

MATLAB 2018

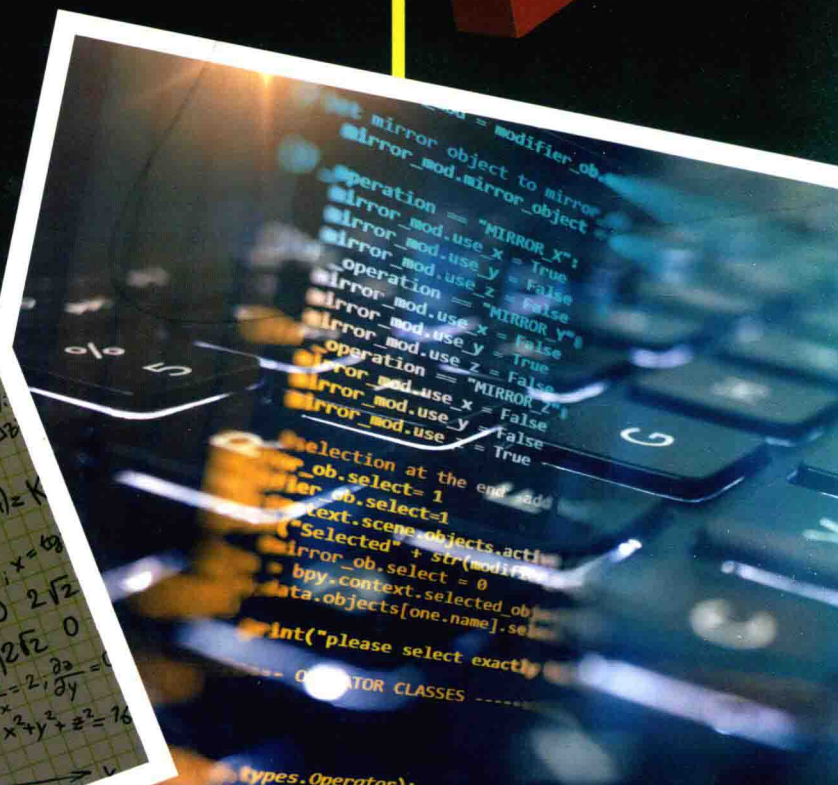
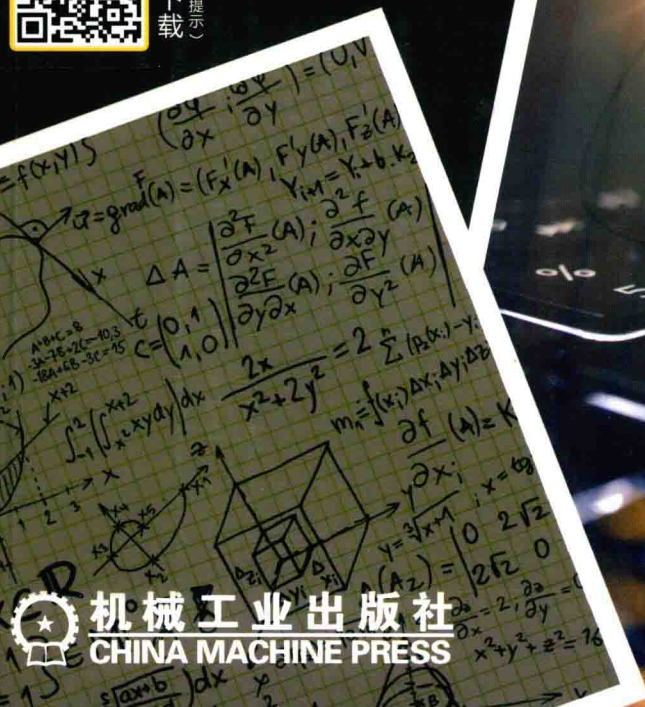
数学计算与工程分析 从入门到精通

