

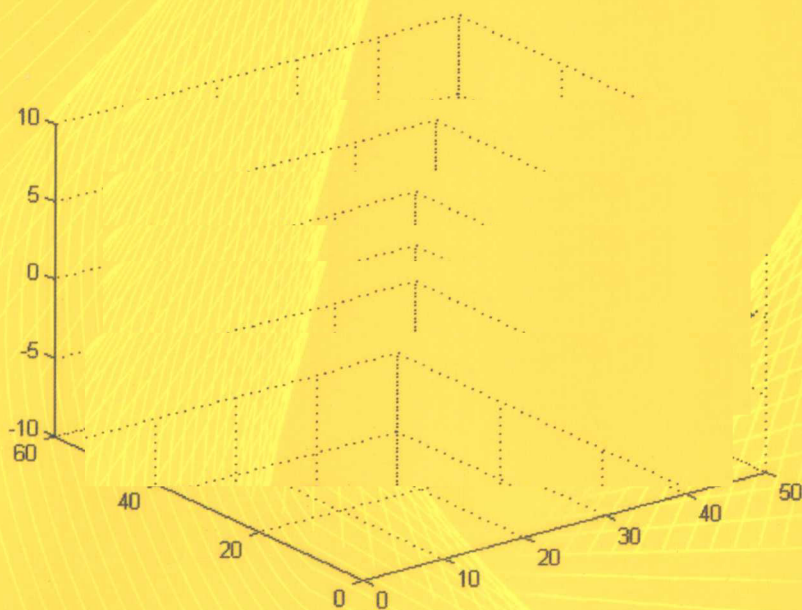
MATLAB 工程与应用丛书



网上提供源代码下载  
[www.cmpbook.com](http://www.cmpbook.com)

# MATLAB 科学计算

周博 谢东来 张宪海 等编著



- ✓ 由浅入深的结构，利于轻松入门
- ✓ 实例丰富、重点突出、立足应用、度身定做
- ✓ 独具匠心的综合实例，有助快速提高水平
- ✓ 相关程序源代码，可供免费下载

开放式答疑 QQ 群 113209691



机械工业出版社  
CHINA MACHINE PRESS

MATLAB 工程与应用丛书

# MATLAB 科学计算

周博 谢东来 张宪海 等编著



机械工业出版社

本书通过具体实例,系统地介绍了 MATLAB 在数值计算、常用图形绘制、数据处理、微分与积分运算、代数方程与微分方程的求解、随机数据分析、符号运算和图形用户界面设计等方面的功能及其在科学计算中的具体应用。本书在语言表述上力求简洁和通俗易懂,既是理想的自学教材,又是应用 MATLAB 从事科学计算的理想工具书。

本书适合初学者全面系统地掌握应用 MATLAB 从事各种科学计算工作的基本知识,还有助于有一定基础的读者,全面提高 MATLAB 应用水平。

## 图书在版编目(CIP)数据

MATLAB 科学计算 / 周博, 谢东来, 张宪海等编著. —北京: 机械工业出版社, 2010. 5

(MATLAB 工程与应用丛书)

ISBN 978-7-111-30476-0

I. ①M… II. ①周… ②谢… ③张… III. ①计算机辅助计算-软件包, MATLAB IV. ①TP391.75

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 072878 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: 郝建伟 李 宁

责任印制: 乔 宇

三河市国英印务有限公司印刷

2010 年 5 月第 1 版·第 1 次印刷

184mm×260mm·18.75 印张·462 千字

0001—4000 册

标准书号: ISBN 978-7-111-30476-0

定价: 36.00 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

门户网: <http://www.cmpbook.com>

销售一部: (010) 68326294

教材网: <http://www.cmpedu.com>

销售二部: (010) 88379649

读者服务部: (010) 68993821

封面无防伪标均为盗版

# 前 言

MATLAB 自 1984 年由美国 MathWork 公司推出以来, 逐渐成为最具吸引力和应用最为广泛的科学计算语言, 现已成为国际公认的最优秀的科学计算和仿真分析的计算机应用软件之一。MATLAB 集数值计算、符号计算和可视化等功能于一身, 且具有很强的开放性, 可在其平台上开发功能不同的专用工具箱。MATLAB 的这些特点使它成为应用计算机辅助分析、设计、仿真和教学不可缺少的软件, 并在生物医学工程、信号分析、语音处理、图像识别、航天航海工程、统计分析和计算机技术等不同领域得到广泛应用。

