



“十二五”职业教育国家规划教材
经全国职业教育教材审定委员会审定

电路仿真与绘图 快速入门教程（第2版）

主 编 康晓明 卫俊玲
副主编 安海霞 王笑天



国防工业出版社

National Defense Industry Press

“十二五”职业教育国家规划教材
经全国职业教育教材审定委员会审定

电路仿真与绘图 快速入门教程

(第2版)

主 编 康晓明 卫俊玲
副主编 安海霞 王笑天

国防工业出版社

· 北京 ·

内 容 简 介

本书分为“电路仿真”和“电路 CAD”两部分内容。“电路仿真”部分通过 9 个实际项目,循序渐进地介绍了 Multisim 10 软件的功能、软件使用环境、基本元件库、常用仪表功能及其使用方法、电路仿真流程等。“电路 CAD”部分通过 4 个实际项目,循序渐进地介绍了 Protel DXP 2004 软件的功能、软件使用环境、电路原理图的设计流程、印制电路板的相关知识、印制电路板的设计以及元件库的制作等。

本书通俗易懂,特别适合急需掌握“电路仿真”和“电路 CAD”知识的初学者。本书可作为电类和机电类专业的教材和教学参考书。

图书在版编目(CIP)数据

电路仿真与绘图快速入门教程/康晓明,卫俊玲主编. —2 版. —北京:国防工业出版社,2014. 9

“十二五”职业教育国家规划教材

ISBN 978 - 7 - 118 - 09707 - 8

I. ①电... II. ①康...②卫... III. ①电子电路 - 计算机仿真 - 应用软件 - 高等职业教育 - 教材②印刷电路 - 计算机辅助设计 - 应用软件 - 高等职业教育 - 教材
IV. ①TN702②TN410. 2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 200764 号

※

国防工业出版社 出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号 邮政编码 100048)

北京奥鑫印刷厂印刷

新华书店经售

*

开本 787 × 1092 1/16 印张 12 字数 260 千字

2014 年 9 月第 2 版第 1 次印刷 印数 1—3000 册 定价 29.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店: (010)88540777

发行邮购: (010)88540776

发行传真: (010)88540755

发行业务: (010)88540717

前 言

本书是在 2009 年国防工业出版社出版的《电路仿真与绘图快速入门教程》基础上修订而成。全书分为“电路仿真篇”和“电路 CAD 篇”两部分内容。

《电路仿真与绘图快速入门教程》出版后，作者边教学边听取同行和学生对教材的反馈，特别注重听取行业企业人员的建议，紧紧围绕职业标准，不断与行业企业人员共同探讨，以充实完善教材内容。此次修订在内容选取和结构编排上更加注重体现职业性、实践性及通用性。针对问卷和企业调研反馈的好建议，教材进行了如下修订：

(1) 改变传统教材编写结构顺序。修订教材的编写结构按照项目电路由简单到复杂的顺序，先介绍电路仿真，再介绍电路板设计与制作。无论是电路仿真还是电路板设计与制作的编写都遵循“做中学，做中教”。介绍软件中命令、工具等采取项目驱动。修订后的教材有效激发了学习者的学习兴趣。

(2) 增添企业真实项目的电路板设计与制作内容，并作绘图技巧分析与总结，提高实战技能，增强了教材的实用性。

(3) 教材重点帮助学生快速掌握“电路仿真”、“电路板设计与制作”软件的使用方法与技巧。为此，作者精心选择学习者易懂的典型电路做案例，并增加对电路的简单介绍，从而更有利于不同学习程度的学习者快速掌握。

(4) 增添每个项目总结，包括使用注意事项、技巧，并附有练习题和解答提示。与书配套的相关内容学习视频，学习者可登录“爱课程”资源共享课程《电器元器件检测与应用技术》网站(http://www.icourses.cn/cousestatic/course_4293.html)学习。

本书由天津职业大学一线教师和天津市中环自动化技术控制设备有限公司的一线技术人员共同探讨编写。其中，实践操作项目 1、2、3、4、5、6 由天津职业大学康晓明教授编写，实践操作项目 7、8、9 由天津职业大学安海霞副教授编写，实践操作项目 10、11、12 由天津职业大学卫俊玲老师编写，实践操作项目 13 由天津市中环自动化技术控制设备有限公司王笑天工程师编写。附录由卫俊玲整理。本书中实践操作项目“操作过程”的视频由河北工业大学学生葛文杰演示操作并录制。全书由康晓明统稿。本书由天津市中环自动化技术控制设备有限公司马友来总经理和天津科技大学薛薇教授担任主审。

感谢同行的大力支持，感谢学生的支持！

在此，特别对国防工业出版社刘炯编辑的支持和帮助表示衷心感谢。

由于时间和水平所限，书中不妥之处恳请读者批评指正。

作 者

目 录

电路仿真篇

实践操作项目 1	基尔霍夫电流定律的仿真	2
实践操作项目 2	一阶电路的仿真	32
实践操作项目 3	简易电源电路的仿真	42
实践操作项目 4	触摸延时开关电路的仿真	51
实践操作项目 5	三角波发生器电路的仿真	62
实践操作项目 6	三人表决器电路的仿真	68
实践操作项目 7	四人抢答器电路的仿真	77
实践操作项目 8	计数器电路的仿真	83
实践操作项目 9	消防车双音报警器电路的仿真	88

