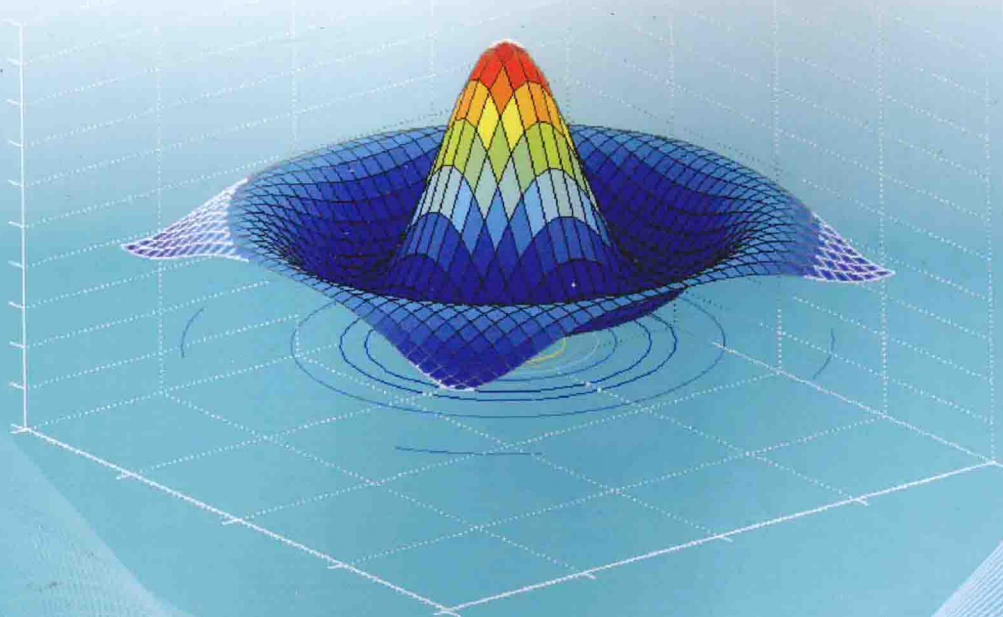


Matlab

软件基础教程

Matlab Software Basic Course

罗杰 李万兵 张朴 主编



陕西师范大学出版总社有限公司

Matlab 软件基础教程

罗 杰 李万兵 张 朴 主编

陕西师范大学出版总社有限公司

图书代号 JC14N1147

图书在版编目(CIP)数据

Matlab 软件基础教程 / 罗杰, 李万兵, 张朴主编. —西安: 陕西师范大学出版总社有限公司, 2014. 8

ISBN 978 - 7 - 5613 - 7802 - 1

I. ①M… II. ①罗… ②李… ③张… III. ①Matlab 软件—高等学校—教材 IV. ①TP317

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 174351 号

Matlab 软件基础教程

罗 杰 李万兵 张 朴 主编

责任编辑 / 于盼盼 李红凯

责任校对 / 李浩杰

封面设计 / 安 梁

出版发行 / 陕西师范大学出版总社有限公司
(西安市长安南路 199 号 邮编 710062)

网 址 / <http://www.snupg.com>

经 销 / 新华书店

印 刷 / 兴平市博闻印务有限公司

开 本 / 787mm × 1092mm 1/16

印 张 / 10.5

字 数 / 212 千

版 次 / 2014 年 8 月第 1 版

印 次 / 2014 年 8 月第 1 次印刷

书 号 / ISBN 978 - 7 - 5613 - 7802 - 1

定 价 / 22.00 元

读者购书、书店添货如发现印刷装订问题,请与本社高教出版分社联系调换。

电 话:(029)85303622(传真) 85307826

前 言

随着数学科学和计算机技术的飞速发展,综合运用数学知识建立数学模型,进行科学计算,研究和揭示自然科学的变化规律,解决工程领域中的实际问题,已成为科学研究的一种重要方法。数学作为基础学科,应用于科学研究和工程应用的各个领域。对于新时期的大学生来说,在学习数学理论知识的同时,学习探索解决实际问题的方法,将理论知识与实际应用相结合,培养科学研究意识,掌握科学方法,逐步提高自主解决实际问题的能力,开启创新思维,是目前非常重要和迫切的。因此,许多高校陆续开设数学建模和数学实验等课程,以便对学生进行有针对性的培养和训练。