本书通过大量的具体实例, 系统地介绍了 MATLAB 在数值计算、常用图形绘制、数据处理、微分与积分运算、代数方程与微分方程的求解、随机数据分析、符号运算和图形用户界面设计等方面的功能及其在科学计算中的具体应用。以实例讲功能是本书的最大特点, 既有讲述 MATLAB 各种功能函数的实例, 又有应用 MATLAB 解决具体科学计算问题的综合应用实例。阅读本书能使初学者在短时间内掌握应用 MATLAB 解决科学计算问题的基本技能。对于有一定基础的读者, 详细研读本书所列举的各种实例, 能迅速提高 MATLAB 的应用水平, 成为应用 MATLAB 解决各种科学计算问题的行家里手。

本书由周博、谢东来和张宪海编著, 其中第 1 章和第 2 章由谢东来执笔, 第 12 章由张宪海执笔, 其余部分由周博执笔。全书由周博统编定稿。另外, 参加编写工作的还有隋成城、管殿柱、宋一兵、李文秋、田东、张轩、田绪东、张洪信、宋琦、付本国、汪洋、于丹、王献红等。本书初稿由王振清教授审阅, 并提出诸多宝贵建议, 在此表示感谢。

由于时间仓促, 书中难免存在不妥之处, 敬请读者批评指正。

编 者

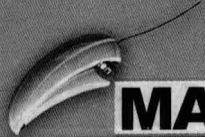
# 目 录

## 前言

<b>第 1 章 MATLAB 基础知识</b> .....	<b>1</b>
1.1 指令窗口的运算 .....	1
1.1.1 常用窗口简介 .....	1
1.1.2 算术运算 .....	2
1.1.3 数值、变量和表达式 .....	3
1.2 指令窗口的应用 .....	5
1.2.1 文字颜色与字体 .....	5
1.2.2 数值显示格式 .....	5
1.2.3 几个标点符号的功能 .....	6
1.2.4 控制指令 .....	7
1.3 历史指令窗口的应用 .....	7
1.3.1 历史指令窗口简介 .....	7
1.3.2 历史指令窗口的主要功能 .....	7
1.3.3 实录指令 .....	8
1.4 工作空间浏览器的应用 .....	9
1.4.1 工作空间浏览器简介 .....	9
1.4.2 内存变量的处理 .....	9
1.4.3 数据文件的存取 .....	9
<b>第 2 章 MATLAB 基本运算</b> .....	<b>10</b>
2.1 MATLAB 的向量运算 .....	10
2.1.1 向量的生成 .....	10
2.1.2 向量的基本运算 .....	12
2.1.3 向量的积运算 .....	14
2.2 MATLAB 的矩阵运算 .....	15
2.2.1 矩阵的生成 .....	15
2.2.2 矩阵的操作 .....	17
2.2.3 矩阵的基本运算 .....	21
2.2.4 矩阵的函数运算 .....	29
2.2.5 特殊矩阵 .....	35
2.3 MATLAB 的数组运算 .....	38
2.3.1 基本数组运算 .....	39
2.3.2 数组函数运算 .....	41
2.3.3 数组逻辑运算 .....	42