电路 CAD 篇

实践操作项目 10	触摸延时开关电路的印制电路板设计与制作	97
实践操作项目 11	三角波发生器电路的印制电路板设计与制作	141
实践操作项目 12	调光灯电路的印制电路板设计与制作	158
实践操作项目 13	企业应用电路的印制电路板设计与制作	173
附录 A	仿真软件库介绍	180
附录 B	常用电子元器件符号	183
参考文献		185

电路仿真篇

Multisim 是以 Windows 为基础的仿真工具，具有丰富的元件数据库及强大的仿真分析功能，适用于板级的模拟/数字电路板的设计工作。它包含了电路原理图的图形输入、数模 Spice 仿真、VHDL/Verilog 设计与仿真、FPGA/CPLD 综合、RF 设计和后处理功能，还可以进行从原理图到 PCB 布线工具包的无缝隙数据传输。本书主要介绍 Multisim 的电路设计与仿真功能，采用的软件版本是 Multisim10。

利用 Multisim 软件可以实现计算机仿真设计，建立虚拟实验室，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。

对于电路设计者来说，Multisim 软件能满足电路电子设计与仿真，满足从参数到产品的设计要求，节约电路设计时间，降低实验费用，提高电路设计的可靠性。对于电类及相关专业的学生来说，不仅可以通过设计与仿真验证所学理论知识，同时也可以开发自己的设计能力，通过仿真很快验证自己的设计思想，提高电路电子技术的实践环节能力，激发电路设计兴趣。

实践操作项目 1 基尔霍夫电流定律的仿真

能力目标

1. 熟悉 Multisim 软件的使用环境。
2. 熟悉信号源库和基本元件库，会放置并编辑元件。
3. 会进行电路的连接与编辑。
4. 了解仪表工具栏，会使用电流表、万用表测量电流。
5. 会在 Multisim 中建立简单电路模型并仿真。

【任务资讯】

基尔霍夫定律是电路的基本定律，它分为基尔霍夫电流定律与基尔霍夫电压定律。图 1-1 为基尔霍夫电流定律的仿真电路，所用元件为电阻和直流电压源，因此要用到基本元件库和信号源库。

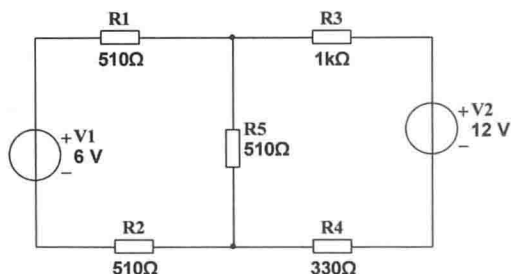


图 1-1 验证“基尔霍夫电流定律”的仿真电路

项目主要介绍电路仿真的流程，通过本操作项目的学习可以很快掌握电路仿真的步骤与要点，熟悉基本元件库与测量电流的方法。

【任务实施】

步骤 1：创建电路文件。

安装 Multisim10 软件后，双击该软件的快捷图标，即可运行 Multisim10 软件，打开的软件主界面如图 1-2 所示，且系统会自动建立一个名为“Circuit1”的电路文件，显示在主界面左侧的“Design Toolbox”设计工具箱中。

打开 Multisim10 软件后，通过执行如图 1-3 所示的【File】(文件菜单)→【New】(创建)命令；或点击如图 1-4 所示的 Standard(标准)工具栏中的  New(创建)文件图标；或利用快捷键“Ctrl+N”，均可创建电路文件。

步骤 2：保存文件。

执行【File】(文件菜单)→【Save】/【Save As...】(保存/另存为...)命令；或点击 Standard(标准)工具栏中  Save(保存)文件图标；或利用快捷键“Ctrl+S”；或如图 1-5 所示右键点击 Circuit1

