

王连英 姜三勇

詹华群 万 皓

谢芳娟 曾祥华 / 编著

Multisim 12

电子线路设计 与实验

高等教育出版社

MIO 12

DIANZIXIANLU SHEJI YU SHIYAN

电子线路设计 与实验

王连英 姜三勇

詹华群 万皓

谢芳娟 曾祥华 / 编著

内容简介

本书是为配合“电路”“电工学(电工技术和电子技术)”“电路分析”“模拟电子技术”“数字电子技术”“通信电子电路”“高频电子线路”“电子测量”“电子线路设计”“电子系统设计”等课程教学、实验、实训、综合性课程设计、电子设计制作竞赛和学生自学而编写的专业基础教材。

本书的主要内容包括:第1章 Multisim 12 简介与基本应用,第2章 Multisim 12 在电路分析基础中的应用,第3章 Multisim 12 在模拟电子技术中的应用,第4章 Multisim 12 在数字电子技术中的应用,第5章 Multisim 12 在通信电子线路中的应用,第6章 Multisim 12 电子线路综合设计等6章。

本书以 Multisim 12 电子线路仿真软件为载体,以知识学习、视野拓展、智力训练、创新思维培养为目的,以培养学生的实践动手能力、工程综合应用能力以及创新意识和能力为目标,强调工程设计和实践,注重方法和思想的讨论,注重高端引领,针对不同层次学生的人人教育,设计安排了一些科目的仿真设计实验内容,展示了电子工程设计的全过程,可根据专业和教学进程的需要适当地选择。

本书可作为高等院校电类、机电类、计算机类等专业的专业基础教材,也可供学生自学或有关的工程技术人员学习和参考。

图书在版编目(CIP)数据

Multisim 12 电子线路设计与实验/王连英等编著

—北京:高等教育出版社,2015.8

ISBN 978-7-04-043232-9

I. ①M… II. ①王… III. ①电子电路-计算机仿真-应用软件-高等学校-教材 IV. ①TN702

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 156411 号

策划编辑 平庆庆
插图绘制 杜晓丹

责任编辑 孙琳
责任校对 胡美萍

封面设计 王鹏
责任印制 韩刚

版式设计 童丹

出版发行 高等教育出版社

社 址 北京市西城区德外大街4号

邮政编码 100120

印 刷 涿州市京南印刷厂

开 本 787mm×1092mm 1/16

印 张 20

字 数 490千字

购书热线 010-58581118

咨询电话 400-810-0598

网 址 <http://www.hep.edu.cn>

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

网上订购 <http://www.landrao.com>

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

版 次 2015年8月第1版

印 次 2015年8月第1次印刷

定 价 33.30元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换

版权所有 侵权必究

物料号 43232-00

前 言

本书是为配合“电路”“电工学（电工技术和电子技术）”“电路分析”“模拟电子技术”“数字电子技术”“通信电子电路”“高频电子线路”“电子测量”“电子线路设计”“电子系统设计”等课程教学、实验、实训、综合性课程设计、电子设计制作竞赛和学生自学而编写的专业基础教材。

Multisim 12 是美国 NI (National Instruments) 公司开发的 Electronics Workbench EDA (简称 EWB) 仿真软件, 是 Multisim 7 ~ Multisim 11 等版本的升级换代产品。Multisim 是一种较新的、基于 Spice 的电路仿真软件, 该软件采用图形操作界面虚拟仿真了一个与实际情况非常相似的电子电路实验工作台, 人机界面友好, 易于使用和操作, 具有显著优势, 几乎可以完成在实验室进行的所有的电子线路实验。并且 Multisim 设计与实验可以同步进行, 可以边设计边实验, 直观易学, 使用方便, 成本低, 速度快, 效率高, 有利于综合应用能力和创新能力的培养, 已被广泛应用于国内外的教育界和电子技术界以及电子线路分析、设计、仿真等工作中, 是目前世界上最为流行的 EDA 软件之一。Multisim 虚拟仿真软件作为电路设计验证和辅助调试的有效工具以及先进的电化教学方法已成为电子课程教学环节和生产设计中不可或缺的一种先进工具和手段。

Multisim 12 电子线路仿真软件功能强大, 可以进行弱电、强电, 低频、高频, 电子测量, 单片机, PLD, PLC, PCB 等多方面的仿真设计。本书不追求软件功能介绍的面面俱到, 而选择其获得广泛应用且特别突出的电子线路设计功能, 结合教学需要进行编排。

