



普通高等学校  
电类规划教材  
电子信息与通信工程

# MATLAB

## 仿真及电子信息应用

第2版

©侯艳丽 苏佳 侯卫民 崔慧敏 编著

 中国工信出版集团

 人民邮电出版社  
POSTS & TELECOM PRESS



普通高等学校  
电类规划教材  
电子信息与通信工程

G20  
288

# MATLAB

## 仿真及电子信息应用

第2版

©侯艳丽 苏佳 侯卫民 崔慧敏 编著

人民邮电出版社

北京

## 图书在版编目 (C I P) 数据

MATLAB仿真及电子信息应用 / 侯艳丽等编著. -- 2  
版. -- 北京: 人民邮电出版社, 2016.8  
普通高等学校电类规划教材. 电子信息与通信工程  
ISBN 978-7-115-43105-9

I. ①M… II. ①侯… III. ①Matlab软件—计算机仿  
真—应用—电子信息—高等学校—教材 IV. ①G203

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第160901号

## 内 容 提 要

本书结合电子信息类课程的特点,介绍了 MATLAB 语言在电路、信号与系统、数字信号处理、通信原理中的应用。全书共 9 章。前 5 章是 MATLAB 基础部分,主要介绍了 MATLAB 语言的开发环境、基本语法、计算功能、编程基本方法、绘图功能和 SIMULINK;后 4 章讲述了 MATLAB 在电子信息领域中的应用。其中第 6 章介绍了 MATLAB 在电路分析中的应用;第 7 章介绍了 MATLAB 在信号与系统中的各种分析处理函数,重点介绍 MATLAB 在变换域分析中的应用;第 8 章介绍了 MATLAB 在数字信号处理中的应用,重点介绍离散傅里叶变换和数字滤波器;第 9 章介绍了 MATLAB 在通信原理中的应用,说明了如何使用 MATLAB 语言实现不同传输系统的建模仿真。

本书实例丰富,针对性强,可作为电子信息类专业及其相关专业的本科生和研究生学习专业知识的辅助教材和参考书,也可供相应的工程技术人员参考使用。

- 
- ◆ 编 著 侯艳丽 苏 佳 侯卫民 崔慧敏  
责任编辑 张孟玮  
执行编辑 李 召  
责任印制 沈 蓉 彭志环
  - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市丰台区成寿寺路 11 号  
邮编 100164 电子邮件 315@ptpress.com.cn  
网址 <http://www.ptpress.com.cn>  
固安县铭成印刷有限公司印刷
  - ◆ 开本: 787×1092 1/16  
印张: 14.25 2016 年 8 月第 2 版  
字数: 343 千字 2016 年 8 月河北第 1 次印刷
- 

定价: 39.80 元

读者服务热线: (010)81055256 印装质量热线: (010)81055316

反盗版热线: (010)81055315

MATLAB 具有编程简单、数据可视化功能强、可操作性强等特点，已成为国际公认的最优秀的科技应用软件之一，它是集成了数值计算、符号运算和图形处理等多功能于一体的科学计算软件包，包含许多专用工具箱，可以进行科学计算、动态仿真、图形处理、信号处理、系统控制、数据统计等。作者于 2011 年所编写的《MATLAB 仿真及电子信息应用》一书，讲述了如何应用 MATLAB 进行编程仿真，并针对电子信息类的本科学生，重点介绍了在电路、信号与系统、数字信号处理及通信原理中的具体应用。作者结合近几年的教学改革实践和广大学生的反馈意见，在保留原书特色的基础上，对教材进行了修订。这次修订的主要内容如下。

- 增加 SIMULINK 参数的具体设置方式。在教学过程中，发现 MATLAB 初学者比较倾向于使用 SIMULINK，但是往往在参数设置方面存在问题，因此本次修订专门将 SIMULINK 的相关内容作为一章，并且针对步长、仿真时间等参数做了介绍，同时利用不同的例子介绍了参数的设置方法。

- 第 8 章和第 9 章增加了两个综合实例，利用 MATLAB 仿真图像处理和 OFDM 通信系统，建立了数学运算与通信系统的桥梁，帮助读者综合运用学到的 MATLAB 命令，建立 MATLAB 的全局观念，更好地掌握 MATLAB 的强大功能，并使用 MATLAB 工具更好地理解通信系统。

本书由侯艳丽、苏佳、侯卫民、崔惠敏共同编写完成。其中，第 1 章、第 2 章由侯艳丽编写，第 3 章由侯艳丽、苏佳编写，第 4 章由苏佳编写，第 5 章由侯艳丽编写，第 6 章由侯艳丽、崔惠敏编写，第 7 章由苏佳、侯卫民编写，第 8 章、第 9 章由侯卫民、崔惠敏编写。

为配合教学需要，本书还提供配套的教学课件、源程序代码，读者可以登录人邮教育社区 ([www.ryjiaoyu.com](http://www.ryjiaoyu.com)) 下载。

编者

2016 年 8 月

# 目 录

第 1 章 MATLAB 简介 .....	1	2.6 MATLAB 数据类型 .....	24
1.1 MATLAB 的发展历史 .....	1	2.6.1 基本数据类型 .....	24
1.2 MATLAB 的特点 .....	2	2.6.2 字符串 .....	27
1.3 MATLAB 的安装和启动 .....	3	2.6.3 细胞数组 .....	30
1.4 MATLAB 操作界面 .....	5	2.6.4 结构数组 .....	35
1.5 MATLAB 的帮助系统 .....	7	习题 .....	39
习题 .....	8	第 3 章 MATLAB 计算 .....	40
第 2 章 MATLAB 语言基础 .....	9	3.1 方程组的求解 .....	40
2.1 变量及其赋值 .....	9	3.1.1 多项式及其运算 .....	40
2.1.1 变量命名规则 .....	9	3.1.2 线性方程组的求解 .....	43
2.1.2 变量赋值 .....	10	3.1.3 非线性方程组的求解 .....	43
2.2 向量及其运算 .....	11	3.2 插值和拟合 .....	45
2.2.1 向量的生成 .....	11	3.2.1 函数插值 .....	45
2.2.2 向量的运算 .....	12	3.2.2 曲线拟合 .....	45
2.3 数组及其运算 .....	13	3.3 函数的极值点 .....	46
2.3.1 数组的创建 .....	13	3.4 数值微积分 .....	47
2.3.2 数组的寻址 .....	16	3.4.1 数值微分 .....	47
2.3.3 数组的代数运算 .....	17	3.4.2 常微分方程 .....	48
2.3.4 数组的关系运算 .....	17	3.4.3 数值积分 .....	49
2.3.5 数组的逻辑运算 .....	18	3.5 符号对象 .....	51
2.4 矩阵及其运算 .....	19	3.5.1 基本符号对象 .....	51
2.4.1 矩阵的创建 .....	19	3.5.2 符号表达式 .....	52
2.4.2 矩阵的运算 .....	20	3.5.3 符号矩阵 .....	57
2.5 函数与表达式 .....	23	3.6 符号微积分 .....	58
2.5.1 函数 .....	23	3.6.1 符号序列的求和 .....	58
2.5.2 表达式 .....	23	3.6.2 符号极限 .....	59

