DLDJSJSJFZYCS

电路计算机设计仿真与测试

毛 哲 张双德 编著

华中科技大学出版社
E-mail: hustpp@wuhan.cngb.com

电路计算机设计仿真与测试

毛 哲 张双德 编著

华中科技大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

电路计算机设计仿真与测试/毛　哲　张双德　编著
武汉:华中科技大学出版社,2003年9月
ISBN　7-5609-3023-9
Ⅰ.电…
Ⅱ.①毛…　②张…
Ⅲ.电子电路-计算机辅助设计-应用软件,Multisim2001
Ⅳ.TN702

电路计算机设计仿真与测试　　毛　哲　张双德　编著

责任编辑:叶见欣　　封面设计:潘　群
责任校对:朱　霞　　责任监印:张正林

出版发行:华中科技大学出版社　　武昌喻家山　邮编:430074　电话:(027)87545012

录排:武汉市汉桥印务有限责任公司
印刷:武汉理工大印刷厂

开本:787×1092　1/16　　印张:18.25　　字数:370 000
版次:2003年5月第1版　　印次:2003年5月第1次印刷　　定价:29.60元
ISBN　7-5609-3023-9/TN·74

(本书若有印装质量问题,请向出版社发行科调换)

此为试读,需要完整PDF请访问: www.ertongbook.com

内 容 提 要

本书系统地介绍了一种电路计算机设计仿真软件 Multisim 2001(前期版本为 EWB)的应用基础及其在测试中的应用。全书分为两篇,共 11 章。上篇“Multisim 2001 应用基础”由前 7 章组成,包括 Multisim 2001 概述、Multisim 2001 的基本操作、Multisim 2001 元件库、Multisim 2001 的虚拟仪器仪表、Multisim 2001 的基本分析功能、Multisim 2001 的高级分析功能以及 Multisim 2001 的处理功能等内容;下篇“仿真与测试实践”由后 4 章组成,包括电路分析的仿真与测试、模拟电路的仿真与测试、数字电路的仿真与测试以及综合应用的仿真等内容。

本书注重理论与实践相结合,内容丰富,形式新颖,条理清晰,系统性强,适应面广,既可以满足电类专业工程技术人员实际工作的需要,又可作为大专院校有关专业相关课程及实验的教学参考书.

前　言

从上世纪80年代开始，随着计算机技术的飞速发展，电路的分析与设计方法发生了重大变革，Pspice、EWB等一大批各具特色的优秀电子设计自动化（EDA）软件的出现，改变了以定量估算和电路实验为基础的电路设计方法。熟练掌握一些电路设计仿真软件已成为当今电子电路分析和设计人员所必需具备的基本技能之一。

EWB（Electronics Workbench）是加拿大IIT公司（Interactive Image Tech）于1988年推出的电路设计仿真软件。IIT公司从EWB6.0版本开始，将软件更名为Multisim。作为作者，我们认为：如果说EWB在“电路分析”、“模拟电子电路”、“数字电子电路”等实验课程中可充当虚拟实验平台，将实验搬到计算机屏幕上来做，那么Multisim在EWB的基础上发展成为专业设计仿真软件，可较真实地仿真分析实际电路的工作，将设计错误尽可能地消灭在制作样机之前，也就是说Multisim更具有实用性。本书全面系统地介绍了这种电路的计算机设计仿真软件最新版本Multisim 2001的应用基础及其在测试中的应用。

全书分为两篇，共11章。上篇“Multisim 2001应用基础”由前7章组成，包括Multisim 2001概述、Multisim 2001的基本操作、Multisim 2001元件库、Multisim 2001的虚拟仪器仪表、Multisim 2001的基本分析功能、Multisim 2001的高级分析功能以及Multisim 2001的处理功能等内容；下篇“仿真与测试实践”由后4章组成，包括电路分析的仿真与测试、模拟电路的仿真与测试、数字电路的仿真与测试以及综合应用的仿真等内容。