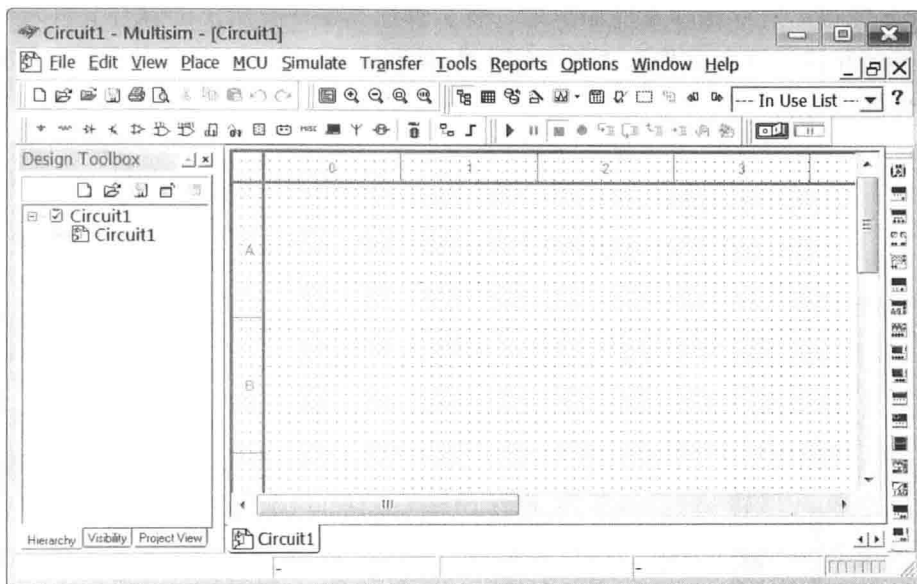


图 1-2 Multisim 软件主界面



图 1-3 【File】文件菜单

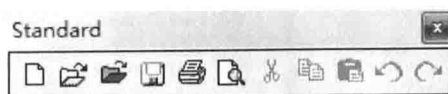


图 1-4 Standard(标准)工具栏

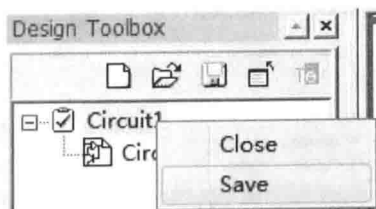


图 1-5 Save(保存)文件

后选择 **Save** 保存, 执行保存文件命令后, 将会弹出如图 1-6 所示的保存文件对话框, 指定保存文件的路径, 键入文件名“基尔霍夫电流定律仿真”, 然后点击【保存】按钮, 即可完成文件的保存。



图 1-6 保存文件对话框

[点拨]

执行【Options】(选项菜单)→【Global Preference】(全局设置)命令, 在弹出的设置对话框中, 选择【Save】选项, 如图 1-7 所示, 将“Auto-backup(自动备份)”设置为有效, 可自行设置系统自动备份文件的时间间隔, 系统默认的时间间隔为“1 minutes(分钟)”。

也可在建立文件的过程中, 不断执行保存文件命令。

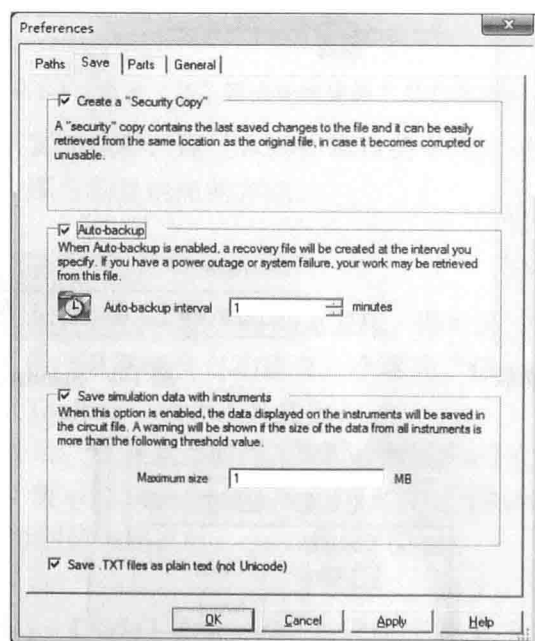


图 1-7 Global Preference(全局设置)中的【Save】选项设置对话框

步骤 3: 放置元件。

Multisim 中有丰富的元件库, 电路仿真所需的元件均可在元件库中查找。Components(元件)工具栏(该工具栏默认是可见的)如图 1-8 所示。

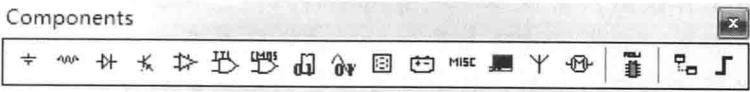


图 1-8 Components(元件)工具栏

本操作项目所用到的元件库为信号源库和基本元件库, 其功能如下:

- ✚ Source 信号源库: 含接地、直流信号源、交流信号源、受控源等;
- ~ Basic 基本元件库: 含电阻、电容、电感、变压器、开关、负载等。

(1) 熟悉基本元件库。

点击元件工具栏中的 ~ Place Basic(放置基本元件)按钮图标, 将弹出 Select a Component(选择元件)对话框, 如图 1-9 所示。该窗口的左侧列出了 Basic(基本元件库)所包含的 Family(族)系列, 可以看到该库包含电阻排、开关、变压器、继电器、连接件、插座、电阻、电容、电感、电位器等元件。选择“Family”(族)中的“RESISTOR”(电阻)系列, 可看到“Component”(元件)区显示出电阻的各系列值(默认选择的为 1k Ω), “Symbol”符号区中显示出电阻元件的符号, 可看到显示的电阻元件符号与国家标准的电路符号不同, 下面将对仿真中所用元件的符号标准加以设置。

