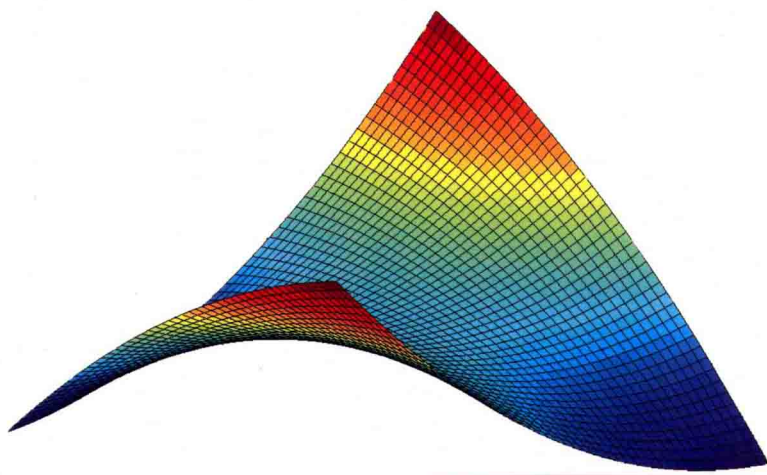


基于MATLAB的 电力电子技术和 交直流调速系统仿真

陈中◎编著



清华大学出版社

本书由清华大学出版社出版

· 封面

同, 清华大学出版社出版

同, 清华大学出版社出版

同, 清华大学出版社出版

同, 清华大学出版社出版

同, 清华大学出版社出版

同, 清华大学出版社出版

同, 清华大学出版社出版

同, 清华大学出版社出版

同, 清华大学出版社出版

同, 清华大学出版社出版

同, 清华大学出版社出版

同, 清华大学出版社出版

同, 清华大学出版社出版

同, 清华大学出版社出版

同, 清华大学出版社出版

同, 清华大学出版社出版

同, 清华大学出版社出版

同, 清华大学出版社出版

同, 清华大学出版社出版

同, 清华大学出版社出版

同, 清华大学出版社出版

同, 清华大学出版社出版

同, 清华大学出版社出版

同, 清华大学出版社出版

同, 清华大学出版社出版

同, 清华大学出版社出版

同, 清华大学出版社出版

同, 清华大学出版社出版

同, 清华大学出版社出版

同, 清华大学出版社出版

同, 清华大学出版社出版

同, 清华大学出版社出版

同, 清华大学出版社出版

同, 清华大学出版社出版

同, 清华大学出版社出版

同, 清华大学出版社出版

基于MATLAB的 电力电子技术和 交直流调速系统仿真

陈中◎编著

清华大学出版社

北京

内 容 简 介

本书主要介绍了基于 MATLAB 的电力电子技术和交直流调速系统仿真,在适当阐述工作原理基础上,重点介绍系统的仿真模型建立方法和仿真结果分析,对于不能直接调用的仿真模块进行了修改并说明其工作原理。

全书共分 7 章,第 1 章为基础篇,着重介绍 MATLAB 基本操作与模块库中模块浏览;第 2~7 章为电力电子和交直流调速系统仿真模型的建立和仿真结果分析。全书提供了一些应用实例。

本书特点是将电力电子技术、交直流调速系统与 MATLAB 仿真有机地结合在一起,叙述简洁,概念清楚。

本书适合作为高等院校电气、自动化专业高年级本科生、研究生及高校教师的教学参考书,同时可供相关人员参考。

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

基于 MATLAB 的电力电子技术和交直流调速系统仿真/陈中编著. --北京:清华大学出版社,2014
ISBN 978-7-302-37049-9

I. ①基… II. ①陈… III. ①电力电子技术—系统仿真—Matlab 软件 ②交流电机—调速—系统仿真—Matlab 软件 ③直流电机—调速—系统仿真—Matlab 软件 IV. ① TM1-39 ② TM330.12 ③ TM340.12

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 143116 号

责任编辑:文 怡

封面设计:李召霞

责任校对:时翠兰

责任印制:何 芊

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 刷 者:北京富博印刷有限公司

装 订 者:北京市密云县京文制本装订厂

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm 印 张:17.5 字 数:428 千字

版 次:2014 年 11 月第 1 版 印 次:2014 年 11 月第 1 次印刷

印 数:1~2000

定 价:39.00 元

产品编号:057846-01

前言

FOREWORD

MATLAB 是美国 MathWorks 公司出品的商业数学软件,用于算法开发、数据可视化、数据分析以及数值计算的高级技术计算语言和交互式环境,主要包括 MATLAB 和 Simulink 两大部分。MATLAB 是 matrix 和 laboratory 两个词的组合,意为矩阵工厂(矩阵实验室),是由美国 MathWorks 公司发布的主要面对科学计算、可视化以及交互式程序设计的高科技计算环境。它将数值分析、矩阵计算、科学数据可视化以及非线性动态系统的建模和仿真等诸多强大功能集成在一个易于使用的视窗环境中,为科学研究、工程设计以及必须进行有效数值计算的众多科学领域提供了一种全面的解决方案,并在很大程度上摆脱了传统非交互式程序设计语言(如 C、FORTRAN)的编辑模式,代表了当今国际科学计算软件的先进水平。

