

第 1 部分 Multisim 13

第 1 章 Multisim 13 概述与基本操作

EDA (Electronic Design Automation, 电子设计自动化) 技术是电子信息科学技术发展的杰出成果。EDA 技术一般包括 3 个方面的内容: 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 (Programmable Logic Device, PLD) 的设计软件进行可编程器件的设计。Multisim 13 就是一种优秀的电路设计仿真软件。

1.1 Multisim 13 概述

20 世纪 70 年代美国加州大学伯克利分校推出了 SPICE (Simulation Program with Integrated Circuit Emphasis) 程序。SPICE 程序将常用的元件用数学模型来表示, 可以通过软件对电路进行仿真和模拟。它的出现推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 两种。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, 可以使 EWB 的 PCB 功能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经远远不能满足需要。IIT 公司从 EWB6.0 版本开始, 将专注于电路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 Ultiboard 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板图生成的全过程, 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。

从 2001 年开始, IIT 公司对先前的版本进行改进, 陆续推出了 Multisim 2001、Multisim 7、Multisim 8。其基本元件的数学模型是基于 SPICE3.5 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), 扩充了元件库中元件的数目, 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。

Multisim 被美国 NI 公司收购后, 其性能得到了极大的提升。最大的改变就是将 Multisim 9 与 LabVIEW 8 进行完美结合。用户可以根据自己的需求制造出真正属于自己的仪器; 所有的

虚拟信号都可以通过计算机输出到实际的硬件电路上；所有硬件电路产生的结果都可以输入到计算机中进行处理和分析。它能构建仿真电路，仿真电路环境并完成单片机、FPGA、PLD、CPLD 等仿真，而且包含了通信系统分析与设计的模块、PCB 设计模块、自动布线模块等。

目前各高校教学中普遍使用的是 Multisim13.0（本书简称 Multisim 13），它的主要特色是：所见即所得的设计环境；互动式的仿真界面；动态显示元件（如：LED，七段显示器等）；具有 3D 效果的仿真电路；虚拟仪表（包括 Agilent 仿真仪表）；分析功能与图形显示窗口。

本书第 1 部分将对在电路与电子技术实验中所需的 Multisim 13 的相关内容做详细介绍，以便读者能自学该软件。

1.2 Multisim 基本操作

1.2.1 Multisim 界面导论

启动 Multisim 13，打开如图 1-1 所示的 Multisim 13 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）。