本书以 Multisim 12 电子线路仿真软件为载体, 以知识学习、视野拓展、智力训练、创新思维培养为目的, 以培养学生的实践动手能力、工程综合应用能力以及创新意识和能力为目标, 强调工程设计和实践, 注重方法和思想的讨论; 以计算机仿真设计、检测、调试和实物制作的方式取代传统依葫芦画瓢的纯验证性实验; 针对不同层次的学习者, 力图以一题多解、基础题干加拓展设计、高端引领的训练方式, 激励积极思维, 促进个性化发展, 实施人人教育, 使不同层次的学习者通过积极参与都有收获。

本书以单元基本电路的设计制作为主线, 编排和设计了一些科目的仿真设计实验内容, 展示了电子设计的过程, 可根据专业和教学进程的需要灵活地选择。

电路设计首先应有明确的整体设计思想, 通过分析选择合适的单元电路, 然后进行单元电路的细化以及具体电路参数的计算和设置等。应该指出的是, 电路仿真可以作为电路设计的辅助工具和手段, 仿真设计和实验成功的电路可以直接形成实际电路, 对实际电路设计具有很好的指导意义 (仿真成功的电路, 在实际制作时只需作少量微调), 但却不能替代整个电路设计思考和实体调试的过程, 不进行仔细的电路分析、计算和调试, 没有整体设计思想, 直接在仿真软件上进行盲目的参数尝试是不可取的。

本书共分为 6 章, 第 1 章 Multisim 12 简介与基本应用, 较系统地介绍了 Multisim 12 软件的基本操作、19 种分析功能和菜单项的使用; 第 2 章 Multisim 12 在电路分析基础中的应用,

主要介绍了电路基础的仿真设计实验方法和案例；第3章 Multisim 12 在模拟电子技术中的应用，主要介绍了模拟电子技术的基本仿真设计实验方法和案例；第4章 Multisim 12 在数字电子技术中的应用，主要介绍了数字电子技术的基本仿真设计实验方法和案例；第5章 Multisim 12 在通信电子线路中的应用，主要介绍了通信电子线路的基本仿真设计实验方法和案例；第6章 Multisim 12 电子线路综合设计，通过一些典型课题的仿真设计实验简要地介绍了电子电路设计的一般思想和方法。

为配合教学，使用本教材的教师可向出版社索取全书主要 Multisim 12 仿真实例电路。

本书内容丰富，大量案例翔实可靠，与理论教学配合相得益彰，生动直观，深入浅出，便于自学，是一本适应面广、实用性强的课程教学、实验、实训、设计的专业基础教材、参考书和电子设计制作竞赛的培训教材。本书可作为高等院校电类、机电类、计算机类等专业的专业基础教材，也可供学生自学或有关的工程技术人员学习和参考。

本书由王连英主编并负责全书统稿，副主编为姜三勇、詹华群。其中，万皓编写了第1章，谢芳娟编写了第2章，王连英编写了第3章，詹华群编写了第4章，曾祥华编写了第5章，姜三勇编写了第6章。

由于编者水平有限、时间匆忙，书中错漏和不妥之处，恳请各位读者批评指正。

编者
2015年1月

目 录

第 1 章 Multisim 12 简介与基本应用	1
1.1 Multisim 12 概述	1
1.2 Multisim 12 软件基本界面	2
1.3 Multisim 12 右键菜单功能	25
1.4 建立电路基本操作	30
1.5 元件库与元件	37
1.6 虚拟仪器仪表的使用	52
1.7 仿真分析方法	87
第 2 章 Multisim 12 在电路分析基础中的应用	111
2.1 直流电路仿真	111
2.2 动态电路分析仿真	116
2.3 正弦稳态交流电路仿真	123
2.4 谐振电路仿真	127
2.5 三相交流电路仿真	136
2.6 含有运算放大器的电阻电路仿真	141
第 3 章 Multisim 12 在模拟电子技术中的应用	145
3.1 二极管电路仿真	145
3.2 基本放大电路仿真	149
3.3 差分放大电路仿真	166
3.4 负反馈放大电路仿真	168
3.5 集成运放信号运算和处理电路仿真	172
3.6 互补对称 (OCL) 功率放大电路仿真	181
3.7 信号产生和转换电路仿真	186
3.8 可调式三端集成直流稳压电源电路仿真	190
第 4 章 Multisim 12 在数字电子技术中的应用	194
4.1 逻辑代数基础仿真	194
4.2 组合逻辑电路仿真	204
4.3 触发器仿真	218
4.4 时序逻辑电路仿真	222
4.5 脉冲波形的产生与整形电路仿真	233
4.6 数/模与模/数转换电路仿真	238
第 5 章 Multisim 12 在通信电子线路中的应用	243
5.1 高频小信号谐振放大电路仿真	243
5.2 谐振功率放大电路仿真	246
5.3 改进型电容三点式正弦波振荡器仿真	253
5.4 振幅调制电路仿真	256
5.5 振幅解调电路仿真	261
第 6 章 Multisim 12 电子线路综合设计	267
6.1 小信号共射阻容耦合放大电路仿真设计	267
6.2 方波-三角波发生器仿真设计	277
6.3 三路抢答器仿真设计	280
6.4 交通灯信号控制器仿真设计	286
6.5 数字频率计仿真设计	293
6.6 数字时钟仿真设计	297
6.7 温度控制报警电路仿真设计	304
6.8 电子电路设计课题范例	307
参考文献	311

