

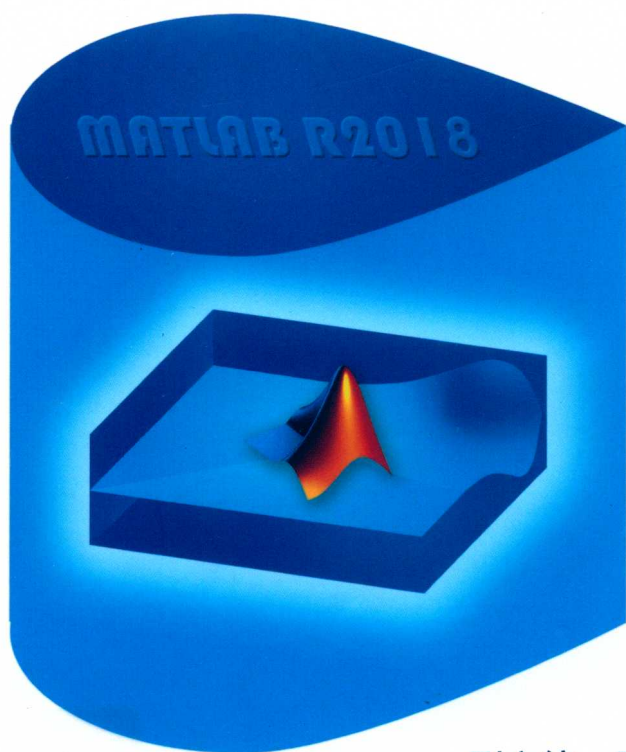
21世纪高等院校计算机辅助设计规划教材

MATLAB R2018

基础与实例教程



提供电子教案、习题解答和素材文件



- 全书以 MATLAB R2018 为基础, 讲解数学计算和仿真分析的各种方法和技巧, 完整地编写一套让学生与零基础读者可以灵活掌握的教学指南。
- 本书既有 MATLAB 基本函数的介绍, 也有用 MATLAB 编写的专门计算程序, 利用函数解决不同数学应用问题, 实例丰富而典型。

主编 阳平华

副主编 吴丽镐 李菁 詹涌强 阳彩霞

21 世纪高等院校计算机辅助设计规划教材

MATLAB R2018 基础与实例教程

主 编 阳平华
副主编 吴丽镐 李 菁
 詹涌强 阳彩霞



机械工业出版社

全书以 MATLAB R2018 为基础, 结合高等学校学生的教学经验和计算科学的应用, 讲解数学计算和仿真分析的各种方法和技巧, 完整地编写一套让学生与零基础读者可以灵活掌握的教学指南, 让学生与零基础读者最终脱离书本, 应用于工程实践中。

本书主要内容包括 MATLAB 入门, 数据计算与矩阵函数, 程序设计, 绘图命令, 符号运算, 矩阵分析与应用, 微分与积分计算, 三维动画, 图形用户界面设计, MATLAB 联合编程, Simulink 仿真设计等内容。本书覆盖数学计算与仿真分析的各个方面, 既有 MATLAB 基本函数的介绍, 也有用 MATLAB 编写的专门计算程序, 利用函数解决不同数学应用问题, 实例丰富而典型, 将重点知识融入应用, 指导读者有的放矢地进行学习。

本书既可作为初学者的入门用书, 也可作为工程技术人员、本科生、研究生的教材用书。

本书配套授课电子课件, 需要的教师可登录 www.cmpedu.com 免费注册, 审核通过后下载, 或联系编辑索取 (QQ: 2850823885, 电话: 010-88379739)。

图书在版编目 (CIP) 数据

MATLAB R2018 基础与实例教程/阳平华主编. —北京: 机械工业出版社, 2019. 2

21 世纪高等院校计算机辅助设计规划教材

ISBN 978-7-111-61991-8

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

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2019) 第 026888 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: 胡 静

责任校对: 张艳霞 责任印制: 郜 敏

北京圣夫亚美印刷有限公司印刷

2019 年 3 月第 1 版·第 1 次印刷

184mm×260mm·17 印张·415 千字

0001-3000 册

标准书号: ISBN 978-7-111-61991-8

定价: 55.00 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

服务咨询热线: (010) 88379833

读者购书热线: (010) 88379649

封面无防伪标均为盗版

网络服务

机工官网: www.cmpbook.com

机工官博: weibo.com/cmp1952

教育服务网: www.cmpedu.com

金书网: www.golden-book.com

前言

MATLAB 是美国 MathWorks 公司出品的一个优秀的数学计算软件，其强大的数值计算能力和数据可视化能力令人震撼。经过多年的发展，MATLAB 已经发展到了 R2018a 版本，功能日趋完善。MATLAB 已经发展成为多种学科必不可少的计算工具，成为自动控制、应用数学、信息与计算科学等专业大学生与研究生必须掌握的基本技能。