全面完整的知识体系 深入浅出的理论阐述
循序渐进的分析讲解 实用典型的实例引导

三维书屋工作室
甘勤涛 胡仁喜 程政田 等编著



(详见前言提示)
资源下载



MATLAB 2018 数学计算 与工程分析从入门到精通

三维书屋工作室

甘勤涛 胡仁喜 程政田 等编著

机械工业出版社

本书主要讲解了利用 MATLAB 2018 进行数学计算和工程分析的各种方法和技巧, 主要内容包括 MATLAB 入门、MATLAB 基础知识、数据可视化与绘图、试验数据分析与处理、矩阵分析、数学分析、微分方程、优化设计、MATLAB 联合编程。本书内容覆盖面广, 涵盖数学计算与工程分析等各个方面, 实例丰富而典型, 全书通过近 400 个实例指导读者有的放矢地进行学习。

本书内容由浅入深, 既有 MATLAB 基本函数的介绍, 也有用 MATLAB 编写的专门计算程序。所以本书既可作为初学者的入门用书, 也可作为工程技术人员、硕士生、博士生的工具用书。

图书在版编目 (CIP) 数据

MATLAB 2018 数学计算与工程分析从入门到精通/甘勤涛等编著.
—3 版.—北京: 机械工业出版社, 2019.5
ISBN 978-7-111-62489-9

I. ①M… II. ①甘… III. ①数值计算—Matlab 软件 IV. ①0245

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2019)第 068504 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)
责任编辑: 曲彩云 责任校对: 刘秀华 责任印制: 孙 炜
北京中兴印刷有限公司印刷
2019 年 5 月第 3 版第 1 次印刷
184mm×260mm·28 印张·693 千字
标准书号: ISBN 978-7-111-62489-9
定价: 99.00 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

网络服务

服务咨询热线: 010-88361066

机工官网: www.cmpbook.com

读者购书热线: 010-68326294

机工官博: weibo.com/cmp1952

编辑热线: 010-88379782

金书网: www.golden-book.com

封面无防伪标均为盗版

教育服务网: www.cmpedu.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 的较新版本,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。

MATLAB 主要具有以下五大功能:数值计算功能、符号计算功能、图形与数据可视化功能、可视化建模与仿真功能以及与其他环境联合编程的功能。

作者在学习和工作中,应用 MATLAB 解决了很多工程问题,本书就是编者对 MATLAB 多年使用经验和感想의总结。

本书的主要内容包括: MATLAB 入门,介绍 MATLAB 环境的基本组成;MATLAB 基础知识,主要包括数据类型、运算符、数值运算、符号运算、M 文件、MATLAB 程序设计、MATLAB 函数句柄等;数据可视化与绘图,主要包括 MATLAB 中离散数据与连续数据的可视化、二维和三维绘图、特殊图形的绘制、图像处理与动画演示等;试验数据分析与处理,主要包括利用 MATLAB 实现拟合与插值、回归分析、方差分析、正交试验分析、判别分析、多元数据相关分析等数据处理方法;矩阵分析,包括 MATLAB 中矩阵的基本运算、矩阵的特征值与特征向量、矩阵对角化、标准形、矩阵反射与旋转变换、矩阵分解、利用矩阵求解线性方程等;数学分析,包括 MATLAB 在微积分、级数求和、积分变换、多元函数分析等方面的应用;微分方程,包括 MATLAB 对常微分方程的数值与符号解法,以及对偏微分方程的解法等;优化设计,包括 MATLAB 对线性规划、无约束优化、约束优化、最小二乘优化、多目标规划等最优化问题的解法。MATLAB 联合编程,包括 MATLAB 与 .NET 环境的联合编程、与 Excel 环境的联合编程、与 C/C++ 语言的联合编程等内容。

为了配合学校师生利用此书进行教学的需要,随书配赠了电子资料包,包含全书实例操作过程 AVI 文件和实例源文件。读者可以登录百度网盘地址(读者如果没有百度网盘,需要先注册才能下载): <https://pan.baidu.com/s/1NRSJTHZzigExGWNAKvkKyg> 下载,密码: 3h4e。

本书由三维书屋工作室策划,由陆军工程大学石家庄校区甘勤涛、程政田和胡仁喜主要编写。李鹏、周冰、董伟、李瑞、王敏、刘昌丽、张俊生、王玮、孟培、王艳池、阳平华、袁涛、闫聪聪、王培合、路纯红、王义发、王玉秋、杨雪静、张日晶、卢园、王渊峰、王兵学、孙立明、康士廷、李兵、徐声杰、李亚莉等参加了部分章节的编写。

