

MATLAB

基础与应用

熊庆如◎主编



MATLAB 基础与应用

主 编 熊庆如
副主编 柳 叶 藏克床
参 编 刘 翔 张芙敏



机械工业出版社

本书主要介绍 MATLAB 基础与应用, 内容主要包括函数的 MATLAB 计算与作图、微积分的 MATLAB 计算、用 MATLAB 解常微分方程(组)、矩阵运算的 MATLAB 实现、用 MATLAB 求解线性方程组、用 MATLAB 解线性规划问题、概率问题的 MATLAB 计算、统计问题的 MATLAB 计算、数据拟合、层次分析法的 MATLAB 程序等。本书的编写目的是培养读者的数值计算和数据处理能力, 加强读者用数学工具分析和解决问题的意识。

本书适合工程技术人员学习 MATLAB 时使用, 也可作为高等职业院校相关专业的培训教材。

图书在版编目(CIP)数据

MATLAB 基础与应用/熊庆如主编. —北京: 机械工业出版社, 2014. 4
ISBN 978-7-111-45813-5

I. ①M… II. ①熊… III. ①Matlab 软件 IV. ①TP317

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 026093 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: 黄丽梅 责任编辑: 王春雨

版式设计: 霍永明 责任校对: 胡艳萍

封面设计: 马精明 责任印制: 刘 岚

北京京丰印刷厂印刷

2014 年 3 月第 1 版 · 第 1 次印刷

130mm × 184mm · 5.5 印张 · 122 千字

0 001—3 000 册

标准书号: ISBN 978-7-111-45813-5

定价: 20.00 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

社服务中心: (010)88361066

教材网: <http://www.cmpedu.com>

销售一部: (010)68326294

机工官网: <http://www.cmpbook.com>

销售二部: (010)88379649

机工官博: <http://weibo.com/cmp1952>

读者购书热线: (010)88379203

封面无防伪标均为盗版

前 言

现代社会, 数学理论已经发展得十分完善, 各种数学工具对现实的生产显示出很强的指导作用。然而, 在数学的理论工具与实际生产的结合过程中, 效率低下的传统手工计算方法成为最大的障碍。随着计算机技术的进步, 各种数学软件也如雨后春笋般展示出勃勃生机。

MATLAB 是一款简单易用的数学软件, 由美国 mathworks 公司发布, 主要面对科学计算、可视化以及交互式程序设计的高科技计算环境, 具有强大的数据处理能力和出色的图形处理功能。学习并掌握它, 有助于人们从繁重的数学计算中解脱出来, 把更多的精力投入数学理论的学习和研究。

目前, MATLAB 在我国的应用越来越广泛, 很多科学领域都用它来完成数值、图像和信号的分析与处理, 而且其独特的、功能丰富的应用工具箱为用户提供了大量方便实用的处理工具, 受到广大用户的一致好评。

本书主要介绍 MATLAB 基础与应用, 目的就是要培养读者的数值计算和数据处理能力, 加强读者用数学工具分析和解决问题的意识。本书在编写过程中, 力求体现以下特点:

- 1) 语言简练, 趣味性强, 易于阅读与接受。
- 2) 知识难度不大, 适合初学者使用。

由于水平有限, 时间仓促, 书中难免有不足之处, 欢迎读者批评指正。

编 者

目 录

前言

第 1 章 MATLAB 简介	1
1.1 MATLAB 的启动	1
1.2 常用操作	2
1.3 常量与变量	4
1.4 算术运算符	5
1.5 逻辑运算符	6
1.6 其他常用符号	7
实训题	8
第 2 章 函数的 MATLAB 计算与作图	9
2.1 基本初等函数的输入	9
2.2 系统运算与操作函数的输入	10
2.3 函数值的计算	10
2.4 函数的作图	12
2.5 多项式回归	23
实训题	25
第 3 章 微积分的 MATLAB 计算	27
3.1 极限的计算	27
3.2 导数的计算	28
3.3 积分的计算	30
3.4 求函数极值、最值	32
实训题	37
第 4 章 用 MATLAB 解常微分方程 (组)	38
实训题	40

