

MATLAB

从入门到精通

(第2版)

胡晓冬 董辰辉◎编著

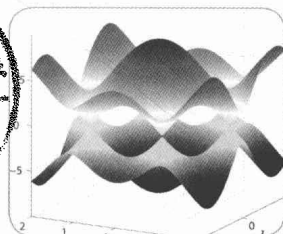
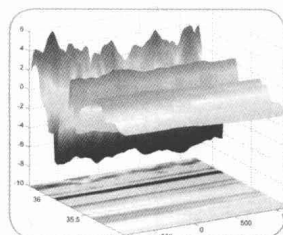
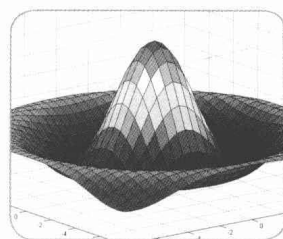
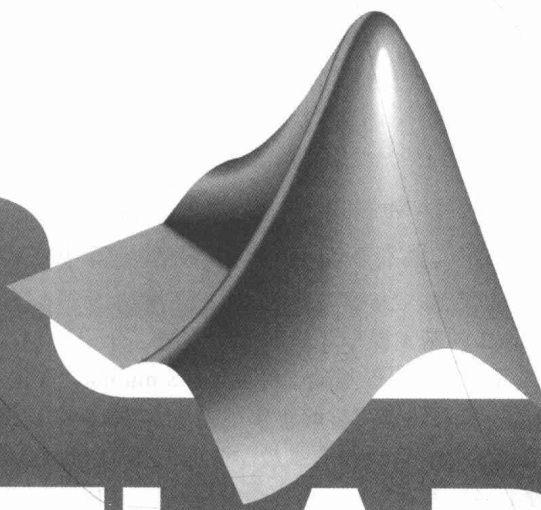
- ☑ 全面讲解了 MATLAB 的操作方法和新的 MATLAB 功能
- ☑ 阐述了数据类型、数值计算、符号计算、编程基础、可视化、Simulink、应用程序接口等内容
- ☑ 结合案例详细讲解了 MATLAB 语言的使用、MATLAB 编程技巧与数学建模应用等



中国工信出版集团



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS



MATLAB

从入门到精通

胡晓冬 董辰辉◎编者

人民邮电出版社

北京

图书在版编目 (C I P) 数据

MATLAB从入门到精通 / 胡晓冬, 董辰辉编著. -- 2
版. -- 北京: 人民邮电出版社, 2018. 12
ISBN 978-7-115-49315-6

I. ①M… II. ①胡… ②董… III. ①Matlab软件
IV. ①TP317

中国版本图书馆CIP数据核字(2018)第208133号

内 容 提 要

本书系统讲解了 MATLAB 的基本操作环境和操作方法, 介绍了 MATLAB 的功能, 并分章阐述了数据类型、数值计算、符号计算、编程基础、可视化、Simulink、应用程序接口等内容, 结合例题详细讲解了 MATLAB 的用法。本书还专门讲解了实用的 MATLAB 编程技巧与数学建模应用等内容。

本书内容丰富, 贴近实战应用, 可以作为高校学生系统学习 MATLAB 的书籍, 也可以作为科研人员和工程技术人员的 MATLAB 参考书。

◆ 编 著 胡晓冬 董辰辉

责任编辑 谢晓芳

责任印制 焦志炜

◆ 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>

涿州市京南印刷厂印刷

◆ 开本: 787×1092 1/16

印张: 29.75

字数: 799 千字

2018 年 12 月第 2 版

印数: 9 001 - 11 500 册

2018 年 12 月河北第 1 次印刷

定价: 89.00 元

读者服务热线: (010)81055410 印装质量热线: (010)81055316

反盗版热线: (010)81055315

广告经营许可证: 京东工商广登字 20170147 号

前 言

MATLAB 是 MathWorks 公司开发的用于概念设计、算法开发、建模仿真、实时实现的集成环境。自问世以来，其完整的专业体系和先进的设计开发思路使得 MATLAB 在众多领域都有着广阔的应用空间。在 MATLAB 的主要应用方面，即科学计算、建模仿真和信息工程系统的设计开发上，它已经成为行业内的首选设计工具，广泛应用于生物医学工程、图像信号处理、语音信号处理、信号分析、电信、时间序列分析、控制论和系统论等领域。

本书内容是基于 MATLAB R2014a 版本编写的。虽然 MATLAB 每次版本更新对于一般用户来说没有太大的区别，但是每次更新会增加更多的功能，界面、函数、操作等内容都会令使用者感到更加方便，所以建议读者（尤其是初学者）使用新版本，最好参考与之配套的基于最新版本的书籍。

本书内容

本书包含了较新的 MATLAB 功能，分章阐述了数据类型、数值计算、符号计算、编程基础、可视化、Simulink、应用程序接口等内容，结合案例详细讲解了 MATLAB 语言的使用。尤其在矩阵和数组、数值计算、数据类型、编程基础等方面，本书对于编程过程中所能够用到的内容尽量进行更为全面的介绍。本书是作者结合多年的 MATLAB 使用经验的基础上进行撰写的，希望能够帮助读者更好地应用 MATLAB。

