

Broadview  
www.broadview.com.cn

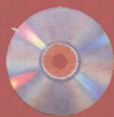
# 完全手册

# MATLAB 使用详解

——基础、开发及工程应用

董霖 编著

- ◆ 全书500多个实例、全部来源于作者的实际工作和具体应用
- ◆ 讲解知识点采用图、表、例等多种形式
- ◆ 详细介绍SIMULINK仿真与GUI界面设计等工程应用重要环节
- ◆ 介绍了小波分析、信号处理、图像处理等工具箱的使用方法



本书实例源文件+辅助学习电子教案



电子工业出版社  
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY  
http://www.phei.com.cn



# 完全手册

# MATLAB 使用详解

——基础、开发及工程应用

董霖 编著

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING



## 内 容 提 要

MATLAB 之所以能够如此流行,一方面是由于其强大的数值计算能力、图形功能和丰富的工具箱,另一方面是由于 MATLAB 语言的简洁性、更加符合工程应用的思维习惯。

本书编著时兼顾上述两方面的特点,内容主要针对 MATLAB 7.0,这是 MATLAB 当前最流行的版本。全书大致可以分为七篇,分别讲述 MATLAB 基础、MATLAB 中的矩阵运算、MATLAB 数据分析、MATLAB 图形、MATLAB 程序设计、SIMULINK 和 MATLAB 常见工具箱。本书对每个知识点做到了逐点实例讲解,并在解决实际问题时溶入了工程实践的经验。

未经许可,不得以任何形式复制或抄袭本书之部分或全部内容。  
版权所有,侵权必究。

### 图书在版编目(CIP)数据

MATLAB 使用详解:基础、开发及工程应用 / 董霖编著. —北京:电子工业出版社, 2009.1  
(完全手册)

ISBN 978-7-121-07397-7

I. M… II. 董… III. 计算机辅助计算—软件包, MATLAB 7.0 IV. TP391.75

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 142026 号

责任编辑:顾慧芳

印 刷:北京智力达印刷有限公司

装 订:三河市皇庄路通装订厂

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本:787×1092 1/16 印张:43.5 字数:1217.2 千字

印 次:2009 年 1 月第 1 次印刷

印 数:4000 册 定价:79.00 元(含光盘 1 张)

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zllts@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010) 88258888。

# 前 言

“当我在学习 MATLAB 时，需要怎样的一本书？”

这是作者写作本书时始终问自己的一个问题。时至今日，MATLAB 以其强大的数值计算能力、卓越的数据可视化功能、丰富的工具箱、开放性的程序接口、简洁的程序语言风格使其成为每个工程科学研究人员必须掌握的开发利器。而要真正掌握并得心应手地运用 MATLAB，并不是件容易的事情。作者在开始学习和使用 MATLAB 时就遇到了不少困难，走了不少弯路。正是这些经验教训让作者明确了写作本书的以下三个出发点。

- 从初学者的角度出发，循序渐进地安排内容结构和知识点分布。
- 从使用者的角度出发，阐明 MATLAB 的使用方法和经验技巧。
- 从工程人员的角度出发，讲述有代表性的实例并讲透整个开发流程。

## 本书的特点

### □ 好学

全书及各章的内容体系安排遵循作者亲身学习和使用的经验，先易后难，循序渐进。对新版本与旧版本的不同之处进行了特别说明。重视基本概念和基本知识的讲解。

### □ 全面

本书内容全面，涵盖面广，难易结合，适合于各个层次的科学工作者和工程技术人员使用。

### □ 实用

本书采用了大量的实例，所有实例都具有较强的代表性，很多实例都有直接的工程应用背景，并附有源代码。

### □ 精讲

对实例进行了详细的讲解，并对可存在疑问的地方给出说明和提示。讲解知识点时注意采用图、表、例等多种形式的搭配。在讲解 MATLAB 各种功能时，都介绍功能的核心原理和机制，让读者能够知其然、更知其所以然。

### □ 细致

在介绍 SIMULINK 仿真功能的时候，结合实际工程模型，从建模到设置方程，使用 SIMULINK 进行仿真设置，得出结果。让读者清楚地了解如何使用 MATLAB 解决实际问题。在介绍 GUI 应用开发应用案例的时候，从分析用户需求到设计 GUI 界面、添加对应的程序代码、发布程序、得出结果，让读者对 GUI 开发流程有深刻的理解。