基本元件库中其他元件的介绍见附表 A-1。

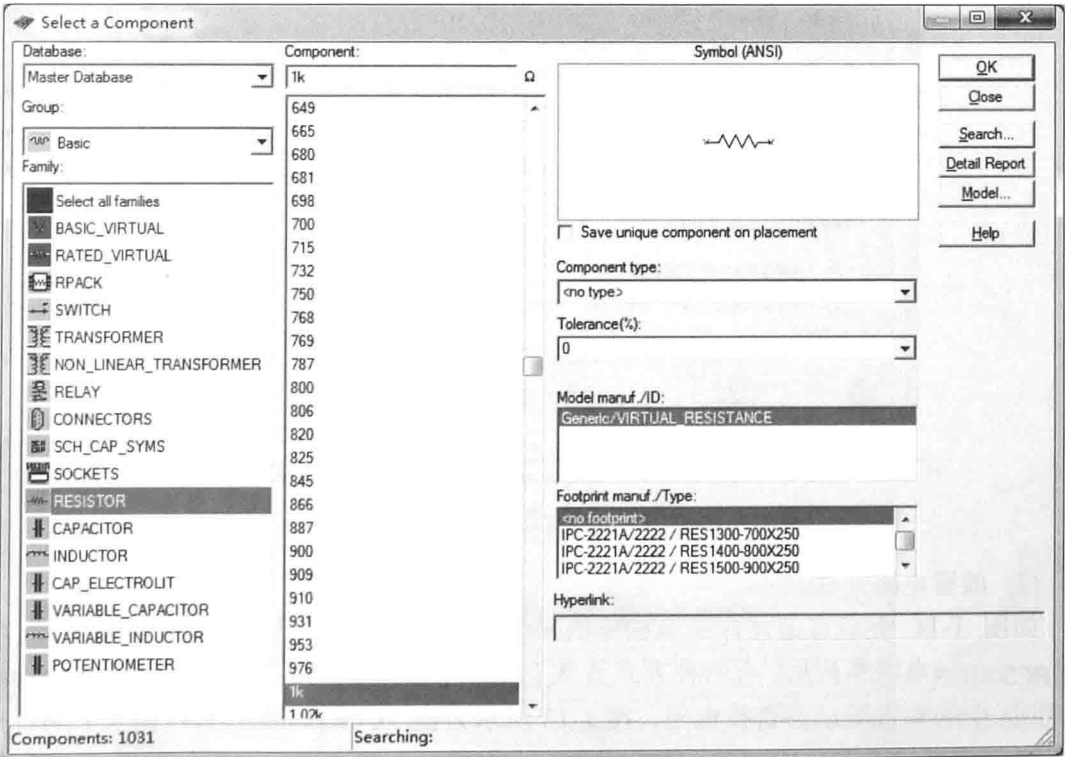


图 1-9 Select a Component(选择元件)对话框

[点拨]

在 Multisim 中包含两类元件,一类为虚拟元件,一类为现实元件。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。仿真时优先选用的是现实元件。

(2) 设置电路符号标准。

通过【Options】(选项菜单)设置电路环境,执行【Options】(选项菜单)→【Global Preference】(全局设置)命令,在弹出的设置对话框中,作如图 1-10 所示的设置,【Parts】选项的中的“Symbol Standard”符号标准区,缺省设置采用的为 ANSI(美国符号)标准,由于我国的标准与 DIN(欧洲符号)标准较相近,因此将“Symbol Standard”符号标准区的设置改为 DIN(欧洲符号)标准,其他设置均采用缺省设置。