目前，MATLAB 已经得到了很大程度的普及，它不仅成为各大公司和科研机构的专用软件，在各高校中同样也得到了普及。越来越多的学生借助 MATLAB 来学习数学分析、图像处理、仿真分析。

为了帮助零基础读者快速掌握 MATLAB 的使用方法，本书从基础着手，详细对 MATLAB 的基本函数功能进行介绍，同时根据不同学科读者的需求，作者在数学计算、图形绘制、仿真分析、最优化设计和外部接口编程等不同的领域进行了详细的介绍，让读者入宝山而满载归。

MATLAB 本身是一个极为丰富的资源库。因此，对大多数用户来说，一定有部分 MATLAB 内容看起来是“透明”的，也就是说用户能明白其全部细节；另有些内容表现为“灰色”，即用户虽明白其原理但是对于具体的执行细节不能完全掌握；还有些内容则“全黑”，也就是用户对它们一无所知。本书虽仅涉及 MATLAB 在各方面应用的一小部分，但就是这部分内容就已经构成了对本书作者的严重挑战。作者在写稿过程中遇到过不少困惑，通过学习并向专家请教虽克服了这些障碍，但仍难免存在错误和偏见。本书所有算例均由作者在计算机上验证。在此，本书作者恳切期望得到各方面专家和广大读者的指教。

一、本书特色

市面上的 MATLAB 学习书籍浩如烟海，读者要挑选一本自己中意的书反而很困难，真是“乱花渐欲迷人眼”。那么，本书为什么能够在您“众里寻她千百度”之际，于“灯火阑珊”中让您“蓦然回首”呢，那是因为本书有以下 5 大特色。

作者权威

本书由著名 CAD/CAM/CAE 图书出版专家胡仁喜博士指导，大学资深专家教授团队执笔编写。本书是作者总结多年的设计经验以及教学的心得体会，历时多年精心编著，力求全面细致地展现出 MATLAB 在工程分析与数学计算应用领域的各种功能和使用方法。

实例专业

本书中有很多实例本身就是工程分析与数学计算项目案例，经过作者精心提炼和改编，不仅保证了读者能够学好知识点，更重要的是能帮助读者掌握实际的操作技能。

提升技能

本书从全面提升 MATLAB 工程分析与数学计算能力的角度出发，结合大量的案例来讲解如何利用 MATLAB 进行工程分析与数学计算，真正让读者懂得计算机辅助工程分析与数学计算。

内容全面

本书共 11 章，分别介绍了 MATLAB 入门，数据计算与矩阵函数，程序设计，绘图命令，符号运算，矩阵分析与应用，微分与积分计算，三维动画，图形用户界面设计，MATLAB 联合编程，Simulink 仿真设计等内容。

知行合一

本书提供了使用 MATLAB 解决数学问题的实践性指导，它基于 MATLAB R2018a 版，内容由浅入深，特别是本书对每一条命令的使用格式都做了详细而又简单明了的说明，并为用户提供了大量的例题加以说明其用法，因此，对于初学者自学是很有帮助的；同时，又对数学中的一些深入问题如优化理论的算法介绍以及各种数学问题如概率问题、数理统计问题等进行了较为详细的介绍，因此，该书也可作为科技工作者的科学计算工具书。

二、电子资料使用说明

本书除利用传统的纸面讲解外，随书配送了电子资料包，包含全书讲解实例和练习实例的源文件素材，并制作了全程实例动画同步 AVI 文件。为了增强教学的效果，更进一步方便读者的学习，作者亲自对实例动画进行了配音讲解，通过扫描二维码，下载本书实例操作过程视频 AVI 文件，读者可以随心所欲，像看电影一样轻松愉悦地学习本书。

三、致谢

本书由华南理工大学广州学院的阳平华老师任主编，华南理工大学广州学院的吴丽镐、李菁、詹涌强和阳彩霞老师任副主编，华南理工大学广州学院的李海荣、黄婷、黄业文老师参与部分章节的编写。其中阳平华编写第 1~3 章，吴丽镐编写第 4~5 章，李菁编写第 6~7 章，詹涌强编写第 8~9 章，阳彩霞编写第 10~11 章。王正军、卢园、李亚莉、吴秋彦、井晓翠、张俊生、卢思梦、闫聪聪、刘昌丽、康士廷、张亭等参与了部分章节的内容整理，石家庄三维书屋文化传播有限公司的胡仁喜博士对全书进行了审校，在此对他们的付出表示感谢。

