

MATLAB/Simulink Authoritative Guide  
Development Environment, Programming, System Simulation and Case Studies

# MATLAB/Simulink

## 权威指南

开发环境、程序设计、系统仿真与案例实战

徐国保 张冰 石丽梅 吴凡◎编著

Xu Guobao Zhang Bing Shi Limei Wu Fan

### 资深专家编著，图书质量更有保证

资深MATLAB研究者执笔，系统总结MATLAB编程经验

### 提供配套源码，便于读者动手实践

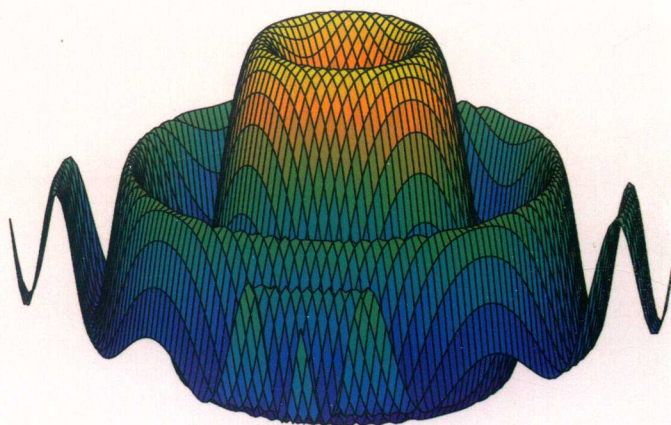
理论联系实际，提供源代码下载，方便读者学习使用

### 内含丰富实例，利于读者二次开发

提供400多个MATLAB编程实例，读者可以据此二次开发

### 提供配套课件，便于教师备课使用

提供了完整的教学课件资料，便于广大教师备课使用



源代码  
教学课件

清华大学出版社

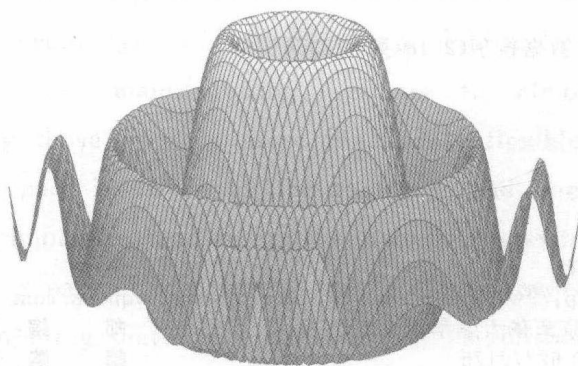


MATLAB/Simulink Authoritative Guide  
Development Environment, Programming, System Simulation and Case Studies

# MATLAB/Simulink 权威指南

开发环境、程序设计、系统仿真与案例实战

徐国保 张冰 石丽梅 吴凡◎编著  
Xu Guobao Zhang Bing Shi Limei Wu Fan



清华大学出版社  
北京

## 内 容 简 介

本书全面、系统地介绍 MATLAB/Simulink 的基础知识,以及 MATLAB/Simulink 在图像处理、信息处理、优化与控制系统、通信系统和电力电子系统中的应用。全书以当今流行的 MATLAB R2016a 和 Simulink 8.7 为平台,也适用于其他更高级版本(MATLAB R2017 和 MATLAB R2018 等),结合高等学校不同专业教师的丰富教学经验和科学研究,详细介绍了 MATLAB/Simulink 的开发环境、程序设计、系统仿真和案例实战。本书的特色是注重 MATLAB/Simulink 的基础以及 MATLAB/Simulink 与电子、通信、自动化、电气、计算机等相关学科领域应用相结合,强调基础,兼顾应用;内容编排合理科学,先基础,后应用,由浅入深,循序渐进;内容翔实,例题新颖,应用实例丰富,便于读者学习和掌握 MATLAB/Simulink。