目前,培养学生数学思维能力有赖于依托现代计算机技术和数学软件平台。对于学生综合运用所学过的数学知识和其它科学知识,建立解决实际问题的数学模型,选择适当的数学方法进行数值计算和数值分析,检验结果;优化和改进数学模型,解决实际问题;激发学习兴趣,培养开拓创新精神,都有重要的意义。

近年来,作为数值运算、符号运算和图形处理等多种功能强有力的实现工具,Matlab 这一强大的数学计算软件包得到了业内及学界的广泛认可,并且深入到各个行业的众多学科。在各大公司、科研机构、大学校园都得到了广泛的应用,其自身也发展迅猛,功能不断扩充,越来越强大。

本书根据 MATLAB R2012a 版本编写,着力从实用角度出发,通过大量典型实例,对 Matlab 的功能、操作及相关应用进行了比较详细的论述。作为一本针对初学者的入门书籍,内容从易到难,深入浅出,讲解详尽,尽量采用精心设计的实例,让读者能够比较快地掌握 Matlab 语言的一些基本操作技能。书中所有实例都通过了 MATLAB R2012a 版本平台的调试。

本书共分 7 章。第一章、第二章和第三章由罗杰编写;第四章和第五章由李万兵编写;第六章和第七章由张朴编写。全书由罗杰统稿并负责修订工作。

第 1 章 Matlab 入门基础 包括 Matlab 软件简要介绍(包括它的特点、功能、图形绘制举例等),Matlab 软件的安装过程和软件界面,路径搜索和在线帮助。

第2章 数据类型 介绍了 Matlab 中常用的几种数据类型,包括常量、数字变量、字符串、矩阵、单元型变量和结构型变量等。其中侧重论述字符串,单元型变量和结构型变量不易理解,需要多加练习,才能掌握。

第3章 数值运算 本章介绍 Matlab 语言的基本功能,也是精华所在。主要讲解了向量及其运算、矩阵运算、数组及其运算、多项式运算等。其中矩阵运算是重点和难点。

第4章 Matlab 符号计算 符号计算是该软件的又一特色。通过符号计算与数值计算的比对介绍符号计算的特点。用大量符号运算的实例,讲述符号对象的创建和使用。

第5章 Matlab 程序设计 介绍了函数的引入、M 文件的编写、程序控制、人机交互指令和函数句柄等。其中,M 文件的编写和程序控制中的循环语句用法是重点和难点。

第6章 Matlab 图形绘制 作为该软件的又一大亮点,先介绍图形窗口和子图,接着介绍最常用的二维图形绘制。包括图形格式控制、特殊二维图、三维图形绘制、符号函数图形绘制以及动画等内容。其中二维图形绘制和三维图形绘制是重点内容。

第7章 Simulink 仿真 作为 Matlab 软件的重要组成部分,Simulink 用于多个行业和领域的仿真运算。从 Simulink 集成仿真环境引入微分方程的 Simulink 求解和控制系统的 Simulink 仿真。

在本书的编写过程中,编者参考了相关专业的一些书籍和文献资料,在此向所有原作者表示感谢!

本书的出版得到了陕西师范大学出版总社有限公司的大力支持,特别是雷永利副社长和王东升编辑对本书做了大量的工作,在此深表谢意。最后,感谢对本书作出贡献的所有同志。

由于作者水平和经验有限,书中错漏之处在所难免,敬请各位读者批评指正。

作者

2014年7月

注:本书为教师配有习题集(电子版),如需要,请与陕西师范大学出版总社有限公司高教分社联系。

目 录

第 1 章 Matlab 入门基础	(1)
1.1 Matlab 介绍	(1)
1.2 Matlab 的安装	(6)
1.3 Matlab 的界面介绍	(8)
1.4 Matlab 的路径搜索	(12)
1.5 Matlab 在线帮助功能	(13)
第 2 章 数据类型	(17)
2.1 Matlab 中的常量与变量	(17)
2.2 数字变量	(19)
2.3 字符串	(22)
2.4 矩阵	(26)
2.5 单元型变量	(26)
2.6 结构型变量	(29)
第 3 章 数值计算	(35)
3.1 向量及其运算	(35)
3.2 矩阵运算	(38)
3.3 数组及其运算	(59)
3.4 多项式运算	(64)
第 4 章 Matlab 符号计算	(71)
4.1 符号计算与数值计算比对的几个实例	(71)
4.2 符号对象的创建和使用	(74)
4.3 符号运算实例	(85)
第 5 章 Matlab 程序设计	(93)
5.1 函数	(93)

