

MATLAB 工程应用丛书



Simulink 4

建模及动态仿真

王沫然 编著
陈怀琛 审校



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>

MATLAB 工程应用丛书

Simulink 4 建模及动态仿真

王沫然 编著

陈怀琛 审校

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

Simulink 是 MATLAB 的重要工具箱之一,是用来可视化实现系统级建模与动态仿真的有效工作平台。在目前计算机应用日益显露出来的模型化、模块化的趋势下,Simulink 必将得到更多人的青睐。

本书将系统、全面地介绍 Simulink 的强大功能、操作方法、使用技巧和注意事项,使读者可以快速、方便、准确地使用 Simulink 创建出正确的模型,以解决在科研及工程实践中遇到的各种问题。

本书既可以作为大专院校研究生、本科生系统学习 Simulink 的教材,也可作为广大科研人员、工程技术人员学习、掌握 Simulink 的自学用书。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有,翻版必究。

图书在版编目(CIP)数据

Simulink 4 建模及动态仿真,王沫然编著. —北京:电子工业出版社,2002.1

(MATLAB 工程应用丛书)

ISBN 7-5053-7378-1

I. S… II. 王… III. 计算机辅助计算—软件工具, Simulink IV. TP391.75

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 093277 号

丛 书 名: MATLAB 工程应用丛书

书 名: Simulink 4 建模及动态仿真

编 著 者: 王沫然

审 校 者: 陈怀琛

责任编辑: 张立红

排版制作: 电子工业出版社计算机排版室

印 刷 者: 北京东光印刷厂

装 订 者: 三河市双峰装订厂

出版发行: 电子工业出版社 <http://www.phei.com.cn>

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

经 销: 各地新华书店

开 本: 787×1092 1/16 印张: 21.75 字数: 557 千字

版 次: 2002 年 1 月第 1 版 2002 年 1 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 7-5053-7378-1
TP·4254

印 数: 5 000 册 定价: 38.00 元 (含光盘)

15844/03

凡购买电子工业出版社的图书,如有缺页、倒页、脱页、所附磁盘或光盘有问题者,请向购买书店调换;
若书店售缺,请与本社发行部联系调换。电话 68279077

丛 书 序

MATLAB 是集数值计算、符号运算及图形处理等强大功能于一体的科学计算语言。作为强大的科学计算平台,它几乎能够满足所有的计算需求。在美国及其他发达国家的理工院校里, MATLAB 已经成为了一门必修的课程,在科研院所、大型公司或企业的工程计算部门, MATLAB 也是最为普遍的计算工具之一。

MATLAB 具有如下的优势与特点:

- 友好的工作平台和编程环境

随着 MATLAB 的商业化以及软件本身的不断升级, MATLAB 的用户界面也越来越精致,更加接近 Windows 的标准界面,人机交互性更强,操作更简单。而且新版本的 MATLAB 提供了完整的联机查询、帮助系统,极大地方便了用户的使用。简单的编程环境提供了比较完备的调试系统,程序不必经过编译就可以直接运行,而且能够及时地报告出现的错误及进行出错原因分析。

- 简单易用的程序语言

新版本的 MATLAB 语言是基于最为流行的 C 语言基础上的,因此语法特征与 C 语言极为相似,而且更加简单,更加符合科技人员对数学表达式的书写格式。使之更利于非计算机专业的科技人员使用。而且这种语言可移植性好、可扩展性极强,这也是 MATLAB 之所以能够深入到科学研究及工程计算各个领域的重要原因。

- 强大的科学计算及数据处理能力

MATLAB 拥有 600 多个工程中要用到的数学运算函数,可以方便地实现用户所需的各种计算功能。函数中所使用的算法都是科研和工程计算中的最新研究成果,而且经过了各种优化及容错处理,因此使用起来鲁棒性和可靠性非常高。在通常情况下,可以用它来代替底层编程语言,如 C 和 C++。在计算要求相同的情况下,使用 MATLAB 的编程工作量会大大减少。MATLAB 函数所能解决的问题包括矩阵运算和线性方程组的求解、微分方程及偏微分方程组的求解、符号运算、傅立叶变换和数据的统计分析、工程中的优化问题、稀疏矩阵运算、复数的各种运算、三角函数和其他初等数学运算、多维数组操作以及建模动态仿真等。