第 1 章 Multisim 12 简介与基本应用

1.1 Multisim 12 概述

随着电子信息产业的飞速发展，计算机技术在电子电路设计中发挥着越来越大的作用。电子产品的设计开发手段由传统的设计方法和简单的计算机辅助设计（CAD）逐步被 EDA（Electronic Design Automation）技术所取代。EDA 技术主要包括电路设计、电路仿真和系统分析三个方面的内容，其设计过程的大部分工作都是由计算机完成的。这种先进的方法已经成为当前学习电子技术的重要辅助手段，更代表着现代电子系统设计的时代潮流。目前国内外常用的 EDA 软件有：Protel、PSpice、OrCAD 和 EWB 系列软件。本章介绍 EWB 系列软件中最新的 Multisim 12 仿真软件的基本操作方法和仿真功能。

1.1.1 EWB（Electronics Workbench）仿真软件的发展

EWB 仿真软件是 Multisim 系列仿真软件的前身，该软件是加拿大 IIT（Interactive Image Technologies）公司在 20 世纪 80 年代后期推出的用于电子电路设计与仿真的 EDA 软件，EWB 工作平台上可建立各种电路进行仿真实验，其元器件库可提供万余种常用元器件由用户任意调用，具有高度集成、界面直观、操作方便等特点，同时还具有多种电路分析手段和各类虚拟测量仪表。

随着时代的发展，为更好地适应新的电子电路的仿真与设计的要求，EWB 软件也在不断地升级。其版本由 EWB 4.0 逐步升级到 EWB 5.0、5.x，随后 IIT 公司在保留原版优点的基础上对 EWB 软件进行较大变动，增加了大量功能和内容，特别改进了 EWB 5.x 软件虚拟仪器调用数量有限制的缺陷，系列名称也变为 Multisim，并于 2001 年推出了系列化 EDA 软件 Multisim 2001、Ultiboard 2001 和 Commsim 2001。其中，Multisim 2001 保留了 EWB 软件的界面直观、操作方便、易学易懂的特点，增强了软件的仿真测试和分析功能，允许用户自定义元器件的属性，可将一个子电路当作元件使用。同时 IIT 公司开设了 EdaPARTS.com 网站，为用户提供了元器件模型的扩充和技术支持。2003 年 8 月，IIT 公司又对 Multisim 2001 进行了较大的改进，升级为 Multisim 7.0。Multisim 7.0 功能已经相当强大，增加了 3D 元件以及安捷伦万用表、示波器、函数信号发生器等仿实物虚拟仪表，能胜任各种电子电路的仿真和分析，更接近实际的实验平台。2004 年 IIT 公司又相继推出了 Multisim 8.0、8.x 等版本，Multisim 8.x 与 Multisim 7.0 相比，除了将电阻单位由“ Ohm ”改为常用的“ Ω ”、增加了一些元器件和功能之外并没有太大区别。

2005 年开始，IIT 公司隶属于美国国家仪器公司（National Instrument，简称 NI 公司）麾下，并于同年 12 月推出了 Multisim 9.0 软件。Multisim 9.0 包括 Ultiboard 9 和 Ultiroute 9，它与之前 IIT 公司推出的 Multisim 7.0 版本有着本质的区别，虽然在界面和基本操作上保留了 EWB 系列的优良传统，但软件的内容和功能已大不相同，第一次增加了单片机和三维先进的外围设备，这标志着设计技术的根本转变。工程师有了一个从采集到模拟，再到测试及运用的紧密集

成的电子设计解决方案。2007年3月和2010年1月，美国NI公司先后又推出了两个新的版本NI Circuit Design Suite 10和NI Circuit Design Suite 11软件。