全书内容包含六部分,即 MATLAB 基础篇、MATLAB 高级篇、MATLAB 信号处理篇、MATLAB 通信系统篇、MATLAB 优化与控制篇和 MATLAB 电力电子篇,共 17 章,内容包括 MATLAB 语言概述、矩阵及其运算、程序结构和 M 文件、数值计算、符号运算、数据可视化、Simulink 仿真基础、MATLAB 图形用户界面、MATLAB 在数字图像处理中的应用、MATLAB 在信号与系统中的应用、MATLAB 在数字信号处理中的应用、MATLAB 在语音信号处理中的应用、MATLAB 在通信系统中的应用、MATLAB 在优化中的应用、MATLAB 在控制系统中的应用、MATLAB 在电子电路中的应用和 Simulink 在电力系统中的应用。内容涉及 MATLAB/Simulink 在电子、电气、自动化、通信、计算机等信息类相关学科领域的应用,能满足一般用户使用的各种功能需求。

本书既可作为初学者的入门用书,也可作为高等院校理工科专业尤其是电子信息工程、电子科学与技术、自动化、电气工程及其自动化、通信工程和计算机科学与技术等专业的本科生教学用书,还可作为研究生、科研与工程技术人员参考用书。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

### 图书在版编目(CIP)数据

MATLAB/Simulink 权威指南:开发环境、程序设计、系统仿真与案例实战/徐国保等编著. —北京:清华大学出版社,2019

(科学与工程计算技术丛书)

ISBN 978-7-302-51839-6

I. ①M… II. ①徐… III. ①自动控制系统—系统仿真—Matlab 软件 IV. ①TP273-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 272364 号

责任编辑:盛东亮  
封面设计:李召霞  
责任校对:时翠兰  
责任印制:宋林

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座 邮 编:100084

社 总 机:010-62770175

邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, [c-service@tup.tsinghua.edu.cn](mailto:c-service@tup.tsinghua.edu.cn)

质量反馈:010-62772015, [zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn](mailto:zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn)

课件下载: <http://www.tup.com.cn>, 010-62795954

印 装 者:清华大学印刷厂

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm 印 张:46

字 数:1045 千字

版 次:2019 年 5 月第 1 版

印 次:2019 年 5 月第 1 次印刷

定 价:129.00 元

产品编号:080427-01

## PREFACE

To Accelerate the Pace of Engineering and Science. These eight words have summarized the MathWorks mission for over 30 years.

In that time, it has been an honor and a humbling experience to see engineers and scientists using MATLAB and Simulink to create transformational breakthroughs in an amazingly diverse range of applications: the electrification and increasing autonomy of automobiles; the dramatically more accurate models and forecasts of our weather and climates; the increased performance and safety of aircraft; the insights from neuroscientists about how our brains and bodies work; the pervasiveness of wireless communications; the reliability of power grids; and much more.

At the same time, MATLAB and Simulink have helped countless students in engineering and science courses to learn key technical concepts and apply them to real-world problems, preparing them better for roles in research, teaching, and industry. They are also equipped to become lifelong learners, exploring for new techniques, combining them, and applying them in novel ways.

Today, the pace of innovation in engineering and science is astonishing. That pace is fueled by huge volumes of data, matched with computing hardware and machine-learning algorithms for extracting information from it. It is embodied by software and algorithms in almost every type of system—from children's toys to household appliances to robots and manufacturing systems to almost every form of transportation—making those systems more functional, flexible, and autonomous. Most important, that pace is driven by the engineers and scientists who gain the insights, create the technologies, and design the innovative systems.

To support today's pace of innovation, MATLAB has evolved into a broad and unifying technical computing platform, spanning well-established methods, such as control design and signal processing, with exciting newer areas, such as deep learning, robotics, and IoT development. For today's smart connected systems, Simulink is the platform that enables you to simulate those systems, optimize the design, and automatically generate the embedded code.

The topics in this book series reflect the broad set of areas that MATLAB and Simulink bring together: large-scale programming, machine learning, scientific computing, robotics, and more. We are delighted to collaborate on this series, in



# PREFACE

support of our ongoing goal: to enable you to accelerate the pace of your engineering and scientific work.

I look forward to the innovations that you will create!