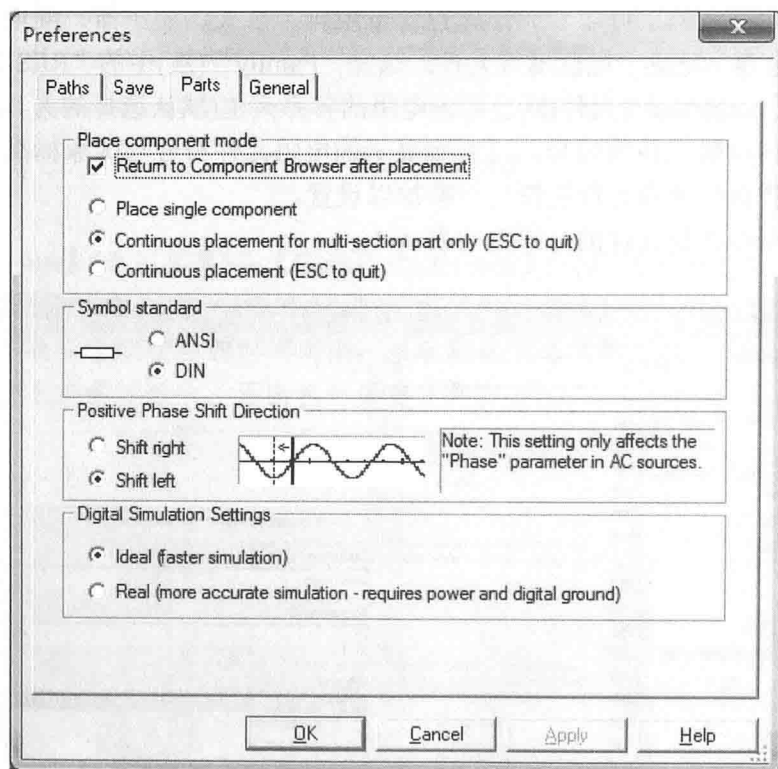


图 1-10 Global Preference(全局设置)中的【Parts】选项设置对话框

(3) 放置电阻元件。

如图 1-11 所示点击元件工具栏中的  Place Basic(放置基本元件)按钮图标,选择  RESISTOR电阻系列后,有两种方式查找 510Ω 电阻,图 1-12 所示为拖动“Component”(元件)区中的垂直滚动条查找电阻,图 1-13 所示为在“Component”(元件)区中的查找栏输入电阻值查找电阻,找到 510Ω 电阻后,点击鼠标左键选择该电阻,然后点击【OK】(确认)按钮,如图 1-14 所示,光标上将会附着一电阻符号,拖动鼠标将光标移动到电路

窗口合适位置，点击鼠标左键即可将 510Ω 电阻放置到电路窗口，并且系统会自动给出其参考序号 R1 与其阻值 510Ω 一并显示出来，如图 1-15 所示。

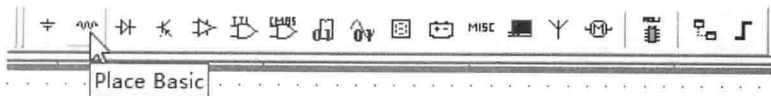


图 1-11 放置基本元件工具图标

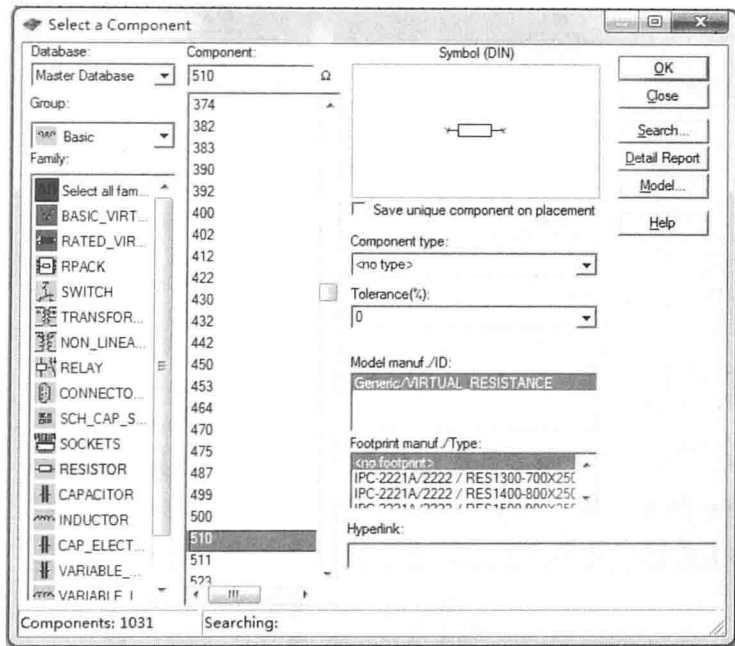


图 1-12 拖动滚动条查找电阻

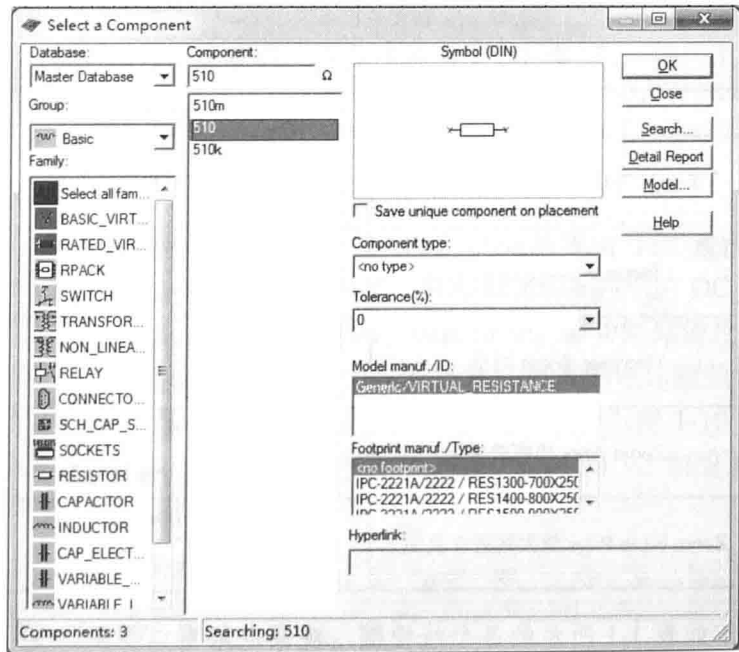


图 1-13 输入电阻值查找电阻

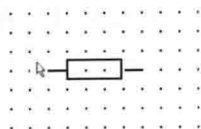


图 1-14 放置中的电阻

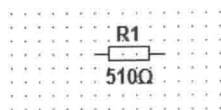


图 1-15 放置后的电阻

同理，放置其他阻值的电阻，如图 1-16 所示。

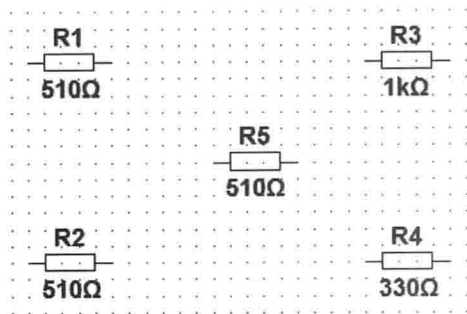


图 1-16 放置完后的电阻

[点拨]

