

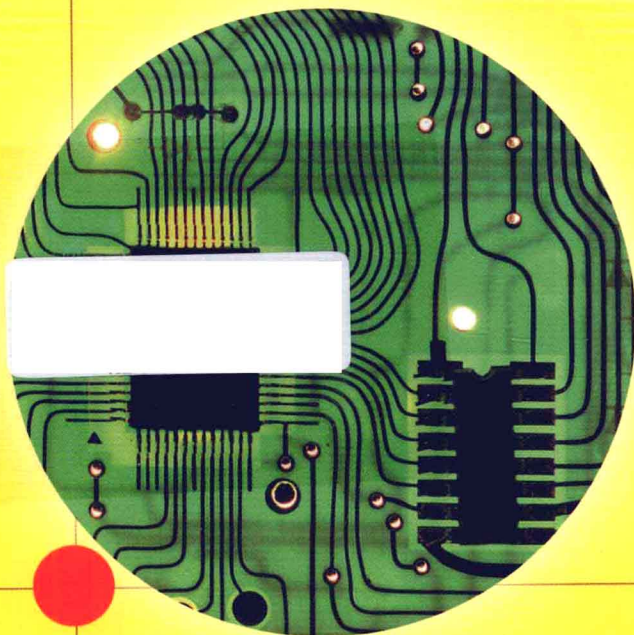


高等职业教育电子信息类专业“十二五”规划教材

电路仿真与印制电路板设计

——基于Multisim 10与Protel DXP 2004

卫俊玲 董春霞 主编



中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

高等职业教育电子信息类专业“十二五”规划教材

电路仿真与印制电路板设计

——基于 Multisim 10 与 Protel DXP 2004

卫俊玲	董春霞	主 编
石梅香	梁静坤	郑建红 副主编
	林加西	参 编
	袁秀英	主 审

中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

内 容 简 介

本书体现基于工作过程的高职教材编写理念,理论知识强调“实用为主,必需和够用为度”的原则,以能力训练为目标,以实用的教学项目为载体,以任务驱动的形式展示相关知识,学生通过完成“任务”,掌握相关知识点和操作技能,实现“教、学、做”一体化。

本书共分为两篇:第一篇介绍用 Multisim 10 软件进行电路仿真的方法,具体包括收音机调谐电路的仿真分析、三相电源电路及电机负载功率的测量仿真分析、555 定时器电路的设计仿真分析等三个项目;第二篇介绍用 Protel DXP 2004 软件进行印制电路板设计与制作的方法,具体包括直流电源适配器电路、数字秒表电路、单片机最小控制系统的印制电路板设计与制作三个项目。

本书适合作为高职院校电气类、电子信息类、自动化类和机电类相关专业电子电路课程的教学用书,也可供从事电路设计与制作相关工作的工程技术人员参考和电子技术爱好者阅读。

图书在版编目(CIP)数据

电路仿真与印制电路板设计——基于 Multisim 10
与 Protel DXP 2004/卫俊玲,董春霞主编. —北京:
中国铁道出版社,2013.2

高等职业教育电子信息类专业“十二五”规划教材
ISBN 978-7-113-15835-4

I. ①电… II. ①卫… ②董… III. ①电子电路—计算机仿真
—应用软件—高等教育—教材 ②印刷电路—计算机辅助设计
—应用软件—高等教育—教材 IV. ①TN702 ②TN410.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 310686 号

书 名: 电路仿真与印制电路板设计——基于 Multisim 10 与 Protel DXP 2004
作 者: 卫俊玲 董春霞 主编

策 划: 吴 飞
责任编辑: 吴 飞
编辑助理: 绳 超
封面设计: 刘 颖
封面制作: 白 雪
责任印制: 李 佳

读者热线: 400-668-0820

出版发行: 中国铁道出版社(100054,北京市西城区右安门西街8号)

网 址: <http://www.51eds.com>

印 刷: 航远印刷有限公司

版 次: 2013年2月第1版 2013年2月第1次印刷

开 本: 787 mm×1092 mm 1/16 印张: 13.75 字数: 334 千

印 数: 1~3 000 册

书 号: ISBN 978-7-113-15835-4

定 价: 28.00 元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版图书,如有印制质量问题,请与本社教材图书营销部联系调换。电话:(010) 63550836

打击盗版举报电话:(010) 63549504

本书是天津市教育科学学会“十二五”规划课题研究成果。教材建设是高职院校教育教学工作的重要组成部分,高职教材作为体现高等职业教育特色的知识载体和教学的基本工具,直接关系到高职教育能否为一线工作岗位培养符合要求的应用型人才。本书体现工学结合的高职教育人才培养理念,理论知识强调“实用为主,必需和够用为度”的原则,采用项目式编写体例。

