 的通用命令 .....	16
1.5.1	管理命令和函数 .....	17
1.5.2	管理变量和工作空间 .....	18
1.5.3	使用文件和工作环境 .....	20
	思考与练习 .....	21
<b>2</b>	<b>MATLAB 应用基础与数值计算</b> .....	22
2.1	变量及其操作 .....	22
2.1.1	变量与赋值 .....	22
2.1.2	标点符号的使用 .....	23
2.1.3	常用的快捷键 .....	24
2.2	常用数学函数 .....	25
2.3	复数的创建及其运算 .....	26
2.3.1	复数的创建 .....	26
2.3.2	复数运算 .....	26
2.4	数据类型 .....	27
2.4.1	整数 .....	27
2.4.2	浮点数与精度函数 .....	28
2.4.3	数字数据类型操作函数 .....	30
2.5	矩阵与数组的建立 .....	30
2.5.1	矩阵的创建 .....	30
2.5.2	矩阵的存储 .....	33
2.5.3	矩阵的简单操作 .....	33

2.6	矩阵运算	36
2.7	数组运算	38
2.8	关系与逻辑运算	39
2.9	矩阵与数组的其他运算	40
2.10	多项式运算	41
2.10.1	概述	41
2.10.2	多项式的值与根	43
2.11	方程与方程的求解	44
2.11.1	线性方程数值求解	44
2.11.2	线性方程组数值求解	44
2.11.3	非线性方程数值求解	45
	思考与练习	46
<b>3</b>	<b>MATLAB 程序设计基础</b>	<b>48</b>
3.1	M 文件	48
3.1.1	M 文件的分类	48
3.1.2	M 文件的建立与打开	48
3.2	M 文件基础语法	49
3.2.1	MATLAB 语言结构	50
3.2.2	M 文件函数的编写	50
3.2.3	全局变量与局部变量	51
3.3	M 文件的程序控制	51
3.3.1	顺序结构	52
3.3.2	条件结构	53
3.3.3	循环结构	56
3.3.4	交互语句	59
3.4	程序的调试	60
3.4.1	错误的产生	60
3.4.2	调试菜单	61
3.4.3	调试命令	63
	思考与练习	63
<b>4</b>	<b>MATLAB 图形绘制</b>	<b>65</b>
4.1	二维图形的绘制	65
4.1.1	绘制二维曲线图	65
4.1.2	其他二维图形的绘制	70
4.2	三维图形的绘制	77
4.2.1	三维曲线图的基本函数	77
4.2.2	三维曲面图的基本函数	78

4.2.3	标准三维曲面函数 .....	80
4.2.4	绘制三维曲面图的函数 .....	81
4.3	三维网图的高级处理 .....	83
4.3.1	图形的消隐处理 .....	83
4.3.2	图形的裁剪处理 .....	84
4.3.3	图形的视点处理 .....	85
4.3.4	图形的色彩处理 .....	85
4.3.5	图形的光照处理 .....	86
4.4	图形句柄 .....	87
4.4.1	图形对象 .....	87
4.4.2	图形对象句柄 .....	88
4.4.3	图形对象属性 .....	88
4.5	图像与动画 .....	90
4.5.1	图像 .....	90
4.5.2	动画 .....	90
	思考与练习 .....	92
<b>5</b>	<b>MATLAB 的 GUI 程序设计</b> .....	<b>94</b>
5.1	GUI 基本知识及开发环境 .....	94
5.1.1	启动 GUI 开发环境 .....	95
5.1.2	GUI 的控件类型及属性控制 .....	96
5.1.3	GUI 开发环境(GUI Development Environment, GUIDE) .....	98
5.2	响应函数的编写 .....	103
5.2.1	响应函数的定义及类型 .....	103
5.2.2	响应函数的语法、参数与关联 .....	104
5.2.3	初始化响应函数 .....	105
5.2.4	添加响应函数 .....	106
5.3	GUI 设计初步 .....	106
5.4	综合实例解析 .....	113
	思考与练习 .....	118
<b>6</b>	<b>MATLAB 在信号类课程中的典型应用与实例解析</b> .....	<b>121</b>
6.1	信号处理工具箱简介 .....	121
6.1.1	什么是信号处理工具箱 .....	121
6.1.2	信号的表示方法 .....	121
6.1.3	信号的读入方式 .....	122
6.1.4	工具箱的核心功能 .....	123
6.2	基于 MATLAB 的信号与系统的时域分析 .....	124
6.2.1	信号的时域分析(time domain analysis) .....	124