编者

目 录

前言	
第 1 章 MATLAB 入门	1
1.1 MATLAB 概述	1
1.1.1 MATLAB 的发展历程	1
1.1.2 MATLAB 系统	3
1.1.3 MATLAB 语言的特点	3
1.2 启动 MATLAB	4
1.3 MATLAB R2018 的工作环境	7
1.3.1 工具栏	7
1.3.2 命令行窗口	8
1.3.3 命令历史记录窗口	8
1.3.4 当前文件夹窗口	9
1.3.5 工作区窗口	9
1.4 课后习题	11
第 2 章 数据计算与矩阵函数	12
2.1 数据计算	12
2.1.1 变量与常量	12
2.1.2 数据的显示格式	14
2.1.3 算术运算符	15
2.1.4 关系运算符	16
2.1.5 逻辑运算符	17
2.1.6 数据类型函数	17
2.2 矩阵函数	19
2.2.1 向量的生成	19
2.2.2 向量运算	20
2.2.3 矩阵的生成	21
2.2.4 特殊矩阵	24
2.2.5 矩阵元素函数	27
2.2.6 矩阵运算	31
2.3 操作实例——矩阵更新	33
2.4 课后习题	35
第 3 章 程序设计	36
3.1 M 文件	36
3.1.1 命令文件	36
3.1.2 函数文件	37
3.1.3 文件函数	40
3.2 程序结构	45
3.2.1 顺序结构	45
3.2.2 循环结构	45
3.2.3 分支结构	48
3.3 操作实例——统计 M 文件代码 行数	55
3.4 课后习题	56
第 4 章 绘图命令	58
4.1 二维绘图	58
4.1.1 figure 命令	58
4.1.2 plot 绘图命令	61
4.1.3 line 命令	63
4.1.4 subplot 命令	64
4.1.5 fplot 绘图命令	66
4.2 设置坐标系	68
4.2.1 极坐标系下绘图	68
4.2.2 半对数坐标系下绘图	69
4.2.3 双 y 轴坐标	70
4.2.4 坐标系控制	71
4.3 二维图形修饰处理	74
4.3.1 图形的重叠控制	75
4.3.2 图形注释	76
4.3.3 分格线控制	81
4.3.4 图形放大与缩小	82
4.4 三维绘图	83
4.4.1 三维曲线命令	83
4.4.2 三维网格命令	87
4.4.3 三维曲面命令	91
4.4.4 散点图命令	94
4.5 三维图形修饰处理	96
4.5.1 视角处理	96
4.5.2 颜色处理	97

4.6 操作实例——绘制函数的三维视图	102	问题	150
4.7 课后习题	106	6.5 课后习题	151
第5章 符号运算	107	第7章 微分与积分计算	152
5.1 符号与多项式	107	7.1 极限、导数	152
5.1.1 字符串	107	7.1.1 极限	152
5.1.2 单元型变量	109	7.1.2 导数	153
5.1.3 结构型变量	112	7.2 微积分	155
5.1.4 多项式运算	113	7.2.1 定积分与不定积分	155
5.2 符号运算	115	7.2.2 微分	157
5.2.1 符号表达式的生成	116	7.3 积分函数	159
5.2.2 符号表达式的运算	116	7.4 积分变换	160
5.2.3 符号与数值间的转换	119	7.4.1 傅里叶积分变换	160
5.3 符号矩阵	120	7.4.2 傅里叶逆变换	161
5.3.1 创建符号矩阵	120	7.4.3 快速傅里叶变换	163
5.3.2 符号矩阵的其他运算	122	7.4.4 拉普拉斯变换	165
5.3.3 符号多项式的简化	124	7.4.5 拉普拉斯逆变换	166
5.4 综合实例——电路问题	125	7.5 多重积分	167
5.5 课后习题	126	7.5.1 二重积分	167
第6章 矩阵分析与应用	127	7.5.2 三重积分	168
6.1 矩阵的相似标准形	127	7.6 PDE 模型方法	171
6.1.1 若尔当标准形	127	7.7 操作实例——比较时域和频域中的余弦波	172
6.1.2 厄米法线形	128	7.8 课后习题	174
6.2 矩阵分解	130	第8章 三维动画	176
6.2.1 楚列斯基 (Cholesky) 分解	130	8.1 特殊图形	176
6.2.2 LU 分解	131	8.1.1 统计图形	176
6.2.3 LDM ^T 与 LDL ^T 分解	132	8.1.2 离散数据图形	182
6.2.4 QR 分解	134	8.1.3 向量图形	188
6.2.5 SVD 分解	136	8.1.4 柱面与球面	190
6.2.6 舒尔 (Schur) 分解	137	8.2 图像处理	195
6.2.7 海森伯格 (Hessenberg) 分解	139	8.2.1 图像的读写	195
6.3 线性方程组的求解	140	8.2.2 图像的显示及信息查询	197
6.3.1 线性方程组基础	140	8.3 视频文件	204
6.3.2 利用矩阵的逆 (伪逆) 与除法求解	142	8.3.1 读取视频文件	204
6.3.3 利用行阶梯形求解	143	8.3.2 写入视频文件	206
6.3.4 利用矩阵分解法求解	144	8.3.3 视频信息查询	209
6.3.5 非负最小二乘解	149	8.4 音频文件	212
6.4 操作实例——“病态”矩阵		8.5 动画演示	214
		8.6 操作实例——盐泉的钾性	