随着计算机技术的不断发展,计算机辅助设计(简称 CAD)软件得到了广泛的应用。使用仿真软件 Multisim 10 进行电路仿真分析,应用 Protel DXP 2004 软件进行电子电路的印制电路板设计,已经成为电类相关专业技术人员所必备的基本技能。本书本着易学、易懂的原则,将这两种软件的使用集合在一起,力求使学生轻松快速地掌握电子电路仿真与设计的计算机辅助设计技能。

本书分为两篇:第一篇介绍用 Multisim 10 软件进行电路仿真的方法,具体包括收音机调谐电路的仿真分析、三相电源电路及电机负载功率的测量仿真分析、555 定时器电路的设计仿真分析三个项目;第二篇介绍用 Protel DXP 2004 软件进行印制电路板设计与制作的方法,具体包括直流电源适配器电路的印制电路板设计与制作、数字秒表电路的印制电路板设计与制作、单片机最小控制系统的印制电路板设计与制作三个项目。

本书根据高职高专教育的特点和培养目标进行编写,将能力训练与知识学习有效融合。具有以下特色:

(1) 项目式体例。全书将电路仿真与印制电路板设计的应用操作及知识分为六个教学项目。项目的选取突出实用性和典型性,由简单到复杂。

(2) 任务驱动的教学方式。每个项目下设若干任务,以任务驱动的形式展示相关知识,学生通过完成“任务”,掌握相关知识点和操作技能,实现“教、学、做”一体化。

(3) 每个项目后配有拓展训练,同时拓展训练配有简单介绍与操作提示,使学生能触类旁通、学以致用。

本书软件截图中的电气符号与国家标准符号不同,特附软件元件库中常用元器件符号对照表,详见附录 C。

本书由卫俊玲、董春霞任主编,石梅香、梁静坤、郑建红任副主编,林加西参与编写。具体编写分工为项目三、项目四、项目五、附录 B 由卫俊玲编写,项目一、项目二、附录 A 由董春霞编写,项目六由石梅香编写,梁静坤、郑建红、林加西参与了部分内容的编写。全书由卫俊玲负责组织和统稿工作。

本书由袁秀英主审,她对本书的内容、结构等方面提出了许多宝贵意见和建议。张永飞对本书的编写也提出了许多宝贵意见。中国华电集团金海龙为本书的编写做了大量工作。本书的编写还得到了天津职业大学机电学院电气自动化技术教研室全体教师的大

力支持和帮助，在此一并表示衷心的感谢。本书编写时参考了大量相关文献，在此对这些文献的作者和出版者表示感谢。

本书适合作为高职院校电气类、电子信息类、自动化类和机电类相关专业电子电路课程的教学用书，也可供从事电路设计与制作相关工作的工程技术人员参考和电子技术爱好者阅读。

由于作者水平有限，书中疏漏和不妥之处在所难免，恳请读者批评指正。

编 者

2012年10月

第一篇 Multisim 10 电路建模与仿真

项目一 收音机调谐电路的仿真分析	2
任务一 RLC 谐振电路幅频特性的仿真分析	3
任务二 RLC 谐振电路电压与电流的仿真分析	20
项目二 三相电源电路及电机负载功率的测量仿真分析	30
任务一 三相电源模型子电路的创建与测量仿真分析	31
任务二 三相电相序测试仿真分析	38
任务三 三相电动机负载功率的测量仿真分析	41
项目三 555 定时器电路的设计仿真分析	49
任务一 使用向导创建 555 单稳态触发器电路	51
任务二 555 定时器电路仿真分析	55

第二篇 Protel DXP 2004 印制电路板设计与制作

项目四 直流电源适配器电路的印制电路板设计与制作	64
任务一 直流电源适配器的电路原理图设计	66
任务二 直流电源适配器电路的印制电路板设计与制作	93
项目五 数字秒表电路的印制电路板设计与制作	125
任务一 数字秒表的电路原理图设计	127
任务二 数字秒表电路的印制电路板设计与制作	140
项目六 单片机最小控制系统的印制电路板设计与制作	164
任务一 创建原理图库文件	166
任务二 手工创建元件封装	177
任务三 单片机最小控制系统的电路原理图设计	188
任务四 单片机最小控制系统的印制电路板设计与制作	192
附录	201
附录 A Multisim 软件概述	201
附录 B Protel DXP 2004 软件概述	207
附录 C 软件元件库中常用元器件图形符号对照表	213
参考文献	214

随着计算机技术的不断发展,电子设计自动化(Electrical Design Automation, EDA)软件得到了广泛的应用。EDA软件的使用,大大缩短了电路设计与调试的时间,提高了电路设计的效率,降低了电路开发的成本,也因此得到了越来越广泛的应用。

利用 Multisim 软件可以实现电路仿真设计,创建虚拟实验室,设计与实验可以同步进行,可以边实验边设计,修改调试方便。设计和实验用的元器件及测试仪器仪表齐全,可以完成多种类型的电路设计与实验,实验速度快,效率高。本篇采用应用较为广泛的 National Instruments 公司(简称 NI 公司)的 Multisim 10 仿真软件。