5.2 M 文件	(98)
5.3 程序控制	(101)
5.4 人机交互指令	(108)
5.5 函数句柄	(112)
第 6 章 Matlab 图形绘制	(115)
6.1 图形窗口和子图	(115)
6.2 二维图形绘制	(119)
6.3 图形格式控制	(123)
6.4 特殊二维图形绘制	(126)
6.5 三维图形绘制	(130)
6.6 符号函数的图形绘制	(133)
6.7 动画	(137)
第 7 章 Simulink 仿真	(141)
7.1 Simulink 集成仿真环境	(141)
7.2 微分方程的 Simulink 求解	(142)
7.3 控制系统的 Simulink 仿真	(155)
参考文献	(161)

第1章 Matlab 入门基础

Matlab 主要应用于科学研究和工程领域,用来解决非常复杂的科学和工程计算问题,Matlab 将一些数值计算和可视化功能结合到一起,并且提供大量的内置函数,为各个领域问题的解决提供了方便。本章作为本书的第1章着重讲述 Matlab 语言的基本功能和特点,简明地介绍 Desktop 操作桌面的功能和使用方法、Matlab 的搜索路径以及在线帮助系统的使用。

1.1 Matlab 介绍

1.1.1 Matlab 初识

Matlab 是由 Matrix 和 Laboratory 这两个词组合得到,工程人员称其为矩阵实验室,是 1984 年由总部位于美国马萨诸塞州 Natick 的 MathWorks 公司创建,是其公司推出的软件产品之一。公司已经逐步成为全球科学计算和基于模型设计的软件供应商领导者,提供面对科学计算、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、非线性动态系统的建模和仿真以及科学数据可视化等诸多强大功能集成在一个可视化的视窗环境中,是一种进行科学与工程计算的交互式程序语言,为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。

Matlab 是三大数学软件之一,在数学类科技应用软件中,其在数值计算方面首屈一指。Matlab 配备了种类繁多的工具箱(Toolbox),可以进行矩阵运算、绘制函数和数据、实现算法、创建用户界面、连接其他编程语言的程序等,主要应用于工程计算、自动控制、信号检测、信息处理、图像处理、金融建模设计与分析等领域。

1.1.2 Matlab 的特点

首先,Matlab 作为一种高级科学计算软件,提供了进行算法开发、数据可视化、数据分析以及数值计算的交互式应用开发环境。世界上许许多多的科研工作者都在使用 Matlab 产品来加快他们的科研进程,缩短数据分析和算法开发的时间,研发出更加先进的产品和技术。相对于传统的 C 语言,C++ 语言或者 FORTRAN 语言,Matlab

语言提供了高效快速解决各种科学计算问题的方法。目前, Matlab 产品被认为是科学计算领域内的标准软件工具之一。

其次, Matlab 可以应用于不同的领域,例如工程计算、信息处理、通讯系统设计与仿真、测量测试与数据采集、金融数理分析以及生物科学等领域。在 Matlab 中内置了丰富的统计和工程计算函数,使用这些函数解答问题十分方便。无论是问题的提出还是结果的表达都采用工程师习惯的数学描述方法,这一特点使 Matlab 成为了数学分析、算法开发及应用程序开发的良好工具。

总结起来, Matlab 的特点有:

- 高级科学计算语言;
- 变量以矩阵形式表达,元素可以为复数,适合科学计算;
- 集成度高,功能性强,使用方便;
- 有丰富的作图指令,绘制 2-D 和 3-D 图形,实现数据可视化;
- 功能扩展能力强,有大量工程实用工具箱可以选用;
- 用于高等数学、线性代数、概率与数率分析、傅立叶分析和滤波器设计等方面;
- 兼容性非常好,可以互相调用。

1.1.3 Matlab 的功能

Matlab 广泛地应用于工程计算、自动控制和信息处理等领域的分析、仿真和设计工作,它具有高性能的数值计算和可视化功能,同时提供大量的内置函数。利用 Matlab 产品强大的扩展能力,可很容易地进行功能扩展,从而能够在 Matlab 的辅助下,不断深化认识问题。

1.1.3.1 数学计算

Matlab 提供的数学算法是世界上诸多科学家辛勤劳动的结晶,保证了数学计算结果的精确。Matlab 数学计算的内容有:

- 矩阵运算与变换;
- 数据处理与结果可视化;
- 快速傅里叶变换(FFT),相关与协方差分析;
- 稀疏矩阵运算,多维数据运算;
- 三角函数与初等函数的运算;
- Bessel、beta 及其他特殊函数;
- 求解线性方程和微分方程;
- 分析多维数组。

