

 新世纪高等院校精品教材

MODIAN SHUDIAN JICHU SHIYAN
JI **Multisim 7** FANGZHEN

模电数电基础实验 及 Multisim 7 仿真

蒋黎红 黄培根 朱维婷 编著



ZHEJIANG UNIVERSITY PRESS
浙江大学出版社

新世纪高等院校精品教材

模电数电基础实验 及 Multisim 7 仿真

蒋黎红 黄培根 朱维婷 编著

浙江大學出版社

图书在版编目(CIP)数据

模电数电基础实验及 Multisim 7 仿真 / 蒋黎红, 黄培根, 朱维婷编著. —杭州: 浙江大学出版社, 2007. 3

ISBN 978-7-308-05179-8

I. 模... II. ①蒋... ②黄... ③朱... III. ①模拟电路—电子技术—实验—高等学校—教材 ②数字电路—电子技术—实验—高等学校—教材 ③电子电路—电路设计: 计算机辅助设计—应用软件, Multisim 7—高等学校—教材
IV. TN7

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 025832 号

模电数电基础实验及 Multisim 7 仿真

蒋黎红 黄培根 朱维婷 编著

责任编辑 张 真

封面设计 宋纪浔

出版发行 浙江大学出版社

(杭州天目山路 148 号 邮政编码 310028)

(E-mail: zupress@mail. hz. zj. cn)

(网址: <http://www.zjupress.com>)

排 版 杭州好友排版工作室

印 刷 杭州浙大同心教育彩印有限公司

开 本 787mm×1092mm 1/16

印 张 19.5

字 数 475 千

版 次 2007 年 3 第 1 版 2007 年 3 第 1 次印刷

印 数 0001—3500

书 号 ISBN 978-7-308-05179-8

定 价 30.00 元

版权所有 翻印必究 印装差错 负责调换

浙江大学出版社发行部邮购电话(0571)88072522

内容提要

本书根据国家教育部高等院校电子专业教学大纲要求,结合面向 21 世纪课程教材《模拟电子技术基础》(童诗白、华成英主编)和《数字电子技术基础》(阎石主编)编写。应用目前世界上较新的优秀仿真软件 Multisim 7,将先进的计算机技术与电子技术课程实验有机地结合在一起。通过先在计算机上做虚拟仿真实验为预习内容,作为进入实验室进行实际操作实验前的一种辅助手段,可以提高实验质量和学生的分析设计能力。

本书第一章安排的是电子仿真软件 Multisim 7 使用方法简介;第二章安排的是 12 个模拟电路基础实验;第三章安排的是 14 个数字电路基础实验;除验证实验外,有部分为提高设计类实验;第四章收录了一些常用电子元件、数字集成电路及 Multisim 7 中的元件库和元器件等资料供读者参考。

本书除适合电子信息工程专业学生学习外,也可供物理专业、计算机专业、电大函授学员和高职学生选用,对自学者和从事电子工程设计人员也有一定的参考价值。

前 言

学习电子技术课程,首先需要刻苦钻研它的许多理论基础知识,因为它是前人经验的总结 and 智慧的结晶。由于电子技术课程的许多理论知识比较抽象、深奥,为了对一些定理和公式进行验证 and 有更深入的理解,所以在实验室进行验证实验,是学习电子技术这门课程必要 and 不可忽略的步骤。光有理论知识只能纸上谈兵,不能解决实际问题说明没有真正学好这门课程。所以必须重视实验教学和实验内容,因为它是培养学生动手操作技能、理论联系实际、设计 and 创新思维的有力措施 and 重要环节。

传统的实验方法是在实验室通过搭建电路,用仪器仪表测量验证 and 设计电子电路。进入新世纪,科学技术迅猛发展,计算机技术已经渗透到人们的科研、生产、工作、生活等各个领域。借助先进的计算机技术,运用电子电路的 EDA 软件,将电子电路仿真作为实验的一种辅助技术,不仅是高等院校电子类本科生必须掌握的新方法,也是开发设计电子产品的新手段,更代表着时代发展的新潮流。

