



高等学校“十二五”重点规划教材
信息与自动化系列

MATLAB语言与控制系统仿真

主 编 杨 莉 张会珍 白丽丽

HEUP 哈尔滨工程大学出版社

MATLAB 语言与控制系统仿真

主 编 杨 莉 张会珍 白丽丽
副主编 张彦生 姜寅令 刘远红

 哈尔滨工程大学出版社

内 容 简 介

本书系统地介绍了 MATLAB R2010b 的基本功能及在控制系统中的应用。全书共分 9 章:第 1 章介绍了 MATLAB 基础知识;第 2 章介绍了 MATLAB 的图形绘制;第 3 章介绍了控制系统的数学模型;第 4 章介绍了控制系统的时域分析法;第 5 章介绍了控制系统的频域分析法;第 6 章介绍了根轨迹分析法;第 7 章介绍了控制系统的综合与校正;第 8 章介绍了 Simulink 基础知识;第 9 章介绍了 Simulink 高级仿真。

全书结构清晰,内容翔实,图文并茂,以丰富的实例突出实践性,通过紧密联系实际突出实用性。

本书可以作为高等工科院校自动化、计算机、电子信息、通信等学科本科生的教材,也可供研究生以及从事相关研究的科技人员学习参考。

图书在版编目(CIP)数据

MATLAB 语言与控制系统仿真/杨莉,张会珍,白丽
丽主编. —哈尔滨:哈尔滨工程大学出版社,2013.6
ISBN 978-7-5661-0592-9

I. ①M… II. ①杨… ②张… ③白… III. ①自动控
制系统-系统仿真-Matlab 软件 IV. ①TP273②TP317

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 121808 号

出版发行 哈尔滨工程大学出版社
社 址 哈尔滨市南岗区东大直街 124 号
邮政编码 150001
发行电话 0451-82519328
传 真 0451-82519699
经 销 新华书店
印 刷 黑龙江省教育厅印刷厂
开 本 787mm×1092mm 1/16
印 张 17.5
字 数 433 千字
版 次 2013 年 6 月第 1 版
印 次 2013 年 6 月第 1 次印刷
定 价 33.00 元
<http://www.hrbeupress.com>
E-mail:heupress@hrbeu.edu.cn

前 言

MATLAB 是目前国际上最流行、应用最广泛的可视化科学与工程计算软件,近年来得到了业界的一致认可,在控制系统的分析、仿真与设计方面得到了非常广泛的应用,其自身也因此得到了迅速发展,功能不断扩充。为了更好地推动 MATLAB 在控制系统仿真、分析中的应用,作者结合教学实践与研究成果,以 MATLAB R2010b 为系统仿真平台,以清新、简洁的风格编写了本书。

全书共分 9 章,内容包括 MATLAB 基础知识、MATLAB 的图形绘制、控制系统的数学模型、控制系统的时域分析法、频域分析法以及根轨迹分析法、控制系统的综合与校正、Simulink 仿真基础以及高级仿真等。全书内容深入浅出、图文并茂,各章节之间既相互联系又相对独立,读者可根据自己的需要选择阅读。本书既可以作为高等工科院校自动化、计算机、电子信息、通信等学科本科生的教材,也可供研究生以及从事相关研究的科技人员学习参考。

本书第 1 章、第 2 章由白丽丽编写,第 3 章、第 6 章由杨莉编写,第 4 章由张会珍编写,第 5 章及附录由刘远红编写,第 7 章由姜寅令编写,第 8 章、第 9 章由张彦生编写。全书程序的计算机仿真由杨莉、张会珍进行验证。邵克勇教授在百忙中审阅了全书并提出了许多好的建议,在此表示衷心的感谢。

由于作者水平和经验有限,时间仓促,书中难免存在缺点甚至错误,恳请读者批评指正。

编 者

2013 年 1 月

目 录

第1章 MATLAB 基础	1
1.1 MATLAB 简介	1
1.2 MATLAB 的基本使用方法	15
1.3 矩阵及其基本运算	20
1.4 MATLAB 的计算功能	27
第2章 MATLAB 图形绘制	40
2.1 二维曲线的绘制	40
2.2 三维图形的绘制	50
第3章 控制系统的数学模型	60
3.1 控制系统的数学描述及建模	60
3.2 模型转换	66
3.3 数学模型的连接	69
3.4 LTI 对象模型数据的还原	76
习题	77
第4章 控制系统时域分析	79
4.1 时域分析引言	79
4.2 时域响应分析基础知识	80
4.3 MATLAB 在系统动态性能分析中的应用	90
4.4 控制系统的稳定性分析	110
习题	119
第5章 控制系统频域分析	122
5.1 频域分析引言	122
5.2 频率特性及其描述	123
5.3 频率响应的绘制	124
5.4 MATLAB 在频率响应分析中的应用	135
5.5 频域法的稳定性分析	141
5.6 小结	148
习题	148
第6章 根轨迹分析法	150
6.1 根轨迹的基本概念	150
6.2 根轨迹的基础	150
6.3 根轨迹的绘制	153
6.4 利用根轨迹分析控制系统	161
6.5 根轨迹分析与设计工具 RLTOOL	164
习题	170

