

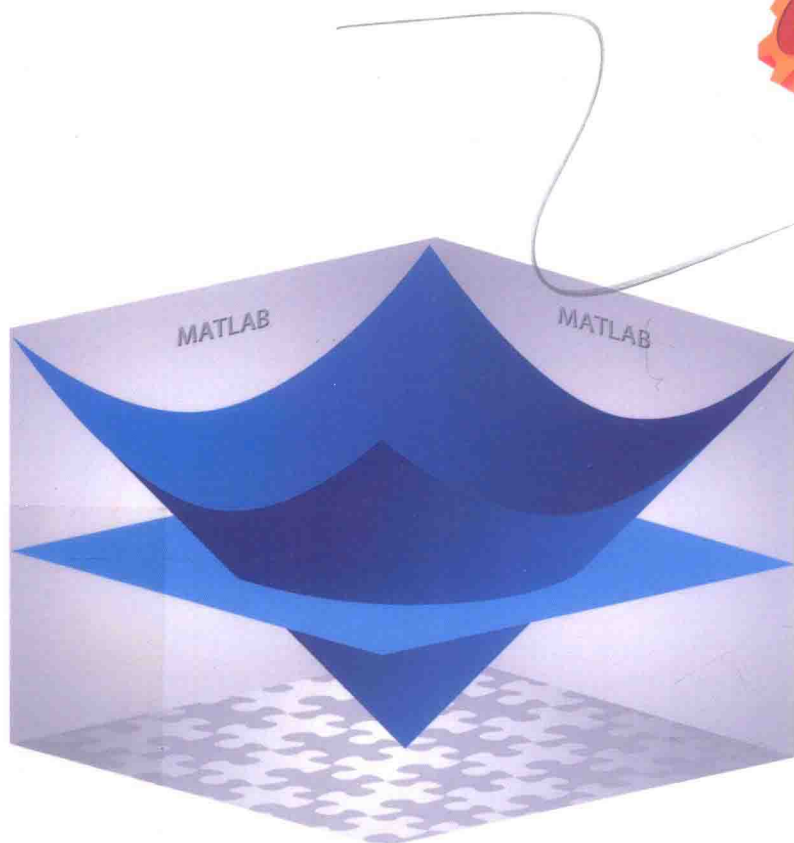
21世纪高等院校计算机辅助设计规划教材

MATLAB

建模与仿真实用教程



提供电子教案、习题
解答和素材文件



- 本书以MATLAB R2013b为平台, 详细介绍了MATLAB在通信系统、控制系统、蚁群算法、神经网络等方面的建模与仿真应用实践。
- 本书在讲解过程中配合大量的实例操作, 从基础知识到实例分析, 再到习题练习, 理论与实践紧密结合, 从而达到零起点入门和快速提高的目的。

王 健 赵国生 宋一兵 等编著



21 世纪高等院校计算机辅助设计规划教材

MATLAB 建模与仿真实用教程

王 健 赵国生 宋一兵 等编著



机械工业出版社

本书对 MATLAB 进行了详细的介绍和讲解,力争做到深入浅出,并配有大量实例,使读者能够达到零起点入门和快速提高的目的。

本书主要内容包括 MATLAB 建模基础、MATLAB 数值与符号计算、MATLAB 程序设计、图形图像、Simulink 建模与仿真、科学计算、通信系统建模与仿真、自动控制系统建模与仿真、蚁群算法建模与仿真及神经网络建模与仿真。

本书可作为高等院校的理工科学生的专业教材,也可以作为科研技术人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

MATLAB 建模与仿真实用教程/王健等编著. —北京:机械工业出版社, 2018. 5

21 世纪高等院校计算机辅助设计规划教材

ISBN 978-7-111-59850-3

I. ①M… II. ①王… III. ①Matlab 软件-高等学校-教材 IV. ①TP317

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 088311 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑:和庆娣 责任编辑:和庆娣 范成欣

责任校对:张艳霞 责任印制:李 昂

北京宝昌彩色印刷有限公司印刷

2018 年 6 月第 1 版·第 1 次

184mm×260mm·20.5 印张·509 千字

0001—3000 册

标准书号:ISBN 978-7-111-59850-3

定价:59.90 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

服务咨询热线:(010) 88379833

机工官网:www.cmpbook.com

读者购书热线:(010) 88379649

机工官博:weibo.com/cmp1952

教育服务网:www.cmpedu.com

封面防伪标均为盗版

金书网:www.golden-book.com

前 言

MATLAB (MATrix LABoratory, 矩阵实验室) 是由美国 Mathwork 公司于 1984 年推出的一款高性能的科学计算、可视化、建模和仿真以及交互式程序设计软件, 是一种面向科学与工程计算的高级语言。MATLAB 还有一个配套软件包 Simulink, 它提供了一个可视化开发环境, 常用于系统模拟、动态/嵌入式系统的建模与仿真开发等方面。

MATLAB 从发布至今已有 40 余个版本, 其功能日趋完善, 具有编程简单、功能强大、应用范围广泛、编程效率高、易学易懂、移植性强和开放性好等特点。MATLAB 目前已经发展成为多种学科必不可少的计算和分析工具, 在国际上被广泛认可和使用, 是日常学习、科学及应用研究, 或者在高端领域进行科学实践的一种有效工具。

本书以 MATLAB R2013b 版本为平台, 对 MATLAB 建模与仿真进行了详细的介绍, 并配以图片说明和大量实例讲解, 章节最后还有相应的习题供读者练习巩固所学知识, 使读者能够尽快掌握使用 MATLAB 进行科学建模计算、数据可视化及仿真分析等内容。

本书共分为 10 章, 读者可以根据以下章节内容简介和自身的需要有选择地进行阅读。除特别说明外, 每一章节中的例题指令都是独立完整的, 读者可以轻松地在自己的计算机上进行实践。各章主要内容如下:

第 1 章主要对 MATLAB R2013b 的基本操作进行介绍, 包括软件的安装、MATLAB 通用命令、应用窗口、MATLAB 外部接口及 MATLAB 数学建模等基础知识。

第 2 章主要介绍了 MATLAB 的数据类型和数值计算的几种重要方法, 包括数组、矩阵和多项式运算, 以及符号运算、符号表达式运算和符号矩阵的计算。

第 3 章对 MATLAB 程序设计 (即 M 文件编程) 进行讲解, 主要包括 M 文件的创建和打开、保存与调用、脚本文件和函数文件、函数类型、程序流程控制及 M 文件的调试等。

第 4 章着重介绍二维和三维图形的画法, 以及图形窗口的建立与控制, 图形和图像文件操作以及图形和图像的处理。

第 5 章详细地介绍了 Simulink 的基本知识、Simulink 建模的基本步骤、模型的运行及调试、S-函数、子系统及其封装等内容。

第 6 章主要介绍了经常用到的用 MATLAB 进行科学计算的求解方法, 包括线性方程、非线性方程及常微分方程的求解, 数据统计处理, 常用数据插值方法以及常用数据拟合方法等内容。

第 7 章主要介绍通信系统的建模与仿真, 首先对通信系统进行了简要介绍, 然后对通信系统的建模与仿真、模拟和数字通信系统的建模与仿真分析等进行了详细的介绍。

第 8 章主要介绍自动控制系统的建模与仿真, 首先对自动控制系统进行了概述, 然后分别介绍了自动控制系统的数学建模、自动控制系统的稳定性分析及频域分析等内容。

第 9 章主要介绍蚁群算法的建模与仿真, 首先对蚁群算法和人工蚁群算法进行了简要的介绍, 接下来主要介绍蚁群算法的数学建模及 MATLAB 验证, 最后介绍了两个蚁群算法的实际应用——使用蚁群算法求解旅行商问题。

第 10 章主要介绍神经网络的建模与仿真，首先介绍了神经网络的发展和研究现状，然后对人工神经网络的结构及学习方式和规则等进行了详细介绍，并对 BP 神经网络自适应控制算法进行了介绍。

本书主要由王健、赵国生、宋一兵编写，哈尔滨理工大学王健编写第 1~2 章，哈尔滨师范大学赵国生编写第 3~9 章；其他章节由宋一兵、管殿柱、谈世哲、王献红、段辉、李文秋、管玥、赵景波、汤爱君、任孟其编写。

本书得到了以下项目的支持：国家自然科学基金项目“可生存系统的自主认知模式研究”（61202458）、国家自然科学基金项目“基于认知循环的任务关键系统可生存性自主增长模型与方法”（61403109）、高等学校博士点基金项目（20112303120007）、中国博士后科学基金面上资助项目（20090460882）、哈尔滨市科技创新人才研究专项（2016RAQXJ036）和黑龙江省自然科学基金（F2017021）。