放置完元件后，可利用视图工具或快捷方式来控制电路窗口的视图。具体方法如下：

方法一：View(视图)工具栏如图 1-17 所示，各图标的功能与快捷键如表 1-1 所示，执行 View (视图)工具栏中的各个命令图标，观察电路窗口视图的变化。

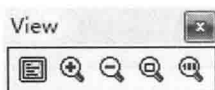


图 1-17 View(视图)工具栏

表 1-1 视图工具栏功能解释

工具图标	功能	功能解释	快捷键
	Toggle Full Screen 全屏显示	全屏显示当前电路文件	—
	Increase Zoom 放大	以鼠标为中心放大当前窗口显示的电路文件	F8
	Decrease Zoom 缩小	以鼠标为中心缩小当前窗口显示的电路文件	F9
	Zoom Area 局部放大	放大大鼠标所指示矩形区域的内容	F10
	Zoom Fit to Page 放大到适合页面	将当前窗口电路文件适合页面最大化显示出	F7

方法二：操作如表 1-1 所示的各个快捷键，观察电路窗口视图的变化。

方法三：移动光标到电路窗口的某一位置，前后拨动鼠标中间滚轮，观察电路窗口

文件视图的变化，向后拨动鼠标中间滚轮视图将会缩小，向前拨动鼠标中间滚轮视图将会放大。

注：查看【Options】(选项菜单)→【Global Preference】(全局设置)中的【General】选项设置对话框如图 1-18 所示，可知“Mouse Wheel Behaviour”鼠标滚轮动作区，默认设置为“Zoom workspace”放大或缩小工作窗口。

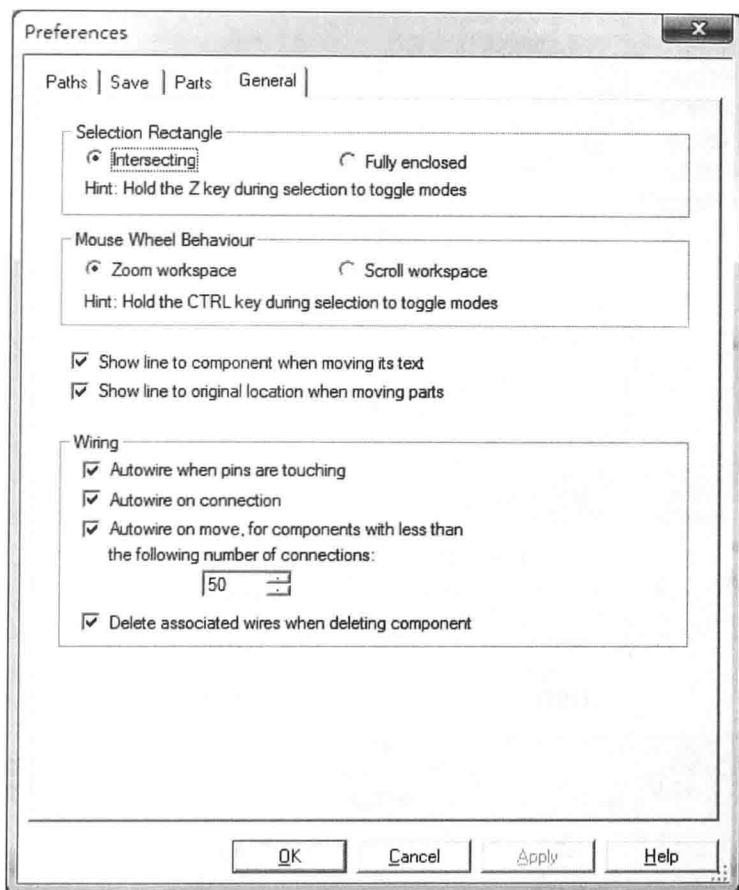


图 1-18 Global Preference(全局设置)中的【General】选项设置对话框

(4) 放置电源。

如图 1-19 所示点击元件工具栏中的  Place Source(放置信号源)按钮图标，将弹出放置元件对话框，如图 1-20 所示，选择 POWER_SOURCES 系列中的 DC_POWER 直流电源，点击【OK】按钮，光标上将附着一直流电压源符号，移动鼠标使光标到达电路窗口的合适位置，点击鼠标左键放置直流电压源，系统默认放置的电压源值为 12V，同时自动将其命名为 V1。放置完 V1 后，系统自动返回放置电源窗口(图 1-10 中的软件环境已作设置)，点击【OK】按钮，放置电压源 V2，放置后的 V1 与 V2 如图 1-21 所示。

