



高等学校计算机科学与技术教材

MATLAB应用基础

COMPUTER Science and Technology

□ 徐金明 主编

□ 徐金明 刘 芳 周亦骏 编著

- 原理与技术的完美结合
- 教学与科研的最新成果
- 语言精练，实例丰富
- 可操作性强，实用性突出



附光盘

清华大学出版社 ● 北京交通大学出版社

高等学校计算机科学与技术教材

MATLAB 应用基础

徐金明 主编

徐金明 刘 芳 周亦骏 编著

清华大学出版社

北京交通大学出版社

• 北京 •

内 容 简 介

本书以 MATLAB 2012a 为依据, 包括 MATLAB 程序设计基础、模型使用、图形处理、MATLAB 数学问题求解(符号计算、数学变换、数值积分、特殊函数计算、线性方程组和非线性方程求解、微分方程求解等)、MATLAB 工具箱(优化分析、神经网络、小波分析、遗传算法工具箱)、MATLAB 数理统计(插值与拟合、回归分析、聚类分析、判别分析、时间序列分析等)、MATLAB 数字图像处理(图像特征计算、图像对象提取、视频图像分析等), 以综合应用实例的形式介绍了 MATLAB 在图形处理、图像分析、建筑物基础问题分析等方面的应用。

本书系统全面、内容合理、实例丰富、层次清晰、使用方便、适用性强, 可作为高等学校理工科专业本科生、研究生的教学用书, 也可供有关科研和工程技术人员参考使用。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签, 无标签者不得销售。

版权所有, 侵权必究。侵权举报电话: 010-62782989 13501256678 13801310933

图书在版编目(CIP)数据

MATLAB 应用基础 / 徐金明主编. —北京: 清华大学出版社; 北京交通大学出版社, 2012.9

(高等学校计算机科学与技术教材)

ISBN 978-7-5121-1203-2

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

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 215442 号

责任编辑: 谭文芳 特邀编辑: 李晓敏

出版发行: 清华大学出版社 邮编: 100084 电话: 010-62776969 <http://www.tup.com.cn>

北京交通大学出版社 邮编: 100044 电话: 010-51686414 <http://press.bjtu.edu.cn>

印刷者: 北京瑞达方舟印务有限公司

经 销: 全国新华书店

开 本: 185×260 印张: 23.75 字数: 608 千字 附光盘: 1 张

版 次: 2012 年 9 月第 1 版 2012 年 9 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 978-7-5121-1203-2/TP·709

印 数: 1~3 000 册 定价: 42.00 元(含光盘)

本书如有质量问题, 请向北京交通大学出版社质监局反映。对您的意见和批评, 我们表示欢迎和感谢。

投诉电话: 010-51686043, 51686008; 传真: 010-62225406; E-mail: press@bjtu.edu.cn。

前 言

MATLAB 是数据处理和数值计算较强的科技应用软件, 获得了科技工作者的普遍认可。作者主编的《MATLAB 实用教程》曾在 2005 年由清华大学出版社和北京交通大学出版社出版。几年来, 作者在上海大学教学中一直使用并不断完善该教程, 还使用 MATLAB 平台编制了大量代码。本书是大幅度修改原编教程并增加 MATLAB 应用而成。

本书以 MATLAB 2012a 为依据, 将语言基础和应用作为编辑主线。语言基础部分包括 MATLAB 语言入门、程序设计基础、模型使用、创建独立应用程序、图形处理和图形用户界面编程。应用部分包括 MATLAB 数学问题求解(符号计算、数学变换、数值积分、特殊函数计算、线性方程组和非线性方程求解、微分方程求解等)、MATLAB 工具箱(优化分析、神经网络、小波分析、遗传算法工具箱等)。本书还重点介绍了 MATLAB 数理统计(基本统计量计算、插值与拟合、回归分析、聚类分析、判别分析、时间序列分析)和 MATLAB 数字图像处理(图像特征计算、图像对象提取、视频图像分析等), 以综合应用实例的形式介绍了 MATLAB 在图形处理、数字图像分析、建筑物基础问题分析等方面的应用。附录部分列出了 MATLAB2012a 工具箱, 以利于使用 MATLAB 解决不同学科的问题。本书各部分给出大量算例, 给出了较多注释, 还将在作者网站发布。为了方便作者使用、避免原始数据占用过多篇幅, 本书制作了相应光盘, 将所有算例代码和一些算例原始数据放在光盘之中。MATLAB 语言命令及其调用格式较多, 要有一定的外语水平与计算机资源。虽然光盘中给出了算例代码, 建议学习语言基础部分时自己输入命令并尽量加入注释, 这样可以达到事半功倍的效果。

本书由上海大学土木工程系、上海大学计算机应用与工程系、浙江嘉兴南洋职业技术学院船舶与建筑工程系的部分教师编写而成, 徐金明编写本书的主要部分, 刘芳编写 MATLAB 数学问题求解部分, 周亦骏编写 MATLAB 数理统计部分, 丁涛编写 MATLAB 程序设计基础部分, 张石林编写语言入门的部分内容, 张岩、程昌宏、谢芝蕾、韩娜娜、冯旭、李德明、曹诗谈、赵健利、李忠庚、施爱勇、朱利峰分别编写了 MATLAB 工具箱、数理统计和数学问题求解的部分内容, 最后由徐金明统稿。北京交通大学出版社谭文芳编辑为本书的内容确定、格式编排与付印出版做了大量工作, 作者致以特别的感谢。