我们认为在撰写过程中，既不能像一些教科书那样只简要介绍软件的基本使用方法（这种介绍只适用于对初学者的训练，对生产科研的实际应用则不能完全适应）；也不能像软件使用手册那样洋洋大篇，难以快速掌握；更不能像软件公司宣传用的资料那样过多地介绍自己的产品，缺乏可读性，而是要通过各种实例，系统全面地、由浅入深地介绍其应用。

有关本书的符号等问题说明如下：

1. 关于图形符号，Multisim 2001中有两种元件符号标准供用户选择：DIN标准（欧洲标准）和ANSI标准（美国标准）。由于我国的电气符号标准与欧洲标准基本相同，故本书的硬件测试电路采用DIN标准；为了利用Multisim 2001软件附带的示例（均采用ANSI标准），因此本书的软件仿真电路采用ANSI标准。有关DIN标准（GB标准）与ANSI标准的对照，读者可查看Multisim 2001的帮助文件。

2. 关于文字符号，Multisim 2001中的DIN标准、ANSI标准的文字符号与我国标准基本相同，但应注意的是，诸如R_1、C_1等在本书电路图中为平标形式，即R1、C1（这是Multisim 2001软件的限制或缺陷所致）。另外由于同样的原因，本书电路图中的变量用正体表示，如电压标注为V，而书中文字部分为U（用斜体表示）。

3. 关于单位，在 Multisim 2001 软件中，电阻、电容单位与我国标准稍有不同，如将 kΩ 和 μF 分别标注为 kohm 和 uF 等，请读者注意。

本书在成书过程中，得到了武汉工业学院院领导田随明教授（享受政府津贴专家）和武汉工业学院电气信息工程系主任谢兆鸿教授（享受政府津贴专家）的大力支持和指导，并审阅了全书，作者在此深表谢意。武汉工业学院电气信息工程系阮小平高级工程师、周龙副教授（博士）、孙江波工程师在各方面给予了支持和帮助；武汉工业学院机械工程系张麟教授、计算机科学与技术系管庶安副教授给予了支持和帮助；武汉工业学院电工电子实验室的宗萍华、石伟、胡淑均、桂乐政、常晓萍等老师也给予了支持和帮助；另外在成书过程中参考了许多专家、学者的资料文献。对上述人员，作者在此表示谢意。

由于作者的水平所限，加之成书仓促，因此恳请读者对于书中存在的错漏之处批评指正。

作　者

2003 年 4 月于汉口常青花园

目　录

上篇　Multisim 应用基础

第一章　Multisim 2001 概述 …… (3)
1－1　Multisim 2001 简介 …… (3)
1－2　安装 Multisim 2001 …… (5)
1－3　Multisim 2001 的基本界面 …… (6)
第二章　Multisim 2001 的基本操作 …… (14)
2－1　用户界面的定制 …… (14)
2－2　元件的取用 …… (18)
2－3　连线和连接点 …… (25)
2－4　总线 …… (27)
2－5　子电路 …… (29)
2－6　文字与文字描述框 …… (31)
第三章　Multisim 2001 的元件库 …… (33)
3－1　元件库的分类 …… (33)
3－2　主元件库中的元件 …… (34)
3－3　元件编辑器 …… (53)
第四章　Multisim 2001 的虚拟仪器仪表 …… (70)
4－1　Multisim 2001 虚拟仪器仪表的特点 …… (70)
4－2　数字万用表 …… (71)
4－3　函数信号发生器 …… (72)
4－4　瓦特表 …… (73)
4－5　示波器 …… (74)
4－6　波特图图示仪 …… (76)
4－7　字信号发生器 …… (78)
4－8　逻辑分析仪 …… (80)
4－9　逻辑转换仪 …… (82)
4－10　失真度分析仪 …… (83)
4－11　频谱分析仪 …… (85)