Jim Tung

MathWorks Fellow

致力于加快工程技术和科学研究的步伐——这句话总结了 MathWorks 坚持超过三十年的使命。

在这期间,MathWorks 有幸见证了工程师和科学家使用 MATLAB 和 Simulink 在多个应用领域中的无数变革和突破:汽车行业的电气化和不断提高的自动化;日益精确的气象建模和预测;航空航天领域持续提高的性能和安全指标;由神经学家破解的大脑和身体奥秘;无线通信技术的普及;电力网络的可靠性,等等。

与此同时,MATLAB 和 Simulink 也帮助了无数大学生在工程技术和科学研究课程里学习关键的技术理念并应用于实际问题中,培养他们成为栋梁之才,更好地投入科研、教学以及工业应用中,指引他们致力于学习、探索先进的技术,融合并应用于创新实践中。

如今,工程技术和科研创新的步伐令人惊叹。创新进程以大量的数据为驱动,结合相应的计算硬件和用于提取信息的机器学习算法。软件和算法几乎无处不在——从孩子的玩具到家用设备,从机器人和制造体系到每一种运输方式——让这些系统更具功能性、灵活性、自主性。最重要的是,工程师和科学家推动了这些进程,他们洞悉问题,创造技术,设计革新系统。

为了支持创新的步伐,MATLAB 发展成为一个广泛而统一的计算技术平台,将成熟的技术方法(比如控制设计和信号处理)融入令人激动的新兴领域,例如深度学习、机器人、物联网开发等。对于现在的智能连接系统,Simulink 平台可以让您实现模拟系统,优化设计,并自动生成嵌入式代码。

“科学与工程计算技术丛书”系列主题反映了 MATLAB 和 Simulink 汇集的领域——大规模编程、机器学习、科学计算、机器人等。我们高兴地看到“科学与工程计算技术丛书”支持 MathWorks 一直以来追求的目标:助您加速工程技术和科学研究。

期待着您的创新!

Jim Tung  
MathWorks Fellow

MATLAB 由 MathWorks 公司开发,目前已经发展成为国际上最流行、应用最广的科学计算软件之一。MATLAB 软件具有强大的矩阵计算、数值计算、符号计算、数据可视化和系统仿真分析等功能,广泛应用于科学计算、信号处理、图像处理、通信系统、信号检测、控制设计、仿真分析、金融建模设计与分析等领域,也是线性代数、高等数学、概率论与数理统计、大学物理、数字信号处理、信号与系统、数字图像处理、自动控制原理、时间序列分析、动态系统仿真等课程的基本教学工具。近些年来, MATLAB 已经成为国内外众多高校本科生和研究生的课程,是学生必须掌握的基本编程语言之一,也是教师、科研人员和工程师进行教学、科学研究和研究开发的基本工具。

## 1. 本书特点

本书是基于当今流行的 MATLAB R2016a 和 Simulink 8.7 平台编写的,也适用于其他更高级版本(MATLAB R2017 和 MATLAB R2018 等),是由不同专业的多名高校教师在十余年从事 MATLAB 课程教学、课程改革、毕业设计指导和利用 MATLAB 进行科学研究的基础上编著而成的。本书具有以下特点。

(1) 内容编排合理科学。先基础后应用,先理论后实践,由浅入深,循序渐进地进行编排,便于读者学习和掌握 MATLAB/Simulink。

(2) 内容翔实,例题新颖。本书结合编者多年的 MATLAB 教学和使用经验,详细介绍了最新的 MATLAB/Simulink 版本基本内容,列举了丰富的例题和应用实例,便于读者更好地掌握 MATLAB 各种函数和命令。

(3) 理论与应用有机结合。本书前 8 章介绍 MATLAB/Simulink 基础内容,每章最后两节都给出应用实例和综合实例。第 9 章到第 17 章详细介绍了 MATLAB/Simulink 在电子、通信、电气、自动化和计算机等相关学科领域中的应用。

(4) 实例丰富,简单易学。本书用通俗易懂的语言介绍了 MATLAB/Simulink 基础内容,全书通过近 400 个应用实例的详细讲解,指导读者更好地应用 MATLAB 解决专业领域的实际应用问题。