本书可作为高等学校理工科专业高年级本科生的教学用书, 也可作为研究生、科研和工程技术人员的参考书籍, 教材使用中的问题请通过网站 <http://www.xujinming.com> 或电子邮箱 xjm@xujinming.com 与作者联系。

徐金明

2012 年 5 月于上海

目 录

第 1 章	MATLAB 程序设计基础	1
1.1	MATLAB 语言入门	1
1.1.1	MATLAB 的主要特点	1
1.1.2	MATLAB 2012a 的安装	2
1.1.3	MATLAB 2012a 平台介绍	8
1.2	MATLAB 程序设计基础	10
1.2.1	常量与变量	10
1.2.2	数组与矩阵	10
1.2.3	矩阵的基本运算	17
1.2.4	矩阵的高级运算	22
1.2.5	程序结构	24
1.2.6	文件处理	28
1.3	模型使用	31
1.3.1	模型的建立	31
1.3.2	模型的打开与修改	36
1.3.3	模型使用实例	37
1.4	独立应用程序的创建	40
1.4.1	使用命令 <code>mcc</code> 创建独立应用程序	40
1.4.2	使用命令 <code>deploytool</code> 创建独立应用程序	41
习题 1		48
第 2 章	MATLAB 图形处理	50
2.1	图形处理基础	50
2.1.1	图形制作概述	50
2.1.2	基本作图命令	51
2.1.3	图形格式的设置	59
2.1.4	利用图形窗口编辑图形	62
2.1.5	声音与动画的实现	66
2.2	图形用户界面编程	67
2.2.1	图形用户界面的创建与组成	67
2.2.2	图形用户界面编程基础	71
习题 2		78
第 3 章	MATLAB 数学问题求解	80
3.1	符号计算	80

3.1.1	概述	80
3.1.2	符号定义	80
3.1.3	符号运算	81
3.2	线性方程组的求解	88
3.2.1	线性方程组的特解	88
3.2.2	齐次线性方程组的通解	91
3.2.3	非齐次线性方程组的通解	92
3.2.4	特殊线性方程组的求解	93
3.3	非线性方程求解	97
3.3.1	函数的零点与极值	97
3.3.2	非线性方程的数值解	100
3.3.3	非线性方程的其他解法	101
3.4	常微分方程求解	107
3.4.1	带初值条件的常微分方程	107
3.4.2	带边值条件的常微分方程	108
3.5	偏微分方程求解	110
3.5.1	理论基础	110
3.5.2	使用命令方式求解偏微分方程	111
3.5.3	使用视图方式求解偏微分方程	118
3.6	数值积分与分数阶微积分计算	120
3.6.1	数值积分	120
3.6.2	分数阶微积分	121
3.7	特殊函数计算	126
3.7.1	Gamma 函数与不完全 Gamma 函数	126
3.7.2	Beta 函数与不完全 Beta 函数	128
3.7.3	Bessel 函数	130
3.7.4	正弦积分与余弦积分	134
3.7.5	误差函数	135
3.8	数学变换	137
3.8.1	Fourier 变换	137
3.8.2	Laplace 变换	142
3.8.3	Hankel 变换	145
3.8.4	Mellin 变换	145
习题 3		146
第 4 章	MATLAB 工具箱	150
4.1	MATLAB 工具箱简介	150
4.2	优化工具箱	151
4.2.1	理论基础	151
4.2.2	常用命令	152

4.2.3	典型算例	152
4.2.4	运筹学问题的求解	157
4.2.5	使用遗传算法解决优化问题	172
4.3	神经网络工具箱	181
4.3.1	BP 算法基础	181
4.3.2	BP 算法常用命令	182
4.3.3	算例	186
4.4	小波分析工具箱	190
4.4.1	理论基础	190
4.4.2	小波分析方法	191
4.4.3	小波分析典型算例	199
习题 4		201
第 5 章	MATLAB 数理统计	203
5.1	数据统计	203
5.1.1	基本统计量计算	203
5.1.2	协方差计算	204
5.2	回归分析	206
5.2.1	数据插值与曲线拟合	206
5.2.2	多元回归分析	214
5.2.3	逐步回归分析	217
5.3	聚类分析	220
5.3.1	层次聚类分析	220
5.3.2	模糊聚类分析	228
5.4	判别分析	231
5.4.1	理论基础	231
5.4.2	常用命令	235
5.4.3	算例	236
5.5	主成分分析与对应分析	239
5.5.1	主成分分析	239
5.5.2	对应分析	244
5.6	时间序列分析	248
5.6.1	理论基础	248
5.6.2	算例	249
习题 5		264
第 6 章	MATLAB 数字图像处理	268
6.1	MATLAB 数字图像处理基础	268
6.1.1	概述	268
6.1.2	图像处理工具箱命令一览	270
6.1.3	数字图像处理基本技术的 MATLAB 实现	272