4-12 网络分析仪 …… (86)
第五章 Multisim 2001 的基本分析功能 …… (90)
5-1 直流工作点分析 …… (90)
5-2 交流分析 …… (94)
5-3 瞬态分析 …… (96)
5-4 傅里叶分析 …… (99)
5-5 噪声分析 …… (102)
5-6 失真分析 …… (105)
第六章 Multisim 2001 的高级分析功能 …… (108)
6-1 直流扫描分析 …… (108)
6-2 灵敏度分析 …… (110)
6-3 参数扫描分析 …… (112)
6-4 温度扫描分析 …… (114)
6-5 零点与极点分析 …… (116)
6-6 传递函数分析 …… (118)
6-7 最坏情况分析 …… (119)
6-8 蒙特卡罗分析 …… (123)
6-9 批处理分析 …… (125)
6-10 用户自定义分析 …… (127)
6-11 射频分析 …… (128)
第七章 Multisim 2001 的处理功能 …… (131)
7-1 分析仿真图表显示窗口 …… (131)
7-2 后处理器 …… (137)
7-3 报告功能 …… (140)
7-4 传输功能 …… (142)

下篇 仿真与测试实践

第八章 电路分析原理的计算机仿真与测试 …… (147)
8-1 元件伏安特性的测试 …… (147)
8-2 叠加定理 …… (154)
8-3 戴维南定理 …… (157)
8-4 受控源特性 …… (163)
8-5 一阶 RC 电路和二阶 RLC 串联电路接通到直流电源的响应 …… (169)
8-6 RLC 串联电路的谐振 …… (178)

8－7　非线性元件的伏安特性 …… (181)
8－8　功率因素的提高 …… (184)
8－9　三相电路中电压、电流和功率的测量 …… (186)
8－10　三相异步电动机 …… (189)
第九章　模拟电路的计算机仿真与测试 …… (192)
9－1　常用电子仪器的使用练习 …… (192)
9－2　单级共射放大电路 …… (195)
9－3　共射－共集放大电路 …… (203)
9－4　负反馈放大器 …… (209)
9－5　基本运算电路 …… (215)
9－6　波形产生器 …… (220)
9－7　集成功率放大器 …… (224)
9－8　整流滤波与并联稳压电路 …… (226)
9－9　有源滤波器 …… (228)
9－10　单级阻容耦合放大电路的设计 …… (233)
第十章　数字电路的计算机仿真与测试 …… (239)
10－1　电路逻辑功能及测试 …… (239)
10－2　用 SSI 构成的组合逻辑电路的分析、设计与调试 …… (242)
10－3　集成触发器 …… (245)
10－4　时序电路测试及研究 …… (249)
10－5　计数器和寄存器 …… (252)
10－6　555 集成定时器及应用 …… (257)
10－7　译码器和数据选择器 …… (262)
10－8　智力竞赛抢答器 …… (266)
第十一章　综合应用的仿真 …… (269)
11－1　设计可调式方波－三角波函数发生器 …… (269)
11－2　交通控制灯的设计 …… (272)
11－3　控制系统稳态误差 …… (275)
11－4　单相桥式全控电路分析 …… (276)
11－5　调幅波信号的解调 …… (277)
参考文献 …… (279)

上　　篇

Multisim 应用基础

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com

第一章　Multisim 2001 概述

EDA(Electronic Design Automation,电子设计自动化)技术是电子信息技术发展的杰出成果。EDA 技术一般包括 3 个方面内容:通过计算机的设计仿真软件进行原理设计及验证;借助 PCB(Printed Circuit Board)软件进行电路板的设计;借助可编程逻辑器件(PLD)的设计软件进行可编程器件的设计。Multisim 2001 就是一种优秀的电路设计仿真软件。

1-1　Multisim 2001 简介

1-1-1　从 EWB 发展到 Multisim 2001

20 世纪 70 年代美国加州柏克莱大学推出了 Spice(Simulation Program with Circuit Emphasis)程序。Spice 程序将常用的元件用数字模型来表示,可以通过软件对电路进行仿真和模拟。它的出现带动了电路仿真模拟技术的飞速发展。