由于编者水平有限，书中不足之处在所难免，望广大读者批评指正。

编 者

目 录

前言

第1章 MATLAB 建模基础 1

1.1 MATLAB 简介 1

1.1.1 MATLAB 的安装 1

1.1.2 MATLAB 通用命令 4

1.1.3 MATLAB 应用窗口简介 5

1.2 MATLAB 数学建模概述 8

1.2.1 建模方法和基本步骤 8

1.2.2 建模的意义 9

1.2.3 数学模型的特点 10

1.2.4 数学模型的分类 10

1.3 数学建模函数及应用 11

1.3.1 数学建模基本函数 11

1.3.2 数学建模应用 13

1.4 MATLAB 外部接口 14

1.4.1 数据文件 14

1.4.2 MATLAB 和 Word 的混合使用 25

1.4.3 MATLAB 和 Excel 的混合使用 30

1.5 本章小结 35

1.6 习题 36

第2章 MATLAB 数值与符号计算 37

2.1 数据类型 37

2.1.1 字符串类型 37

2.1.2 数值类型 44

2.1.3 函数句柄 46

2.1.4 逻辑类型 47

2.1.5 结构类型 49

2.1.6 细胞数组类型 54

2.2 数组 59

2.2.1 数组的创建 59

2.2.2 数组操作 60

2.3 矩阵 65

2.3.1 矩阵的创建 65

2.3.2 矩阵运算 67

2.3.3 稀疏矩阵及其运算 69

2.4 多项式 70

2.4.1 多项式的创建和操作 70

2.4.2 多项式运算 71

2.5 符号运算 73

2.5.1 符号对象的创建 73

2.5.2 符号运算中的运算符 74

2.5.3 符号运算的精度 74

2.6 符号表达式运算 76

2.6.1 数值转换 76

2.6.2 变量替换 76

2.6.3 化简与格式化 77

2.7 符号矩阵的计算 79

2.7.1 基本算术运算 79

2.7.2 线性代数运算 79

2.8 本章小结 81

2.9 习题 81

第3章 MATLAB 程序设计 83

3.1 M 文件概述 83

3.1.1 M 文件的创建与打开 83

3.1.2 M 文件的基本内容 84

3.1.3 M 文件的保存与调用 86

3.2 M 文件的分类 87

3.2.1 脚本文件 87

3.2.2 函数文件 89

3.2.3 P 码文件 90

3.3 函数类型 92

3.3.1 主函数 92

3.3.2 子函数 92

3.3.3 私有函数 93

3.3.4 嵌套函数 93

3.3.5 重载函数 96

3.4 程序流程控制 96

3.4.1 顺序结构 96

3.4.2 分支结构	98	5.1.2 Simulink 建模原理	164
3.4.3 循环结构	101	5.2 Simulink 建模的基本步骤	165
3.4.4 其他流程控制结构	102	5.2.1 创建模型	165
3.5 M 文件调试	111	5.2.2 模块操作	166
3.5.1 M 文件出错信息	112	5.2.3 仿真参数的配置	171
3.5.2 M 文件调试方法	112	5.3 模型的运行及调试	174
3.6 本章小结	120	5.3.1 过零检测和代数环	174
3.7 习题	120	5.3.2 运行	175
第4章 图形图像	121	5.3.3 调试	176
4.1 二维图形	121	5.4 子系统及其封装	178
4.1.1 基本绘图函数	121	5.4.1 子系统的创建	178
4.1.2 特殊函数	126	5.4.2 子系统的封装	180
4.2 三维图形	130	5.5 S-函数	184
4.2.1 基本绘图函数	130	5.5.1 S-函数的基本概念	184
4.2.2 特殊函数	133	5.5.2 S-函数的工作原理	185
4.3 图形处理技术	137	5.5.3 S-函数模板	185
4.3.1 坐标轴调整	137	5.5.4 创建 S-函数	187
4.3.2 图注及其他文字标示	141	5.6 建模与仿真分析实例	190
4.3.3 颜色控制	142	5.6.1 简单连续系统的建模与仿真	190
4.3.4 图形控制	143	5.6.2 简单离散系统的建模与仿真	192
4.3.5 网格控制	144	5.7 本章小结	194
4.3.6 图形窗口的分割	145	5.8 习题	194
4.4 图形窗口的创建与控制	145	第6章 科学计算	195
4.4.1 图形窗口的创建	145	6.1 方程求解	195
4.4.2 图形窗口的常用属性	146	6.1.1 线性方程组求解	195
4.5 图形文件操作	149	6.1.2 非线性方程(组)求解	199
4.5.1 图形文件的保存和打开	149	6.1.3 常微分方程求解	202
4.5.2 图形文件的导出	150	6.2 数据统计处理	207
4.6 图像文件操作	150	6.2.1 随机数	207
4.6.1 图像文件的打开和保存	150	6.2.2 最大值和最小值	208
4.6.2 图像文件的读取和显示	151	6.2.3 求和与求积	210
4.7 图像分析	153	6.2.4 平均值和中值	210
4.7.1 像素及其处理	154	6.2.5 标准差和方差	211
4.7.2 常用函数	156	6.2.6 协方差和相关系数	211
4.8 本章小结	160	6.2.7 排序	212
4.9 习题	160	6.3 常用数据插值方法	213
第5章 Simulink 建模与仿真	161	6.3.1 一维插值	213
5.1 Simulink 简介	161	6.3.2 二维插值	218
5.1.1 Simulink 工作窗口	161	6.3.3 三维插值	220

6.3.4 样条插值	222	8.2.2 自动控制系统的零极点函数 模型	262
6.3.5 拉格朗日插值	223	8.2.3 自动控制系统的状态空间函 数模型	264
6.4 常用数据拟合方法	224	8.2.4 系统模型之间的转换	267
6.4.1 多项式拟合	224	8.3 自动控制系统的稳定性分析	268
6.4.2 正交最小二乘拟合	226	8.3.1 MATLAB 直接判定	268
6.4.3 曲线拟合工具箱	228	8.3.2 MATLAB 图形化判定	270
6.5 本章小结	231	8.3.3 稳定性判定	271
6.6 习题	231	8.4 自动控制系统的时域分析	275
第7章 通信系统建模与仿真	232	8.4.1 典型输入信号	275
7.1 通信系统概述	232	8.4.2 动态性能指标	276
7.1.1 通信系统的组成	232	8.4.3 稳态性能指标	278
7.1.2 通信系统的分类	233	8.4.4 MATLAB 时域响应仿真的 典型函数应用	280
7.1.3 通信系统模型的分类	233	8.5 本章小结	282
7.2 通信系统建模	235	8.6 习题	282
7.2.1 信源编码与信源译码	235	第9章 蚁群算法建模与仿真	283
7.2.2 调制与解调分析	239	9.1 蚁群算法简介	283
7.2.3 通信系统主要的性能指标	242	9.1.1 蚁群算法的基本原理	283
7.3 通信系统仿真	242	9.1.2 蚁群智能	284
7.3.1 通信系统仿真的相关概念	243	9.1.3 蚁群基本习性	285
7.3.2 滤波器的模型分析	243	9.1.4 群体迷失现象	286
7.3.3 仿真数据的处理	247	9.1.5 问题空间的描述	287
7.4 模拟和数字通信系统的建模 与仿真	250	9.2 蚁群算法的数学模型分析	287
7.4.1 通信系统基本模型分析	250	9.2.1 蚁群算法基本数学模型简介	288
7.4.2 模拟通信系统的建模与仿真 分析	251	9.2.2 蚁群算法的数学模型建模	290
7.4.3 数字通信系统的建模与仿真 分析	253	9.2.3 蚁群算法的实现步骤	291
7.5 本章小结	257	9.2.4 蚁群算法的 MATLAB 验证	293
7.6 习题	257	9.3 旅行商问题的蚁群算法建模 求解	295
第8章 自动控制系统建模与仿真	258	9.3.1 问题描述与算法思想	296
8.1 自动控制系统概述	258	9.3.2 实现过程	297
8.1.1 自动控制系统的形式及 特点	258	9.3.3 算法验证及结论	301
8.1.2 自动控制系统的分类	259	9.4 本章小结	302
8.1.3 自动控制系统的标准及评价	259	9.5 习题	302
8.2 基于 MATLAB 的自动控制 系统数学建模	260	第10章 神经网络建模与仿真	303
8.2.1 自动控制系统的传递函数模型	260	10.1 神经网络概述	303
		10.1.1 生物意义上的神经元	303