- 出色的图形处理功能

MATLAB 自产生之日起就具有方便的数据可视化功能,新版本的 MATLAB 对整个图形处理功能做了很大的改进和完善,使它不仅在一般数据可视化软件都具有的功能(例如二维曲线和三维曲面的绘制和处理等)方面更加完善,而且对于一些其他软件所没有的功能(例如图形的光照处理、色度处理以及四维数据的表现等), MATLAB 同样表现了出色的处理能力。同时对一些特殊的可视化要求,例如图形动画等, MATLAB 也有相应的功能函数,保证了用户不同层次的要求。另外,新版本的 MATLAB 还着重在图形用户界面(GUI)的制作上做了很大的改

善,对这方面有特殊要求的用户也可以得到满足。

- 应用广泛的模块集和工具箱

MATLAB 对许多专门的领域都开发了功能强大的模块集或工具箱。一般来说,它们都是由特定领域的专家开发的,用户可以直接使用工具箱学习、应用和评估不同的方法而不需要自己编写代码。目前,MATLAB 已经把工具箱延伸到了科学研究和工程应用的诸多领域,诸如数据采集、数据库接口、概率统计、样条拟合、优化算法、偏微分方程求解、神经网络、小波分析、信号处理、图像处理、系统辨识、控制系统设计、LMI 控制、鲁棒控制、模型预测、模糊逻辑、金融分析、地图工具、非线性控制设计、实时快速原型及半物理仿真、嵌入式系统开发、定点仿真、DSP 与通讯、电力系统仿真等,都在工具箱(Toolbox)家族中有了自己的一席之地。

- 实用的程序接口和发布平台

新版本的 MATLAB 可以利用 MATLAB 编译器和 C/C++ 数学库和图形库,将自己的 MATLAB 程序自动转换为独立于 MATLAB 运行的 C 和 C++ 代码。另外,MATLAB 网页服务程序还容许在 Web 应用中使用自己的 MATLAB 数学和图形程序。

- 模块化的设计和系统级的仿真

Simulink 是 MATLAB 的一个分支产品,主要用来实现对工程问题的模型化和动态仿真。在世界范围内的模型化浪潮的背景下,Simulink 恰恰体现了模块化设计和系统级仿真的具体思想,使得建模仿真如同搭积木一样简单。Simulink 对仿真的实现可以应用于动力系统、信号控制、通信设计、金融财会及生物医学等各个领域的研究中。

由于 MATLAB 具有以上其他计算语言无法比拟的优势,目前它已作为工程和科学教育界的一种行业标准。随着它日益风靡全球,我国也掀起了学习 MATLAB 的热潮。

电子工业出版社及时把握这一契机,组织了这套适合我国大学生和科研及工程技术人员《MATLAB 工程应用丛书》,现已出版三本。

《MATLAB 6.0 与科学计算》——本书适用于初学 MATLAB 并想迅速使用它进行各类科学计算的各类理工科大、专院校的学生、科学研究及工程技术人员。

《MATLAB 及在电子信息课程中的应用》——特请多年来使用 MATLAB 进行教学和科研的国内专家陈怀琛教授执笔。本书适用于电子及信息工程专业的高年级大学生以及其他相关专业的工程技术人员。

《Simulink 4 建模及动态仿真》——本书系统、全面地介绍 Simulink 的强大功能、操作方法、使用技巧和注意事项,是作者多年使用 Simulink 的经验结晶。

本套丛书旨在把 Mathworks 公司的先进解决方案及专家的经验体会传授给读者,使读者不仅能够充分利用这一强大的工具解决具体问题,而且能够加速开发与创新的过程,早日成为工程应用某一领域的专家。本套丛书的编写得到了 MATLAB 产品的中国惟一代理——九州恒润科技公司(www.hirain.com)在资料和技术咨询方面的大力支持,在此表示感谢。我们的联系方式是,E-mail:jsj@phei.com.cn,电话:010-68216158。