本书特点

实用是本书的最大特点。本书用了较多的篇幅专门讲解实用的 MATLAB 编程技巧与数学建模应用等。这些技巧包括数组的创建与重构、数据类型的使用、数值计算、文件读写、编程风格、内存的使用、运行效率的提高等内容。相信读者通过阅读这些内容能够更加深入地理解 MATLAB 的内涵。

本书具有以下特点。

- 软件版本采用当前较新的 MATLAB R2014a 版本。在知识点讲解过程中穿插了新功能的介绍与应用。
- 知识全面、系统，科学安排内容层次架构，由浅入深，循序渐进，符合读者的学习规律。
- 理论与实践应用紧密结合。基础理论知识穿插在知识点的讲述中，言简意赅、目标明确，目的是使读者知其然，亦知其所以然，达到学以致用目的。
- 结合例题，讲述每个知识点，可以使读者快速地掌握 MATLAB R2014a 的用法并且应用相关知识点解决工程实践中的问题。同时，深入细致剖析工程应用的流程、细节、难点、技巧，可以起到融会贯通的作用。

本书由胡晓冬、董辰辉主编，参与编写的还有郝旭宁、李建鹏、赵伟茗、刘钦、于志伟、张永岗、周世宾、姚志伟、曹文平、张应迁、张洪才、邱洪钢、张青莲、陆绍强、汪海波。

由于作者水平有限，书中不妥之处在所难免，望各位读者不吝赐教。编辑联系邮箱为：zhangtao@ptpress.com.cn。

作 者

资源与支持

本书由异步社区出品，社区（<https://www.epubit.com/>）为您提供相关资源和后续服务。

配套资源

本书提供如下资源：

- 本书源代码；
- 书中视频文件。

要获得以上配套资源，请在异步社区本书页面中单击 **配套资源**，跳转到下载界面，按提示进行操作即可。注意：为保证购书读者的权益，该操作会给出相关提示，要求输入提取码进行验证。

如果您是教师，希望获得教学配套资源，请在社区本书页面中直接联系本书的责任编辑。

提交勘误

作者和编辑尽最大努力来确保书中内容的准确性，但难免会存在疏漏。欢迎您将发现的问题反馈给我们，帮助我们提升图书的质量。

当您发现错误时，请登录异步社区，按书名搜索，进入本书页面，单击“提交勘误”，输入勘误信息，单击“提交”按钮即可。本书的作者和编辑会对您提交的勘误进行审核，确认并接受后，您将获赠异步社区的 100 积分。积分可用于在异步社区兑换优惠券、样书或奖品。

详细信息 写书评 提交勘误

页码: 页内位置 (行数): 勘误印次:

B I U

字数统计

提交

扫码关注本书

扫描下方二维码，您将会在异步社区微信服务号中看到本书信息及相关的服务提示。



与我们联系

我们的联系邮箱是 contact@epubit.com.cn。

如果您对本书有任何疑问或建议，请您发邮件给我们，并请在邮件标题中注明本书书名，以便我们更高效地做出反馈。

如果您有兴趣出版图书、录制教学视频，或者参与图书翻译、技术审校等工作，可以发邮件给我们；有意出版图书的作者也可以到异步社区在线提交投稿（直接访问 www.epubit.com/selfpublish/submission 即可）。

如果您是学校、培训机构或企业，想批量购买本书或异步社区出版的其他图书，也可以发邮件给我们。

如果您在网上发现有针对异步社区出品图书的各种形式的盗版行为，包括对图书全部或部分内容的非授权传播，请您将怀疑有侵权行为的链接发邮件给我们。您的这一举动是对作者权益的保护，也是我们持续为您提供有价值的内容的动力之源。

关于异步社区和异步图书

“异步社区”是人民邮电出版社旗下 IT 专业图书社区，致力于出版精品 IT 技术图书和相关学习产品，为作译者提供优质出版服务。异步社区创办于 2015 年 8 月，提供大量精品 IT 技术图书和电子书，以及高品质技术文章和视频课程。更多详情请访问异步社区官网 <https://www.epubit.com>。

“异步图书”是由异步社区编辑团队策划出版的精品 IT 专业图书的品牌，依托于人民邮电出版社近 30 年的计算机图书出版积累和专业编辑团队，相关图书在封面上印有异步图书的 LOGO。异步图书的出版领域包括软件开发、大数据、AI、测试、前端、网络技术等。