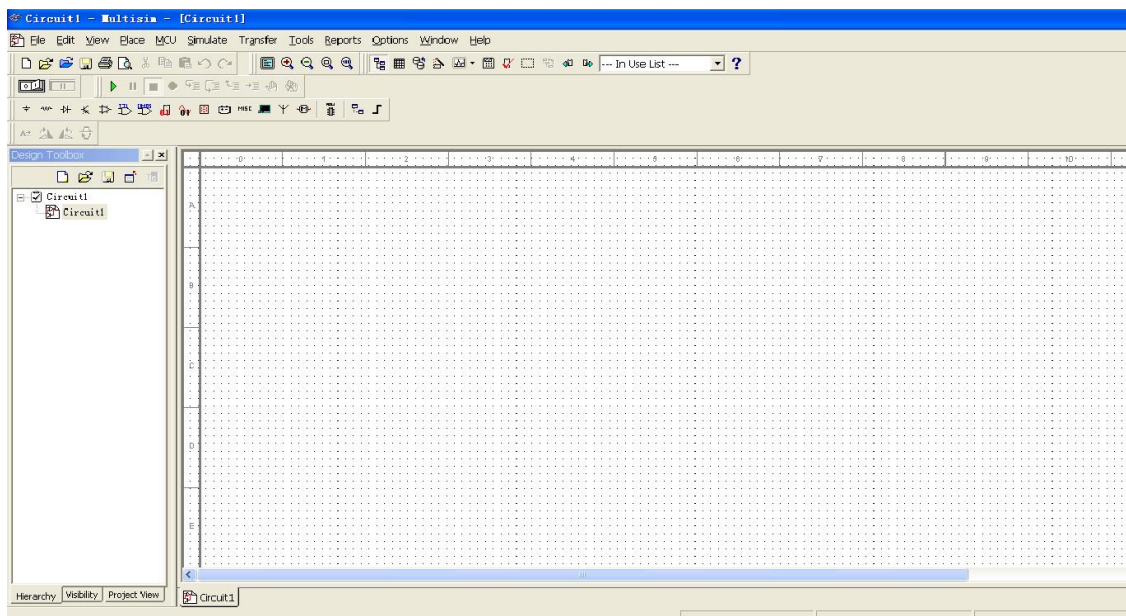


图 1-1 Multisim 13 的基本界面

从图 1-1 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（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（Instrument Toolbar）、电路窗口（Circuit Window）和状态栏（Status Bar）等部分组成。

1. 菜单栏

菜单栏中提供了 Multisim 13 的几乎所有的操作功能命令。Multisim 13 菜单栏包含 12 个主菜单，如图 1-2 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，MCU（单片机）菜单，Simulate（仿真）菜单，Transfer（文

件输入) 菜单, Tools (工具) 菜单, Reports (报告) 菜单, Options (选项) 菜单, Window 菜单和 Help (帮助) 菜单。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。下面介绍常用菜单:

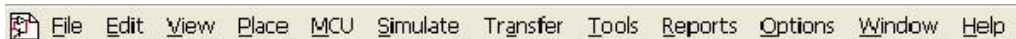


图 1-2 菜单栏

(1) 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 1-1 所示。

表 1-1

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	关闭当前工作区的文件
Save	将工作区的文件以*.msm 的格式存盘
Save as	将工作区的文件换名存盘
Print circuit	打印当前工作区的电路原理图
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 菜单主要用于在电路绘制过程中, 对电路和元件进行各种技术处理, 如表 1-2 所示。

表 1-2

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	将选取的部分左右翻转
Flip Vertical	将选取的部分上下翻转
90 clockwise	将选取的部分顺时针旋转 90 度
90 counterCW	将选取的部分逆时针旋转 90 度
Component Properties	编辑所选取部分 (例如元件) 的属性

(3) 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 所示。

表 1-3

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
Show Text Description Box	显示文本描述框
Show Grid	显示栅格
Show Page Bounds	显示纸质边界
Show Title Block and Border	显示标题栏和边界
Zoom In	放大显示
Zoom Out	缩小显示
Find	查找电路原理图中的元件

(4) Place 菜单提供在电路窗口内放置元件、连接点、总线和文字等命令，如表 1-4 所示。

表 1-4

命令	功能说明
Place Component	放置一个元件
Place Junction	放置一个节点
Place Bus	放置一个总线
Place Input/Output	放置一个输入/输出端
Place Hierarchical Block	放置一个层次模块
Place Text	放置文字
Place Text Description Box	放置一个文本描述框
Replace Component	替换元件
Place as Subcircuit	放置一个子电路
Replace by Subcircuit	用一个子电路替代

(5) Simulate 菜单提供电路仿真设置与操作命令，如表 1-5 所示。

表 1-5

命令	功能说明
Run	执行仿真
Pause	暂停仿真
Default Instrument Settings	打开预置仪表设置对话框

续表

命令	功能说明
Digital Simulation Settings	选择数字电路仿真设置
Instruments	选择虚拟仪表
Analyses	选择仿真分析功能
Postprocess	打开后处理器对话框
VHDL Simulation	进行 VHDL 仿真（教育版无该项功能）
Verilog HDL Option	进行 Verilog HDL 仿真（教育版无该项功能）
Auto Fault Option	自动设置电路故障
Global Component Tolerances	全局元件容差设置

(6) Transfer 菜单提供将仿真结果传递给其他软件处理的命令，如表 1-6 所示。

表 1-6

命令	功能说明
Transfer Ultiboard	传送 Ultiboard
Transfer to Other PCB Layout	传送给其他 PCB 软件
Back annotate From Ultiboard	从 Ultiboard 返回的注释
VHDL Synthesis	产生 VHDL 格式的资料（教育版无该项功能）
Export Simulation Result to MathCAD	仿真分析的结果输出到 MathCAD
Export Simulation to Results Excel	仿真分析的结果输出到 Excel
Export Netlist	产生 SPICE 格式的网表