电子工业出版社
计算机事业部

前 言

编写目的

高性能、低成本以及生产和更新换代周期短是当今企业对产品设计的最基本要求,模型化、模块化以及动态仿真是产品设计者对设计工具的最基本要求,Simulink 是为数不多的几个完全满足此要求的软件工具。不仅如此,Simulink 实际上提供了一个系统级的建模与动态仿真的图形用户环境,并且凭借 MATLAB 在科学计算上的天然优势,建立了从设计构思到最终要求的可视化桥梁,大大弥补了传统设计和开发工具的不足。

由于 Simulink 可以很方便地创建和维护一个完整的模型,评估不同算法和结构并验证系统性能,因此对于系统工程师、软件开发和硬件设计人员来说,Simulink 可以大大加快产品的开发过程。目前包括 Motorola 和 Texas Instruments 在内的世界著名公司都使用 Simulink 作为其产品设计与仿真的工具, Motorola 公司的 IC 总设计师甚至说:“Simulink 的使用大大加快了产品设计的仿真速度,使得准确的仿真时间从原来的数小时甚至数天缩短为几分钟!”另外, Simulink 还可以与 MATLAB 中的 DSP 工具箱、信号处理工具箱以及通信工具箱等联合使用,进而实现软硬件的接口,从而成为实用的控制软件。

Simulink 还是不可多得的科研用模拟仿真工具,目前它广泛应用于动力系统仿真、信号控制模拟、金融财会模拟、机器人控制模拟及生物医学等诸多领域的研究中。另外, Simulink 的图形环境还为大专院校的教师们的教学提供了方便,由于 Simulink 提供了多种图形结果显示方法,因此它也广泛应用于教学演示中。

但是,对于这样一个出色的建模与动态仿真工具,国内相关的专著很少,偶尔在一些介绍 MATLAB 的书籍中可以看到一点关于 Simulink 的介绍,也是非常简略的,或是片面的、过时的,甚至有些内容出现严重的偏差,从而影响了 Simulink 在国内科研和工程技术人员中的普及。

为了改变这一状况,本书旨在通过全面、系统地介绍 Simulink 的建模方法、使用技巧及注意事项,还 Simulink 一个真实面目,使人们能够更快更好地了解它、接受它、使用它,并在这种简易的可视化操作中重新领略科学计算的无穷魅力。

内容框架

本书是基于 Simulink 4.x 版本,全面系统地介绍了使用这种软件进行建模仿真的全过程,使读者通过本书的学习可以完全掌握建模仿真的一些基本要领和技巧,从而可以真正地解决一些实际问题。

本书共分三篇 14 章,由浅入深地讲解了 Simulink 的基本建模方法、使用技巧和仿真过程中的一些注意事项。

初级篇,主要向读者介绍一些仿真的基本知识和使用 Simulink 进行建模仿真的一些基本

方法。其中：

第1章 快速入门,首先介绍了计算机仿真的基本知识以及 Simulink 的简况,并以一个简单的示例引导读者快速入门。

第2章 建模方法,主要介绍如何使用 Simulink 进行最基本的建模操作。

第3章 运行仿真,介绍了运行仿真的基本方法和注意事项。

第4章 模型调试,介绍了 Simulink 模型的调试方法。

第5章 基本模块介绍,对基本模块进行了介绍,包括连续系统模块、离散系统模块、状态空间模块以及主要的模块库的情况。

中级篇,使用户对仿真过程的认识有一个全面的提高,并轻松掌握子系统的操作。其中：

第6章 连续系统和第7章 时间离散系统,分别详细介绍了对时间连续系统和时间离散系统建模仿真时的处理方法。

第8章 子系统及其封装技术,介绍了可以使 Simulink 模型更为简捷的子系统及其封装技术。

第9章 条件执行子系统,介绍了在一些特殊场合有重要应用的条件执行子系统的概念和应用。

高级篇,初级篇和中级篇主要介绍了 Simulink 环境内部的操作和使用,本篇则主要介绍 Simulink 与 MATLAB 或外部函数之间的接口及操作,以及对仿真效果起关键作用的数值分析问题。其中：