加拿大 Interactive Image Tech 公司(简称 IIT 公司)于 1988 年推出了基于 Spice 元件模型的电路设计仿真软件 Electronics Workbench(简称 EWB)。EWB 以其界面形象直观、操作方便、分析功能强大、易学易用等突出优点,引起了广大电子设计工作者的关注并迅速得到推广应用。从 20 世纪 90 年代中期开始,在我国也得到了快速推广。常用的 EWB 版本有 4.0d 和 5.0c。为了拓宽 EWB 软件的 PCB 功能,IIT 公司推出了自己的 PCB 软件——Electronics Workbench Layout,可使 EWB 电路图文件更直接方便地转换成 PCB。

随着电子技术的飞速发展,EWB 版本的设计仿真功能已远远不能满足需要。IIT 公司从 EWB6.0 版本开始,将专用于电路级设计仿真的软件模块更名为 Multisim,而将 Electronics Workbench Layout 设计模块更名为 Ultiboard。为了加强 Ultiboard 的布线能力,还开发了一个 Ultiroute 布线引擎。另外 IIT 公司又推出了一个专门用于通信电路分析与设计的软件模块 Commsim。IIT 公司的 Multisim、Ultiboard、Ultiroute 和 Commsim 是目前 EWB 的基本组成部分,它们能完成从电路的仿真设计到电路版图生成的全过程,但它们彼此相互独立,可以分别使用。目前,这 4 个 EWB 模块中最具特色的仍是 EWB 仿真模块——Multisim。

Multisim 软件是迄今为止使用最方便、最直观的仿真软件,其基本元件的数学模型是基于 Spice 3.5 版本,但增加了大量的 VHDL 元件模型,可以仿真更复杂的数字元件,另外解决了 Spice 模型对高频仿真不精确的问题。Multisim 在保留了 EWB 形象直观等优点的基础上,大大增强了软件的仿真测试和分析功能(如增加了许多电路仿真软件所不具有的射频电路仿真功能),大大扩充了元件库中的元件的数目,特别是增加了大量与实际元件对应的元件模型,

使得仿真设计的结果更精确、更可靠、更具有实用性。

2001 年 IIT 公司对先前的版本又进行了许多改进，推出了 Multisim 的最新版本 Multisim 2001。针对不同的用户需要，Multisim 2001 发行了多个版本，分为增强专业版（Power Professional）、专业版（Professional）、个人版（Personal）、教育版（Education）、学生版（Student）和演示版（Demo）等。各版本的功能和价格有着明显的差异。由于教育版具有功能强大和价格低廉的双重优势，因此，本书对 Multisim 2001 教育版进行较为全面的介绍。

1-1-2　Multisim 2001 的主要功能

1. 具有丰富的元件库

Multisim 2001 主元件库提供了一个庞大的元件模型数据库（如增强专业版大约有 16000 个，教育版约为 6000 个），并且，用户通过新增的元件编辑器可以建立自己的元件库。

2. 类型齐全的仿真

在 Multisim 2001 电路窗口中既可以分别对数字或模拟电路进行仿真，也可以将数字元件和模拟元件连接在一起进行仿真分析，还可以对射频电路（RF 电路）进行仿真。

3. 高度集成的操作界面

Multisim 2001 将电路原理图的创建，电路的测试分析和结果的图表显示等，全部集成到同一个电路窗口中。整个操作界面就像一个实验工作台，有存放仿真元件的元件箱，有存放测试仪器仪表的仪器库，有进行仿真分析的各种操作命令。测试仪表和某些仿真元件的外形与实物非常接近，操作方法也基本相同，因而该软件易学易用。

4. 强大的分析功能

Multisim 2001 提供了十几种电路的分析功能，可帮助设计人员分析电路的性能，使通常需要几天甚至几个月的分析在瞬间完成，可以将设计错误尽可能消灭在制作样机之前。