第7章 控制系统的综合与校正	171
7.1 控制系统的设计和分析方法	171
7.2 超前校正	174
7.3 滞后校正	185
7.4 滞后-超前校正	194
7.5 PID 控制器设计	199
习题	207
第8章 Simulink 仿真基础	209
8.1 Simulink 的启动与退出	209
8.2 Simulink 模块库简介	210
8.3 Simulink 模型的创建	219
8.4 Simulink 仿真参数设置	222
8.5 Simulink 仿真举例	227
习题	232
第9章 Simulink 高级仿真	233
9.1 过零检测	233
9.2 处理代数循环	237
9.3 S 函数	241
习题	258
附录 MATLAB 常用函数表	259
参考文献	272

第1章 MATLAB 基础

1.1 MATLAB 简介

1.1.1 概况

MATLAB 是一种用于算法开发、数据可视化、数据分析以及数值计算的高级技术计算语言和交互式环境。MATLAB 是矩阵实验室(Matrix Laboratory)的简称,和 Mathematica、Maple 并称为三大数学软件。MATLAB 是一种由美国 MathWorks 公司出品的商业数学软件,是一种数值计算环境和编程语言,主要包括 MATLAB 和 Simulink 两大部分。MATLAB 基于矩阵(英语:Matrix)运算,其全称 MATrix LABoratory 即得名于此。它在数学类科技应用软件中的数值计算方面首屈一指。MATLAB 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、控制设计、信号处理与通信、图像处理、信号检测、金融建模设计与分析等领域。

20 世纪 70 年代,美国新墨西哥大学计算机科学系主任 Cleve Moler 为了减轻学生编程的负担,用 FORTRAN 编写了最早的 MATLAB。1984 年由 Little, Moler, Steve Bangert 合作成立了 MathWorks 公司正式把 MATLAB 推向市场。到 20 世纪 90 年代, MATLAB 已成为国际控制界的标准计算软件。

MATLAB 是一个交互式的系统,其基本数据元素是无须定义维数的数组。这让你能解决很多技术计算的问题,尤其是那些要用到矩阵和向量表达式的问题。而要花的时间则只是用一种标量非交互语言(例如 C 或 Fortran)写一个程序所花时间的一小部分。在大学环境中,它是很多数学类、工程和科学类的初等和高等课程的标准指导工具。在工业上, MATLAB 是高产研究、开发和分析所选择的工具。

1. MATLAB 的历史背景

在 20 世纪 70 年代中期, Cleve Moler 博士和其同事在美国国家科学基金的资助下开发了调用 EISPACK 和 LINPACK 的 FORTRAN 子程序库, EISPACK 是特征值求解的 FOETRAN 程序库, LINPACK 是解线性方程的程序库。在当时,这两个程序库代表矩阵运算的最高水平。

到 20 世纪 70 年代后期,身为美国 New Mexico 大学计算机系系主任的 Cleve Moler,在给 学生讲授线性代数课程时,想教学生使用 EISPACK 和 LINPACK 程序库,但他发现学生用 FORTRAN 编写接口程序很费时间,于是他开始自己动手,利用业余时间为学生编写 EISPACK 和 LINPACK 的接口程序。Cleve Moler 给这个接口程序取名为 MATLAB,该名为矩阵(Matrix)和实验室(Laboratory)两个英文单词的前三个字母的组合。在以后的数年里, MATLAB 在 多所大学里作为教学辅助软件使用,并作为面向大众的免费软件广为流传。

1983 年春天, Cleve Moler 到 Standford 大学讲学, MATLAB 深深地吸引了工程师 John Little。John Little 敏锐地觉察到 MATLAB 在工程领域的广阔前景。同年,他和 Cleve Moler 一起,用 C 语言开发了第二代专业版,这一代的 MATLAB 语言同时具备了数值计算和数据图示化的功能。

1984 年, Cleve Moler 和 John Little 成立了 MathWorks 公司, 正式把 MATLAB 推向市场, 并继续进行 MATLAB 的研究和开发。