基于框图仿真平台的 Simulink 是在 1993 年发行的,它是以 MATLAB 强大计算功能为基础,以直观的模块框图进行仿真和计算的,Simulink 提供了各种仿真工具,尤其是它不断扩展的、内容丰富的模块库,为系统仿真提供了极大的便利。在 Simulink 平台上,通过拖拉和连接典型的模块就可以绘制仿真对象的框图,对模型进行仿真。在 Simulink 平台上,仿真模型可读性强,这就避免了在 MATLAB 窗口中使用 MATLAB 命令和函数仿真时需要熟悉记忆大量函数的问题。

Simulink 环境下的电力系统模块库(Powersystem Blockset)是由加拿大 HydroQuebec 和 TESCIM Internation 公司共同开发的,其功能非常强大,可以用于电路、电力电子系统、电机控制系统、电力传输系统等领域的仿真。

MATLAB 软件更新很快,几乎每隔一段时间就有新版本推出,但从作者个人实践中来看,MATLAB 7.0 版本和 MATLAB 6.5.1 版本相比较,就电力电子和交直流调速仿真而言,后者版本更稳定,比如逻辑无环流直流调速和按转子磁链定向的仿真,在 MATLAB 7.0 版本就仿真不出来。MATLAB 7.0 以后的版本,多了一个 Powergui 模块,此模块除对检测谐波方便外,没有看出其他优势,MATLAB 6.5.1 也有模块检测谐波,只不过稍微费事一点。所以本书依旧使用 MATLAB 6.5.1 版本,读者可以从“<http://dl.vmall.com/c0c0uo7x9>”网址上免费下载。

本书主要是在顾春雷和作者编著的《电力拖动自动控制系统与 MATLAB 仿真》基础上进行扩展的,增加了一部分内容,并修正了某些错误,电力电子内容主要是以冷增祥、徐以荣编著的《电力电子技术基础》为蓝本,交直流调速主要是以陈伯时编著的《电力拖动自动控制系统》为蓝本进行仿真的,在此向顾春雷、冷增祥、徐以荣、陈伯时等表示衷心感谢。

本书共分为7章,第1章介绍MATLAB与基本操作,内容包括Simulink和PowerSystems模块库中的各模块的含义以及一些基本操作,如模块的修改、示波器的设置等。第2章介绍电力电子整流电路仿真,包括不同类型整流电路带不同负载的仿真模型和仿真结果分析。第3章介绍电力电子有源逆变仿真,介绍不同类型整流电路有源逆变的仿真模型和仿真结果。第4章是电力电子无源逆变的仿真,包括晶闸管逆变和全控器件逆变。第5章介绍交流调压仿真和开关电源的仿真。第6章是直流调速系统仿真,着重介绍调节器参数和电机参数的确定。第7章是交流调速系统仿真模型的建立和仿真结果分析。

本书在编写过程中,得到了盐城工学院电气学院各位领导以及同事的大力支持和帮助,特别是陈冲老师指出了作者的一个重大错误,安徽微电科技股份有限公司朱代忠工程师也给予了巨大帮助,在此向他们表示衷心感谢。

由于作者水平有限,书中肯定有许多不足之处,欢迎读者批评指正,敬请各位读者发邮件到 chenzhong33@126.com 与作者联系,谢谢。

谨以此书献给我的亲人们。

2014年5月于盐城工学院

陈冲

目录

CONTENTS

001	0.1 单闭环直流调速系统仿真	1
001	0.2 1. 三相桥式整流电路仿真	156
001	0.2.2 三相桥式整流电路仿真	170
103	0.2.3 三相桥式整流电路仿真	173
108	0.2.4 单闭环直流调速系统仿真	176
108	0.2.5 单闭环直流调速系统仿真	179
第1章	MATLAB 简介与基本操作	1
111	1.1 MATLAB 简介	1
111	1.2 Simulink/SimPowerSystems 模型窗口	2
117	1.2.1 Simulink 的工作环境	2
131	1.2.2 模型窗口工具栏	5
131	1.3 有关模块的基本操作及仿真步骤	5
134	1.4 测量模块及显示和记录模块的使用	9
138	1.5 建立子系统和系统模型的封装	16
139	1.6 Simulink 模型库中的模块	25
143	1.7 SimPowerSystems 模型库浏览	30
147	1.8 仿真算法介绍	39
139	1.9 s 函数的编写	42
第2章	电力电子整流电路仿真	46
141	2.1 电力电子仿真常用的测量模块简介	46
141	2.2 单相桥式整流电路仿真	49
147	2.2.1 单相全控桥式整流电路仿真	49
147	2.2.2 单相半控桥式整流电路的仿真	58
148	2.3 三相半波可控整流电路仿真	62
148	2.3.1 三相半波可控整流电路接纯电阻负载仿真	62
149	2.3.2 三相半波可控整流电路接反电动势负载仿真	70
149	2.3.3 考虑交流电源存在电感三相不可控整流电路仿真	73
151	2.3.4 考虑交流电源侧存在电感三相半波可控整流电路仿真	75
151	2.4 三相全控桥式整流电路仿真	77
151	2.5 三相半控桥式整流电路仿真	82
第3章	电力电子有源逆变仿真	88
151	3.1 半波可控整流电路接电动势性质负载的仿真	88