异步社区



微信服务号

目 录

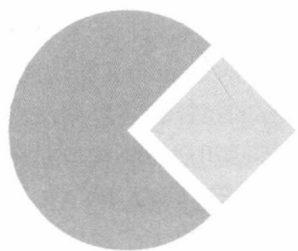
第 1 章 MATLAB 概述	1	2.3 进行数组运算的常用函数	30
1.1 MATLAB 简介	1	2.3.1 函数数组运算规则的定义	30
1.2 MATLAB 主要功能	2	2.3.2 进行数组运算的常用函数	31
1.2.1 开发算法和应用程序	2	2.4 查询矩阵信息	32
1.2.2 分析和访问数据	3	2.4.1 矩阵的形状信息	32
1.2.3 数据可视化	3	2.4.2 矩阵的数据类型	32
1.2.4 数值计算	4	2.4.3 矩阵的数据结构	33
1.2.5 发布结果和部署应用程序	5	2.5 数组运算与矩阵运算	33
1.3 MATLAB 的安装与启动	5	2.6 矩阵的重构	34
1.3.1 MATLAB 的安装	5	2.6.1 矩阵元素的扩展与删除	34
1.3.2 MATLAB 的启动	7	2.6.2 矩阵的重构	35
1.3.3 Desktop 操作界面简介	8	2.7 稀疏矩阵	37
1.4 Command Window 运行入门	9	2.7.1 稀疏矩阵的存储方式	37
1.4.1 命令行的使用	9	2.7.2 稀疏矩阵的创建	38
1.4.2 数值、变量和表达式	10	2.7.3 稀疏矩阵的运算	41
1.4.3 命令行的特殊输入方法	12	2.7.4 稀疏矩阵的交换与重新 排序	42
1.4.4 Command Window 的显示 格式	14	2.7.5 稀疏矩阵视图	44
1.4.5 Command Window 的常用 快捷键与命令	14	2.8 多维数组	44
1.5 Command History 窗口	15	2.8.1 多维数组的创建	44
1.6 Current Folder 窗口	17	2.8.2 多维数组的寻访与重构	47
1.7 Workspace 和 Variable Editor 窗口	18	2.9 多项式的表达式及其操作	50
1.7.1 Workspace 窗口	18	2.9.1 多项式的表达式和创建 方法	50
1.7.2 Variable Editor 窗口	19	2.9.2 多项式运算函数	51
1.8 命令行辅助功能与 Function Browser	19	第 3 章 数据类型	53
1.9 帮助系统	21	3.1 数值型	53
1.9.1 帮助浏览器	21	3.2 逻辑型	53
1.9.2 在 Command Window 中 查询帮助	23	3.2.1 逻辑型简介	53
第 2 章 矩阵和数组	25	3.2.2 返回逻辑结果的函数	54
2.1 矩阵的创建与合并	25	3.2.3 运算符的优先级	56
2.1.1 创建简单矩阵	25	3.3 字符和字符串	57
2.1.2 创建特殊矩阵	27	3.3.1 创建字符串	57
2.1.3 矩阵的合并	27	3.3.2 比较字符串	58
2.2 矩阵的寻访与赋值	28	3.3.3 查找与替换字符串	59
2.2.1 矩阵的标识	28	3.3.4 类型转换	60
2.2.2 矩阵的寻访	29	3.3.5 字符串应用函数小结	61
2.2.3 矩阵的赋值	30	3.4 结构数组	62
		3.4.1 结构数组的创建	63
		3.4.2 结构数组的寻访	65

3.4.3	结构数组域的基本操作	66	4.6	曲线拟合	134
3.4.4	结构数组的操作	67	4.6.1	最小二乘原理及其曲线拟合算法	134
3.5	元胞数组	69	4.6.2	曲线拟合的实现	134
3.5.1	元胞数组的创建	70	4.7	傅里叶分析	135
3.5.2	元胞数组的寻访	71	4.8	微分方程	137
3.5.3	元胞数组的基本操作	72	4.8.1	常微分方程	137
3.5.4	元胞数组的操作函数	72	4.8.2	偏微分方程	140
3.6	Map 容器	74	第 5 章	符号计算	143
3.6.1	Map 容器数据类型介绍	74	5.1	符号变量、表达式及符号方程	143
3.6.2	Map 对象的创建	75	5.1.1	符号变量与表达式的创建	143
3.6.3	Map 对象内容的查看	76	5.1.2	符号计算中的运算符和基本函数	145
3.6.4	Map 对象的读写	77	5.1.3	创建符号方程	146
3.6.5	Map 对象中键和值的修改	79	5.2	符号微积分	146
3.6.6	映射其他数据类型	81	5.2.1	符号求导与微分	146
3.7	日期和时间	82	5.2.2	符号求极限	148
3.7.1	创建日期和时间数组	82	5.2.3	符号积分	149
3.7.2	日期和时间元素	86	5.2.4	级数求和	149
3.7.3	日期和时间的计算与绘图	88	5.2.5	泰勒级数	150
3.7.4	以日期和时间作为数值和字符	92	5.3	符号表达式的化简与替换	151
3.8	类别数组	93	5.3.1	符号表达式的化简	151
3.9	表	97	5.3.2	符号表达式的替换	156
第 4 章	数值计算	106	5.4	符号可变的精度计算	159
4.1	因式分解	106	5.5	符号线性代数	161
4.1.1	行列式、逆和秩	106	5.5.1	基础代数运算	161
4.1.2	Cholesky 因式分解	108	5.5.2	线性代数运算	162
4.1.3	LU 因式分解	109	5.6	符号方程求解	164
4.1.4	QR 因式分解	110	5.6.1	求代数方程的符号解	164
4.1.5	范数	111	5.6.2	求代数方程组的符号解	164
4.2	矩阵特征值和奇异值	112	5.6.3	求微分方程的符号解	166
4.2.1	特征值和特征向量的求取	112	5.6.4	求微分方程组的符号解	168
4.2.2	奇异值分解	114	5.7	符号积分变换	168
4.3	概率和统计	115	5.7.1	傅里叶变换及其反变换	168
4.3.1	基本分析函数	115	5.7.2	拉普拉斯变换及其反变换	170
4.3.2	概率函数、分布函数、逆分布函数和随机数	125	5.7.3	z 变换及其反变换	171
4.4	数值求导与积分	126	第 6 章	MATLAB 编程基础	173
4.4.1	导数与梯度	126	6.1	M 文件	173
4.4.2	一元函数的数值积分	127	6.1.1	M 文件编辑器	174
4.4.3	二重积分的数值计算	129	6.1.2	M 文件的基本内容	175
4.4.4	三重积分的数值计算	129	6.1.3	脚本式 M 文件	178
4.5	插值	130	6.1.4	函数式 M 文件	178
4.5.1	一维数据插值	130	6.2	流程控制	179
4.5.2	二维数据插值	131	6.2.1	顺序结构	179
4.5.3	多维插值	132	6.2.2	if 语句	180
4.5.4	样条插值	133			