由于编者学识有限,加上时间仓促,如有疏漏之处请登录 www.sjzswsw.com 或通过邮件联系编者,电子邮箱为 win760520@126.com。也欢迎读者加入三维书屋图书学习交流群(QQ: 656116380)交流探讨。

编者

目 录

前言	
第1章 MATLAB入门	1
1.1 MATLAB概述	2
1.1.1 什么是MATLAB	2
1.1.2 MATLAB的发展历程	3
1.1.3 MATLAB语言的特点	4
1.1.4 MATLAB系统	6
1.1.5 MATLAB R2018a的新特性	7
1.2 MATLAB 2018的工作环境	9
1.2.1 启动MATLAB	9
1.2.2 命令窗口	11
1.2.3 历史窗口	11
1.2.4 当前目录窗口	12
1.2.5 工作空间管理窗口	12
1.3 MATLAB的帮助系统	14
1.3.1 联机帮助系统	15
1.3.2 命令窗口查询帮助系统	15
1.3.3 联机演示系统	17
1.3.4 常用命令和技巧	19
1.4 MATLAB的搜索路径与扩展	20
1.4.1 MATLAB的搜索路径	20
1.4.2 MATLAB搜索路径扩展	21
第2章 MATLAB基础知识	23
2.1 数据类型	24
2.1.1 变量与常量	24
2.1.2 数值	25
2.1.3 字符串	27
2.1.4 向量	29
2.1.5 矩阵	31
2.1.6 单元型变量	39
2.1.7 结构型变量	42
2.2 运算符	43
2.2.1 算术运算符	43
2.2.2 关系运算符	44
2.2.3 逻辑运算符	44
2.3 数值运算	44
2.3.1 矩阵运算	44

2.3.2	向量运算.....	50
2.3.3	多项式运算.....	52
2.4	符号运算.....	54
2.4.1	符号表达式的生成.....	55
2.4.2	符号表达式的运算.....	55
2.4.3	符号与数值间的转换.....	59
2.4.4	符号矩阵.....	60
2.5	M 文件.....	65
2.5.1	命令文件.....	66
2.5.2	函数文件.....	67
2.6	MATLAB 程序设计.....	69
2.6.1	程序结构.....	69
2.6.2	程序的流程控制.....	76
2.6.3	交互式输入.....	82
2.6.4	程序调试.....	84
2.7	函数句柄.....	87
2.7.1	函数句柄的创建与显示.....	88
2.7.2	函数句柄的调用与操作.....	88
2.8	图形用户界面.....	89
2.8.1	GUI 设计向导.....	89
2.8.2	GUI 设计工具.....	90
2.8.3	GUI 控件.....	94
第 3 章	数据可视化与绘图.....	96
3.1	图形窗口.....	97
3.1.1	图形窗口的创建.....	97
3.1.2	工具条的使用.....	100
3.2	数据可视化.....	104
3.2.1	离散情况.....	105
3.2.2	连续情况.....	106
3.3	二维绘图.....	107
3.3.1	plot 绘图命令.....	107
3.3.2	fplot 绘图命令.....	112
3.3.3	ezplot 绘图命令.....	114
3.3.4	其他坐标系下的绘图命令.....	116
3.4	二维图形修饰处理.....	119
3.4.1	坐标轴控制.....	120
3.4.2	图形注释.....	122
3.4.3	图形放大与缩小.....	129
3.4.4	颜色控制.....	129

3.5	三维绘图	130
3.5.1	三维曲线绘图命令	131
3.5.2	三维网格命令	132
3.5.3	三维曲面命令	136
3.5.4	柱面与球面	139
3.5.5	三维图形等值线	141
3.6	三维图形修饰处理	147
3.6.1	视角处理	148
3.6.2	颜色处理	149
3.6.3	光照处理	153
3.7	特殊图形	155
3.7.1	统计图形	156
3.7.2	离散数据图形	161
3.7.3	向量图形	164
3.8	图像处理及动画演示	166
3.8.1	图像的读写	167
3.8.2	图像的显示及信息查询	168
3.8.3	动画演示	171
第4章	试验数据分析与处理	172
4.1	曲线拟合	173
4.1.1	最小二乘法曲线拟合	173
4.1.2	直线的最小二乘拟合	176
4.2	数值插值	178
4.2.1	拉格朗日(Lagrange)插值	178
4.2.2	埃尔米特(Hermite)插值	180
4.2.3	分段线性插值	182
4.2.4	三次样条插值	184
4.2.5	多维插值	185
4.3	回归分析	186
4.3.1	一元线性回归	186
4.3.2	多元线性回归	188
4.3.3	部分最小二乘回归	191
4.4	方差分析	197
4.4.1	单因素方差分析	197
4.4.2	双因素方差分析	199
4.5	正交试验分析	203
4.5.1	正交试验的极差分析	203
4.5.2	正交试验的方差分析	206
4.6	判别分析	209

