

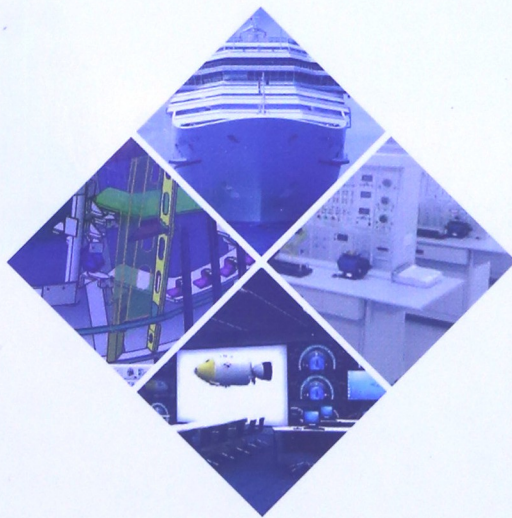


自动化类专业系列实验教材
AUTOMATION

SYSTEM AND PRACTICE OF ELECTRICAL DRIVE CONTROL

电力拖动控制 系统与amp;实践

张敬南 彭辉◎编著



清华大学出版社



SYSTEM AND PRACTICE OF ELECTRICAL DRIVE CONTROL

电力拖动控制 系统与实践

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书全面介绍了电力拖动控制系统实验中所涉及的基本原理、仿真技术、实验设备及实验过程等内容,并结合应用于电力拖动控制系统实验的机械负载模拟技术对基于直流电机模拟机械负载实现细节进行了介绍。本书针对船舶螺旋桨负载特性进行了数学分析,并对其负载特性模拟的设计和实现过程进行了说明。

全书共分三篇:第一篇(第1~3章)为直流电力拖动自动控制系统原理与实践篇,着重介绍基于直流电动机的多种电力拖动控制系统的原理与实验技术;第二篇(第4~6章)为交流电力拖动自动控制系统原理与实践篇,重点以三相异步电动机为研究对象,介绍其拖动控制系统的原理与实验技术;第三篇(第7~9章)为机械负载模拟原理与船舶电力推进系统实验篇,主要从机械负载模拟技术和螺旋桨负载特性原理入手,介绍船舶电力推进系统模拟实验技术。全书针对各种电力拖动控制系统设置了相应的仿真和实验,能够体现理论学习—仿真分析—实验验证的教学过程。

本书适合作为高等院校电气工程及其自动化、自动化专业高年级本科生、研究生的教材,同时可在电力拖动和船舶推进方面比较熟悉或有所了解的广大科技工作者和研究人员提供参考。

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

电力拖动控制系统与实践/张敬南,彭辉编著.--北京:清华大学出版社,2015

自动化类专业系列实验教材

ISBN 978-7-302-38927-9

I. ①电… II. ①张… ②彭… III. ①电力传动—自动控制系统—实验技术—高等学校—教材
IV. ①TM921.5-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 005445 号

责任编辑:文 怡 薛 阳

封面设计:李召霞

责任校对:李建庄

责任印制:刘海龙

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

质量反馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

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

印 装 者:北京鑫海金澳胶印有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×230mm 印 张:18.5

字 数:401 千字

版 次:2015 年 6 月第 1 版

印 次:2015 年 6 月第 1 次印刷

印 数:1~2000

定 价:39.00 元

产品编号:059003-01

“电力拖动控制系统”是一门重要的专业基础课程,具有对象具体、理论性强、实践要求高的特点。随着生产生活中对电力拖动系统提出的各种要求,电力拖动系统不断向控制系统和自动控制系统迈进,并形成多种典型的控制系统结构,其对应产品也获得广泛的应用。电力拖动控制系统及其控制理论在一些特殊领域也有新的应用,例如船舶电力推进、利用电动机实现机械负载模拟等方面的研究越来越受到各大科研院所和高等院校研究人员的青睐。

电力拖动控制系统将电机学、电力电子学、微电子学、计算机科学、自动控制理论等多学科有机结合与交叉,是电气工程专业非常重要的研究方向之一。为了突出理论与实践相结合,本书在理论知识的基础上,引入了仿真分析的方法和系统实现的实践案例。本书内容源于工程实际,具有前沿性和先进性,除了传统的交、直流电力拖动控制系统的分析与实践之外,编者还结合科研经验和实验室条件融入了机械负载模拟和船舶电力推进原理与实践等内容,这是其他教学或实验教材中所不具备的。依据本书内容可以实现电力拖动控制系统课程对应的仿真实验和装置实验教学,可以进行船舶电力推进装置的仿真实验和装置实验教学。