在当今 30 多个数学类科技应用软件中, 就软件数学处理的原始内核而言, 可分为两大类: 一类是数值计算型软件, 如 MATLAB, Xmath, Gauss 等, 这类软件长于数值计算, 对处理大批数据效率较高; 另一类是数学分析型软件, Math-ematica, Maple 等, 这类软件以符号计算见长, 能给出解析解和任意精确解, 其缺点是处理大量数据时效率较低。MathWorks 公司顺应多功能需求的潮流, 在其卓越数值计算和图示能力的基础上, 又率先在专业水平上开拓了其符号计算、文字处理、可视化建模和实时控制能力, 开发了适合多学科, 多部门要求的新一代科技应用软件 MATLAB。经过多年的国际竞争, MATLAB 已经占据了数值软件市场的主导地位。

在 MATLAB 进入市场前, 国际上的许多软件包都是直接以 FORTRAN、C 语言等编程语言开发的。这种软件的缺点是使用面窄, 接口简陋, 程序结构不开放以及没有标准的基库, 很难适应各学科的最新发展, 因而很难推广。MATLAB 的出现, 为各国科学家开发学科软件提供了新的基础。在 MATLAB 问世不久的 20 世纪 80 年代中期, 原先控制领域里的一些软件包纷纷被淘汰或在 MATLAB 上重建。

MathWorks 公司 1993 年推出了 MATLAB 4.0 版, 1995 年推出 4.2C 版 (for win3. X), 1997 年推出 5.0 版, 1999 年推出 5.3 版。MATLAB 5. X 较 MATLAB 4. X 无论是界面还是内容都有长足的进展, 其帮助信息采用超文本格式和 PDF 格式, 在 Netscape 3.0、IE 4.0 及以上版本和 Acrobat Reader 中可以方便地浏览。

时至今日, 经过 MathWorks 公司的不断完善, MATLAB 已经发展成为适合多学科、多种工作平台、功能强大的大型软件。在国外, MATLAB 已经经受了多年考验。在欧美等高校, MATLAB 已经成为线性代数、自动控制理论、数理统计、数字信号处理、时间序列分析、动态系统仿真等高级课程的基本教学工具, 成为攻读学位的大学生、硕士生、博士生必须掌握的基本技能。在设计研究单位和工业部门, MATLAB 被广泛用于科学研究和解决各种具体问题。在国内, 特别是工程界, MATLAB 正在盛行起来。可以说, 无论你从事工程方面的哪个学科, 都能在 MATLAB 里找到合适的功能。

2. MATLAB 的特点

一种语言之所以能如此迅速普及, 显示出如此旺盛的生命力, 是由于它有着不同于其他语言的特点。正如同 FORTRAN 和 C 等高级语言使人们摆脱了需要直接对计算机硬件资源进行操作一样, 被称作为第四代计算机语言的 MATLAB, 利用其丰富的函数资源, 使编程人员从繁琐的程序代码中解放出来。MATLAB 最突出的特点就是简洁, 用更直观、更符合人们思维习惯的代码, 代替了 C 和 FORTRAN 语言的冗长代码。MATLAB 给用户带来的是最直观、最简洁的程序开发环境。以下简单介绍一下 MATLAB 的主要特点。

(1) 语言简洁紧凑, 使用方便灵活, 库函数极其丰富。MATLAB 程序书写形式自由, 利用其丰富的库函数避开繁杂的子程序编程任务, 压缩了一切不必要的编程工作。由于库函数都由本领域的专家编写, 用户不必担心函数的可靠性。可以说, 用 MATLAB 进行科技开发是站在专家的肩膀上。

具有 FORTRAN 和 C 等高级语言知识的读者可能已经注意到, 如果用 FORTRAN 或 C 语言去编写程序, 尤其当涉及矩阵运算和画图时, 编程会很麻烦。例如, 如果用户想求解一个线性代数方程, 就得编写一个程序块读入数据, 然后再使用一种求解线性方程的算法 (例

如追赶法)编写一个程序块来求解方程,最后再输出计算结果。在求解过程中,最麻烦的要算第二部分。解线性方程的麻烦在于要对矩阵的元素作循环,选择稳定的算法以及代码的调试,即使有部分源代码,用户也会感到麻烦,且不能保证运算的稳定性。解线性方程的程序用 FORTRAN 和 C 这样的高级语言编写,至少需要四百多行,调试这种几百行的计算程序可以说很困难。以下是用 MATLAB 编写以上两个小程序的具体过程。

MATLAB 求解下列方程,并求解矩阵 A 的特征值。

$Ax = b$, 其中:

$A = 32 \quad 13 \quad 45 \quad 67$

$23 \quad 79 \quad 85 \quad 12$

$43 \quad 23 \quad 54 \quad 65$

$98 \quad 34 \quad 71 \quad 35$

$b = 1$

2

3

4

解为: $x = A/b$; 设 A 的特征值组成的向量为 e , $e = \text{eig}(A)$ 。

可见, MATLAB 的程序极其简短。更为难能可贵的是, MATLAB 甚至具有一定的智能水平,比如上面的解方程, MATLAB 会根据矩阵的特性选择方程的求解方法,所以用户根本不用怀疑 MATLAB 的准确性。