4.6.1	距离判别	209
4.6.2	费歇判别	213
4.7	多元数据相关分析	214
4.7.1	主成分分析	214
4.7.2	典型相关分析	216
4.8	MATLAB 数理统计基础	219
4.8.1	样本均值	219
4.8.2	样本方差与标准差	220
4.8.3	协方差和相关系数	221
4.8.4	数据比较	222
4.8.5	数据累积与累和	224
第 5 章	矩阵分析	226
5.1	特征值与特征向量	227
5.1.1	标准特征值与特征向量问题	227
5.1.2	广义特征值与特征向量问题	229
5.1.3	部分特征值问题	230
5.2	矩阵对角化	232
5.2.1	预备知识	232
5.2.2	具体操作	233
5.3	若尔当(Jordan)标准形	235
5.3.1	若尔当标准形介绍	235
5.3.2	jordan 命令	236
5.4	矩阵的反射与旋转变换	237
5.4.1	两种变换介绍	237
5.4.2	豪斯霍尔德(Householder)反射变换	238
5.4.3	吉文斯(Givens)旋转变换	240
5.5	矩阵分解	243
5.5.1	楚列斯基(Cholesky)分解	243
5.5.2	LU 分解	244
5.5.3	LDM^T 与 LDL^T 分解	245
5.5.4	QR 分解	248
5.5.5	SVD 分解	250
5.5.6	舒尔(Schur)分解	251
5.5.7	海森伯格(Hessenberg)分解	253
5.6	线性方程组的求解	254
5.6.1	线性方程组基础	254
5.6.2	利用矩阵的逆(伪逆)与除法求解	256
5.6.3	利用行阶梯形求解	258
5.6.4	利用矩阵分解法求解	259

5.6.5 非负最小二乘解.....	264
5.7 综合应用举例.....	265
第6章 数学分析.....	271
6.1 极限、导数与微分.....	272
6.1.1 极限.....	272
6.1.2 导数与微分.....	273
6.2 积分.....	275
6.2.1 定积分与广义积分.....	275
6.2.2 不定积分.....	277
6.3 级数求和.....	278
6.3.1 有限项级数求和.....	278
6.3.2 无穷级数求和.....	279
6.4 泰勒(Taylor)展开.....	280
6.4.1 泰勒定理.....	280
6.4.2 MATLAB 实现方法.....	281
6.5 傅里叶(Fourier)展开.....	282
6.6 积分变换.....	284
6.6.1 傅里叶积分变换.....	284
6.6.2 傅里叶逆变换.....	285
6.6.3 快速傅里叶变换.....	287
6.6.4 拉普拉斯(Laplace)变换.....	290
6.6.5 拉普拉斯逆变换.....	291
6.7 多元函数分析.....	292
6.7.1 多元函数的偏导.....	292
6.7.2 多元函数的梯度.....	294
6.8 多重积分.....	295
6.8.1 二重积分.....	296
6.8.2 三重积分.....	298
第7章 微分方程.....	301
7.1 常微分方程的数值解法.....	302
7.1.1 欧拉方法.....	302
7.1.2 龙格-库塔方法.....	305
7.1.3 龙格-库塔方法解刚性问题.....	310
7.2 常微分方程的符号解法.....	311
7.3 常微分方程的仿真.....	312
7.4 时滞微分方程的数值解法.....	317
7.5 偏微分方程.....	319
7.5.1 介绍.....	319
7.5.2 区域设置及网格化.....	321