6.2 图像特征计算	289
6.2.1 图像基本数字特征	289
6.2.2 图像纹理特征提取方法	296
6.2.3 图像对象形状特征提取方法	300
6.3 视频图像分析	305
6.3.1 概述	305
6.3.2 视频文件的生成	305
6.3.3 视频特性提取	308
6.3.4 视频场景变化检测	315
习题 6	324
第 7 章 MATLAB 综合应用实例	326
7.1 概述	326
7.2 利用分数阶微积分分析图像中裂纹的变化过程	326
7.2.1 理论基础	326
7.2.2 编程实现	327
7.3 基于小波分析的图像能量参数	329
7.3.1 基于小波分析的能量参数	329
7.3.2 图像最佳小波分解尺度	333
7.4 使用粒子测速技术计算估计材料中的变形场	335
7.4.1 粒子图像测速技术基础	335
7.4.2 使用粒子测速技术估计位移场	338
7.4.3 使用粒子测速技术估计应变场	345
7.5 浅基础沉降计算	348
7.5.1 理论基础	348
7.5.2 编程实现	349
7.6 单桩荷载位移关系的模拟	357
7.6.1 理论基础	357
7.6.2 编程实现	358
习题 7	361
附录 A MATLAB 2012a 工具箱一览	362
附录 B 本书所用文件名一览	367
参考文献	369

第 1 章 MATLAB 程序设计基础

本章要点:

-
- ☑ MATLAB 语言发展历程;
 - ☑ MATLAB 语言主要特点与平台介绍;
 - ☑ MATLAB 程序设计基本方法 (常量与变量、数组与矩阵、矩阵的各种运算方法、程序设计结构、文件处理等);
 - ☑ MATLAB 中模型的建立、打开与修改方法;
 - ☑ MATLAB 编译器、MATLAB 语言与 VB 接口、独立应用程序的创建方法。
-

1.1 MATLAB 语言入门

1.1.1 MATLAB 的主要特点

1. MATLAB 的发展历程

MATLAB, 取自矩阵 (MATRIX) 和实验室 (LABORATORY) 两个英文单词的前三个字母意即“矩阵实验室”, 是一种以矩阵作为基本数据单元的程序设计语言, 它提供了数据分析、算法实现与应用开发的交互式开发环境。

20 世纪 70 年代后期, 美国新墨西哥大学计算机系主任 Clever Moler 博士开发了调用 LINPACK 和 EISPACK 的 FORTRAN 子程序与相应的接口程序, 并将其命名为 MATLAB。1984 年, Moler 博士和一批数学专家、软件专家成立了 MATH WORKS 公司, 继续 MATLAB 软件的研制与开发, 并着力将软件推向市场。2006 年开始, MATH WORKS 公司每年推出一套新的 MATLAB。

MATLAB 分为总包和若干个工具箱, 具有强大的数值计算能力、数据可视化能力与符号计算功能, 逐步发展成为各种学科、多种工作平台下功能强大的大型软件, 可以方便实现数值分析、优化分析、数据处理、自动控制、信号处理等领域的数学计算, 也可以快捷实现计算可视化、图形绘制、场景创建和渲染、图像处理、虚拟现实和地图制作等分析处理工作, 获得了广大科技工作者的普遍认可。MATLAB 已经成为线性代数、自动控制理论、概率论及数理统计、数字信号处理、时间序列分析、动态系统仿真等课程的基本教学工具。

2. MATLAB 的主要特点

MATLAB 是一种高级编程语言, 其主要特点可以归纳为以下几点。

☞ 语言简单易学

MATLAB 是一种解释执行的语言, 语句采取通用数学形式, 语法规则与一般结构化高级编程语言相差不大, 并把编辑、编译、连接、执行融为一体, 调试程序手段丰富、调试速

度快，可以快速排除输入程序时书写、语法等方面的错误。

☞ 代码短小高效

MATLAB 语言将矩阵作为最基本的数据单元、无需预先定义维数，将数学问题的许多算法编成了大量库函数、具有许多解决问题的工具箱，可以较快解决自己专业领域的许多问题，而不必再花很多时间去实现常规算法，使得所编写的代码文件简单短小、求解专业问题时高效方便。

☞ 计算功能强大

MATLAB 语言具有强大的矩阵数值计算功能，利用符号和函数可以对矩阵进行线性代数运算，适用于大型数值算法的编程实现；工具箱中许多高性能的数值计算算法，可以解决实际应用中的许多数学问题，尤其是与矩阵计算有关的问题。

☞ 绘图非常方便

MATLAB 语言具有强大的绘图功能，可以绘制一般的二维三维图形、工程特性较强的特殊图形与用于数据分析的一些图形，使用 MATLAB 句柄图形对象并结合绘图函数，可以绘制自己最为满意的图形。

☞ 扩充能力强大

用户可以定义自己的函数、组成自己的工具箱，还可以根据需要方便地建立或扩充库函数、方便地解决本领域内的计算问题。MATLAB 提供了与 Fortran、C/C++ 语言及一些应用程序的接口，还可以生成独立的可执行程序，使用户可以混合编程。

☞ 帮助功能完整

MATLAB 采用基于 HTML 的自述文件，自述文件中不仅介绍了 MATLAB 语言，还对各种算法的理论基础与算法实现进行了比较详细的说明，并给出了相应的常规实例，帮助功能比较完整，用户使用较为方便。