判别.....	215	文件	237
8.7 课后习题.....	221	10.3 MATLAB 与 C/C++语言联合 编程	237
第9章 图形用户界面设计	222	10.3.1 独立应用程序.....	238
9.1 用户界面概述.....	222	10.3.2 面向 C/C++的 DLL	239
9.2 图形用户界面设计.....	223	10.4 操作实例——创建矩阵 C++ 共享库	240
9.2.1 GUIDE 界面	224	10.5 课后习题	248
9.2.2 GUIDE 控件	225	第11章 Simulink 仿真设计	249
9.3 控件编程.....	226	11.1 Simulink 简介	249
9.3.1 菜单设计	227	11.2 Simulink 编辑环境	249
9.3.2 回调函数	228	11.3 模块的创建	251
9.4 操作实例——演示三维曲面 操作.....	230	11.3.1 创建模块文件.....	251
9.5 课后习题.....	233	11.3.2 模块的基本操作.....	253
第10章 MATLAB 联合编程	234	11.3.3 模块参数设置.....	254
10.1 应用程序接口介绍	234	11.3.4 子系统及其封装.....	256
10.1.1 MEX 文件简介	234	11.4 仿真分析	259
10.1.2 mx-库函数和 MEX 文件的 区别	235	11.4.1 仿真参数设置.....	259
10.1.3 MAT 文件	235	11.4.2 仿真的运行和分析	261
10.2 MEX 文件的编辑与使用	235	11.5 操作实例——数字低通滤波器 离散时间系统	262
10.2.1 编写 C 语言 MEX 文件	235	11.6 课后习题	263
10.2.2 编写 FORTRAN 语言 MEX			

第 1 章 MATLAB 入门

MATLAB 是一款功能非常强大的科学计算软件。使用 MATLAB 之前，应该对它有一个整体的认识，包括最基本的数据类型、显示格式等，同时对 MATLAB 的用户界面进行简单介绍，让读者对 MATLAB 有基本的了解，为后面介绍具体的功能打下基础。

1.1 MATLAB 概述

MATLAB 是以线性代数软件包 LINPACK 和特征值计算软件包 EISPACK 中的子程序为基础发展起来的一种开放式程序设计语言，是一种高性能的工程计算语言，其基本的数据单位是没有维数限制的矩阵。

1.1.1 MATLAB 的发展历程

20 世纪 70 年代中期，Cleve Moler 博士及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 是求解特征值的 FORTRAN 程序库，LINPACK 是求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。

20 世纪 70 年代后期，时任美国新墨西哥大学计算机科学系主任的 Cleve Moler 教授在给 学生讲授线性代数课程时，想教给学生使用 EISPACK 和 LINPACK 程序库，但他发现学生用 FORTRAN 编写接口程序很费时间，出于减轻学生编程负担的目的，为学生设计了一组调用 LINPACK 和 EISPACK 程序库的“通俗易懂”的接口，此即用 FORTRAN 编写的萌芽状态的 MATLAB。在此后的数年里，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 教授到斯坦福大学讲学，他所讲授的关于 MATLAB 的内容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、Steve Bangert 一起用 C 语言开发了第二代专业版 MATLAB。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。从这时起，MATLAB 的内核采用 C 语言编写。

MATLAB 以商品形式出现后，仅短短几年，就以其良好的开放性和可靠性，将原先控制领域里的封闭式软件包（如 UMIST、LUND、SIMNON、KEDDC 等）纷纷淘汰，而改以 MATLAB 为平台加以重建。20 世纪 90 年代初期，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拓展了其符号计算、文字处理、可视化建模和实时控制能力，开发了适合多学科要求的新一代产品。经过多年的竞争，在国际上三十几个数学类科技应用软件中，MATLAB 已经占据了数值软件市场的主导地位。

MathWorks 公司于 1993 年推出 MATLAB 4.0 版本，从此告别 DOS 版。4.x 版在继承和

发展其原有的数值计算和图形可视能力的同时，出现了以下几个重要变化。

1) 推出了 Simulink。这是一个交互式操作的动态系统建模、仿真、分析集成环境。它的出现使人们有可能考虑许多以前不得不做简化假设的非线性因素、随机因素，从而大大提高了人们对非线性、随机动态系统的认知能力。

2) 开发了与外部进行直接数据交换的组件，打通了 MATLAB 进行实时数据分析、处理和硬件开发的道路。

3) 推出了符号计算工具包。1993 年，MathWorks 公司从加拿大滑铁卢大学购得 Maple 的使用权，以 Maple 为引擎开发了 Symbolic Math Toolbox 1.0。MathWorks 公司此举结束了国际上数值计算、符号计算孰优孰劣的长期争论，促成了两种计算的互补发展。