## 2. 本书内容

全书内容包含六部分,即 MATLAB 基础篇、MATLAB 高级篇、MATLAB 信号处理篇、MATLAB 通信系统篇、MATLAB 优化与控制篇和 MATLAB 电力电子篇,共 17 章。MATLAB 基础篇包括:第 1 章 MATLAB 语言概述,主要介绍 MATLAB 语言的发展、特点、环境、帮助系统、数据类型和运算符;第 2 章 MATLAB 矩阵及其运算,主要介绍矩阵的创建、修改和基本运算,矩阵分析,字符串,多维数组,结构数组和元胞数组;第 3 章 MATLAB 程序结构和 M 文件,主要介绍 MATLAB 程序结构、M 文件、M 函数文件和程序调试;第 4 章 MATLAB 数值计算,主要介绍多项式运算、数据插值、数据拟合、数据统

# 前言

计和数值计算；第5章 MATLAB 符号运算，主要介绍符号定义，符号运算，符号极限，符号微分和积分。MATLAB 高级篇包括：第6章 MATLAB 数据可视化，主要介绍 MATLAB 二维曲线绘制，二维特殊图形绘制，三维曲线和曲面绘制；第7章 Simulink 仿真基础，主要介绍 Simulink 的基本概念、模块组成、常用模块、模块编辑和 Simulink 仿真；第8章 MATLAB 图形用户界面，主要介绍图形用户界面，GUI 控制框常用对象及功能，GUI 菜单的设计方法和 GUI 设计实例。MATLAB 信号处理篇主要包括：第9章 MATLAB 在数字图像处理中的应用；第10章 MATLAB 在信号与系统中的应用；第11章 MATLAB 在数字信号处理中的应用；第12章 MATLAB 在语言信号处理中的应用。MATLAB 通信系统篇包括第13章 MATLAB 在通信系统中的应用。MATLAB 优化与控制篇包括：第14章 MATLAB 在优化中的应用；第15章 MATLAB 在控制系统中的应用。MATLAB 电力电子篇包括：第16章 MATLAB 在电子电路中的应用；第17章 Simulink 在电力系统中的应用。

## 3. 本书读者

本书既可作为初学者的入门用书，也可作为高等院校理工科专业，尤其是电子信息工程、电子科学与技术、自动化、电气工程及其自动化、通信工程和计算机科学与技术等专业的教学用书，也可作为研究生、科研与工程技术人员的参考用书。

(1) MATLAB/Simulink 的初学者。

(2) MATLAB/Simulink 的爱好者。

(3) MATLAB/Simulink 的提高人员。

(4) MATLAB/Simulink 相关从业人员。

(5) 高等院校理工科专业师生。

(6) 广大科研工作人员。

## 4. 本书作者

本书由广东海洋大学的徐国保主编。第1章至第4章、第6章、第8章和第9章由电子信息工程专业的徐国保编写；第7章、第15章至第17章由广东海洋大学电气工程及其自动化专业的张冰编写；第10章至第12章由广东海洋大学通信工程专业的石丽梅编写；第5章、第13章和第14章由广东海洋大学通信工程专业的吴凡编写。为了确保本书的质量，应用部分均由教学经验丰富的相关专业任课教师编写。本书的编写思路与内容选择由编者集体讨论确定，全书由徐国保负责统稿和定稿。

在本书的编写过程中，参考和引用了相关教材和资料，在此一并向教材和资料的作者表示诚挚的谢意。赵霞参与了资料收集和校稿工作，本书也得到清华大学出版社高级策划编辑盛东亮的指导和帮助，在此表示感谢！



# 前言

为了便于读者学习,全书附有所有应用实例和综合实例的源代码。为了方便教师教学,本书配有教学课件和所有图片素材,欢迎选用本书作为教材的老师索取,联系邮箱为 xuguobao@126.com。

