

结合作者多年的Simulink使用经验与实际工程应用案例，详细讲解Simulink软件的使用方法与技巧；本书深入浅出，实例引导，讲解翔实，是一本简明的Simulink综合性参考书

基于MATLAB/Simulink 系统仿真权威指南

Authoritative Guide on MATLAB/Simulink-based System Simulation

王江 付文利 等编著

- MATLAB简介、Simulink简介、Simulink基础、Simulink模块操作
- Simulink信号操作、创建Simulink模型、Simulink仿真设置
- 系统过零检测及积分器使用、Simulink子系统技术、子系统封装
- 系统仿真过程、模型调试、编写M语言S-函数、Stateflow建模与应用
- 控制仿真系统、神经网络仿真系统、电力仿真系统

权威
指南



机械工业出版社
China Machine Press

基于MATLAB/Simulink 系统仿真权威指南

Authoritative Guide on MATLAB/Simulink-based System Simulation

王江 付文利 等编著



机械工业出版社
China Machine Press

图书在版编目 (CIP) 数据

基于 MATLAB/Simulink 系统仿真权威指南/王江, 付文利等编著. —北京: 机械工业出版社, 2013.7

ISBN 978-7-111-43216-6

I. 基… II. 王… III. 自动控制系统-系统仿真-Matlab 软件-指南 IV. TP273-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 154705 号

版权所有·侵权必究

封底无防伪标均为盗版

本书法律顾问 北京市展达律师事务所

Simulink 是 MATLAB 最重要的组件之一, 它提供一个动态系统建模、仿真和综合分析的集成环境。Simulink 已成为国内外高等院校高等数学、数值分析、数字信号处理、自动控制理论以及工程应用等课程的基本教学工具。

全书共分为 17 章, 从 MATLAB 简介开始, 详细介绍了 Simulink 的基础知识、模块操作、信号操作、仿真设置、积分器使用、子系统技术、系统仿真过程、模型的调试、编写 M 语言 S-函数及 Stateflow 建模等内容。在本书最后还重点介绍了控制系统仿真系统、神经网络仿真系统、电力系统仿真系统的原理及其运用。

本书按逻辑编排, 自始至终用实例描述, 是一本简明的 Simulink 综合性参考书。本书深入浅出, 实例引导, 讲解翔实, 既可以作为高等院校理工科的研究生、本科生的教材, 也可作为广大科研和工程技术人员的参考用书。

机械工业出版社 (北京市西城区百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑: 谢晓芳

三河市杨庄长鸣印刷装订厂印刷

2013 年 10 月第 1 版第 1 次印刷

186mm×240mm·30.25 印张

标准书号: ISBN 978-7-111-43216-6

定 价: 79.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

客服热线: (010) 88378991 88361066

投稿热线: (010) 88379604

购书热线: (010) 68326294 88379649 68995259

读者信箱: hzjsj@hzbook.com

前 言

MATLAB 名字由 MATrix 和 LABoratory 两个英文单词的前 3 个字母组合而成。在 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, 为减轻学生编程的负担, 设计了一组调用 LINPACK 和 EISPACK 库程序的“通俗易懂”的接口, 这就是用 FORTRAN 语言编写的萌芽状态的 MATLAB。

MATLAB 重要功能之一——Simulink 是 MathWorks 公司开发的用于动态系统和嵌入式系统的多领域仿真和基于模型的设计工具, 该工具包括多种不同功能的模块库。

Simulink 具有适应面广、结构和流程清晰及仿真精细、贴近实际、效率高、灵活等优点, 基于以上优点 Simulink 已广泛应用于控制理论和数字信号处理的复杂仿真与设计。同时有大量的第三方软件和硬件可应用于 Simulink。

目前, Simulink 已成为信号处理、通信原理、自动控制等专业的重要基础课程的首选实验平台, 而对于学生而言, 最有效的学习途径是结合某一专业课程来学习和掌握 Simulink。

1. 本书特点

由浅入深, 循序渐进。本书以初、中级读者为对象, 首先从 Simulink 使用基础讲起, 然后以 Simulink 在工程中的应用案例, 帮助读者尽快掌握用 Simulink 进行分析的技能。

步骤详尽、内容新颖。本书结合作者多年使用 Simulink 的经验, 并辅以实际工程应用案例, 详细介绍 Simulink 软件的使用方法与技巧。本书在讲解过程中, 步骤详尽、内容新颖, 讲解过程辅以相应的图片, 使读者在阅读时一目了然, 从而快速把握书中所讲内容。