2.3.4 高维数组	44
2.4 MATLAB 的多项式运算	48
2.4.1 多项式的生成	48
2.4.2 多项式的基本运算	49
2.5 综合实例	53
2.5.1 向量混合积运算	53
2.5.2 张量双点积运算	54
2.6 上机实验	54
2.7 习题	54
<b>第3章 MATLAB 程序设计</b>	<b>56</b>
3.1 M 文件介绍	56
3.1.1 M 文件简介	56
3.1.2 命令文件	56
3.1.3 函数文件	57
3.2 参数与变量	59
3.2.1 参数	59
3.2.2 全局变量	60
3.3 程序结构	62
3.3.1 顺序结构	62
3.3.2 循环结构	62
3.3.3 分支结构	65
3.4 流程控制	68
3.4.1 指令显示	68
3.4.2 键盘输入	69
3.4.3 暂停	70
3.4.4 中断	70
3.5 数据的输入和输出	71
3.5.1 数据的输入	71
3.5.2 数据的输出	73
3.6 综合实例	75
3.6.1 求数列的和	75
3.6.2 百钱百鸡问题	76
3.7 上机实验	77
3.8 习题	77
<b>第4章 MATLAB 常用图形功能</b>	<b>78</b>
4.1 MATLAB 的二维图形功能	78
4.1.1 基本图形的绘制	78
4.1.2 图形的修饰	81





4.1.3	图形的标注	82
4.1.4	图形窗口操作	83
4.2	MATLAB 的特殊图形功能	85
4.2.1	对数坐标图形的绘制	85
4.2.2	极坐标图形的绘制	86
4.2.3	条形图的绘制	87
4.2.4	饼图的绘制	88
4.3	MATLAB 的三维图形功能	88
4.3.1	空间曲线图的绘制	89
4.3.2	空间网线图的绘制	90
4.3.3	空间曲面图的绘制	91
4.3.4	等高线图的绘制	92
4.4	MATLAB 的动画模拟功能	92
4.4.1	电影动画的制作	93
4.4.2	程序动画的制作	93
4.5	综合实例	95
4.5.1	空间曲面交线的绘制	95
4.5.2	马鞍面几何特性的分析	96
4.6	上机实验	98
4.7	习题	98
<b>第 5 章</b>	<b>MATLAB 高级绘图</b>	<b>99</b>
5.1	柱状图和彗星图	99
5.1.1	柱状图	99
5.1.2	二维彗星图	100
5.1.3	三维彗星图	101
5.2	带状图和散点图	101
5.2.1	带状图	101
5.2.2	二维散点图	103
5.2.3	三维散点图	104
5.3	切片图和瀑布图	105
5.3.1	切片图	105
5.3.2	瀑布图	106
5.4	三角形网格图和表面图	107
5.4.1	三角形网格图	107
5.4.2	三角形表面图	108
5.5	离散数据图形	109
5.5.1	二维火柴杆图	109
5.5.2	三维火柴杆图	110

5.5.3 阶梯图 .....	112
5.6 矢量图 .....	112
5.6.1 罗盘图 .....	112
5.6.2 二维箭头图 .....	113
5.6.3 三维箭头图 .....	114
5.7 综合实例 .....	115
5.7.1 板面穿越空间的动画 .....	115
5.7.2 球面穿越空间的动画 .....	117
5.8 上机实验 .....	119
5.9 习题 .....	119
<b>第6章 MATLAB 数据处理 .....</b>	<b>120</b>
6.1 MATLAB 插值运算 .....	120
6.1.1 一维插值 .....	120
6.1.2 二维插值 .....	123
6.1.3 样条插值 .....	125
6.2 MATLAB 拟合运算 .....	126
6.2.1 polyfit 拟合 .....	127
6.2.2 矩阵除法拟合 .....	128
6.3 综合实例 .....	129
6.3.1 指数拟合 .....	129
6.3.2 多项式分数拟合 .....	130
6.4 上机实验 .....	132
6.5 习题 .....	132
<b>第7章 MATLAB 微积分运算 .....</b>	<b>133</b>
7.1 MATLAB 微分运算 .....	133
7.1.1 数值微分 .....	133
7.1.2 符号微分 .....	136
7.1.3 多元函数的导数 .....	137
7.2 MATLAB 积分运算 .....	140
7.2.1 一元数值积分 .....	140
7.2.2 多元数值积分 .....	142
7.2.3 符号积分 .....	142
7.3 综合实例 .....	143
7.3.1 平面图形面积 .....	143
7.3.2 点的运动速度 .....	145
7.4 上机实验 .....	145
7.5 习题 .....	146
<b>第8章 MATLAB 代数方程求解 .....</b>	<b>147</b>