(2) 运算符丰富。由于 MATLAB 是用 C 语言编写的, MATLAB 提供了和 C 语言几乎一样多的运算符,灵活使用 MATLAB 的运算符将使程序变得极为简短。

(3) MATLAB 既具有结构化的控制语句(如 for 循环、while 循环、break 语句和 if 语句),又有面向对象编程的特性。

(4) 程序限制不严格,程序设计自由度大。例如,在 MATLAB 里,用户无需对矩阵预定义就可使用。

(5) 程序的可移植性很好,基本上不修改就可以在各种型号的计算机和操作系统上运行。

(6) MATLAB 的图形功能强大。在 FORTRAN 和 C 语言里,绘图都很不容易,但在 MATLAB 里,数据的可视化非常简单。MATLAB 还具有较强的编辑图形界面的能力。

(7) MATLAB 的缺点:它和其他高级程序相比,程序的执行速度较慢。由于 MATLAB 的程序不用编译等预处理,也不生成可执行文件,程序为解释执行,所以速度较慢。

(8) 功能强大的工具箱是 MATLAB 的另一特色。MATLAB 包含两个部分:核心部分和各种可选的工具箱。核心部分中有数百个核心内部函数,其工具箱又分为两类:功能性工具箱和学科性工具箱。功能性工具箱主要用来扩充其符号计算功能、图示建模仿真功能、文字处理功能以及与硬件实时交互功能。功能性工具箱用于多种学科,而学科性工具箱是专业性比较强的,如 control, toolbox, signal processing toolbox, communication toolbox 等。这些工具箱都是由该领域内学术水平很高的专家编写的,所以用户无需编写自己学科范围内的基础程序。

(9) 源程序的开放性。开放性也许是 MATLAB 最受人们欢迎的特点。除内部函数以外,所有 MATLAB 的核心文件和工具箱文件都是可读可改的源文件,用户可通过对源文件

的修改以及加入自己的文件构成新的工具箱。

1.1.2 MATLAB R2010b 的安装

MATLAB 只有在适当的外部环境中才能正常运行,因此,恰当地配置外部系统是保证 MATLAB 良好运行的先决条件。MATLAB 本身可适应于许多机种和系统,如 PC 机和 Unix 工作站等,但本节只针对我国使用最广的 PC 机系统给予介绍。

对 PC 机用户来说,常常需要自己安装 MATLAB。MATLAB R2010b 版要求 WinXP 或 Windows Vista 平台。下面介绍从光盘上安装 MATLAB 的方法。

一般说来,当 MATLAB 光盘插入光驱后,会自启动“安装向导”。假如自启动没有实现,那么可以在 <我的电脑>或 <资源管理器>中双击 setup.exe 应用程序,使“安装向导”启动,或者直接运行 setup.exe 文件,显示准备安装过程,如图 1-1 所示。

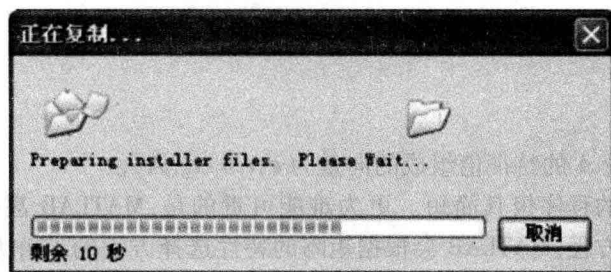


图 1-1 准备安装 matlab

准备安装过程完毕,显示 MATLAB R2010b 安装开始,如图 1-2 所示。

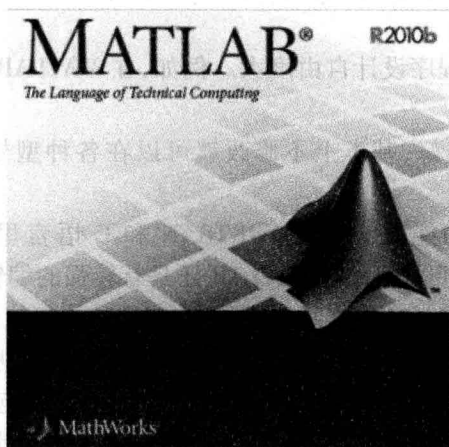


图 1-2 MATLAB R2010b 安装开始

接下来会弹出 MATLAB R2010b 的安装对话框,点选 Install without using the Internet,点击 Next 按钮,如图 1-3 所示。