10.1.2 神经网络研究现状	304	10.3.1 人工神经网络的运作过程	308
10.2 人工神经网络结构	304	10.3.2 基本的神经网络学习规则	309
10.2.1 神经网络的基本功能与特征 ...	304	10.4 BP 神经网络设计与仿真	311
10.2.2 神经网络的数学建模	305	10.4.1 BP 神经网络的 MATLAB 实现 ...	311
10.2.3 人工神经网络的典型结构	307	10.4.2 BP 神经网络算法实例	317
10.3 人工神经网络的学习方式和 规则	308	10.5 本章小结	320
		10.6 习题	320

第1章 MATLAB 建模基础

MATLAB (MATrix LABoratory, 矩阵实验室) 是由美国 MathWorks 公司发布的一款主要面向科学计算、可视化、建模和仿真以及交互式程序设计的高科技计算环境, 具有编程效率高、用户使用方便、扩充能力强、移植性好等特点。尽管 MATLAB 主要用于数值计算, 但利用为数众多的附加工具箱 (Toolbox), 它也适合不同领域的应用, 如图形图像处理、通信系统建模与仿真、控制系统设计与分析、信号处理与通信、算法建模和分析等。另外, 还有一个配套软件包 Simulink, 提供了一个可视化开发环境, 常用于系统模拟、动态/嵌入式系统的建模与仿真开发等方面。目前很多大型公司在将产品投入实际应用之前都会采用仿真工具 Simulink 对其产品进行仿真试验。

本章是学习 MATLAB 建模与仿真的基础, 简单介绍了 MATLAB R2013b 的基本操作, 包括软件的安装、MATLAB 通用命令、应用窗口简介、MATLAB 外部接口、工具箱及 MATLAB 数学建模等基础知识。通过本章的学习, 使初学者可以轻松地进入 MATLAB 建模学习的殿堂, 初步掌握 MATLAB 的主要功能, 熟悉 MATLAB 的操作环境及建模方法, 为后面的进一步学习打下坚实的基础。

1.1 MATLAB 简介

MATLAB 和 Mathematica、Maple 并称为三大数学软件。MATLAB 在矩阵计算和仿真能力方面具有强大的优势, MathWorks 公司在发布 MATLAB 的同时也会发布仿真工具 Simulink。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、C++、FORTRAN) 的编辑模式, 使得 MATLAB 成为工程师和科研工作者的首选工具。

1.1.1 MATLAB 的安装

MATLAB 的安装非常简单, 打开下载好的安装包, 然后直接运行 setup.exe 进行安装。本书以 MATLAB R2013b 为例进行介绍。

- 1) 双击 setup.exe, 开始安装, 如图 1-1 所示。
- 2) 选中“不使用 Internet 安装”单选按钮, 单击“下一步”按钮, 如图 1-2 所示。
- 3) 安装许可协议, 选中“是”单选按钮, 单击“下一步”按钮, 如图 1-3 所示。
- 4) 选中“我已有我的许可证的文件安装密钥:”单选按钮, 并在文本框中输入安装密钥, 单击“下一步”按钮, 如图 1-4 所示。
- 5) 在图 1-5 所示的对话框中, 选中“典型”或“自定义”单选按钮均可, 单击“下一步”按钮, 都会进入如图 1-6 所示的对话框。选中“典型”单选按钮会自动安装所有默

认已经许可的产品，而选中“自定义”单选按钮则可以自己指定想要安装的产品。一般选中“典型”单选按钮即可，并无太大影响。

名称	修改日期	类型	大小
archives	2013/8/17 1:00	文件夹	
bin	2013/8/17 1:03	文件夹	
etc	2013/8/17 1:03	文件夹	
help	2013/8/17 1:02	文件夹	
java	2013/8/17 1:03	文件夹	
sys	2013/8/17 1:02	文件夹	
utils	2013/8/17 1:02	文件夹	
activate.ini	2011/3/22 22:11	配置设置	4 KB
autorun.inf	2006/5/16 23:50	安装信息	1 KB
install_guide.pdf	2013/7/26 19:47	Foxit Reader PD...	3,768 KB
install_guide_ja_JP.pdf	2013/7/26 19:44	Foxit Reader PD...	3,765 KB
installer_inpu.txt	2013/8/9 5:06	文本文档	10 KB
license.txt	2013/8/14 1:05	文本文档	76 KB
patents.txt	2013/7/31 17:30	文本文档	6 KB
readme.txt	2013/8/9 5:06	文本文档	7 KB
setup.exe	2013/8/6 10:35	应用程序	172 KB
trademarks.txt	2007/12/26 20:07	文本文档	1 KB
version.txt	2013/8/17 1:13	文本文档	1 KB