6.2.3	switch 语句	181	7.2.1	基本绘图函数	227
6.2.4	for 循环	182	7.2.2	曲线的色彩、线型和数据 点型	229
6.2.5	while 循环	183	7.2.3	坐标、刻度和网格控制	231
6.2.6	continue 命令	184	7.2.4	图形标识	233
6.2.7	break 命令	185	7.2.5	双坐标图和子图	236
6.2.8	return 命令	185	7.2.6	双轴对数图形	238
6.2.9	人机交互命令	186	7.2.7	特殊二维图形	238
6.3	函数的类型	188	7.3	三维图形	245
6.3.1	主函数	188	7.3.1	绘制三维曲线图	246
6.3.2	子函数	188	7.3.2	绘制三维曲面图	246
6.3.3	私有函数	189	7.3.3	特殊三维图形	248
6.3.4	嵌套函数	190	7.4	三维图形的高级控制	250
6.3.5	重载函数	193	7.4.1	视点控制	251
6.3.6	匿名函数	193	7.4.2	颜色的使用	251
6.4	函数的变量	197	7.4.3	光照控制	252
6.4.1	变量类型	197	第 8 章	图像处理	253
6.4.2	变量的传递	199	8.1	图像文件的操作	253
6.5	函数句柄	201	8.1.1	查询图像文件的信息	254
6.5.1	函数句柄的创建	201	8.1.2	图像文件的读写	255
6.5.2	函数句柄的调用	202	8.1.3	图像文件的显示	256
6.5.3	函数句柄的操作	202	8.1.4	图像格式的转换	257
6.6	串演算函数	204	8.2	图像的几何运算	259
6.6.1	eval 函数	204	8.2.1	图像的平移	259
6.6.2	feval 函数	205	8.2.2	图像的镜像变换	259
6.6.3	inline 函数	205	8.2.3	图像的缩放	260
6.7	内存的使用	206	8.2.4	图像的旋转	261
6.7.1	内存管理函数	207	8.2.5	图像的剪切	262
6.7.2	高效使用内存的策略	207	8.3	图像的正交变换	262
6.7.3	解决“Out of Memory” 问题	209	8.3.1	傅里叶变换	262
6.8	程序调试和优化	209	8.3.2	离散余弦变换	263
6.8.1	使用 Debugger 窗口调试	210	8.3.3	Radon 变换	265
6.8.2	在命令窗口中调试	213	8.4	MATLAB 图像增强	266
6.8.3	通过 Profiler 检测性能	216	8.4.1	像素值及其统计特性	266
6.9	错误处理	219	8.4.2	对比度增强	268
6.9.1	使用 try...catch 语句 捕捉错误	219	8.4.3	直方图均衡化	270
6.9.2	处理错误和从错误中恢复	219	8.4.4	空域滤波增强	271
6.9.3	警告	221	8.4.5	频域增强	273
第 7 章	数据可视化	224	第 9 章	图形用户界面设计	275
7.1	绘图的基本知识	224	9.1	句柄图形对象	275
7.1.1	离散数据和离散函数的 可视化	224	9.1.1	图形对象	275
7.1.2	连续函数的可视化	225	9.1.2	图形对象句柄	276
7.1.3	可视化的一般步骤	226	9.1.3	图形对象属性的获取和 设置	277
7.2	二维图形	226	9.2	GUIDE 简介	280