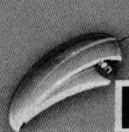




8.1	MATLAB 的线性方程组求解 .....	147
8.1.1	直接法 .....	147
8.1.2	迭代法 .....	148
8.2	MATLAB 的非线性方程求解 .....	150
8.2.1	非线性方程的数值解 .....	150
8.2.2	非线性方程组的解法 .....	154
8.2.3	非线性方程组的解析法 .....	155
8.3	MATLAB 的特征值问题求解 .....	157
8.3.1	特征值分解 .....	157
8.3.2	广义特征值分解 .....	159
8.3.3	其他分解 .....	161
8.4	综合实例 .....	164
8.4.1	动力学问题求解 .....	164
8.4.2	固有频率和振动模态 .....	165
8.5	上机实验 .....	166
8.6	习题 .....	167
第9章	MATLAB 微分方程求解 .....	168
9.1	常微分方程的初值问题 .....	168
9.1.1	ODE 的机理 .....	168
9.1.2	普通 2-3 阶法解 ODE .....	169
9.1.3	普通 4-5 阶法解 ODE .....	170
9.2	常微分方程的边值问题 .....	171
9.2.1	边值问题简介 .....	171
9.2.2	bvp4c 求解思路 .....	171
9.2.3	bvp4c 配套指令 .....	171
9.3	常微分方程的解析解 .....	173
9.3.1	微分方程的通解 .....	173
9.3.2	微分方程的特解 .....	174
9.4	偏微分方程的求解 .....	175
9.4.1	偏微分方程简介 .....	175
9.4.2	偏微分方程的求解过程 .....	177
9.4.3	PDE 图形用户界面简介 .....	182
9.5	综合实例 .....	185
9.5.1	有阻尼自由振动 .....	185
9.5.2	点的运动轨迹 .....	186
9.5.3	梁的挠曲线 .....	187
9.6	上机实验 .....	188
9.7	习题 .....	188

<b>第 10 章 MATLAB 随机数据分析</b> .....	189
<b>10.1 MATLAB 的数字特征计算</b> .....	189
10.1.1 数学期望和均值 .....	189
10.1.2 数据比较 .....	191
10.1.3 累积与累和 .....	192
10.1.4 方差与标准差 .....	193
<b>10.2 MATLAB 的统计分布运算</b> .....	195
10.2.1 期望和方差函数 .....	195
10.2.2 概率密度函数 .....	196
10.2.3 概率值函数 .....	196
10.2.4 随机数产生函数 .....	197
<b>10.3 MATLAB 的参数估计</b> .....	198
10.3.1 正态分布参数估计 .....	198
10.3.2 指数分布参数估计 .....	198
10.3.3 泊松分布参数估计 .....	199
<b>10.4 综合实例</b> .....	199
10.4.1 均值和方差的估计 .....	199
10.4.2 区间概率的确定 .....	201
<b>10.5 上机实验</b> .....	202
<b>10.6 习题</b> .....	202
<b>第 11 章 MATLAB 符号运算</b> .....	203
<b>11.1 MATLAB 的符号矩阵建立</b> .....	203
11.1.1 用 sym 或 syms 建立符号矩阵 .....	203
11.1.2 用子矩阵建立符号矩阵 .....	204
11.1.3 将数值矩阵转换为符号矩阵 .....	204
<b>11.2 MATLAB 的符号矩阵运算</b> .....	205
11.2.1 基本运算 .....	205
11.2.2 符号矩阵分解 .....	206
11.2.3 符号矩阵的简化 .....	207
<b>11.3 MATLAB 的符号微积分运算</b> .....	208
11.3.1 符号极限 .....	208
11.3.2 符号积分 .....	209
11.3.3 符号合计函数 .....	210
11.3.4 符号微分 .....	211
<b>11.4 MATLAB 的符号方程求解</b> .....	211
11.4.1 线性方程组的符号解 .....	211
11.4.2 一般方程组的符号解 .....	212
11.4.3 符号微分方程求解 .....	212