第 5 章 矩阵运算的 MATLAB 实现	41
5.1 矩阵的输入	41
5.2 矩阵的运算	42
实训题	44
第 6 章 用 MATLAB 求解线性方程组	46
6.1 求解单个代数方程	46
6.2 求解线性方程组	47
实训题	55
第 7 章 用 MATLAB 解线性规划问题	57
实训题	60
第 8 章 概率问题的 MATLAB 计算	61
8.1 常见分布的 MATLAB 名称	61
8.2 离散随机变量概率的计算	61
8.3 分布函数的计算——连续函数概率的计算	63
8.4 期望和方差的计算	64
8.5 逆累加分布	66
实训题	67
第 9 章 统计问题的 MATLAB 计算	69
9.1 样本的数字特征	69
9.2 参数估计	71
9.3 假设检验	74
9.4 回归分析	83
实训题	92
第 10 章 数据拟合	94
10.1 线性最小二乘拟合	94
10.2 非线性最小二乘拟合	97
实训题	106
第 11 章 层次分析法的 MATLAB 程序	107
11.1 层次分析法简介	107

11.2 应用	109
实训题	112
第 12 章 M 文件和编程	113
12.1 编程入门	113
12.2 MATLAB 控制流	115
实训题	121
附录 实训题参考答案	122
参考文献	170

第1章 MATLAB 简介

和其他数学软件相比, MATLAB 具有简洁直观、使用方便、符合人们的习惯思维、库函数丰富等优点。除卓越的数值计算功能外, MATLAB 还具有专业水平的符号计算、文字处理、可视化建模仿真等功能, 几乎能解决所有的工程计算问题。在国外, MATLAB 软件已经受了许多年的考验。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。

MATLAB 是 Matrix Laboratory 的简写, 意为矩阵实验室。它产生于 20 世纪 70 年代后期, 是美国 New Mexico 大学计算机系主任 Cleve Moler 在给学生讲授线性代数课程时, 为学生使用 EISPACK 和 LINPACK 而编写的接口程序。1984 年, 由 Math Works 公司正式推向市场, 并不断更新完善。

1.1 MATLAB 的启动

双击桌面上的 MATLAB 图标, 显示如图 1-1 所示 MATLAB 工作界面, 其中右边窗口为命令窗口 (Command Window), 用于输入操作命令; 在左下方窗口为历史记录窗口 (Command History), 保留自安装时起所有命令的历史记录, 并标明使用时间, 以方便使用者查询。双击某一行命令, 即在命令窗口中执行该命令; 左上方窗口为工作空间管理窗口 (Workspace), 显示所有目前保存在内存中的 MATLAB 变量

的变量名、数据结构、字节数以及类型，不同的变量类型分别对应不同的变量名图标。

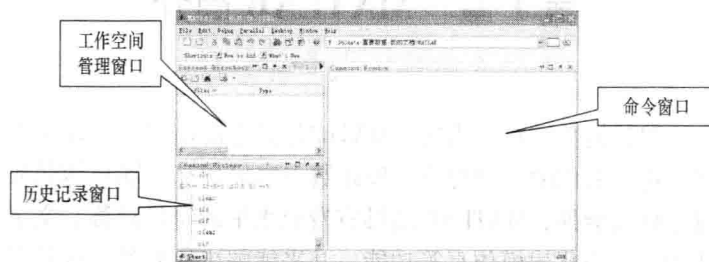


图 1-1

1.2 常用操作

1. 恢复默认的工作界面

有时可能由于误操作，更改了 MATLAB 的工作界面，要恢复到默认的工作界面，操作如图 1-2 所示。

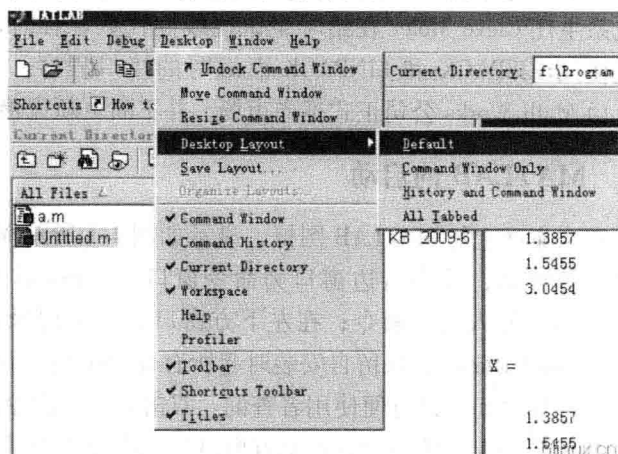


图 1-2

如果只是工作区窗口和历史区窗口丢失，只要打开界面菜单栏的 desktop，分别单击 Command Window，Command History，Workspace 即可。

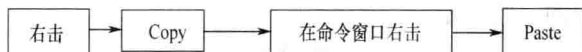
2. 清除操作

```
>> clc      % 清除命令窗口中的所有内容
>> clear    % 清除内存中的所有 MATLAB 记忆
>> clf      % 清除图形窗口内容
```