IV 基于MATLAB的电力电子技术和交直流调速系统仿真

3.2	考虑交流电源存在电感的有源逆变仿真	92
3.3	三相全控桥式整流电路有源逆变工作状态仿真	95
3.4	整流电路的电流畸变系数和有功功率测量的仿真	96
第4章 电力电子无源逆变仿真		100
4.1	负载换流逆变器仿真	100
4.1.1	RLC串联谐振逆变器仿真	100
4.1.2	并联谐振逆变器仿真	103
4.2	强迫换流电压型逆变器仿真	106
4.2.1	单相桥式串联电感式逆变器仿真	106
4.2.2	三相串联电感式逆变器仿真	108
4.2.3	串联二极管式逆变器仿真	111
4.2.4	具有辅助换流晶体管逆变器仿真	114
4.3	强迫换流电流型逆变器仿真	117
4.4	全控型电力电子电压型逆变器仿真	121
4.4.1	单相全桥逆变器仿真	121
4.4.2	三相电压型逆变器仿真	124
4.5	多重逆变电路仿真	128
4.5.1	二重单相电压型逆变电路仿真	129
4.5.2	三相电压型逆变器多重化仿真	131
4.6	正弦波脉宽逆变器仿真	134
4.7	跟踪型PWM控制技术仿真	136
4.7.1	单相半桥式跟踪PWM逆变器仿真	137
4.7.2	三相桥式跟踪PWM逆变器仿真	139
第5章 交流调压和直流变换仿真		141
5.1	交流调压仿真	141
5.1.1	单相交流调压仿真	141
5.1.2	三相交流调压仿真	145
5.2	直流变换器仿真	149
5.2.1	降压式(buck)斩波器仿真	149
5.2.2	升压式(boost)斩波器仿真	151
5.2.3	升/降压斩波器仿真	152
5.3	输入和输出隔离直流变换器仿真	154
5.3.1	单端反激式电路仿真	154
5.3.2	单端正激式变换电路仿真	157
5.3.3	推挽式直流变换电路仿真	159

5.3.4	半桥式直流变换电路仿真	161
5.3.5	全桥式直流变换电路仿真	163
第 6 章	直流调速系统的仿真	165
6.1	单闭环直流调速系统仿真	166
6.1.1	晶闸管-直流电动机开环调速系统的仿真	166
6.1.2	单闭环有静差转速负反馈调速系统的建模与仿真	170
6.1.3	单闭环无静差转速负反馈调速系统的建模与仿真	173
6.1.4	单闭环电流截止转速负反馈调速系统的建模与仿真	176
6.1.5	单闭环电压负反馈调速系统的建模与仿真	179
6.1.6	单闭环电压负反馈和带电流正反馈调速系统的建模与仿真	181
6.1.7	单闭环转速负反馈调速系统定量仿真	182
6.2	双闭环及 PWM 直流调速系统仿真	184
6.2.1	转速、电流双闭环直流调速系统定量仿真	185
6.2.2	转速超调的抑制——转速微分负反馈仿真	202
6.2.3	$\alpha=\beta$ 配合控制调速系统仿真	205
6.2.4	逻辑无环流可逆直流调速系统仿真	213
6.2.5	PWM 直流调速系统仿真	219
第 7 章	交流调速系统的 MATLAB 仿真	227
7.1	交流调速系统仿真中常用模块简介	227
7.2	单闭环交流调压调速系统的建模仿真	228
7.2.1	调压调速基本工作原理	228
7.2.2	调压调速的建模与仿真	229
7.3	变频调速系统的建模与仿真	232
7.3.1	SPWM 内置波调速系统仿真	232
7.3.2	SPW 外置波调速系统仿真	234
7.4	电流滞环跟踪控制调速系统仿真	235
7.5	电压空间矢量调速系统的建模与仿真	238
7.5.1	电压空间 PWM 矢量控制技术	238
7.5.2	电压空间 PWM 矢量控制技术仿真	240
7.6	转速开环恒压频比的交流调速系统仿真	243
7.7	转差频率改进方案的仿真	245
7.8	转速、磁链闭环控制的矢量控制系统仿真	250
7.8.1	矢量控制系统的基本思路	251
7.8.2	按转子磁链定向矢量控制方案	251
7.8.3	转速、磁链闭环矢量控制系统仿真	253

181	7.9	定子磁链定向控制直接转矩控制系统仿真	258
181	7.9.1	按定子磁链定向控制直接转矩控制系统的基本原理	258
181	7.9.2	按定子磁链定向控制直接转矩控制系统仿真	258
181	7.10	绕线式转子异步电动机双馈调速系统仿真	265
181	7.10.1	绕线式异步电动机串级工作原理	265
181	7.10.2	绕线式异步电动机串级调速系统仿真	268