信号源库中其他元件的介绍见附表 A-2。

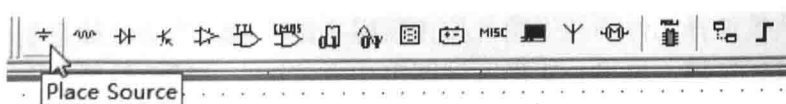


图 1-19 放置电源按钮图标

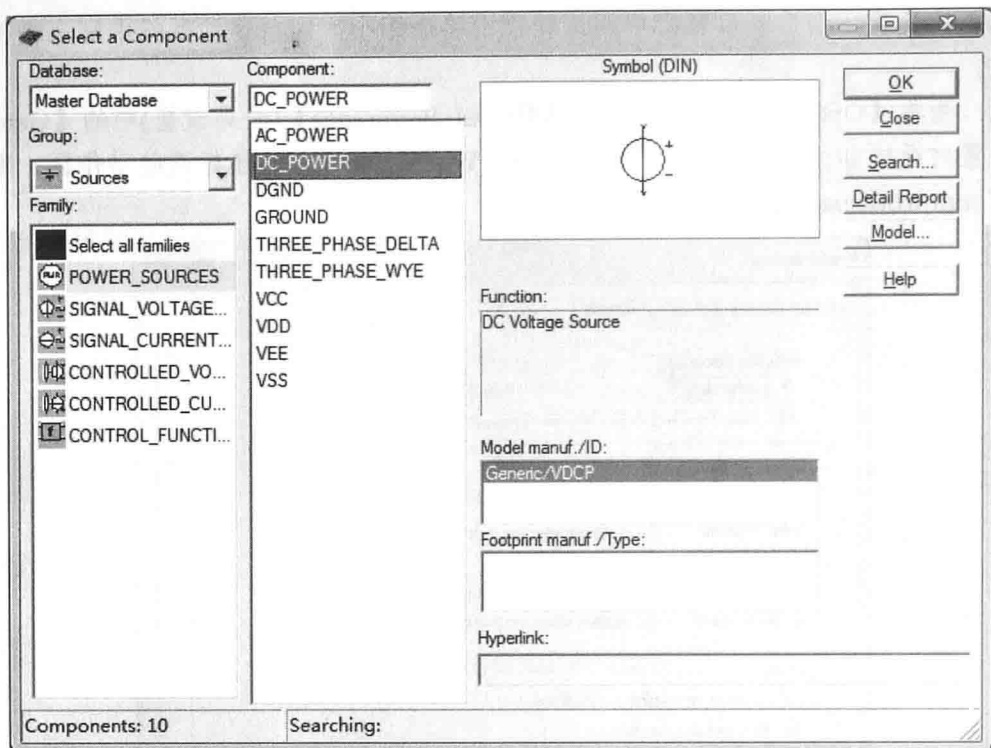


图 1-20 放置直流电压源对话框

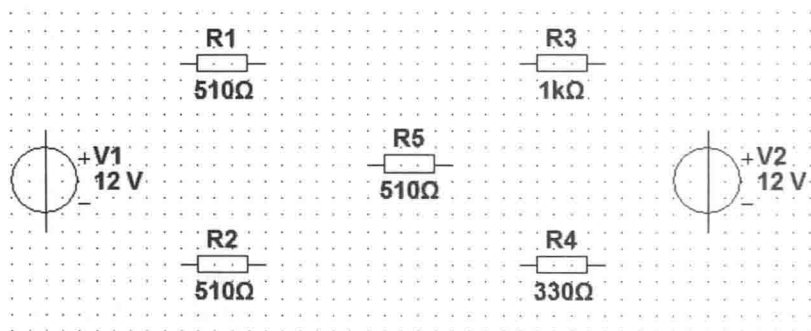


图 1-21 放置后的直流电压源

步骤 4：编辑元件。

元件连接到电路前，要进行元件的编辑，如元件属性的编辑，元件的移动、旋转、复制与删除等操作。

(1) 元件的选择。

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：在元件符号上点击鼠标左键，即可选中该元件，需选择多个元件时，按住【Shift】键，单个元件逐个选取，被选中的元件被一虚线矩形框住。

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，多个元件的矩形框选如图 1-22 所示，选中后的元件如图 1-23 所示。