本书遵循深入浅出、循序渐进的写作思想以及理论联系实际的原则进行内容安排,以理论为基础,以实验为重点,分别介绍了直流电力推进系统原理和设计方法,将理论设计通过设置仿真实验进行研究;介绍交流电源和三相异步电动机电力推进系统原理,引入相应的仿真实验进行控制系统的研究;介绍了电力拖动控制系统实验台的主要构成,设置了交、直流电力拖动控制系统多个实验内容;介绍了螺旋桨负载原理和船桨模型,并结合机械负载模拟介绍了螺旋桨负载模拟装置的设计原理;设置了船舶电力推进系统的仿真试验和装置实验。

本书是在电力拖动控制理论基础上的实践延伸,可供高等院校工业自动化专业、电气工程及其自动化专业本科生、研究生作为实验教材使用,也可供科研院所、厂矿企业中从事电器传动的科技工作者参考使用。



本书经哈尔滨工程大学丛望教授仔细审阅,并提出了宝贵的修改意见,在撰写过程中还得到了哈尔滨工程大学王科俊教授的大力支持,谨此致谢。

由于编者学识所限,难免有错误和不当之处,敬请读者批评指正。

作 者

2015 年 4 月

绪论	1
0.1 实验要求	1
0.1.1 预习要求	1
0.1.2 实验过程	2
0.1.3 实验报告	2
0.2 仿真软件及其开发环境	3
0.2.1 MATLAB 简介	3
0.2.2 Simulink 简介	4
0.2.3 Simulink 模块库	5
0.2.4 Simulink 仿真的运行	9
0.3 电力拖动自动控制系统实验台	12
0.3.1 MCL 系列电气传动教学实验台技术参数	12
0.3.2 MCL 系列电气传动教学实验台组件配置	12
0.4 船舶电力推进系统模拟实验台	14

第一篇 直流电力拖动自动控制系统原理与实践

第 1 章 直流电力拖动控制系统原理	19
1.1 可控直流电源	19
1.1.1 旋转变流机组	19
1.1.2 静止可控整流器	21
1.1.3 直流斩波器或脉宽调制变换器	22
1.2 晶闸管-电动机直流电力拖动控制系统	23

1.2.1	触发脉冲相位控制	24
1.2.2	电流脉动与平波电抗器	25
1.2.3	晶闸管-电动机系统的四象限运行	25
1.3	直流脉宽变换器-电动机系统	28
1.3.1	不可逆 PWM 变换器-电动机系统	29
1.3.2	有制动的不可逆 PWM 变换器-电动机系统	30
1.3.3	可逆 PWM 变换器-电动机系统	30
1.4	转速、电流反馈控制的直流电力拖动控制	32
1.5	可逆电力拖动控制系统	34
1.5.1	$\alpha=\beta$ 配合控制的有环流可逆电力拖动控制系统	34
1.5.2	逻辑控制无环流可逆电力拖动控制系统	40
第 2 章	直流电力拖动自动控制系统仿真技术	44
2.1	直流电动机开环电力拖动控制系统仿真技术	44
2.2	转速闭环控制的直流电力拖动控制系统仿真	47
2.2.1	带转速负反馈的有静差直流调速系统	48
2.2.2	带电流截止负反馈的转速单闭环调速系统仿真	50
2.3	转速、电流双闭环控制的直流电力拖动控制系统仿真	51
2.3.1	基于双闭环直流电力拖动系统动态结构图的仿真	51
2.3.2	使用 Powersystem 模块的直流双闭环系统仿真	54
2.4	直流可逆电力拖动控制系统仿真	57
2.4.1	$\alpha=\beta$ 配合控制的有环流可逆调速系统的仿真	57
2.4.2	逻辑控制无环流直流可逆调速系统仿真	62
2.5	直流 PWM-M 可逆调速系统	66
2.5.1	H 形直流 PWM-M 调速系统主电路的仿真	66
2.5.2	双极式控制直流 PWM-M 可逆调速系统仿真	69
第 3 章	直流电力拖动自动控制系统实验	72
3.1	电气传动实验器件功能和原理	72
3.1.1	MCL-18 挂箱	72
3.1.2	MCL-33 挂箱	79
3.1.3	MCL-34 挂箱	80
3.1.4	MCL-10A 挂箱	84