实例典型, 轻松易学。通过学习实际工程应用案例的具体操作是掌握 Simulink 的最好方式。本书通过综合应用案例, 透彻详尽地讲解了 Simulink 在各方面的应用。

2. 本书内容

本书基于 MATLAB R2012a, 讲解了 Simulink 的基础知识和核心内容。本书主要分为两个部分: 基础知识部分和实例部分, 其中基础知识包括第 1~14 章, 实例部分包括第 15~17 章。

第 1 章简单介绍 MATLAB 的基本知识, 包括发展史、特点、工作环境等, 同时对 MATLAB 软件的基本用途和方法也做了简单介绍。

第 2 章概述 Simulink, 包括 Simulink 简介、Simulink 组成、工作原理和环境设置等内容。

第 3 章介绍 Simulink 基础, 包括 Simulink 基本操作、模块选择、系统模型的构建和模型

版本的管理等内容。

第 4 章介绍模块操作，包括改变模块外观、设置模块参数、标注模块、显示模块属性及模块输出、控制和显示模块执行顺序等，最后还介绍了查找表编辑器的使用。

第 5 章介绍 Simulink 的信号操作，包括信号的概念、Scope 模块的高级使用技术、信号的显示和操作，以及复合信号。

第 6 章介绍 Simulink 模型的创建，包括创建模型的要素、Simulink 开放式动态系统建模、动态系统数学模型分类和建立动态模型技术。

第 7 章主要介绍 Simulink 仿真设置，包括仿真基础、仿真算法、工作区输入/输出设置和输出信号的显示等知识。

第 8 章主要介绍系统过零检测及积分器的使用，包括求解器的概念、过零检测、系统代数环的概念与解决方案，还介绍了高级积分器和仿真诊断选项的设计。

第 9 章主要介绍 Simulink 子系统技术，包括子系统、高级子系统技术和控制流语句等。

第 10 章主要介绍子系统的封装，包括子系统封装的概念、封装编辑器、创建封装模块和动态对话框、自定义库的操作等。

第 11 章主要介绍系统仿真过程，包括仿真过程的启动、仿真配置和优化仿真性能等。

第 12 章主要介绍模型调试知识，包括模型调试、调试器的控制、设置断点、显示仿真休息和模型信息等。

第 13 章主要介绍 M 语言 S-函数的编写，包括 S-函数创建、S-函数的概念、编写 S-函数和 S-函数范例。

第 14 章主要介绍 Stateflow 建模与应用知识，包括有限状态机的简介、状态图、流程图、层次结构、并行机制和其他对象等。

第 15 章主要介绍控制仿真系统，包括仿真参数的设置、Simulink 仿真、线性控制系统设计分析和非线性控制系统设计分析等。

第 16 章主要介绍神经网络仿真系统，包括神经网络工具箱简介、感知器、BP 神经网络、径向基网络、自组织竞争神经网络、Simulink 神经网络模块等。

第 17 章主要介绍电力仿真系统，包括同步发电机模型、电力变压器模型、输电线路模型和负荷模型等。

3. 读者对象

本书适合于 Simulink 初学者和希望提高矩阵运算及建模仿真工程应用能力的读者。具体包括以下人员：

- ★ 初学 Simulink 的技术人员
- ★ 自动化、通信等专业的师生
- ★ Simulink 爱好者
- ★ 初、中级 Simulink 从业人员

4. 读者服务

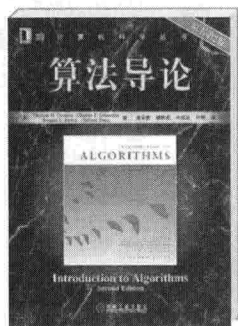
为了方便解决本书疑难问题，读者朋友在学习过程中遇到相关的技术问题时，可以发邮件到电子邮箱 caxbook@126.com 和 2008chongyou@163.com，或访问博客 <http://blog.sina.com.cn/caxbook>，编者会尽快给予解答，竭诚为您提供服务。

5. 本书作者

本书主要由王江、付文利等编著，另外周文华、崔鹏、王晓明、黄利、郑明辉、刘力、陈磊、李秀峰、何嘉扬、杨海龙、林波、王晓明、张杨、王可东、李诗洋、王亚冰等参与了部分章节的编写工作。虽然作者在本书的编写过程中力求叙述准确、完善，但由于水平有限，书中欠妥之处在所难免，希望读者和同仁能够及时指出，共同促进本书质量的提高。