3.6.3 符号微分	60	5.2.2 工作空间输入/输出设置	108
3.6.4 符号积分	61	5.2.3 输出信号的显示	110
3.7 符号方程的求解	61	5.3 启动系统仿真	111
3.7.1 代数方程	61	5.4 子系统的创建及封装	113
3.7.2 微分方程	62	5.5 综合实例	116
习题	63	习题	118
<b>第4章 MATLAB 编程基础</b>	<b>65</b>	<b>第6章 MATLAB 在电路中的应用</b>	<b>119</b>
4.1 M 文件	65	6.1 电阻电路	119
4.1.1 脚本文件	66	6.2 动态电路	122
4.1.2 函数文件	66	6.3 正弦稳态电路	126
4.1.3 局部变量和全局变量	67	6.4 频率响应	129
4.1.4 函数调用	67	6.5 二端口网络	132
4.1.5 函数句柄	68	习题	137
4.2 文件操作	68	<b>第7章 MATLAB 在信号与系统中的</b>	<b>应用</b>
4.2.1 文件的打开与关闭	68	7.1 连续信号及其表示	139
4.2.2 二进制文件的操作	69	7.2 线性时不变系统	141
4.3 MATLAB 的流程控制语句	70	7.3 连续时间系统的时域分析	144
4.3.1 循环控制语句	70	7.4 连续时间系统的变换域分析	149
4.3.2 条件控制语句	71	7.4.1 傅里叶级数	149
4.3.3 其他流程控制语句	73	7.4.2 傅里叶变换	153
4.4 MATLAB 程序优化与调试	74	7.4.3 连续时间系统的频域分析	156
4.5 基本绘图	78	7.4.4 拉普拉斯变换	158
4.5.1 二维绘图	78	7.4.5 连续时间系统的复频域	分析
4.5.2 绘图标识	84	习题	162
4.5.3 三维绘图	89	<b>第8章 MATLAB 在数字信号处理中的</b>	<b>应用</b>
4.6 图像	92	8.1 典型信号及其表示	164
4.6.1 图像的类别和显示	92	8.2 离散时间系统	165
4.6.2 图像的读写	93	8.2.1 离散时间系统的特点	165
4.7 函数绘图	93	8.2.2 离散时间系统的表示方法	165
4.7.1 一元函数绘图	93	8.3 傅里叶分析	169
4.7.2 二元函数绘图	94	8.3.1 离散时间信号的 Z 变换和	傅里叶变换
习题	95	8.3.2 离散傅里叶变换	170
<b>第5章 SIMULINK</b>	<b>96</b>	8.3.3 快速傅里叶变换	174
5.1 建立系统仿真模型	96	8.4 数字滤波器	176
5.1.1 Simulink 模块库简介	97		
5.1.2 模型窗口的建立	101		
5.2 设置仿真参数	103		
5.2.1 基本设置	103		

8.4.1 模拟滤波器.....	176	9.1.4 幅度调制的解调.....	197
8.4.2 无限长单位脉冲响应 滤波器.....	181	9.1.5 角度调制.....	198
8.4.3 有限长单位脉冲响应 滤波器.....	184	9.2 数字基带传输.....	201
8.5 综合实例.....	187	9.2.1 数字基带信号.....	201
习题.....	191	9.2.2 带限系统下的基带信号.....	203
<b>第9章 MATLAB 在通信原理中的 应用.....</b>	<b>193</b>	9.2.3 最佳基带系统.....	205
9.1 模拟调制.....	193	9.3 数字频带传输.....	208
9.1.1 常规调幅.....	193	9.3.1 振幅键控.....	208
9.1.2 抑制载波的双边带调幅.....	194	9.3.2 频移键控.....	210
9.1.3 单边带调幅.....	195	9.3.3 相移键控.....	212
		9.4 综合实例.....	214
		习题.....	218
		<b>参考文献.....</b>	<b>219</b>

## 1.1 MATLAB 的发展历史

MATLAB 的名字由 MATrix 和 LABoratory 两词的前 3 个字母组合而成,直译就是“矩阵实验室”,可以看出 MATLAB 是研究矩阵理论的强有力工具。20 世纪 70 年代中期, Cleve Moler 博士和同事们在美国国家科学基金的资助下开发了 LINPACK 和 EISPACK 子程序库。20 世纪 70 年代后期, Cleve Moler 担任美国新墨西哥大学计算机科学系主任,他在讲授矩阵理论有关课程时,教学生使用 LINPACK 和 EISPACK 库程序,但学生编写 LINPACK 和 EISPACK 的接口程序很费时,于是他设计了调用 LINPACK 和 EISPACK 库程序的接口程序,这是用 FORTRAN 编写的萌芽状态的 MATLAB。

1983 年初, Cleve Moler、John Little 和 Steve Bangert 将基于 FORTRAN 语言的 MATLAB 全部用 C 语言改写,形成了新一代的 MATLAB; 1984 年 MathWorks 公司成立,正式将 MATLAB 推向市场。此时 MATLAB 除了具有数值计算能力外,还增加了数据图视功能。

随着科技的发展, MATLAB 的功能不断完善,由于它的开放性和可靠性,到了 20 世纪 90 年代,它已经发展成为国际控制界公认的标准计算软件。随着时间的推移, MATLAB 的功能不断扩充,版本不断升级。1993 年 MathWorks 公司推出 MATLAB 4.0 版, 1994 年推出 4.2 版, 1997 年推出 MATLAB 5.0 版,紧接着是 5.1、5.2、5.3 版, MATLAB 面向对象的特点更加突出,数据类型和函数类型更加丰富,进一步提高了程序的可读性和运行的可靠性。2000 年推出 MATLAB 6.0 版,操作界面更加友善。2002 年推出了 MATLAB 6.5 版,开始使用 JIT 加速器,大大提高了运算速度。2004 年 7 月推出了 MATLAB 7.0 版,在编程环境、代码效率、数据可视化、文件 I/O 等方面都进行了全面的升级。2005 年 9 月推出了 MATLAB 7.1 版。2006 年先后推出了 MATLAB 7.2 版和 MATLAB 7.3 版。2007 年相继推出了 MATLAB 7.4 版和 MATLAB 7.5 版。2008 年推出了 MATLAB 7.6 版和 MATLAB 7.7 版。2009 年 3 月、6 月分别推出了 MATLAB 7.8 版和 MATLAB 7.9 版。2010 年 3 月推出最新的 MATLAB 7.10 版。

今天的 MATLAB 已经不只是矩阵运算或数值计算的软件,而是一种集数据分析与数值计算、算法开发、数据可视化与图形界面设计、程序设计和仿真等多种功能于一体的集成软件。随着在高等院校的推广和应用, MATLAB 已经成为线性代数、数理统计、数学建模、电路基础、信号与系统、自动控制、数字信号处理、通信原理等课程的基本教学工具,成为攻



读相关学位的本科生和研究生必须掌握和精通的技能。

## 1.2 MATLAB 的特点

MATLAB 语言之所以在多种数值计算语言中脱颖而出,是由于其有着不同于其他语言的特点。

### 1. 友好的工作平台和编程环境

随着 MATLAB 的商业化以及软件本身的不断升级, MATLAB 的用户界面也越来越精致,更加接近 Windows 的标准界面,操作更简单,人机交互性更强。

### 2. 语言简洁

与 C 语言和 FORTRAN 语言相比, MATLAB 使用的代码更简洁、更直观,符合人们的思维习惯,使用方便灵活,语言可移植性好、可拓展性强。

### 3. 强大的数据处理能力

在 MATLAB 中,矩阵是运算的基本单位,矩阵运算就像执行普通的标量运算一样简单。同时 MATLAB 是一个包含大量计算算法的集合,它拥有 600 多个工程要用到的数学运算函数,可以方便地实现用户所需的各种计算功能。

### 4. 强大的图形绘制能力

MATLAB 的图形绘制能力,使得数据可视化,能够将数据更加形象生动地显示出来。

### 5. 具有功能强大的工具箱

MATLAB 的 40 多个工具箱分为两类:功能型工具箱和领域型工具箱。功能型工具箱主要用来扩充其符号计算功能、图示建模仿真功能、文字处理以及与硬件实时交互功能,适用于多种学科;领域型工具箱专门用于某一专业领域,专业性比较强。常用的工具箱如下。