1.1.3.2 开发工具

Matlab 提供的主要开发工具有:

- Matlab Editor —— 该工具提供了 M 语言算法的编辑、调试的标准环境,可以在该工具中设置断点,单步调试,遇到错误立即报告,阅读错误信息提示,可直接点击链

接有问题的代码行,方便编程与调试。

- M - Lint Code Checker —— 该工具用于分析 M 语言代码并且向开发人员提出改善代码性能和维护的建议;

- Matlab Profiler —— 该工具可以计算和统计出每行 M 语言代码执行消耗的时间;

- Directory Reports —— 该工具扫描当前目录下所有的 M 语言,并且报告文件的代码效率、文件的相关性以及代码覆盖度等信息。

1.1.3.3 数据的可视化

Matlab 提供了功能丰富的数据可视化功能:

- 连续数据的二维曲线、三维曲线、曲面绘图,还包括离散数据绘图、直线图、封闭折线图(polygon)、网格图、等值线图、极坐标图、直方图等丰富多样的数据可视化手段;

- 交互的文本注释编辑能力;

- 提供文件 I/O,用于绘制图形的显示,支持多种图像文件格式,例如:JPEG, TIFF, BMP, PNG, AVI 等;

- 具有软硬件支持的 OpenGL 渲染;

- 支持动画和声音;

- 多种光源和方位角设置、色彩控制及光照和透视控制;

- 具有面向对象的图形系统——句柄图形;

- 能够与其他的应用程序兼容,打印或者导出数据图形文件,例如 Word 和 PowerPoint,共享开发的结果。

1.1.3.4 Matlab 绘制的图形

Matlab 中,可以通过非常简单的代码绘制出复杂的图形图像,如以下代码所示:

```
clear all
```

```
x = -8:0.5:8;
```

```
y = x;
```

```
[X,Y] = meshgrid(x,y);
```

```
R = sqrt(X.^2 + Y.^2) + eps;
```

```
Z = 2 * sin(R) ./ R;
```

```
surf(X,Y,Z);
```

```
grid on
```

```
axis([-10 10 -10 10 -0.5 1.5]);
```

```
shading faceted
```

```
xlabel('x');
```

```
ylabel('y');
```

zlabel('z');

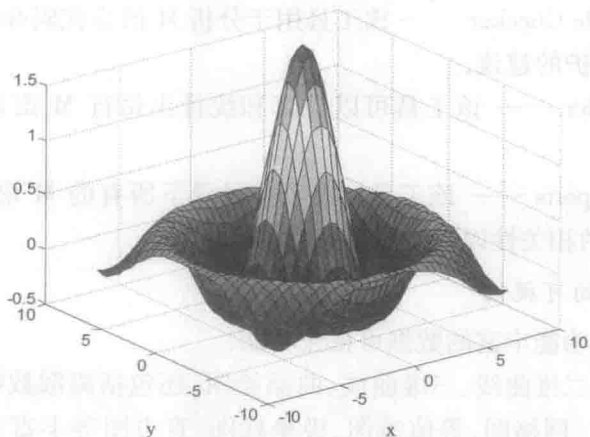


图 1-1 meshgrid 函数的图像

在以上绘图实例中,通过短短十余行代码,即绘制出了丰富色彩表示的三维曲面图像。由此,可对 Matlab 强大的图形图像可视化功能建立初步的印象。

1.1.3.5 交互式编辑创建图形

Matlab 提供了交互式工具,用于设计、修改图形,在 Matlab 的图形窗口中工程师可以完成:

- 拖放数据集到窗体;
- 修改图形窗体中任意对象的属性;
- 增加注释和数据标注;
- 放大、旋转、平移、修改摄像机或者光线的位置、角度等;
- 将图形窗口文件转变为 M 代码。

1.1.3.6 集成的算法开发编程语言和环境

Matlab 提供了一种简便易用的算法开发语言——M 语言,直接利用 Matlab 提供的基本数学运算和图形能力,开发工程师自定义的算法。几乎所有的 Matlab 工具箱函数都是利用 M 语言开发的。其特点如下:

- 类似 C 语言的语法风格,更容易接受和掌握;
- 简洁明了的可视化程序编辑器/调试器;
- JIT 加速器加快程序运行速度;
- 支持使用底层 I/O 手段获取数据;
- 三大流程控制(for, while, if, switch);
- 支持面向对象编程(OOP);
- ASCII 及二进制文件输入输出;
- 多维向量及工程师自定义结构,以及数组、结构、单元数组等多种数据结构;