学习“项目一”之前可先学习附录 A“Multisim 软件概述”。

电路仿真是电路设计过程中很重要的一个环节。本篇通过“收音机调谐电路的仿真分析”、“三相电源电路及电机负载功率测量仿真分析”和“555 定时器电路的设计仿真分析”三个项目,介绍 Multisim 10 仿真软件的电路建模与仿真功能。

项目一

收音机调谐电路的仿真分析

项目简介

本项目通过“RLC 谐振电路幅频特性的仿真分析”与“RLC 谐振电路电压与电流的仿真分析”两个任务，熟悉电路建模与仿真的全过程，熟悉基本元件库，熟悉函数信号发生器、伯德图仪、电流指示器与示波器的使用方法。

一、收音机调谐电路

收音机调谐电路的模型是 RLC 串联电路，其实际模型如图 1-1 (a) 所示，等效电路如图 1-1 (b) 所示。 e_1 、 e_2 与 e_3 是来自三个不同电台的电动势信号， R_{L2} 、 L_2 (固定电感元件) 与 C (可调电容元件) 组成谐振电路，调节收音机的选台旋钮即可调节谐振电路电容元件 C 的电容量，即可调节谐振电路的谐振频率，当电路的谐振频率即电路的固有频率与某电台的电动势信号频率相同时，电路发生谐振即可完成选台过程。

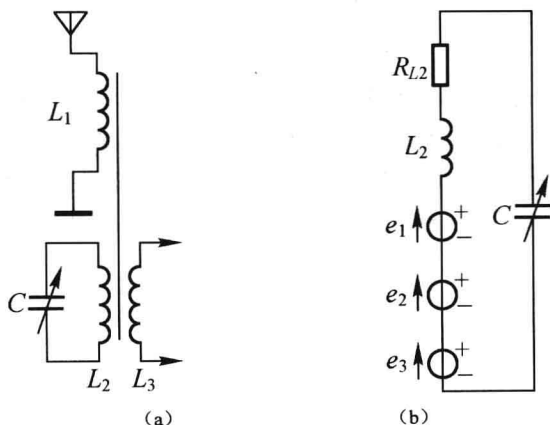


图 1-1 收音机调谐电路模型

二、RLC 串联谐振电路

电路发生谐振时的频率为：

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_2C}}$$

这时即使有许多频率成分的电压激励,也只能对该频率的电压激励产生谐振。

串联谐振电路呈电阻性,电源供给的能量全部被电阻元件所消耗,电感元件与电容元件之间的无功功率完全相互补偿,电路的无功功率等于零。发生谐振时,电路的总阻抗达最小值,谐振电流为最大, R_{L2} 、 L_2 与 C 的两端会产生过电压,只要稍微改变可调电容元件值,电路的固有频率就会发生变化,电流值就会大幅度下降。当电路的输入端含有多种频率成分的信号时,通过调谐可得到所需要的频率信号,这种从多种频率信号中挑选出所需频率信号的能力称为“选择性”,电路的阻值越小,其选择性越好。

学习目标

技能目标

- (1) 会使用 Multisim 基本元件库进行收音机调谐电路的建模。
- (2) 能正确向电路中添加仿真仪表,如函数信号发生器、波特图仪、电流指示器与示波器。
- (3) 会进行收音机调谐电路幅频特性的仿真及简单分析。
- (4) 会进行 RLC 谐振电路的电压与电流仿真分析。

知识目标

- (1) 了解收音机调谐电路基础知识。
- (2) 了解 RLC 谐振电路的特点。
- (3) 掌握 Multisim 基本元件库的使用与电路模型的创建过程。
- (4) 熟悉函数信号发生器、波特图仪、电流指示器与示波器的使用方法。

任务一 RLC 谐振电路幅频特性的仿真分析



任务描述

(1) 已知图 1-1 中的 $L_2=300\ \mu\text{H}$ 、 $R_{L2}=30\ \Omega$ 、 e_1 电台频率 $f_1=787\ \text{kHz}$,分析可调电容元件的值应调节到多大,才能收听到电台 e_1 的节目。

(2) 调节可调电容元件值收听电台 e_1 的节目,使电路处于谐振状态,进行电路幅频特性仿真分析。RLC 幅频特性仿真电路如图 1-2 所示,该仿真电路图中的元件 R1 与图 1-1 中的 R_{L2} 对应, L1 与图 1-1 中的 L_2 对应, C1 与图 1-1 中的 C 对应。