6.2.2	LTI 系统的时域分析 .....	130
6.3	基于 MATLAB 的信号与系统的频域分析 .....	133
6.3.1	信号的频域分析(frequency analysis) .....	133
6.3.2	系统的频域分析(frequency analysis) .....	133
6.3.3	傅立叶变换在通信系统(communication)中的应用 .....	135
6.4	基于 MATLAB 的信号与系统的 s 域分析 .....	138
6.4.1	信号的 s 域分析 .....	138
6.4.2	系统的 s 域分析 .....	140
6.5	基于 MATLAB 的离散信号与系统的 Z 域分析 .....	143
6.5.1	离散信号(discrete time signal)的 Z 变换 .....	143
6.5.2	离散系统的 Z 域分析 .....	144
	思考与练习 .....	147
<b>7</b>	<b>MATLAB 在拟合与插值中的应用 .....</b>	<b>149</b>
7.1	曲线拟合 .....	149
7.2	一维插值 .....	151
7.3	二维插值 .....	153
	本章小结 .....	157
<b>8</b>	<b>MATLAB 在数字图像处理中的应用 .....</b>	<b>159</b>
8.1	数字图像处理介绍 .....	159
8.1.1	数字图像处理发展概况 .....	159
8.1.2	数字图像处理主要研究的内容 .....	160
8.1.3	数字图像处理的基本特点 .....	161
8.1.4	数字图像处理的优点 .....	161
8.1.5	数字图像处理的应用 .....	162
8.2	MATLAB 在图像处理中的应用 .....	163
8.2.1	常用图像操作 .....	164
8.2.2	图像文件的读写与显示操作 .....	166
8.2.3	图像几何操作 .....	167
8.3	图像变换功能 .....	168
8.3.1	傅立叶变换 .....	168
8.3.2	离散余弦变换 .....	170
8.3.3	radon 变换 .....	171
8.3.4	离散小波变换 .....	172
8.4	图像增强功能 .....	172
8.4.1	灰度直方图均衡化 .....	172
8.4.2	灰度变换法 .....	174
8.4.3	平滑与锐化滤波 .....	175



8.4.4 真彩色增强 .....	176
8.5 边缘检测和图像分割功能 .....	177
本章总结 .....	178
<b>9 MATLAB 仿真与应用</b> .....	<b>179</b>
9.1 Simulink 概述 .....	179
9.1.1 Simulink 简介 .....	179
9.1.2 Simulink 的启动与退出 .....	179
9.2 功能模块函数库介绍 .....	181
9.2.1 输入源模块 .....	181
9.2.2 接收模块 .....	182
9.2.3 连续系统模块 .....	183
9.2.4 数学运算模块 .....	183
9.3 Simulink 模块的操作 .....	184
9.3.1 模块的编辑 .....	184
9.3.2 模块的参数和属性设置 .....	186
9.4 Simulink 建模与仿真 .....	189
9.5 Simulink 建模实例 .....	192
思考与练习 .....	194
参考文献 .....	195

# MATLAB 语言简介

## 1.1 MATLAB 语言概述

MATLAB 是由美国 MathWorks 公司发布的,主要面对科学计算、可视化以及交互式程序设计的高科技计算环境。它将数值分析、矩阵计算、科学数据可视化以及非线性动态系统的建模和仿真等诸多强大功能集成在一个易于使用的视窗环境中,为科学研究、工程设计以及必须进行有效数值计算的众多科学领域提供了一种全面的解决方案,并在很大程度上摆脱了传统非交互式程序设计语言(如 C、Fortran)的编辑模式。MATLAB 因其强大的功能和诸多优点,在各个学科和领域得到了广泛的应用。

### 1.1.1 MATLAB 语言的产生及发展

MATLAB 的名称是矩阵(Matrix)和实验室(Laboratory)这两个英文单词的前三个字母的组合。

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。20 世纪 70 年代后期,身为美国 New Mexico 大学计算机系主任的 Cleve Moler,在给学生讲授线性代数课程时,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,这也许就算是 MATALB 的第一个版本。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 Stanford 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、Sieve 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。