Matlab Main Toolbox——MATLAB 主工具箱;

Control System Toolbox——控制系统工具箱;

Communication Toolbox——通信工具箱;

Filter Design Toolbox——滤波器设计工具箱;

Fuzzy Logic Toolbox——模糊逻辑工具箱;

High-Order Spectral Analysis Toolbox——高阶谱分析工具箱;

Image Processing Toolbox——图像处理工具箱;

Neural Network Toolbox——神经网络工具箱;

Optimization Toolbox——优化工具箱;

Signal Processing Toolbox——信号处理工具箱;

Statistics Toolbox——统计工具箱;

Wavelet Toolbox——小波工具箱。

### 6. 具有极好的开放性

MATLAB 中除内部函数外,所有的主包文件和各种工具包都是可读、可修改的文件,用户可通过修改源程序或加入自己编写的程序构造新的专用工具包。MATLAB 还提供了专门的应用程序接口 (API),从而实现与外部应用程序的“无缝”结合。

MATLAB 的显著特点使其逐渐成为科技计算、视图交互系统和程序中的首选语言工具,广泛应用于各领域,如信号和图像处理、通信系统的设计与仿真、控制系统设计、测试

和测量、财务建模和分析、计算生物学等。

### 1.3 MATLAB 的安装和启动

#### 1. MATLAB 系统的安装

安装 MATLAB 系统，需要启动计算机中已有的或光盘中的安装程序，按照安装提示依次操作。首先，双击 setup.exe 文件，将显示如图 1-1 所示界面。

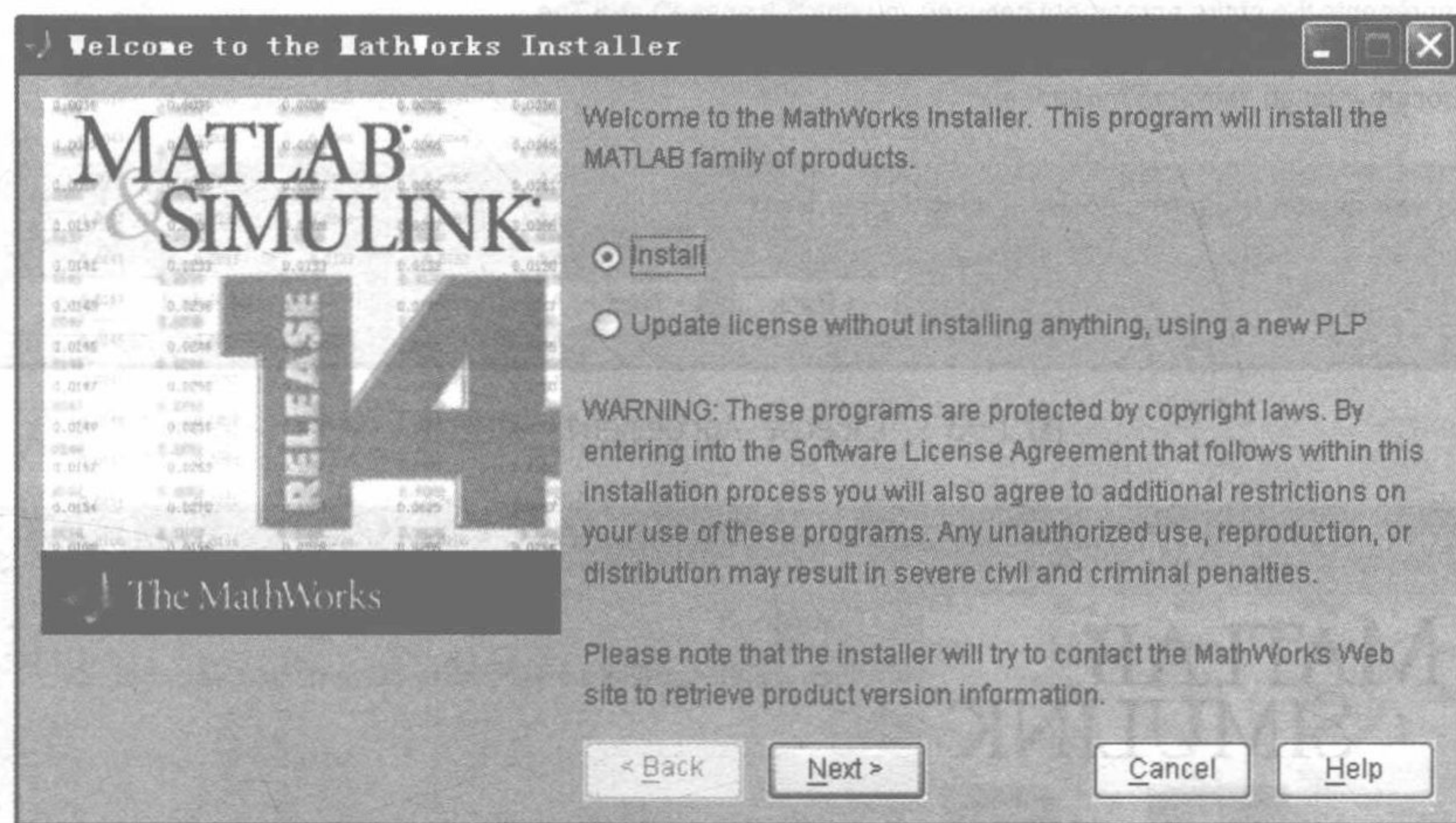


图 1-1 “Welcome to the MathWorks Installer” 对话框

单击图 1-1 中的“Next”按钮，将出现如图 1-2 所示的“License Information”对话框，填入相应的内容，单击“Next”按钮，进入如图 1-3 所示的“License Agreement”对话框。选中“Yes”后，单击“Next”按钮，进入如图 1-4 所示的“Installation Type”对话框，有两个选项：“Typical”选项表示安装所有组件，是完全安装；“Custom”选项表示自定义安装，根据需要进行选择。这里选择的是“Typical”完全安装，然后单击“Next”按钮，进入如图 1-5 所示的“Folder Selection”对话框，单击“Browse...”按钮选择路径后，单击“Next”按钮。将进入如图 1-6 所示的安装进度对话框，安装完成后，就可以启动 MATLAB 了。