第10章 回调,介绍了回调函数及其应用。

第11章 Simulink 分析工具,介绍了 Simulink 的分析工具,这些工具包括几个重要的 MATLAB 命令、线性化工具和平衡工具。

第12章 数值分析,介绍了在建模仿真过程中需要特别注意的一些数值问题,如算法的选择和“代数环”问题等。

第13章 S 函数,结合实例介绍 M 文件 S 函数和 C 语言 S 函数以及 C++ S 函数的程序设计方法及注意事项。

第14章 图形动画,介绍 Simulink 中图形动画的制作。

在附录中,可以看到 Simulink 所有模块库中模块的详细使用说明,大大方便了用户,便于使用过程中查找。本书还随书附带光盘,内含所有例子的模型代码和程序,供用户使用。

本书特点

- 内容系统、全面

本书尽可能多地覆盖了使用 Simulink 建模和动态仿真的全过程,并分不同层次进行介绍,可适用于不同要求的读者。

- 循序渐进,由浅入深

本书分三个层次由浅入深地介绍,对于没有任何仿真基础的读者,可以按照本书的自然顺序按部就班地学习;对于有一定基础的读者,可以从自身的情况出发选择切入点,例如从中级篇入手学习,而将初级篇只作为查询时的手册。

- 示例丰富,深入浅出

本书的大量示例都有一定的工程或科研背景,例如机械动力系统、电子信号处理、生物系

统研究、金融统计、机器人自动控制和航空航天系统等,但为了不给读者一个错觉,认为 Simulink 只限于这几个有限的领域内的应用,本书在叙述时做了适当数学简化,这样可以使不同专业的读者都可以从这些示例中受到启发。

- 图文并茂,生动易学

本书在适当的场合使用了大量的图片进行说明,图文并茂,使初学者很容易上手。

- 查询方便

本书带有内容详细的附录,提供了对几乎所有模块的全面介绍,方便读者在使用过程中的查询。随书附带光盘,内含本书所有例子的模型代码和程序,并有一些其他的经典的示例和 Simulink 的最新发展动态,以供更高级的用户查看。

致 谢

感谢清华大学的李志信、梁新刚、顾丽珍和白峰杉等几位教授和所有支持此书编写的老师。感谢我的家人给我的支持和鼓励。

特别地,戴博尼博士为本书提供了许多珍贵的例子,并对本书的内容、结构安排提出了许多宝贵的意见和建议,在此表示由衷的感谢。在本书成稿过程中,笔者受到国内许多学者、专家和研究人员的帮助和鼓励,在此,向给予我支持和鼓励的所有学者、老师和同仁表示最诚挚的感谢和深深的敬意。

感谢王焕然、包宇、白云晴、王玮、王金库、李明东、胡升腾、唐浩、黄贝佳、杜以恒、章沙、史波、柯文助、张红铃、普勇、沈岩、宁静涛、张容海、李涪嘉、乔丽、谷勇、贾琳娜、董旭、邓巍巍、王越男、叶芬君、朱翠萍和马丹等对本书的成稿所提供的必要的帮助。