编者

推荐阅读



算法导论, 原书第2版

作者: [美] Thomas H. Cormen 等
译者: 潘金贵 顾铁成 等
书号: 7-111-18777-6
定价: 85.00元
■2006, 2007 CSDN, 《程序员》杂志评选的十大IT好书之一, 算法中的经典权威之作



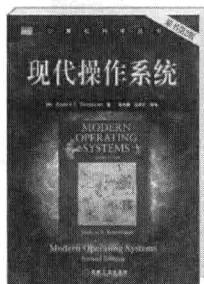
Java编程思想, 原书第4版

作者: [美] BRUCE ECKEL
译者: 陈昊鹏
书号: 978-7-111-21382-6
定价: 108.00元
■2006, 2007 CSDN, 《程序员》杂志评选的十大IT好书之一



编译原理, 原书第2版

作者: [美] ALFRED V. AHO, RAVI SETHI, JEFFREY D. ULLMAN
译者: 赵建华 郑滔
■编译领域无可替代的经典著作, 被广大计算机专业人士誉为“龙书”



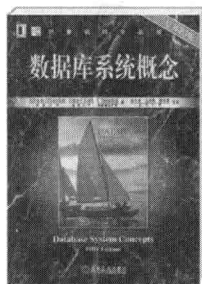
现代操作系统, 原书第2版

作者: [荷] Andrew S. Tanenbaum
译者: 陈向群 马洪兵
中文版: 7-111-16511-X
定价: 55.00元
英文版: 7-111-09156-6
定价: 48.00元
■操作系统领域的经典之作, 全球著名高校竞相采用



分布式系统: 概念与设计, 原书第4版

作者: [美] George Coulouris, Jean Dollimore, Tim Kindberg
译者: 金磊弘
中文版: 978-7-111-22438-9
定价: 69.00元
英文版: 7-111-17366-X
定价: 89.00元
■本书是衡量所有其它分布式系统教材的标准



数据库系统概念, 原书第5版

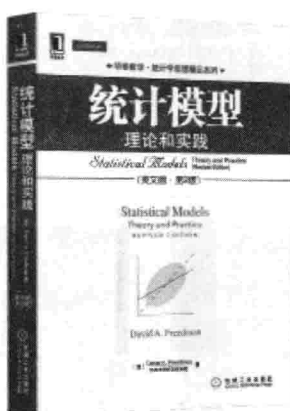
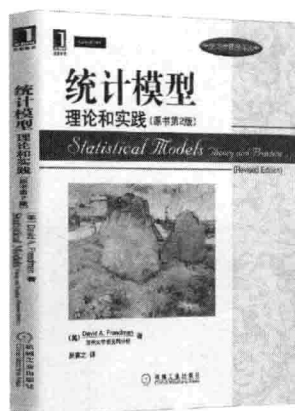
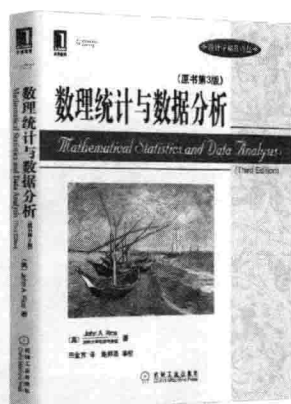
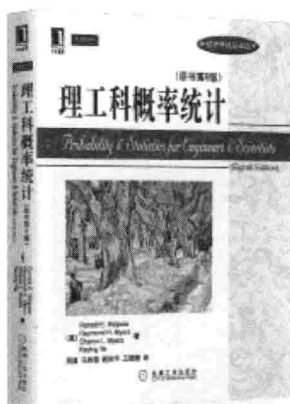
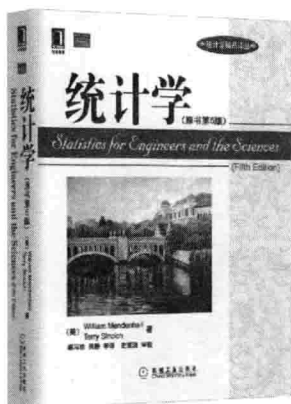
作者: [美] Abraham Silberschatz, Henry F. Korth, S. Sudarshan
译者: 杨冬青 唐世渭
中文版: 7-111-19687-2
定价: 69.00元
■数据库系统方面的经典教材, 被美誉为“帆船书”



计算机网络: 自顶向下方法与Internet特色, 原书第4版

作者: [美] James F. Kurose, Keith W. Ross
译者: 陈鸣
2008年05月出版
■全球上百所大学和学院采用, 被译为10多种语言并被世界上数以万计的学生和专业人士采用