181	参考文献	271
-----	------	-----

181	1.1	电力电子技术的发展概况	100
181	1.2	电力电子器件的伏安特性	103
181	1.3	电力电子器件的开关特性	106
181	1.4	电力电子器件的散热	108
181	1.5	电力电子器件的驱动	109
181	1.6	电力电子器件的测试	111
181	1.7	电力电子器件的封装	114
181	1.8	电力电子器件的可靠性	117
181	1.9	电力电子器件的寿命	121
181	1.10	电力电子器件的故障	121
181	1.11	三相电压型变流器	124
181	1.12	多相电压型变流器	128
181	4.5.1	二重单相电压型变流器仿真	129
181	4.5.2	三相电压型变流器多量仿真	131
181	2.4	交变电压型变流器仿真	134
181	2.5	三相电压型变流器仿真	136
181	2.6	单相电压型变流器仿真	137
181	2.7	三相电压型变流器仿真	139
181	2.8	单相电压型变流器仿真	141
181	2.9	三相电压型变流器仿真	141
181	2.10	单相电压型变流器仿真	141
181	2.11	三相电压型变流器仿真	141
181	2.12	单相电压型变流器仿真	141
181	2.13	三相电压型变流器仿真	141
181	2.14	单相电压型变流器仿真	141
181	2.15	三相电压型变流器仿真	141
181	2.16	单相电压型变流器仿真	141
181	2.17	三相电压型变流器仿真	141
181	2.18	单相电压型变流器仿真	141
181	2.19	三相电压型变流器仿真	141
181	2.20	单相电压型变流器仿真	141
181	2.21	三相电压型变流器仿真	141
181	2.22	单相电压型变流器仿真	141
181	2.23	三相电压型变流器仿真	141
181	2.24	单相电压型变流器仿真	141
181	2.25	三相电压型变流器仿真	141
181	2.26	单相电压型变流器仿真	141
181	2.27	三相电压型变流器仿真	141
181	2.28	单相电压型变流器仿真	141
181	2.29	三相电压型变流器仿真	141
181	2.30	单相电压型变流器仿真	141
181	2.31	三相电压型变流器仿真	141
181	2.32	单相电压型变流器仿真	141
181	2.33	三相电压型变流器仿真	141
181	2.34	单相电压型变流器仿真	141
181	2.35	三相电压型变流器仿真	141
181	2.36	单相电压型变流器仿真	141
181	2.37	三相电压型变流器仿真	141
181	2.38	单相电压型变流器仿真	141
181	2.39	三相电压型变流器仿真	141
181	2.40	单相电压型变流器仿真	141
181	2.41	三相电压型变流器仿真	141
181	2.42	单相电压型变流器仿真	141
181	2.43	三相电压型变流器仿真	141
181	2.44	单相电压型变流器仿真	141
181	2.45	三相电压型变流器仿真	141
181	2.46	单相电压型变流器仿真	141
181	2.47	三相电压型变流器仿真	141
181	2.48	单相电压型变流器仿真	141
181	2.49	三相电压型变流器仿真	141
181	2.50	单相电压型变流器仿真	141
181	2.51	三相电压型变流器仿真	141
181	2.52	单相电压型变流器仿真	141
181	2.53	三相电压型变流器仿真	141
181	2.54	单相电压型变流器仿真	141
181	2.55	三相电压型变流器仿真	141
181	2.56	单相电压型变流器仿真	141
181	2.57	三相电压型变流器仿真	141
181	2.58	单相电压型变流器仿真	141
181	2.59	三相电压型变流器仿真	141
181	2.60	单相电压型变流器仿真	141
181	2.61	三相电压型变流器仿真	141
181	2.62	单相电压型变流器仿真	141
181	2.63	三相电压型变流器仿真	141
181	2.64	单相电压型变流器仿真	141
181	2.65	三相电压型变流器仿真	141
181	2.66	单相电压型变流器仿真	141
181	2.67	三相电压型变流器仿真	141
181	2.68	单相电压型变流器仿真	141
181	2.69	三相电压型变流器仿真	141
181	2.70	单相电压型变流器仿真	141
181	2.71	三相电压型变流器仿真	141
181	2.72	单相电压型变流器仿真	141
181	2.73	三相电压型变流器仿真	141
181	2.74	单相电压型变流器仿真	141
181	2.75	三相电压型变流器仿真	141
181	2.76	单相电压型变流器仿真	141
181	2.77	三相电压型变流器仿真	141
181	2.78	单相电压型变流器仿真	141
181	2.79	三相电压型变流器仿真	141
181	2.80	单相电压型变流器仿真	141
181	2.81	三相电压型变流器仿真	141
181	2.82	单相电压型变流器仿真	141
181	2.83	三相电压型变流器仿真	141
181	2.84	单相电压型变流器仿真	141
181	2.85	三相电压型变流器仿真	141
181	2.86	单相电压型变流器仿真	141
181	2.87	三相电压型变流器仿真	141
181	2.88	单相电压型变流器仿真	141
181	2.89	三相电压型变流器仿真	141
181	2.90	单相电压型变流器仿真	141
181	2.91	三相电压型变流器仿真	141
181	2.92	单相电压型变流器仿真	141
181	2.93	三相电压型变流器仿真	141
181	2.94	单相电压型变流器仿真	141
181	2.95	三相电压型变流器仿真	141
181	2.96	单相电压型变流器仿真	141
181	2.97	三相电压型变流器仿真	141
181	2.98	单相电压型变流器仿真	141
181	2.99	三相电压型变流器仿真	141
181	3.00	单相电压型变流器仿真	141