11.5 综合实例 .....	213
11.5.1 多元高次方程组的求解 .....	213
11.5.2 多重积分的计算 .....	215
11.5.3 函数的 Taylor 展开 .....	215
11.5.4 微分方程组的求解 .....	216
11.6 上机实验 .....	217
11.7 习题 .....	217
<b>第 12 章 MATLAB 图形用户界面设计 .....</b>	<b>218</b>
12.1 图形对象和句柄 .....	218
12.1.1 图形对象 .....	218
12.1.2 图形对象的句柄 .....	219
12.2 GUI 设计工具 .....	220
12.2.1 GUI 简介 .....	220
12.2.2 菜单编辑器 .....	223
12.2.3 属性检查器 .....	225
12.2.4 位置调整器 .....	225
12.2.5 对象浏览器 .....	226
12.3 菜单设计 .....	227
12.3.1 界面菜单 .....	227
12.3.2 Uimenu 对象属性 .....	231
12.4 控件设计 .....	237
12.4.1 控件对象 .....	237
12.4.2 控件的建立 .....	239
12.4.3 控件的属性 .....	241
12.5 对话框设计 .....	248
12.5.1 公共对话框 .....	248
12.5.2 一般对话框 .....	255
12.6 综合实例 .....	261
12.6.1 坐标轴对象的应用实例 .....	261
12.6.2 文本框的应用实例 .....	264
12.7 上机实验 .....	268
12.8 习题 .....	268
<b>附录 MATLAB 的指令函数 .....</b>	<b>269</b>
附录 A 通用命令函数 .....	269
附录 B 逻辑函数 .....	270
附录 C MATLAB 语言结构和调试 .....	271
附录 D 初等矩阵和矩阵操作函数 .....	272
附录 E 特殊矩阵函数 .....	274

附录 F 初等数学函数 .....	274
附录 G 特殊数学函数 .....	275
附录 H 坐标变换函数 .....	276
附录 I 矩阵的数字线性运算函数 .....	276
附录 J 数值分析和 Fourier 变换函数 .....	277
附录 K 非线性数值方法函数 .....	279
附录 L 系数矩阵函数 .....	280
附录 M 字符串函数 .....	281
附录 N 绘图函数 .....	282
参考文献 .....	287



# 第1章 MATLAB 基础知识



## 本章要点

- 指令窗口的运算
- 指令窗口的操作
- 历史指令窗口的应用
- 工作空间浏览器的应用

## 1.1 指令窗口的运算

### 1.1.1 常用窗口简介

本书以 MATLAB 2007 为例进行介绍和讲解。双击 MATLAB 图标，得到如图 1-1 所示的 MATLAB 2007 的操作桌面。操作桌面上有 3 个窗口，右侧为指令窗口（Command Window）、左上侧为工作空间（Workspace）浏览器、左下侧为历史指令窗口（Command History）。