7.5.3	边界条件设置.....	325
7.5.4	解椭圆型方程.....	326
7.5.5	解抛物型方程.....	330
7.5.6	解双曲型方程.....	332
7.5.7	解特征值方程.....	333
7.5.8	解非线性椭圆型方程.....	335
第 8 章	优化设计.....	336
8.1	优化问题概述.....	337
8.1.1	背景.....	337
8.1.2	基本概念及分支.....	337
8.1.3	最优化问题的实现.....	340
8.2	线性规划.....	340
8.2.1	表述形式.....	341
8.2.2	MATLAB 求解.....	342
8.3	无约束优化问题.....	348
8.3.1	无约束优化算法简介.....	349
8.3.2	MATLAB 求解.....	349
8.4	约束优化问题.....	357
8.4.1	单变量约束优化问题.....	357
8.4.2	多元约束优化问题.....	359
8.4.3	Minimax 问题.....	363
8.4.4	二次规划问题.....	368
8.5	最小二乘优化.....	371
8.5.1	线性最小二乘优化.....	372
8.5.2	非线性最小二乘优化.....	376
8.5.3	最小二乘曲线拟合.....	380
8.6	多目标规划.....	384
8.6.1	表述形式.....	384
8.6.2	MATLAB 求解.....	384
8.7	非线性方程(组)的求解.....	388
8.7.1	非线性方程的求解.....	388
8.7.2	非线性方程组的求解.....	389
8.8	优化参数设置.....	391
8.8.1	设置优化参数.....	392
8.8.2	获取优化参数.....	396
第 9 章	MATLAB 联合编程.....	397
9.1	应用程序接口介绍.....	398
9.1.1	MEX 文件简介.....	398
9.1.2	mx-函数库和 MEX 文件的区别.....	398

9.1.3	MAT 文件	398
9.2	MEX 文件的编辑与使用	399
9.2.1	编写 C 语言 MEX 文件	399
9.2.2	编写 FORTRAN 语言 MEX 文件	401
9.3	MATLAB 与 .NET 联合编程	402
9.3.1	MATLAB Builder for.NET 主要功能	402
9.3.2	MATLAB Builder for.NET 原理	402
9.3.3	MATLAB Builder for.NET 应用实例	404
9.4	MATLAB 与 C/C++ 语言联合编程	414
9.4.1	独立应用程序	414
9.4.2	面向 C/C++ 的 DLL	416
9.5	MATLAB 与 Excel 联合编程	427
9.5.1	Excel Link 安装与运行	427
9.5.2	Excel Link 函数	430
9.5.3	Excel Link 应用示例	431
9.5.4	Excel Link 应用注意事项	432
9.5.5	MATLAB Builder for Excel	433
9.5.6	Excel Builder 创建实例	433

第 1 章

MATLAB 入门

MATLAB 是一种功能非常强大的科学计算软件。在正式使用 MATLAB 前，应该对它有一个整体的认识。本章主要介绍了 MATLAB 的发展历程、MATLAB R2018a 的主要特点及其使用方法。

学 习 要 点

- MATLAB 的特点、发展历程，以及 MATLAB R2018a 的特性
- MATLAB 工作平台的各种窗口
- MATLAB 的各种帮助系统
- MATLAB 的搜索路径设置方法

1.1 MATLAB 概述

1.1.1 什么是 MATLAB

MATLAB是Matrix Laboratory（矩阵实验室）的缩写。它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。它的指令表达式与数学、工程中常用的形式十分相似，故用MATLAB来计算问题要比用仅支持标量的非交互式编程语言（如C、FORTRAN等语言）简捷得多，尤其是解决那些包含了矩阵和向量的工程技术问题。在大学中，它是很多数学类、工程类和科学类的初等和高等课程的标准指导工具。在工业上，MATLAB是产品研究、开发和分析经常选择的工具。

MATLAB将高性能的数值计算、可视化和编程集成在一个易用的开放式环境中，在此环境下，用户可以按照符合其思维习惯的方式和熟悉的数学表达形式来书写程序，并且可以非常容易地对其功能进行扩充。除具备卓越的数值计算能力之外，MATLAB还具有专业水平的符号计算和文字处理能力；集成了2D和3D图形功能，可完成可视化建模仿真和实时控制等功能。其典型的应用主要包括如下几个方面：