1.1.2 MATLAB 2012a 的安装

下面说明 MATLAB 2012a 的安装过程。

执行[安装盘]\MATLAB 2012a\setup.exe 命令，依次出现图 1-1、图 1-2、图 1-3。

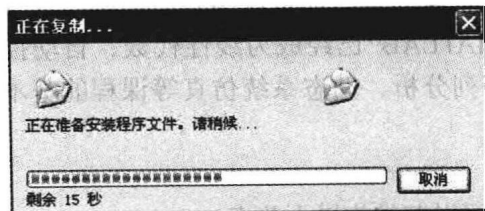


图 1-1 MATLAB 2012a 的安装-1

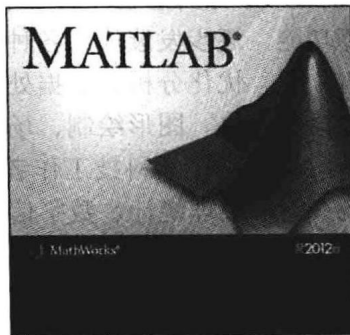


图 1-2 MATLAB 2012a 的安装-2

在图 1-3 中选择“不使用 Internet 安装”，然后单击“下一步”按钮，出现新的界面，见图 1-4。

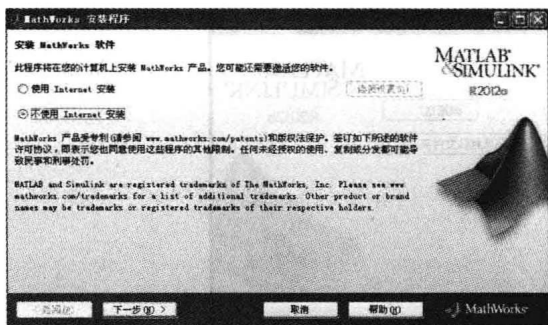


图 1-3 MATLAB 2012a 的安装-3

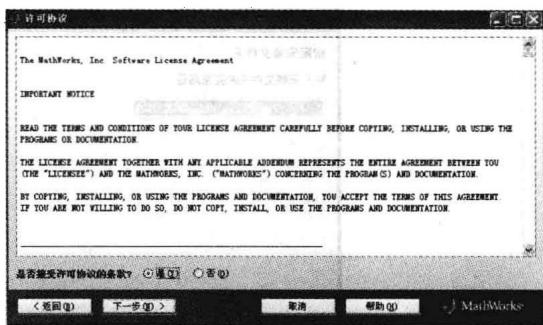


图 1-4 MATLAB 2012a 的安装-4

在图 1-4 中选中“是”（同意版本协议），然后单击“下一步”按钮，出现新的界面，见图 1-5。

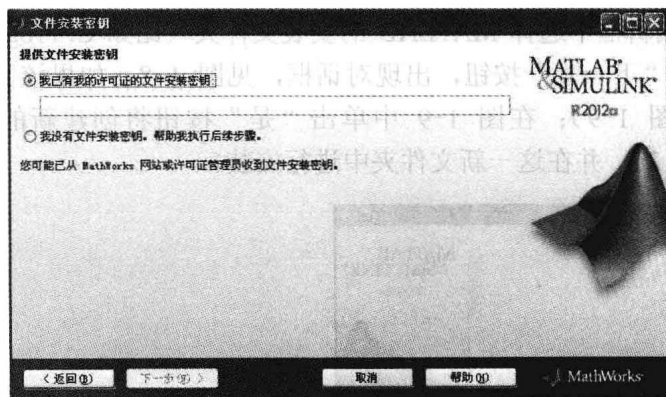


图 1-5 MATLAB 2012a 的安装-5

如有文件安装密钥，在图 1-5 中选择“我已有的许可证的文件安装密钥”并输入相应号码，然后单击“下一步”按钮，出现新的界面，见图 1-6。

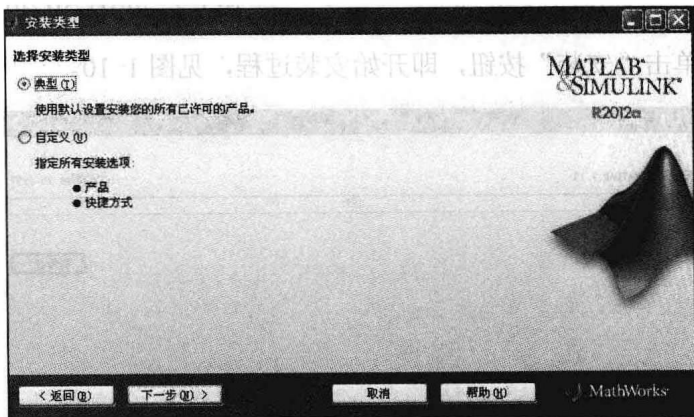


图 1-6 MATLAB 2012a 的安装-6

在图 1-6 中选中“典型”（默认选择），然后单击“下一步”按钮，出现新的界面，见图 1-7。

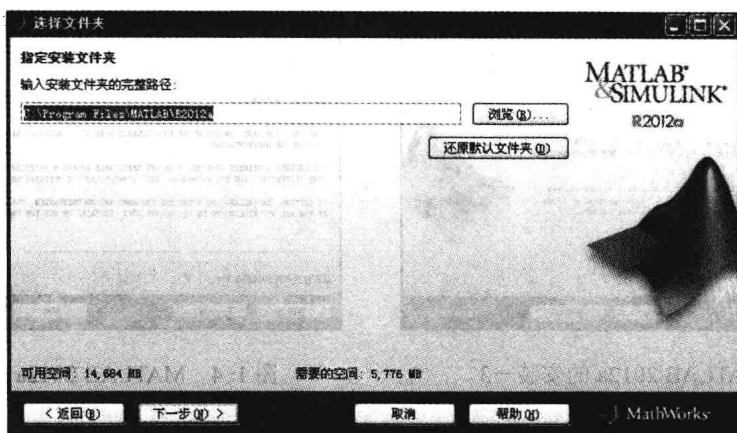


图 1-7 MATLAB 2012a 的安装—7