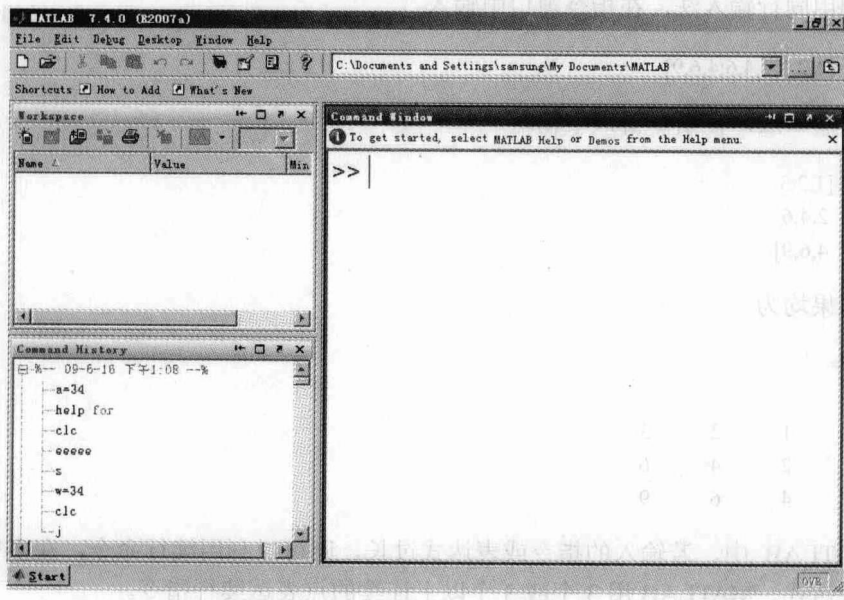


图 1-1 MATLAB 2007 的操作桌面

在指令窗口中，可以输入各种 MATLAB 可接受的指令、函数和表达式，显示除图形外

的所有运算结果。历史指令窗口记录已经运行过的指令、函数和表达式，并可以对它们进行选择复制和重新运行。在工作空间浏览器中，列出 MATLAB 工作空间中所有的变量名、大小和字节数，可以对变量进行观察、编辑、提取和保存。

## 1.1.2 算术运算

在 MATLAB 的指令窗口中，可以输入惯用形式的数学表达式，直接进行各种基本的数值运算。

**【例 1-1】** 计算  $(12+2\times 3)\div 3^2$ 。

**解：** 在指令窗口中输入

```
(12+2*3)/3^2
```

运行结果为

```
ans =
```

```
2
```

在 MATLAB 中输入矩阵有两种方法：同行输入和分行输入。两种输入方法均采用逗号或空格作为矩阵同行各元素的分隔符。在同行输入法中，采用分号作为不同行元素的分隔符；在分行输入法中，采用回车符作为不同行元素的分隔符。

**【例 1-2】** 在 MATLAB 中输入矩阵  $A = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 2 & 4 & 6 \\ 4 & 6 & 9 \end{pmatrix}$ 。

**解：** 利用同行输入法，在指令窗口中输入

```
A=[1,2,3;2,4,6;4,6,9]
```

或利用分行输入法，在指令窗口中输入

```
A=[1,2,3
```

```
2,4,6
```

```
4,6,9]
```

运行结果均为

```
A =
```

```
1    2    3
2    4    6
4    6    9
```

在 MATLAB 中，若输入的指令或表达式过长，则可以利用续行命令，在多行输入同一个指令或表达式。MATLAB 用 3 个或 3 个以上连续的点表达续行指令。

**【例 1-3】** 在 MATLAB 中，计算  $1+2+\dots+10$ 。

**解：** 在指令窗口中输入

1+2+3+4+5+...

6+7+8+9+10

运行结果为

ans = \_\_\_\_\_



### 1.1.3 数值、变量和表达式

## 5. 复数和复数矩阵

在 MATLAB 中，将复数作为一个整体处理，虚数单位用预定义变量  $i$  或  $j$  表示。

**【例 1-4】** 已知  $z_1 = 5 + 6i$ ， $z_2 = 2 + 3i$ ，计算  $z_1 + z_2$ 。

解：在命令窗口中输入

```
z1=5+6i, z2=2+3i, z1+z2
```

运行结果为

```
z1 =
    5.0000 + 6.0000i
z2 =
    2.0000 + 3.0000i
ans =
    7.0000 + 9.0000i
```

**【例 1-5】** 已知  $A = \begin{pmatrix} 1+2i & 3+4i \\ 5+6i & 7+8i \end{pmatrix}$ ， $B = \begin{pmatrix} 5+4i & 4+2i \\ 4+6i & 9+7i \end{pmatrix}$ ，计算  $AB$ 。

解：在命令窗口中输入

```
A=[1+2i, 3+4i; 5+6i, 7+8i]
B=[5+4i, 4+2i; 4+6i, 9+7i]
C=A*B
```

运行结果为

```
A =
    1.0000 + 2.0000i    3.0000 + 4.0000i
    5.0000 + 6.0000i    7.0000 + 8.0000i
B =
    5.0000 + 4.0000i    4.0000 + 2.0000i
    4.0000 + 6.0000i    9.0000 + 7.0000i
C =
    1.0e+002 *
   -0.1500 + 0.4800i   -0.0100 + 0.6700i
   -0.1900 + 1.2400i    0.1500 + 1.5500i
```



## 1.2 指令窗口的应用

### 1.2.1 文字颜色与字体



### 1.2.2 数值显示格式