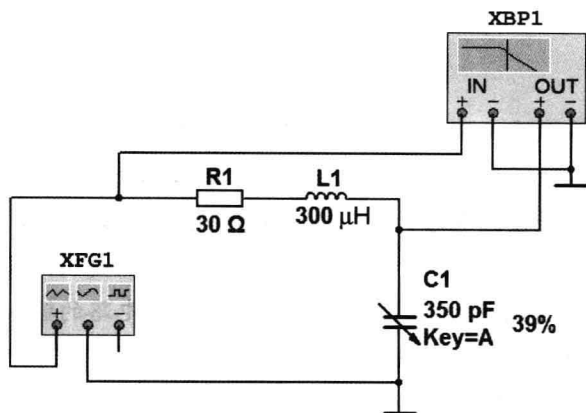


图 1-2 RLC 电路幅频特性仿真



相关知识

一、设置电路文件环境

1. 全局属性设置

通过 Options (选项) 菜单设置电路环境, 执行 Options → Global Preference (全局设置) 命令, 在弹出的设置对话框中切换到 Parts 选项卡, 按图 1-3 所示进行设置。Place component

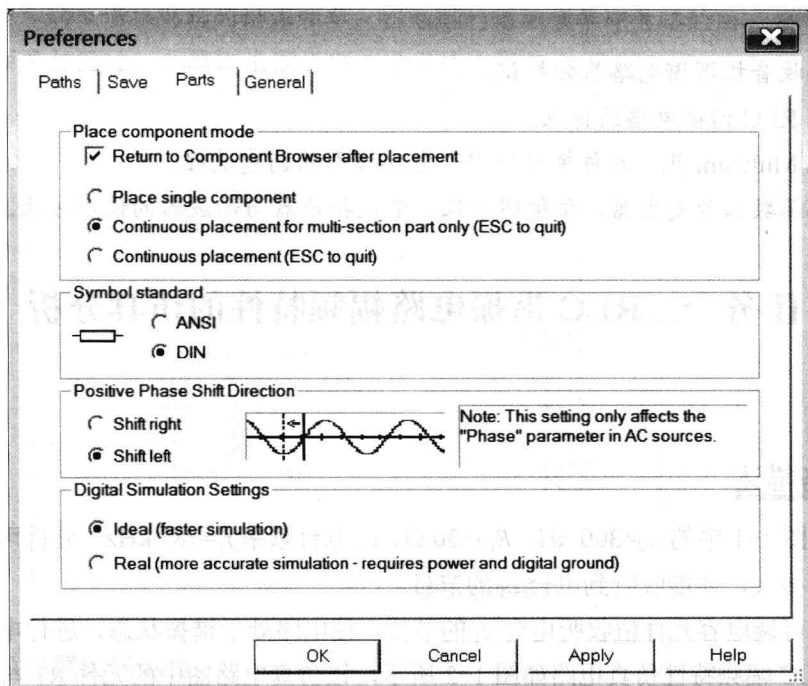


图 1-3 Global Preference (全局设置) 中的 Parts 选项设置

mode（放置元件模式）区域采用默认设置：Return to Component Browser after placement（放置完元件后再回到元件浏览窗口）。将 Symbol standard（符号标准）设置为 DIN（欧洲标准，此标准的元件符号与我国电子元件符号标准基本相一致），选择此标准后，该区域左侧显示的是电阻元件符号。Digital Simulation Settings（数字仿真设置）默认为理想仿真模式。

图 1-4 所示为 General 选项卡的默认设置，在滚动鼠标中间滚轮时，电路窗口将放大或缩小；接触元件引脚时将执行自动连线命令；移动元件时，自动调整元件连线；删除元件时，与元件相关的连线自动删除。

