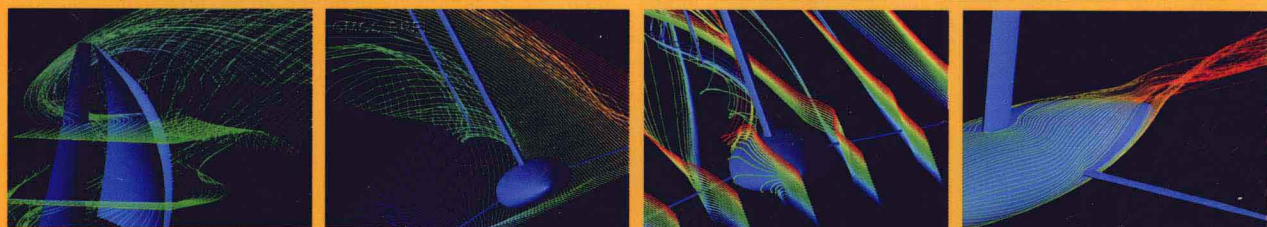


MATLAB 7.X 应用系列丛书

MATLAB



从入门到精通 (第2版)

周建兴 岂兴明 矫津毅 张延伟 等 编著

本书源代码可通过
如下网址下载：
www.ptpress.com.cn

内容全面，突出技巧

从基础的变量、函数、数据类型等入手，到数学分析、图形可视化、Simulink 仿真、文件读写等，全面详细地帮助读者掌握 MATLAB 的操作和使用技巧。

版本经典，注重基础

虽然 MathWorks 公司不断推出新版本，但在基础编程、基础知识和基础操作方面保持了一贯的稳定性。本书在编写时兼顾了版本的更新和内容的稳定。

深入讲解，示例清楚

本书对函数或命令中比较常用的部分进行重点分析讲解。同时通过示例对函数和命令中的一些典型知识点进行深入剖析，从而帮助读者真正掌握 MATLAB。

精心编排，便于查阅

本书在讲述 MATLAB 功能时，精心选择了有代表性的示例。并将相关内容和函数命令通过表格的形式归纳总结，从而便于读者在学习的同时翻阅查找相关部分的命令和函数。

MATLAB7.x 应用系列丛书



MATLAB

从入门

到精通

(第2版)

周建兴 岂兴明 矫津毅 张延伟 等 编著

人民邮电出版社

北京

图书在版编目 (CIP) 数据

MATLAB从入门到精通 / 周建兴等编著. -- 2版. --
北京: 人民邮电出版社, 2012.6
(MATLAB 7.x应用系列丛书)
ISBN 978-7-115-28042-8

I. ①M… II. ①周… III. ①Matlab软件 IV.
①TP317

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第069839号

内 容 提 要

本书以 MATLAB 7.x 软件为基础, 系统讲解了 MATLAB 基本环境和操作方法; 分章阐述了矩阵计算、数值计算、符号计算、数据可视化、数据分析、M 文件编写、Simulink 仿真、句柄图形、图形用户界面、文件读写、MATLAB 编译器、应用程序接口等内容; 结合相关的函数或命令, 精心编写了一些具体的示例, 充分说明了具体函数和命令的使用方法。

我社网站 (www.ptpress.com.cn) 提供本书全部示例的源代码, 可帮助读者更好地理解书中的内容并更快地掌握 MATLAB 的使用方法。

本书内容充实、结构紧凑, 既可作为高校学生系统学习 MATLAB 的书籍, 也可以作为广大科研和工程技术人员在工作中使用 MATLAB 的参考书。

MATLAB 7.x 应用系列丛书 MATLAB 从入门到精通 (第 2 版)

- ◆ 编 著 周建兴 岂兴明 矫津毅 张延伟 等
责任编辑 刘 洋
- ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号
邮编 100061 电子邮件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
北京隆昌伟业印刷有限公司印刷
- ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 31.25
字数: 742 千字 2012 年 6 月第 2 版
印数: 10 801 - 14 800 册 2012 年 6 月北京第 1 次印刷

ISBN 978-7-115-28042-8

定价: 65.00 元

读者服务热线: (010)67132692 印装质量热线: (010)67129223
反盗版热线: (010)67171154

前言 (第2版)

本书是《MATLAB 从入门到精通》的第2版。《MATLAB 从入门到精通》一书自2008年出版以来多次重印,深受广大读者的厚爱和青睐,成为许多读者学习 MATLAB 的必备参考书之一,得到广大读者的认同和认可。由于本书内容全面、示例清楚、简单易懂、系统性较强,被一些高校教师推荐为 MATLAB 学习的教材之一。在本书出版至今的3年多时间里,广大读者在学习使用过程中,根据实际学习情况,也提出了一些非常中肯的意见和建议,这为本书此次的修订和完善指出了方向。在此次修订中,作者对这些意见和建议均予以认真考虑,并将这些宝贵意见反映到本书的修订中,以期能够最大限度地满足广大读者的需要。