## 本书的内容安排

本书内容分为七篇，MATLAB 基础、MATLAB 中的矩阵运算、MATLAB 数据分析、

MATLAB 图形、MATLAB 程序设计、SIMULINK 和 MATLAB 常见工具箱，共 26 章，涉及 MATLAB 的安装与卸载、界面操作、基本入门、数值计算、图形、程序设计、外部接口和工具箱等，各章内容如下。

第 1 章首先简要介绍 MATLAB 7.0 对硬件设备、操作系统的要求，随后对 MATLAB 7.0 的安装和卸载过程做详细介绍。

第 2 章介绍 MATLAB 界面环境，主要包括开始按钮、菜单栏、工具栏、命令窗口、历史窗口、工作区间窗口、当前路径窗口、数据编辑窗口、M 文件编辑窗口、MATLAB 路径设置和 MATLAB 帮助系统。

第 3 章是 MATLAB 基础入门，介绍 MATLAB 的基本语法，并引入一个简单示例，通过示例使读者对 MATLAB 有一个感性认识。

第 4 章 MATLAB 矩阵和数组，介绍 MATLAB 基本运算单位——矩阵和数组的创建、寻访等操作。

第 5 章 MATLAB 数据类型，介绍 MATLAB 数据类型的体系结构和几种基本的数据类型，如数值类型、逻辑类型和字符串类型。

第 6 章介绍 MATLAB 的两种高级数据类型：元胞和构架。

第 7 章矩阵分析，介绍矩阵的基本运算、代数运算及稀疏矩阵相应的操作和运算。

第 8 章函数分析，介绍 MATLAB 中函数的表示、函数零点、函数数值微分、数值积分计算、函数的最优化和函数的图形可视化。

第 9 章数据分析，介绍如何利用 MATLAB 对数据做排序分析、均值方差分析和统计分析。

第 10 章讨论 MATLAB 数值计算的一些高级主题，如多项式、常微分方程、插值拟合、回归分析和傅里叶分析。

第 11 章介绍 MATLAB 的符号计算功能，主要包括符号对象的创建和转换、符号矩阵的运算、符号微积分和符号方程求解等内容。

第 12 章介绍 MATLAB 的二维图形功能，主要为各类典型二维图形的绘制、动画效果的制作等。

第 13 章介绍 MATLAB 的三维图形功能，主要内容为各类典型三维图形的绘制和高维图形的可视化方法。

第 14 章图形对象和句柄，介绍 MATLAB 的图形对象体系结构、两种主要图形对象（窗口和轴）的属性及其相关操作、句柄的概念及相关操作。

第 15 章程序设计，详细介绍 MATLAB 的各种语法、变量及变量空间、M 文件程序设计等。

第 16 章讨论 MATLAB 程序的调试、性能优化和出错处理机制。

第 17 章讨论 MATLAB 图形用户界面程序设计的基本原则、操作步骤，重点是利用 GUIDE 创建用户界面程序的方法和回调函数的设计。

第 18 章介绍 MATLAB 的各种 I/O 操作，如文本文件读写、二进制文件读写、图像文件读写等。

第 19 章首先简要介绍 MATLAB 7.0 编译器的主要功能、基本原理、安装和配置，随后

详细讨论如何利用 MATLAB 编译器将 M 文件转换为独立可执行的应用程序和共享函数库。

第 20 章 MATLAB 外部应用程序接口, 介绍 MATLAB 与 C/FORTRAN 的数据接口 (mxArray 数据结构和 mx 函数)、C/FORTRAN MEX 文件、MATLAB 引擎应用程序、C 读写 MAT 文件应用程序。

第 21 章介绍如何利用 Notebook 展示 MATLAB 应用程序。

第 22 章介绍 MATLAB SIMULINK 工具箱的入门知识, 主要是 SIMULINK 的基本原理、基本操作、常用的模型库、仿真初步等。

第 23 章介绍 MATLAB SIMULINK 工具箱的高级技术, 讨论 Scope、积分器、代数环的实现, 还介绍了 SIMULINK 子系统及其封装、调试、S-函数等。

第 24 章 MATLAB 的图像处理工具箱, 首先简要介绍数字图像的基本概念、基本操作, 然后在此基础上依次讲述图像的灰度变换、代数运算、几何运算、图像滤波等。

第 25 章 MATLAB 信号处理工具箱, 首先介绍 MATLAB 中信号的表示, 然后在此基础上讨论窗函数、滤波器的设计实现, 最后介绍随机信号处理和谱分析。