- ◆ 数值分析和计算。
- ◆ 算法开发。
- ◆ 数据采集。
- ◆ 系统建模、仿真和原型化。
- ◆ 数据分析、探索和可视化。
- ◆ 工程和科学绘图。
- ◆ 数字图像处理。
- ◆ 应用软件开发，包括图形用户界面的建立。

MATLAB的一个重要特色是它具有一系列称为工具箱(Toolbox)的特殊应用子程序。工具箱是MATLAB函数的子程序库，每一个工具箱都是为某一类学科和应用而定制的，可以分为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MATLAB的符号计算、可视化建模仿真、文字处理以及与硬件实时交互的功能，用于多种学科；而学科性工具箱则是专业性比较强的工具箱，例如控制工具箱、信号处理工具箱、通信工具箱等都属于此类。简言之，工具箱是MATLAB函数（M文件）的全面综合，这些文件把MATLAB的环境扩展到解决特殊类型问题上，如信号处理、控制系统、神经网络、模糊逻辑、小波分析、系统仿真等。

此外，开放性使MATLAB广受用户欢迎。除内部函数以外，所有MATLAB核心文件和各种工具箱文件都是可读可修改的源文件，用户可通过对源程序进行修改或加入自己编写的程序来构造新的专用工具箱。

MATLAB Compiler是一种编译工具，它能够将MATLAB编写的函数文件生成函数库或可执行文件COM组件等，以提供给其他高级语言如C++、C#等进行调用，由此扩展MATLAB的应用范围，将MATLAB的开发效率与其他高级语言的运行效率结合起来，取长补短，丰富程序开发的

手段。

Simulink 是基于 MATLAB 的可视化设计环境,可以用来对各种系统进行建模、分析和仿真。它的建模范围面向任何能够使用数学来描述的系统,如航空动力学系统、航天控制制导系统、通信系统等。Simulink 提供了利用鼠标拖放的方法建立系统框图模型的图形界面,还提供了丰富的功能模块,利用它几乎可以不书写代码就完成整个动态系统的建模工作。

此外, MATLAB 还有基于有限状态机理论的 Stateflow 交互设计工具以及自动化的代码设计生成工具 Real-Time Workshop 和 Stateflow Coder。

1.1.2 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 FOTRAN 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 库程序的“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 的无缝连接，从而为专业科技工作者打造了融科学计算、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 版、5.2 版，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。在那里，MATLAB 是攻读学位的大学生、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 公司信号测量、分析软件 LabVIEW，Cadence 公司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。

1.1.3 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, 至少需要四百多行, 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。

例1-1: 用MATLAB求解下列方程, 并求解矩阵 A 的特征值。

$Ax=b$, 其中:

$$A = \begin{bmatrix} 32 & 13 & 45 & 67 \\ 23 & 79 & 85 & 12 \\ 43 & 23 & 54 & 65 \\ 98 & 34 & 71 & 35 \end{bmatrix}$$

$$b = \begin{bmatrix} 1 \\ 2 \\ 3 \\ 4 \end{bmatrix}$$

$$b = \begin{bmatrix} 1 \\ 2 \\ 3 \\ 4 \end{bmatrix}$$

$$b = \begin{bmatrix} 1 \\ 2 \\ 3 \\ 4 \end{bmatrix}$$

$$b = \begin{bmatrix} 1 \\ 2 \\ 3 \\ 4 \end{bmatrix}$$

$$b = \begin{bmatrix} 1 \\ 2 \\ 3 \\ 4 \end{bmatrix}$$

$$b = \begin{bmatrix} 1 \\ 2 \\ 3 \\ 4 \end{bmatrix}$$

$$b = \begin{bmatrix} 1 \\ 2 \\ 3 \\ 4 \end{bmatrix}$$

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

要求解 x 及 A 的特征值, 只需要在MATLAB命令窗口输入几行代码, 如下:

```
>> A=[32 13 45 67;23 79 85 12;43 23 54 65;98 34 71 35]
A =
    32    13    45    67
    23    79    85    12
    43    23    54    65
    98    34    71    35
>> b=[1;2;3;4]
b =
     1
     2
     3
     4
>> x=A\b
x =
    0.1809
    0.5182
   -0.5333
    0.1862
>> e=eig(A)
```

```
e =
 193.4475
  56.6905
 -48.1919
 -1.9461
```

其中，“>>”为运算提示符。

可见，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。

1.1.4 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