本书根据国家教育部高等院校本科电子专业教学大纲要求,结合面向 21 世纪课程教材《模拟电子技术基础》(童诗白、华成英主编) and 《数字电子技术基础》(阎石主编),编写了模电、数电课程相关章节基础实验 26 个。书中每个实验内容都分成计算机虚拟仿真 and 实验室仪器操作两部分编写,电子仿真软件采用加拿大 Interactive Image Technologies 公司的 Multisim 7 版本。教师可根据课时选做计算机虚拟仿真 or 实验室仪器操作中的任一部分实验内容; or 可将计算机仿真部分内容作为学生进实验室操作实验之前的预习内容。本书可作为高等院校本科电子类学生的实验教学参考书;也可作为从事电子行业人员 and 电子爱好者自学电子技术的参考书。

本书共分四章:第一章电子仿真软件 Multisim 7 使用方法简介;第二章 模拟电子技术基础实验;第三章 数字电子技术基础实验;第四章 附录。

全书由蒋黎红、黄培根、朱维婷编写,蒋黎红承担模电、数电实验准备理论知识的撰写 and 全书书稿的审校;黄培根承担全书计算机虚拟仿真实验内容和实验室仪器操作实验内容的撰写;朱维婷承担第一章 and 第四章内容的编写及全书书稿的整理 and 电子排版。在编写过程中,赵小杰教授对模电实验内容提出了许多宝贵意见 and 对部分实验内容进行了修改 and 补充,在此表示深切谢意。

由于撰写时间匆促,加上作者水平所限,书中难免存在一些疵漏 and 错误,敬请读者批评 and 指正。

编者
2006 年 9 月

几点说明

1. 在电子仿真软件 Multisim 7 中,由于元件标注不能采用下标形式标注,故书中仿真电路图上一律没有下标形式标注,如元件标注“R3”即表示“ R_3 ”。书中部分用 Protel 99 SE 软件绘制的电路图部分元件标注亦如此。凡书中所见元件标注“R3”和“ R_3 ”、“C2”和“ C_2 ”等都视为等效。

2. 电子仿真软件 Multisim 7 和 Protel 99 SE 软件中,电容单位标注用“uF”代替“ μF ”,书中“uF”和“ μF ”被视为等效通用。

3. 书中“单击”一词指:用鼠标左键点击一次,故有些地方叙述时习惯上写成“点击”,书中凡见“单击”或“点击”一词,所指意思相同。

4. 凡书中首次出现的虚拟仪表仪器或元件调用方法,会比较详细介绍调用步骤。再次调用这些仪器或元件时,则简单提及或提示参阅某某页内容,以节省篇幅。

以上诸点可能会给读者阅读时带来不便,特此说明,敬请读者谅解。

编者

目 录

第一章 电子仿真软件 Multisim 7 使用方法简介

第一节 电子仿真软件 Multisim 7 简介	1
第二节 定制用户界面	9
第三节 调出和连接元件操作	12
第四节 虚拟仪器的调用和设置方法	16

第二章 模拟电子技术基础实验

实验 2.1 电子仿真软件 Multisim 7 快速入门	23
实验 2.2 晶体管输出特性曲线测试和 QT-2 使用	33
实验 2.3 常用电子仪器的使用	45
实验 2.4 单级阻容耦合放大电路	53
实验 2.5 差分放大电路	70
实验 2.6 集成运算放大器的应用	76
实验 2.7 负反馈放大电路	86
实验 2.8 RC 正弦波振荡电路	94
实验 2.9 LC 选频放大与 LC 正弦波振荡电路	101
实验 2.10 波形发生电路	108
实验 2.11 乙类推挽功率放大电路	115
实验 2.12 串联稳压电源	122

第三章 数字电子技术基础实验

实验 3.1 数字电路电子仿真基础	128
实验 3.2 与非门逻辑功能测试及组成其他门电路	136
实验 3.3 集成电路逻辑门的应用	146
实验 3.4 译码器	160
实验 3.5 半加器和全加器	171
实验 3.6 数据选择器及应用	181
实验 3.7 竞争冒险现象及消除	186
实验 3.8 JK 触发器	193
实验 3.9 D 触发器及应用	199
实验 3.10 移位寄存器	206
实验 3.11 计数、译码和显示电路	211