图 1-1 MATLAB R2013b 的安装方式

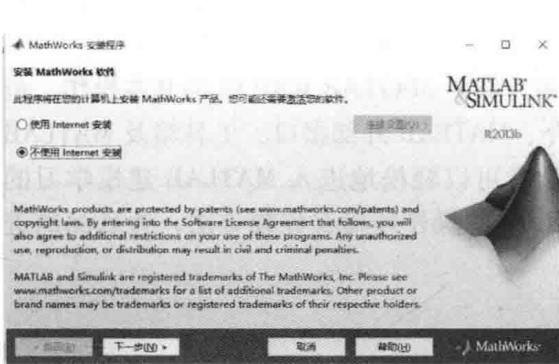


图 1-2 MATLAB R2013b 安装对话框

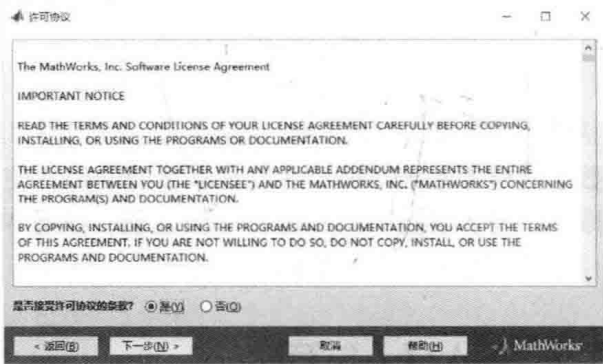


图 1-3 “许可协议”对话框

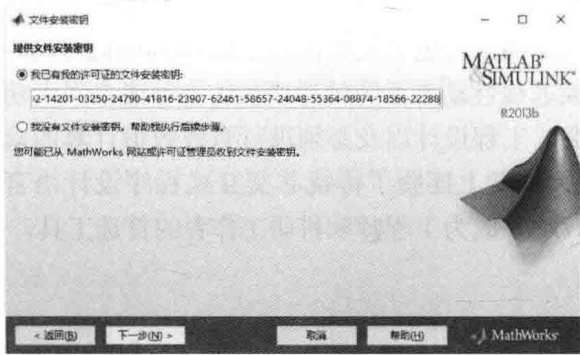


图 1-4 “文件安装密钥”对话框

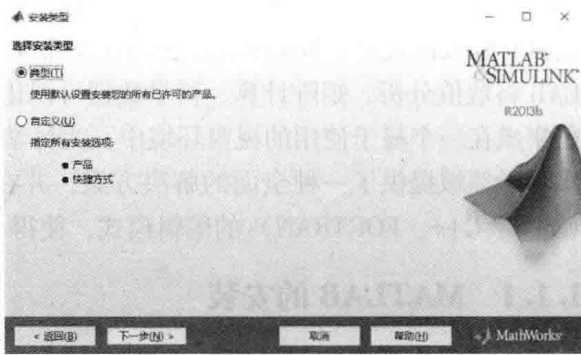


图 1-5 “安装类型”对话框

6) 指定安装文件夹，输入安装文件夹的完整路径，也可以单击“浏览”按钮选择安装目录，然后单击“下一步”按钮，如图 1-6 所示。

此处需要注意的是，尽量不要把软件安装到系统盘（即 C 盘中），想要安装 MATLAB R2013b 需要 7.0625 GB 的空间，建议安装路径下有 10 GB 以上可用空间。

7) 在图 1-7 所示的对话框中单击“是”按钮。

8) 在图 1-8 所示的对话框中单击“安装”按钮，接下来会显示安装进度，如图 1-9 所示。安装的过程需要 20~40 分钟。

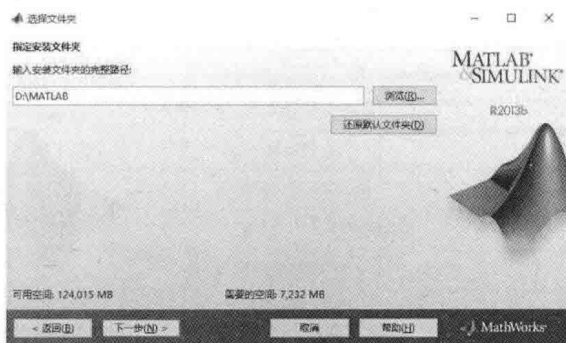


图 1-6 “指定安装文件夹”对话框

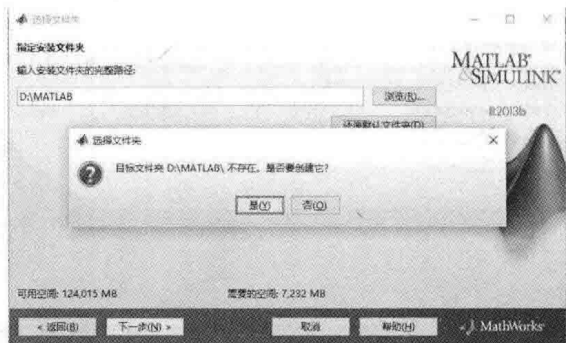


图 1-7 创建安装文件夹对话框

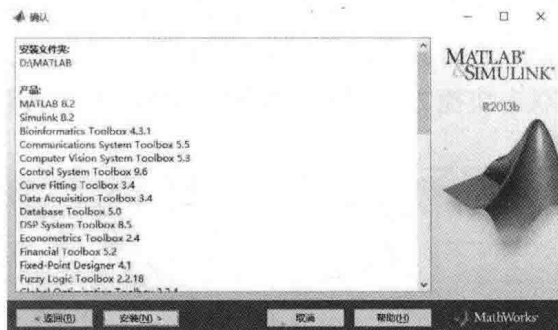


图 1-8 “确认”对话框

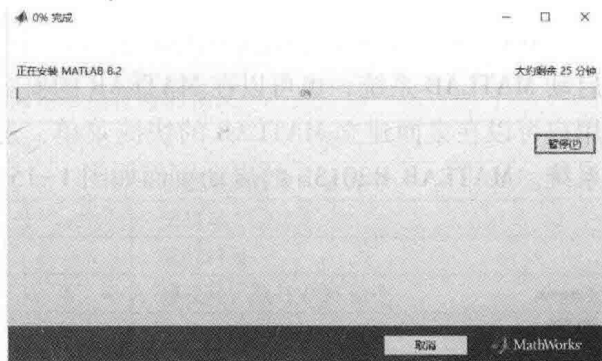


图 1-9 安装进度对话框

9) 安装完成后会显示产品配置说明，如图 1-10 所示，单击“下一步”按钮。

10) 显示安装已完成，但仍需要激活 MATLAB 才可以使用，单击“下一步”按钮，如图 1-11 所示。在弹出的对话框中选中“不使用 Internet 手动激活”单选按钮，如图 1-12 所示。