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。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 MATLAB 5.0 版本, 紧接着产生了 MATLAB 5.1、MATLAB 5.2 版本, 至 1999 年发展到 MATLAB 5.3 版本。

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, 功能强劲的大型软件。在国外, MATLAB 已经经受了多年考验。在欧美等高校, 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。

MATLAB 当前推出的最新版本是 MATLAB 7.0 版本(R14)。

### 1.1.2 MATLAB 语言的特点及开发环境

#### 1) MATLAB 的特点

一种语言之所以能如此迅速地普及, 显示出如此旺盛的生命力, 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、符合人们思维习惯的代码, 代替了 C 和 FORTRAN 语言的冗长代码。具体地说, MATLAB 主要有以下特点:

##### (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程任务, 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。

##### (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) 结构化的控制语句

MATLAB 包括具有结构化的控制语句, 如 for 循环、while 循环、break 语句和 if 语句, 并且具有面向对象编程的特性。

##### (4) 语法限制不严格, 程序设计自由度大

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。

##### (6) MATLAB 的图形功能强大

在 FORTRAN 和 C 语言里, 绘图都很难, 但在 MATLAB 里, 数据的可视化非常简单。MATLAB 还具有较强的编辑图形界面的能力。

##### (7) 丰富的内部函数和工具箱

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, 其工具箱又可分为两类: 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, 功能性工具箱能用于多种学科。而学科性工具箱是专业性比较强的, 如 control、toolbox、signal processing tool-

box、communication toolbox 等。这些工具箱都是由该领域内的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,可直接运用工具箱进行高、精、尖的研究。

#### (8) MATLAB 的缺点

和其他高级程序相比, MATLAB 程序的执行速度较慢。由于 MATLAB 的程序不用编译等预处理,也不生成可执行文件,程序为解释执行,所以速度较慢。

### 2) MATLAB 的开发环境

MATLAB 是一种集成了数值计算、数据可视化和程序设计的多功能高级语言。程序编写过程与数学推导过程均采用用户习惯的数学推导、描述的方法,因此程序编写更加直观方便。

MATLAB 主要应用于数值计算、算法开发、数学建模、应用仿真、数据分析及可视、工程绘图以及应用开发等方面。MATLAB 以数组和矩阵为基本计算元素,主要包括 MATLAB 语言、MATLAB 工作环境、MATLAB 句柄图形控制系统、MATLAB 数学函数库、MATLAB 工具箱和 MATLAB 应用程序接口 6 大部分。

## 1.2 MATLAB 7.0 的安装、启动与退出

由于 MATLAB 7.0 具有强大的数值计算功能,其对运行环境有一定的要求,安装过程与一般程序的安装过程类似。下面介绍 MATLAB 7.0 的安装方法。

### 1) MATLAB 7.0 对系统软、硬件资源的要求

安装 MATLAB 7.0 时,须满足的一定的系统软件、硬件资源要求。

#### (1) 软件环境

软件环境如下:

① 操作系统为 Windows 98/NT/2000/XP/2003 等版本。

② 浏览器应为 Netscape Navigator 4.0a 及更高版本或 Microsoft Internet Explorer 4.0 及更高版本。

③ 要安装运行 MATLAB Notebook、MATLAB Excel Builder、Excel Link、Database Toolbox 和 MATLAB Web Server,需要安装 Microsoft Word 8.0(Office 97)、Office 2000 或 Office XP 等。

④ 要实现 API,需要预先安装 Compaq Visual Fortran 5.0、6.1 或 6.6, Microsoft Visual C/C++ 5.0、6.0 或 7.0,或者安装 Borland C/C++ 5.0 或 5.02, Borland C++ Builder 3.0、4.0、5.0 或 6.0, Watcom version 10.6/11 或者 LCC 2.4。

⑤ 为了能够阅读和打印软件所附带的 PDF 格式的帮助信息,需要安装 Adobe Acrobat Reader 3.0 或更高版本。

#### (2) 硬件环境

硬件环境如下:

① 计算机的 CPU 为 Pentium、Pentium Pro、Pentium II、Pentium III、Pentium 4、Xeon PIII、AMD Athlon、AMD Athlon XP 等,最好是 Pentium III 或以上版本。

② 内存至少 128MB,推荐在 256MB 以上。

- ③ 硬盘至少有 2GB 以上的剩余空间。
- ④ 显卡最小为 8 位图形适配器,并在 256 色以上。
- ⑤ CD 光驱至少为 20 倍速以上。

## 2) MATLAB 7.0 的安装过程

Windows 7 作为微软发布的新一代的操作系统,凭借其稳定、安全、易操作等多种优势性能,受到众多用户的青睐。如今,已逐渐取代 Windows XP,成为众人使用的对象。对于 MATLAB 7.0 的安装过程,本书以 Windows 7 系统为例来讲解。

(1) 直接解压缩文件(注意:最好是在 D 盘根目录下面解压)

在解压的文件夹里面找到 setup.exe 这个文件,双击该文件(文件图标如图 1-1 所示)即可进行安装。



图 1-1

(2) 双击 setup.exe 文件后,会出现图 1-2 所示的选择安装选项对话框。先点击 Install,然后点击 Next。

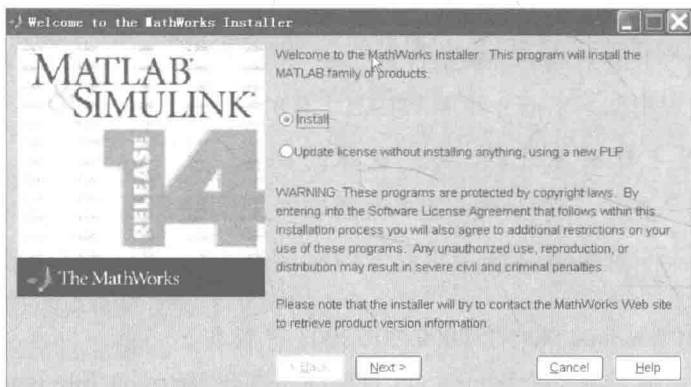


图 1-2

(3) 点击 Next 后会出现图 1-3 的对话框。

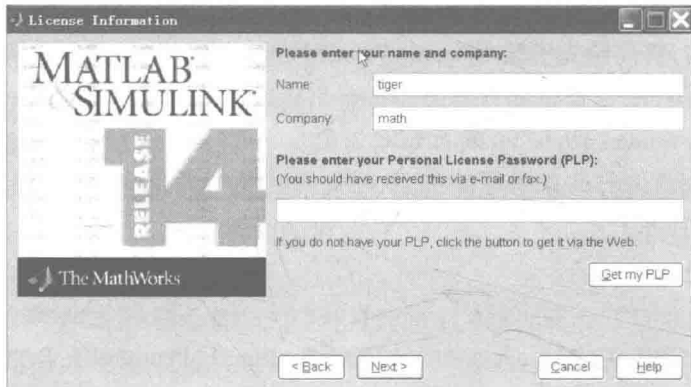


图 1-3

在 Name 和 Company 栏填入姓名和公司名(可随意填写),第三行需要输入注册号,按照提示将序列号填入即可,然后点击 Next 进行下一步。

(4) 出现如图 1-4 所示的对话框,先选中 Yes,表示阅读并同意软件协议的条款,然后点击 Next。

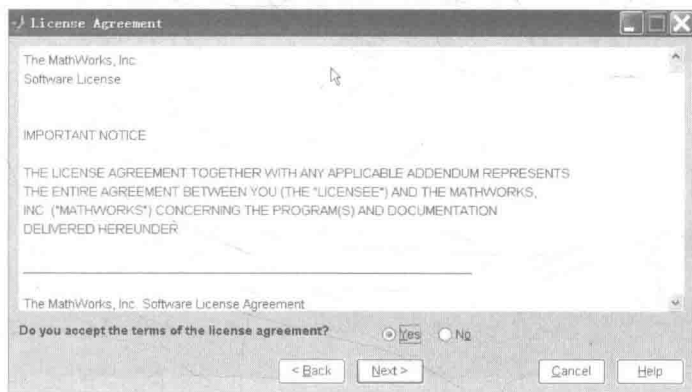


图 1-4

(5) 如图 1-5 所示,出现选择安装类型对话框,点击 Typical 选择典型形式,然后点击 Next。

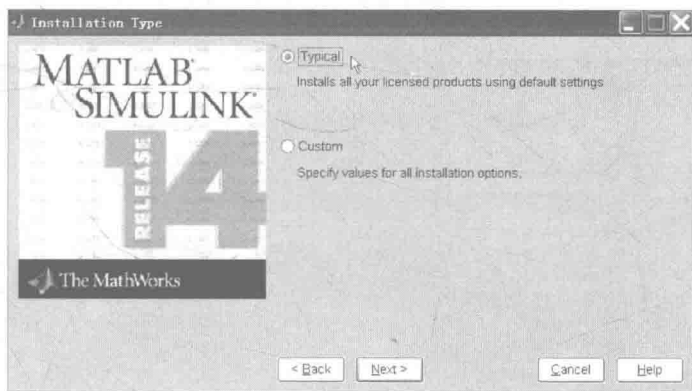


图 1-5

(6) 如图 1-6 所示,系统默认是安装在 C 盘下的 MATLAB 文件夹下,点击 Next。

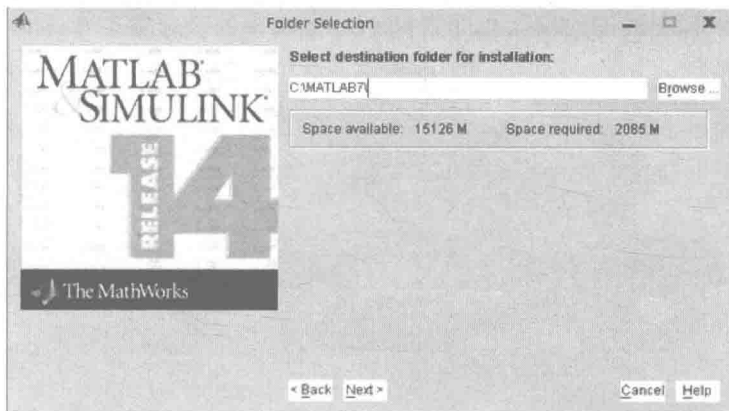


图 1-6

(7) 弹出文件夹选择对话框, 点击 Yes, 然后点击 Next。