5. 强大的虚拟仪器仪表功能

Multisim 2001 提供了双踪示波器、逻辑分析仪、波特图示仪、数字式万用表等十多种虚拟仪器仪表，其友好、逼真的界面，如同在实验室中亲手操作仪器一样，并且可以将测试的结果加以保存，可非常方便地用于分析研究和教学，其提供的逻辑分析仪、网络分析仪更是一般实验室不可多得的高档仪器。

6. 具有 VHDL/Verilog 设计和仿真功能

Multisim 2001 包含了 VHDL/Verilog 的设计和仿真（选件），使得大规模可编程逻辑器件的设计和仿真与模拟电路、数字电路的设计和仿真融为一体，突破了原来大规模可编程逻辑器件无法与普通电路融为一体仿真的缺陷。

7. 提供多种输入/输出的接口

Multisim 2001 可以输入由 Pspice（美国 OrCAD 公司）等其他电路仿真软件所创建的 Spice 网表文件并自动形成相应的电路原理图，可以把 Multisim 2001 环境下创建的电路原理图文件输出给 Protel 等常见的 PCB 软件进行印刷电路板设计，也可以将仿真结果输送到像 MathCAD

和 Excel 这样的应用程序中等等。

1-2 安装 Multisim 2001

1-2-1 安装运行环境要求

操作系统:Windows 95/98/2000/NT4.0。

CPU:Pentium 166 或更高档次。

内存:至少 32 MB(推荐 64 MB 或更高,最好在 128 MB 以上)。

显示器分辨率:至少 800 像素 ×600 像素。

光驱:配备 CD-ROM 光驱(没有光驱时可通过网络安装)。

硬盘:可用空间至少 200 MB。

1-2-2 安装 Multisim 2001

Multisim 2001 包装中的 CD - ROM 可以自行启动运行,按照如下步骤进行安装。

(1)开始安装前关闭所有的 Windows 应用程序。

(2)将光盘放入光驱,光盘将自动运行(否则运行盘中的 setup.exe 安装程序)。

(3)出现"Welcome"后,单击"Next"继续。

(4)阅读授权协议,单击"Yes",接受协议。如果不接受协议,则单击"No",安装程序将终止。

(5)阅读出现的系统升级对话框,单击"Next",Windows 系统文件将进行升级。

(6)系统升级完成后,程序再次提醒关闭所有的 Windows 应用程序,并重新启动计算机。

(7)不取出光盘,一旦计算机重新启动,Multisim 会自动继续安装进程。在中文版 Windows 系统中安装程序不会自动运行,手工运行程序菜单中的 Startup/Continue Setup 命令。

(8)Multisim 继续安装进程。这时将会再次看到"Welcome"和"License"窗口,只需分别单击"Next"和"Yes"以继续安装(与步骤(3)、(4)相同)。

(9)输入用户的姓名、公司名称和与 Multisim 一同提供给用户的 20 位的系列码(Serial Number)。系列码在 Multisim 包装的背后。单击"Next"继续。

(10)如果装有附加模块,就可收到 12 位的功能码。选输入第一个功能码,如果没有收到功能码,略去本步。单击"Next"继续进行(功能码与系列码不同,只有购买了附加模块才能收到功能码)。

(11)选择 Multisim 的安装位置。选择默认位置或单击"Browse"选择另一位置,或输入文件夹名。单击"Next"继续。

(12)安装程序会依次要求选择典型安装(Typical)还是定制安装(Custom)以及 Multisim 2001 的程序组名称,直接单击"Next"两次选择默认设置并继续。

(13)安装程序进行最后安装。

(14)Multisim 安装完毕后,可以选择是否安装 Adobe Acrobat Reader Version 4。阅读电子版手册时需要此软件,单击"Yes"并根据指导进行安装。如果已经安装了此软件,则单击"No"。