4) 构造了 Notebook。MathWorks 公司瞄准应用范围最广的 Word，运用 DDE 和 OLE，实现了 MATLAB 与 Word 的无缝链接，从而为专业科技工作者创造了融科学计算、图形可视化、文字处理于一体的高水准环境。

1997 年春，MATLAB 5.0 版问世，紧接着是 5.1、5.2，以及 1999 年春的 5.3 版。2003 年，MATLAB 7.0 问世。

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、多种工作平台的功能强大的大型软件。在欧美高校，MATLAB 已经成为诸如应用代数、数理统计、自动控制、数字信号处理、模拟与数字通信、时间序列分析、动态系统仿真等高级课程的基本教学工具，这几乎成了 20 世纪 90 年代教科书与旧版书籍的区别性标志。MATLAB 成为了攻读学位的大学生、硕士生、博士生必须掌握的基本工具。在国际学术界，MATLAB 已经被确认为准确、可靠的科学计算标准软件。在许多国际一流学术刊物上（尤其是信息科学刊物），都可以看到 MATLAB 的应用。在研究单位和工业部门，MATLAB 被认为是进行高效研究、开发的首选软件工具，如美国 National Instruments 公司的信号测量、分析软件 LabVIEW，Cadence 公司的信号和通信分析设计软件 SPW 等，或者直接建立在 MATLAB 之上，或者以 MATLAB 为主要支撑；又如 HP 公司的 VXI 硬件、TM 公司的 DSP、Gage 公司的各种硬卡和仪器等都接受 MATLAB 的支持。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。

从 2006 年开始，MATLAB 分别在每年的 3 月和 9 月进行两次产品发布，每次发布都涵盖产品家族中的所有模块，包含已有产品的新特性和 bug 修订，以及新产品的发布。其中，3 月发布的版本被称为“a”，9 月发布的版本被称为“b”，如 2006 年的两个版本分别是 R2006a 和 R2006b。在 2006 年 3 月 1 日发布的 R2006a 版本中，更新了 74 个产品，包括当时最新的 MATLAB 7.2 与 Simulink 6.4，增加了两个新产品模块（Builder for .net 和 SimHydraulics），增加了对 64 位 Windows 的支持。其中值得一提的是 Builder for .net，也就是 .net 工具箱，它扩展了 MATLAB Compiler 的功能，集成了 MATLAB Builder for COM 的功能，可以将 MATLAB 函数打包，使网络程序员可以通过 C#、VB.net 等语言访问这些函数，并将源自 MATLAB 函数的错误作为一个标准的管理异常来处理。

2012 年，MathWorks 推出了 MATLAB 7.14，即 MATLAB R2012a。

2018 年 3 月，MathWorks 正式发布了 R2018a 版 MATLAB（以下简称 MATLAB 2018）和 Simulink 产品系列的 Release 2018（R2018）版本。

1.1.2 MATLAB 系统

MATLAB 系统主要包括以下五个部分。

(1) 桌面工具和开发环境

MATLAB 由一系列工具组成，这些工具大部分是图形用户界面，方便用户使用 MATLAB 的函数和文件，包括 MATLAB 桌面和命令行窗口、编辑器和调试器、代码分析器和用于浏览帮助、工作空间、文件的浏览器。

(2) 数学函数库

MATLAB 数学函数库包括了大量的计算算法，从初等函数（如加法、正弦、余弦等）到复杂的高等函数（如矩阵求逆、矩阵特征值、贝塞尔函数和快速傅里叶变换等）。

(3) 语言

MATLAB 语言是一种高级的基于矩阵/数组的语言，具有程序流控制、函数、数据结构、输入/输出和面向对象编程等特色。用户可以在命令行窗口中将输入语句与执行命令同步，以迅速创立快速抛弃型程序，也可以先编写一个较大的复杂的 M 文件后再一起运行，以创立完整的大型应用程序。

(4) 图形处理

MATLAB 具有方便的数据可视化功能，以将向量和矩阵用图形表现出来，并且可以对图形进行标注和打印。它的高层次作图包括二维和三维的可视化、图像处理、动画和表达式作图。低层次作图包括完全定制图形的外观，以及建立基于用户的 MATLAB 应用程序的完整的图形用户界面。

(5) 外部接口

外部接口是一个使 MATLAB 语言能与 C、FORTRAN 等其他高级编程语言进行交互的函数库，它包括从 MATLAB 中调用程序（动态链接）、调用 MATLAB 为计算引擎和读写 mat 文件的设备。

1.1.3 MATLAB 语言的特点

MATLAB 提供了一种交互式的高级编程语言——M 语言，用户可以利用 M 语言编写脚本或用函数文件来实现自己的算法。

一种语言之所以能够如此迅速地普及，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，使编程人员从烦琐的程序代码中解放出来。MATLAB 最突出的特点就是简洁，它用更直观的、符合人们思维习惯的代码，代替了 C 语言和 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。下面简要介绍一下 MATLAB 的主要特点。