第 1 章

MATLAB 简介与基本操作

1.1 MATLAB 简介

MATLAB 语言是由美国的 Clever Moler 博士于 1980 年开发的,在公司及许多专家的努力下,经过多次扩充修改,历经升级,现已发布到 MATLAB 7.0 以上版本,成为全球流行、深受用户欢迎的计算机辅助设计软件工具。本书使用的是 MATLAB 6.5.1 版本。

MATLAB 语言设计者最早是为了解决数学中矩阵运算而进行 MATLAB 语言开发的,它是 Matrix Laboratory(矩阵实验室)的缩写。早期主要用于解决科学和工程的复杂数学计算问题,由于它使用方便、输入便捷、运算高效、适应科技人员思维方式,成为科技界广为使用的软件。

基于框图仿真平台的 Simulink 是在 1993 年发布的,它是以 MATLAB 的强大计算功能为基础,以直观的模块框图进行仿真和计算的,Simulink 提供了各种仿真工具,尤其是它不断扩展的、内容丰富的模块库,为系统仿真提供了极大的便利。在 Simulink 平台上,通过拖拉和连接典型的模块就可以绘制仿真对象的框图,对模型进行仿真。在 Simulink 平台上,仿真模型可读性强,这就避免了在 MATLAB 窗口中使用 MATLAB 命令和函数仿真时需要熟悉记忆大量函数的问题。

由于 Simulink 原本是为控制系统的仿真而建立的工具箱,在使用中易编程、易拓展,并且可以解决 MATLAB 不易解决的非线性、变系数等问题,它能支持连续系统和离散系统的仿真,并且支持多种采样频率系统的仿真,即不同的系统能以不同的采样频率组合,这样就可以仿真较大较复杂的系统。在各学科领域根据自己的需要,以 MATLAB 为基础,开发了大量的专用仿真程序,把这些程序以模块的形式放入 Simulink 中,就形成了各种模块库。



Simulink 环境下的电力系统模块库(Powersystem Blockset)是由加拿大 HydroQuebec 和 TESCIM Internation 公司共同开发的,其功能非常强大,可以用于电路、电力电子系统、电机控制系统、电力传输系统等领域的仿真。本书主要介绍电力电子技术和电力拖动自动控制系统的建模和仿真。


1.2 Simulink/SimPowerSystems 模型窗口

1.2.1 Simulink 的工作环境

从 MATLAB 窗口进入 Simulink 环境有以下几种方法。

(1) 在 MATLAB 的菜单栏上选择 File 菜单, 在下拉菜单中的 New 选项下选中 Model 命令。

(2) 在 MATLAB 的工具栏上单击  按钮, 然后在打开的模型库浏览窗口菜单上单击  按钮。

(3) 在 MATLAB 的文本窗口中输入“simulink”后按回车键, 然后在打开的模型库浏览窗口菜单上单击  按钮。

完成上述操作之一后, 屏幕上出现 Simulink 的工作窗口, 如图 1-1 所示。在菜单栏有 File(文件)、Edit(编辑)、View(查看)、Simulation(仿真)、Format(格式)、Tools(工具)和 Help(帮助)等主要功能菜单, 第三栏是菜单命令的等效按钮。窗口下方有仿真状态提示栏, 启动仿真后, 在该栏中可以提示仿真进度和使用的仿真算法。窗口空白部分是绘制仿真模型框图的空间, 这就是对系统仿真的主要工作平台。