实验 3.12	555 电路应用	220
实验 3.13	D/A 转换器	228
实验 3.14	A/D 转换器	236
 第四章 附 录		
附录 4.1	常用电子元器件参考资料	243
附录 4.2	数字集成电路参考资料	254
附录 4.3	Multisim 7 中的元件库和元器件	270
附录 4.4	常用二极管补充参考资料	284
附录 4.5	常用电气图用图形符号及文字符号	287
附录 4.6	部分新旧电气图形符号对照	300
 参考文献		302

第一章 电子仿真软件 Multisim 7 使用方法简介

EWB(Electronics Workbench)是加拿大 Interactive Image Technologies 公司(简称 IIT 公司)于 1988 年推出的颇具特色的 EDA 软件,曾风靡全世界。到目前为止,已超过 32 个国家、被译成 10 多种语言在使用。它以其界面形象直观、操作方便、分析功能强大、易学易用等突出优点,早在 20 世纪 90 年代就在我国得到迅速推广,许多大专院校把 EWB5.0 编入实验教材,作为电子类专业课程教学和实验的一种辅助手段。跨入 21 世纪初,加拿大 IIT 公司在保留原版本的优点基础上,增加了更多功能和内容,将 EWB 软件更新换代推出 EWB6.0 版本,称作 MultiSIM(意为多重仿真),也即 Multisim2001 版本;2003 年升级为 Multisim 7 版本。Multisim 7 版本的功能已十分强大,能胜任电子电路多门课程的虚拟仿真实验。它有十分丰富的电子元器件库,可供用户调用组建仿真电路进行实验;它提供 18 种基本分析方法,可供用户对电子电路进行各种性能分析;它还有多达 17 台虚拟仪器仪表,可供用户对电路进行测试,并能通过仪器面板直观地显示各种波形数据,其中有几台别具匠心的虚拟仪器很值得一提,是其他电子仿真软件所没有的,比如:“4 踪示波器”为用户进行数字电路实验时需同时观察多路信号波形带来了极大方便;“实时测量探针”用来动态测量电路各节点对地电压,相当于我们平时用万用表检测带电电路的各点对地交、直流电压等数据,非常方便;“安捷伦数字万用表”等 3 台高精度电子测量仪器,与其他虚拟仪器不同之处是它们的面板、调节旋钮、信号接口、显示数字波形等完全和安捷伦公司生产的实物仪器一模一样,这给一般学校实验室学生无法享受到使用价格昂贵的世界顶尖技术测量仪器,提供了机会和方便,操作方式和实物仪器完全相同,非常真实。