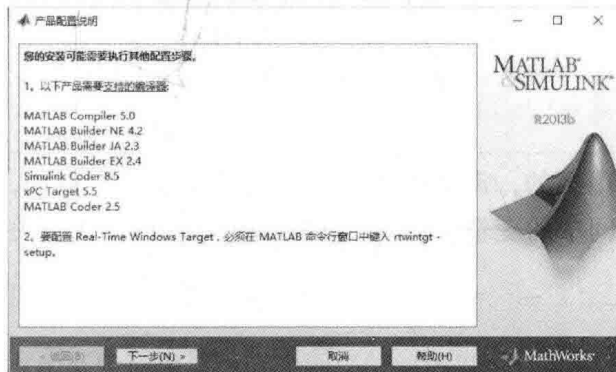


图 1-10 产品配置说明

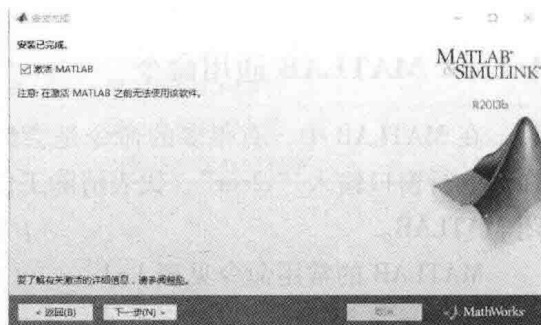


图 1-11 安装完成激活 MATLAB

11) 单击“浏览”按钮，找到 MATLAB R2013b 的安装包，如图 1-13 所示的路径，找到并选择 matlab_std.dat 媒体文件，单击“下一步”按钮，显示激活已完成，如图 1-14 所示。

注意：每个版本的软件安装和激活过程不尽相同，请严格按照提示步骤进行安装和激活操作，否则可能会发生不可预知的错误，导致安装失败。

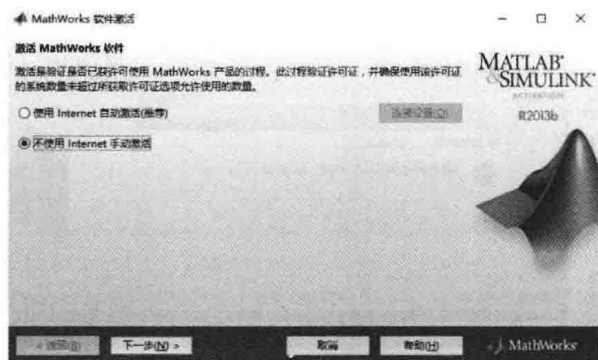


图 1-12 “MathWorks 软件激活”对话框

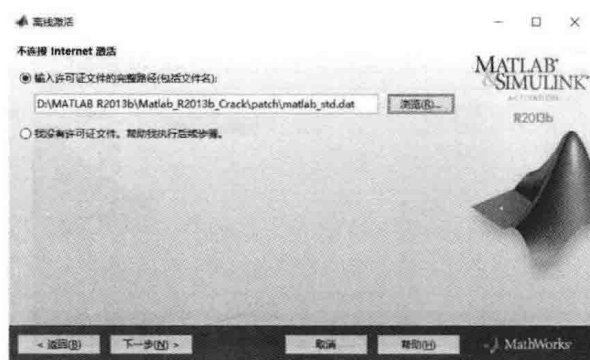


图 1-13 “离线激活”对话框

MATLAB R2013b 安装完成并激活后，用户可以通过单击“开始”菜单中的 MATLAB 来启动 MATLAB 系统，也可以在 MATLAB 的安装目录下找到 MATLAB.exe 并单击运行。此外，用户可以在桌面建立 MATLAB 的快捷菜单，通过双击快捷方式图标，也可以启动 MATLAB 系统。MATLAB R2013b 的启动页面如图 1-15 所示。

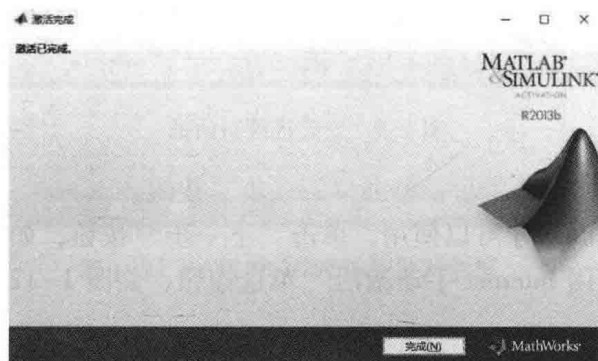


图 1-14 激活完成

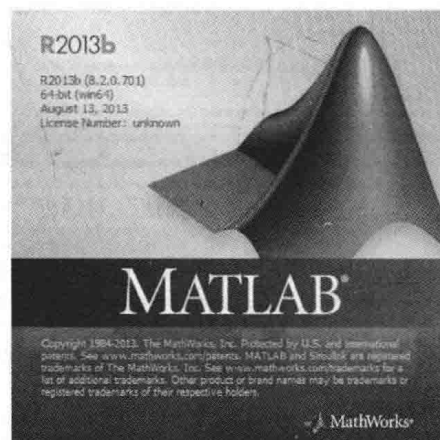


图 1-15 MATLAB 启动页面

1.1.2 MATLAB 通用命令

在 MATLAB 中，有很多的命令是会经常用到的，需要熟练地掌握其使用方法。例如，在命令行窗口输入“clear”，代表清除工作空间中的变量；输入“exit”或“quit”，代表关闭 MATLAB。