3.2	晶闸管-电动机参数测定实验	85
3.2.1	实验目的	85
3.2.2	实验系统组成和工作原理	86
3.2.3	实验设备及仪器	86
3.2.4	注意事项	86
3.2.5	实验内容与实验步骤	86
3.3	转速、电流双闭环调速系统实验	92
3.3.1	实验目的	92
3.3.2	实验内容	92
3.3.3	实验系统实验组成及工作原理	92
3.3.4	双闭环调速系统调试原则	93
3.3.5	实验设备及仪器	93
3.3.6	注意事项	94
3.3.7	实验方法	94
3.4	逻辑无环流可逆调速系统实验	103
3.4.1	实验目的	103
3.4.2	实验内容	103
3.4.3	实验系统的组成及工作原理	104
3.4.4	实验设备及仪器	105
3.4.5	实验预习	105
3.4.6	注意事项	105
3.4.7	实验方法	105
3.5	双闭环 H 桥可逆直流脉宽调速系统实验	109
3.5.1	实验目的	109
3.5.2	实验系统的组成和工作原理	109
3.5.3	实验设备及仪器	110
3.5.4	注意事项	110
3.5.5	实验内容与实验步骤	111

第二篇 交流电力拖动自动控制系统原理与实践

第 4 章	三相异步电动机电力拖动控制系统	119
4.1	三相异步电动机变压调速系统	119

4.1.1	异步电动机改变电压时的机械特性	119
4.1.2	闭环控制的变压调速的系统构成	121
4.2	三相异步电动机晶闸管串级调速系统	123
4.3	三相异步电动机的变频调速系统	124
4.3.1	三相异步电动机的变频调速原理	124
4.3.2	变压变频装置	126
4.3.3	正弦波脉宽调制技术	129
4.3.4	电压空间矢量 PWM 控制技术	131
4.3.5	三相异步电动机变压变频调速系统构成	137
4.4	三相异步电动机矢量控制系统	139
4.4.1	矢量控制的基本思想	139
4.4.2	坐标变换和矢量变换	141
4.4.3	三相异步电动机的数学模型	143
4.4.4	矢量控制的变频调速系统	148
4.5	三相异步电动机直接转矩控制系统	152
第 5 章	交流电力拖动自动控制系统仿真	155
5.1	三相异步电动机性能的仿真	155
5.1.1	异步电动机连接正弦电压工作	155
5.1.2	PWM 变频器-电动机系统仿真	158
5.2	三相异步电动机减压软启动系统仿真	160
5.3	转速开环恒压频比控制的三相异步电动机调速系统仿真	162
5.4	三相异步电动机矢量控制调速系统的仿真	165
第 6 章	交流电力拖动自动控制系统实验	169
6.1	电气传动实验器件功能和原理	169
6.1.1	MCL-05 挂箱	169
6.1.2	MCL-09 挂箱	171
6.1.3	MCL-13A 挂箱	173
6.2	三相异步电动机变压调速系统实验	175
6.2.1	实验目的	175
6.2.2	实验系统组成及工作原理	175
6.2.3	实验设备和仪器	177

6.2.4	注意事项	177
6.2.5	实验内容与实验步骤	178
6.3	三相异步电动机串级调速系统实验	180
6.3.1	实验目的	180
6.3.2	实验系统组成及工作原理	180
6.3.3	实验设备和仪器	180
6.3.4	注意事项	182
6.3.5	实验内容与实验步骤	183
6.4	异步电动机 SPWM 与电压空间矢量控制变频调速系统	184
6.4.1	实验目的	184
6.4.2	实验系统组成及工作原理	185
6.4.3	实验设备和仪器	186
6.4.4	注意事项	187
6.4.5	实验内容与实验步骤	187
6.5	基于直接转矩控制变频调速系统实验	189
6.5.1	实验目的	189
6.5.2	实验系统组成及工作原理	189
6.5.3	实验设备和仪器	191
6.5.4	实验内容与实验步骤	191

第三篇 机械负载模拟原理与船舶电力推进系统实验

第 7 章	机械负载模拟原理	197
7.1	机械负载特性	197
7.1.1	典型的机械负载转矩特性	197
7.1.2	螺旋桨负载转矩特性	199
7.2	机械负载模拟的基本原理	201
7.2.1	机械负载模拟装置的构成	201
7.2.2	直流电机机械负载模拟的动态结构	202
7.2.3	直流电机机械负载模拟的系统校正	204
7.3	直流电机模拟机械负载仿真	206
7.3.1	直流电机模拟机械负载的仿真程序	206