- 开发性灵活,能够与 C 语言, C++ 语言, FORTRAN 语言, Java 语言, COM 组件以及 Excel 很好地集成使用;

- Matlab 的数据文件格式——MAT 格式文件可支持跨平台应用;

- 图形用户界面开发环境——GUIDE:应用程序向导简化开发步骤;下拉及弹出式菜单;同时,支持多种界面元素:按钮(PUSH BUTTON),单选按钮(RADIO BUTTON),复选框(CHECK BOXES),滑块(SLIDERS)、文本编辑框(EDIT BOX)和 ActiveX 控件;鼠标事件(Mouse Event)和响应函数(drawback);利用响应函数响应工程师的操作。

1.1.3.7 开放性、可扩展性强

M-语言函数文件全部是可见的 Matlab 程序,工程师可以查看源代码。开放的系统设计使工程师能够快速有效地检查算法是否正确,修改已存在的函数代码,或者加入自己的新函数代码,给自己的使用带来方便。包括:

- 在 C 或 FORTRAN 程序中调用 Matlab 函数;

- 在 Matlab 中使用 Java 语言编程;

- 对计算机串口进行输入输出操作;

- 加载通用 DLL 文件;

- 使用 C 或者 FORTRAN MEX 文件集成已有的 FORTRAN 算法;

- 提供 COM 服务和 COM 控制支持;

- 输入输出各种 Matlab 及其他标准格式的数据文件;

- 创建图文并茂的技术文档,包括 Matlab 图形、命令,并可通过 Word, HTML 等格式输出。

1.1.3.8 专业应用工具箱

Matlab 的工具箱增强了在工程及科学中特殊应用的功能,其也和 Matlab 一样是完全工程化的,可扩展性强。将某个或某几个工具箱与 Matlab 联合使用,可以得到一个功能强大的计算组合包,满足工程师的特殊要求。于是,Matlab 产品被广泛应用于下列领域:

- 信号分析与处理;

- 测量测试;

- 自动控制;

- 数学建模与分析;

- 图像处理与地理信息;

- 财经金融建模与分析;