其中，符号“%”表示注释，在命令窗口中不运行。

3. 调用以前运行过的语句

- ①按键盘上的上下方向键；
- ②在左下角的历史记录窗口双击欲调用语句；
- ③在右边的命令窗口或左下角的历史记录窗口选中语句，顺次进行如下操作：



4. 其他

- ①请求帮助文件：>> help 请求内容；

如：>> help elfun ↵ % 关于基本函数的帮助信息

>> help exp ↵ % 指数函数 exp 的详细信息

- ②超文本格式的帮助用户：>> doc 请求内容；

如：>> doc elfun ↵ % 以超文本格式显示关于基本函数的帮助信息

>> doc exp ↵ % 以超文本格式显示关于指数函数的帮助信息

- ③请求帮助：>> lookfor 请求内容；

当要查找具有某种功能但又不知道准确名字的指令时，help 的能力就不够了，此时可使用“lookfor”命令。lookfor 可

以根据用户提供的完整或不完整的关键词，去搜索出一组与之相关的指令。

```
如： >> lookfor integral ↵ % 查找有关积分的指令
      >> lookfor  fourier ↵ % 查找能进行傅里叶变换
                                的指令
```

④请求演示：>> demo 请求内容。

命令 help、doc、lookfor 都有各自的特点，其中 help 与 doc 只是显示方式不同。help、doc 的请求内容必须完整准确，而 lookfor 后面的请求内容可以不完整。

1.3 常量与变量

MATLAB 语言本身具有一些预定义的变量值，这些特殊的有特定值变量称为常量。表 1-1 给出了 MATLAB 语言中经常使用的一些常量。

表 1-1

常 量	表示数值
pi	圆周率 π
inf	正无穷大
NaN	表示不定值
i, j	虚数单位
eps	计算机的最小数
realmax	最大可用正实数
realmin	最小可用正实数

MATLAB 语言中的变量是由字母、数字、下划线组成，主要命名规则为：

①以字母开头；

②区分大小写。

MATLAB 语句有两种最常见形式:

① `>> 变量 = 表达式;`

运行结果显示为“变量 = ...”

② `>> 表达式;`

运行结果显示为“ans = ...”

其中, “ans”是指当前的计算结果, 若计算时用户没有对表达式设定变量, 系统就自动赋当前结果给“ans”变量。如:

<code>>> a = 1 + 2</code>	<code>>> 1 + 2</code>
a =	ans =
3	3

1.4 算术运算符

MATLAB 的加、减、乘法运算符的输入和通常的电脑输入是一致的。除法运算分左除(`\`)和右除(`/`), `2/3` 是 2 除以 3, 而 `2\3` 实际是 3 除以 2。为了避免混淆, 对一般除法运算采取前者。乘方运算符为电脑键盘上的“`^`”。算术运算符输入方式见表 1-2。

表 1-2

运算符	MATLAB 输入	
	矩 阵	数 组
加	+	+
减	-	-
乘	*	.*
除	/	./
乘方	^	.^

MATLAB 的运算分矩阵运算和数组运算两种。线性代数中把 m 行 n 列元素所排成的矩形阵称为矩阵。如：

$$\begin{pmatrix} a_{11} & \cdots & a_{1n} \\ \vdots & & \vdots \\ a_{m1} & \cdots & a_{mn} \end{pmatrix}$$

只有 1 行或 1 列的矩阵叫做向量或数组。MATLAB 的基本数据单位是矩阵，因此，正常的运算是矩阵运算，在运算符前加点的运算是数组运算。

在 MATLAB 实际操作时如果刻意区分运算符前是否加点可能会使问题复杂化，制造出不必要的混乱。符合人们的习惯思维是 MATLAB 的一大优点，因此，在操作时，可先按不加点的方式进行输入，如果输入没有其他错，而命令运行不了，那么其运算就可能是数组运算，在相应的运算符前加“.”试试。

如：>> x = -5:0.5:5;

>> y = x^2

??? Error using ==> mpower Inputs must be a scalar and a square matrix. To compute elementwise POWER, use POWER (.^) instead. % 这行英文红色语句是错误警告，警告命令输入有误，并提示用“.”替换“^”

>> y = x.^2

1.5 逻辑运算符号

逻辑运算是 MATLAB 中数组运算的一种运算形式，也是几乎所有的高级语言普遍使用的一种运算。它的符号运算符、功能及函数名见表 1-3。

表 1-3

符号运算符	功 能	函 数 名
==	等于	eq
~=	不等于	ne
<	小于	lt
>	大于	gt
<=	小于等于	le
>=	大于等于	ge
&	逻辑与	and
	逻辑或	or
~	逻辑非	not