9.2.1 启动 GUI	281	12.1.1 信号的生成	336
9.2.2 Layout 编辑器	281	12.1.2 数字滤波器结构	340
9.2.3 运行 GUI	282	12.2 IIR 滤波器的 MATLAB 实现	342
9.3 创建 GUI	282	12.2.1 IIR 滤波器经典设计	342
9.3.1 GUI 的布局	282	12.2.2 IIR 滤波器直接设计法	349
9.3.2 菜单的创建	283	12.2.3 广义巴特沃思 IIR 滤波器 设计	350
9.3.3 控件	287	12.3 FIR 滤波器的 MATLAB 实现	351
9.4 回调函数	291	12.3.1 FIR 滤波器设计	352
9.4.1 变量的传递	291	12.3.2 fir1 函数	352
9.4.2 函数编写	292	12.3.3 fir2 函数	354
9.5 GUI 设计示例	294	第 13 章 Simulink 仿真	355
第 10 章 数据文件 I/O	301	13.1 Simulink 简介	355
10.1 处理文件名称	301	13.1.1 Simulink 功能与特点	355
10.2 MATLAB 支持的文件格式	302	13.1.2 Simulink 的安装与 启动	356
10.3 导入向导的使用	303	13.2 Simulink 基础	358
10.4 MAT 文件的读写	304	13.2.1 Simulink 模型的含义	358
10.4.1 MAT 文件的写入	304	13.2.2 Simulink 模块操作	358
10.4.2 MAT 文件的读取	306	13.2.3 Simulink 信号线操作	362
10.5 Text 文件的读写	306	13.2.4 Simulink 对模型的注释	363
10.5.1 Text 文件的读取	307	13.2.5 Simulink 中常用的 模型库	363
10.5.2 Text 文件的写入	309	13.2.6 Simulink 仿真配置	366
10.6 Excel 文件的读写	310	13.3 Simulink 动态系统仿真	370
10.7 音频/视频文件操作	312	13.3.1 简单系统的仿真分析	370
10.7.1 获取音频/视频文件的 文件头信息	312	13.3.2 离散系统的仿真分析	372
10.7.2 音频/视频文件的导入与 导出	312	13.3.3 连续系统的仿真分析	374
第 11 章 MATLAB 优化问题应用	314	13.4 Simulink 模型中的子系统	377
11.1 MATLAB 优化工具箱	314	13.4.1 子系统的建立	377
11.1.1 MATLAB 求解器	314	13.4.2 子系统的封装	378
11.1.2 极小值优化	315	13.5 Simulink 中的 S 函数	383
11.1.3 多目标优化	322	13.5.1 S 函数	383
11.1.4 方程组求解	323	13.5.2 S 函数的作用和原理	383
11.1.5 最小二乘及数据拟合	324	13.5.3 用 M 文件创建 S 函数	384
11.2 模式搜索法	325	第 14 章 应用程序接口	387
11.3 模拟退火算法	327	14.1 MATLAB 应用程序接口介绍	387
11.3.1 模拟退火算法简介	327	14.2 MATLAB 调用 C/C++	388
11.3.2 模拟退火算法的应用	327	14.2.1 MATLAB MEX 文件	388
11.3.3 关于计算结果的说明	329	14.2.2 C/C++ MEX 文件的使用	391
11.4 遗传算法	329	14.3 在 C/C++ 中调用 MATLAB 引擎	397
11.4.1 遗传算法简介	329	14.3.1 MATLAB 计算引擎概述	397
11.4.2 遗传算法的应用	331	14.3.2 MATLAB 计算引擎库 函数	397
11.5 Optimization Tool 简介	333		
第 12 章 信号处理	336		
12.1 信号处理基本理论	336		

14.3.3 在 C/C++中调用 MATLAB 引擎的示例	399
14.4 MATLAB 编译器	404
14.4.1 MATLAB 编译器的安装和设置	405
14.4.2 MATLAB 编译器的使用	405
14.4.3 独立应用程序	407
第 15 章 MATLAB 基础计算技巧	416
15.1 MATLAB 数组创建与重构技巧	416
15.2 MATLAB 数据类型使用技巧	422
15.3 MATLAB 数值计算技巧	424
15.4 MATLAB 文件读取操作技巧	426
15.5 MATLAB 绘图技巧	427
第 16 章 MATLAB 编程技巧	430
16.1 MATLAB 编程风格	430
16.1.1 命名规则	430
16.1.2 文件与程序结构	432
16.1.3 基本语句	433
16.1.4 排版、注释与文档	436
16.2 MATLAB 编程注意事项	439
16.3 内存的使用	440
16.4 提高 MATLAB 运行效率	441
16.4.1 提高运行效率的基本原则	441
16.4.2 提高运行效率的示例	443
第 17 章 MATLAB 在数学建模中的应用	446
17.1 MATLAB 蒙特卡罗模拟	446
17.1.1 蒙特卡罗方法简介	446
17.1.2 蒙特卡罗方法编程示例	447
17.2 MATLAB 灰色系统的理论与应用	448
17.2.1 GM(1,1)预测模型简介	449
17.2.2 灰色预测计算示例	450
17.3 MATLAB 模糊聚类分析	452
17.3.1 模糊聚类分析简介	452
17.3.2 模糊聚类分析应用示例	453
17.4 MATLAB 层次分析法的应用	457
17.4.1 层次分析法简介	457
17.4.2 层次分析法的应用	460