1) 语言简洁紧凑，库函数极其丰富，使用方便灵活。MATLAB 程序书写形式自由，利用丰富的库函数避开了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。

利用 FORTRAN 或 C 语言去编写程序，尤其是当涉及矩阵运算和画图时，编程会很麻烦。

例如，用 FORTRAN 和 C 这样的高级语言编写求解一个线性代数方程的程序，至少需要 400 多行，调试这种几百行的计算程序很困难，而使用 MATLAB 编写这样一个程序则很直观简洁。

MATLAB 的程序极其简短。更难能可贵的是，MATLAB 甚至具有一定的智能效能，比如解上面的方程时，MATLAB 会根据矩阵的特性选择方程的求解方法。

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，基本上不做修改就可以在各种型号的计算机和操作系统上运行。

6) 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) 与其他高级程序相比，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。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。工具箱又分为两类：功能性工具箱和学科性工具箱。这些工具箱都是由该领域内学术水平很高的专家编写的，所以用户无须编写自己学科范围内的基础程序，而直接进行高、精、尖的研究。

9) 源程序的开放性。

1.2 启动 MATLAB

启动 MATLAB 有多种方式。最常用的启动方式就是双击桌面上的 MATLAB 图标；也可以在“开始”菜单中单击 MATLAB 的快捷方式；还可以在 MATLAB 的安装路径中的 bin 文件夹中双击可执行文件 matlab.exe。

要退出 MATLAB 程序，可以选择以下几种方式。

1) 单击窗口右上角的“关闭”按钮 。

2) 在命令行窗口上方的标题栏右击，在弹出的快捷菜单中选择“关闭”命令。

3) 使用快捷键 (Alt+F4)。


第一次使用 MATLAB R2018，将进入其默认设置的工作界面，如图 1-1 所示。

要想掌握好 MATLAB，一定要学会使用它的帮助系统，因为任何一本书都不可能涵盖它的所有内容，更多的命令、技巧都是要在实际使用中摸索出来的，而在这个摸索的过程中，MATLAB 的帮助系统是必不可少的工具。