(15)依次单击"确定"和"Finish"按钮,并关掉说明窗口完成安装。

1-2-3　注册 Multisim 2001

在安装完成后启动 Multisim 2001 将会出现提示画面,提示在完成注册前仅有 15 天的使用期。记下 10 位数字的特征码(Signature Code)用于注册。

注册 Multisim 2001 需通过网络申请。访问 http://www.electronicsworkbench.com,网址的首页出现后,单击其中的产品注册(Product registration)图标,将会进入注册页面,单击"Multisim 2001 Online Release Code Registration"。

当屏幕上出现"Multisim 2001 Online Release Code Registration"页面后,需要用户输入诸如用户名称、通信地址、E-mail 电子邮件地址、城市、邮政编码、国家、昼间电话号码、20 位序列码、10 位特征码等各栏目信息,其中带 * 号项目是必须填写的,特别注意使用可靠 E-mail 的地址,最后单击"Submit"按钮,完成注册。网上成功申请注册后,等待软件商以 E-mail 方式回复一个 12 位数字的发行码(Release Code)。

当用户从自己的电子信箱中获得软件商回复的发行码文件后,就可以正式运行 Multisim 2001。具体操作步骤是:运行初始安装的 Multisim 2001 程序,单击其中的"Enter Release Code"按钮,将出现发行码输入安装图框,在"Release Code"白色框内输入从网上接收的发行码,再单击"Accept"按钮,即可完成注册,从而可以正常运行 Multisim 2001 软件。

1-3　Multisim 2001 的基本界面

启动 Windows"开始"菜单中的 Multisim 2001,打开如图 1-3-1 所示的 Multisim 2001 的基本界面(默认状态下,电路窗口的背景是黑色的,可通过设置来改变背景颜色)。

从图 1-3-1 中可以看出,Multisim 基本界面主要由菜单栏(Menus)、系统工具栏(System Toolbar)、设计工具栏(Multisim Design Bar)、使用中的元件列表(In Use List)、仿真开关(Simulate Switch)、元件工具栏(Component Toolbar)、连接 Edaparts.com 按钮、仪表工具栏(Instruments Toolbar)、电路窗口(Circuit Window)和状态栏(Status Line)等部分组成。

1-3-1　菜单栏

与所有 Windows 应用程序类似,菜单栏中提供了 Multisim 2001 的几乎所有的操作功能命令。Multisim 2001 菜单栏包含着 9 个主菜单,如图 1-3-2 所示,从左至右分别为 File(文件)菜单、Edit(编辑)菜单、View(窗口显示)菜单、Place(放置)菜单、Simulate(仿真)菜单、Transfer