查看其他选项卡的内容，均可采用默认设置，也可根据需要进行相应设置。

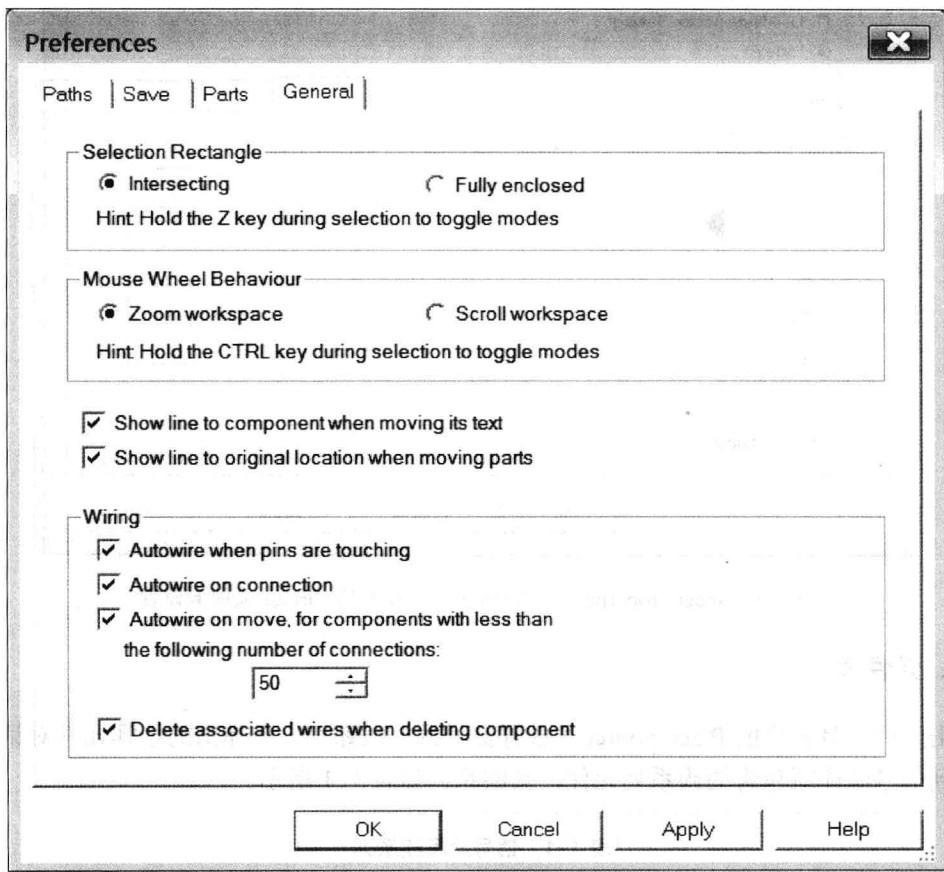


图 1-4 Global Preference（全局设置）中的 General 选项卡设置

2. 页面属性设置

执行 Options→Sheet Properties（页面属性）命令，将弹出页面属性设置对话框，如图 1-5 所示，其中 Circuit（电路）选项卡是对电路图建模的设置。Workspace（工作区）选项卡是对电路显示窗口图纸的设置，包括图纸格式及规格设置。Wiring（导线）选项卡是用来设置电路导线的宽度与连接方式。Font（字体）选项卡是用来设置电路中文本的属性。

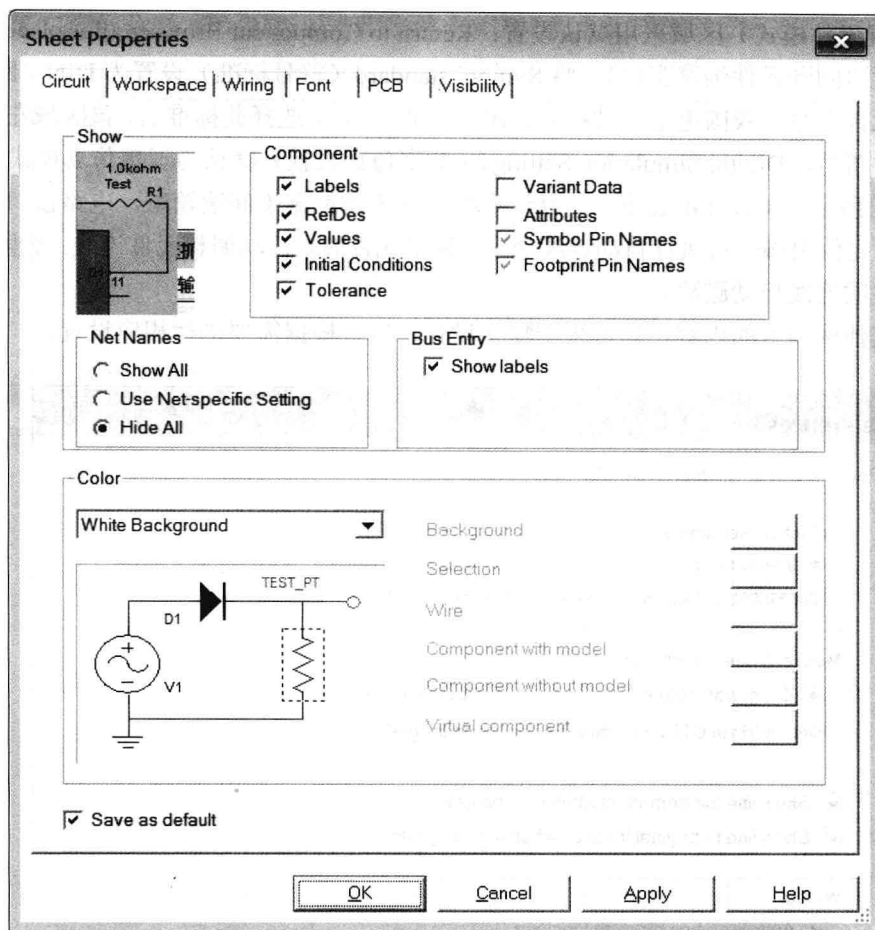


图 1-5 Sheet Properties (页面属性) 设置中的 Circuit 选项卡设置

二、元件库

单击元件工具栏中的 Place Source (放置信号源) 按钮^{*}，在弹出的选择元件对话框中，即可看到信号源库所包含的族系列元件，其族系列如表 1-1 所示。