(7) Tools 菜单主要用于编辑或管理元器件和元件库，如表 1-7 所示。

表 1-7

命令	功能说明
Create Component	打开新建元件对话框
Edit Component	打开编辑元件对话框
Copy Component	打开复制元件对话框
Delete Component	打开删除元件对话框
Database Management	打开元件库管理对话框
Update Component	升级更新元件
Remote Control/Design Sharing	远程控制/设计共享
EDAparts.com	连接 EDAparts.Com 网站

(8) Options 菜单用于设置电路的界面和电路的某些功能，如表 1-8 所示。

表 1-8

命令	功能说明
Preferences	打开参数选择对话框（设置操作环境）
Modify Title Block	编辑标题块内容
Simplified Version	简化版本
Global Restriction	全局限制设置
Circuit Restriction	电路限制

(9) Help 菜单主要为用户提供在线技术帮助和使用指导，如表 1-9 所示。

表 1-9

命令	功能说明
Multisim	帮助主题目录
Multisim Reference	帮助主题索引
Release Notes	发行声明
About Multisim	有关于 Multisim 的说明

2. 系统工具栏

如图 1-3 所示，它包含了常用的基本功能按钮，与 Windows 的基本功能相同。



图 1-3 系统工具栏

3. 元件工具栏

Multisim 13 将所有的元件模型分门别类地放到 18 个元件分类库中，每个元件库放置同一类型的元件。由 18 个元件库按钮（以元件符号区分）组成的元件工具栏，如图 1-4 所示。



图 1-4 元件工具栏

4. 仪表工具栏

仪表工具栏包含 21 种用来对电路工作状态进行测试的仪器仪表，如图 1-5 所示。



图 1-5 仪表工具栏

5. 其他

(1) 图 1-1 中右侧大幅白色区域就是电路窗口，也称为 **Workspace**，相当于一个现实工作中的操作平台，电路图的编辑绘制、仿真分析及波形数据显示等都在此窗口进行。

(2) 仿真开关用于开始、暂停或结束电路仿真。

(3) 使用中的元件列表中列出了当前电路所使用的全部元件，以供检查或重复调用。

(4) 状态栏显示有关当前操作以及鼠标所指条目的有用信息。

1.2.2 Multisim 操作介绍

电路的计算机设计仿真与测试要以电路原理图为基础。本节详细介绍用户界面的定制、元件的取用、连线和连接点、总线、子电路、文字与文字描述框等。

1. 用户界面的定制

定制用户界面可以方便原理图的创建、电路的仿真分析和观察。创建一个电路之前，可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。

用户界面的定制主要通过 Preferences（参数选择）和 Sheet Properties（图表性能）对话框中提供的各项选择功能来实现。

（1）Preferences 对话框

执行 Options 菜单中的 Global Preferences 命令，即出现 Preferences 对话框，如图 1-6 所示。Preference 对话框中有 4 个选项卡，每个选项卡中包括若干个功能选项。通过这 4 个选项卡可对软件的全局界面进行定制。

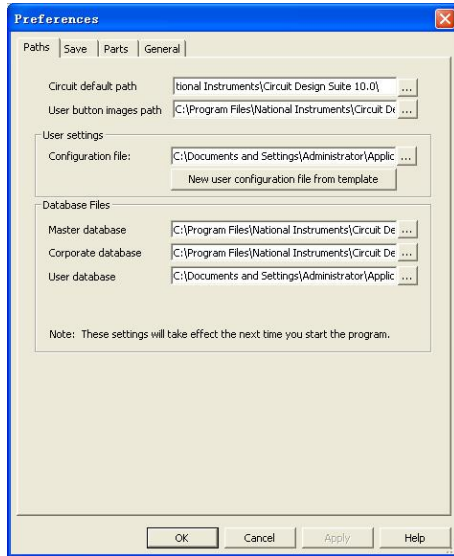


图 1-6 Paths 选项卡

1) Paths 选项卡如图 1-6 所示。Paths 选项卡可对路径进行设置。

- ① Circuit default path: 电路默认路径。
- ② User button images path: 用户按钮图像路径。
- ③ User settings: 用户设置区。
 - Configuration file: 用户配置文件。
 - New user configuration file from template: 从模板新建用户配置文件。
- ④ Database Files 数据库文件区：
 - Master database: 基本数据库。
 - Corporate database: 公司数据库。
 - User database: 用户数据库。