MATLAB 是美国 Mathworks 公司发布的数学商业计算软件,与 Mathematica、Maple 并称为三大数学软件。MATLAB 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与仿真等诸多功能集成在视窗环境中,提供了一种高级技术的计算语言和交互环境,为科学研究、工程设计、信号处理与通信及与数值计算有关的众多科学领域提供了一种优秀的计算工具。MATLAB 可以完成数值分析、数值和符号计算、工程与科学绘图、控制系统的设计与仿真、数学图像处理技术、数字通信技术、通信系统设计与仿真、财务与金融工程等各种工作。此外, MATLAB 的附加工具箱(单独提供的 MATLAB 专用函数集)进一步扩展了 MATLAB 环境,解决计算生物学等众多技术领域的问题。本书作为一本 MATLAB 入门级教材,旨在帮助读者对 MATLAB 的基本功能进行较为全面、系统的学习,为读者精通和进一步通向更高级、更专业的应用打下坚实的基础。

MATLAB 最早起始于20世纪70年代,由美国新墨西哥大学计算机科学系主任 Cleve Moler 用 FORTRAN 语言编写而成。1984年, Little、Moler、Steve Bangert 合作成立了 Mathworks 公司,正式把 MATLAB 推向市场,此即 MATLAB 1.0 版本。到20世纪90年代中期, MATLAB 已经成为国际控制行业的标准计算软件。2004年, MATLAB 发布了7.0版本, MATLAB 软件正式进入7.x版本阶段,2012年3月1日发布的最新版为7.14版本。自2006年开始, MATLAB 以 a、b 版本命名在春秋两季分别发布,如2008年发布了2008a 和 2008b 两版,其余年份相同。尽管在每一新版本中, MATLAB 都进行了修订和改进,但对入门级和普通使用者而言,广泛接受和使用的仍然是 MATLAB 的基本功能,即 MATLAB 开发环境、MATLAB 数学函数库、MATLAB 语言、MATLAB 图形处理系统和 MATLAB 应用程序接口(API)五大部分的基本功能。因此,本书主要针对7.x版本中的基础内容进行较为全面、系统的介绍,使读者能够系统地掌握 MATLAB 的这些基本功能。

在此次出版过程中,根据读者意见,我们对全书中的插图进行了调整,使插图字号更大、字迹更清楚,帮助读者能够更为舒服地阅读相关示例。此外,针对读者提出的排版问题,我们将每页排版形式由纵向页眉改为横向页眉,使读者在阅读过程中,能够方便地在页边处批注或记笔记,更便于读者的阅读和学习。此外,本书在修订过程中还对读者提到的个别内容错漏问题一并进行了修改、完善。

本书此次修订由周建兴、岂兴明、矫津毅、张延伟等人共同完成。在修订过程中,也得到了本书编辑刘洋、清华大学有关师生的热心帮助和大力支持,在此一并表示感谢。

由于作者水平有限，书中错误和不当之处仍在所难免，敬请各位读者批评指正。读者可将意见和建议通过电子邮件发送至本书责任编辑的电子邮箱 liuyang@ptpress.com.cn。

作者

2012年4月于清华大学

前言 (第 1 版)

MATLAB 简介

MATLAB 是美国 MathWorks 公司推出的产品, 最早的版本出现在 20 世纪 70 年代, 用 FORTRAN 语言编写, 主要功能是实现程序库的接口功能。MATLAB 名称来自于 Matrix 和 Laboratory 两个英文单词的前 3 个字母的组合。进入 20 世纪 90 年代以后, MATLAB 发展成为国际公认的标准计算软件, 在数值计算方面的功能不断增强, 此时, MATLAB 的内核采用 C++ 语言进行编写, 并且增强了数据的可视化功能。

现在, MATLAB 不断提供功能更为强大的软件包, 并配以翔实丰富的帮助系统, 越来越多地得到各个专业领域人员的认可和青睐。时至今日, MATLAB 已经发展为高性能的数值计算软件, 并且集成了可视化功能, 提供了大量的内置函数, 被广泛地应用于科学计算、控制系统、信息处理等领域的分析、仿真和设计工作。

从近几年开始, MathWorks 公司每年都进行两次 MATLAB 产品发布, 时间分别在每年的 3 月和 9 月, 而且, 每一次发布都会包含所有的产品模块, 如产品的 new feature、bug fixes 和新产品模块的推出。每次, MathWorks 发布 MATLAB 的同时, 也会发布 Simulink。在欧美一些国家, 很多大公司在将产品投入实际使用之前都会进行仿真试验, 这些公司主要使用的仿真软件就是 Simulink。MATLAB 提供了自己的编译器: 全面兼容 C++ 以及 FORTRAN 两大语言。因此, MATLAB 成为工程师、科研工作者最易上手的编程语言、最好的工具和环境。

编写目的

MATLAB 版本在更新过程中, 不断加入新的组件或功能, 帮助用户在更为深入的专业仿真处理领域获得更好的体验。但对于大部分用户的使用而言, 在掌握基本的 MATLAB 操作和使用方法, 以及帮助系统的帮助方式以后, 能够更快地进行比较专业和深入的仿真处理分析。对于比较专业的部分, 如控制部分、信号处理、小波分析、金融分析等部分的仿真和分析过程, 用户可以在本书介绍的基本方法和处理能力的基础上, 结合这些专业的领域内的知识, 来完成仿真分析的处理过程。

对于大多数的读者和用户而言, 在学习软件初期迫切需要能够对 MATLAB 的基本概念和基础操作进行介绍的书籍。因此, 本书以相对稳定的 MATLAB 7.x 版本为基础进行这些内容方面的介绍。本书按照一般读者的学习规律, 在介绍基本知识和基本操作的基础上, 对 MATLAB 进行仿真处理的各个主题方面进行详细深入的讲解。同时, 便于用户能够在本书的基础上, 接触和掌握 MATLAB 强大的文本帮助系统, 以及导航器/浏览器帮助系统, 从而增强读者在掌握基础知识和操作基础上, 利用帮助文件系统, 进行自主学习。