推荐阅读



统计学（原书第5版）

作者：William Mendenhall 等 ISBN: 978-7-111-26437-8 定价：128.00元

数据统计与数据分析（原书第3版）

作者：John A Rice ISBN: 978-7-111-33646-4 定价：85.00元

统计模型：理论和实践（英文版·第2版）

作者：David A Freedman ISBN: 978-7-111-341797-5 定价：38.00元

理工科概率统计（原书第8版）

作者：Ronald E Walpole 等 ISBN: 978-7-111-27708-8 定价：98.00元

统计模型：理论和实践（原书第2版）

作者：David A Freedman ISBN: 978-7-111-30989-5 定价：45.00元

多元数据分析（英文版·第7版）

作者：Joseph F Hair Jr 等 ISBN: 978-7-111-34198-7 定价：109.00元

目 录

前言	
第 1 章 MATLAB 简介	1
1.1 MATLAB 的发展史	1
1.2 MATLAB 的特点及应用领域	2
1.3 MATLAB R2012a 的工作环境	4
1.3.1 操作界面简介	4
1.3.2 Command Window	5
1.3.3 Command History 窗口	8
1.3.4 输入变量	9
1.3.5 Current Folder 窗口和 路径管理	10
1.3.6 搜索路径	11
1.3.7 Workspace 和变量编辑器	12
1.3.8 存取数据文件	14
1.4 MATLAB R2012a 的帮助系统	15
1.4.1 纯文本帮助	15
1.4.2 演示帮助	16
1.4.3 帮助文件目录	18
1.4.4 帮助文件索引	19
1.5 小结	19
第 2 章 Simulink 简介	20
2.1 Simulink 的基本介绍	20
2.1.1 功能	20
2.1.2 特点	21
2.2 Simulink 的导引	22
2.2.1 Simulink 的安装	22
2.2.2 Simulink 的工作环境	23
2.2.3 Simulink 模型实例	24
2.3 Simulink 的工作原理	25
2.3.1 动态系统的计算机仿真	25
2.3.2 Simulink 求解器	27
2.4 Simulink 的组成	29
2.4.1 应用工具箱	29
2.4.2 扩展的模块库	30
2.5 Simulink 环境的设置	31
2.5.1 Simulink Preferences 对话框	31
2.5.2 Simulink 环境设置	31
2.6 小结	32
第 3 章 Simulink 基础	33
3.1 Simulink 基本操作	33
3.1.1 Simulink 的窗口和菜单	33
3.1.2 打开系统模型	34
3.1.3 输入 Simulink 命令	34
3.1.4 保存系统模型	37
3.1.5 打印模型框图及生成 报告	38
3.1.6 常用鼠标和键盘操作	42
3.2 Simulink 模块	43

3.2.1	Simulink 模块库简介	43	4.4	标注方块图	65
3.2.2	连续模块库	43	4.4.1	编辑标注	65
3.2.3	离散模块库	44	4.4.2	在标注中使用 TeX 格式命令	66
3.2.4	查找表模块库	45	4.5	Block Properties 对话框	67
3.2.5	数学运算模块库	46	4.6	显示模块输出	69
3.2.6	不连续模块库	47	4.6.1	设置输出提示	69
3.2.7	信号布线模块库	47	4.6.2	模块输出提示选项	71
3.2.8	信号输出模块库	48	4.7	控制和显示模块的执行顺序	71
3.2.9	源模块库	49	4.7.1	指定模块优先级	71
3.2.10	其他专业模块库	50	4.7.2	显示模块执行顺序	72
3.3	Simulink 系统模型的构建	51	4.8	查找表编辑器	72
3.3.1	Simulink 库浏览器的 基本操作	51	4.8.1	编辑查询表数值	72
3.3.2	模块的选择与连接	51	4.8.2	显示 N-维表	75
3.3.3	模块的参数设置	53	4.8.3	绘制 LUT 表曲线	76
3.4	管理模型的版本	53	4.8.4	编辑自定义 LUT 模块	77
3.4.1	导引	53	4.9	小结	78
3.4.2	管理模型属性	54	第 5 章 Simulink 信号操作		79
3.4.3	模型文件更改通知	54	5.1	重要概念	79
3.4.4	指定当前用户	55	5.1.1	信号	79
3.4.5	查看和编辑模型的 信息与历史	56	5.1.2	信号的采样时间	79
3.4.6	修改模型的历史	56	5.1.3	样本信号	80
3.5	小结	57	5.1.4	帧信号	82
第 4 章 Simulink 模块操作		58	5.2	信号基础	82
4.1	模块操作	58	5.2.1	信号属性分类	82
4.1.1	Simulink 模块类型	58	5.2.2	信号的线型	86
4.1.2	自动连接模块	59	5.2.3	确定输出信号的维数	86
4.1.3	手动连接模块	60	5.2.4	确定信号及参数维数的 准则	87
4.2	改变模块外观	61	5.2.5	输入和参数的标量扩展	87
4.2.1	改变模块方向	61	5.2.6	设置信号属性	88
4.2.2	改变模块名称	62	5.3	Scope 模块的高级使用技术	91
4.2.3	指定方块图颜色	63	5.3.1	Scope 模块的使用	91
4.3	设置模块参数	63	5.3.2	悬浮 Scope 模块的使用	95
4.3.1	设置模块特定参数	64	5.4	显示信号	96
4.3.2	来自工作区的模块参数	64	5.4.1	显示信号属性	96