在图 1-7 中, 编辑框中选择 MATLAB 的安装文件夹 (比如 C:\Program Files\MATLAB\R2012a), 然后单击“下一步”按钮, 出现对话框, 见图 1-8。如果该文件夹不存在, 则出现新的对话框 (见图 1-9); 在图 1-9 中单击“是”按钮将创建新的文件夹 C:\Program Files\MATLAB\R2012a, 并在这一新文件夹中进行安装。

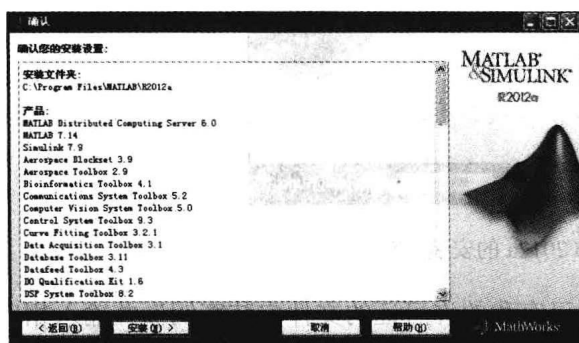


图 1-8 MATLAB 2012a 的安装—8

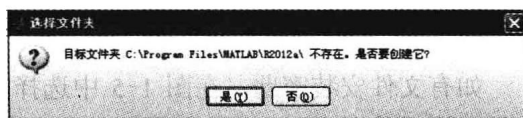


图 1-9 MATLAB 2012a 的安装—9

在图 1-8 中, 单击“安装”按钮, 即开始安装过程, 见图 1-10。

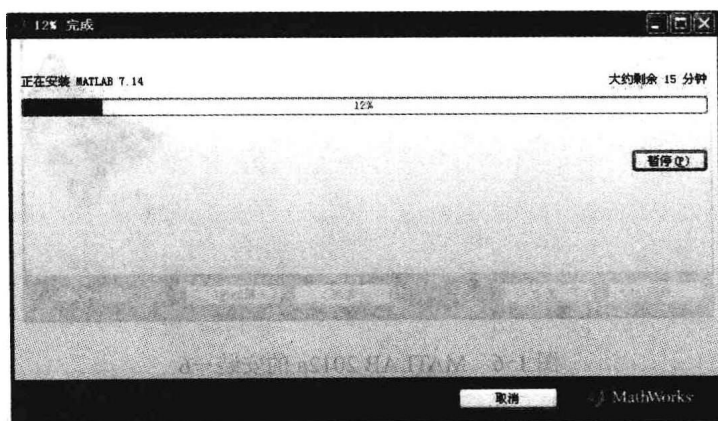


图 1-10 MATLAB 2012a 的安装—10

安装结束之前,出现对话框,见图 1-11。在图 1-11 中,选择单击“下一步”按钮出现新的对话框,见图 1-12。单击图 1-12 中的“完成”按钮,即完成 MATLAB 2012a 的安装。要注意的是,此时安装虽已基本完成,但 MATLAB 平台尚未激活。

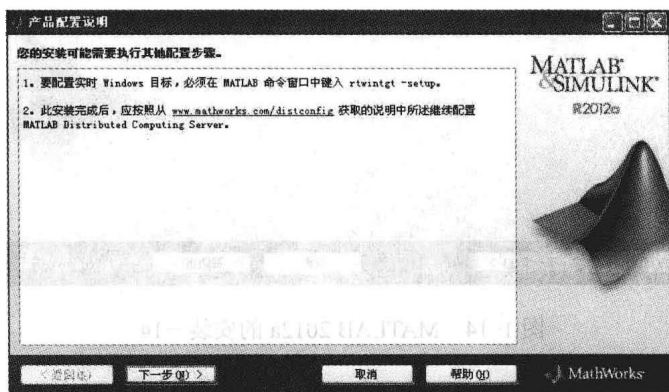


图 1-11 MATLAB 2012a 的安装—11

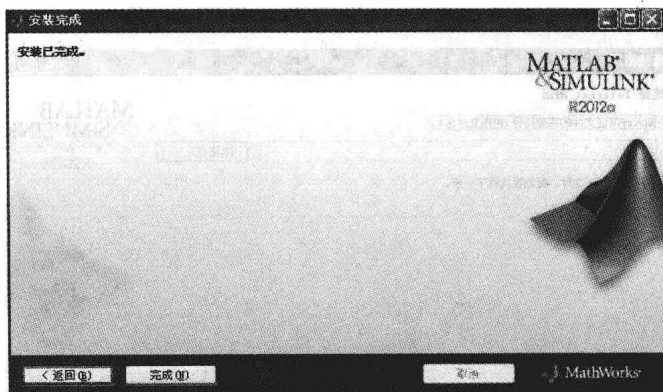


图 1-12 MATLAB 2012a 的安装—12

第 1 次使用 MATLAB—R2012a, 需要激活。要激活 MATLAB—R2012a, 可在安装目录下双击激活文件“<安装目录>\bin\win32\activate_matlab.exe”文件(见图 1-13)。此后出现激活方法选择, 见图 1-14。