本书特点

和其他相关书籍相比较, 本书的主要特点如下。

1. 内容完整、全面

本书内容安排考虑到 MATLAB 进行仿真和运算分析时的基础知识和实践操作, 从基础

的变量、函数、数据类型等入手，到数学分析、图形可视化、Simulink 仿真、文件读写等，详细全面地帮助读者掌握 MATLAB 的分析方法。

2. 版本更新与内容稳定并重

随着 MathWorks 公司每年两次发行 MATLAB 软件，新内容不断增加到新版本中。但对于更新的版本，在基础编程、基础知识和基础操作方面保持了一贯的稳定性。因此，本书在编写时兼顾了版本的更新和内容的稳定。

3. 内容深入，示例清楚

MATLAB 的基础内容中涉及比较多的方面。本书在对相关主题介绍的同时，将函数或命令中比较常用的部分进行重点的分析介绍。同时，通过示例对函数和命令中的一些典型知识点进行讲解，从而帮助用户掌握和深入学习。

4. 精心编排，便于查阅

本书在讲述 MATLAB 功能时，精心选择了有代表性的示例。同时，将相关内容和函数命令通过表格的形式归纳总结，从而便于读者在学习的同时，翻阅查找相关部分的命令、函数。因此，非常有利于读者阅读和查阅。

本书主要内容

本书在内容安排方面遵循深入浅出的原则，通过相对独立的示例和说明作为补充。在书稿编写时，将内容比较基础和简单的部分安排在全书的前面章节，而将内容比较深入和专业的部分安排在本书的后面章节。这样，对于初级用户来讲，可以很快熟悉 MATLAB 的基础知识，掌握 MATLAB 的基础操作。此外，由于内容相对独立，因此，对于中高级用户来说，则可以跳过某些章节，直接学习所需的内容。

本书的主要内容安排如下：

第 1 章 MATLAB 7.x 概述，主要对 MATLAB 的发展和特点进行简单介绍。在此基础上，以 MATLAB 7.6 为例讲解了 MATLAB 的安装过程。在运行环境中，则详细介绍了 MATLAB 的相关工作界面和工作环境。在本章后面部分详细介绍了 MATLAB 强大的帮助系统。

第 2 章 MATLAB 基础知识，主要对 MATLAB 数值、变量、函数、表达式和数据类型进行讲解。在本章中，还对数值数据类型，如整数、浮点数、复数，以及数组、单元数组、结构体、字符串数据、关系和逻辑运算等内容进行详细阐述。

第 3 章矩阵运算，主要介绍了矩阵函数、特殊矩阵和矩阵分析。在此基础上，对和矩阵运算直接相关的线性方程组求解以及大量矩阵分解方法进行了详细讲解。

第 4 章 MATLAB 7.x 编程基础，主要介绍了 M 文件编辑器、脚本文件编写、流程控制命令、M 函数文件、程序的调试和剖析等内容。其中，对函数流程控制命令、M 函数文件等在 MATLAB 编程中常用到的内容进行了深入讲解。

第 5 章数据可视化，主要介绍了二维图形绘制、三维图形绘制、四维图形绘制、复数变量图形绘制和特殊图形绘制函数或命令。通过这些绘图命令的使用，可大大提高使用 MATLAB 进行图形数据可视化的分析和处理能力。

第 6 章数据分析，主要介绍了数据插值、曲线拟合、傅里叶分析等基本的数据分析方法。同时，对比较深入的内容，如优化问题、常微分方程、函数零点问题、数值积分、概率论和数理统计等，都做了详细分析。

第 7 章符号计算，主要介绍了符号对象、符号表达式及其操作、符号函数等与符号计算

相关的基础内容。在此基础上,对符号微积分、符号积分变换、符号代数方程求解、符号微分方程求解等专业内容进行了讲解。此外,对和符号计算相关的 Maple 命令的使用以及图形化符号分析内容进行了讲解。

第 8 章 Simulink 仿真系统,主要介绍了 Simulink 基础知识,如启动、仿真、模块浏览、模型窗口界面、模型操作、信号、Sink 模块,以及仿真系统设置等内容。在此基础上,深入讲解了线性连续系统建模、非线性连续系统建模、封装子系统及受控执行、离散时间系统和混合系统的相关内容。此外,对通过命令行方式进行 Simulink 仿真系统也做了讲解。

第 9 章句柄图形,主要介绍了句柄图形体系、图形对象的创建、图形对象的设置、高级绘图对象和坐标轴对象等内容。通过这些底层命令的访问和操作,可以帮助用户创建更为丰富和细致的图形对象。

第 10 章图形用户界面,主要介绍了图形用户界面的控件、回调函数的编写,以及对话框对象、界面菜单等相关的图形用户界面对象的使用和创建。此外,对图形用户界面创建工具 GUIDE 进行了比较详细的讲解,包括启动、图形界面编辑、属性设置、创建工具等,同时也结合示例对这些内容进行了具体分析。