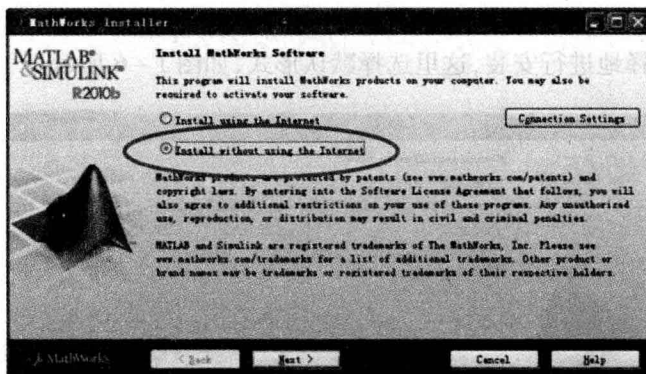


图 1-3 MATLAB R2010b 安装对话框

在用户安装注册对话框中,首先阅读对话框中的协议,如果同意其具体要求,就可以单击对话框中的 Yes 按钮,选择接受许可协议,并点击 Next 按钮,如图 1-4 所示。

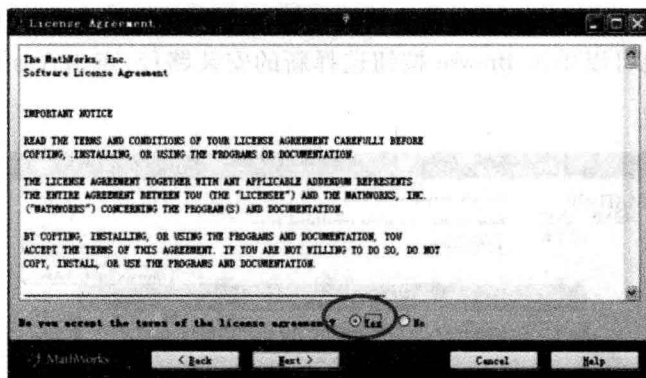


图 1-4 选择接受许可协议

接下来在图 1-5 中输入所购买的序列号,点击 Next 按钮。

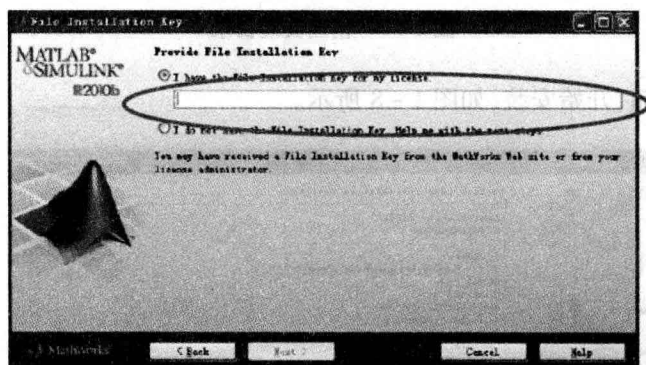


图 1-5 输入序列号

选择安装内容,可选择默认的 Typical,将安装用户购买的全部组件,如果选择 Custom 按钮的话,则弹出一个文本框用来显示用户所要安装的组件,用户可以选择自己所需要

的组件来安装。一般用户仅需要一部分组件,而组件安装过多必然会影响到运行速度,因此初学者可以有选择地进行安装,这里选择默认形式,如图 1-6 所示。

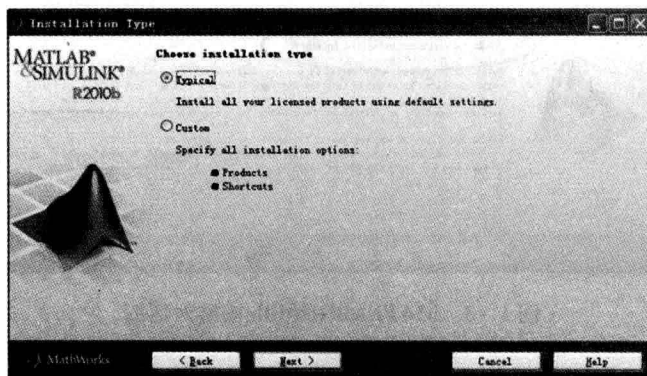


图 1-6 用户选择所要安装的组件

点击 Next 按钮,选择安装路径,请确认有足够的空间来安装 MATLAB R2010b,用户可以选择默认路径,也可以单击 Browse 按钮选择新的安装路径,点击 Yes 按钮,创建安装目录,如图 1-7 所示。