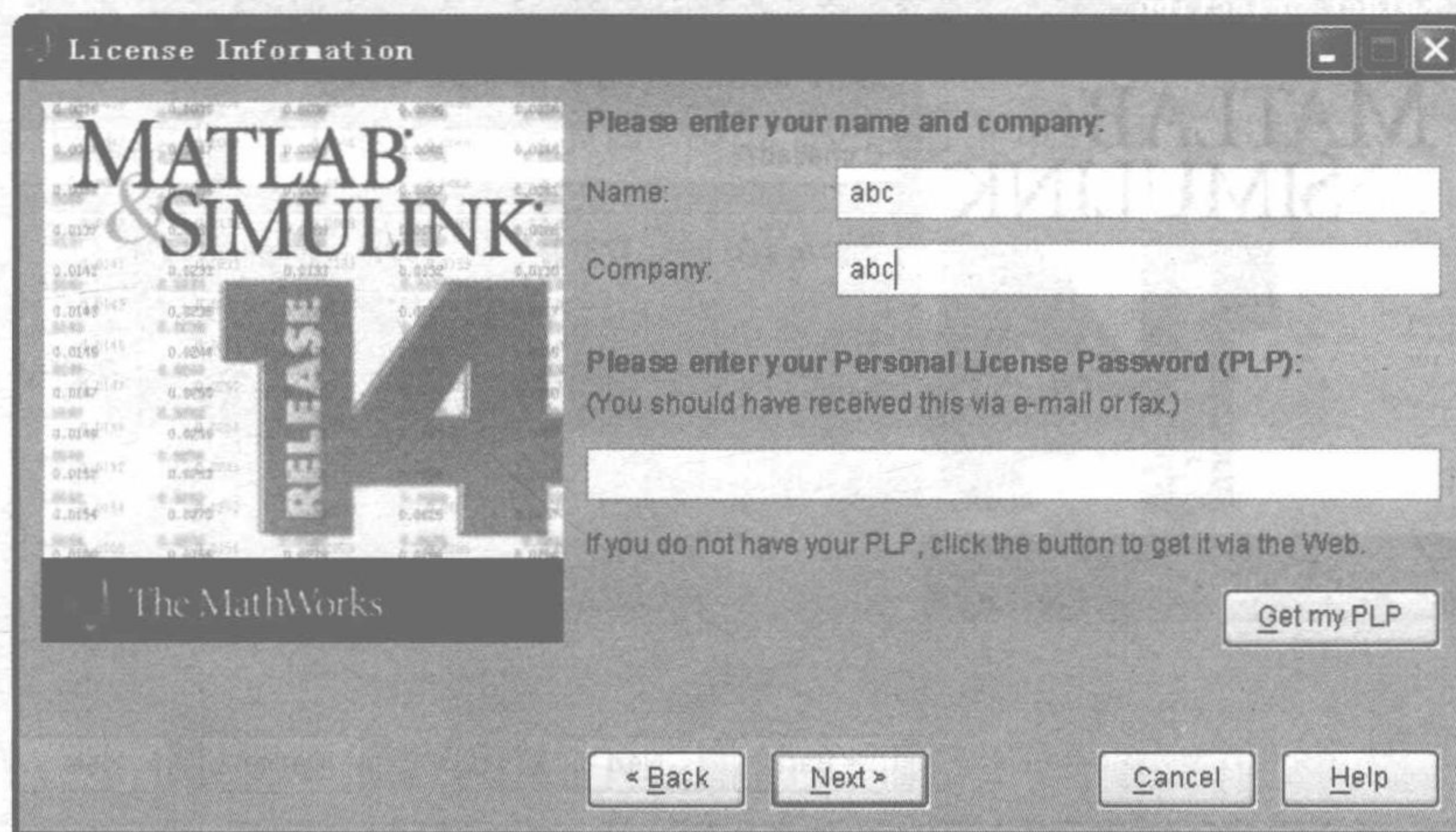


图 1-2 “License Information” 对话框

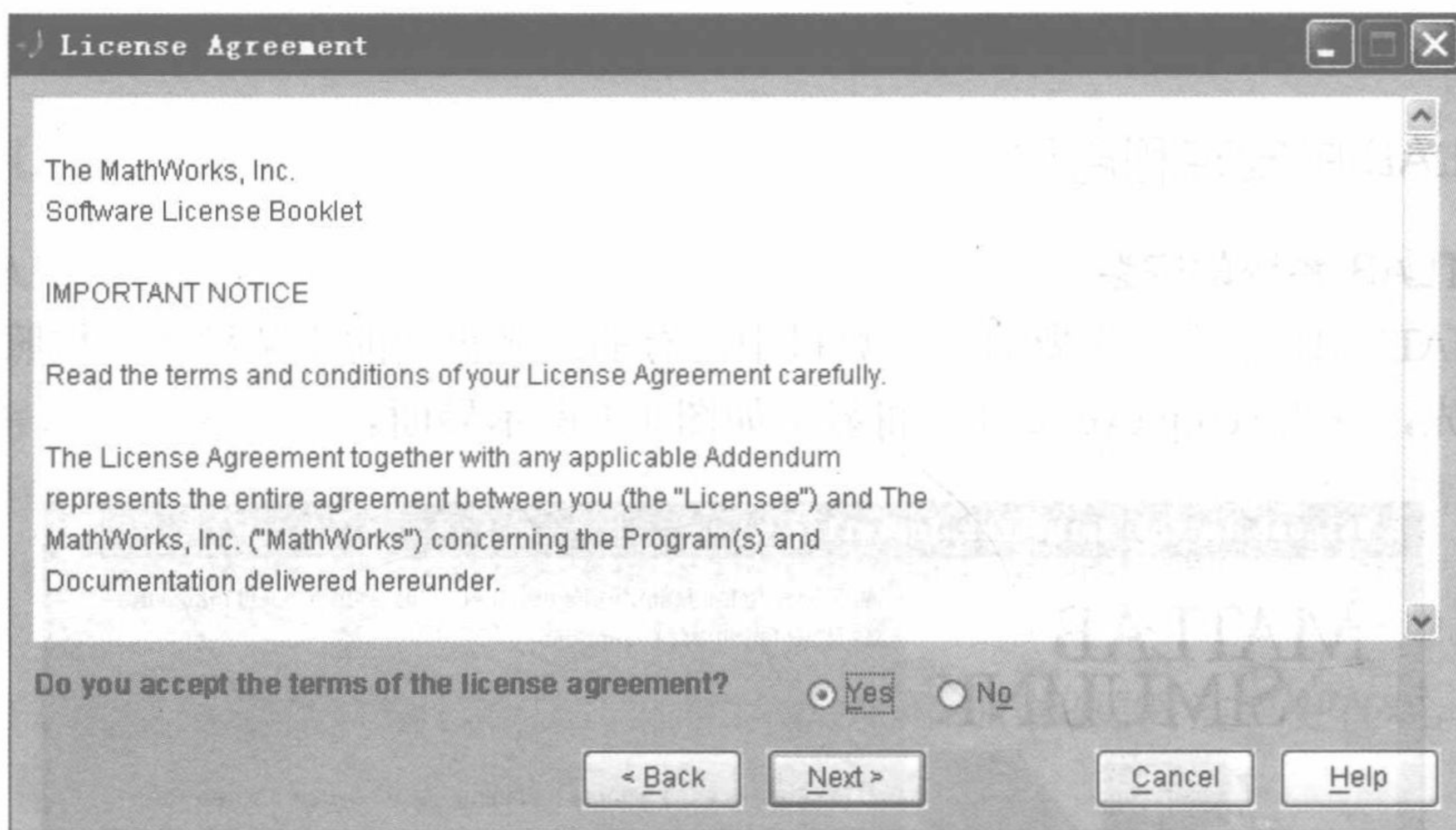


图 1-3 “License Agreement” 对话框

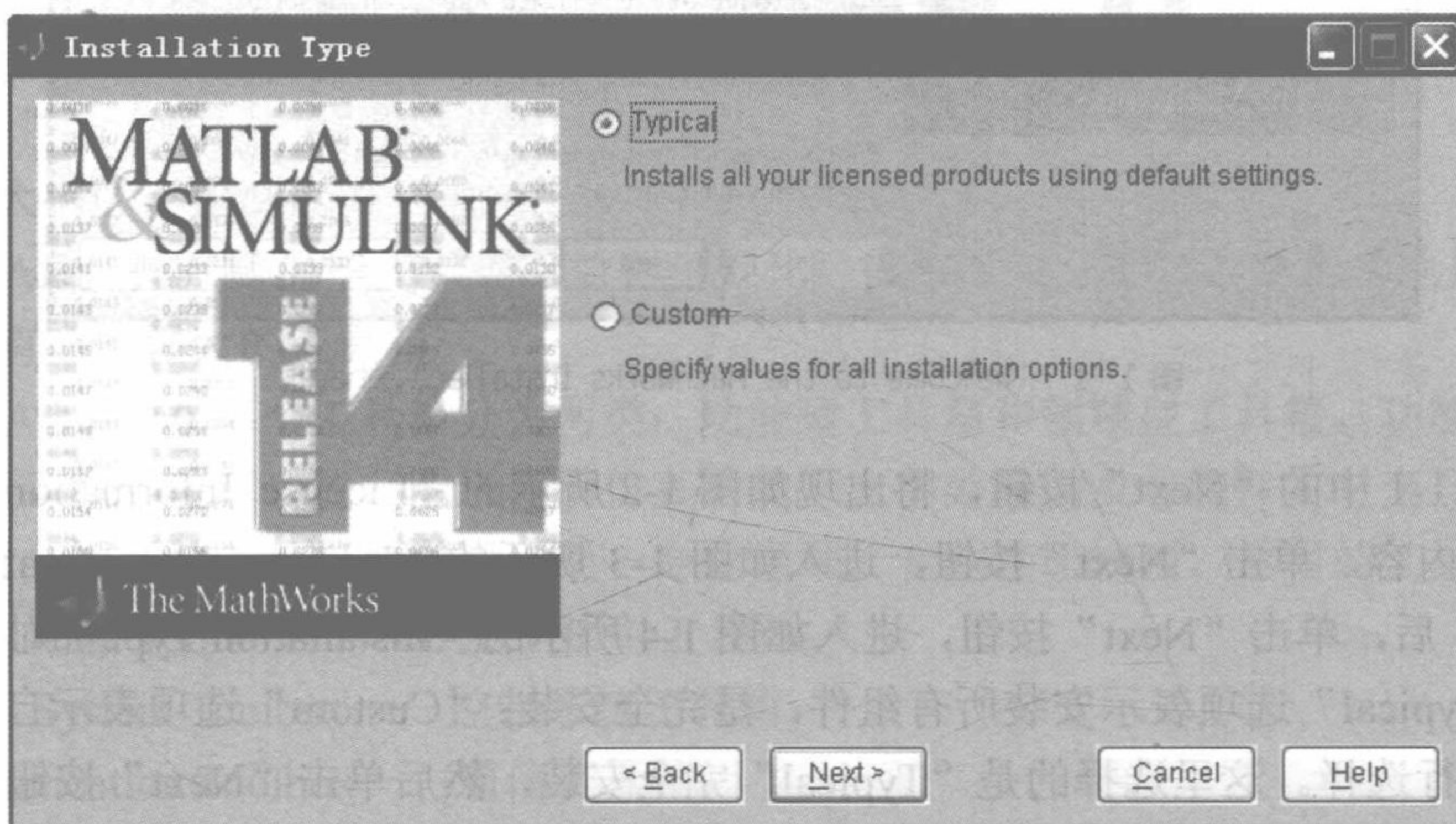


图 1-4 “Installation Type” 对话框

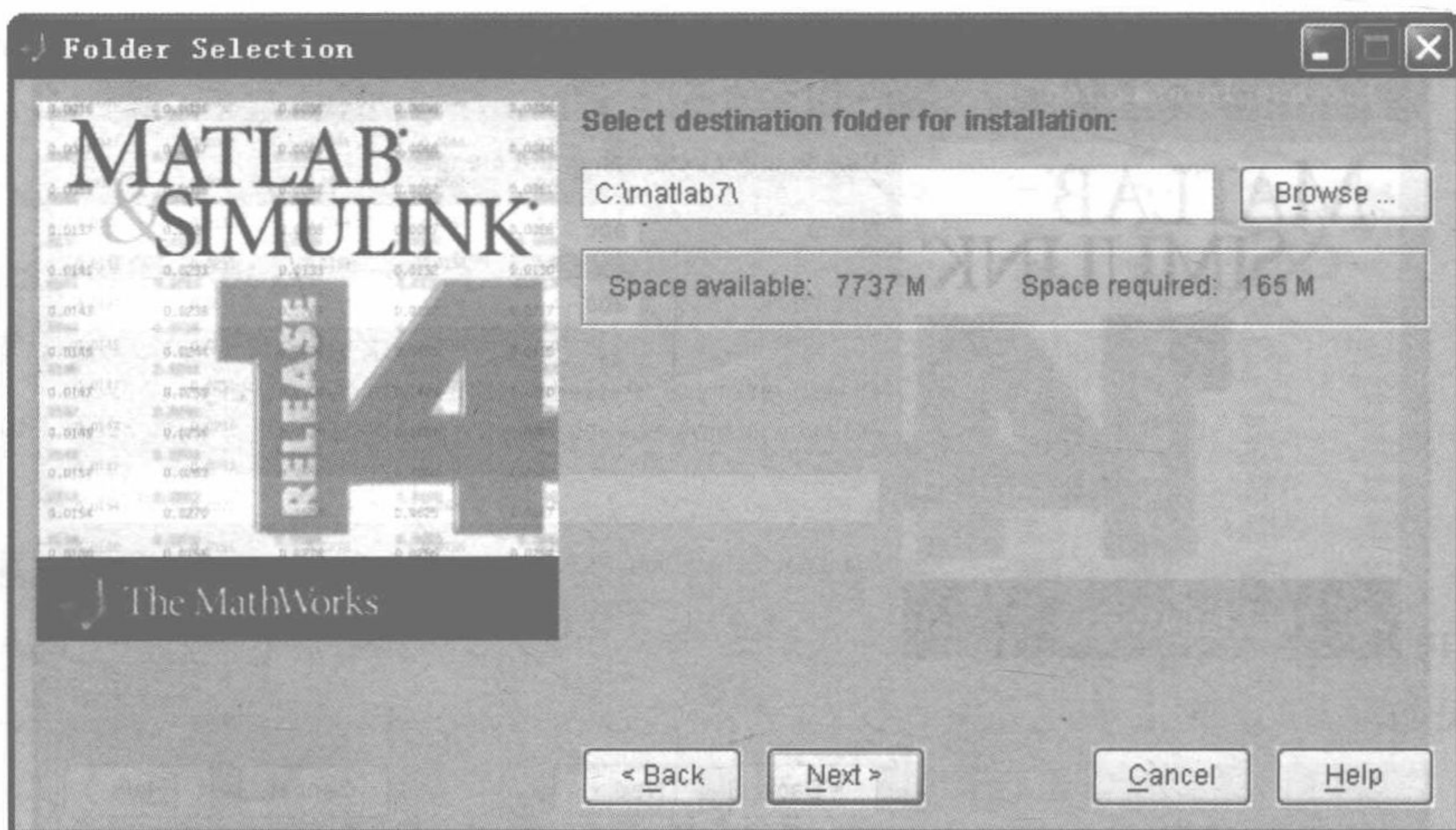


图 1-5 “Folder Selection” 对话框

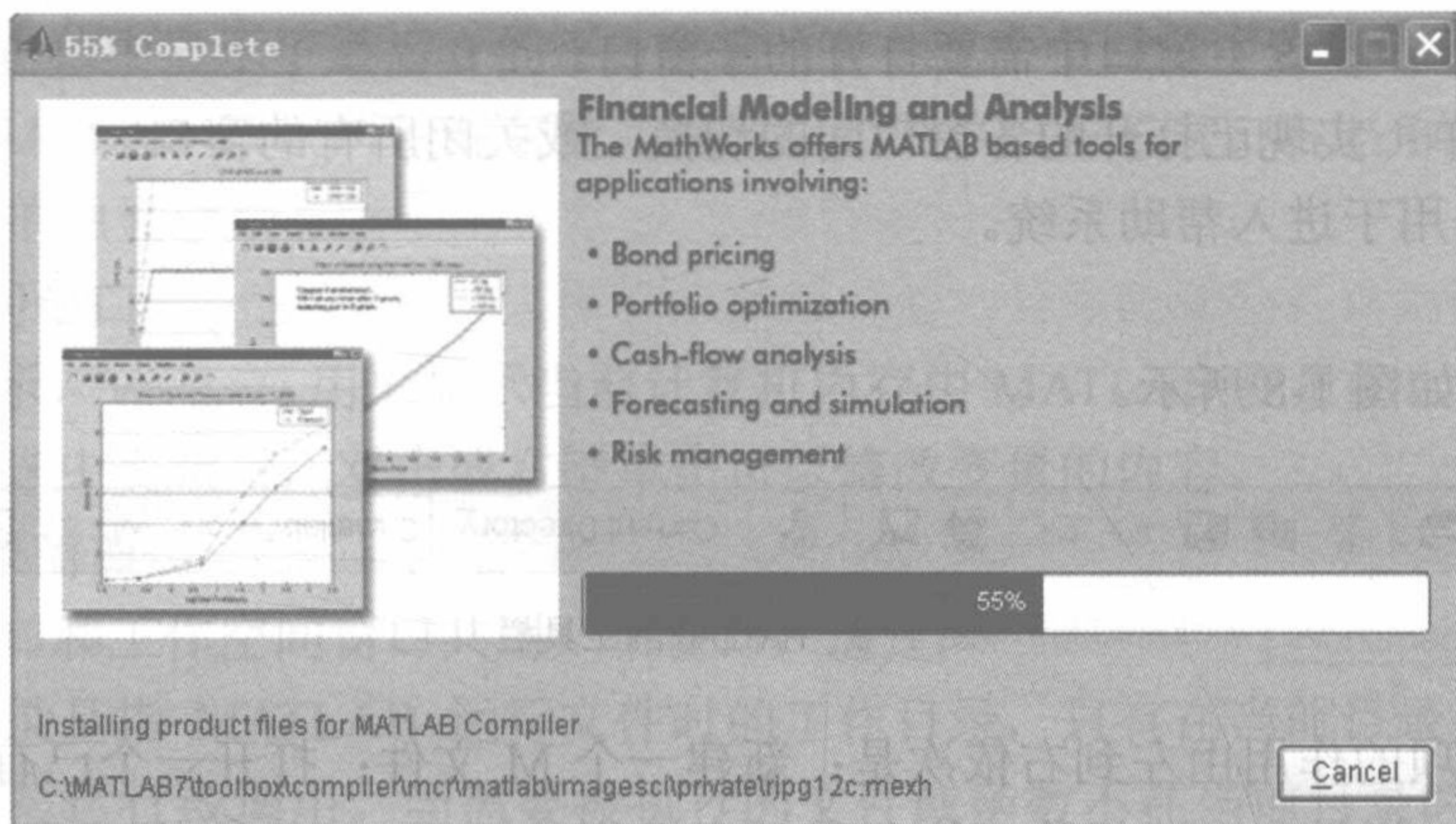


图 1-6 安装进度对话框


## 2. MATLAB 系统的启动

可以通过以下 3 种方法来启动 MATLAB 系统。

- ① 使用 Windows 的“开始”菜单。
- ② 运行 MATLAB 系统的启动程序 `matlab.exe`。
- ③ 利用桌面上的快捷方式。

## 3. MATLAB 系统的退出

退出 MATLAB 系统的常用方法有如下 3 种。

- ① 在 MATLAB 命令窗口中输入“`exit`”或“`quit`”命令。
- ② 在 MATLAB 的 File 菜单中选择 Exit MATLAB 命令。