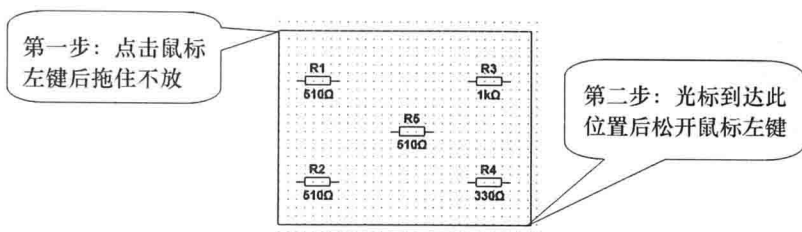


图 1-22 多个元件的矩形框选

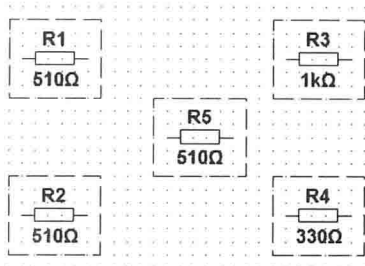


图 1-23 选中后的元件

(2) 元件的属性编辑。

验证“基尔霍夫电流定律”仿真电路所用到的直流电压源为 6V 与 12V，需将前面放置的直流电压源 V1 值修改为 6V。

选中直流电压源 V1 后，双击鼠标左键，弹出电源属性对话框，如图 1-24 所示将电压源的电压值修改为 6V，其他参数不作设置，设置完成后点击【OK】按钮，退出属性设置对话框。

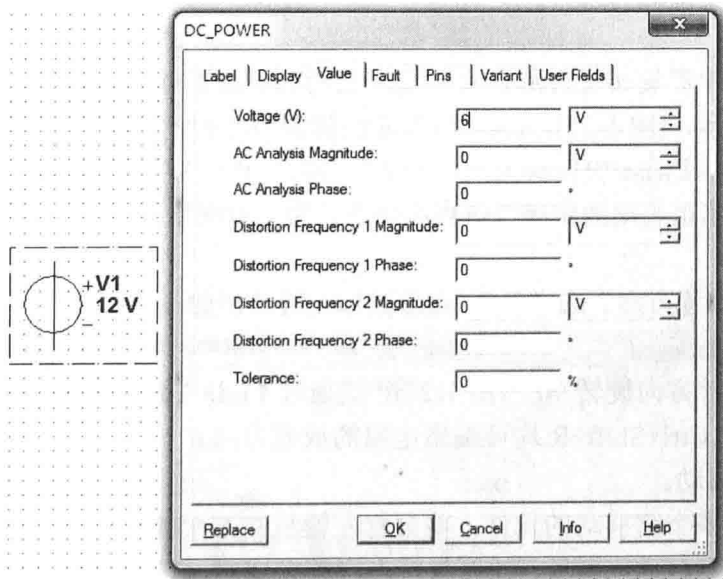


图 1-24 修改直流电压源属性对话框

(3) 元件的旋转与翻转。

选中单个或多个需旋转或翻转的元件后，执行元件的旋转或翻转命令即可改变元件

的放置方向。元件的旋转或翻转有以下三种方法：

方法一：执行【Edit】(编辑菜单)→【Orientation】(方向子菜单)命令(图 1-25)，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 CouterCW 为逆时针方向旋转 90 度。

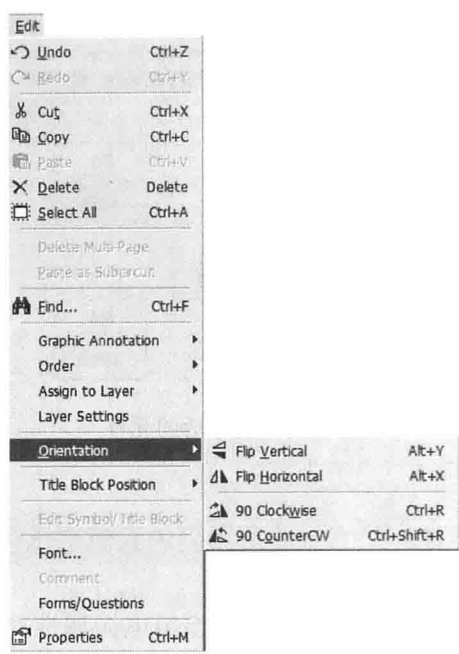


图 1-25 元件的旋转与翻转

方法二：选中需旋转元件后，点击右键在弹出的快捷菜单中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，(图 1-25)，Flip Vertical 快捷键为“Alt+Y”，Flip Horizontal 快捷键为“Alt+X”，90 Clockwise 快捷键为“Ctrl+R”，90 CouterCW 快捷键为“Ctrl+Shift+R”。

在验证“基尔霍夫电流定律”仿真电路中，为了方便电路的连接，可将 R5 的放置方向改为竖直放置。

编辑 R5 的放置方向。选中 R5，点击鼠标右键弹出如图 1-26 所示的快捷菜单，选择执行命令 90 Clockwise Ctrl+R 或 90 CouterCW Ctrl+Shift+R，即可将 R5 沿顺时针或逆时针方向旋转 90° (图 1-27)；或通过【Edit】编辑菜单的相应命令；或利用快捷键 Ctrl+R 或 Ctrl+Shift+R 均可编辑电阻的放置方向。

(4) 元件的移动。

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

(5) 元件的复制与删除。

选中需编辑元件后，通过【Edit】(编辑菜单)→【Copy】(复制)、【Paste】(粘贴)、【Delete】(删除)即可实现相应复制与删除元件操作；或在电路窗口点击右键弹出的快捷菜单中，选择相应命令；或通过执行相应操作命令的快捷键进行该操作。