由于编者水平有限,书中难免存在不妥之处,欢迎使用本书的读者批评指正,以便再版时改进和提高,共同促进本书质量的提高。

编者

2019年1月

## 第一部分 MATLAB 基础篇

第 1 章	MATLAB 语言概述 .....	3
1.1	MATLAB 语言的发展 .....	3
1.2	MATLAB 语言的特点 .....	4
1.3	MATLAB 语言的环境 .....	5
1.3.1	MATLAB 语言的安装 .....	5
1.3.2	MATLAB 语言的界面简介 .....	10
1.4	MATLAB 帮助系统 .....	15
1.4.1	help 查询帮助函数 .....	15
1.4.2	lookfor 查询帮助函数 .....	15
1.4.3	联机帮助系统 .....	16
1.5	MATLAB 数据类型 .....	17
1.5.1	常量和变量 .....	17
1.5.2	整数和浮点数 .....	19
1.5.3	复数 .....	20
1.6	MATLAB 运算符 .....	21
1.6.1	算术运算符 .....	21
1.6.2	关系运算符 .....	23
1.6.3	逻辑运算符 .....	24
1.6.4	优先级 .....	25
1.7	应用实例 .....	25
1.8	综合实例 .....	28
1.9	本章小结 .....	29
第 2 章	MATLAB 矩阵及其运算 .....	30
2.1	矩阵的创建 .....	30
2.1.1	直接输入矩阵 .....	30
2.1.2	冒号生成矩阵 .....	31
2.1.3	利用函数生成矩阵 .....	31
2.1.4	利用文本文件生成矩阵 .....	33
2.1.5	利用 M 文件生成矩阵 .....	33
2.1.6	特殊矩阵的生成 .....	34
2.2	矩阵的修改 .....	39
2.2.1	矩阵部分替换 .....	39

# 目录

2.2.2	矩阵部分删除	39
2.2.3	矩阵部分扩展	40
2.2.4	矩阵结构变换	42
2.3	矩阵的基本运算	44
2.3.1	矩阵的加减运算	44
2.3.2	矩阵的乘法运算	45
2.3.3	矩阵的除法运算	45
2.3.4	矩阵的乘方运算	45
2.3.5	矩阵的点运算	46
2.4	矩阵分析	47
2.4.1	方阵的行列式	47
2.4.2	矩阵的秩和迹	48
2.4.3	矩阵的逆和伪逆	48
2.4.4	矩阵的特征值和特征向量	50
2.4.5	矩阵的分解	51
2.4.6	矩阵的信息获取函数	56
2.5	字符串	57
2.5.1	字符串的创建	57
2.5.2	字符串的操作	60
2.5.3	字符串转换	63
2.6	多维数组	64
2.6.1	多维数组的创建	64
2.6.2	多维数组的操作	67
2.7	结构数组和元胞数组	69
2.7.1	结构数组	69
2.7.2	元胞数组	72
2.8	矩阵及其运算应用实例	75
2.9	矩阵及其运算综合实例	85
2.9.1	矩阵在图像处理中的应用	85
2.9.2	线性方程组的求解	86
2.9.3	多维数组在彩色图像中的应用	88
2.10	本章小结	89
第3章	MATLAB 程序结构和 M 文件	90
3.1	程序结构	90
3.1.1	顺序结构	90

3.1.2	选择结构	92
3.1.3	循环结构	99
3.1.4	程序控制命令	104
3.2	M 文件	106
3.2.1	M 文件的分类和特点	106
3.2.2	M 文件的创建和打开	107
3.3	M 函数文件	108
3.3.1	M 函数文件的格式	108
3.3.2	M 函数文件的调用	109
3.3.3	主函数和子函数	110
3.3.4	函数的参数	114
3.3.5	函数的变量	116
3.4	程序调试	117
3.4.1	命令窗口调试	117
3.4.2	MATLAB 菜单调试	118
3.4.3	MATLAB 调试函数	119
3.5	程序结构和 M 文件应用实例	119
3.6	程序结构和 M 文件综合实例	125
3.7	本章小结	128
<b>第 4 章</b>	<b>MATLAB 数值计算</b>	<b>129</b>
4.1	多项式	129
4.1.1	多项式的创建	129
4.1.2	多项式的值和根	130
4.1.3	多项式的四则运算	132
4.1.4	多项式的微积分运算	134
4.1.5	多项式的部分分式展开	135
4.2	数据插值	136
4.2.1	一维插值	137
4.2.2	二维插值	142
4.2.3	多维插值	143
4.3	数据拟合	144
4.4	数据统计	146
4.4.1	矩阵元素的最大值和最小值	146
4.4.2	矩阵元素的平均值和中值	148
4.4.3	矩阵元素的排序	149