第1章 MATLAB 概述

本章主要介绍 MATLAB 的发展历史、主要功能、安装与启动方法，以及界面操作等，并对 MATLAB 的基础知识进行了总体概括。

1.1 MATLAB 简介

MATLAB 是美国 MathWorks 公司出品的一款商业数学软件，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 (Matrix) 运算，因其全称 MATrix LABoratory (矩阵实验室) 而得名于此，MATLAB 名称即来自于这两个单词中前 3 个字母的组合。在数学类科技应用软件中，它在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、与其他编程语言进行混合编程等，主要应用于工程计算、数据统计、优化、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。使用 MATLAB 可以比使用传统的编程语言 (如 C、C++ 和 Fortran 等) 更快地解决技术计算问题。

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。到了 20 世纪 90 年代，MATLAB 已成为国际控制界的标准计算软件。

从 MATLAB 版本的发布历史可以看出，从 2006 年开始，MathWorks 公司每年定期在 3 月和 9 月对 MATLAB 进行两次更新，并将相应的“版本号”以相应的年份作为标记。所以读者可以根据此编号非常方便地知道自己使用的 MATLAB 版本是什么时候发布的，这对于我们清楚地了解相应的版本更新信息非常有帮助。

在 R2006a 版中，主要更新了 10 个产品模块，增加了多达 350 个新特性，增加了对 64 位 Windows 系统的支持，并新推出了 .net 工具箱。2007 年 3 月 1 日，MATLAB R2007a 发布，R2007a 版新增了两个新产品、82 个产品更新及 bug 修复功能等。除此之外，R2007a 版可支持安装英特尔 (Intel) 处理器的 Mac 平台、Windows Vista，以及 64 位的 Sun Solaris SPARC 等操作系统。2008 年 9 月，MATLAB R2008b 发布，在此版本中，MATLAB 的桌面系统等有了较大的改变，变得比以前更加方便、实用。例如增加了 Function Browser 和 Map Containers 数据类型。

2012 年 9 月，MATLAB 做出了一个重要更新，可显著提升用户的使用与导航体验。MATLAB 桌面改为了选项卡模式，看起来有 Microsoft Office 的风格，并新添了一个工具栏，以方便用户快速访问常用功能和 MATLAB 应用程序库。新增的 Simulink 编辑器支持信号线智能布控和仿真回退。此外，2012b 版中还包含经过重新设计的帮助系统，改进了浏览、搜索、筛选和内容分类功能。这些重大改进使 MATLAB 跨入了崭新的 8.0 时代。

在 2013a 版中，MATLAB 增加了金融交易工具箱 (Trading Toolbox)、定点设计器 (Fixed-Point Designer) 等。

2014 年 10 月, MATLAB 再次做出了一个重要更新, 其中包括新的图形系统、大数据的新增支持、代码打包与分享功能, 以及源控制集成, 支持模型搭建加速与连续仿真运行的 Simulink 新功能。

本书将以 MATLAB 2014b、Windows 7 (64 位) 操作系统为例, 讲解 MATLAB 的各种用法。不同版本的操作界面基本一致, 常用的基本函数用法也基本一致, 所以读者不必担心所学内容是否能够应用于其他版本。本书将对主要的更新内容加以介绍, 让初学者也能从中感受到 MATLAB 的便利特性。新版本的 MATLAB 在很多函数的算法、效率等方面都有很大改进, 还添加了许多工具箱, 因此, 笔者强烈建议初学者使用最新版本。除非有特殊的编程需要 (如旧版本软件占用的空间更小或混合编程生成的文件更小等), 笔者建议中高级用户也使用新版本。

虽然 MATLAB 以一种科学软件的面目出现, 但它更像是一种语言, 通过工程人员比较容易理解和学习的方式, 借助积木般的构建和解决问题的方式, 将目前工程和科学界重要的问题通过软件制作成工具包。其中最基础的两个部分是 MATLAB 和 Simulink, 但最强大的部分是它的工具箱。每一版 MATLAB 都会增加一些工具箱, 而且很多科学家还在不断地完善这些工具箱, 一些爱好者也会在新闻组中发布自己的工具箱。例如, 在 MATLAB 7.0.1 版本中, SimMechanics 就提供了实现机械仿真的工具箱, 而此前如果要想实现这个功能, 就需要使用更专业的软件或者通过更复杂的编程才能完成, 这就意味着学习软件和开发程序的时间成本会增加很多。