MATLAB 的常用命令见表 1-1。

表 1-1 MATLAB 的常用命令

命 令	说 明	命 令	说 明
cd	改变当前目录	!	调用 DOS 命令
dir 或 ls	列出当前文件夹下的文件	edit	打开 M 文件编辑器
clc	清除命令行窗口的内容	mkdir	创建目录
type	显示文件内容	pwd	显示当前工作目录
clear	清除工作空间中的变量	what	显示当前目录下的 M 文件、MAT 和 MEX 文件

(续)

命 令	说 明	命 令	说 明
disp	显示文字内容	which	函数或文件的位置
exit 或 quit	关闭 MATLAB	help	获取函数的帮助信息
save	保存变量到磁盘	pack	收集内存碎片
load	从磁盘调入数据变量	path 或 genpath	显示搜索路径
who	列出工作空间中的变量名	clf	清除图形窗口的内容
whos	显示变量的详细信息	delete	删除文件

MATLAB 中的一些标点符号有特殊的含义。例如，利用分号“;”区分矩阵的行或取消运行结果的显示，利用“...”进行程序的续行。

MATLAB 中常用的标点符号的含义见表 1-2。

表 1-2 MATLAB 中常用标点符号的含义

标点符号	说 明	标点符号	说 明
:	冒号，具有多种应用	.	小数点或对象的域访问
;	分号，区分矩阵的行或取消运行结果的显示	..	父目录
,	逗号，区分矩阵的列	...	续行符号
()	括号，指定运算的顺序	!	感叹号，执行 DOS 命令
[]	方括号，定义矩阵	=	等号，用来赋值
{}	大括号，构造单元数组	'	单引号，定义字符串
@	创建函数句柄	%	百分号，程序的注释

在 MATLAB 中，键盘按键能够方便地进行程序的编辑，有时可以起到事半功倍的效果。常用的键盘按键及其作用见表 1-3。

表 1-3 常用的键盘按键及其作用

键盘按键	说 明	键盘按键	说 明
↑	调出前一个命令	←	光标向右移动一个字符
↓	调出后一个命令	Ctrl+←	光标向左移动一个单词
→	光标向左移动一个字符	Ctrl+→	光标向右移动一个单词
Home	光标移动到行首	Del	清除光标后的字符
End	光标移动到行尾	Backspace	清除光标前的字符
Esc	清除当前行	Ctrl+C	中断正在执行的程序

1.1.3 MATLAB 应用窗口简介

窗口是指某一应用程序的使用界面，是用户界面中最重要的部分。在图形界面操作系统中，窗口是其最重要的组成部分之一。下面介绍 MATLAB R2013b 运行中的一系列具体的应用窗口。

MATLAB R2013b 的工作界面如图 1-16 所示，主要包括菜单、工具栏、当前工作目录、命令行窗口、工作空间窗口和历史命令窗口。

MATLAB 加载任何文件、执行任何命令都是从当前工作目录（Current Folder）开始的。当前目录是指所有文件的保存和读取都是在这个默认目录下进行的，这个路径可以直接修改任何一级的目录名，操作十分方便。



图 1-16 MATLAB R2013b 的工作界面

MATLAB 的命令行窗口 (Command Window) 是用户使用 MATLAB 进行工作的窗口，是用于输入数据，运行 MATLAB 函数和脚本并显示结果的窗口，同时也是实现 MATLAB 各种功能的主窗口。MATLAB 的各种操作命令都是由命令行窗口开始的。命令行窗口中的 “>>” 为运算提示符，表示 MATLAB 正处于准备状态，用户可以直接在 MATLAB 命令行窗口中输入 MATLAB 命令，输入命令后按 〈Enter〉 键，实现其相应的功能或提示错误信息。MATLAB 的命令行窗口提供了非常友好的交互能力，用户可以在此环境中边思考边验证。

工作空间窗口 (Workspace) 就是 MATLAB 处理各种各样的数据时，保存在内存中的 MATLAB 变量名、数学结构、字节数以及类型等专门的空间，且不同的变量类型分别对应不同的变量名图标。数据存放在工作空间中，可以随时被调用。工作空间窗口是 MATLAB 重要的组成部分。

历史命令窗口 (Command History) 不仅记录了 MATLAB 命令行窗口中输入的所有命令，还包括每次启动 MATLAB 的时间。这些命令不仅仅只是记录在历史命令窗口，还可以被再次执行。通过历史命令窗口执行历史命令的方法有以下几种：

- 1) 用鼠标双击某一条命令，就可以将这条命令再次发送到命令行窗口。
- 2) 选中想要再次执行的历史命令，然后复制到命令行窗口中就可以再次执行这条历史命令。
- 3) 选中想要执行的历史命令，然后单击鼠标右键，在弹出的快捷菜单中选择 “Evaluate Selection” 选项，就可以执行相应的命令。此方法可以一次执行多条命令。