1.1.2 Multisim 12 简介

2012年3月，美国NI公司又推出了最新的NI Circuit Design Suite 12软件，Multisim 12.0专业版基于工业标准SPICE仿真，以获得最优化的利用。使用Multisim仿真工具（包括在NI LabVIEW图形化系统设计软件下开发的自定义分析和标准SPICE分析以及直观测量仪器），工程师们可以将发生错误和原型返工的概率最小化，从而提高设计性能以适合他们的应用。

同时，Multisim 12.0与LabVIEW前所未有的紧密集成可实现模拟和数字协同仿真并增强了可用性，其数量众多的元器件数据库、标准化的仿真仪器、直观的捕获界面、更加简洁明了的操作、强大的分析测试功能、可信的测试结果，将虚拟仪器技术的灵活性扩展到了电子设计者的工作平台上，弥补了测试与设计功能之间的缺口，缩短了产品研发周期，提高了电子实验教学 and 电路设计的效率。

1.1.3 安装 Multisim 12

1. 系统最低要求

运行Multisim 12时，推荐系统基本配置要求：

操作系统 Win XP/Win 7(32位)/Win7 (64位)；中央处理器 Pentium 4 以上；内存 2 GB 以上；显示器分辨率 1024 × 768 像素以上；光驱安装时需要使用；硬盘至少有 2 GB 以上空间。

2. 安装 Multisim 12

Multisim 12 的安装过程只需根据提示进行相应的设置即可，但最后需要重新启动计算机才能完成安装。安装成功后其启动界面如图 1.1.1 所示。

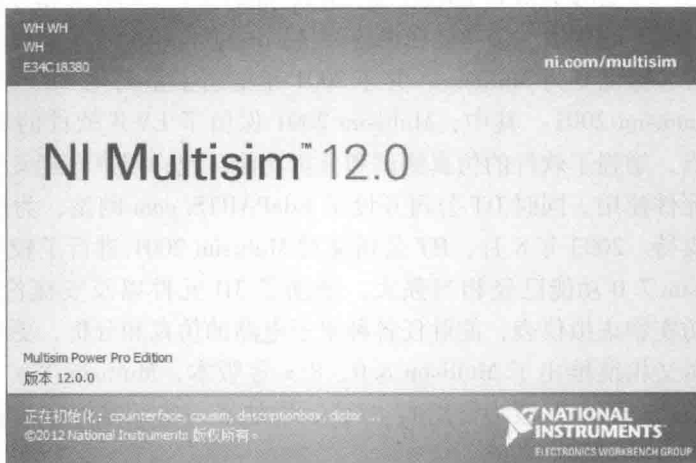


图 1.1.1 Multisim 12 启动界面

1.2 Multisim 12 软件基本界面

对Multisim技术的发展有了一个系统的了解后，本节将详细地介绍Multisim 12的用户基本

界面的设置和操作。单击“开始→程序→National Instruments →Circuit Design Suite 12.0 →Multisim 12.0”或者双击桌面上的 Multisim 12.0 图标，弹出如图 1.2.1 所示的 Multisim 12 基本界面。