# 目录

4.4.4	矩阵元素求和与求积 .....	150
4.4.5	矩阵元素的累加和与累乘积 .....	151
4.4.6	标准方差和相关系数 .....	153
4.5	数值计算 .....	155
4.5.1	函数极值 .....	155
4.5.2	函数零点 .....	157
4.5.3	数值差分 .....	158
4.5.4	数值积分 .....	159
4.5.5	常微分方程求解 .....	160
4.6	数值计算应用实例 .....	161
4.7	数值计算综合实例 .....	174
4.8	本章小结 .....	175
第 5 章	MATLAB 符号运算 .....	176
5.1	MATLAB 符号运算的特点 .....	176
5.2	MATLAB 符号对象的创建和使用 .....	177
5.3	符号多项式函数运算 .....	183
5.3.1	多项式函数的符号表达形式及相互转换 .....	183
5.3.2	符号多项式的向量表示形式及其计算 .....	189
5.3.3	反函数和复合函数求解 .....	190
5.4	符号微积分运算 .....	192
5.4.1	函数的极限和级数运算 .....	192
5.4.2	符号微分运算 .....	195
5.4.3	符号积分运算 .....	198
5.5	符号方程求解 .....	205
5.5.1	符号代数方程求解 .....	205
5.5.2	符号常微分方程求解 .....	209
5.5.3	一维偏微分方程求解 .....	211
5.6	符号运算应用实例 .....	216
5.7	符号运算综合实例 .....	222
5.7.1	符号函数可视化应用 .....	222
5.7.2	符号积分应用 .....	223
5.7.3	符号卷积应用 .....	224
5.7.4	符号积分变换应用 .....	225
5.8	本章小结 .....	227

## 第二部分 MATLAB 高级篇

<b>第 6 章</b>	<b>MATLAB 数据可视化</b>	231
6.1	概述	231
6.2	二维曲线的绘制	233
6.2.1	绘图基本函数	233
6.2.2	线性图格式设置	237
6.2.3	图形修饰	241
6.2.4	图形保持	245
6.2.5	多个图形绘制	246
6.3	二维特殊图形的绘制	247
6.3.1	柱状图	247
6.3.2	饼形图	248
6.3.3	直方图	249
6.3.4	离散数据图	251
6.3.5	向量图	253
6.3.6	极坐标图	254
6.3.7	对数坐标图	256
6.3.8	双纵坐标绘图	257
6.3.9	函数绘图	258
6.4	三维曲线和曲面的绘制	259
6.4.1	绘制三维曲线图	260
6.4.2	绘制三维曲面图	261
6.4.3	特殊的三维图形	263
6.4.4	绘制动画图形	264
6.5	MATLAB 图形窗口	266
6.6	数据可视化应用实例	269
6.7	数据可视化综合实例	278
6.8	本章小结	279
<b>第 7 章</b>	<b>Simulink 仿真基础</b>	280
7.1	Simulink 概述	280
7.1.1	Simulink 的基本概念	281
7.1.2	Simulink 模块的组成	282
7.1.3	Simulink 中的数据类型	283