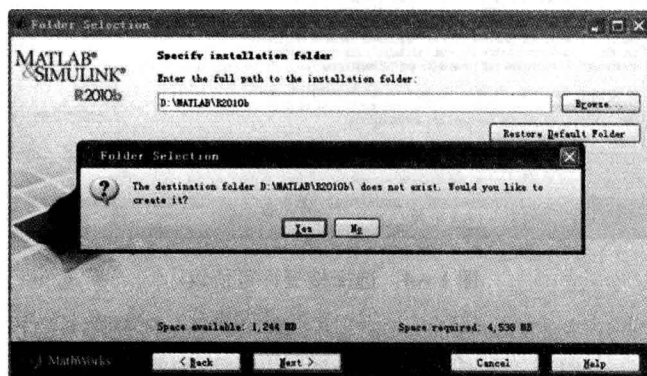


图 1-7 创建安装目录

点击 Install 按钮,开始安装,如图 1-8 所示。

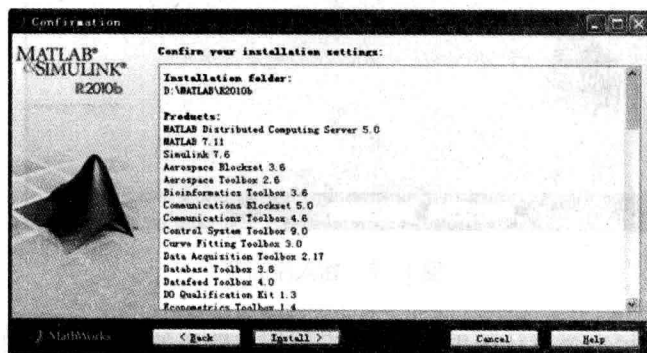


图 1-8 正在安装

安装完成,如图 1-9 所示。

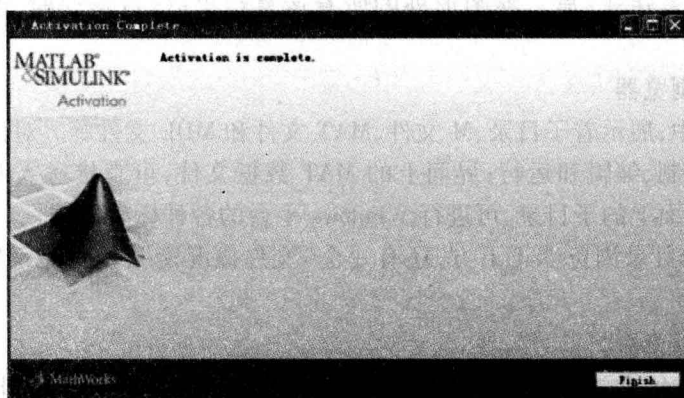


图 1-9 安装完毕

1.1.3 MATLAB 运行环境简介

在正确完成安装并重启电脑后,选择 Windows 桌面上的“开始”/“程序”/“MATLAB R2010b”命令,或者直接双击桌面上的 MATLAB 图标,启动 MATLAB R2010b,进入 MATLAB R2010b 版的 Desktop 操作桌面,它是一个高度集成的 MATLAB 工作界面。该桌面的上层铺放着三个最常用的界面,以及其他内容:菜单栏、工具栏、指令窗(Command Window)、当前目录(Current Directory)浏览器、MATLAB 工作内存空间(Workspace)浏览器、历史指令(Command History)窗等。其默认形式,如图 1-10 所示。

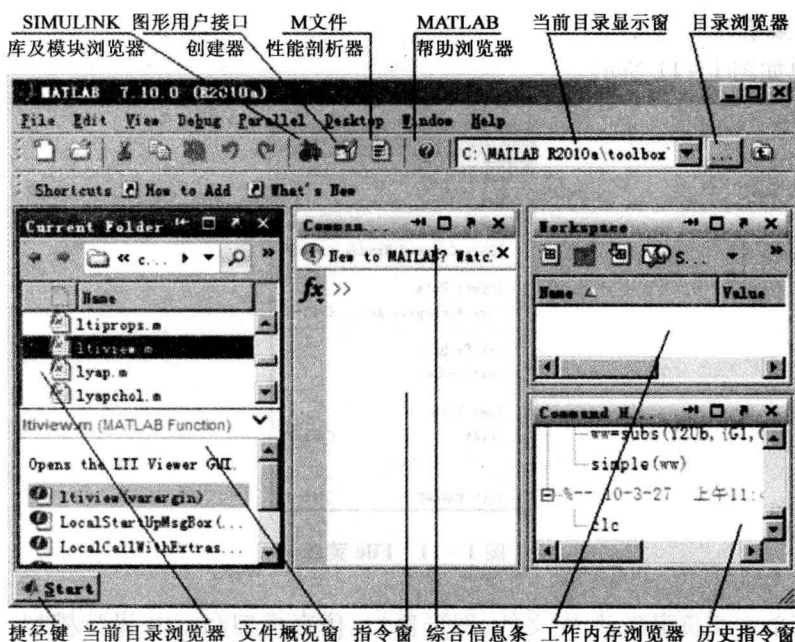


图 1-10 MATLAB 工作界面

● 指令窗

该窗是进行各种 MATLAB 操作的最主要窗口。在该窗内,可键入各种送给 MATLAB 运作的指令、函数、表达式;显示除图形外的所有运算结果;运行错误时,给出相关的出错提示。