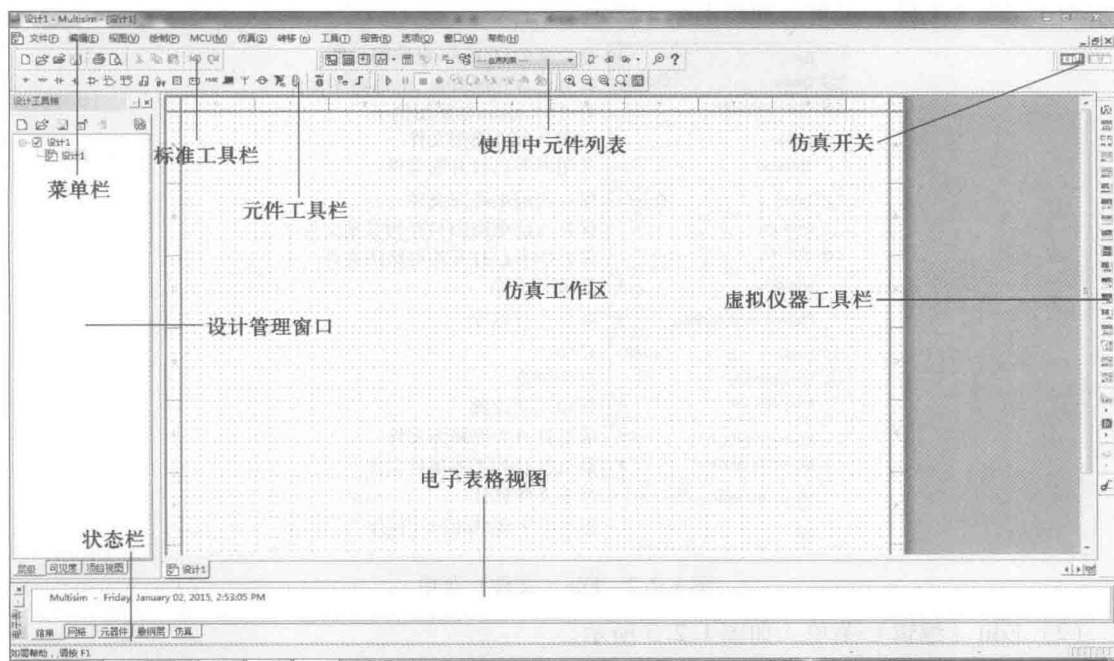


图 1.2.1 Multisim 12 基本界面

1.2.1 Multisim 12 基本界面简介

Multisim 12 是 NI Circuit Design Suite 12 软件中捕获原理图和仿真的软件，主要是辅助设计人员完成原理图的设计并提供仿真，为制作 PCB 做好准备。其基本界面主要由 Menu Toolbar (菜单栏)、Standard Toolbar (标准工具栏)、Design Toolbox (设计管理窗口)、Component Toolbar (元件工具栏)、Circuit Window (仿真工作区)、Spreadsheet View (电子表格视图)、Instrument Toolbar (虚拟仪器工具栏) 等组成。

(1) Menu Toolbar (菜单栏)：Multisim 12 软件的所有功能命令均可在此查找。

(2) Standard Toolbar (标准工具栏)：包括一些常用的功能命令。

(3) Design Toolbox (设计管理窗口)：用于宏观管理设计项目中的不同类型文件，如原理图文件、PCB 文件和报告清单文件，同时可以方便地管理分层次电路的层次结构。

(4) Component Toolbar (元件工具栏)：通过该工具栏选择和放置元件到原理图中。

(5) Circuit Window (仿真工作平台)：又称为仿真工作区，是设计人员创建、设计、编辑电路图和仿真分析的区域。

(6) Spreadsheet View (电子表格视图)：方便快速地显示所编辑元件的参数，如封装、参考值、属性等，设计人员可通过该窗口改变部分或全部元件的参数。