读者可以在使用 MATLAB 的过程中，充分利用这些帮助资源。

1. 联机帮助系统

MATLAB 的联机帮助系统非常系统全面，进入联机帮助系统的方法有以下几种。

● 按下 MATLAB 主窗口的  按钮。

● 在命令行窗口执行 doc 命令。

● 在功能区选择“资源”→“帮助”→“文档”命令。

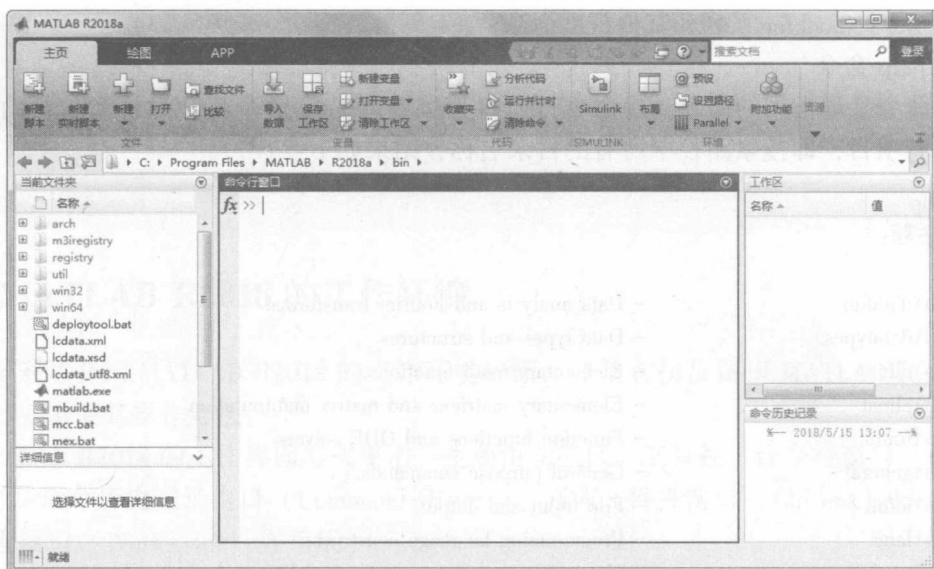


图 1-1 MATLAB 默认桌面平台

联机帮助窗口如图 1-2 所示，其中，上面是查询工具框，如图 1-3 所示；下面显示帮助内容。



图 1-2 联机帮助窗口

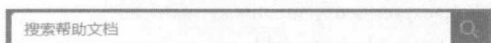


图 1-3 查询工具框

2. 命令行窗口查询帮助系统

用户可以在命令行窗口利用帮助查询命令更快地得到帮助。MATLAB 的帮助命令主要

分为 help 系列、lookfor 系列和其他帮助命令。

(1) help 命令

help 命令是最常用的命令。在命令行窗口直接输入 help 命令将会显示当前帮助系统中包含的所有项目，即搜索路径中所有的目录名称，结果如下：

```
>> help
帮助主题:

matlab\datafun          - Data analysis and Fourier transforms.
matlab\datatypes       - Data types and structures.
matlab\elfun           - Elementary math functions.
matlab\elmat           - Elementary matrices and matrix manipulation.
matlab\funfun          - Function functions and ODE solvers.
matlab\general         - General purpose commands.
matlab\iofun           - File input and output.
matlab\lang            - Programming language constructs.
matlab\matfun          - Matrix functions - numerical linear algebra.
matlab\ops             - Operators and special characters.
matlab\polyfun         - Interpolation and polynomials.
matlab\randfun         - Random matrices and random streams.
matlab\sparfun         - Sparse matrices.
matlab\specfun         - Specialized math functions.
matlab\strfun          - Character arrays and strings.
matlab\timefun         - Time and dates.
matlab\validators      - (没有目录文件)
matlabhdlcoder         - (没有目录文件)
.....
webservices\restful    - (没有目录文件)
interfaces\webservices - MATLAB Web Services Interfaces.
xpc                    - (没有目录文件)
xpcblocks\thirdpartydrivers - (没有目录文件)
build\xpcblocks        - (没有目录文件)
build\xpcoobsolete     - (没有目录文件)
xpcdemos               - (没有目录文件)
```

(2) help+函数名

help+函数名，是实际应用中最有用的一个帮助命令。当用户知道某个函数的名称，却不知道具体的用法时，这个命令可以帮助用户详细了解该函数的使用方法，辅助用户进行深入学习。尤其是在下载安装了 MATLAB 的中文帮助文件之后，可以在命令行窗口查询中文帮助。

【例 1-1】查询函数帮助。

```
>> helpsym
sym - Create symbolic variables, expressions, functions, matrices
This MATLAB function creates symbolic variable x.
x = sym('x')
A = sym('a', [n1 ... nM])
A = sym('a', n)
sym(___, set)
```

```
sym(____, 'clear')
sym(num)
sym(num, flag)
symexpr = sym(h)
另请参阅 assume, double, reset, str2sym, symfun, symms, symvar
sym 的参考页
```

1.3 MATLAB R2018 的工作环境




本节通过介绍 MATLAB R2018 的工作环境界面，使读者初步认识 MATLAB R2018 的主要窗口，并掌握其操作方法。



MATLAB R2018 的工作界面形式简洁，主要由功能区、工具栏、命令行窗口 (Command Window)、命令历史记录窗口 (Command History)、当前文件夹窗口 (Current Folder)、工作空间管理窗口 (Workspace) 等组成。


1.3.1 工具栏

功能区上方是工具栏，工具栏以图标方式汇集了常用的操作命令。下面简要介绍工具栏中部分常用按钮的功能。

: 保存 M 文件。

、、: 剪切、复制或粘贴已选中的对象。


、: 撤销或恢复上一次操作。

: 切换窗口。

: 打开 MATLAB 帮助系统。

: 向前、向后、向上一级、浏览路径文件夹。

: 当前路径设置栏。

MATLAB R2018 主窗口的左下角有一个与计算机操作系统类似的  按钮，单击该按钮，选择下拉列表中的“Parallel preferences”命令，可以打开各种 MATLAB 工具、进行工具演示、查看工具的说明文档，如图 1-4 所示。在这里寻找帮助，要比 help 窗口中更方便、更简洁明了。