5.4.2	信号标签	97	6.3.2	差分方程	126
5.4.3	信号标签的传递	98	6.3.3	组合系统	128
5.4.4	操作信号标签	98	6.4	建立动态 Simulink 模型	129
5.5	多维数组信号的连接	99	6.4.1	简单系统的仿真分析	129
5.6	信号组操作	101	6.4.2	离散系统的仿真分析	133
5.6.1	创建信号组	101	6.4.3	线性系统仿真分析	138
5.6.2	编辑信号组	103	6.4.4	混合系统设计分析	141
5.6.3	编辑信号	103	6.4.5	Simulink 的调试技术	141
5.6.4	编辑波形	105	6.4.6	避免无效循环	143
5.6.5	设置输入信号的时间范围	108	6.4.7	建模提示	143
5.6.6	输出信号组数据及波形	109	6.5	小结	144
5.6.7	用信号组仿真	109	第 7 章 Simulink 仿真设置	145	
5.6.8	仿真选项对话框	109	7.1	仿真基础	145
5.7	复合信号	111	7.1.1	设置仿真参数	145
5.7.1	混合信号	111	7.1.2	控制仿真执行	146
5.7.2	总线信号	112	7.1.3	交互运行仿真	147
5.7.3	总线对象	114	7.2	设置仿真算法	148
5.8	小结	116	7.2.1	设置仿真时间	148
第 6 章 创建 Simulink 模型	117		7.2.2	设置仿真算法	148
6.1	创建模型的要素	117	7.2.3	设置仿真步长	154
6.1.1	方块图	117	7.2.4	计算仿真步长	157
6.1.2	系统函数	118	7.2.5	设置误差容限	158
6.1.3	状态	118	7.3	工作区输入/输出设置	159
6.1.4	模块参数	120	7.3.1	从基本工作区中装载输入	161
6.1.5	模块采样时间	121	7.3.2	把输出结果保存到工作区	164
6.1.6	用户模块	121	7.3.3	装载和保存状态	166
6.1.7	系统和子系统	121	7.3.4	设置输出选项	166
6.1.8	信号	122	7.4	输出信号的显示	167
6.1.9	模块方法和模型方法	122	7.4.1	Scope 模块和 XY Graph 模块的使用	168
6.1.10	仿真算法	123	7.4.2	悬浮 Scope 模块和 Display 模块的使用	169
6.2	Simulink 开放式动态系统建模	124	7.4.3	返回变量的使用	171
6.3	动态系统数学模型分类	125			
6.3.1	常微分方程	125			