第 26 章 MATLAB 小波分析工具箱, 首先简要介绍小波分析的基本概念, 然后详细讨论小波变换、反变换及其在信号去噪中的应用。

## 适合阅读本书的读者

- 科学研究人员
- 工程技术人员
- 经济学专业研究生
- 电子、信息类专业研究生
- 希望了解 C、FORTRAN 与 MATLAB 混合编程的程序设计人员
- 机械、自动化专业研究生

编者

2008 年 4 月于北京

## 第一篇 MATLAB 基础

**第 1 章 MATLAB7.0 安装与卸载** **2**

MATLAB7.0 可以在多种系统环境下运行, 包括 Windows、UNIX 及 Mac OS X 等, 但在不同平台上的安装方法不同。

- 1.1 MATLAB7.0 安装准备 ..... 2
- 1.2 MATLAB7.0 安装过程 ..... 3
- 1.3 MATLAB7.0 卸载 ..... 4
- 1.4 小结 ..... 5

**第 2 章 MATLAB7.0 用户界面** **6**

主要介绍 MATLAB7.0 用户界面的开始按钮、菜单栏、工具栏和各交互界面的功能及如何对用户界面的各部分进行操作。

- 2.1 开始按钮 ..... 6
- 2.2 菜单栏 ..... 7
  - 2.2.1 使用【File】子菜单 ..... 7
  - 2.2.2 使用其他子菜单 ..... 8
  - 2.2.3 切换菜单栏 ..... 9
- 2.3 工具栏 ..... 9
- 2.4 用户界面中的窗口 ..... 10
  - 2.4.1 命令窗口 (Command Window) ..... 10
  - 2.4.2 历史窗口 (History Window) ..... 11
  - 2.4.3 工作空间窗口 (Workspace Window) ..... 12
  - 2.4.4 数组编辑窗口 ..... 13
- 2.5 MATLAB 路径设置 ..... 13
  - 2.5.1 当前目录窗口 ..... 14
  - 2.5.2 搜索路径及其设置 ..... 16
- 2.6 MATLAB7.0 帮助系统 ..... 18
  - 2.6.1 命令窗口帮助 ..... 18
  - 2.6.2 导航浏览交互界面帮助 ..... 19
- 2.7 小结 ..... 24

## 第3章 MATLAB7.0 入门

25

MATLAB 作为一种功能强大的工程应用软件,其主要功能包括数值计算、数据可视化、符号计算等。

3.1 基本数值计算	25
3.1.1 使用基本数值计算功能	25
3.1.2 MATLAB 常用标点	26
3.2 矩阵处理	27
3.2.1 操作矩阵	27
3.2.2 分辨矩阵和数组	28
3.3 数据可视化	29
3.4 程序设计功能	30
3.5 小结	30

## 第二篇 MATLAB 中的矩阵运算

### 第4章 MATLAB7.0 的矩阵和数组

32

主要介绍 MATLAB 的矩阵和数组的基本结构及相关操作,包括矩阵的创建、拼接、变形、元素的寻访、获取信息,以及各种特殊矩阵及高维数组的相关内容。

4.1 创建矩阵	32
4.1.1 输入元素创建简单矩阵	32
4.1.2 调用函数创建特殊矩阵	33
4.2 拼接矩阵	35
4.2.1 基本拼接	35
4.2.2 拼接函数	36
4.3 改变矩阵尺寸	37
4.3.1 扩大矩阵的尺寸	38
4.3.2 缩小矩阵的尺寸	38
4.4 改变矩阵形状	39
4.5 向量、标量与空矩阵	40
4.5.1 向量	40
4.5.2 标量	42
4.5.3 空矩阵	42
4.6 矩阵寻访	44
4.6.1 下标转换	44
4.6.2 访问单元素	45
4.6.3 访问多元素	46
4.7 获取矩阵信息	47



4.7.1	获取矩阵元素的数据类型	47
4.7.2	获取矩阵的数据结构	48
4.7.3	获取矩阵的尺寸信息	49
4.8	高维数组	50
4.8.1	高维数组的创建	50
4.8.2	访问高维数组的信息	53
4.8.3	高维数组操作函数	53
4.9	小结	55