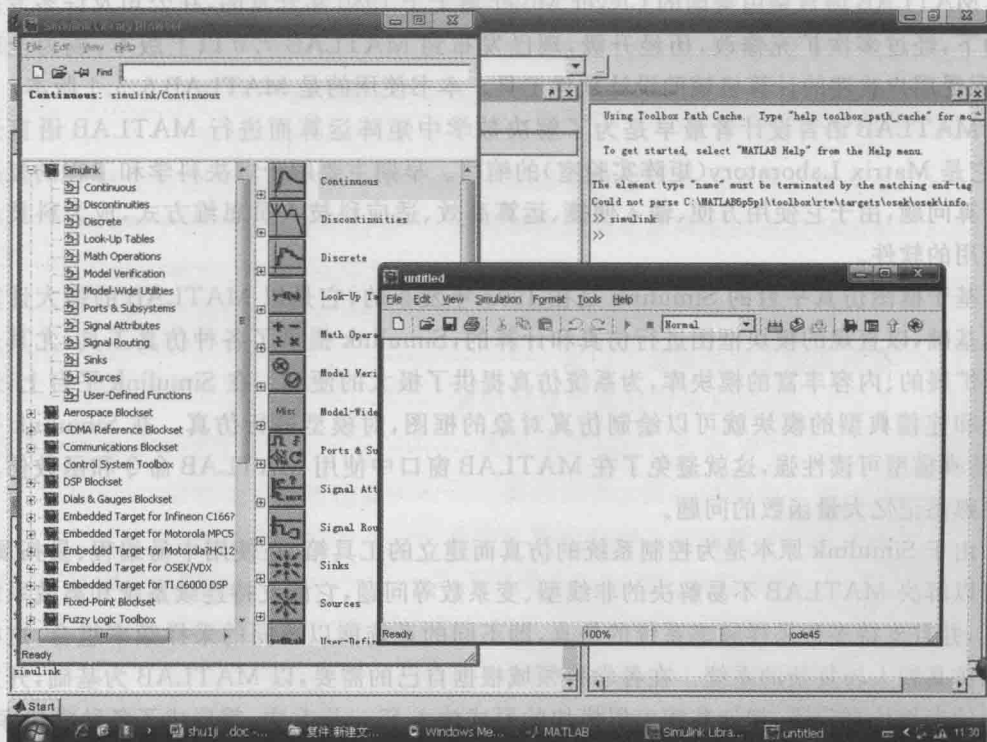


图 1-1 Simulink 工作窗口

7 项主菜单项都有下拉菜单, 每个菜单项为一个命令, 只要用鼠标选中, 即可执行菜单命令所规定的操作, 以下是各个菜单项命令的等效快捷键及功能。

1. File 文件菜单

New Ctrl+N	创建新的模型
Open Ctrl+O	打开已存在的模型文件
Close Ctrl+W	关闭当前的 Simulink 工作窗口模型
Save Ctrl+S	保存当前的文件模型,文件名、路径、子目录保持不变
Save as	将模型另外保存
Sources control	源项控制
Model properties	模型属性
Preferences	仿真属性
Print Ctrl+P	打印模型
Print setup	打印设置
Exit MATLAB Ctrl+Q	退出 MATLAB

2. Edit 编辑菜单

Undo Add Ctrl+Z	撤销前次操作
Can't redo Ctrl+Y	恢复前次操作
Cut Ctrl+X	剪切当前选定内容,放在剪贴板上
Copy Ctrl+C	复制选定内容,放在剪贴板上
Paste Ctrl+V	将剪贴板上内容粘贴到光标所在位置
Clear Delete	清除选定内容
Select all Ctrl+A	全部选定整个窗口内容
Copy model to clipboard	把窗口模型复制到剪贴板上
Create subsystem Ctrl+G	创建一个子系统
Mask subsystem Ctrl+M	封装子系统模型
Look under mask Ctrl+U	查看封装模块内部结构
Library link options	连接选项
Update diagram Ctrl+D	更新模型框图的外观

3. View 查看菜单

Go to parent	进入母模型系统
Toolbar	显示或隐藏工具栏
Status bar	显示或隐藏状态栏
Model browser options	模型浏览器
Block data tips options	显示模块内部数据
Show Library Browser	显示模型库
Zoom in	放大模型显示比例
Zoom out	缩小模型显示比例
Fit system to view	自动选择合适的显示比例
Normal (100%)	正常比例大小

4. Simulink 仿真菜单

Start Ctrl+T	启动或暂停仿真
Stop	停止仿真
Simulation parameters	Ctrl+E 仿真参数设置
Mechanical environment...	电动机模块参数设置
Normal	常规标准仿真
Accelerator	加速仿真

5. Format 格式菜单

Font...	字体设置
Enable Tex commands	文本命令
Text alignment	标题定位
Flip name	移动模块名
Hide name	隐藏模块名
Flip block Ctrl+I	水平翻转模块
Rotate block Ctrl+R	模块顺时针旋转 90°
Show drop shadow	显示模块阴影
Show port labels	显示子系统标签
Foreground color	设置前景颜色
Background color	设置背景颜色
Screen color	设置屏幕颜色
Library link display	库的连接显示
Sample time colors	给不同采样时间序列添加颜色
Wide nonscalar lines	用宽信号线表示向量信号
Signal dimensions	标出信号维数
Port data types	标出信号数据类型
Storage class	存储类型
Sorted order	命令种类

6. Tool 工具菜单

Data explorer	数据输出选择
Simulink debugger	程序调试
Look-up table editor...	表格模块编辑
Data class designer	数据类型设置
Modeldiscretizer...	模型离散化
Profiler	优化 m 文件工具
Coverage settings	模型设置
Real-time workshop	实时工作空间
External mode control panel	外部模式控制板
Fixed-point settings	定点运算