表 1-1 信号源库族系列

信号源库族系列图标	名 称	功 能
POWER_SOURCES	功率源	含有交直流电源、三相电、TTL 及 CMOS 电源，为电路提供功率，及模拟地与数字地
SIGNAL_VOLTAGE_SO...	信号电压源	含有交流信号、时钟信号、脉冲信号电压源等
SIGNAL_CURRENT_SO...	信号电流源	含有交直流信号、时钟信号、脉冲信号电流源等
CONTROLLED_VOLTA...	可控电压源	含有压控电压源、流控电压源等
CONTROLLED_CURRE...	可控电流源	含有压控电流源、流控电流源等
CONTROL_FUNCTION...	可控函数源	含有限流、乘除、微分、积分可控函数源等

单击元件工具栏中的 Place Basic（放置基本元件）按钮，在弹出的选择元件对话框中，即可看到基本元件库所包含的族系列元件，其族系列如表 1-2 所示。

表 1-2 基本元件库族系列

基本元件库族系列图标	名 称	基本元件库族系列图标	名 称
 BASIC_VIRTUAL	基本虚拟元件	 SOCKETS	插座
 RATED_VIRTUAL	定额虚拟元件	 RESISTOR	电阻元件
 RPACK	电阻排	 CAPACITOR	电容元件
 SWITCH	开关	 INDUCTOR	电感元件
 TRANSFORMER	变压器	 CAP_ELECTROLIT	极性电容元件
 NON_LINEAR_TRANSF...	非线性变压器	 VARIABLE_CAPACITOR	可调电容元件
 RELAY	继电器	 VARIABLE_INDUCTOR	可调电感元件
 CONNECTORS	连接件	 POTENTIOMETER	电位器

注：电容元件、极性电容元件、可调电容元件、电位器这四个族系列的图标相同，可通过英文名称区分，也可通过族系列对应的 Symbol（符号）区分。

单击元件工具栏中的 Place Diode（放置二极管）按钮，在弹出的选择元件对话框中，即可看到二极管库所包含的族系列元件，其族系列如表 1-3 所示。

表 1-3 二极管库族系列

二极管库族系列图标	解 释	二极管库族系列图标	解 释
 DIODES_VIRTUAL	虚拟二极管	 SCR	晶闸管（可控硅）
 DIODE	二极管	 DIAC	双向二极管
 ZENER	稳压管	 TRIAC	双向晶闸管
 LED	发光二极管	 VARACTOR	变容二极管
 FWB	整流器	 PIN_DIODE	Pin 二极管
 SCHOTTKY_DIODE	肖特基二极管	—	—

单击元件工具栏中的 Place Transistor（放置晶体管）按钮，在弹出的选择元件对话框中，即可看到晶体管库所包含的族系列元件，其族系列如表 1-4 所示。

表 1-4 晶体管库族系列

晶体管库族系列图标	名 称	晶体管库族系列图标	名 称
 TRANSISTORS_VIRTUAL	虚拟晶体管	 MOS_3TDN	N 沟道耗尽型 MOS 管
 BJT_NPN	NPN 型晶体管	 MOS_3TEN	N 沟道增强型 MOS 管
 BJT_PNP	PNP 型晶体管	 MOS_3TEP	P 沟道增强型 MOS 管

续表

晶体管库族系列图标	名 称	晶体管库族系列图标	名 称
 DARLINGTON_NPN	达林顿 NPN 管	 JFET_N	N 沟道结型场效应晶体管
 DARLINGTON_PNP	达林顿 PNP 管	 JFET_P	P 沟道结型场效应晶体管
 DARLINGTON_ARRAY	达林顿阵列管	 POWER_MOS_N	N 沟道 MOS 功率管
 BJT_NRES	带阻 NPN 晶体管	 POWER_MOS_P	P 沟道 MOS 功率管
 BJT_PRES	带阻 PNP 晶体管	 POWER_MOS_CO	互补 MOS 功率管
 BJT_ARRAY	BJT 晶体管阵列	 UJT	单结晶体管
 IGBT	绝缘栅双极晶体管	 THERMAL_MODELS	热模型 MOSFET

注：达林顿 NPN 管、达林顿 PNP 管和达林顿阵列管族系列的图标相同，可通过英文名称区分，也可通过族系列对应的 Symbol（符号）区分。

单击元件工具栏中的 Place Analog（放置模拟器件）按钮，在弹出的选择元件对话框中，即可看到模拟器件库所包含的族系列元件，其族系列如表 1-5 所示。

表 1-5 模拟元件库族系列

模拟元件库族系列图标	名 称	模拟元件库族系列图标	名 称
 ANALOG_VIRTUAL	虚拟模拟元件	 COMPARATOR	比较器
 OPAMP	运算放大器	 WIDEBAND_AMPS	宽带集成运放
 OPAMP_NORTON	诺顿运放及电流差分放大器	 SPECIAL_FUNCTION	特殊功能集成运放