1.2 MATLAB 主要功能

目前, MATLAB 产品族有如下一些应用领域。

- 技术计算。比如, 数学计算、分析、可视化和算法开发。
- 控制系统设计。控制系统基于模型的设计包括嵌入式系统仿真、快速原型及代码生成等。
- 信号处理和通信。信号处理和通信系统基于模型的设计包括仿真、代码生成和验证等。
- 图像处理。比如, 图像采集、分析、可视化和算法开发。
- 测试和测量。比如, 测试和测量应用中的硬件连接性和数据分析。
- 计算生物学。比如, 生物数据和系统的分析、可视化与仿真。
- 计算金融。比如, 金融建模、分析、交易及应用程序开发。

下面对 MATLAB 主要功能进行介绍。

1.2.1 开发算法和应用程序

MATLAB 提供了一种高级语言和开发工具, 使用户可以迅速地开发并分析算法和应用程序。

1. MATLAB 语言

MATLAB 语言支持向量和矩阵运算, 这些运算是解决工程和科学问题的基础, 可以使开发和运行的速度非常快。

使用 MATLAB 语言, 编程和开发算法的速度较使用传统语言大大提高了, 这是因为无须执行诸如声明变量、指定数据类型以及分配内存等低级管理任务。在很多情况下 MATLAB 无须使用 for 循环, 因此, 一行 MATLAB 代码经常等效于多行 C 或 C++ 代码。

同时, MATLAB 还提供了传统编程语言的所有功能, 包括算法运算符、流程控制、数据结构、数据类型、面向对象编程 (OOP) 以及调试功能等。

为快速进行大量的矩阵和向量计算, MATLAB 使用了处理器经过优化的库。对于通用的标量计算, MATLAB 使用其 JIT (即时) 编译技术生成机器代码命令, 这一技术可用于大多数平台, 它提供了可与传统编程语言相媲美的执行速度。

2. 开发工具

MATLAB 包含以下一些有助于高效实现算法的开发工具。

- MATLAB 编辑器：提供标准的编辑和调试功能，如设置断点及单步执行。
- M-Lint 代码检查器：对代码进行分析并提出更改建议，以提高其性能和可维护性。
- MATLAB 事件探查器：记录执行各行代码所花费的时间。
- 目录报表：扫描目录中的所有文件，并报告代码效率、文件差异、文件相关性和代码覆盖率等。

3. 设计图形用户界面

可以使用交互式工具 GUIDE（图形用户界面开发环境）布置、设计及编辑用户界面。利用 GUIDE 可以在用户界面中包含列表框、下拉菜单、按钮、单选按钮、滑块、MATLAB 图形、ActiveX 控件和菜单等。此外，也可以使用 MATLAB 函数以编程方式创建 GUI。

1.2.2 分析和访问数据

MATLAB 对数据的整个分析过程提供支持，该过程从外部设备和数据库获取数据，通过对其进行预处理、可视化和数值分析，最后到产生满足演示、应用要求的输出为止。

1. 数据分析

MATLAB 提供了以下一些用于数据分析运算的交互式工具和命令行函数。

- 内插和抽取。
- 抽取数据段、缩放和求平均值。
- 阈值和平滑处理。
- 相关性、傅里叶分析和筛选。
- 一维峰值、谷值以及零点查找。
- 基本统计数据 and 曲线拟合。
- 矩阵分析。

2. 数据访问

MATLAB 是一个可高效地从文件、其他应用程序、数据库以及外部设备访问数据的平台。用户可以从各种常用文件格式（如 Microsoft Excel）、ASCII 码文本或二进制文件、图像、语音和视频文件，以及诸如 HDF 和 HDF5 等科学文件中读取数据。借助低级二进制文件 I/O 函数，可以处理任意格式的数据文件。而使用其他函数，用户则可从 Web 页面和 XML 中读取数据。

用户可以调用其他应用程序（如 Microsoft Excel）和语言（如 C、C++、Java、Fortran 等）并访问 FTP 站点和 Web 服务。通过使用数据库工具箱，也可以从 ODBC/JDBC 兼容的数据库中访问数据。

用户可以从诸如计算机串口或声卡等硬件设备获取数据。使用数据获取工具箱，实时测量得到的数据可以直接输入 MATLAB，用于分析和可视化处理。使用仪器控制工具箱，可以实现与 GPIB 和 VXI 硬件的通信。

1.2.3 数据可视化

MATLAB 中提供了将工程和科学数据可视化所需的全部图形功能，包括绘制二维和三维图形，交互式创建图形，以及将结果输出为各种常用图形格式。用户可以通过添加多个坐标轴、更改线的颜色和标记、添加批注、LaTeX 方程和图例以及绘制形状等，对图形的细节进行自定义。