第一节 电子仿真软件 Multisim 7 简介

单击“开始/程序/ Multisim 7”即可进入电子仿真软件 Multisim 7,首先出现它的启动画面如图 1.1.1 所示。



图 1.1.1

几秒钟后进入它的基本界面如图 1.1.2 所示。

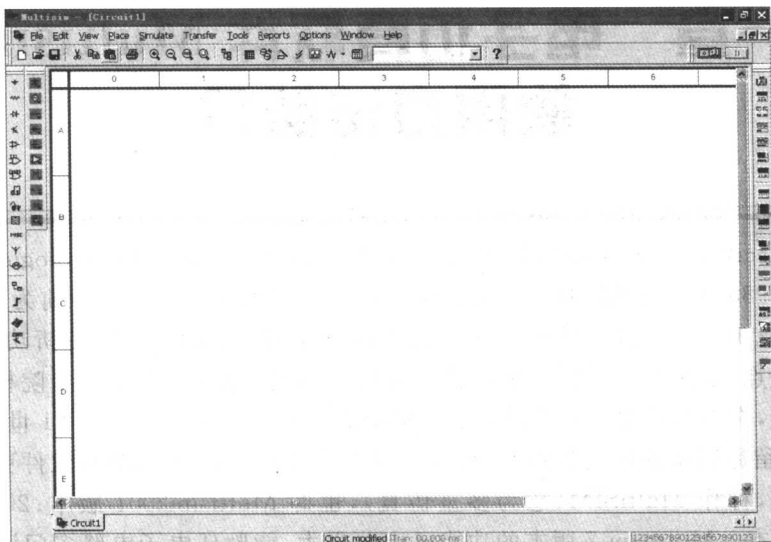


图 1.1.2

基本界面最上方一行是主菜单栏(Menu Bar),共 11 项如图 1.1.3 所示。各主菜单中文译意见图 1.1.4。

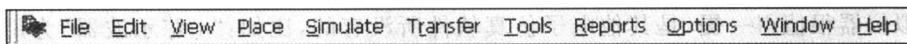


图 1.1.3

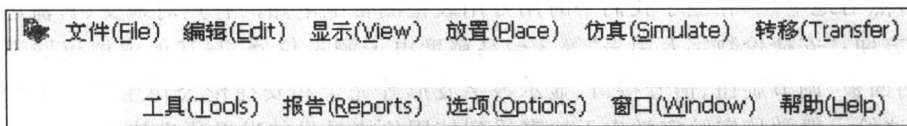


图 1.1.4

主菜单栏下方一行左面为“系统工具栏(System Toolbar)”,共 11 项,如图 1.1.5 所示,各项工具含意与一般 Word 软件相同,无需说明。



图 1.1.5

中间为“设计工具栏(Multisim Design Bar)”共 8 项,它们都是一些快捷键图标,各项工具按钮含意可在下面提到的各主菜单的下拉菜单中找到。再往右是“使用中的元件列表框(In Use List)”及“帮助按钮”,如图 1.1.6 所示。



图 1.1.6

基本界面右上角是仿真开关(Simulate Switch),包括“停止”、“开始”和“暂停”,可用鼠标左键点击进行切换,如图 1.1.7 所示。



图 1.1.7

基本界面的左侧为元件工具条,共有两列:其中左列为现实元件工具条,共 13 个元件库,各库中放置了同一类型的多种元件,现实元件也就是真实存在的元件,其参数一般不能更改。需特别提出的是:电源库虽放在现实元件工具条中,但它仍属虚拟元件,其参数可以修改。现实元件工具条内容从上至下如图 1.1.8 所示。

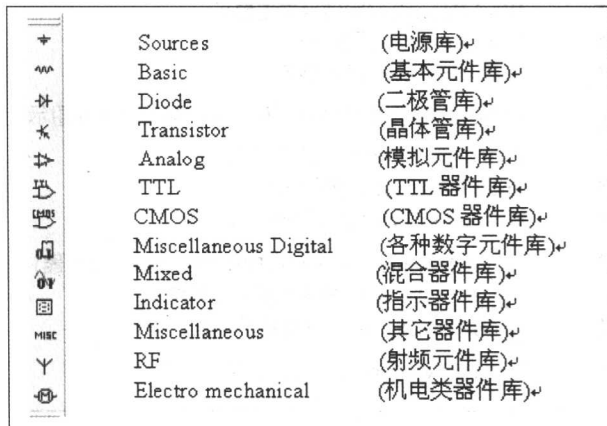


图 1.1.8

另外,现实元件工具条下方还有“放置分层模块”、“放置总线”、登录 [www. Electronics Workbench. com](http://www.ElectronicsWorkbench.com) 和 www. EDAPart. com 网站 4 个功能按钮。

基本界面的左侧右列(呈青色)为虚拟元件工具条,共 10 个虚拟元件库,与真实元件相区别的是虚拟元件的参数是可以随意设置修改的;另一个特点是虚拟元件只能用来电路仿真,不能链接到 Ultiboard 7 软件进行 PCB 制版。其内容从上至下如图 1.1.9 所示。