尽管本书叙述谨慎,算例几经反复演算,但由于本书的结构、内容和算例都融入了笔者的一孔之见,再加上时间仓促,疏漏差错之处在所难免,真诚希望各位读者不吝赐教。

作 者

2001年10月于清华园

目 录

初 级 篇

第 1 章 快速入门	3
1.1 仿真技术	3
1.2 仿真建模方法	4
1.2.1 仿真的三要素	4
1.2.2 仿真建模的基本要求	5
1.2.3 仿真系统的分类	6
1.3 Simulink 与建模仿真	6
1.3.1 Simulink 是什么	6
1.3.2 Simulink 应用举例	6
1.4 Simulink 4 的安装	8
1.4.1 系统要求	8
1.4.2 安装	8
1.5 创建一个简单模型	9
1.6 Simulink 是如何工作的	11
1.6.1 模型基本结构	11
1.6.2 仿真运行原理	12
第 2 章 建模方法	15
2.1 打开模型	15
2.2 模块操作	15
2.2.1 调整模块大小	15
2.2.2 旋转模块	17
2.2.3 模块的内部复制	17
2.2.4 删除模块	18
2.2.5 选中多个模块	18
2.2.6 改变模块的标签	18
2.2.7 改变标签位置	19
2.2.8 隐藏标签	19
2.2.9 增加阴影	19
2.3 信号线操作	20
2.3.1 斜向绘制信号线	20

2.3.2	移动线段	21
2.3.3	移动节点	21
2.3.4	删除信号线	21
2.3.5	分割信号线	21
2.3.6	信号线标签	22
2.3.7	信号线标签的移动或复制	22
2.3.8	信号线标签的传递	23
2.4	模型注释	24
2.4.1	增加注释的方法	24
2.4.2	改变注释字体	24
2.5	创建一个复杂模型	25
2.6	模型打印	30
2.6.1	菜单打印	31
2.6.2	嵌入文档中	31
2.6.3	使用 MATLAB 的 print 命令	31
第 3 章	运行仿真	33
3.1	使用窗口运行仿真	33
3.1.1	仿真参数的设置	36
3.2	使用 MATLAB 命令运行仿真	43
3.2.1	sim 命令	43
3.2.2	simset 命令	45
3.2.3	simget 命令	46
3.3	改善仿真性能及精度	49
3.3.1	加速仿真	49
3.3.2	改善仿真精度	50
第 4 章	模型调试	51
4.1	启动 Simulink 调试器	51
4.1.1	调试器窗口	51
4.1.2	命令行调试	52
4.2	在调试状态下运行仿真	54
4.3	设置断点	56
4.3.1	无条件中断	56
4.3.2	条件中断	58
4.4	显示仿真信息	59
4.4.1	显示模块的输入输出	60
4.4.2	显示代数环信息	63
4.4.3	显示系统状态	64
4.4.4	显示积分	65

4.5 显示模型信息	65
第 5 章 基本模块介绍	69
5.1 连续系统模块	69
5.1.1 增益模块	69
5.1.2 求和模块	70
5.1.3 微分模块	70
5.1.4 积分模块	71
5.1.5 简单物理模型	72
5.1.6 传递函数模块	72
5.2 状态空间模块	73
5.2.1 状态空间的概念	74
5.2.2 线性单输入输出系统	75
5.2.3 多输入输出系统	77
5.3 离散系统模块	79
5.3.1 离散增益模块	79
5.3.2 离散求和模块	79
5.3.3 单位延迟模块	80
5.3.4 时间离散积分模块	80
5.3.5 简单离散系统模型	80
5.3.6 离散传递函数模块	81
5.4 离散状态空间模块	81
5.5 主要库和库函数介绍	82

中 级 篇

第 6 章 连续系统	89
6.1 积分模块	89
6.1.1 积分模块	89
6.1.2 传递函数模块	92
6.2 向量线性系统	93
6.2.1 向量信号线	94
6.2.2 状态空间模块	95
6.3 非线性系统的模拟	96
第 7 章 时间离散系统	101
7.1 标量线性时间离散系统	101
7.1.1 单位延迟	101
7.1.2 离散积分	101

7.1.3 离散传递函数模块	103
7.2 逻辑模块	104
7.3 多时间离散系统	105
7.4 混合系统	106
第 8 章 子系统及其封装技术	109
8.1 Simulink 子系统	109
8.1.1 压缩子系统	110
8.1.2 子系统模块	112
8.2 封装模块	114
8.2.1 子系统到封装模块的转化	115
8.2.2 查看封装和解封装	125
8.2.3 封装模块的使用	125
8.2.4 创建模块库	125
第 9 章 条件执行子系统	129
9.1 激活型子系统	129
9.2 触发型子系统	132
9.3 触发激活型子系统	133
9.4 离散条件执行子系统	133