- ③ 直接单击 MATLAB 命令窗口右上角的  按钮。

## 1.4 MATLAB 操作界面

启动 MATLAB 后，进入操作界面，主要包括 MATLAB 主窗口、命令窗口（Command Window）、工作空间窗口（Workspace）、当前目录窗口（Current Directory）和命令历史窗口（Command History）。

### 1. 主窗口

MATLAB 的主窗口除了嵌入一些子窗口外，还包括菜单栏和工具栏。

#### (1) 菜单栏

菜单栏界面如图 1-7 所示。

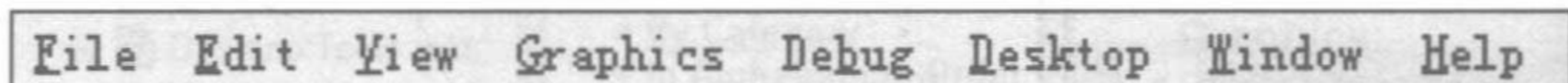


图 1-7 MATLAB 的菜单栏

**File 菜单：**实现文件的有关操作，如新建文件、打开文件和导入文件等。

**Edit 菜单：**实现命令窗口的编辑，如复制、粘贴和删除等操作。

**View 菜单：**用于设置如何显示当前目录下的文件，或如何在工作空间窗口中显示变量。

**Graphics 菜单：**用来打开绘图工具。

**Debug 菜单：**设置程序的调试。

Desktop 菜单: 设置主窗口中需要打开的子窗口。

Window 菜单: 实现已打开的各窗口间的切换, 或关闭所有的窗口。

Help 菜单: 用于进入帮助系统。

## (2) 工具栏

工具栏界面如图 1-8 所示。