1. 二维绘图

MATLAB 可以使用二维绘图函数将数据向量可视化，创建以下图形。

- 线图、区域图、条形图以及饼图。
- 方向图及速率图。
- 直方图。
- 多边形图和曲面图。
- 散点图和气泡图。
- 动画。

2. 三维绘图

MATLAB 提供了一些用于将二维矩阵、三维标量和三维向量数据可视化的函数。可以使用这些函数可视化庞大的、较复杂的多维数据，以帮助理解；还可以指定图形特性，如相机取景角度、透视图、灯光效果、光源位置以及透明度等。

三维绘图函数包括以下几种。

- 曲面图、轮廓图和网状图。
- 成像图。
- 锥形图、切割图、流程图以及等值面图。

3. 交互式创建和编辑图形

MATLAB 提供了一些用于设计和修改图形的交互式工具。在 MATLAB 图形窗口中，可以执行以下任务。

- 将新的数据集拖放到图形上。
- 更改图形上任意对象的属性。
- 缩放、旋转、平移。
- 更改相机角度和灯光。
- 添加批注和数据提示。
- 绘制形状。
- 生成可供各种数据重复使用的 M 代码函数。

4. 导入和导出图形文件

MATLAB 使用户可以读写各种常见的图形和数据文件格式，如 GIF、JPEG、BMP、EPS、TIFF、PNG、HDF、AVI 以及 PCX 等。因此，用户可以将 MATLAB 图形导出到其他应用程序（如 Microsoft Word 和 Microsoft PowerPoint）或桌面排版软件。在导出前，可以创建并应用样式模板，替代诸如版面、字体以及线条粗细等特性，以满足出版规格的要求。

1.2.4 数值计算

MATLAB 包含了各种数学、统计及工程函数，支持所有常见的工程和科学运算。这些由数学方面的专家开发的函数是 MATLAB 语言的基础。这些核心的数学函数使用 LAPACK 和 BLAS 线性代数子例程库和 FFTW 离散傅里叶变换库。由于这些与处理器相关的库已针对 MATLAB 支持的各种平台进行了优化，因此其执行速度比等效的 C 或 C++ 代码的执行速度要快。

MATLAB 提供了以下类型的函数，用于进行数学运算和数据分析。

- 矩阵操作和线性代数。

- 多项式和内插。
- 傅里叶分析和筛选。
- 数据分析和统计。
- 优化和数值积分。
- 常微分方程 (ODE)。
- 偏微分方程 (PDE)。
- 稀疏矩阵运算。

MATLAB 还可对包括双精度浮点数、单精度浮点数和整型在内的多种数据类型进行运算。

另外, 附加的工具箱还提供了专门的数学计算函数, 用于包括信号处理、优化、统计、符号数学、偏微分方程求解以及曲线拟合在内的各个领域。

1.2.5 发布结果和部署应用程序

MATLAB 提供了很多用于记录和分享工作成果的功能。可以将 MATLAB 代码与其他语言和应用程序集成, 并将 MATLAB 算法和应用程序部署为独立程序或软件模块。

1. 发布结果

利用 MATLAB, 可以将结果导出为图形或完整的报表。可以将图形导出为各种常用的图形文件格式, 然后将图形导入诸如 Microsoft Word 或 Microsoft PowerPoint 等软件中。使用 MATLAB 编辑器, 可以用 HTML、Word、LaTeX 和其他格式发布 MATLAB 代码。

要创建更加复杂的报表, 如仿真运行和多参数测试, 可以使用 MATLAB 报表生成器。

2. 将 MATLAB 代码与其他语言和应用程序集成

MATLAB 提供了一些用于将 C 和 C++ 代码、Fortran 代码、COM 对象以及 Java 代码与用户的应用程序集成的函数。用户可以调用 DLL、Java 类以及 ActiveX 控件, 也可以使用 MATLAB 引擎库, 从 C、C++ 或 Fortran 等代码中调用 MATLAB。

3. 部署应用程序

可以在 MATLAB 中创建算法, 并将其作为 M 代码发布给其他的 MATLAB 用户。使用 MATLAB 编译器, 可以将算法作为项目中的独立应用程序或软件模块, 部署给未使用 MATLAB 的用户。

借助其他产品, 可以将算法转换为能从 COM 或 Microsoft Excel 中调用的软件模块。

13 MATLAB 的安装与启动

1.3.1 MATLAB 的安装

MATLAB 的安装过程比较简单, 下面以在 Windows 7 (64 位) 系统下安装 MATLAB 2014b 为例进行介绍, 其过程如下。

1) 插入 MATLAB 的安装光盘, 启动 setup 文件, 显示图 1-1 所示的 Mathworks Installer 窗口。窗口中有 Log in with a Mathworks Account 和 Use a File Installation Key 两个选项, 前者为应用 Internet 自动安装, 后者为不用 Internet 手动安装 (MATLAB 会根据用户系统的地区和语言设置自动选择 Installer 的语言, 中文安装界面会更容易理解。为了界面的一致性, 这里仍然采用英文界面)。用户可根据自己的需要自由选择。单击 Next 按钮继续进行安装。

2) 出现 Licence Agreement 窗口, 如图 1-2 所示, 选择 Yes 单选按钮, 接受软件协议, 然后单