## 第 5 章 MATLAB7.0 的数据类型 56

MATLAB7.0 支持 15 种基本的数据类型, 每种类型的数据都可以以矩阵或数组的形式存储和操作, 其中最重要的 3 种是数值类型、逻辑类型和字符串类型。

5.1	MATLAB 中的数据类型	56
5.2	数值类型	56
5.2.1	整数类型	57
5.2.2	单精度浮点型	59
5.2.3	双精度浮点类型	60
5.2.4	复数	61
5.2.5	无穷	62
5.2.6	非数	63
5.3	逻辑类型	64
5.3.1	逻辑类型	64
5.3.2	关系运算符	66
5.3.3	逻辑运算符	68
5.3.4	运算符的优先级	71
5.4	字符与字符串	72
5.4.1	字符数组的建立	73
5.4.2	字符串的比较	74
5.4.3	字符串的查找与替换	76
5.4.4	字符串与数值类型的互相转换	76
5.5	小结	77

## 第 6 章 元胞和构架 78

元胞 (Cell) 和构架 (Structure) 是 MATLAB 7.0 的 15 种数据类型中较为特殊的两种。元胞和构架的表现形式分别是元胞数组 (Cell Array) 和构架数组 (Structure Array)。

6.1	元胞	78
6.1.1	直接创建元胞数组	78
6.1.2	调用函数生成元胞数组	79

6.1.3	元胞数组的扩容、删减和重置	80
6.1.4	访问元胞数组内容	81
6.1.5	嵌套元胞数组	83
6.1.6	字符串元胞数组	85
6.2	构架	85
6.2.1	创建构架数组	85
6.2.2	访问构架数组元素	87
6.3	小结	88

## 第7章 矩阵分析

89

主要讨论有关矩阵基本运算、矩阵特征量、矩阵分解、矩阵函数和稀疏矩阵的问题。

7.1	MATLAB 数值计算中的矩阵	89
7.1.1	MATLAB 中的矩阵	89
7.1.2	求解线性代数方程	90
7.1.3	最大(小)值	90
7.2	矩阵基本运算	90
7.2.1	矩阵的加、减	90
7.2.2	矩阵乘法	92
7.2.3	矩阵除法	94
7.2.4	矩阵的幂	96
7.2.5	矩阵按位运算	97
7.2.6	关系运算	101
7.3	矩阵特征量	104
7.3.1	矩阵的行列式	104
7.3.2	矩阵的逆	105
7.3.3	矩阵的范数	106
7.3.4	矩阵的条件数	108
7.3.5	矩阵的秩	110
7.4	矩阵分解	112
7.4.1	特征分解	113
7.4.2	Schur 分解	115
7.4.3	Cholesky 分解	116
7.4.4	LU 分解	117
7.4.5	QR 分解	119
7.4.6	SVD 分解	120
7.5	矩阵函数	122
7.5.1	矩阵函数的概念	123
7.5.2	常用矩阵函数	123

7.5.3 自定义矩阵函数	125
7.6 稀疏矩阵	126
7.6.1 稀疏矩阵与全矩阵	126
7.6.2 创建稀疏矩阵	127
7.6.3 稀疏矩阵操作	130
7.6.4 稀疏矩阵的运算	134
7.7 小结	138

## 第三篇 MATLAB 数据分析

### 第 8 章 函数分析 140

介绍如何利用 MATLAB 分析函数的性质。

8.1 函数的表示	140
8.2 函数的零点	142
8.3 函数微分	145
8.4 函数积分	148
8.4.1 单重数值积分	148
8.4.2 多重数值积分	150
8.5 函数最优化	152
8.6 函数可视化	155
8.7 小结	159

### 第 9 章 数据分析 160

介绍如何利用 MATLAB 进行数据分析。

9.1 最大(小)值、中位数	160
9.2 排序	163
9.3 分位数	166
9.4 求和(积)、差分	167
9.4.1 求和	167
9.4.2 求积	168
9.4.3 求累计和、积和差分	169
9.5 均值和方差	170
9.6 数据预处理	173
9.6.1 处理缺失数据	173
9.6.2 处理奇异值	174
9.7 统计分析	175
9.7.1 关于数学符号的说明	175

9.7.2	几种重要的概率分布	176
9.7.3	生成随机数	177
9.7.4	数据直方图分析	181
9.7.5	数据统计函数	183
9.8	小结	186