第 11 章文件读取 I/O,主要介绍了命令行方式工作空间数据的输出和导入、底层文件读取 I/O 命令、文件名称处理、二进制文件处理、文本文件处理、图像文件处理等内容。这些格式多样的读取方式大大增强了 MATLAB 和其他软件之间的交换能力。

第 12 章 MATLAB 7.x 的编译器,主要介绍了编译器的安装和配置、编译器的编译过程、主要的编译命令,并对编译生成独立运行的应用程序、调用 M 文件中的函数接口、编译生成共享库函数等内容通过示例来加以讲解。

第 13 章应用程序接口,主要讲解了用 C 语言和 FORTRAN 语言编写 MEX 文件、MAT 文件,以及使用 MATLAB 引擎技术在 C 或 FORTRAN 程序中调用 MATLAB,还对 MATLAB 和 Java 语言的程序接口进行了介绍和说明。

读者对象

本书主要通过对 MATLAB 基础知识、基础操作、M 文件的编程方法等方面的介绍,力求全面展示 MATLAB 的基础使用方法。同时,在对这些命令进行介绍的过程中,配合以详细的示例和注释说明,帮助读者更好地理解命令的操作方式和目的。由于在本书的编写过程中,考虑到 MATLAB 版本的更新与内容的相对稳定性,因此,本书非常适合初、中级 MATLAB 学习者学习和使用,同时,本书也适合作为高校学生和广大科研工作人员的必备参考书籍。对高级用户,本书也有很好的帮助作用。

致谢

本书主要由周建兴、岂兴明、矫津毅、张延伟等人执笔完成。在编写过程中,也得到了清华大学有关师生的热心帮助和大力支持,在此一并表示感谢。

由于作者水平有限,书中错误和不当之处在所难免,敬请各位读者批评指正。读者可将意见和建议通过电子邮件发送至本书责任编辑的电子邮箱 liuyang@ptpress.com.cn。

作者

2008 年 7 月于清华大学

目录

第 1 章 MATLAB 7.x 概述	1
1.1 MATLAB 简介	1
1.1.1 MATLAB 的发展	1
1.1.2 MATLAB 的主要特点	2
1.2 MATLAB 7.x 的安装	3
1.3 MATLAB 7.x 的运行环境	7
1.3.1 MATLAB 7.x 的启动	7
1.3.2 MATLAB 7.x 的工作 环境	8
1.3.3 命令窗口 (Command Window)	9
1.3.4 历史命令 (History Command) 窗口	11
1.3.5 目录和文件管理	14
1.3.6 搜索路径管理	17
1.3.7 工作空间和数组编 辑器	18
1.3.8 工作空间数据的保存	20
1.4 MATLAB 7.x 的帮助系统	22
1.4.1 命令行帮助查询	22
1.4.2 演示帮助查看	24
1.4.3 内容帮助浏览	25
1.4.4 索引方式查询帮助 文件	26
1.4.5 查询帮助文件	26
1.5 本章小结	27
第 2 章 MATLAB 基础知识	28
2.1 MATLAB 计算的介绍	28
2.1.1 简单的计算示例	28
2.1.2 基本的数学运算符号	30
2.1.3 命令行中的常用标点	31
2.1.4 命令窗口中的常用 操作和编辑命令	31
2.1.5 命令窗口的显示	33
2.2 数值、变量和表达式	35
2.3 数值数据类型	36
2.3.1 整数	36
2.3.2 浮点数	39
2.3.3 整型浮点数间的操作 函数	40
2.3.4 复数	41
2.3.5 常见的数学函数	43
2.4 数组	45
2.4.1 一维数组的创建	46
2.4.2 多维数组的创建	48
2.4.3 数组的运算	51
2.4.4 常用的标准数组	53
2.4.5 低维数组的寻址和 搜索	54
2.4.6 低维数组的处理函数	58
2.4.7 高维数组的处理和 运算	61
2.5 单元数组和结构体	63
2.5.1 单元数组的创建和 操作	63
2.5.2 单元数组函数	66
2.5.3 结构体创建	68
2.5.4 结构体函数	69
2.6 字符串	71
2.6.1 字符串创建和简单 操作	71
2.6.2 正则表达式搜索字 符串	74
2.7 关系和逻辑运算	76
2.7.1 关系运算符	76
2.7.2 逻辑运算符	77
2.7.3 关系和逻辑函数	78
2.8 本章小结	80