7.4.4 To Workspace 模块的 使用	172	9.3 控制流语句	221
7.5 小结	173	9.3.1 If-else 控制流语句	222
第 8 章 系统过零检测及积分器 使用	174	9.3.2 Switch 控制流语句	224
8.1 过零检测	174	9.3.3 While 控制流语句	227
8.1.1 过零检测的工作方式	174	9.3.4 For 控制流语句	229
8.1.2 过零检测的实现方式	176	9.3.5 Stateflow 图和控制 流语句的比较	231
8.1.3 使用过零检测	177	9.4 小结	233
8.1.4 关闭过零检测	179	第 10 章 子系统封装	234
8.2 系统代数环的概念与解决 方案	181	10.1 封装子系统概述	234
8.2.1 代数环概念	181	10.2 封装编辑器	239
8.2.2 非代数的直接反馈通环	182	10.2.1 Icon 选项卡的设置	239
8.2.3 切断代数环	183	10.2.2 Parameters 选项卡的 设置	242
8.2.4 消除代数环	184	10.2.3 Initialization 选项卡的 设置	246
8.2.5 高亮显示代数环	187	10.2.4 Documentation 选项卡的 设置	248
8.3 高级积分器	187	10.3 创建封装模块的动态对话框	249
8.3.1 积分器模块参数对话框	188	10.3.1 设置封装模块对话框 参数	249
8.3.2 创建自重置积分器	191	10.3.2 预定义封装对话框 参数	249
8.4 仿真诊断选项设置	193	10.4 自定义库操作	253
8.4.1 仿真算法诊断设置	193	10.4.1 建立和使用库	253
8.4.2 采样时间诊断设置	196	10.4.2 库连接状态	254
8.4.3 数据验证诊断设置	197	10.4.3 显示库关联及信息	256
8.5 小结	201	10.4.4 把用户库添加到 Simulink 库浏览器中	257
第 9 章 Simulink 子系统技术	202	10.5 小结	257
9.1 子系统介绍	202	第 11 章 系统仿真过程	258
9.1.1 Simulink 子系统定义	202	11.1 启动仿真过程	258
9.1.2 创建子系统	204	11.1.1 仿真入门	258
9.1.3 浏览层级子系统	205	11.1.2 用菜单方式启动仿真	259
9.2 高级子系统技术	207	11.1.3 仿真过程诊断	259
9.2.1 使能子系统	207		
9.2.2 触发子系统	214		
9.2.3 触发使能子系统	218		
9.2.4 创建交替执行子系统	219		

11.2 仿真配置	260	13.1.2 S-函数的工作方式	287
11.2.1 求解器的概念	260	13.2 在模型中创建 S-函数	290
11.2.2 仿真的设置	261	13.2.1 在模型中使用 S-函数	290
11.2.3 诊断设置	265	13.2.2 向 S-函数中传递参数	290
11.3 优化仿真性能	266	13.2.3 何时使用 S-函数	292
11.3.1 提高仿真速度	266	13.3 S-函数的概念	292
11.3.2 提高仿真精度	267	13.3.1 直接馈通	293
11.4 小结	269	13.3.2 动态设置数组维数	293
第 12 章 模型调试	270	13.3.3 设置采样时间和偏移量	294
12.1 模型调试	270	13.4 编写 M 语言 S-函数	295
12.1.1 启动调试器	270	13.4.1 M 文件 S-函数模板	295
12.1.2 调试器的图形用户接口	271	13.4.2 定义 S-Function 模块特征	297
12.1.3 调试器的命令行接口	272	13.5 M 文件 S-函数范例	297
12.1.4 调试器命令	273	13.5.1 无状态 M 文件 S-函数	297
12.2 调试器控制	274	13.5.2 连续状态 S-函数	303
12.2.1 连续运行仿真	274	13.5.3 离散状态 S-函数	304
12.2.2 继续仿真	274	13.6 小结	305
12.2.3 单步运行仿真	275	第 14 章 Stateflow 建模与应用	306
12.3 设置断点	277	14.1 有限状态机简介	306
12.3.1 设置无条件断点	277	14.1.1 Stateflow 的定义	306
12.3.2 设置有条件断点	279	14.1.2 状态图编辑器	307
12.4 显示仿真信息	281	14.1.3 状态	310
12.4.1 显示模块 I/O	281	14.1.4 迁移	313
12.4.2 显示代数环信息	282	14.1.5 数据与事件	316
12.4.3 显示系统状态	282	14.1.6 对象的命名规则	318
12.4.4 显示求解器信息	283	14.2 Stateflow 状态图	319
12.5 显示模型信息	284	14.2.1 状态	319
12.5.1 显示模型中模块的执行顺序	284	14.2.2 迁移	320
12.5.2 显示模块	285	14.2.3 计时器状态图	323
12.6 小结	286	14.2.4 数据与事件	324
第 13 章 S-函数	287	14.2.5 动作	326
13.1 S-函数概述	287	14.2.6 自动创建对象	327
13.1.1 S-函数的定义	287	14.3 Stateflow 流程图	330
		14.3.1 流程图与节点	330