## 第 10 章 高级数值计算

187

讨论数值计算的一些高级主题，如数据插值、回归分析、微分方程求解等。

10.1	多项式	187
10.1.1	多项式表示	187
10.1.2	矩阵的特征多项式	187
10.1.3	求多项式的值	188
10.1.4	求多项式的根	190
10.1.5	多项式卷积和反卷积	191
10.1.6	多项式微积分	191
10.1.7	有理式的部分展开	193
10.2	插值	194
10.2.1	一维插值	195
10.2.2	二维插值	197
10.2.3	高维插值	199
10.2.4	样条插值	200
10.2.5	插值方法比较	202
10.3	回归分析	205
10.3.1	线性回归分析	206
10.3.2	多项式回归分析	207
10.3.3	多分量回归分析	208
10.4	曲线拟合	209
10.4.1	多项式拟合	209
10.4.2	指数函数拟合	210
10.4.3	交互式曲线拟合工具	211
10.5	傅里叶分析	213
10.5.1	快速傅里叶变换 (FFT)、逆快速傅里叶变换 (IFFT)	214
10.5.2	FFT 的幅度和相位	215
10.5.3	傅里叶分析的应用例子	217
10.6	常微分方程	218
10.6.1	一阶常微分方程	218
10.6.2	ODE 函数的选择	222
10.6.3	高阶常微分方程	224

10.7 小结	225
---------	-----

## 第 11 章 符号计算

226

MATLAB 的符号计算功能非常强大, 在大规模的简单公式推导、逻辑推导等应用中有重要应用。

11.1 符号类型与数值类型	226
11.2 符号对象及其创建	227
11.2.1 创建符号变量	227
11.2.2 创建符号表达式	229
11.2.3 符号对象与数值的转换	230
11.3 符号函数	233
11.3.1 创建符号函数	233
11.3.2 复合函数	234
11.3.3 反函数	235
11.3.4 特殊符号函数	236
11.4 符号表达式的复合和化简	237
11.4.1 显示符号表达式	237
11.4.2 展开、分解及化简符号表达式	237
11.4.3 符号表达式替换	240
11.5 符号矩阵	242
11.5.1 创建符号矩阵	242
11.5.2 符号矩阵的代数运算	243
11.5.3 符号矩阵的逻辑运算	245
11.5.4 符号矩阵的行列式	246
11.5.5 符号矩阵的逆	247
11.5.6 符号矩阵的秩	248
11.5.7 符号矩阵的特征分解	248
11.5.8 符号矩阵的 SVD 分解	251
11.6 符号微积分	254
11.6.1 极限	254
11.6.2 微分	256
11.6.3 积分	258
11.6.4 Taylor 展开	260
11.6.5 级数求和	261
11.7 符号方程求解	262
11.7.1 一般代数方程	263
11.7.2 线性代数方程组	265
11.7.3 符号常微分方程	267

11.8 小结	270
---------	-----

## 第四篇 MATLAB 图形

### 第 12 章 二维图形 272

介绍 MATLAB 的二维图形绘制, 例如: MATLAB7.0 图形窗口、二维图形的绘制, 二维图形的编辑, 以及特殊二维图形的绘制和编辑。

12.1 绘制二维图形	272
12.1.1 二维图形绘图步骤	272
12.1.2 绘制二维图形	274
12.1.3 快速绘图函数	276
12.1.4 绘制子图	278
12.1.5 图形叠绘	282
12.1.6 绘制双 Y 轴图形	284
12.1.7 交互式绘图函数	286
12.2 编辑二维图形	290
12.2.1 设置图形线型、数据点型和颜色	290
12.2.2 设置坐标轴区间	293
12.2.3 设置图形网格和坐标轴外框	295
12.2.4 注释图形	296
12.3 绘制和编辑特殊图形	298
12.3.1 绘制编辑条形图	299
12.3.2 绘制编辑区域图	302
12.3.3 绘制编辑饼状图	303
12.3.4 绘制编辑柱状图	305
12.3.5 绘制编辑离散数据点图形	306
12.3.6 绘制编辑罗盘图	308
12.3.7 绘制编辑羽毛图	309
12.3.8 绘制编辑轮廓图	310
12.3.9 绘制编辑箭头图	312
12.4 小结	313

### 第 13 章 三维图形 314

介绍用户常用的三维曲线、网格和曲面图, 以及这些三维图形的绘制方法。

13.1 三维图形绘制	314
13.1.1 基本绘制函数——plot3 函数	314
13.1.2 绘制三维网格——mesh 函数	315

13.1.3	绘制三维曲面——surf 函数	317
13.2	三维图形编辑	319
13.2.1	色彩处理	319
13.2.2	光源设置	322
13.2.3	视角控制	323
13.3	高维可视化	324
13.4	小结	325