(7) Instrument Toolbar (虚拟仪器工具栏)：提供了 Multisim 12 中所有仪器的功能按钮。

1.2.2 Multisim 12 菜单栏和工具栏简介

1. Menu Toolbar (菜单栏)

(1) File (文件) 菜单: 如图 1.2.2 所示。



图 1.2.2 File (文件) 菜单

(2) Edit (编辑) 菜单: 如图 1.2.3 所示。



图 1.2.3 Edit (编辑) 菜单

(3) View (视图) 菜单: 如图 1.2.4 所示。



图 1.2.4 View (视图) 菜单

(4) Place (放置) 菜单: 如图 1.2.5 所示。



图 1.2.5 Place (放置) 菜单

(5) MCU (微控制器) 菜单: 如图 1.2.6 所示。

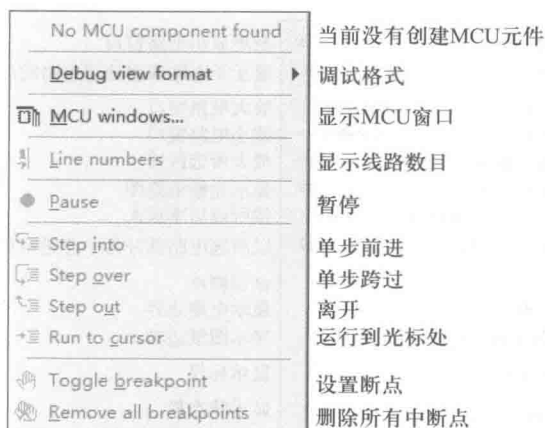


图 1.2.6 MCU (微控制器) 菜单

(6) Simulate (仿真) 菜单: 如图 1.2.7 所示。

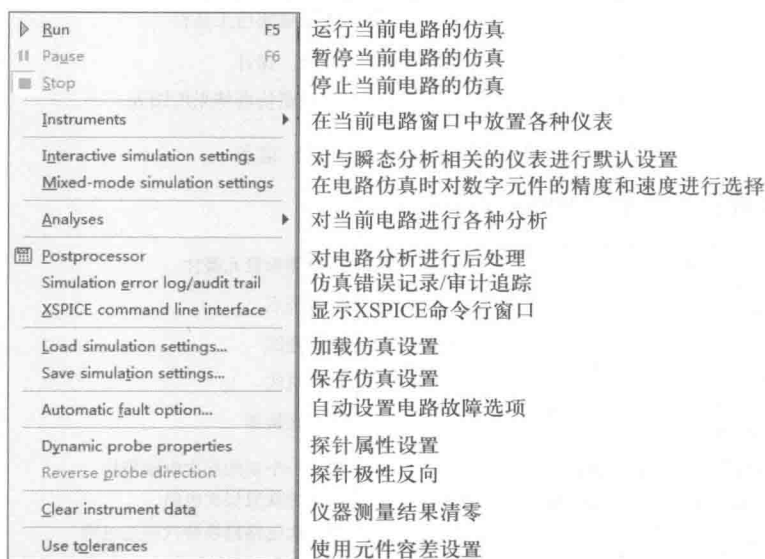


图 1.2.7 Simulate (仿真) 菜单

(7) Transfer (转换) 菜单: 如图 1.2.8 所示。

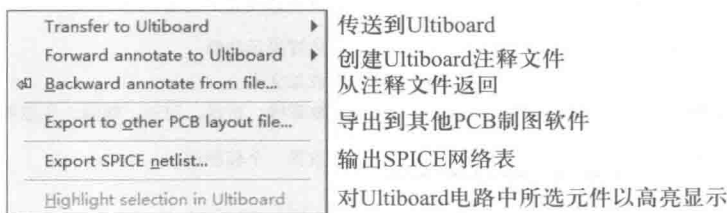


图 1.2.8 Transfer (转换) 菜单

(8) Tools (工具) 菜单: 如图 1.2.9 所示。

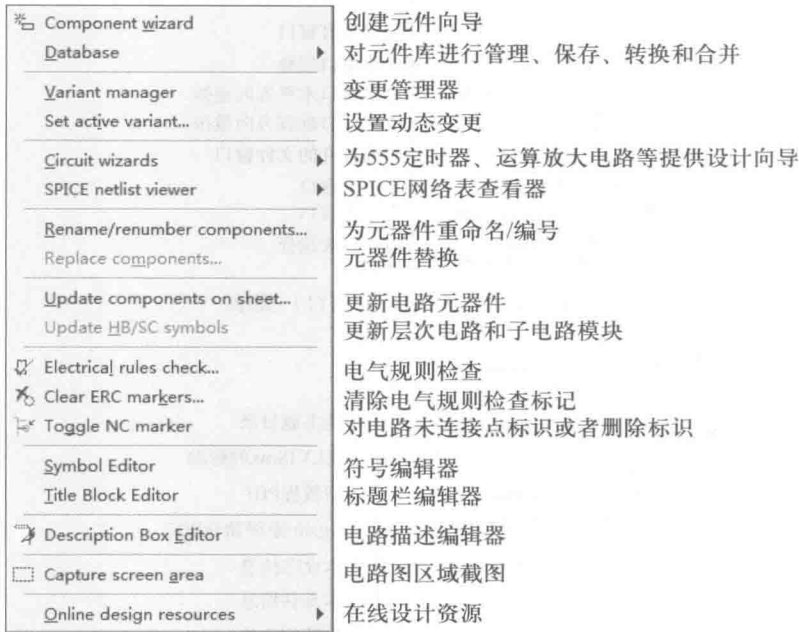


图 1.2.9 Tools (工具) 菜单

(9) Reports (报表) 菜单: 如图 1.2.10 所示。

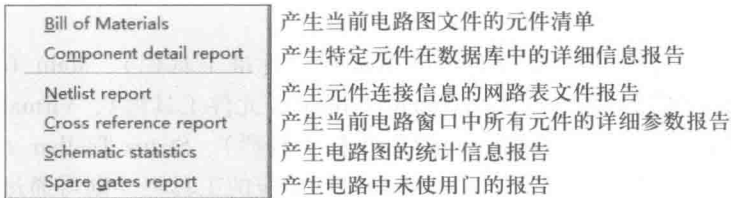


图 1.2.10 Reports (报表) 菜单

(10) Option (选项) 菜单: 如图 1.2.11 所示。

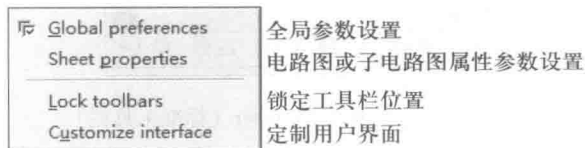


图 1.2.11 Option (选项) 菜单

(11) Window (窗口) 菜单: 如图 1.2.12 所示。



图 1.2.12 Window (窗口) 菜单

(12) Help (帮助) 菜单: 如图 1.2.13 所示。



图 1.2.13 Help (帮助) 菜单

2. 工具栏

Multisim 12 的工具栏主要包括 Standard Toolbar (标准工具栏)、Main Toolbar (系统工具栏)、View Toolbar (视图工具栏)、Component Toolbar (元件工具栏)、Virtual Toolbar (虚拟元件工具栏)、Graphic Annotation Toolbar (图形注释工具栏)、Status Toolbar (状态工具栏) 和 Instrument Toolbar (虚拟仪器工具栏) 等。若需打开相应的工具栏, 则可通过单击 View→Toolbars 菜单项, 在弹出的级联子菜单中找到。