高级篇

第 10 章 回调	137
10.1 回调函数的介绍	137
10.1.1 加载回调	138
10.2 模型结构命令	138
10.3 基于回调的图形用户界面	140
10.3.1 图形用户界面回调	140
10.3.2 程序设计中需要注意的问题	142
10.4 基于回调的动画	150
第 11 章 Simulink 分析工具	157
11.1 模型特征	157
11.1.1 状态向量	157
11.1.2 “model” 命令	158
11.2 线性化工具	160
11.2.1 线性化概念	160
11.2.2 Simulink 线性化命令	161
11.3 平衡工具	167

11.4	优化工具箱和 Simulink	171
11.5	其他工具箱和 Simulink	173
第 12 章	数值分析	175
12.1	算法选择	175
12.1.1	最佳解法选择分析	176
12.1.2	解法参数设置	177
12.1.3	应用举例	177
12.2	代数环	179
12.2.1	Newton-Raphson 方法	180
12.2.2	消除代数环	180
第 13 章	S 函数	185
13.1	S 函数简介	185
13.1.1	什么是 S 函数	185
13.1.2	S 函数模块	185
13.1.3	S 函数是如何工作的	186
13.1.4	S 函数中的几个概念	188
13.2	M 文件 S 函数	190
13.2.1	编程的注意事项	194
13.2.2	M 文件 S 函数举例	194
13.3	C 语言 S 函数	200
13.3.1	编译 C 语言 S 函数	204
13.3.2	C 语言 S 函数举例	204
13.4	C++ S 函数	210
13.4.1	语言格式	210
13.4.2	建立永久的 C++ 对象	213
第 14 章	图形动画	215
14.1	介绍	215
14.2	S 函数动画	215
14.2.1	动画的初始化	215
14.2.2	动画的更新	216
附录 A	Simulink 的工作窗口与入门演示	221
A.1	Simulink 的工作窗口	221
A.1.1	按钮介绍	221
A.1.2	菜单介绍	222
A.2	Simulink 的入门演示	224

附录 B 模块库介绍	225
B.1 连续模块库	225
1 Derivative (微分模块)	225
2 Integrator (积分模块)	226
3 Memory (存储器模块)	227
4 State-Space (线性状态空间模块)	228
5 Transfer Fcn (传递函数模块)	229
6 Transport Delay (传输延迟模块)	230
7 Variable Transport Delay (可变的传输延迟模块)	231
8 Zero-Pole (以零点-极点表示的传递函数模块)	233
B.2 离散模块库	234
1 Discrete-Time Integrator (离散时间积分器)	234
2 Discrete State-Space (离散状态空间模块)	236
3 Discrete Filter (离散滤波器)	237
4 Discrete Transfer Fcn (离散传递函数模块)	238
5 Discrete Zero-Pole (离散零点-极点模块)	239
6 First-Order Hold (一阶保持器)	241
7 Unit Delay (单位延迟模块)	242
8 Zero-Order Hold (零阶保持器)	243
B.3 函数模块库	244
1 Fcn (自定义函数模块)	244
2 Look-Up Table (查表模块)	245
3 Look-Up Table (2-D) (二维查表)	247
4 MATLAB Fcn (由 MATLAB 创立子函数模块)	248
5 S-Function (S 函数模块)	249
B.4 数学模块库	250
1 Abs (绝对值模块)	250
2 Algebraic Constraint (强制输入信号为 0)	250
3 Complex to Magnitude-Angle (计算复数信号的模及幅角)	252
4 Complex to Real-Imag (计算复数信号的实部及虚部)	252
5 Dot Product (实现输入向量的点积)	253
6 Gain (增益模块)	254
7 Logical Operator (逻辑运算模块)	255
8 Matrix Gain (矩阵增益)	256
9 Math Function (特殊数学函数)	257
10 MinMax (求最大或最小值)	258
11 Product (乘法模块)	259
12 Combinatorial Logic (复合逻辑模块)	260
13 Rounding Function (取整函数)	260