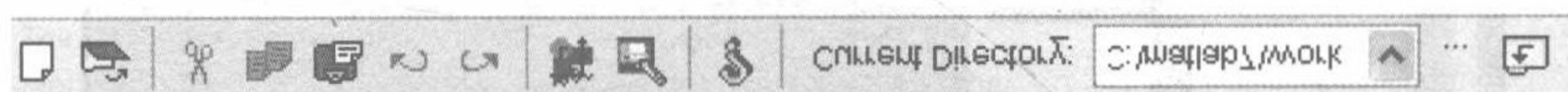


图 1-8 MATLAB 的工具栏

工具栏中各项的作用由左到右依次是: 新建一个 M 文件; 打开一个已有的 M 文件; 剪切; 复制; 粘贴; 撤销上一步操作; 恢复上一步操作; 打开 Simulink 仿真器; 打开用户界面设计窗口; 打开 MATLAB 帮助系统; 设置当前目录。

## 2. 命令窗口

命令窗口是 MATLAB 最主要的窗口, 它实现了 MATLAB 的交互性, 主要用于命令行的输入和除图形以外的执行结果的显示。在该窗口中的提示符“>>”表示 MATLAB 处于准备状态。在命令提示符后输入命令后, 按“Enter”键, 在命令窗口中就会显示运行结果。

一般一行输入一条命令, 当命令较长需占用两行或多行时, 要在行尾加上“...”, 再按“Enter”键, 就可以到下一行接着写命令。当然, 也可以输入多条命令, 这时各命令间要以逗号或分号分隔开。

命令窗口中各字符的颜色不同, 在默认情况下, 关键字采用蓝色, 字符串采用褐红色, 命令、表达式和运行结果采用黑色。

举一个简单的例子: 已知  $a=1$ 、 $b=2$ 、 $c=3$ ,  $d=a^2+b^2+c^2$ , 求  $d$  的平方根。在命令窗口输入命令, 按“Enter”键, 输入的命令和运算结果如图 1-9 所示。