MATLAB R2013b 的工作界面按钮如图 1-17 所示。MATLAB R2013b 的工作界面按钮的含义见表 1-4。

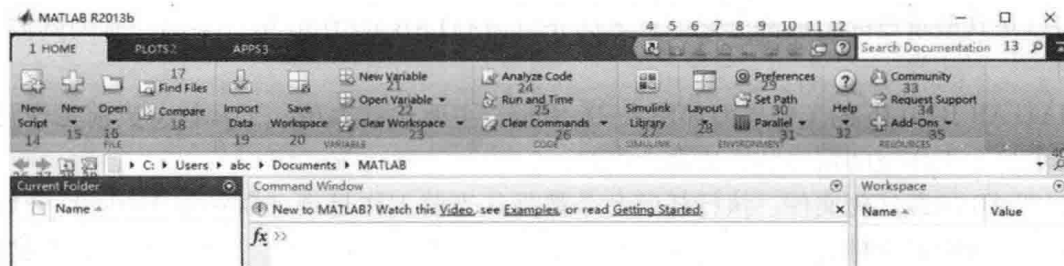


图 1-17 MATLAB R2013b 的工作界面按钮

表 1-4 MATLAB 的工作界面按钮的含义

按钮序号	图标	含 义	按钮序号	图标	含 义
1		主页	21		新变量
2		绘图	22		打开变量
3		应用	23		清空工作区
4		新建快捷命令	24		分析代码
5		保存到文件	25		运行和测速
6		剪切选取	26		清空命令
7		复制选取的内容到剪贴板	27		Simulink 库
8		粘贴剪贴板内容	28		布局
9		撤销上次改动	29		参数选择
10		恢复上次撤销	30		设置路径
11		切换窗口	31		并行
12		浏览产品参考资料（帮助）	32		帮助
13		查找参考资料	33		社区论坛
14		新建代码	34		请求支持
15		新建	35		插件
16		打开	36		针对文件夹操作后退一步
17		查找文件	37		针对文件夹操作前进一步
18		比较	38		返回上一层文件目录
19		导入数据	39		浏览文件夹
20		保存工作区	40		搜索当前文件夹和子文件夹

单击“New Script”按钮，或者单击“New”按钮，在下拉菜单中选择“script”，进入 M 文件编辑/调试器窗口。M 文件编辑/调试器是用户在 MATLAB 中进行程序设计、实现函数功能的重要编辑器之一，其窗口界面如图 1-18 所示。

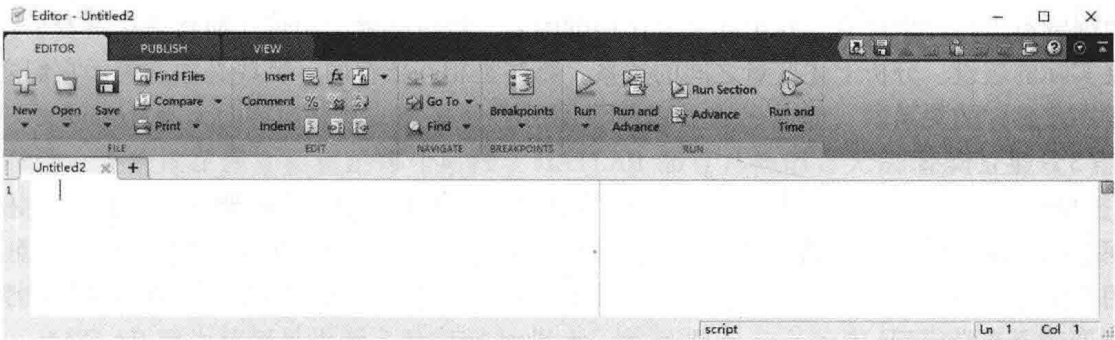


图 1-18 M 文件编辑/调试器窗口

MATLAB 的图形窗口是 MATLAB 绘图功能的基础，使用极其方便。单击“New”按钮，在下拉菜单中选择“figure”，进入图形窗口，如图 1-19 所示。

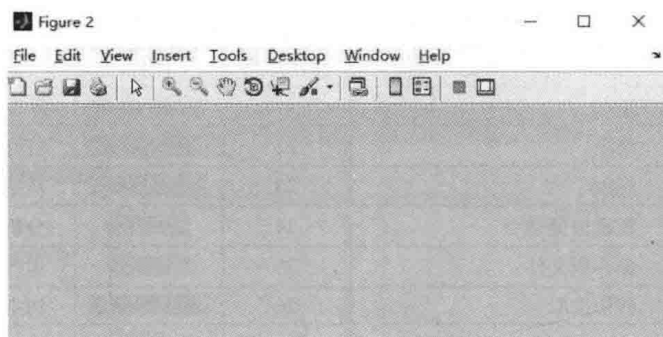


图 1-19 图形窗口

1.2 MATLAB 数学建模概述

MATLAB 数学建模即用数学方法解决实际的应用问题。MATLAB 有什么功能，数学建模大多可以用到，如简单的数值计算，符号计算，图形图像处理，还有复杂的算法模拟和系统仿真等功能，这些具体应用将在后续的章节为读者详细介绍。本节主要是让读者对 MATLAB 数学建模有一个大致的了解。

1.2.1 建模方法和基本步骤

简要地讲，数学建模是一个多次迭代的过程，每一次迭代大体上包括实际问题的抽象、简化，做出假设，明确变量和参数；形成明确的数学问题，以解析形式或者数值形式求解该数学模型；对结果进行解释、分析以及验证；若符合实际即可，不符合实际则要进行修改，进入下一个迭代。

1. 数学建模的一般步骤

(1) 模型准备

首先要了解建模对象的实际背景，明确建模目的，搜集有关的信息，掌握对象特征，形成一个比较清晰的“问题”，分析实际问题中的各种因素，并用变量表示。

(2) 模型假设

针对问题的特点和建模目的，做出合理的、简化的假设。在合理与简化之间做出折中。对数据资料进行分析计算，找出起主要作用的因素，经过必要的精炼、简化，提出若干符合客观实际的假设。分析上述变量之间的关系，哪些是相互依存的，哪些是独立的，它们之间又存在着怎样的关系。

(3) 建立模型

用数学的语言、符号描述问题。根据实际问题选用合适的数学框架（典型的框架有优化问题/配置问题等），并将具体的问题在所选的数学框架中表示出来，然后发挥想象力，使用类比法，尽量采用简单的、适当的数学工具表达各变量之间的关系，建立相应的数学结构（即建立数学模型）。

(4) 模型求解

在利用各种数学方法、数学软件和计算机技术难以得出解析解时借助计算机求出数值解。