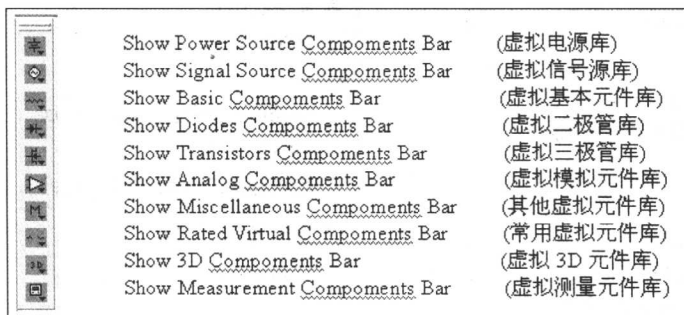


图 1.1.9

基本界面右侧为虚拟仪器、仪表工具条,该工具条含有 17 种用来对电路工作状态进行测试的仪器、仪表和“实时测量探针”。“实时测量探针”平时呈灰色,只有“仿真开关”开启后呈黄色才可调出使用。17 种测量仪器、仪表和“实时测量探针”从上至下如图 1.1.10 所示。

基本界面的中间空白部分即电路窗口,也称 Workspace,相当于一个电子工作平台,仿真电路图的编辑、绘制、分析及波形数据显示等都将在此窗口中进行。

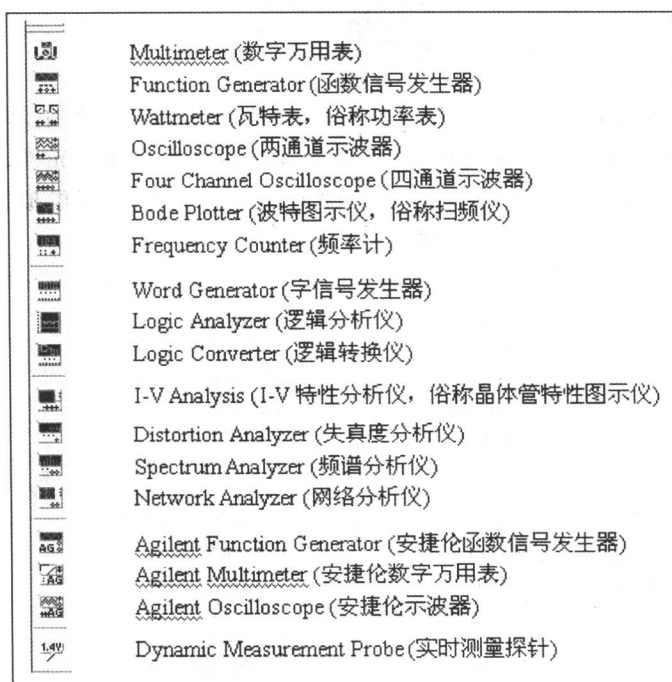


图 1.1.10

另将电子仿真软件 Multisim 7 各主菜单打开后的各下拉菜单功能中文译意列在下面, 供读者参考。

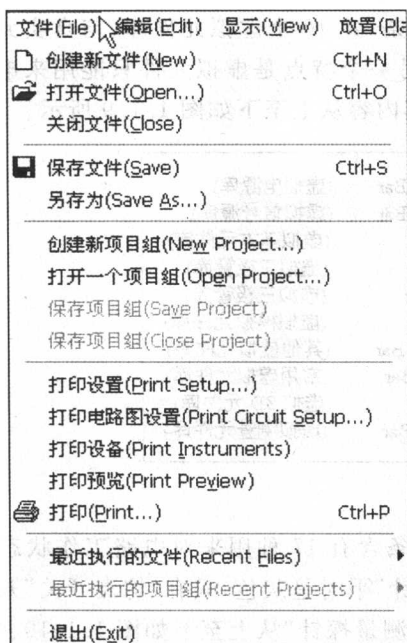


图 1.1.11

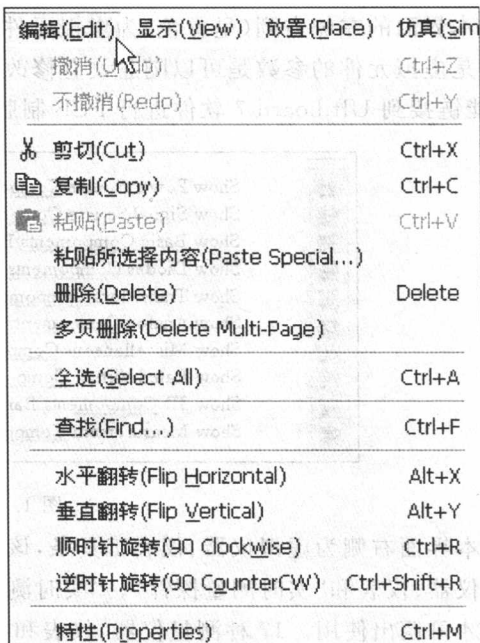


图 1.1.12

打开主菜单“File (文件)”的下拉菜单内容如图 1.1.11 所示。

打开主菜单“Edit(编辑)”的下拉菜单内容如图 1.1.12 所示。

打开主菜单“View(显示)”的下拉菜单内容如图 1.1.13 所示。

打开主菜单“显示(View)”下拉菜单里的“工具条(Toolbars)”的下级菜单内容如图 1.1.14所示。



图 1.1.13



图 1.1.14

打开主菜单“Place(放置)”的下拉菜单内容如图 1.1.15 所示。

打开主菜单“放置(Place)”下拉菜单里的“制图(Graphics)”的下级菜单的内容如图 1.1.16所示。



图 1.1.15

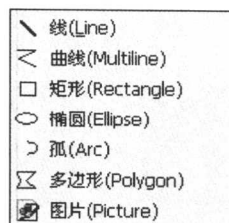


图 1.1.16

打开主菜单“Simulate(仿真)”的下拉菜单内容如图 1.1.17 所示。

打开主菜单“仿真(Simulate)”里下拉菜单的“仪器设备(Instruments)”的下级菜单内容如图 1.1.18 所示。



图 1.1.17



图 1.1.18