Linear analysis

线性分析设置

Report generator

模型文件设置清单

Requirements management interface... 外部模式控制设置

1.2.2 模型窗口工具栏

模型窗口中主菜单下面是工具栏,工具栏有 20 个按钮,用来执行最常用的功能。归纳起来有两类。

1. 文件管理类

(1) 第一个按钮。单击该按钮将创建一个新模型文件,与在主菜单 File 中执行 New 命令相同。

(2) 第二个按钮。单击该按钮将打开一个已存在的模型文件,与在主菜单 File 中执行 Open 命令相同。

(3) 第三个按钮。单击该按钮将保存模型文件,与在主菜单 File 中执行 Save 命令相同。

(4) 第四个按钮。单击该按钮将打印模型文件,与在主菜单 File 中执行 Print 命令相同。

2. 对象管理类

(1) 第五个按钮。单击该按钮将选中模型文件剪贴到粘贴板上,与在主菜单 Edit 中执行 Cut 命令相同。

(2) 第六个按钮。单击该按钮将选中模型文件复制到粘贴板上,与在主菜单 Edit 中执行 Copy 命令相同。

(3) 第七个按钮。单击该按钮将粘贴板上的内容贴到模型窗口的指定位置,与在主菜单 Edit 中执行 Paste 命令相同。

(4) 第八个按钮。单击该按钮将撤销前次操作,与在主菜单 Edit 中执行 Undo Drag Line 命令相同。

(5) 第九个按钮。单击该按钮将重复前次操作,与在主菜单 Edit 中执行 Redo Drag Line 命令相同。

(6) 第十个按钮。单击该按钮将进行仿真,与在主菜单 Simulation 中执行 Start 命令相同。

(7) 第十一个按钮。单击该按钮将停止仿真,与在主菜单 Simulation 中执行 Stop 命令相同。

(8) 第十五个按钮。单击该按钮将打开 Simulink 库浏览器。

(9) 第十六~第十八按钮。此 3 个按钮用来切换到触发模型浏览器、浏览母模型窗口及调试窗口。

1.3 有关模块的基本操作及仿真步骤

有关模块的基本操作有很多,这些操作都可用菜单功能和鼠标来完成,这里仅介绍一些主要的、常用的操作。

1. 模块的提取

对系统进行仿真时,第一步就是将需要的模块从模型库中提取出来,放到仿真平台上去,方法有以下几种。

(1) 在模型浏览器窗口选中所需要的模块(鼠标单击),选中的模块名会反色,然后在 Edit 菜单栏下选择 add to current model 命令,这时选中的模型会出现在仿真平台上。

(2) 在选中的模块上右击,出现快捷菜单,单击 Copy 命令,然后在仿真平台上右击,在其出现的快捷菜单中单击 Paste 命令即可。

(3) 将光标指针移动到需要的模块上,按住鼠标左键将模型图表拖到平台上,然后松开鼠标即可。这是最常用的快捷方法。

2. 模块的复制和粘贴

已经放到平台上的模块,如果系统中需要用到几个,可以进行复制。其操作步骤如下。

将光标指针移动到需要的模块上,单击鼠标左键,模块的4角出现4个小黑块,表明该模块被选中,然后右击,在出现的快捷菜单上单击 Copy 命令,再在需要该模块的地方右击,单击 Paste 命令即可复制所需要的模块。

采用这种方法也可以复制几个不同的模块或者复制仿真模型中的一部分乃至全部,然后转移到其他地方使用,方法是按下鼠标左键拖拉鼠标,在平台上出现一个虚线方框,包围需要复制的模块,这时被包围的所有模块4角都出现小黑块,即表示这些模块被选中,然后用复制和粘贴命令就可以将其复制到其他地方使用。

3. 模块的移动、放大和缩小

为了使绘制的系统比较美观,需要将各个调用模块放到合适的位置上,或者需要调整模块的大小比例,可以用如下方法得到:

(1) 移动模块仅需要将光标指针移到该模块上,按住鼠标左键拖动该模块到相应的位置即可。

(2) 放大或缩小模块只需要在选中该模块后,将光标移到模块4角的小黑块上,这时光标变成双向小箭头,按下鼠标左键按箭头方向拖动,则可调节模块图标外形的大小。

4. 模块的转动

为了模块与模块之间的连线方便,有时需要转动模块的方向,转动模块的方向只需要在选中模块后右击,弹出快捷菜单,使用 Format... 右拉菜单中的 Flip Block、Rotate Block 两条命令即可,Flip Block 命令使模块水平翻转,Rotate Block 命令使模块顺时针作 90° 旋转。

5. 模块名的修改

在每个模块下方都有一个模块名,模块名可以修改、放大、移动和隐藏。修改模块名时,首先单击该模块名,之后模块名的外侧出现小框,光标在框内闪烁,这时可以和文本文件一样,修改模块名称,模块名称可以是中文或英文。

6. 模块名放大或缩小

在选中所需要放大模块名的模块后右击,在弹出的快捷菜单中单击 Font... 命令,会弹出如图 1-2 所示的对话框,对话框中有字体、字形和大小选项,单击相应的选项就可改变模块名的字体和字形及大小。

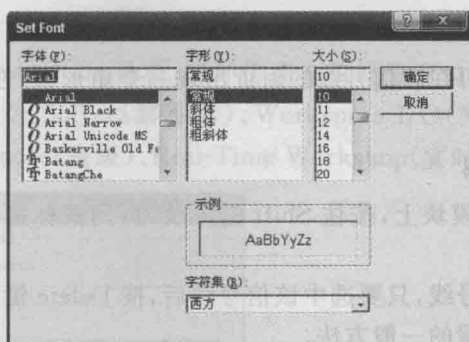


图 1-2 模块名字体格式的选择

模块名的位置也可以调整,但只能是在模块的上下、左右之间调整。快捷的方法是在单击模块名时不松手,直接按鼠标将模块名拖动到模块的上下方或左右方即可。如果不需要显示模块名,可以在 Format...右拉菜单中单击 Hide name 命令,这时模块名被隐藏起来,如果需要重新显示模块名,同样选中模块后,在 Format...右拉菜单下选择 Show name 命令,隐藏的模块名会重新显示出来。