# 目录

7.2	Simulink 的使用 .....	284
7.2.1	Simulink 的启动和退出 .....	284
7.2.2	在 Simulink 的窗口创建一个新模型 .....	285
7.2.3	Simulink 模块的操作 .....	286
7.2.4	Simulink 的建模和仿真 .....	286
7.3	Simulink 的模块库及模块 .....	288
7.3.1	Commonly Used Blocks 子模块库 .....	290
7.3.2	Continuous 子模块库 .....	292
7.3.3	Dashboard 子模块库 .....	292
7.3.4	Discontinuous 子模块库 .....	293
7.3.5	Discrete 子模块库 .....	294
7.3.6	Logic and Bit Operations 子模块库 .....	295
7.3.7	Lookup Tables 子模块库 .....	296
7.3.8	Math Operations 子模块库 .....	297
7.3.9	Model Verification 子模块库 .....	298
7.3.10	Model-Wide Utilities 子模块库 .....	299
7.3.11	Ports & Subsystems 子模块库 .....	300
7.3.12	Signals Attributes 子模块库 .....	301
7.3.13	Signals Routing 子模块库 .....	301
7.3.14	Sinks 子模块库 .....	302
7.3.15	Sources 子模块库 .....	303
7.3.16	User-defined Functions 子模块库 .....	304
7.4	Simulink 模块操作及建模 .....	305
7.4.1	Simulink 模型 .....	305
7.4.2	Simulink 模块的基本操作 .....	306
7.4.3	系统模型注释与信号标签设置 .....	306
7.4.4	Simulink 建模 .....	308
7.5	Simulink 模块及仿真参数设置 .....	311
7.5.1	模块参数设置 .....	311
7.5.2	Simulink 仿真参数设置 .....	312
7.6	过零检测和代数环 .....	319
7.6.1	过零检测 .....	319
7.6.2	代数环 .....	320
7.7	Simulink 仿真基础应用实例 .....	321
7.8	Simulink 仿真基础综合实例 .....	334
7.9	本章小结 .....	337

<b>第 8 章</b>	<b>MATLAB 图形用户界面</b>	<b>338</b>
8.1	图形用户界面简介	338
8.1.1	GUI 的设计原则及步骤	338
8.1.2	GUI 设计窗口的打开、关闭和保存	339
8.1.3	GUI 的模板	342
8.2	控制框常用对象及功能	343
8.2.1	GUI 按钮	343
8.2.2	GUI 滑块	346
8.2.3	GUI 单选按钮	349
8.2.4	GUI 复选框	351
8.2.5	GUI 可编辑文本和静态文本	353
8.2.6	GUI 弹出式菜单	356
8.2.7	GUI 列表框	358
8.2.8	GUI 切换按钮	361
8.2.9	GUI 轴	364
8.3	GUI 菜单的设计	366
8.3.1	使用菜单编辑器创建菜单	366
8.3.2	使用句柄对象创建菜单	370
8.4	GUI 设计实例	371
8.4.1	曲线修饰演示系统	371
8.4.2	图像预处理演示系统	374
8.5	本章小结	380

## 第三部分 MATLAB 信号处理篇

<b>第 9 章</b>	<b>MATLAB 在数字图像处理中的应用</b>	<b>383</b>
9.1	数字图像的读取、显示和存储	383
9.1.1	图像的读取	383
9.1.2	图像的显示	384
9.1.3	图像文件的存储	385
9.2	数字图像的类型及转换	386
9.2.1	图像类型	386
9.2.2	图像转换	389
9.3	图像的基本运算	393
9.3.1	图像的代数运算	393



# 目录

9.3.2	图像的几何运算	397
9.4	图像增强	400
9.4.1	图像的直方图	400
9.4.2	图像的灰度调整增强	401
9.4.3	图像的直方图均衡增强	401
9.5	图像滤波	402
9.5.1	基于卷积的图像滤波函数 filter2 以及 imfilter	402
9.5.2	中值滤波	404
9.5.3	二维统计顺序滤波	406
9.5.4	自适应滤波	407
9.6	图像边缘检测	408
9.7	图像压缩	409
9.8	本章小结	411
第 10 章	MATLAB 在信号与系统中的应用	412
10.1	信号及表示	412
10.1.1	连续信号的表示	412
10.1.2	几种连续信号产生函数	413
10.1.3	离散信号的表示	419
10.1.4	几种离散信号产生函数	419
10.2	信号的基本运算	421
10.2.1	信号的相加和相乘	421
10.2.2	序列延时与周期拓展	422
10.2.3	序列反转与累加	423
10.2.4	两序列卷积运算	424
10.3	信号的能量和功率	425
10.4	线性时不变系统的创建	426
10.4.1	常系数线性微分/差分方程	427
10.4.2	系统函数的标准模型	427
10.4.3	系统函数的零极点增益模型	428
10.4.4	系统函数的二次分式模型	428
10.4.5	系统函数的部分分式模型	428
10.4.6	线性时不变系统的创建函数和系统函数模型转换函数	429
10.5	线性时不变系统的时域分析	432
10.5.1	LTI 系统零输入响应的数值求解	433