在 Multisim 中包含两类元件；一类为现实元件；另一类为虚拟元件。现实元件是指根据实际存在的元件参数而设计的，模型精度高，仿真可靠，提取某元件时，需先打开其所在库，而后选择提取；虚拟元件是指元件的大部分模型是元件的典型值，部分模型参数可由用户设定，其提取速度较现实元件快，而且在设计中会用到各种各样的参数器件，能直接修改其中的参数，将会给设计带来极大的方便。本篇优先选用的是现实元件。

三、编辑元件

电路建模过程中，经常需进行元件的编辑，如元件属性的编辑、元件的移动、旋转、复制与删除等操作。下面介绍具体的操作方法。放置元件的方法可参考附录 A。

1. 选择元件

编辑元件前，先要选中所需编辑元件，元件的选择有两种方法。

方法一：在元件符号上单击，即可选中该元件，需选择多个元件时，按住【Shift】键并单击，逐个选取元件，被选中的元件被一虚线矩形框框住。

方法二：从被选择元件的左上角，按住鼠标左键不放，拖动光标直到被选择元件的右下

角，松开鼠标左键，拖出一矩形区域即可选中该矩形区域内的所有元件。

选中后的元件效果如图 1-6 所示。

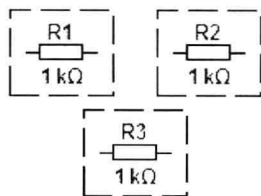


图 1-6 选中后的元件

2. 移动元件

选中单个或多个需移动的元件，将光标放在某个被移动元件的符号上，按住鼠标左键不放拖动元件到合适位置，然后松开鼠标左键即完成对元件的移动操作。

3. 复制与删除元件

选中需编辑元件后，执行 Edit→Copy（复制）命令，之后再执行 Edit→Paste（粘贴）命令，可将其复制到所需电路中。执行 Edit→Delete（删除）命令，即可实现元件的删除操作。或在电路窗口右击，在弹出的快捷菜单中，选择相应命令。或执行相应操作的快捷键，如：

【Ctrl+C】（复制），【Ctrl+V】（粘贴），【Delete】（删除）。

4. 旋转与翻转元件

选中单个或多个需旋转的元件。执行元件的旋转与翻转有以下三种方法。

方法一：执行 Edit→Orientation（方向）命令，如图 1-6 所示，将元件旋转或翻转到合适方向。其中 Flip Vertical 为垂直方向翻转，Flip Horizontal 为水平方向翻转，90 Clockwise 为顺时针方向旋转 90 度，90 CounterCW 为逆时针方向旋转 90 度；

方法二：选中需旋转元件后右击，在弹出的快捷菜单中，选择执行相应的旋转与翻转命令；

方法三：选中需旋转元件后，直接使用旋转与翻转的相应快捷键，其快捷键在菜单命令旁边有所显示，如图 1-7 所示，可知 Flip Horizontal（水平方向翻转）的快捷键为【Alt+X】。

↔ Flip Vertical	Alt+Y
↕ Flip Horizontal	Alt+X
↻ 90 Clockwise	Ctrl+R
↺ 90 CounterCW	Ctrl+Shift+R

图 1-7 Orientation（方向）子菜单命令

四、连接元件、删除与移动导线

1. 连接元件

Multisim 提供了手工连线与自动连线两种方式。自动连线为 Multisim 系统的默认设置，自动选择引脚间最佳路径进行连线，可以避免连线通过元件或连线重叠；手工连线时可以控制连线路径。具体连线时，可以两种方式结合使用。

采用自动连线方式时，无需执行任何命令。将光标移近所要连接元件的引脚一端，光标自动变为一个小黑点，表明捕捉到了该元件的引脚，此时单击，并拖动鼠标使光标指向另一元件引脚，当捕捉到该元件引脚时会出现一红色小点如图 1-8 (a) 所示，此时再次单击，确定被连接引脚，系统将自动完成这两个元件的导线连接，如图 1-8 (b) 所示，导线上的 1 为导线的标号。执行 Options→Sheet Properties (页面属性) 命令，在弹出的页面属性设置对话框中，设置 Circuit (电路) 选项卡中的 Net Names (网络名称) 为 Hide All (全部隐藏)，单击 OK 按钮即可将导线标号隐藏，如图 1-8 (c) 所示。连接 R3 与 R1、R2 的电路，连接后如图 1-8 (d) 所示，该软件在进行自动连线时，T 形交叉处会自动放置节点。

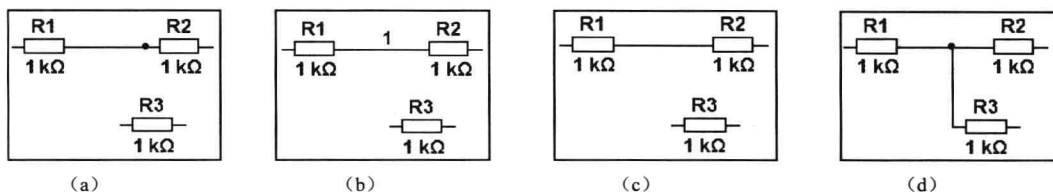


图 1-8 连接元件

采用手动连线方式时，可以执行 Place→Wire (导线) 命令；或在电路窗口右击，在弹出的快捷菜单中，选择 Place Schematic 快捷菜单，其菜单命令如图 1-9 所示；或利用连线命令的快捷键【Ctrl+Q】，来执行连线命令，在导线需拐弯处，单击即可。