- Matlab 应用程序发布。

1.2 Matlab 的安装

购买 MATLAB R2012a 光盘产品,下面说明其主要安装步骤。

1.2.1 准备安装文件

准备好 MATLAB R2012a 源文件,将安装光盘插入光驱。

1.2.2 主要安装步骤

首先,从 bin 文件夹中选择与系统相匹配的文件,双击 setup.exe 开始安装文件,等几秒钟会弹出安装窗口。

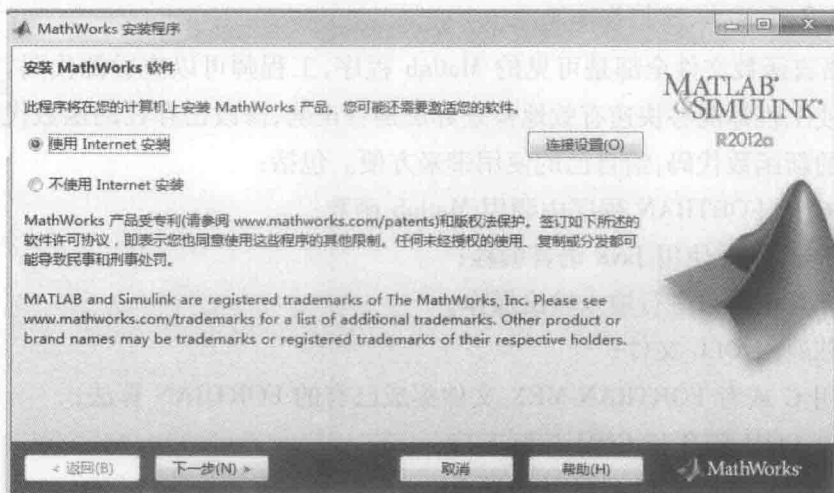


图 1-2 MathWorks 安装程序界面

选择“不使用 Internet 安装”,点“下一步”。

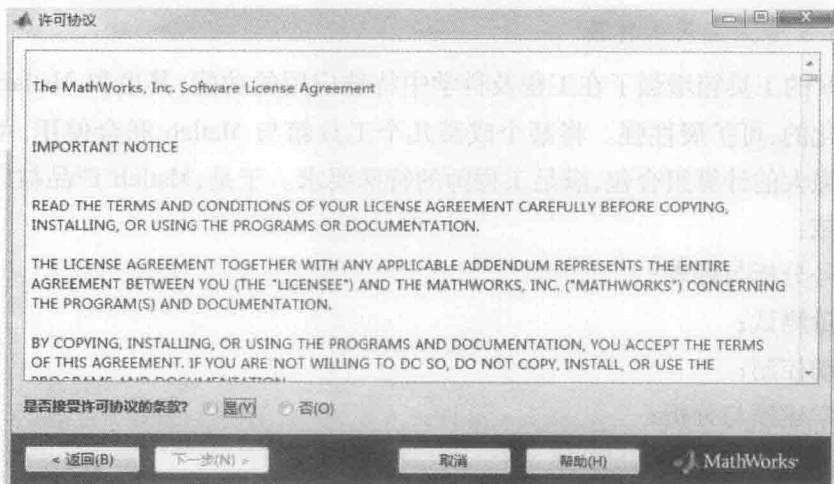


图 1-3 许可协议界面

选择“是”，再点“下一步”。

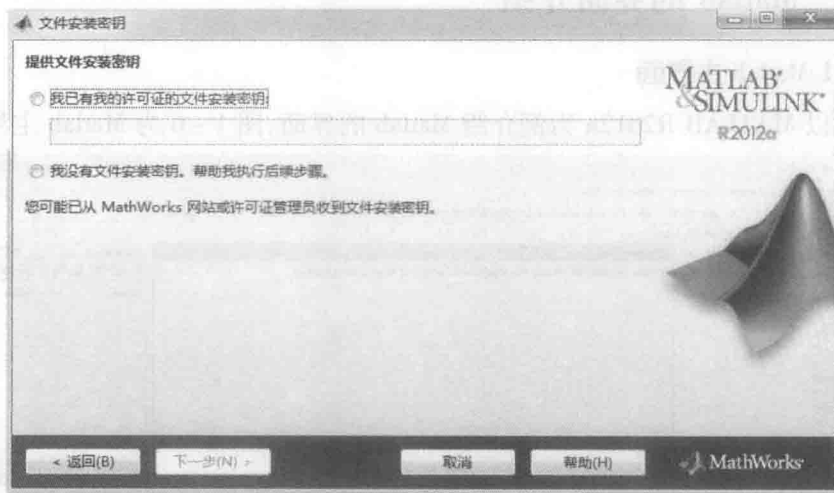


图 1-4 文件安装密钥界面

选择“我已有的许可证的文件安装密钥”，并输入软件商提供的文件安装密钥，点“下一步”。

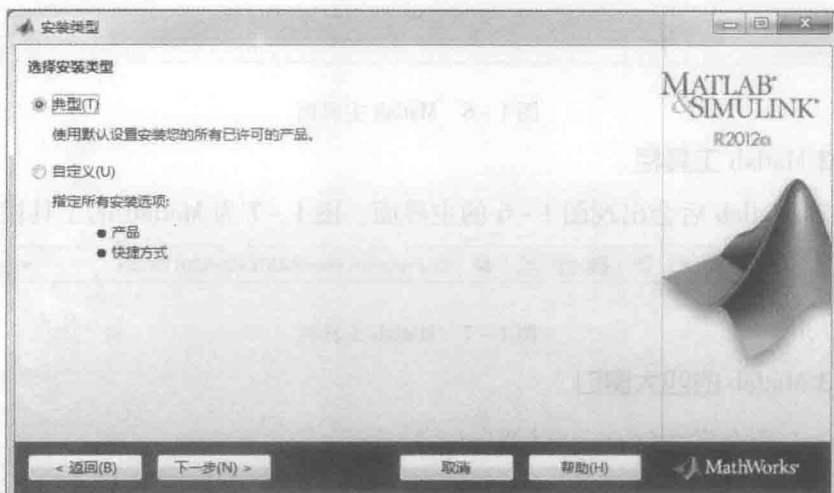


图 1-5 文件安装类型选择界面

默认为“典型”，直接点“下一步”，选择路径，等待安装完成，大约需要 25 分钟。

1.2.3 Matlab 软件激活

安装好后，从安装目录下找到 bin 中的 matlab 图标，双击弹出激活窗口，选择正版软件供应商提供的授权文件，进行激活。软件激活后，即可正常使用。

1.3 Matlab 的界面介绍

1.3.1 Matlab 主界面

本文以 MATLAB R2012a 为例介绍 Matlab 的界面,图 1-6 为 Matlab 主界面:

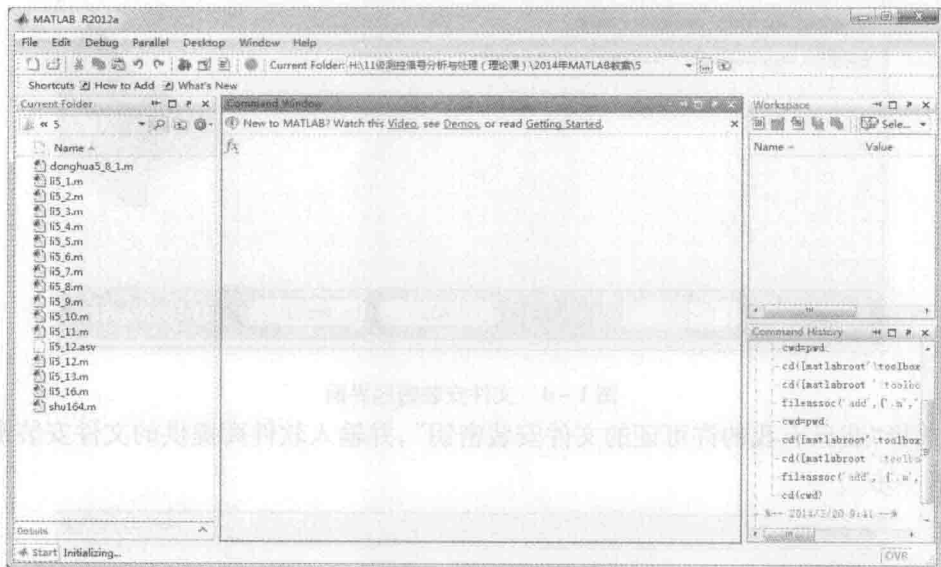


图 1-6 Matlab 主界面

1.3.2 Matlab 工具栏

当启动 Matlab 后会出现图 1-6 的主界面。图 1-7 为 Matlab 的工具栏。

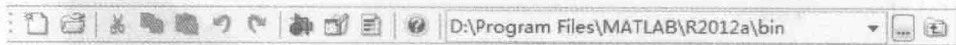


图 1-7 Matlab 工具栏

1.3.3 Matlab 的四大窗口

1.3.3.1 命令窗口(Command Window)

命令窗口用于 Matlab 命令的交互操作。如图 1-8 所示。命令窗口具有两大主要功能:

- (1) 提供命令输入的操作平台,用户通过该窗口输入命令和数据;
- (2) 提供命令执行结果的显示平台,该窗口显示命令执行的结果。

在计算机上安装 Matlab 之后,双击 Matlab 图标,就直接进入命令窗口。此时意味着系统处于准备接受命令的状态,可以在命令窗口直接输入命令语句。

Matlab 语句形式如下所示:

>> 变量 = 表达式;

它通过等号将表达式的值赋予变量。当键入回车键后,该语句被执行。语句执

行完毕,窗口自动显示出语句执行的结果。如果不希望结果被显示,只要在语句之后加上一个分号(;)即可。此时,尽管结果没有被显示,但它依然被赋值,并且 Matlab 在工作空间中为之分配了内存。

使用方向键和控制键可以编辑、修改已输入的命令,使用上方向键“↑”用于回顾上一行命令,下方向键“↓”用于回顾下一行命令。使用命令字“more off”表示不允许分页,“more on”表示允许分页,“more(n)”表示指定每页输出的行数。键入回车键前行一行,空格键显示下一页,键入“q”命令字结束当前显示。

如果命令语句超过一行或者太长,希望分行输入,则可以使用多行命令继续输入。如输入下列式子时,可以通过两行输入:

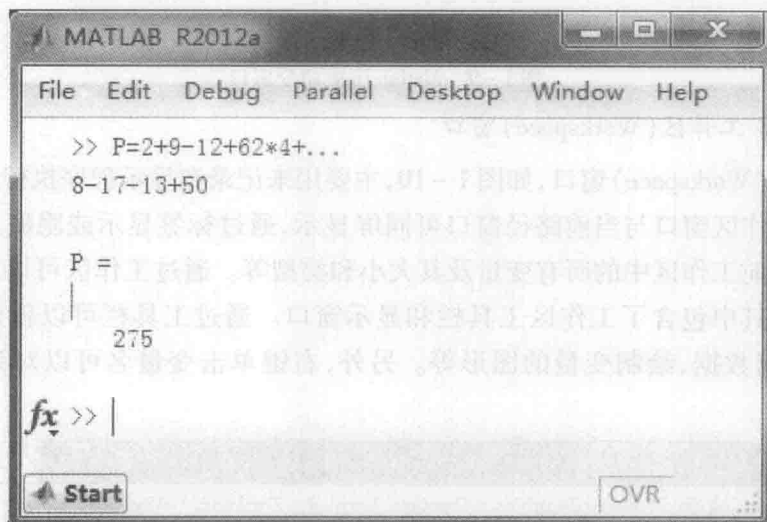
$$P = 2 + 9 - 12 + 62 * 4 + \dots$$
$$8 - 17 - 13 + 50$$