打开主菜单“仿真(Simulate)”里下拉菜单的“分析方法(Analysis)”的下级菜单内容如图 1.1.19 所示。

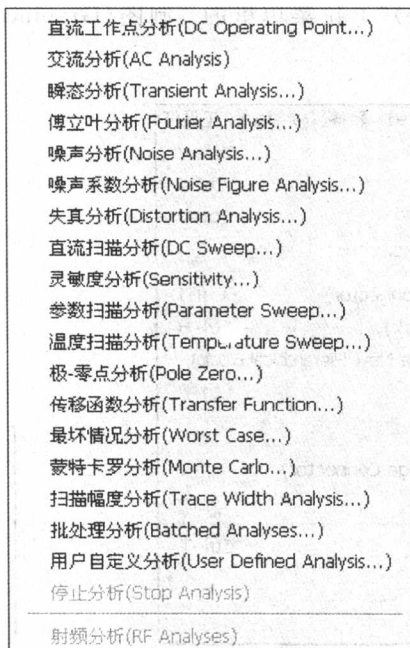


图 1.1.19

打开主菜单“Transfer(转移)”的下拉菜单内容如图 1.1.20 所示。



图 1.1.20

打开主菜单“Tools(工具)”的下拉菜单内容如图 1.1.21 所示。



图 1.1.21

打开主菜单“Reports(报告)”的下拉菜单内容如图 1.1.22 所示。



图 1.1.22



图 1.1.23

打开主菜单“Options(选项)”的下拉菜单内容如图 1.1.23 所示。

打开主菜单“Window(窗口)”的下拉菜单内容如图 1.1.24 所示。



图 1.1.24

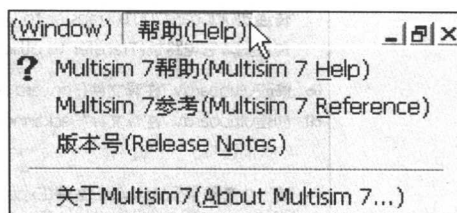


图 1.1.25

打开主菜单“帮助(Help)”的下拉菜单内容如图 1.1.25 所示。

另外,用鼠标右击电子平台窗口空白处,会弹出快捷菜单如图 1.1.26 所示。

放置元件 (Place Component...)	Ctrl+W
放置节点 (Place Junction)	Ctrl+J
放置总线 (Place Bus)	Ctrl+U
放置HB/SB连接器 (Place HB/SB Connector)	Ctrl+I
放置层次块 (Place Hierarchical Block)	Ctrl+H
放置文本 (Place Text)	Ctrl+T
放置Off-Page连接器 (Place Off-Page Connector)	
剪切 (Cut)	Ctrl+X
复制 (Copy)	Ctrl+C
粘贴 (Paste)	Ctrl+V
放置子电路 (Place as Subcircuit)	Ctrl+B
子电路替代 (Replace by Subcircuit)	Ctrl+Shift+B
✓ 显示网格 (Show Grid)	
显示图纸范围 (Show Page Bounds)	
✓ 显示边界 (Show Border)	
✓ 显示标题栏 (Show Title Block)	