● 当前目录浏览器

在该浏览器中,展示着子目录、M 文件、MAT 文件和 MDL 文件等。对该界面上的 M 文件,可直接进行复制、编辑和运行;界面上的 MAT 数据文件,可直接送入 MATLAB 工作内存。此外,对该界面上的子目录,可进行 Windows 平台的各种标准操作。

此外,在当前目录浏览器正下方,还有一个“文件概况窗”,该窗显示所选文件的概况信息。

● 工作空间浏览器

该浏览器默认位于当前目录浏览器的后台,罗列出 MATLAB 工作空间中所有的变量名、大小、字节数。在该窗中,可对变量进行观察、图示、编辑、提取和保存。

● 历史指令窗

该窗记录已经运作过的指令、函数、表达式,及它们运行的日期、时间。该窗中的所有指令、文字都允许复制、重运行及用于产生 M 文件。

● 捷径(Start)键

引出通往本 MATLAB 所包含的各种组件、模块库、图形用户界面、帮助分类目录、演示算例等的捷径,以及向用户提供自建快捷操作的环境。

下面对几个常用菜单、窗口功能的使用进行介绍。

1. 菜单栏

MATLAB 操作界面菜单提供了“File”“Edit”“View”“Web”“Window”和“Help”菜单。

(1) File 菜单

File 菜单如图 1-11 所示。

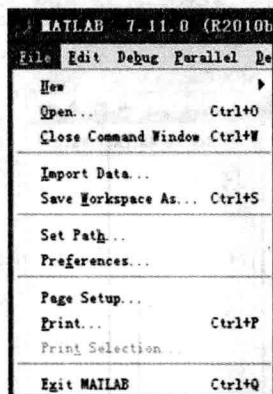


图 1-11 File 菜单

“File”菜单主要负责新建 M 文件、图形窗口、仿真模型和 GUI 设计模型,以及数据导入、路径和属性设置及退出等功能。各命令的具体功能如表 1-1 所示。

表 1-1 File 菜单功能表

下拉菜单	功能
New	M-file 新建一个 M 文件, 打开 M 文件编辑/调试器
	Figure 新建一个图形窗口
	Model 新建一个仿真模型
	GUI 新建一个图形用户设计界面 (GUI)
Open...	打开已有文件
Close Command History	关闭历史命令窗口
Import Data...	导入其他文件的数据
Save Workspace as...	使用二进制的 MAT 文件保存工作空间的内容
Page Setup...	页面设置
Set Path...	设置搜索路径等
Preferences...	设置 MATLAB 工作环境外观和操作的相关属性等参数
Print...	打印
Print Selection...	打印所选择区域
Exit MATLAB	退出 MATLAB

(2) Edit 菜单

Edit 菜单如图 1-12 所示, Edit 菜单的各菜单项与 Windows 的 Edit 菜单相似。

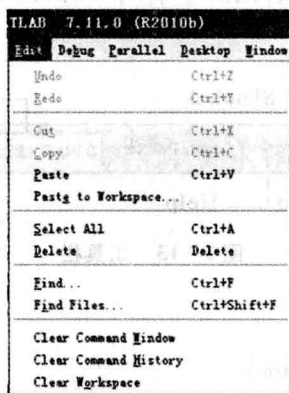


图 1-12 Edit 菜单

(3) View 菜单 (见表 1-2)

表 1-2 View 菜单功能表

下拉菜单	功能
Desktop Layout	界面布局 (可选择各种布局方式)
Undock Command Window	与命令窗口分离
Command Window	打开命令窗口
Command History	打开历史命令窗口
Current Directory	打开当前目录窗口
Workspace	打开工作空间窗口
Launch Pad	打开交互界面分类目录窗口
Profiler	打开程序性能剖析窗口
Help	打开帮助窗口

(4) Web 菜单(见表 1-3)

表 1-3 Web 菜单功能表

下拉菜单	功能
The MathWorks Web Site	连接到 MathWorks 公司的主页
MATLAB Central	连接到 MATLAB Central
MATLAB File Exchange	连接到 MATLAB File Exchange
MATLAB Newsgroup Access	连接到 MATLAB Newsgroup Access
Check for Updates	通过网站检查版本更新
Products	连接到产品介绍页面
Membership	连接到介绍 MathWorks 公司的会员制度
Technical Support Knowledge Base	连接到 MathWorks 公司的技术支持网页