说明：在算术运算、比较运算和逻辑与、或、非运算中，它们的优先级关系先后为：比较运算、算术运算、逻辑与或非运算。

1.6 其他常用符号

其他常用符号见表 1-4。

表 1-4

符号	MATLAB 输入	用 途
逗号	,	分隔变量、表达式、矩阵的列
分号	;	分隔命令行而不显示运行结果，分隔矩阵的行
单引号	' '	定义字符串
冒号	:	$x = a:b:c$ 表示 x 从 a 以步长 b 取值至 c
等号	=	变量赋值
百分号	%	命令注释

(续)

符号	MATLAB 输入	用 途
3 个句点	...	续行
圆括号	()	区分运算次序
方括号	[]	构成矩阵或向量

例 1.1: 在 MATLAB 中输入矩阵 $A = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 4 & 5 & 6 \\ 7 & 8 & 9 \end{pmatrix}$ 。

MATLAB 程序如下:

>> A = [1,2,3;4,5,6;7,8,9] % 行与行之间用分号分隔,每行的(列)元素间用逗号分隔。

A =

```

1     2     3
4     5     6
7     8     9

```

实 训 题

1. 计算表达式 $\frac{1996}{18}$ 的结果。

2. 输入表达式 $\frac{2\sin 0.3\pi}{1+\sqrt{5}}$, 并运行。

3. 输出矩阵 $\begin{pmatrix} 1 & 4 & 7 \\ 2 & 5 & 8 \\ 3 & 6 & 9 \end{pmatrix}$ 。

第2章 函数的 MATLAB 计算与作图

2.1 基本初等函数的输入

在 MATLAB 中, 函数输入的总原则是将变量整体用括号括起来。如 $\cos 2x^3$ 的 MATLAB 输入为 $\cos(2 * (x^3))$, x^3 本来不需要用括号括起来, 但括起来后, 运算次序更加清晰。常见初等函数的具体输入方式见表 2-1。

表 2-1

名 称	式子	MATLAB 命令	备 注
幂函数	x^a	x^a	x 括不括都可以
	$\sqrt{x}$	Sqrt(x) 或 $x^{(1/2)}$	1/2 必须括起来
指数函数	a^x	a^x	x 括不括都可以
	e^x	exp(x)	不能用 e^x
对数函数	$\ln x$	log(x)	对数函数只有 e、2、10 三个底, 其他底的情况需用换底公式: $\log_a b = \frac{\log_c b}{\log_c a}$
	$\log_2 x$	log2(x)	
	$\log_{10} x$	log10(x)	
三角函数	$\sin x, \cos x$ $\tan x, \cot x$ $\sec x, \csc x$	$\sin(x), \cos(x)$ $\tan(x), \cot(x)$ $\sec(x), \csc(x)$	和日常不一样的是 需将变量括起来
反三角函数	$\arcsin x, \arccos x$ $\arctan x, \operatorname{arccot} x$ $\operatorname{arcsec} x, \operatorname{arccsc} x$	$\operatorname{asin}(x), \operatorname{acos}(x)$ $\operatorname{atan}(x), \operatorname{acot}(x)$ $\operatorname{asec}(x), \operatorname{acsc}(x)$	在三角函数输入前 加 a

2.2 系统运算与操作函数的输入

在 MATLAB 中,通常以由基本初等函数扩展的数学函数作为处理的对象。此外, MATLAB 系统还设计了具有运算和操作性质方面的函数,它们常作为处理的工具。这类函数常见的有以下几种:

①绝对值函数 $|x|$: `abs(x)`;

②符号函数 $\text{sign } x$: `sign(x)`;

③求和函数: `sum`;

④求积函数: `prod`;

⑤求最大值: `max`;

⑥求最小值: `min`。

2.3 函数值的计算

(1) 数值计算方式

`>> x = ...;` % 输入 x 的数值(不能为字母)

`>> y = ...` % 输入 y 的表达式(表达式中除 x 外不能有其他字母)

例 2.1: 设 $y = 3x^2 - \frac{2}{3^x} + \frac{2^x}{3} - 4e^{2x}$, 用 MATLAB 计算

$y(1)$ 的值。

MATLAB 程序如下:

```
>> x = 1;
```

```
>> y = 3 * (x^2) - 2/(3^x) + (2^x)/3 - 4 * exp(2 * x)
```

```
y =
```

```
    -26.5562
```