## 第 14 章 图形对象和句柄

326

介绍 MATLAB 图形对象的相关概念和体系结构，MATLAB 中需要通过句柄访问和控制的图形对象，以及 M 文件内句柄的存储及内建函数对句柄的操作。

14.1	图形对象概述	326
14.1.1	图形对象的体系结构	326
14.1.2	图形对象的类型	327
14.1.3	MATLAB 中对象的属性	329
14.2	访问对象句柄	329
14.2.1	获取当前对象的句柄	330
14.2.2	调用 findobj 函数通过属性值查询对象	331
14.2.3	使用句柄操作对象	331
14.3	设置和访问 MATLAB 对象属性	333
14.3.1	设置属性值	333
14.3.2	查询属性值	334
14.3.3	默认属性	335
14.4	图形窗口对象	338
14.4.1	设置图形窗口的位置属性	338
14.4.2	设置图形窗口的色彩属性	339
14.4.3	图像窗口的绘制模式	340
14.4.4	定制图形窗口的光标	340
14.5	轴对象	341
14.5.1	设置轴对象的位置属性	341
14.5.2	设置轴对象的刻度、刻度标记及坐标轴方向属性	341
14.5.3	轴对象的多轴重叠	344
14.5.4	轴对象的自动模式属性	345
14.6	控制图形输出	345
14.6.1	定制图形输出的窗口	345
14.6.2	定制图形输出的轴	346
14.6.3	利用 newPlot 属性定制图形输出的重叠属性	346
14.7	M 文件内对句柄的操作	347

14.8 小结	348
---------	-----

## 第五篇 MATLAB 程序设计

### 第 15 章 MATLAB7.0 程序设计

350

介绍 M 文件的特点和类型、变量、函数，以及 MATLAB 程序结构和设计控制指令等程序设计的基本内容。

15.1 M 文件	350
15.1.1 M 文件的结构	350
15.1.2 M 文件分类	352
15.1.3 脚本文件	353
15.1.4 函数文件	355
15.1.5 P 码文件	357
15.2 变量	359
15.2.1 命名变量	359
15.2.2 MATLAB 特殊变量	360
15.2.3 MATLAB 中关键字	361
15.2.4 不同类型的变量	362
15.2.5 变量检测函数	364
15.3 函数	364
15.3.1 匿名函数	365
15.3.2 主函数与子函数	365
15.3.3 嵌套函数	367
15.4 程序结构及流控制语句	368
15.4.1 顺序结构	369
15.4.2 循环结构——for 语句	369
15.4.3 循环结构——while 语句	371
15.4.4 分支结构——if 语句	372
15.4.5 分支结构——switch 语句	375
15.4.6 纠错结构——try-catch 语句	377
15.4.7 跳出循环——continue 语句	379
15.4.8 结束循环——break 语句	381
15.5 交互控制指令	381
15.5.1 输入控制——input 指令	381
15.5.2 键盘控制——keyboard 指令	382
15.5.3 暂停执行——pause 指令	382
15.5.4 终止操作——return 指令	385
15.5.5 错误警告——warning 指令	385



15.5.6	警告终止——error 指令	386
15.5.7	指令查询——echo 指令	387
15.6	小结	387

## 第 16 章 程序调试、优化和出错处理 388

介绍 MATLAB 程序优化应该遵循的原则及注意事项，以及 MATLAB 的性能分析工具。

16.1	调试	388
16.1.1	调试的基本任务	388
16.1.2	调试函数	391
16.1.3	MATLAB 调试器	392
16.1.4	警告和错误	396
16.2	性能优化	397
16.2.1	性能分析	397
16.2.2	效率优化技术	400
16.2.3	内存优化技术	401
16.3	出错处理	401
16.3.1	Try-catch 错误查询	402
16.3.2	错误处理	402
16.4	小结	404

## 第 17 章 图形用户界面 (GUI) 405

介绍 MATLAB 的两种 GUI 设计方式，即手工代码式和 GUIDE 式；并将 GUI 设计分为界面设计和程序设计两部分分别讨论；最后给出了一个综合的 GUI 设计实例。

17.1	两种 GUI 设计方式	405
17.1.1	GUI 对象及层次结构	405
17.1.2	回调函数	406
17.1.3	手工代码式 GUI 程序	407
17.1.4	GUIDE 式 GUI 程序	409
17.1.5	GUIDE 界面环境	412
17.2	GUI 界面设计	415
17.2.1	界面设计原则	415
17.2.2	窗口和轴	416
17.2.3	菜单	416
17.2.4	控件	419
17.3	GUI 程序设计	420
17.3.1	GUI M 文件结构	420
17.3.2	GUIDE 的数据组织	421
17.3.3	设计回调函数	421