7. 模块的参数设置

模型库里模块放到仿真窗口之后,在使用前大多数模块都需要设置模块的参数,将光标箭头移到模块图标上,双击会弹出参数对话框,框中上部是模块功能的简要介绍,下面是模块参数设置栏,在设置栏中可以按要求输入参数。参数设置好后,单击 OK 按钮关闭对话框,模块参数就设置完毕。模块参数在仿真过程中是不能进行修改的。

8. 模块的删除和恢复

对放在平台上的模块,如果不再需要可以将其删除,操作步骤是选中要删除的模块后,按键盘的 Delete 键;如果要删除一部分模块,可以在要删除的部分上单击拖拉出一个方框,框内的全部模型和连线被选中,按 Delete 键这部分模型包括连线就被删除。模型浏览器中的模块是只读的,不能删除。

9. 模块的连接

在使用 Simulink/SimPowerSystems 仿真时,系统模型由多个模块组成,模块与模块之间需要用信号线连接,连接的方法是将光标箭头指向模块的端口,对准后光标变成“+”字形,这时按下鼠标左键拖动“+”字形到另一个模块的端口后松开鼠标左键,在两个模块的输出和输入端就出现了带箭头的连线,并且箭头实现了信号的流向。

如果要在信号线的中间拉出分支连接另一个模块,可以先将光标移到需要分岔的地方,同时按住 Ctrl 键和鼠标左键,这时可以看到光标变成“+”字形,按住鼠标左键不松,拖动鼠标就可以拉出一根支线,然后将支线引到另一输入端口松开鼠标即可。

10. 信号线的弯折、移动和删除

如果信号线需要弯折,只需要在拉出信号线时,在需要弯折的地方松开鼠标停顿一下,然后继续按下鼠标左键改变鼠标移动方向就可以画出折线。

如果要移动信号的位置,首先选中要移动的线条,将光标指向该线条后单击,线条上出现小黑块则表明该线条被选中,然后再将光标指向线条上需要移动的那一段拖动鼠标即可。

11. 信号线的标签设置

在信号线附近双击即可在该信号线的附近出现一个矩形框,在矩形框内的光标处输入该信号线的说明标签。

12. 信号线与模块分离

将鼠标指到要分离的模块上,按住 Shift 键不放,再用鼠标把模块拖到别处,即可以把模块与连接线分离。

若要删除已画好的信号线,只要选中该信号线后,按 Delete 键即可。

下面简要介绍仿真步骤的一般方法。

在 Simulink 环境下,仿真的一般过程是首先打开一个空白的编辑窗口,然后将需要的模块从模块库中复制到编辑窗口中并连接起来,按照需要设置各模块的参数,确定好仿真参数后就可以对整个模型进行仿真了。下面以简单的阻感性负载为例,说明仿真步骤。

(1) 按照如前所述方法,建立仿真平台。

(2) 在模型库中找到 Series RLC Branch、AC Voltage Source、Scope 等模块,拖动到仿真平台中进行如图 1-3 所示的连接。

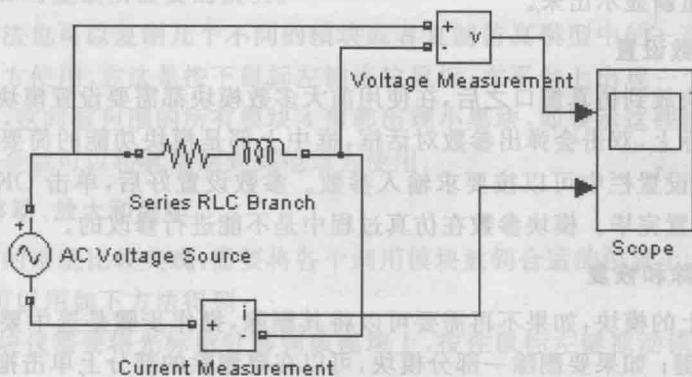


图 1-3 阻感性负载仿真模型

(3) 模块参数设置。单击 Series RLC Branch、AC Voltage Source 模块,打开模块对话框,进行如图 1-4、图 1-5 所示的参数设置。

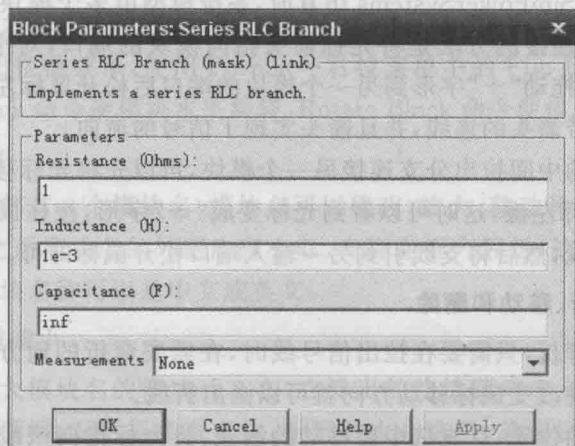


图 1-4 阻感性负载参数设置