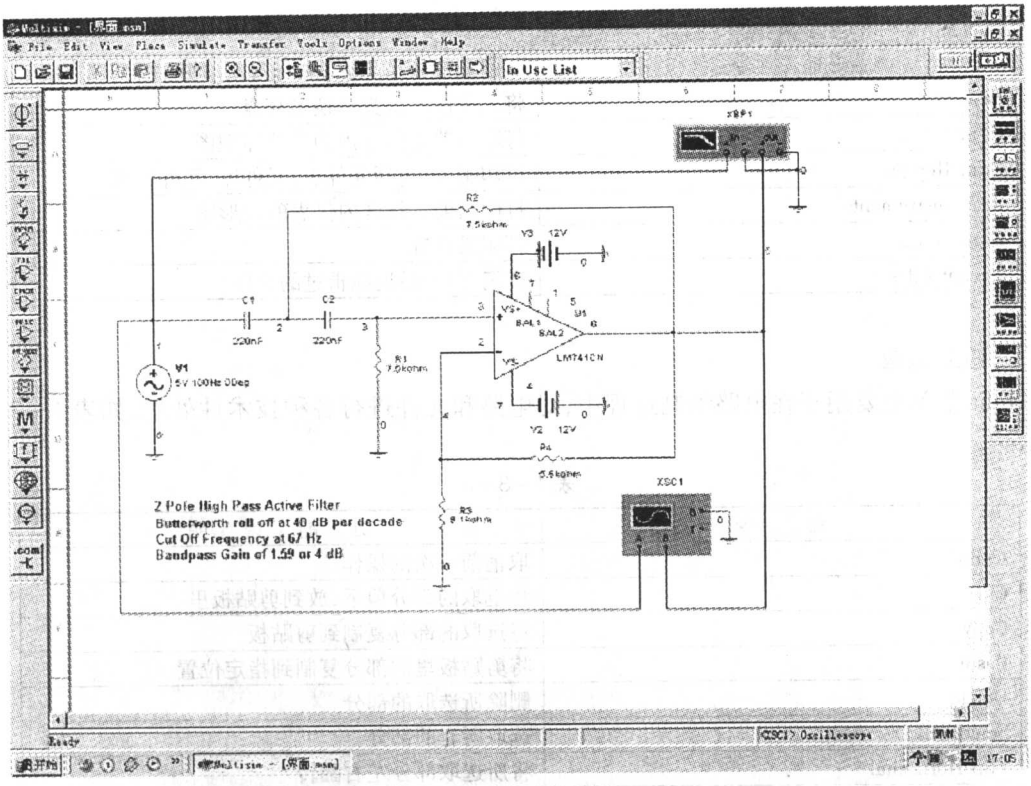

图 1 -3 -1　Multisim 2001 的基本界面

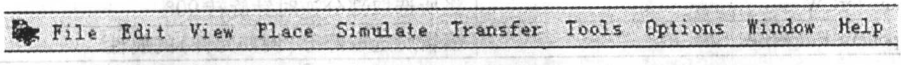

图 1 -3 -2　菜单栏

(文件输出)菜单、Tools(工具)菜单、Options(选项)菜单和 Help(帮助)菜单等。在每个主菜单下都有一个下拉菜单,用户可以从中找到各项操作功能的命令。

1. File 菜单

File 菜单主要用于管理所创建的电路文件,如打开、保存和打印等,如表 1 -3 -1 所示。

表 1 -3 -1

命　令	功　能　说　明
New	提供一个空白窗口以建立一个新文件
Open	打开一个已存在的文件
Close	关闭当前工作区内的文件
Save	将工作区内的文件以 *.msm 的格式存盘

续表

命　令	功　能　说　明
Save as	将工作区内的文件换名存盘
Print Circuit	打印当前工作区内的电路原理图
Print Reports	打印报表,包括元件表、元件库、元件详表
Print Instruments	打印当前工作区内仪表的波形图
Print Setup	打印机设置
Recent Files	查询/打开最近编辑过的文件

2. Edit 菜单

Edit 菜单主要用于在电路绘制过程中,对电路和元件进行各种技术性处理,如表 1-3-2 所示。

表 1-3-2

命　令	功　能　说　明
Undo	取消前一次的操作
Cut	将选取的部分剪下,放到剪贴板里
Copy	将选取的部分复制到剪贴板
Paste	将剪贴板里的部分复制到指定位置
Delete	删除所选取的部分
Select All	选取所有的部分
Flip Horizontal	将所选取部分左右翻转
Flip Vertical	将所选取部分上下翻转
90 Clockwise	将所选取部分顺时针旋转 90°
90 CounterCW	将所选取部分逆时针旋转 90°
Component Properties	编辑所选取部分(例如元件)的属性

3. View 菜单

View 菜单用于确定仿真界面上显示的内容以及电路图的缩放和元件的查找,如表 1-3-3 所示。

表 1-3-3

命　令	功　能　说　明
Toolbars	选择工具栏
Component Bars	选择元件库
Status Bar	显示状态栏
Show Simulation Error Log/Audit Trail	显示仿真的错误记录/检查仿真踪迹
Show XSpice Command Line Interface	显示 XSpice 命令行界面
Show Grapher	显示图表
Show Simulation Switch	显示仿真开关

此为试读,需要完整PDF请访问: www.ertongbook.com