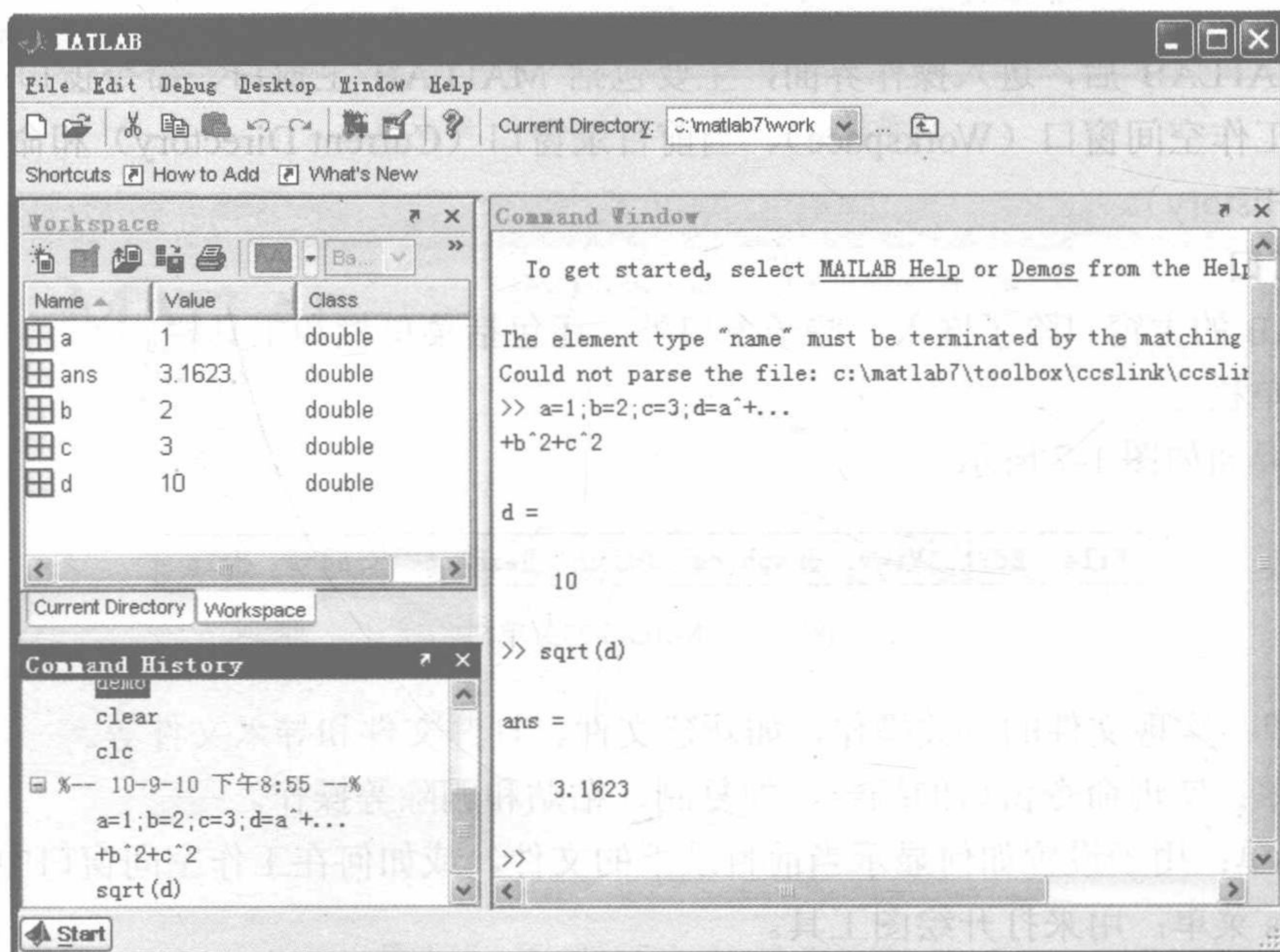



图 1-9 MATLAB 的工作界面

图 1-9 命令窗口中显示了最后  $d$  的平方根值，并把这个值赋给了变量 `ans`。`ans` 是 `answer` 的缩写，它是 MATLAB 默认的系统变量。另外，如果单击各子窗口右上角的  图标，各子窗口可浮动出来单独显示。

### 3. 工作空间窗口

如图 1-9 所示，`Workspace` 用来显示当前计算机内存中 MATLAB 变量的名称、类型、字节数和数据结构。选中变量后，双击或右键单击可以修改变量的内容。

### 4. 当前目录窗口

当前目录窗口和工作空间窗口共用一个窗口，通过 `Current Directory` | `Workspace` 按钮的选择进行切换。当前目录是指 MATLAB 运行文件时的工作目录，只有在当前目录或搜索路径下的文件、函数才能被运行或调用。当需要被执行的文件或函数不在当前目录时，可以使用 `cd` 命令将其目录变成当前目录，如 `cd c:\myfile`。

### 5. 命令历史窗口

如图 1-9 所示，`Command History` 显示用户在命令窗口中所输入命令的历史记录，同时标明了使用时间，以方便用户查询。如果用户想再次执行某条命令时，直接在命令历史窗口中双击该命令即可；如果想从命令历史窗口中删除某条命令，选中命令后，单击鼠标右键，选择“Delete Selection”命令。如果要清除所有历史记录，除了可使用上面的方法外，还可选择“Edit”菜单中的“Clear Command History”命令来实现。

MATLAB 主窗口的左下角有一个  `Start` 按钮，单击它将弹出一个菜单，包括 `MATLAB`、`Toolboxes`、`Simulink`、`Blocksets`、`Desktop Tools`、`Web`、`Preferences`、`Find Files`、`Help`、`Demos`，选择其中的命令就可执行相应的操作。