(1) Standard Toolbar (标准工具栏)

Standard Toolbar (标准工具栏) 如图 1.2.14 所示, 该工具栏中从左至右的具体功能如下:



图 1.2.14 Standard Toolbar (标准工具栏)

- : “新建”按钮, 用于新建一个电路图文件。
- 📂: “打开”按钮, 用于打开已存在的电路图文件。
- 📖: “打开图例”按钮, 用于打开 Multisim 电路图例图。
- 💾: “保存”按钮, 用于保存当前电路图文件。
- 🖨️: “打印”按钮, 用于打印当前电路图文件。

- 🖨️: “打印预览”按钮，用于预览将要打印的电路图。
- ✂️: “剪贴”按钮，用于剪贴所选内容并放入 Windows 剪贴板。
- 📄: “复制”按钮，用于复制所选内容并放入 Windows 剪贴板。
- 📄: “粘贴”按钮，用于将 Windows 剪贴板中内容粘贴到鼠标所指位置。
- ↶: “撤销”按钮，用于撤销最近一次的操作。
- ↷: “重做”按钮，用于重做最近一次的操作。

(2) Main Toolbar (系统工具栏)

Main Toolbar (系统工具栏) 如图 1.2.15 所示，该工具栏中从左至右的具体功能如下：

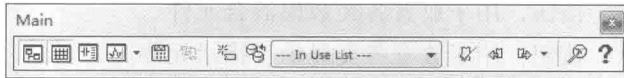


图 1.2.15 Main Toolbar (系统工具栏)

- 📄: “显示或隐藏设计管理窗口”按钮，用于显示或隐藏设计管理窗口。
- 📄: “显示或隐藏数据表格栏”按钮，用于显示或隐藏数据表格栏。
- 📄: “显示/隐藏 SPICE 的网络表查看器”按钮，用于显示/隐藏 SPICE 的网络表查看器。
- 📄: “图形/分析列表”按钮，用于将分析结果图形化显示。
- 📄: “后处理器”按钮，用于打开 Postprocessor 窗口。
- 📄: “母电路”按钮，用于跳转到相应的母电路。
- 📄: “创建元件”按钮，用于打开元件创建向导对话框。
- 📄: “打开元件库管理器”按钮，用于打开元件库管理对话框。
- In Use List ---: 用于列出当前电路元器件的列表。
- 🔍: “电气规则检查”按钮，用于检查电路的电气连接情况。
- 📄: Ultiboard 后标注。
- 📄: Ultiboard 前标注。
- 🔍: “查找样例”按钮，用于查找相关样例电路。
- ❓: “帮助”按钮，用于打开 Multisim 12 帮助。

(3) View Toolbar (视图工具栏)

View Toolbar (视图工具栏) 如图 1.2.16 所示，该工具栏功能和普通应用软件类似，主要用于视图比例的放大、缩小等，此处不再赘述。

(4) Components Toolbar (元件工具栏)

Components Toolbar (元件工具栏) 如图 1.2.17 所示，该工具栏中从左至右的具体功能如下：



图 1.2.16 View Toolbar (视图工具栏)

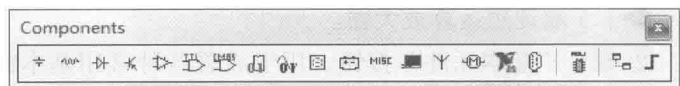


图 1.2.17 Components Toolbar (元件工具栏)