第 3 章 矩阵运算	81	4.3.4 switch 分支选择结构	123
3.1 矩阵函数和特殊矩阵	81	4.3.5 try-catch 结构	124
3.1.1 常见的矩阵处理函数	81	4.4 控制命令	126
3.1.2 特殊矩阵	83	4.4.1 continue 命令	126
3.1.3 稀疏矩阵	83	4.4.2 break 命令	126
3.2 矩阵分析	86	4.4.3 return 命令	127
3.2.1 范数分析	87	4.4.4 input 命令	128
3.2.2 条件数分析	89	4.4.5 keyboard 命令	128
3.2.3 矩阵的行列式	90	4.4.6 error 和 warning 命令	129
3.3 线性方程组	92	4.5 程序的向量化概念	129
3.3.1 恰定方程组	92	4.5.1 程序的向量化	130
3.3.2 欠定方程组	94	4.5.2 向量化和循环结构的	
3.3.3 超定方程组	95	对比	131
3.4 矩阵分解	96	4.5.3 逻辑数组和向量化	132
3.4.1 Cholesky 分解	97	4.6 M 函数文件	134
3.4.2 不完全 Cholesky 分解	98	4.6.1 函数文件的创建	134
3.4.3 LU 分解	100	4.6.2 伪码文件	135
3.4.4 不完全 LU 分解	101	4.6.3 输入输出参数	136
3.4.5 QR 分解	103	4.6.4 任意个数输入输出	
3.4.6 奇异值分解	106	参数	137
3.5 特征值分析	108	4.6.5 函数句柄和匿名函数	140
3.5.1 特征值和特征向量	109	4.7 程序的调试和剖析	143
3.5.2 稀疏矩阵的特征值和		4.7.1 程序调试的常见错误	143
特征向量	111	4.7.2 直接调试方法	143
3.5.3 特征值的条件数	112	4.7.3 通过工具调试	144
3.5.4 特征值的复数问题	113	4.7.4 M 文件剖析	146
3.6 本章小结	114	4.8 本章小结	149
第 4 章 MATLAB 7.x 编程基础	115	第 5 章 数据可视化	150
4.1 M 文件编辑器	115	5.1 图形绘制示例	150
4.1.1 打开 M 文件编辑器	115	5.2 二维图形绘制	152
4.1.2 M 文件编辑器的设置	117	5.2.1 plot 函数	152
4.1.3 M 文件编辑器的		5.2.2 线型、标记和颜色	155
打印属性设置	117	5.2.3 图形坐标轴设置	156
4.2 M 脚本文件的编写	118	5.2.4 多个图形叠绘及	
4.3 流程控制	120	多个图形窗口	159
4.3.1 for 循环结构	120	5.2.5 子图绘制	161
4.3.2 while 循环结构	121	5.2.6 交互式绘图和屏幕	
4.3.3 if 判断结构	122	刷新	162

5.2.7	plotyy 函数绘制 双坐标轴	164	6.4.3	傅里叶级数	212
5.2.8	easy 绘图命令	166	6.4.4	使用 FFT 进行插值	215
5.3	三维图形绘制	168	6.5	优化问题	217
5.3.1	曲线图绘制	168	6.5.1	非线性无约束优化	217
5.3.2	网格图绘制	169	6.5.2	约束条件下的非线性 优化	220
5.3.3	曲面图的绘制	172	6.5.3	最小最大值的优化 问题	221
5.3.4	绘制等值线图	175	6.5.4	线性规划求解	223
5.4	四维图形可视化	177	6.6	常微分方程	224
5.4.1	slice 切片命令	177	6.6.1	常微分方程介绍	224
5.4.2	其他 slice 函数	178	6.6.2	常微分方程求解	225
5.4.3	等值面图绘制	179	6.6.3	加权常微分方程	229
5.5	复数变量图形绘制	182	6.6.4	延迟微分方程	231
5.6	特殊图形绘制	183	6.6.5	常微分方程的边界 问题	232
5.6.1	area 区域绘图	184	6.7	函数的零点问题	234
5.6.2	pie 饼图绘制	185	6.7.1	一元函数的零点	234
5.6.3	直方图和梯形图	185	6.7.2	多元函数的零点	235
5.6.4	矢量分布图绘制	187	6.8	数值积分	236
5.6.5	误差线图绘制	188	6.8.1	一元函数的数值积分	237
5.6.6	离散数据绘制	189	6.8.2	多重数值积分	238
5.6.7	伪色彩图绘制	190	6.9	概率论和数理统计	239
5.6.8	极坐标图形绘制	191	6.9.1	概率分布	239
5.7	图形的打印输出	192	6.9.2	数据分布分析	241
5.8	本章小结	194	6.9.3	假设检验	242
			6.10	本章小结	245
第 6 章	数据分析	195	第 7 章	符号计算	246
6.1	数据插值	195	7.1	符号对象和符号表达式	246
6.1.1	一维插值	195	7.1.1	符号对象的创建命令	246
6.1.2	二维插值	199	7.1.2	符号对象的创建示例	247
6.1.3	样条插值	201	7.1.3	符号计算中的运算符 和函数	248
6.2	曲线拟合	203	7.1.4	符号对象的类别 识别命令	248
6.3	图形界面曲线拟合	204	7.1.5	符号表达式中的 变量确定	249
6.3.1	曲线拟合示例	204	7.1.6	符号精度计算	250
6.3.2	拟合残差图形绘制	205			
6.3.3	数据预测	207			
6.4	傅里叶分析	208			
6.4.1	离散傅里叶变换	208			
6.4.2	傅里叶变换相关的 常用函数	211			