## 1.5 MATLAB 的帮助系统

MATLAB 帮助系统主要包括帮助窗口、帮助命令和帮助演示等。

### 1. 帮助窗口

MATLAB 的帮助窗口非常全面，几乎包括该软件的所有内容。帮助窗口如图 1-10 所示，

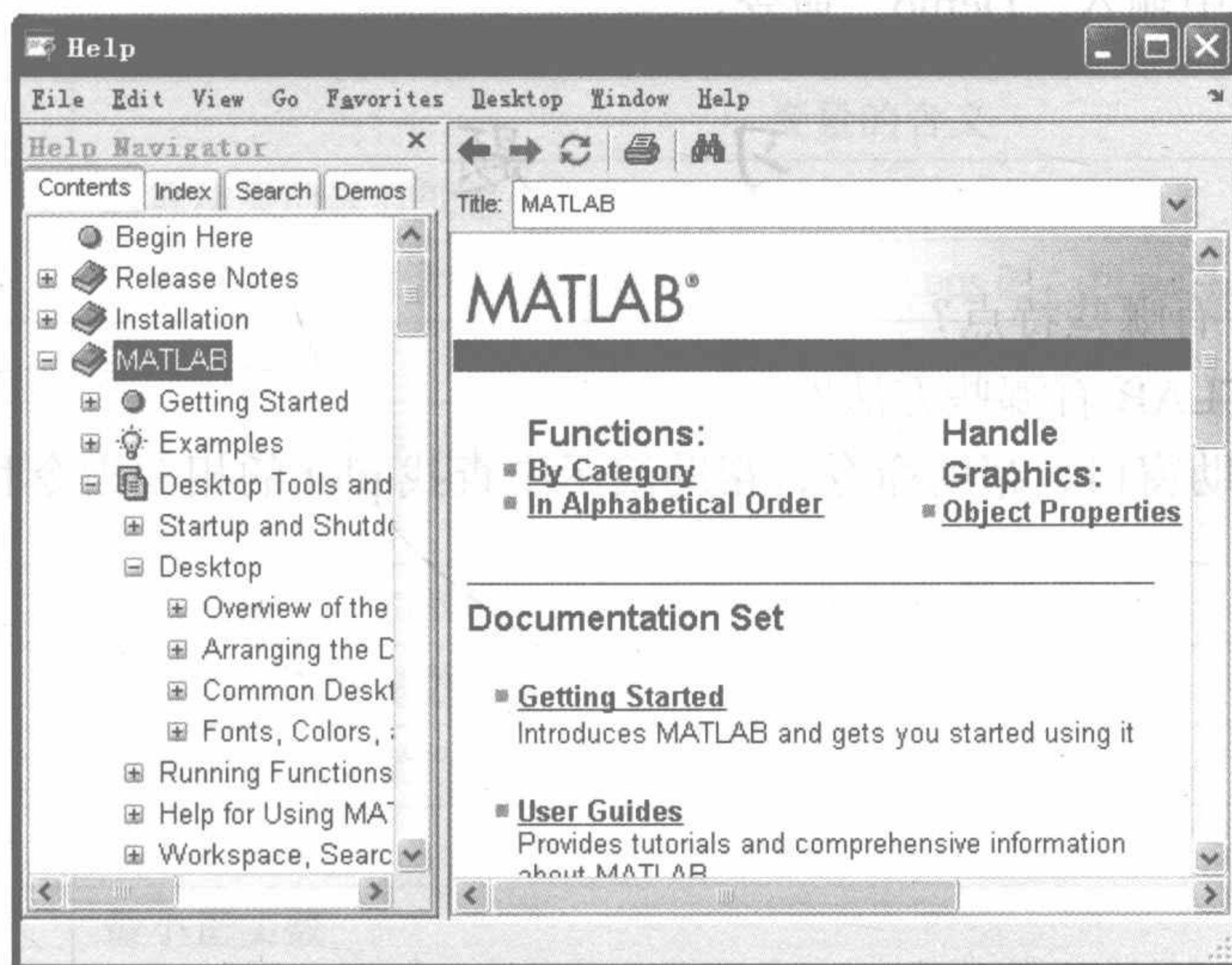


图 1-10 MATLAB 帮助窗口

左侧部分是帮助导航器, 有 4 个选项卡: Contents (帮助主题)、Index (帮助索引)、Search (帮助查询) 和 Demos (联机演示), 右侧是帮助浏览器。当选择 Contents 中的某一项时, 帮助浏览器会显示相应的 HTML 帮助文本; Index 选项卡用于查找命令和函数等; Search 选项卡通过关键词查找与其匹配的条目; Demos 选项卡用来运行 MATLAB 中的 Demo。

打开帮助窗口的方法有以下几种。

- ① 单击 MATLAB 主窗口工具栏中的“?”图标。
- ② 选择“Help”菜单中的“MATLAB Help”选项。
- ③ 在命令窗口中输入 helpwin、helpdesk 或 doc 命令。
- ④ 按快捷键 F1。

## 2. 帮助命令

在命令窗口中直接输入相关的帮助命令, 以得到帮助信息。

### (1) help 命令

在命令窗口中直接输入 help, 将会显示当前帮助系统中包含的所有项目。如果要对某一函数或命令进行查询, 在 help 后面加上该函数名或命令名即可。

### (2) lookfor 命令

该命令根据关键字, 搜索所有的 MATLAB help 标题和 MATLAB 搜索路径中 M 文件的第 1 行, 返回包含关键字的那些项。

### (3) 模糊查询

在命令窗口中输入命令的前几个字母, 然后按“Tab”键, 将得到以这几个字母开头的命令。

## 3. 帮助演示

Demo 演示界面为用户提供了图文并茂的演示实例。可以通过以下几种方法打开 Demo 演示界面。

- ① 选择“Help”菜单中的“Demo”选项。
- ② 在帮助导航/浏览器窗口中选择“Demos”面板。
- ③ 在命令窗口中输入“Demo”命令。

## 习 题

- 1-1 MATLAB 有哪些特点?
- 1-2 退出 MATLAB 有哪些方法?
- 1-3 如何在帮助窗口、帮助命令、帮助演示中查找 plot 的相关指令和演示程序?

# 第 2 章 MATLAB 语言基础

## 2.1 变量及其赋值

变量是程序设计语言的基本元素之一，在 MATLAB 中，变量不需要声明其类型，但一定要有变量名，且变量命名是有一定规则的。

### 2.1.1 变量命名规则

(1) 变量名只能由字母、数字和下画线组成，且必须以字母开头。

例如：a、a1、a1\_和 a\_3b 都是合法的，1\_a、\_a1、{a}、a 1 和 a.1 都是不合法的。

(2) 变量名区分字母的大小写，即 A 和 a 代表不同的含义。

(3) 变量名不能超过最大长度限制，如果超过了最大允许长度，超过部分的字符就被忽略了。不同版本 MATLAB 的最大长度限制是不同的，可调用 `namelengthmax` 函数得到系统规定长度。

(4) 关键字不能作为变量名，如 `for`、`end` 和 `if` 等。

另外，MATLAB 中存在一些特殊的由系统本身定义的预定义变量，也称为常量。变量命名时应尽量避免这些预定义变量，MATLAB 中的预定义变量如表 2-1 所示。

表 2-1 MATLAB 预定义变量

预定义变量	变量的含义
ans	运算结果的缺省变量名
eps	计算机中的最小数。当某量的绝对值小于 eps 时，可认为此量为零
flops	浮点运算数
Inf 或 inf	正无穷大，由零做除数所引入的常量，如 1/0
i 或 j	虚数单位 $i = j = (-1)^{1/2}$
NaN 或 nan	表示非数值，如 0/0、inf/inf、0*inf、inf-inf 等
nargin	函数的输入变量数目
nargout	函数的输出变量数目
Realmax 或 realmax	最大正实数
Realmin 或 realmin	最小正实数
pi	圆周率



### 2.1.2 变量赋值

在给变量赋值时, MATLAB 会自动根据所赋的值来确定变量的类型和维数, 或根据对变量实施的操作来确定它的类型和维数, 所以事先不必声明。如果被赋值变量已经被赋有确定值, MATLAB 会用新值代替旧值, 并且变量类型也做相应的改变。

赋值就是把数值或表达式赋予代表变量的标识符。在 MATLAB 中, 变量通常是指矩阵, 向量看成只有一行或一列的矩阵, 标量看成  $1 \times 1$  阶的矩阵, 赋值语句的一般形式为

变量 = 数据 (或表达式)

#### 【例 2-1】 变量赋值。

```
>>a=1,b=2,c=a^2+3*b+1 %命令间用逗号间隔
```

回车后命令窗口显示为

```
a=1
```

```
b=2
```

```
c=8
```

```
>>a=1;b=2;c=a^2+3*b+1 %命令间用分号间隔
```

回车后命令窗口显示为

```
c=8
```

加了分号的语句的运行结果不再显示在命令窗口中, 但可以通过直接输入变量名查看变量的取值:

```
>>a
```

```
a=1
```

当变量再次被赋值时, 新值代替旧值:

```
>>a=4
```

```
a=4
```

**注意:** 语句末端的“%”是注释的标志, 若注释在一行内写不下, 另起一行时仍需以“%”开头。在 MATLAB 中, 有些标点符号和“%”一样, 具有一定的作用, 如表 2-2 所示。为保证命令的正确执行, 标点符号必须在英文状态下输入。

表 2-2 标点符号及其作用

名称	标点	作用
空格		分隔输入量; 分隔同行数组元素
逗号	,	作为要显示结果的指令的结尾; 分隔同行数组元素
分号	;	作为不显示结果的指令的结尾; 分隔数组的行
冒号	:	用作生成向量; 用作下标时表示该维上的所有元素
注释号	%	其后内容为注释
单引号	''	标识字符和字符串
圆括号	()	访问数组元素时用
方括号	[]	输入数组时用
花括号	{}	用作细胞数组标识
续行号	...	长指令分成两行或多行输入时的标识