显示直尺 (Show Ruler Bars)	
放大 (Zoom In)	F8
缩小 (Zoom Out)	F9
寻找元件 (Find...)	Ctrl+F
设置颜色 (Color...)	
显示元件项目 (Show...)	
选择文本 (Font...)	
选择导线宽度 (Wire width...)	
帮助 (Help)	F1

图 1.1.26

用鼠标右击元件或虚拟仪器仪表图标,会弹出快捷菜单如图 1.1.27 所示。

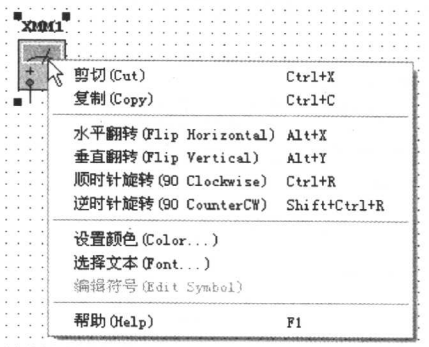


图 1.1.27

第二节 定制用户界面

定制用户界面的目的在于方便原理图的创建、电路的仿真分析和观察理解。因此,创建一个电路之前,最好根据具体电路的要求和用户的习惯设置一个特定的用户界面。定制用户界面的操作主要通过打开主菜单“Options”的下拉菜单“Preferences...”项对话框中提供的 8 页内容进行设置。用鼠标点击主菜单“Options”,在出现的下拉菜单中选择“Preferences...”项,如图 1.2.1 所示。将出现 Preferences 对话框如图 1.2.2 所示。

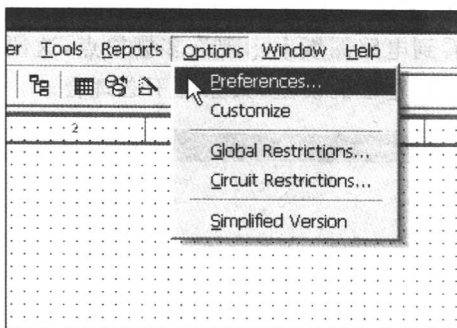


图 1.2.1

“Preferences(参数设置)”对话框的默认页为“Circuit(电路)”见图 1.2.2,这一页有两项内容,上方“Show”栏内有 5 个复选框,可以根据需要设置元件的标注内容,这一栏暂时可不去设置;下方“Color”栏可以根据自己喜好设置电路图纸大小及元件、连接导线等的颜色。图 1.2.2 中默认背景图纸的颜色为白色(White Background),下方预览窗口中可以看到在白色背景图纸上画有一个简单的仿真电路示意图,其中真实元件二极管 D1 和电阻 R1 为蓝色;虚拟元件电源 V1 和接地符号为黑色;连接导线为红色等,如果就用该默认设置,则该页两项内容都可以不作任何设置。

如果要对背景图纸颜色和元件、导线颜色等设置,可点击 White Background 右面下拉箭头,可出现 5 种设置供选择,其中 4 种分别为:白色背景图纸和各色元件;黑色背景图纸和