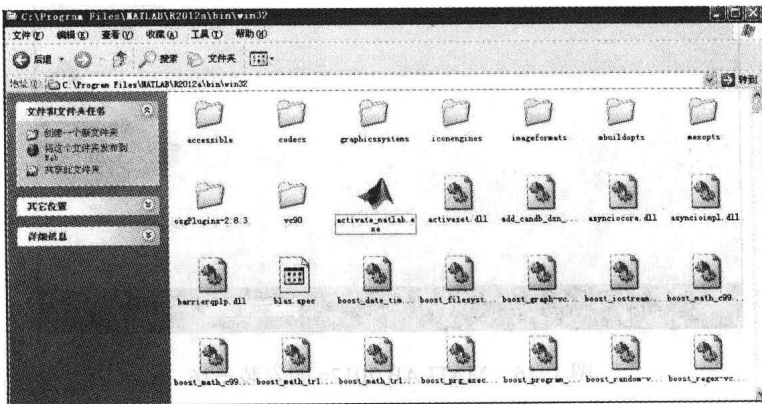


图 1-13 MATLAB 2012a 的安装—13

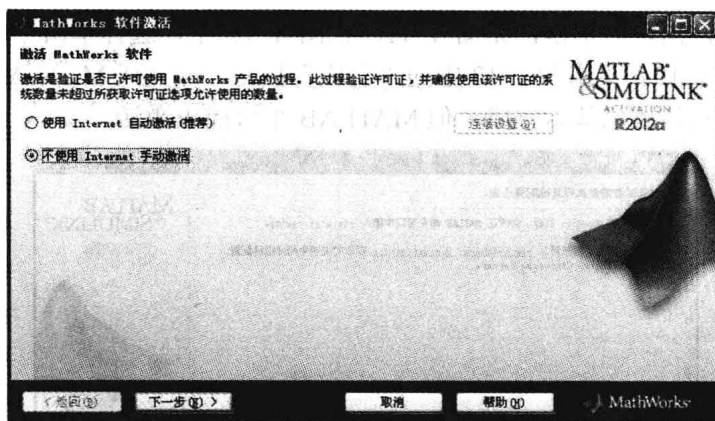


图 1-14 MATLAB 2012a 的安装—14

可在图 1-14 中选择“不使用 Internet 手动激活”，此时出现图 1-15。在图 1-15 中选择“输入许可证文件的完整路径（包括文件名）”，单击“浏览 (R) ...”按钮，在新出现对话框中选择激活文件。激活完成将出现信息提示对话框，见图 1-16。

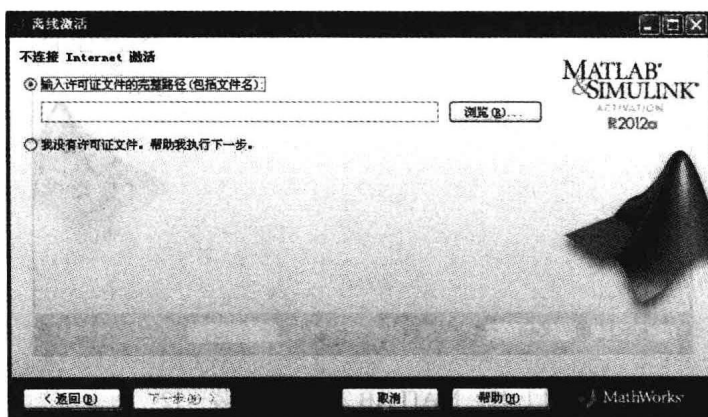


图 1-15 MATLAB 2012a 的安装—15

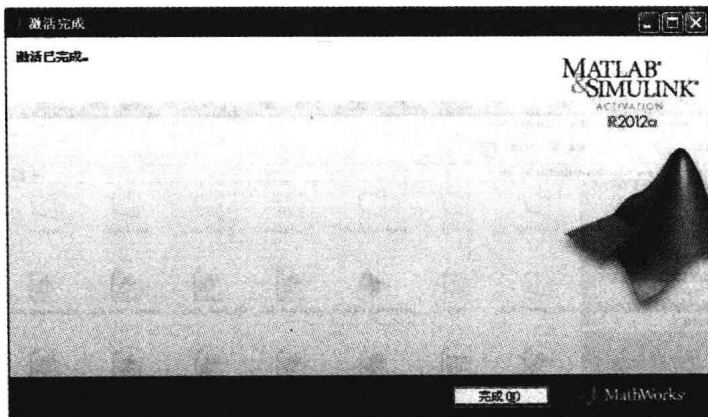


图 1-16 MATLAB 2012a 的安装—16

在图 1-16 中，单击“完成”按钮，即可完成 MATLAB 2012a 平台的激活。第 1 次激活

以后运行 MATLAB 平台，不再需要重新激活。

启动 MATLAB 2012a 平台，可双击安装文件夹中目录 bin 之下的执行文件 matlab.exe（比如 C:\Program Files\MATLAB\R2012a\bin\matlab.exe），见图 1-17。此后出现新的界面（见图 1-18），即为 MATLAB 2012a 平台。