14.3.2	建立流程图	330	15.2.2	利用 Simulink 动态 结构图的仿真处理	374
14.4	层次结构	334	15.3	控制系统的线性分析	378
14.4.1	层次的概念	334	15.3.1	滑艇动态方程及其 线性化	379
14.4.2	迁移的层次	334	15.3.2	Linear Analysis Tool	381
14.4.3	历史节点	336	15.3.3	LTI 系统对象	387
14.4.4	子状态图	337	15.4	线性控制系统设计分析	388
14.4.5	层次状态图中的 流程图	337	15.4.1	控制系统工具箱简介	388
14.5	并行机制	339	15.4.2	系统分析与设计简介	389
14.5.1	设置状态关系	339	15.4.3	单输入单输出系统 设计工具	390
14.5.2	并行状态活动顺序 配置	339	15.5	非线性控制系统设计简介	395
14.5.3	本地事件广播	339	15.6	小结	395
14.5.4	直接事件广播	341	第 16 章 神经网络仿真系统		397
14.5.5	隐含事件和条件	343	16.1	神经网络工具箱简介	397
14.6	Stateflow 其他对象	344	16.1.1	神经元模型	398
14.6.1	真值表	344	16.1.2	神经网络结构	399
14.6.2	图形函数	344	16.1.3	MATLAB 神经网络 工具箱的使用	400
14.6.3	图形盒	347	16.2	感知器	406
14.6.4	Simulink 函数调用	348	16.2.1	感知器的网络结构	406
14.6.5	目标	350	16.2.2	感知器的图形解释	407
14.7	综合应用	353	16.3	BP 神经网络	408
14.7.1	计时器	353	16.3.1	BP 神经网络介绍	408
14.7.2	交通灯	356	16.3.2	MATLAB 中 BP 神经 网络的重要函数和 基本功能	410
14.8	小结	366	16.4	RBF 神经网络	411
第 15 章 控制仿真系统		367	16.4.1	RBF 神经网络	411
15.1	Simulink 仿真的参数设置	367	16.4.2	RBF 神经网络传递 函数	412
15.1.1	系统模型的实时操作 与仿真参数设置	367	16.4.3	RBF 神经网络的创建 与学习过程	413
15.1.2	Solver 选项卡的参数 设置	368	16.5	自组织竞争神经网络	414
15.1.3	Data Import/Export 选项卡的参数设置	369	16.5.1	网络结构	414
15.2	控制系统的 Simulink 仿真	369			
15.2.1	利用 Simulink 系统 仿真模型的仿真处理	369			

16.5.2	竞争学习规则	416	17.2.1	三相变压器等效电路	444
16.5.3	竞争网络的训练过程	417	17.2.2	双绕组三相变压器 模块	444
16.6	基于 Simulink 的神经网络 模块	418	17.2.3	互感线圈	451
16.6.1	模块的设置	418	17.2.4	其他	452
16.6.2	模块的生成	420	17.3	输电线路模型	453
16.7	基于 Simulink 的神经网络 控制系统	421	17.3.1	输电线路等效电路	453
16.7.1	神经网络模型预测 控制器	422	17.3.2	RLC 串联支路模块	453
16.7.2	反馈线性化控制器	425	17.3.3	PI 型等效电路模块	454
16.7.3	模型参考控制器	426	17.3.4	分布参数线路模块	456
16.8	小结	430	17.4	负荷模型	460
第 17 章	电力仿真系统	431	17.4.1	静态负荷模块	460
17.1	同步发电机模型	431	17.4.2	三相动态负荷模块	461
17.1.1	同步发电机等效电路	431	17.4.3	异步电动机模块	462
17.1.2	简化同步电机模块	432	17.5	小结	468
17.1.3	同步电机模块	437	附录 A	Simulink 基本模块的 功能简介	469
17.2	电力变压器模型	444	参考文献	472	

第 1 章 MATLAB 简介

本章主要介绍了 MATLAB 软件的基本用途和方法。MATLAB 是目前在国际上使用的科学与工程计算软件。虽然 Cleve Moler 教授开发它的初衷是为了更简单、更快捷地解决矩阵运算，但现在的 MATLAB 已经发展成为一种集数值运算、符号运算、数据可视化、图形界面设计、程序设计、仿真等多种功能于一体的集成软件。

本章分别介绍了 MATLAB 的发展史、特点及应用领域、工作环境和 MATLAB 帮助系统，力图使读者能初步熟悉 MATLAB 软件的基本知识。

学习目标：

- 了解 MATLAB 的发展史、特点和功能
- 了解 MATLAB 工具箱的概念和类型
- 熟练掌握 MATLAB 的工作环境
- 熟练掌握 MATLAB 的帮助交流