需要说明的是，在电路的十字交叉处，需手动放置节点。执行 Place→Junction (放置节点) 命令，在需放置节点的十字交叉处，单击即可完成节点的放置。

2. 删除导线

在被删除导线上单击，选中被删除导线，然后右击，在弹出的快捷菜单中选择 Delete 命令如图 1-10 所示，执行删除导线命令；或直接按快捷键【Delete】删除导线。

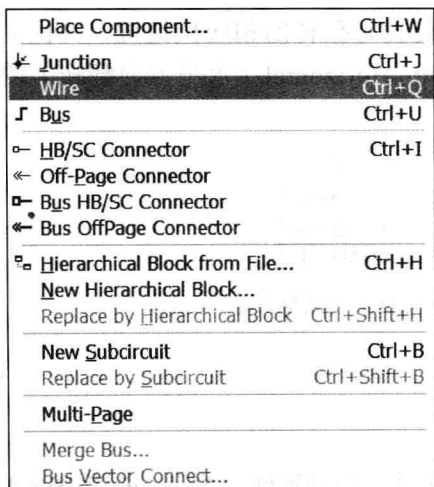


图 1-9 Place Schematic 快捷菜单

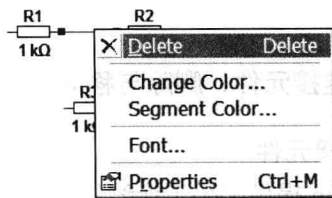


图 1-10 删除导线

3. 导线的移动

选中需移动的导线，光标放在该导线上，当光标变为双箭头形式时，按住鼠标左键不放，拖动鼠标将导线放置到合适位置后，松开鼠标左键，即完成导线的移动。

在 Multisim 中的软件环境设置中，系统默认移动元件时会自动将与元件相连接的导线移动，因此在需要移动导线时，一般直接移动相关的元件即可。

五、函数信号发生器与伯德图仪

1. 函数信号发生器

单击仪表工具栏中的 Function Generator（函数信号发生器）按钮 ，将其放置到电路窗口中，如图 1-11 所示。选中并双击函数信号发生器图标，可弹出其使用面板，如图 1-12 (a)、(b)、(c) 所示分别为正弦波、三角波、方波的使用设置，其中 Frequency 为频率，Duty Cycle 为占空比，Amplitude 为幅值，Offset 为偏置值。当选择输出方波信号时，其 Set Rise/Fall Time 为设置信号上升/下降时间。

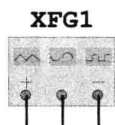


图 1-11 函数信号发生器

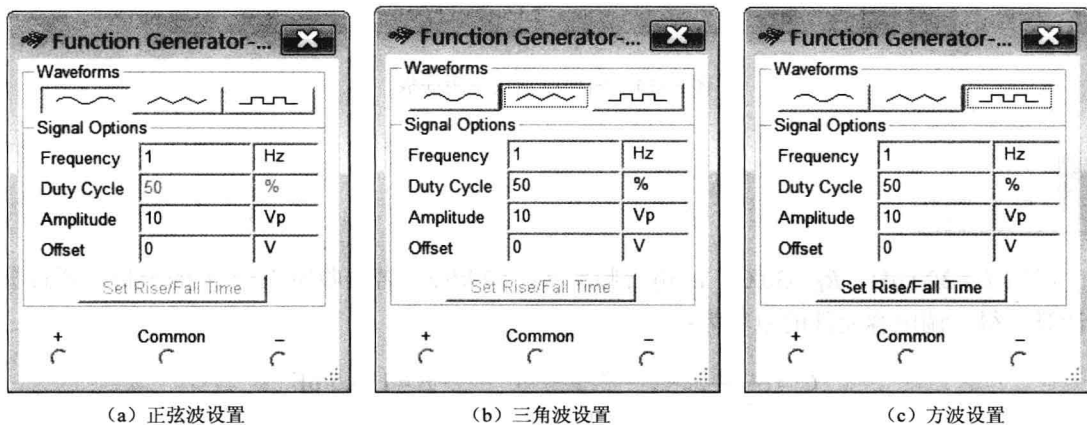


图 1-12 函数信号发生器使用面板

函数信号发生器有三个连接端子，连接“+”与“Common”端时，输出信号为正极性信号，幅值等于信号发生器的有效值；连接“-”与“Common”端时，输出信号为负极性信号，幅值等于信号发生器的有效值；连接“+”与“-”端时，输出信号的幅值为信号发生器有效值的两倍；同时连接“+”、“Common”、“-”端，且将“Common”端接地时，输出的两个信号幅值相等，极性相反。