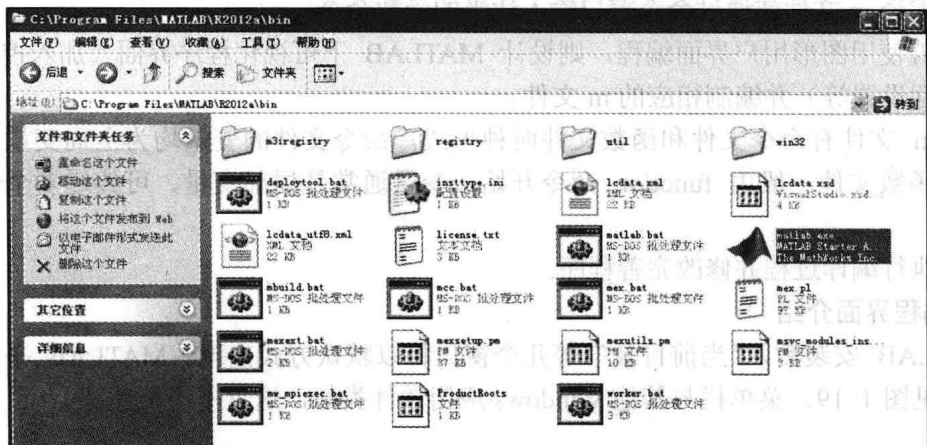


图 1-17 MATLAB 2012a 的启动路径

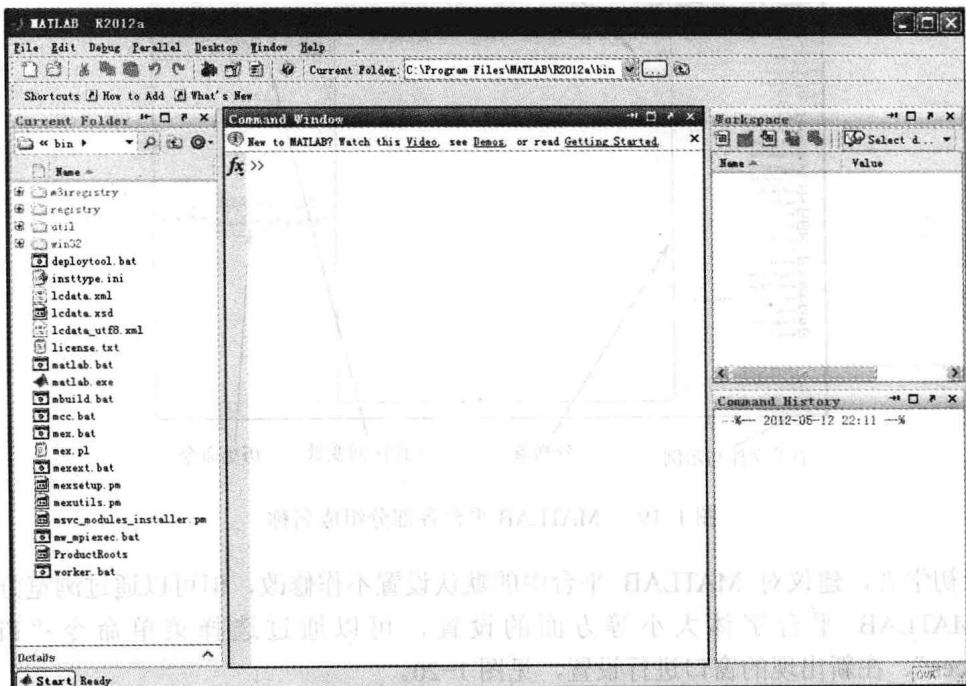


图 1-18 MATLAB 2012a 的编程平台

顺便说明，第 1 次若成功激活 MATLAB-R2012a，以后每次使用时双击安装目录下的可执行文件“matlab.exe”（比如 C:\Program Files\MATLAB\R2012a\bin\matlab.exe）即可；如果在编程过程中命令窗口、代码历史等不能在视图中出现，可以通过单击菜单“Desktop”中下一级菜单而使相应菜单出现。

1.1.3 MATLAB 2012a 平台介绍

1. 程序编制步骤

- (1) 双击“安装文件夹”→“bin”→“matlab.exe”，可进入 MATLAB 编译平台。
- (2) 编译 m 文件或通过命令窗口输入适当的函数命令。
- (3) 若使用图形用户界面编程，则设计 MATLAB 下可视化程序界面（加入控件、对有关属性进行设置等）并编制相应的 m 文件。
- (4) m 文件有命令文件和函数文件两种形式，命令文件的变量均为全局变量且无参数传递，而函数文件一般由 `function` 命令开始、变量通常是局部变量、可传递多个输入输出参数。
- (5) 执行编译过程并修改完善程序。

2. 编程界面介绍

MATLAB 安装后，“当前目录”等几个窗口将以默认方式出现。MATLAB 平台各部分组成名称见图 1-19。菜单栏与其他 Windows 应用软件类似，这里不予赘述。