图 1-8 Matlab 命令窗口

1.3.3.2 历史命令(Command History)窗口

历史命令(Command History)窗口,如图 1-9,主要用来记录输入过的历史命令和时间,默认情况下历史命令窗口位于左下角,显示用户曾经输入过的命令,并显示输入的时间,方便用户查询。对于历史命令窗口中的命令,用户可以点击右键进行相应的操作。用户可以双击再次执行命令窗口中的命令。

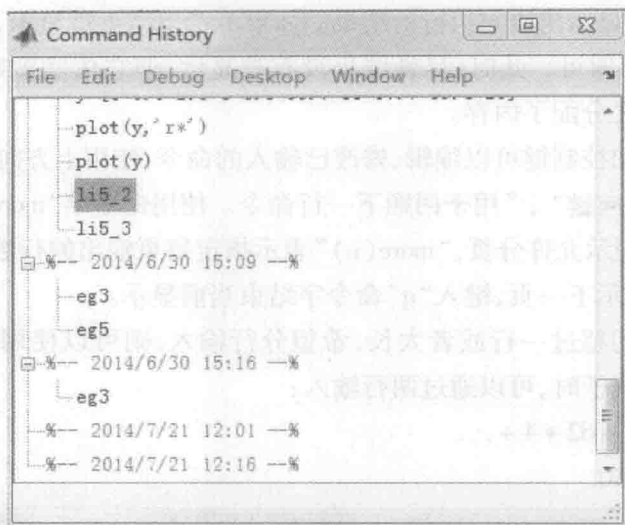


图 1-9 Matlab 历史命令窗口

1.3.3.3 工作区 (Workspace) 窗口

工作区 (Workspace) 窗口, 如图 1-10, 主要用来记录和显示程序执行过程的数据和数组。工作区窗口与当前路径窗口可同屏显示, 通过标签显示或隐藏。工作区窗口中显示当前工作区中的所有变量及其大小和类型等。通过工作区可以对这些变量进行管理。其中包含了工作区工具栏和显示窗口。通过工具栏可以新建或删除变量、导入导出数据、绘制变量的图形等。另外, 右键单击变量名可以对该变量进行操作。

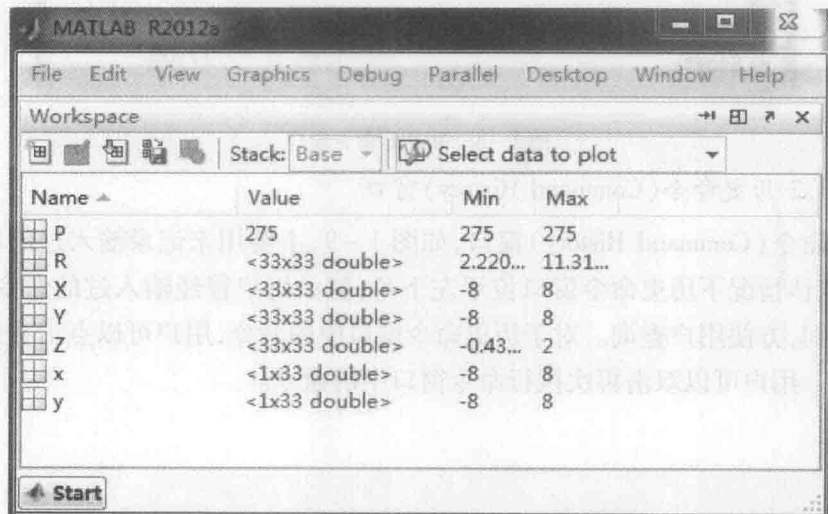


图 1-10 Matlab 工作区窗口

工作区窗口包含了一组可以在命令窗口中调整(或使用)的参数, 常用的工作区