7.3.2	反抗性恒转矩机械负载模拟的仿真	208
7.3.3	位能性恒转矩机械负载模拟的仿真	209
7.3.4	通风机类机械负载模拟的仿真	210
7.3.5	恒功率机械负载模拟的仿真	211
7.3.6	机械负载转矩模拟动态性能的仿真	212
第8章	船舶螺旋桨负载模型及仿真	214
8.1	船舶水平面运动模型	214
8.1.1	船舶直航推进运动方程	214
8.1.2	船舶航行阻力特性	216
8.2	螺旋桨负载模型	217
8.2.1	螺旋桨的推力和阻转矩	217
8.2.2	考虑船桨相互作用的螺旋桨负载模型	218
8.3	船舶螺旋桨负载特性仿真	221
8.3.1	考虑船舶影响的螺旋桨负载仿真模型	221
8.3.2	考虑船舶影响的螺旋桨推进器仿真	221
8.4	船舶螺旋桨负载特性仿真实验	224
8.4.1	实验目的	224
8.4.2	实验内容	224
8.4.3	预习要求	224
8.4.4	实验设备	224
8.4.5	注意事项	224
8.4.6	实验步骤	225
第9章	船舶螺旋桨负载模拟实验装置	229
9.1	螺旋桨负载模拟装置的硬件设计	229
9.2	螺旋桨负载模拟装置软件	230
9.3	船舶螺旋桨负载模拟系统测试	232
9.4	船舶电力推进装置实验	240
9.4.1	实验目的	240
9.4.2	实验内容	240
9.4.3	预习要求	240
9.4.4	实验设备	241

9.4.5 注意事项·····	241
9.4.6 实验步骤·····	241
实验报告一：晶闸管-电动机参数测定实验 ·····	249
实验报告二：速度、电流双闭环调速系统实验 ·····	253
实验报告三：逻辑无环流可逆调速系统实验 ·····	257
实验报告四：双闭环 H 桥可逆直流脉宽调速系统实验 ·····	261
实验报告五：三相异步电动机变压调速系统实验 ·····	265
实验报告六：三相异步电动机串级调速系统实验 ·····	267
实验报告七：三相异步电动机矢量控制系统实验 ·····	269
实验报告八：基于直接转矩控制变频调速系统实验 ·····	273
实验报告九：船舶螺旋桨负载特性仿真实验 ·····	277
实验报告十：船舶电力推进装置实验 ·····	279
参考文献·····	283



绪 论

0.1 实验要求

电力拖动控制系统课程是一门实践性和综合性很强的课程。作为电气工程及其自动化专业、自动化专业的主干课程,电力拖动控制系统课程是电机学、电力电子技术、自动控制原理等基础课程的综合应用。通过该课程的学习要使学生掌握交流、直流电力拖动控制系统的组成和控制规律、静态特性以及控制系统的工程设计方法;培养学生具备分析、研究和设计各类电力拖动控制系统的能力,具备独立进行系统设计、问题分析和实验调试的能力。实验作为该课程必不可少的重要环节,是深入掌握电力拖动控制系统、应用好电力拖动控制系统的必经之路。为了更好地发挥实验过程的作用,学生可以在理论学习之后进行一系列的仿真分析。本书重点体现了理论认知—仿真模拟—电路实验的学习过程。在课程内实验的基础上,根据编者在船舶方面的工作经验,引入了船舶特色的电力推进实验。从实验技术的角度,本书重点基于 Simulink 仿真软件的仿真实验技术、基于 MCL 系列电气传动教学实验台和电力推进系统模拟实验台进行了相关实验技术的介绍。

0.1.1 预习要求

实验之前要求应做好预习如下:

(1) 实验前应复习课程的有关章节,熟悉有关理论知识。阅读本章相关内容及实验装置的介绍。

(2) 认真了解实验目的、内容、要求、方法和系统的工作原理,明确实验过程中应注意的问题,有些内容可到实验室对照实物预习(如熟悉所用仪器设备,抄录被试机组的铭牌参数,选择设备、仪器、仪表)。

(3) 画出实验线路图,明确接线方式,拟出实验步骤,列出实验时所需记录的各项数据表格,算出要求事先计算的数据。

(4) 实验分组进行,每组 3~4 人,每个人都必须预习。实验前每人或每组写一份预习报告,各小组在实验前应认真讨论一次,确定组长,合理分工,通过仿真分析预测实验结果及大致趋势,做到心中有数。