7.2	符号表达式的操作	250	8.3	Simulink 信号	287
7.3	符号表达式的替换	252	8.3.1	常见信号	287
7.4	符号函数的操作	253	8.3.2	复数信号	288
7.4.1	反函数操作	253	8.3.3	虚拟信号和信号总线	289
7.4.2	复合函数操作	254	8.3.4	创建信号组	291
7.5	符号微积分	255	8.3.5	自定义信号源	294
7.5.1	级数求和	255	8.4	常用的 Sink 模块	295
7.5.2	符号极限	255	8.5	Simulink 仿真系统的设置	298
7.5.3	符号微分	256	8.5.1	解算器 (Solver) 的 设置	299
7.5.4	符号积分	258	8.5.2	仿真数据的输入 输出设置	300
7.6	符号积分变换	259	8.5.3	仿真诊断设置	301
7.6.1	傅里叶变换及其反 变换	259	8.6	线性连续系统建模	303
7.6.2	拉普拉斯变换及 其反变换	260	8.6.1	使用积分模块	303
7.6.3	Z 变换及其反变换	261	8.6.2	使用积分器求解 微分方程	305
7.7	符号代数方程求解	262	8.6.3	传递函数进行仿真	306
7.8	符号微分方程求解	263	8.6.4	状态空间方法进行 系统仿真	308
7.9	利用 Maple 进行符号计算	265	8.7	非线性连续系统建模	309
7.9.1	Maple 函数的使用	265	8.7.1	非线性仿真系统建模 简介	309
7.9.2	Maple 经典函数的 调用	266	8.7.2	任意非线性函数的 仿真	312
7.9.3	Maple 库函数的帮助	268	8.8	封装子系统创建和受控执行	315
7.10	符号分析可视化	270	8.8.1	使用模块组合子系统	315
7.10.1	funtool 分析界面	270	8.8.2	通过子系统模块 创建子系统	316
7.10.2	taylorltool 分析界面	271	8.8.3	封装子系统	318
7.11	本章小结	272	8.8.4	使能控制子系统	320
第 8 章	Simulink 仿真系统	273	8.8.5	触发控制子系统	321
8.1	Simulink 基础知识	273	8.9	离散时间系统和混合系统	322
8.1.1	Simulink 的启动	273	8.10	命令方式运行 Simulink	324
8.1.2	Simulink 创建仿真示例	274	8.11	本章小结	325
8.1.3	模块库浏览器	278	第 9 章	句柄图形	326
8.1.4	Simulink 模型窗口	279	9.1	句柄图形体系	326
8.1.5	模型窗口的菜单栏	280	9.1.1	图形对象	326
8.2	Simulink 模型操作	283			
8.2.1	Simulink 模型的原理	283			
8.2.2	模块的操作	284			
8.2.3	信号线的操作	286			

9.1.2	句柄对象	327	10.6.2	创建图形用户界面 对象	372
9.1.3	对象属性	328	10.6.3	设置组件的属性	375
9.1.4	图形对象句柄创建 示例	328	10.6.4	编写回调函数	377
9.2	图形对象创建	329	10.6.5	图形用户界面的 执行	379
9.2.1	创建图形对象	329	10.6.6	GUIDE 创建的工具	379
9.2.2	访问图形对象句柄	331	10.6.7	创建带 UIControl 控件的 图形界面	381
9.2.3	使用句柄操作图形 对象	333	10.6.8	创建带菜单和 坐标轴的图形界面	384
9.3	图形对象设置	334	10.7	本章小结	388
9.3.1	用 set 命令设置属性	334	第 11 章	文件读取 I/O	389
9.3.2	图形的默认属性	337	11.1	工作空间数据读取	389
9.3.3	句柄图形的通用属性	338	11.2	数据文件的导入和导出	391
9.4	高级绘图对象	339	11.3	底层文件读取 I/O	393
9.4.1	Nextplot 属性	339	11.4	文件名称处理	395
9.4.2	Newplot 命令	340	11.5	处理二进制文件	397
9.4.3	高级绘图命令	340	11.5.1	读取 M 文件	397
9.5	坐标轴对象	341	11.5.2	读取文本文件	399
9.5.1	坐标轴的几何属性	342	11.5.3	写入文本文件	401
9.5.2	坐标轴的刻度属性	343	11.6	处理文本文件	402
9.5.3	坐标轴的照相机属性	344	11.6.1	使用 csvread 读取 文本文件	402
9.5.4	坐标轴的尺度、 方向属性	346	11.6.2	使用 dlmread 读入 数据	403
9.6	本章小结	346	11.6.3	使用 textread 读入 文件	405
第 10 章	图形用户界面	347	11.6.4	使用 textscan 读入 数据	407
10.1	图形用户界面介绍	347	11.6.5	使用 csvwrite 输出 文本数据	408
10.2	图形用户界面控件	349	11.6.6	使用 dlmwrite 输出 数据	409
10.2.1	图形用户界面控件的 创建	349	11.7	图像文件读入和输出	410
10.2.2	鼠标动作执行	353	11.7.1	图像文件读入	410
10.2.3	事件队列的执行 顺序	355	11.7.2	图像文件输出	412
10.2.4	回调函数的编写	355	11.8	本章小结	413
10.3	对话框对象	360			
10.4	界面菜单	364			
10.5	编写 M 文件	368			
10.6	图形界面创建工具 GUIDE	370			
10.6.1	GUIDE 的启动	370			