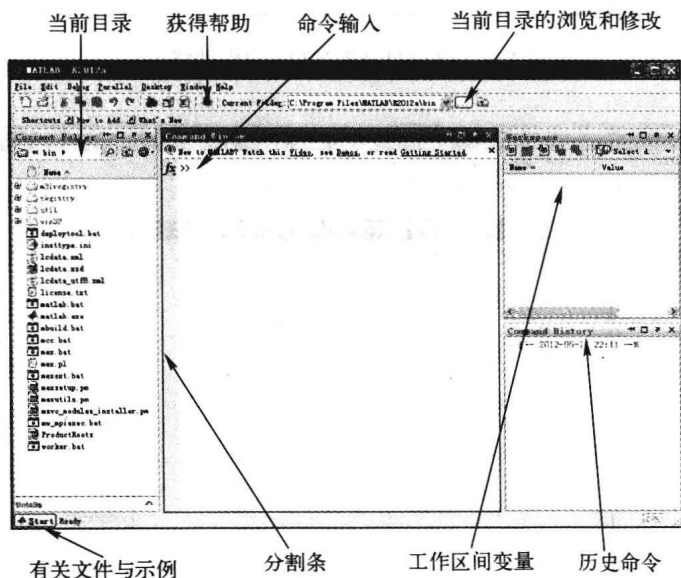


图 1-19 MATLAB 平台各部分组成名称

对于初学者，建议对 MATLAB 平台中的默认设置不作修改，但可以通过浏览方式逐步学习。MATLAB 平台字体大小等方面的设置，可以通过选择菜单命令“File”→“Preferences”、在新出现的窗口进行设置，见图 1-20。

当然，MATLAB 平台中的默认设置也可以通过不同方式进行修改。默认出现的这些窗口，在使用时过程中是否出现，可以通过菜单“Desktop”的下级菜单进行设置。例如，若要不显示历史命令，可以去掉“Desktop”下级菜单“Command History”。由于“Desktop”的下级菜单默认设置是编程时常用的一些窗口设置，建议初学者不改变这一默认设置。此外，各窗口的相对位置可以通过“Ctrl+拖动”的方式来实现，各窗口的具体大小可以通过“拖动”的方式来实现。

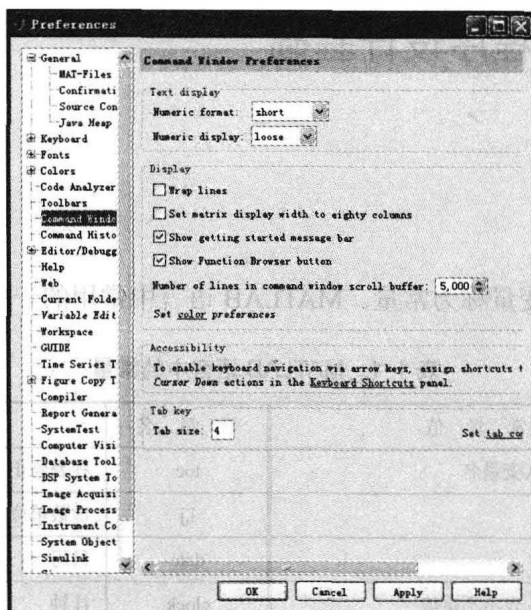


图 1-20 MATLAB 平台的设置

3. 使用帮助文件

MATLAB 的函数命令很多, 全部记住既不需要、也不可能, 可通过两种方法学习。

(1) 使用函数在线帮助。通常使用命令 `help`, 比如要知道函数命令 `sin` 的含义、格式、实例, 可在命令窗口输入 `help sin`。对于已知函数命令名称、但不熟练其具体使用方法的命令来说, 使用 `help` 命令时, 函数命令名称通常都是小写字母。

(2) 使用全部帮助。单击“Help”按钮出现新窗口, 见图 1-21, 这些新窗口将显示 MATLAB 的自述文件。自述文件中给出了 MATLAB 中的全部帮助, 包括 MATLAB 语言介绍、函数命令含义与算法、工具箱说明、典型算例等。建议读者通过经常学习自述文件, 不断提高编程水平及应用能力。

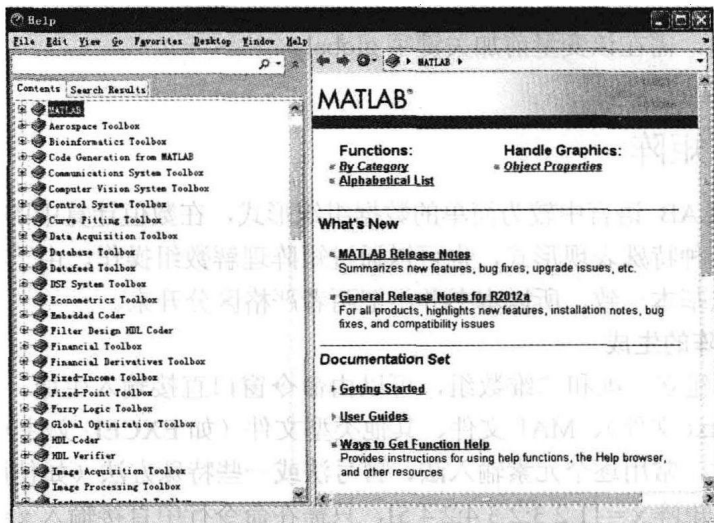


图 1-21 MATLAB 语言自述帮助文件