1.1 MATLAB 的发展史

20 世纪 70 年代中后期，曾在密歇根大学、斯坦福大学和新墨西哥大学担任数学与计算机科学教授的 Cleve Moler 博士，为讲授矩阵理论和数值分析课程的需要，和同事用 FORTRAN 语言编写了两个子程序库 EISPACK 和 LINPACK，这便是构思和开发 MATLAB 的起点。

MATLAB 一词是 MATrix LABoratory（矩阵实验室）的缩写，由此可看出 MATLAB 与矩阵计算的渊源。

MATLAB 除了利用 EISPACK 和 LINPACK 两大软件包的子程序外，还包含用 FORTRAN 语言编写的、用于承担命令翻译的部分。

为进一步推动 MATLAB 的应用，在 20 世纪 80 年代初，John Little 等人将先前的 MATLAB 全部用 C 语言进行改写，形成了新一代的 MATLAB。1984 年，Cleve Moler 和 John Little 等人成立 MathWorks 公司，并于同年向市场推出了 MATLAB 的第一个商业版本。

随着市场接受度的提高，其功能也不断增强，在完成数值计算的基础上，新增了数据可视化以及与其他流行软件的接口等功能，并开始了对 MATLAB 工具箱的研究开发。

1993 年，MathWorks 公司推出了基于 PC 并且以 Windows 为操作系统平台的 MATLAB 4.0。

1994 年推出的 MATLAB 4.2，扩充了 MATLAB 4.0 的功能，尤其在图形界面设计方面提供了新的方法。

1997 年推出的 MATLAB 5.0 增加了更多的数据结构，如结构数组、细胞数组、多维数组、对象、类等，使其成为一种更方便的编程语言。

1999 年年初推出的 MATLAB 5.3 在很多方面又进一步改进了 MATLAB 的功能。

2000 年 10 月底推出了全新的 MATLAB 6.0 正式版 (Release 12)，在核心数值算法、界面设计、外部接口、应用桌面等诸多方面有了极大的改进。

2002 年 8 月又推出了 MATLAB 6.5，其操作界面进一步集成化，并开始运用 JIT 加速技术，使运算速度有了明显提高。

2004 年 7 月，MathWorks 公司又推出了 MATLAB 7.0 (Release 14)，其中集成了 MATLAB 7.0 编译器、Simulink 6.0 图形仿真器及很多工具箱，在编程环境、代码效率、数据可视化、文件 I/O 等方面都进行了全面的升级。

最近的一次版本更新是在 2012 年 3 月，MathWorks 公司推出了 MATLAB 7.14，包括 MATLAB & reg、Simulink & reg 和 Polyspace & reg 产品的新功能，以及对 77 种其他产品的更新和补丁修复。

今天的 MATLAB 已经不再仅仅是解决矩阵与数值计算的软件，而是一种集数值运算与符号运算、数据可视化图形表示与图形界面设计、程序设计、仿真等多种功能于一体的集成软件。

观察由欧美引进的新版教材，MATLAB 已经成为线性代数、数值分析计算、数学建模、信号与系统分析、自动控制、数字信号处理、通信系统仿真等一批课程的基本教学工具。而在国内，随着 MATLAB 在我国高校的推广和应用，MATLAB 已经渐入人心。

1.2 MATLAB 的特点及应用领域

MATLAB 有两种基本的数据运算量：数组和矩阵。单从形式上看，二者是不容易区分的。每一个运算量可能被当作数组，也可能被当作矩阵，这要根据所采用的运算法则或运算函数来定。

在 MATLAB 中，数组与矩阵的运算法则和运算函数是有区别的。然而，不论是 MATLAB 的数组还是 MATLAB 的矩阵，都已经改变了一般高级语言中使用数组的方式和解决矩阵问题的方法。

在 MATLAB 中，矩阵运算是把矩阵视为一个整体来进行，基本上与线性代数的处理方法一致。矩阵的加、减、乘、除、乘方、开方、指数、对数等运算，都有一套专门的运算符或运算函数。

对于数组，不论是算术运算，还是关系运算或逻辑运算，甚至于调用函数的运算，形式上可以把数组当作整体，有一套有别于矩阵的、完整的运算符和运算函数，但实质上是针对数组的每个元素进行运算的。

当 MATLAB 把矩阵（或数组）独立地当作一个运算量来对待后，向下可以兼容向量和标量。不仅如此，矩阵和数组中的元素可以用复数作为基本单元，向下可以包含实数集。这些