第 12 章 MATLAB 7.x 的编译器414	13.1.3 创建 MEX 文件.....451
12.1 编译器概述.....414	13.2 FORTRAN 语言的 MEX
12.2 编译器的安装和配置.....415	文件.....454
12.2.1 安装前提.....415	13.2.1 FORTRAN-MEX
12.2.2 编译器的安装.....415	函数的调用.....454
12.2.3 配置编译器.....415	13.2.2 MEX 函数.....456
12.3 编译过程.....420	13.3 MAT 文件.....458
12.3.1 安装 MCR.....421	13.3.1 MAT 函数.....458
12.3.2 MCR 编译过程.....422	13.3.2 C 语言创建 MAT 文件.....459
12.4 编译命令.....423	13.3.3 FORTRAN 语言创建
12.5 编译生成独立运行程序.....425	MAT 文件.....462
12.5.1 编译 M 文件.....425	13.4 MATLAB 的引擎技术.....465
12.5.2 M 文件和 C 文件的	13.4.1 MATLAB 引擎技术
混合编译.....428	简介.....466
12.5.3 编译图形绘制 M 文件.....430	13.4.2 创建使用引擎技术
12.6 调用 M 文件中的函数接口.....434	程序.....467
12.7 编译生成共享库函数.....438	13.5 Java 语言接口.....471
12.8 本章小结.....446	13.5.1 MATLAB 中的 Java
第 13 章 应用程序接口447	接口.....471
13.1 C 语言 MEX 文件.....447	13.5.2 Java 接口程序应用.....477
13.1.1 MEX 文件的数据.....447	13.6 本章小结.....484
13.1.2 C-MEX 文件的调用.....448	参考文献.....486

第 1 章 MATLAB 7.x 概述

MATLAB 是美国 MathWorks 公司推出的产品，最早的版本出现在 20 世纪 70 年代，用 FORTRAN 语言编写，主要功能是实现程序库的接口功能。MATLAB 名称由 Matrix 和 Laboratory 两个英文单词的各前 3 个字母组合得到。进入 20 世纪 90 年代以来，MATLAB 发展成为国际公认的标准计算软件，在数值计算方面的功能不断增强，此时，MATLAB 的内核采用 C 语言进行编写，并且增强了数据的可视化功能。现在，MATLAB 7.x 不断提供功能更为强大的软件包，并配以翔实丰富的帮助系统，越来越多地得到各个专业应用领域的认可和青睐。本章对 MATLAB 7.x 的基本内容进行介绍，主要包括：

- ◆ MATLAB 7.x 的安装
- ◆ MATLAB 7.x 的启动和工作环境
- ◆ MATLAB 7.x 的通用命令
- ◆ MATLAB 7.x 的帮助系统

1.1 MATLAB 简介

时至今日，MATLAB 已经发展为综合高性能的数值计算软件。现在的 MATLAB，已经将高性能的数值计算和可视化集成在一起，提供了大量的内置函数，广泛地应用于科学计算、控制系统、信息处理等领域的分析、仿真和设计工作，而且利用 MATLAB 产品的开放式结构，用户和读者可以非常容易地对 MATLAB 的功能进行扩充，从而在不断深化对问题认识的同时，不断完善 MATLAB 产品以提高产品自身的竞争能力。

1.1.1 MATLAB 的发展

从 2006 年开始，MathWorks 公司每年进行两次 MATLAB 产品发布，时间分别在每年的 3 月和 9 月，而且，每一次发布都会包含所有的产品模块，如产品的 new feature、bug fixes 和新产品模块的推出。在 R2008a (MATLAB 7.6, Simulink 7.1) 中，主要更新了 10 个产品模块，增加了多达 350 个新特性，增加了对 64 位 Windows 的支持，并新推出了 .net 工具箱。

MATLAB 作为和 Mathematica、Maple 并列的三大数学软件之一，其强项就是其强大的矩阵计算以及仿真能力。每次 MathWorks 发布 MATLAB 的同时，也会发布仿真工具 Simulink。在欧美国家，很多大公司在将产品投入实际使用之前都会进行仿真试验，所主要使用的仿真软件就是 Simulink。MATLAB 提供了自己的编译器，全面兼容 C++ 以及 FORTRAN 两大语言。因此，MATLAB 成为工程师、科研工作者手上最好的语言、最好的工具和环境之一。

MATLAB Compiler 是一种编译工具，它能够将使用 MATLAB 提供的编程语言——M 语

言编写的函数文件编译生成为函数库、可执行文件、COM 组件等, 扩展了 MATLAB 功能, 使 MATLAB 能够与其他高级编程语言, 如 C/C++, 进行混合编程, 取长补短, 提高程序的运行效率, 丰富程序开发的手段。

此外, 利用 M 语言还开发了相应的 MATLAB 专业工具箱函数供用户直接使用。这些工具箱应用的算法是开放的、可扩展的, 用户不仅可以查看其中的算法, 还可以针对一些算法进行修改, 甚至允许开发自己的算法以扩充工具箱的功能。目前, MATLAB 产品的工具箱有 40 多个, 分别涵盖了数据获取、科学计算、控制系统设计与分析、数字信号处理、数字图像处理、金融财务分析以及生物遗传工程等专业领域。

Simulink 是基于 MATLAB 的框图设计环境, 可以用来对各种动态系统进行建模、分析和仿真, 它的建模范围广泛, 可以针对任何能够用数学来描述的系统进行建模, 例如航空航天动力学系统、卫星控制制导系统、通信系统、船舶及汽车等, 其中包括了连续、离散, 条件执行, 事件驱动, 单速率、多速率和混杂系统等。

Simulink 提供了利用鼠标拖放的方法建立系统框图模型的图形界面, 而且 Simulink 还提供了丰富的功能块以及不同的专业模块集合, 利用 Simulink 几乎可以做到不书写一行代码就完成整个动态系统的建模工作。

Stateflow 是一个交互式的设计工具, 它基于有限状态机的理论, 可以用来对复杂的事件驱动系统进行建模和仿真。Stateflow 与 Simulink 和 MATLAB 紧密集成, 可以将 Stateflow 创建的复杂控制逻辑有效地结合到 Simulink 的模型中。