0.1.2 实验过程

每个人在实验过程中必须严肃认真,集中精力,按时完成实验。

(1) 预习检查,严格把关。实验开始前,由指导教师检查预习质量(包括对本次实验的理解、认识、预习报告)。必须确认已做好了实验前的准备工作方可开始实验。

(2) 分工配合,协调工作。每次实验以小组为单位进行。组长负责实验的安排,可分工进行参数设置、启动操作、负载设置、数据监测、数据记录等工作。

(3) 根据拟定的实验内容检查仪表、设备;按要求设置参数,并复查,力求准确。按照实验步骤逐步调试、记录、并完成实验。

(4) 确保安全,检查无误。装置实验通电前,为了确保安全,注意周围情况,并征得实验指导教师(或装置负责人)同意后,方可合闸通电。

(5) 按照计划,操作测试。按实验步骤由简到繁逐步进行操作测试。实验中要严格遵守操作规程和注意事项,仔细观察实验中的现象,认真做好数据测试工作,并将理论分析与预测结果相比较,以判断数据的合理性。

(6) 认真负责,完成实验。实验完毕,应将记录数据交指导教师审阅,经指导教师认可后才允许整理现场。

0.1.3 实验报告

实验报告是实验工作的总结及成果,实验报告必须独立书写,每人一份,实验报告应包括以下几方面内容:

- (1) 实验名称、专业班级、组别、姓名、同组同学姓名、实验日期;
- (2) 实验用机组、主要仪器、仪表设备的型号和规格;
- (3) 实验目的、要求;
- (4) 实验所用线路图;
- (5) 实验项目、调试步骤、调试结果;
- (6) 整理实验数据、注明试验条件;
- (7) 画出实验所得曲线或记录波形;

(8) 分析实验中遇到的问题,总结实验心得体会。

0.2 仿真软件及其开发环境

0.2.1 MATLAB 简介

在科学研究和工程应用中,往往要进行大量的数学运算,如矩阵运算。这些运算一般来说难以手工精确和快速地进行,而需要借助计算机编制相应的程序进行近似计算。目前流行用 Basic、FORTRAN、C 和 C++ 语言编制计算程序,既需要对有关算法有深刻的了解,还需要熟练掌握所用语言的语法及编程技巧,通常,编制程序的过程是繁杂的,不仅消耗人力与物力,而且影响工作效率。为克服上述困难,美国 Mathworks 公司于 1984 年推出了 MATLAB 软件。MATLAB 的含义是矩阵实验室(Matrix Laboratory)。其基本元素是无须定义维数的矩阵,它研制的初衷主要是方便矩阵的存取,但经过几十年的扩充和完善,已成为各类科学研究与工程应用中的标准工具。目前最新的版本是一种功能较强、效率较高、便于进行科学和工程计算的交互式软件包,其中包括:一般数值分析、矩阵计算、数字信号处理、建模和系统控制和优化等应用程序,并集应用程序和图形于一个便于使用的集成环境中。在此环境下,MATLAB 语言表述形式和其数学表达形式相同,它将不同数学分支的算法以函数的形式分类成库,使用时直接调用这些函数并赋予实际参数就可以解决问题,快速而且准确,不需要按传统的方法编程。

近年来,MATLAB 已被广泛地应用于教学和科研。该软件的特点可以归纳为以下几点:

1. 简单易学

MATLAB 是一门编程语言,其语法规则与一般的结构化高级编程语言如 C 语言等大同小异,而且它不需要定义变量和数组,使用更加方便。具有一般语言基础的用户很快就可以掌握。

2. 代码短小高效

由于 MATLAB 已经将数学问题的具体算法编成了现成的函数,用户只要熟悉算法的特点、使用场合、函数的调用格式和参数意义等,通过调用函数就可以很快地解决问题,而不必花大量的时间纠缠于具体的算法。

3. 计算功能非常强大

MATLAB 软件具有强大的矩阵计算功能,利用一般的符号和函数就可以对矩阵进行加、减、乘、除的运算以及转置和求逆运算,而且可以处理稀疏矩阵等特殊的矩阵,非常适合有限元等大型数值算法的编程。此外,该软件现有的六十多个工具箱,可以解决数学和工程领域的许多问题。