- ⊕: “电源库”按钮,用于放置各类电源、信号源。
- ⊖: “基本元件库”按钮,用于放置电阻、电容、电感、开关等基本元件。
- ⊗: “二极管库”按钮,用于放置各类二极管元件。
- ⋈: “晶体管库”按钮,用于放置各类晶体管和场效应管。
- ⊕: “模拟元件库”按钮,用于放置各类模拟元件。
- ⊕: “TTL 元件库”按钮,用于放置各种 TTL 元件。
- ⊕: “CMOS 元件库”按钮,用于放置各类 CMOS 元件。
- ⊕: “其他数字元件库”按钮,用于放置各类单元数字元件。
- ⊕: “混合元件库”按钮,用于放置各类数模混合元件。
- ⊕: “指示元件库”按钮,用于放置各类显示、指示元件。
- ⊕: “电力元件库”按钮,用于放置各类电力元件。
- MISC: “杂项元件库”按钮,用于放置各类杂项元件。
- ⊕: “先进外围设备库”按钮,用于放置先进外围设备。
- ⊕: “射频元件库”按钮,用于放置射频元件。
- ⊕: “机电类元件库”按钮,用于放置机电类元件。
- ⊕: “NI 元件库”按钮,用于打开 NI 元件库。
- ⊕: “放置连接器”按钮,用于放置连接器器件。
- ⊕: “微控制器元件库”按钮,用于放置单片机微控制器元件。
- ⊕: “放置层次模块”按钮,用于放置层次电路模块。
- ⊕: “放置总线”按钮,用于放置总线。

(5) Virtual Toolbar (虚拟元件工具栏)

Virtual Toolbar (虚拟元件工具栏) 如图 1.2.18 所示,该工具栏共有 9 个按钮,单击每个按钮都可打开相应的子工具栏,利用该工具栏可放置各种虚拟元件,与元件工具栏中的元件不同的是,虚拟元件都没有封装等特性。其从左至右的具体功能如下:





① : “虚拟模拟元件”按钮,用于放置各种虚拟模拟元件,其子工具栏如图 1.2.19 所示,其具体功能从左至右依次为




图 1.2.18 Virtual Toolbar (虚拟元件工具栏)



图 1.2.19 Analog Components (虚拟模拟元件工具栏)

- : 虚拟比较器。
- : 3 端理想运算放大器。
- : 5 端理想运算放大器。


② : “基本元件”按钮,用于放置各种常用基本元件,其子工具栏如图 1.2.20 所示,其具体功能从上到下、从左至右依次为

- : 虚拟电容器。
- : 虚拟无芯线圈。

: 虚拟电感线圈。

: 虚拟磁芯线圈。

: 虚拟非线性变压器。

: 虚拟线性电位器。

: 虚拟常开继电器。

: 虚拟组合继电器。

: 虚拟变压器。

: 虚拟可变电感线圈。

: 虚拟压控电阻器。

: 虚拟常闭继电器。

: 虚拟电阻器。


: 虚拟可变电容器。

: 虚拟上拉电阻。


③ : “虚拟二极管元件”按钮, 用于放置虚拟二极管元件, 其子工具栏如图 1.2.21 所示, 其具体功能从左至右依次为


: 虚拟二极管;


: 虚拟齐纳二极管。


④ : “虚拟 FET 元件”按钮, 用于放置各种虚拟 FET 元件, 其子工具栏如图 1.2.22 所示, 其具体功能从上到下、从左至右依次为

: 虚拟 4 端子双极结型 NPN 型晶体管。


: N 沟道耗尽型金属氧化物场效应晶体管。


: 虚拟双极结型 NPN 型晶体管。

: N 沟道增强型金属氧化物场效应晶体管。


: 虚拟 4 端子双极结型 PNP 型晶体管。

: 虚拟 P 沟道结型场效应晶体管。

: 虚拟双极结型 PNP 型晶体管。


: P 沟道耗尽型金属氧化物场效应晶体管。


: 虚拟 N 沟道砷化镓场效应晶体管。

: P 沟道增强型金属氧化物场效应晶体管。

: 虚拟 P 沟道砷化镓场效应晶体管。

: 虚拟 N 沟道结型场效应晶体管。

: P 沟道耗尽型金属氧化物场效应晶体管。

: N 沟道耗尽型金属氧化物场效应晶体管。

: N 沟道增强型金属氧化物场效应晶体管。


: P 沟道增强型金属氧化物场效应晶体管。




图 1.2.20 Basic Components
(虚拟基本元件工具栏)





图 1.2.21 Diode Components
(虚拟二极管工具栏)



图 1.2.22 Transistor Components
(虚拟 FET 元件工具栏)

⑤ : “虚拟测量元件”按钮, 用于放置各种虚拟测量元件, 其子工具栏如图 1.2.23 所示, 其具体功能从上到下、从左至右依次为

: 直流电流表 (水平左正)。

: 直流电流表 (垂直上正)。

: 直流电流表 (水平右正)。

: 直流电流表 (垂直下正)。