(5) Windows 菜单

Windows 菜单提供了在已打开的各窗口之间切换的功能。

(6) Help 菜单

Help 菜单提供了进入各类帮助系统的方法。

(7) 开始菜单

①上半部分是交互界面窗口的列表；

②下半部分是常用的子菜单项,包括 Desktop Tools, Web, Preferences, Help 和 Demos。

2. 工具栏(如图 1-13)

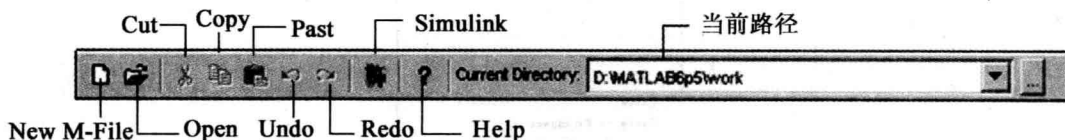


图 1-13 工具栏

3. 通用操作界面窗口

(1) 命令窗口(Command Window)

在命令窗口中可键入各种 MATLAB 的命令、函数和表达式,并显示除图形外的所有运算结果,如图 1-14 所示。

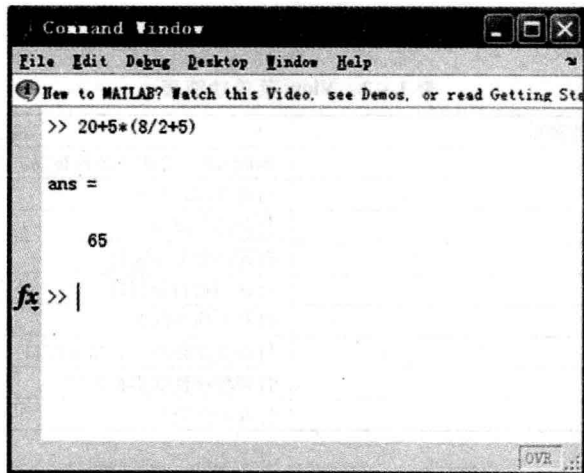


图 1-14 单独的命令窗口

①命令窗口单独显示:选择菜单“View”→“Undock Command Window”。

②单独的命令窗口返回 MATLAB 界面:选择命令窗口的菜单“View”→“Dock Command Window”命令。

(2)命令行的显示方式

①命令窗口中的每个命令行前会出现提示符“> ”。

②命令窗口内显示的字符和数值采用不同的颜色,在默认情况下,输入的命令、表达式以及计算结果等采用黑色字体。

③字符串采用紫红色;“if”“for”等关键词采用蓝色。

(3)命令窗口中命令行的编辑

MATLAB 命令窗口不仅可以对输入的命令进行编辑和运行,而且可以对已输入的命令进行回调、编辑和重运行。常用操作键如表 1-4 所示。

表 1-4 命令窗口中行编辑的常用操作键

键名	作用	键名	作用
↑	向前调回已输入过的命令行	Home	使光标移到当前行的开头
↓	向后调回已输入过的命令行	End	使光标移到当前行的末尾
←	在当前行中左移光标	Delete	删去光标右边的字符
→	在当前行中右移光标	Backspace	删去光标左边的字符
PageUp	向前翻阅当前窗口中的内容	Esc	清除当前行的全部内容
PageDown	向后翻阅当前窗口中的内容	CTRL + C	中断 MATLAB 命令的运行

(4)命令窗口中的标点符号(表 1-5)

表 1-5 MATLAB 常用标点符号的功能

名称	符号	功能
空格		用于输入变量之间的分隔符以及数组行元素之间的分隔符
逗号	,	用于要显示计算结果的命令之间的分隔符;用于输入变量之间的分隔符;用于数组行元素之间的分隔符
点号	.	用于数值中的小数点
分号	;	用于不显示计算结果命令行的结尾;用于不显示计算结果命令之间的分隔符;用于数组元素行之间的分隔符
冒号	:	用于生成一维数值数组,表示一维数组的全部元素或多维数组的某一维的全部元素
百分号	%	用于注释的前面,在它后面的命令不需要执行
单引号	' '	用于括住字符串
圆括号	()	用于引用数组元素;用于函数输入变量列表;用于确定算术运算的先后次序
方括号	[]	用于构成向量和矩阵;用于函数输出列表
花括号	{ }	用于构成元胞数组
下划线	_	用于一个变量、函数或文件名中的连字符
续行号	...	用于把后面的行与该行连接以构成一个较长的命令
“@”号	@	用于放在函数名前形成函数句柄;用于放在目录名前形成用户对象类目录

注意 以上的符号一定要在英文状态下输入,因为 MATLAB 不能识别中文标点符号。

【例 1-1】 在命令窗口中使用不同的标点符号。

a = 12.5, b = 'Goodbye' % 逗号表示分隔命令,单引号构成字符串,点号为小数点
结果显示为:

a =