4. 强大的图形表达功能

MATLAB 软件不仅可以绘制一般的二维、三维图形,如线图、条形图、饼图、散点图、直方图与误差条图等,还可以绘制工程特性较强的特殊图形,如玫瑰花图、极坐标图、二维、三维等值线图、三维表面图、假彩色图、二维、一维流线图、三维彩色流锥图、流沙图、流带图、流管图、卷曲图与切片图等,此外还可以生成快照图和进行动画制作。

5. 可扩展性能

可扩展性能是该软件的一大优点,用户可以自己编写 M 文件,组成自己的工具箱,以解决本领域内常见的计算问题。

MATLAB 有两个基本版本:由 MathWorks 公司发布的专业版和由 Prentice Hall 发布的较小的 MATLAB 学生版。学生版的主要限制是矩阵的大小,其极限是 16 384 个元素。可是这种版本包含了三种工具箱:信号和系统工具箱,控制系统工具箱以及符号数学工具箱。

MATLAB 在以下的领域里解决各种问题是一个十分有效的工具:

- (1) 工业研究与开发;
- (2) 数学教学,特别是线性代数,所有基本概念都能涉及;
- (3) 在数值分析和科学计算方面的教学与研究,能够详细的研究和比较各种算法的优越性;
- (4) 在诸如电子学、控制理论和物理学等工程和科学学科方面的教学与研究;
- (5) 在诸如经济学、化学和生物学等有计算问题的所有其他领域中教学与研究。

0.2.2 Simulink 简介

Simulink 是实现动态系统建模、仿真的一个集成环境。它支持线性和非线性系统,连续和离散系统模型,或者是两者结合的混合系统。还可以是多采样频率的,如系统的不同部分拥有不同的采样率。

它的存在使 MATLAB 的功能得到进一步的扩展。这种扩展的意义表现如下:

(1) 实现了可视化建模。在 Windows 里,用户通过简单的鼠标操作就可建立直观的系统模型,并进行仿真。

(2) 实现了多工作环境间文件互用和数据交换,如 Simulink 与 MATLAB, Simulink 与 C、FORTRAN, Simulink 与 DSP, Simulink 与实时硬件工作环境等的信息交换都可以方便地实现。

(3) 把理论研究和工程实现有机地结合在一起。

对于建模, Simulink 提供了一个图形化的用户界面,可以用鼠标单击和拖拉模块的图标建模。通过图形界面,可以像用铅笔在图纸上画图一样画模型图。这是以前需要用编程语言明确的用公式表达微分方程的软件包所远远不能相比的, Simulink 包含一个复杂的由接收器、信号源、线性和非线性组件以及连接件组成的模块库,当然也可以定制和创建自己的模块。

所有模型是分级的,因此可以通过自下而上或自上而下的方法建模,可以在最高层面上查看一个系统,然后通过双击系统的各个模块进入系统的低一级层面以看到模块的更多细节。这一方法提供了一个了解模型是如何组成以及它的各个部分是如何相互联系的方法。

定义完一个模型后,就可以通过 Simulink 的菜单或者在 MATLAB 的命令窗口输入命令对它进行仿真。菜单对于交互式工作非常方便,而命令行方式对于处理成批的仿真比较有用。使用 Scopes 或者其他的显示模块,可以在运行仿真时观察到仿真结果。另外,还可以在仿真时改变参数并立即可以看到改变后的结果。仿真结果可以放在 MATLAB 的工作空间中以待进一步的处理或者可视化。模型分析可以使用的工具包括可直接通过命令行方式调用的线性化和整理工具, MATLAB 的其他各种工具,以及所有应用程序工具箱。因为 Simulink 和 MATLAB 是集成在一起工作的,所以用户可以在任何环境的任意点对用户的模型进行仿真、分析或修改。

Simulink 实时工作环境自动的直接从 Simulink 的模块图生成语言代码。这将允许连续离散时间或者混合系统的模型可以运行于各种计算机平台,其中包括实时硬件,但 Simulink 是必不可少的。

近几年来, Simulink 已经在学术和工业等领域得到了广泛的应用,用它可以进行动态系统的建模和仿真,也可以很随意地建立各种模型,还可以很随意地改变模型参数并且可以很快看到改变后的结果,非常方便、实用。

0.2.3 Simulink 模块库

Simulink 模块库按功能进行分类构成多个子库,即模块组,主要包括连续模块组、非线性模块组、离散模块组、数学模块组、接收器模块组和输入源模块组等。