在 MATLAB 产品族中, 自动化的代码生成工具主要有 Real-Time Workshop (RTW) 和 Stateflow Coder, 这两种代码生成工具可以直接将 Simulink 的模型框图和 Stateflow 的状态图转换成高效优化的程序代码。利用 RTW 生成的代码简洁、可靠、易读。目前 RTW 支持生成标准的 C 语言代码, 并且具备了生成其他语言代码的能力。整个代码的生成、编译以及相应的目标下载过程都是自动完成的, 用户需要做的仅仅是使用鼠标点击几个按钮。

MathWorks 公司针对不同的实时或非实时操作系统平台, 还开发了相应的目标选项, 配合不同的软硬件系统, 可以完成快速控制原型 (Rapid Control Prototype) 开发、硬件在回路 (Hardware-in-Loop) 的实时仿真、产品代码生成等工作。

另外, MATLAB 开放性的可扩充体系允许用户开发自定义的系统目标, 利用 Real-Time Workshop Embedded Coder 能够直接将 Simulink 的模型转变成效率优化的产品级代码。代码不仅可以是浮点的, 还可以是定点的。

现在, MATLAB 开放的产品体系使 MATLAB 成为了诸多领域的开发首选软件, 并且, MATLAB 还具有 500 余家第三方合作伙伴, 分布在科学计算、机械动力、化工、计算机通信、汽车、金融等领域。接口方式包括了联合建模、数据共享、开发流程衔接等。

1.1.2 MATLAB 的主要特点

现在, MATLAB 已经发展成为功能强大的仿真平台和系统, 在新版本的发布中, 不断增加新的功能和有效的操作方法, 已经得到了公认的认可 and 好评。本书将对 MATLAB 7.x 的一些基础内容进行系统介绍。这些内容对不断升级和更新的 MATLAB 产品而言, 都是相对稳定的。需要学习最新功能的读者, 可以在本书介绍的这些内容的基础上, 结合 MATLAB 帮助系统, 很快便能掌握。因此, 本书主要内容集中在以下一些方面。

- 开发环境: MATLAB 7.x 提供了非常友好的工作环境界面支持。读者可以根据需要对这些环境进行定制和操作,还可以为自己的操作定义快捷键。
- 代码开发: 支持编写各种函数,既包括 M 脚本语言编写的函数,也包括匿名函数编写的内嵌函数等。
- 数值处理: 单精度算法、数值计算、矩阵代数、符号计算、微分方程等多种问题的数值求解和处理方法。
- 数据可视化: 在新的绘图界面中,用户可以通过直接输入图形交互界面来完成图形的创建和编辑功能。当然,对于比较底层的开发,M 函数代码提供了功能比较强大的处理能力。
- 文件 I/O: MATLAB 7.x 支持功能强大的文件输入输出功能,与多种格式的文件之间形成交互操作,增加了程序设计的灵活性和兼容性。

1.2 MATLAB 7.x 的安装

MATLAB 是一个功能强大的数学工具软件,在适当的系统环境中安装后才能够正常运行。此处介绍 MATLAB 的安装过程。本书在介绍时,主要以 MATLAB R2008a (MATLAB 7.6, Simulink 7.1) 的安装过程为例进行介绍,在对 MATLAB 的主要内容介绍时兼顾到各个版本的常用功能。

相对于 MATLAB 7.6 之前的版本, MATLAB 7.6 提供了更加个性化的安装选择。由于 MATLAB 公司现在每年两次推出新版本的 MATLAB 软件体系,因此,本书以 MATLAB 7.6 为主进行介绍,其他版本的安装方法与此基本相同,读者可以参照本书介绍的方法来完成相应的安装过程。更高级的功能,读者可以根据相应需求参阅相关的帮助文件。此处,以 Windows XP 系统中的安装过程为例进行介绍。

在光驱中放入 MATLAB 7.6 安装盘,系统会自动弹出安装向导。如果在安装时,安装向导没有启动,则用户可以打开安装盘,双击安装目录下的 `setup.exe` 文件,也可以启动安装过程。系统自动将安装过程复制到内存进行安装。

MATLAB 7.6 的安装文件提供了安装方式的选择,可以通过网络安装,也可以通过手动控制、不经过网络来完成安装过程,如图 1.1 所示,此处选择使用手动方式来完成安装过程。

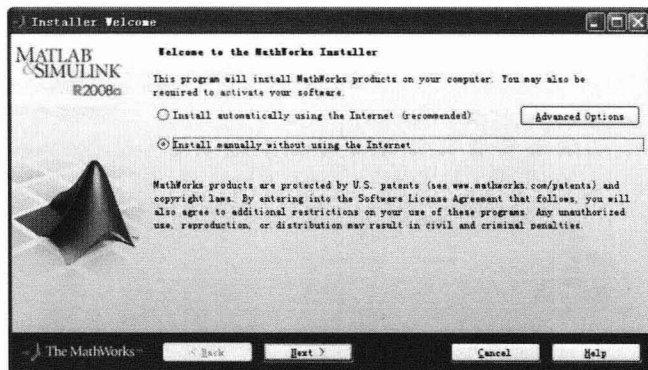


图 1.1 选择安装类型

单击 Next 按钮后,系统弹出如图 1.2 所示的软件协议界面。选择接受协议要求后,单击 Next