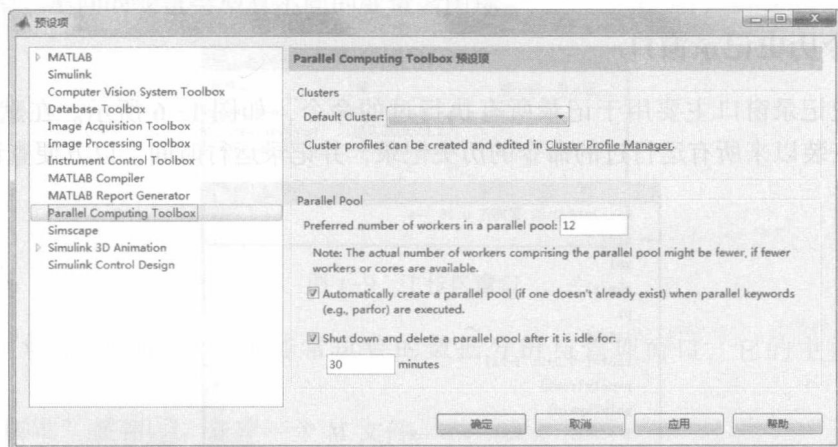


图 1-4 MATLAB 快捷菜单

1.3.2 命令行窗口

命令行窗口如图 1-5 所示，在该窗口中可以进行各种计算操作，也可以使用命令打开各种 MATLAB 工具，还可以查看各种命令的帮助说明等。

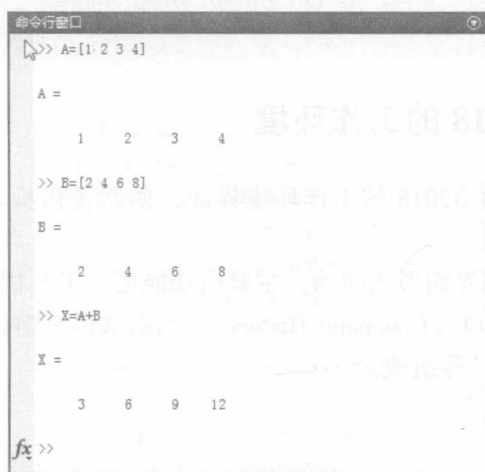






图 1-5 命令行窗口

其中，“>>”为运算提示符，表示 MATLAB 处于准备就绪状态。如在提示符后输入一条命令或一段程序后按〈Enter〉键，MATLAB 将给出相应的结果，并将结果保存在工作空间管理窗口中，然后再次显示一个运算提示符。

注意：在 MATLAB 命令行窗口中输入汉字时，会出现一个输入窗口，在中文状态下输入的括号和标点等不被认为是命令的一部分，所以，在输入命令的时候一定要在英文状态下进行。

在命令行窗口的右上角，用户可以单击相应的按钮来最大化、还原或关闭窗口。单击右上角的  按钮，出现一个下拉菜单。在该下拉菜单中，单击  按钮，可将命令行窗口最小化到主窗口左侧，以页签形式存在，当鼠标指针移到上面时，显示窗口内容。此时单击  下拉菜单中的  按钮，即可恢复显示。

1.3.3 命令历史记录窗口

命令历史记录窗口主要用于记录所有执行过的命令，如图 1-6 所示。在默认条件下，它会保存自安装以来所有运行过的命令的历史记录，并记录运行时间，以方便查询。

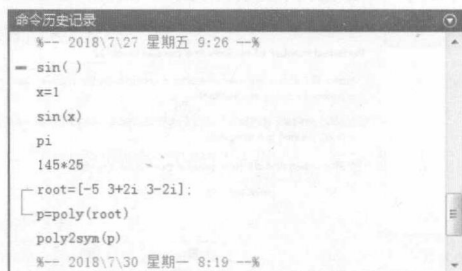



图 1-6 命令历史记录窗口

在命令历史记录窗口中双击某一命令，命令行窗口中将执行该命令。

1.3.4 当前文件夹窗口

当前文件夹窗口如图 1-7 所示，可显示或改变当前目录，查看当前目录下的文件，单击  按钮可以在当前目录或子目录下搜索文件。


单击  按钮，在弹出的下拉菜单中可以执行常用的操作。例如，在当前目录下新建文件或文件夹（还可以指定新建文件的类型）、生成文件分析报告、查找文件、显示/隐藏文件信息、将当前目录按某种指定方式排序和分组等。图 1-8 所示是对当前目录中的代码进行分析，提出一些程序优化建议并生成报告。



图 1-7 当前文件夹窗口

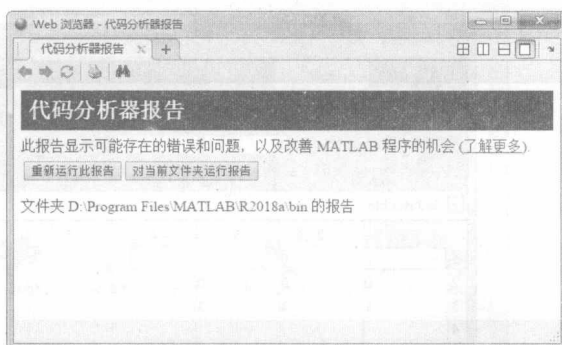


图 1-8 代码分析器报告

1.3.5 工作区窗口

工作区窗口如图 1-9 所示。它可以显示目前内存中所有的 MATLAB 变量名、数据结构、字节数与类型。不同的变量类型有不同的变量名图标。

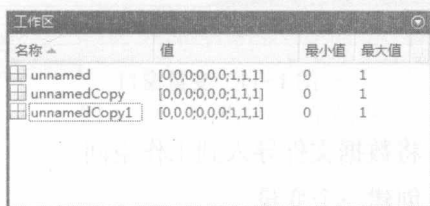




图 1-9 工作区窗口

工作区窗口是 MATLAB 一个非常重要的数据分析与管理窗口，它的主要按钮功能如下。

- “新建脚本”按钮 ：新建一个 M 文件。
- “新建实时脚本”按钮 ：新建一个实时脚本，如图 1-10 所示。