(8) 如图 1-7 所示, 出现确认安装软件包和安装位置对话框, 点击 Install。

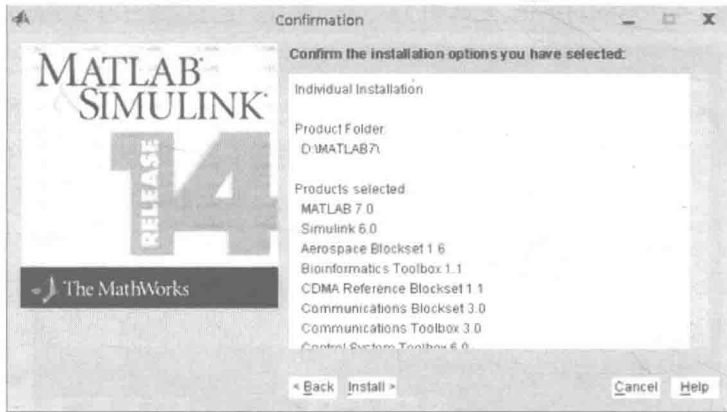


图 1-7

(9) 图 1-8 为安装过程对话框, 系统会自动完成安装, 安装过程大概在 10 分钟左右。

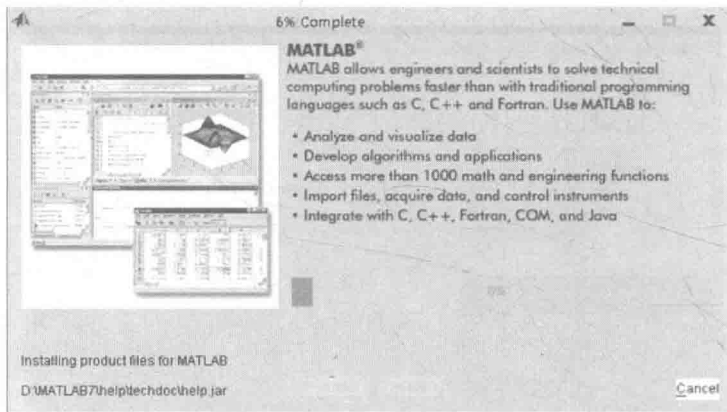


图 1-8

若安装到 97% 左右时出现如图 1-9 所示对话框, 请点击 Yes to All; 若不出现该对话框, 则直接进行下一步操作。

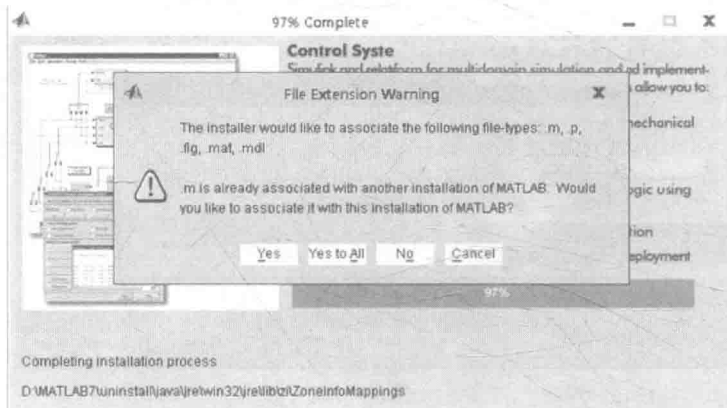


图 1-9

(10) 出现如图 1-10 所示对话框,点击 Next。

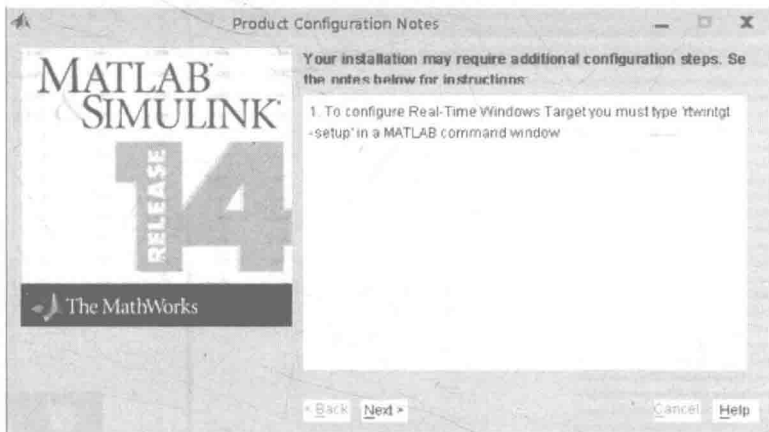


图 1-10

(11) 出现图 1-11 所示安装完成对话框,点击 Finish。

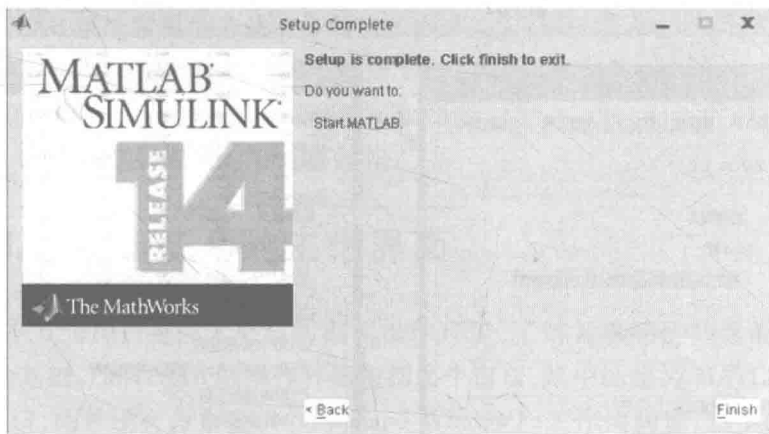


图 1-11

(12) 在 Windows 7 下安装会弹出如图 1-12 所示的提示错误的对话框。此时,关掉这两个对话框。(注意:Windows XP 不会出现这个错误提示对话框)