14	Relational Operator (关系运算)	261
15	Sign (符号函数)	262
16	Sum (求和模块)	263
17	Slider Gain (滑块增益模块)	264
18	Magnitude-Angle to Complex (将给定的模及幅角转换成复数信号)	265
19	Real-Imag to Complex (将给定的实部和虚部转换成复数信号)	266
20	Trigonometric Function (三角函数模块)	267
B.5	非线性模块库	268
1	Backlash (偏移模块)	268
2	Coulomb & Viscous Friction (模拟原点不连续系统模块)	269
3	Dead Zone (输出一零输出区)	270
4	Manual Switch (手动开关模块)	271
5	Multiport Switch (多端口开关)	271
6	Relay (继电器模块)	272
7	Rate Limiter (比率限定)	273
8	Saturation (饱和度模块)	275
9	Quantizer (量子化模块)	275
10	Switch (两个输入的选择模块)	276
B.6	信号模块库	277
1	In1 (子系统的输入端口模块)	277
2	Outport (子系统的输出端口模块)	278
3	Mux (向量合成模块)	279
4	Demux (向量分解模块)	280
5	From (获取数据模块, 与 Goto 模块相对应)	281
6	Goto Tag Visibility (Goto 模块标签可见度模块)	281
7	Goto (传输导向模块)	282
8	Data Store Read (读取存储数据)	283
9	Data Store Memory (数据存储器)	284
10	Data Store Write (写入存储数据模块)	284
11	Enable (激活器模块)	285
12	Trigger (触发器模块)	286
13	Ground (接地模块)	287
14	Terminator (终结模块)	287
15	IC (信号初始值设置)	288
16	Subsystem (子系统模块)	289
17	Selector (选择器模块)	289
18	Width (输入向量的输出宽度)	290
19	Merge (合成模块)	290
20	Hit Crossing (检测交叉点)	291
21	Bus Selector (Bus 信号选择器)	292

22	Data Type Conversion (数据类型转换模块)	293
23	Probe (信号线探测器模块)	294
24	Model Info (模型信息)	295
B.7	输出显示模块库	296
1	Display (显示模块)	296
2	Scope (示波器模块)	297
3	Stop Simulation (仿真结束控制)	301
4	To File (数据输出到文件中)	302
5	To Workspace (将数据写入到工作间的变量中)	303
6	XY Graph (显示输入信号的二维图形)	304
B.8	源模块库	305
1	Band-Limited White Noise (白噪音信号)	305
2	Constant (常数源模块)	307
3	Chirp Signal (尖鸣信号发生器)	307
4	Clock (仿真时间模块)	308
5	Digital Clock (数字仿真时间模块)	309
6	Discrete Pulse Generator (离散脉冲信号发生器)	310
7	From File (信号来自于文件)	311
8	From Workspace (从 MATLAB 工作间定义的变量读取数据)	312
9	Pulse Generator (脉冲信号发生器)	314
10	Ramp (“斜坡”信号)	314
11	Random Number (产生正态分布的随机数)	315
12	Repeating Sequence (周期序列)	316
13	Signal Generator (信号发生器模块)	317
14	Sine Wave (正弦波信号发生器)	319
15	Step (阶跃函数模块)	320
16	Uniform Random Number (产生均匀分布的随机数)	321
附录 C	调试命令索引及说明	323
C.1	命令列表	323
C.2	命令详解	324
参考文献		330

初 级 篇

本篇主要介绍计算机仿真技术的一些基本知识以及使用 Simulink 进行建模及动态仿真的基本方法。内容如下：

- 第 1 章 快速入门
- 第 2 章 建模方法
- 第 3 章 运行仿真
- 第 4 章 模型调试
- 第 5 章 基本模块介绍