(13) 在桌面上找到 MATLAB 快捷方式图标,如图 1-13 所示,将光标移动到该快捷方式,单击右键打开该快捷方式的“属性”对话框,如图 1-14 所示,点击“兼容性”,出现图 1-15 所示的对话框。

(14) 在“以兼容模式运行这个程序”前面打钩,并在下面的下拉框选择“Windows Vista (Service Pack 1)”,最后点击“确定”,完成 MATLAB 7.0 的安装过程。此时,双击桌面上的 MATLAB 7.0 快捷方式图标(图 1-13),即可运行 MATLAB 软件。



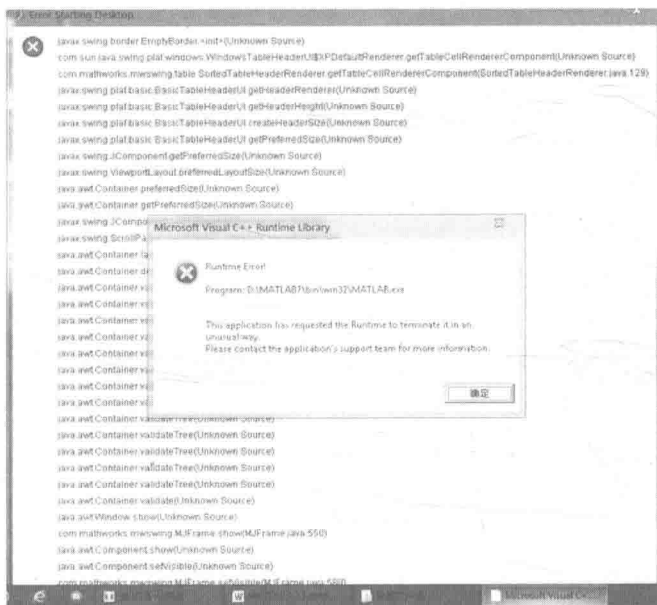


图 1-12



图 1-13

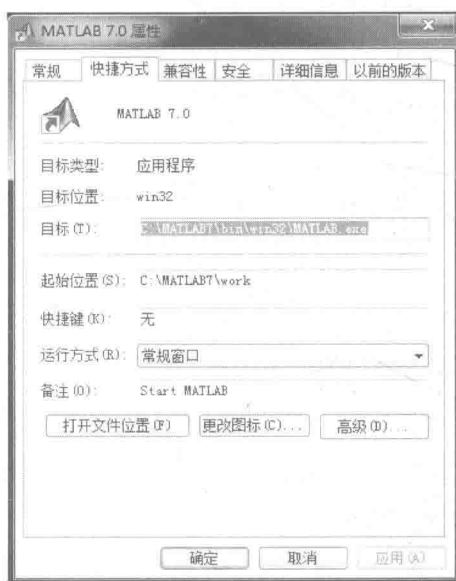


图 1-14

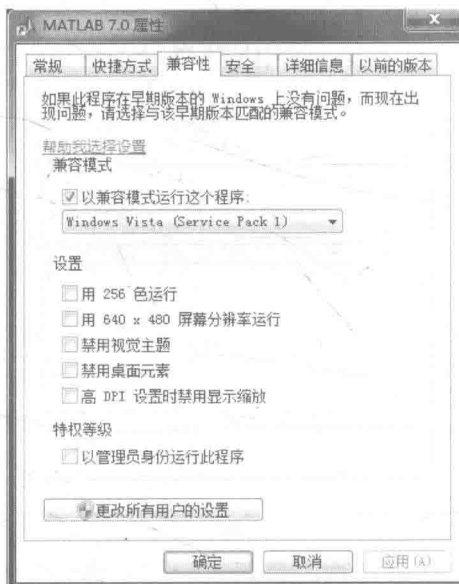


图 1-15

### 3) MATLAB 7.0 的启动过程

安装并重新启动计算机后,就可以运行 MATLAB 7.0 系统了,如图 1-16 所示。

启动 MATLAB 系统常见的方法有 3 种:

- (1) 单击 Windows 开始菜单,选择 MATLAB 7.0 即可启动 MATLAB 系统。
- (2) 运行 MATLAB 系统安装程序 setup.exe。
- (3) 如果用户在桌面上建立了快捷方式,可以双击此快捷方式启动 MATLAB 系统。