2) Save 选项卡如图 1-7 所示。Save 选项卡用于设置保存。

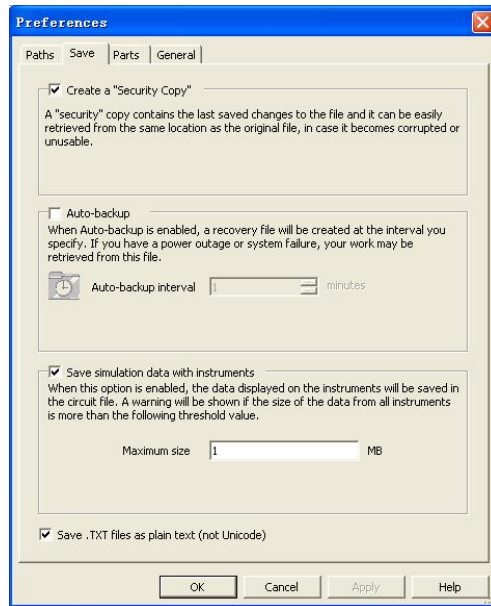


图 1-7 Save 选项卡

① Create a "security copy": 创建“安全副本”。

“安全副本”包含最后保存的文件的变化，而且它能从出错的文件相同的位置被找到，以防万一破坏无法使用。

② Auto-backup: 自动备份。

当自动备份被允许，一个恢复文件将在你指定的时间产生。如果停电或者系统故障，能重新找回这个文件。

③ Save simulation data with instruments: 保存仿真数据和仪器。

当这个选项被允许，仪器数据将会保存在线路文件中。如果所有的仪器的数据大小超过下列的阈值将会显示警告。

④ Save .TXT files as plain text (not Unicode): 保存.TXT 文档。

3) Parts 选项卡如图 1-8 所示。Parts 选项卡用于设置零件和仪器。

① Place component mode: 放置元件方式。

- Return to Component Browser after placement: 在布局以后回到元件浏览。
- Place single component: 放置单一元件。
- Continuous placement for multi-section part only (ESC to quit): 仅对多单元元件连续放置 (ESC 键退出)。
- Continuous placement (ESC to quit): 连续放置元件 (ESC 键退出)。

② Symbol standard: 符号标准。

- ANSI: 美国国家标准学会 (American National Standards Institute)。
- DIN: 德国工业标准 (Deutsche Industrie Normen)。

③ Positive Phase Shift Direction 正相位移方向。

- Shift right: 右移。
- Shift left: 左移。

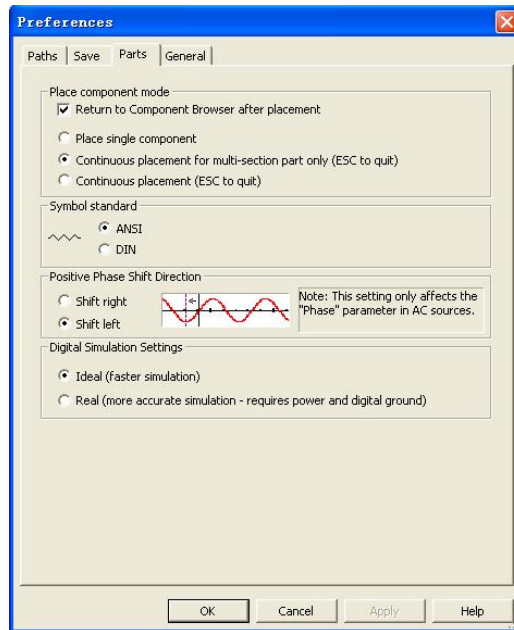


图 1-8 Parts 选项卡

④ Digital Simulation Settings 数字仿真设置。

- Ideal (faster simulation): 理想 (快速仿真)。
- Real (more accurate simulation - requires power and digital ground): 实际 (能较全面地模仿现实的数字元件, 编辑的电路原理图中要有提供给数字元件的电源和数字接地端, 其仿真精确度较高, 但速度较慢)。

4) General 选项卡如图 1-9 所示。General 选项卡用于设置常规选项。

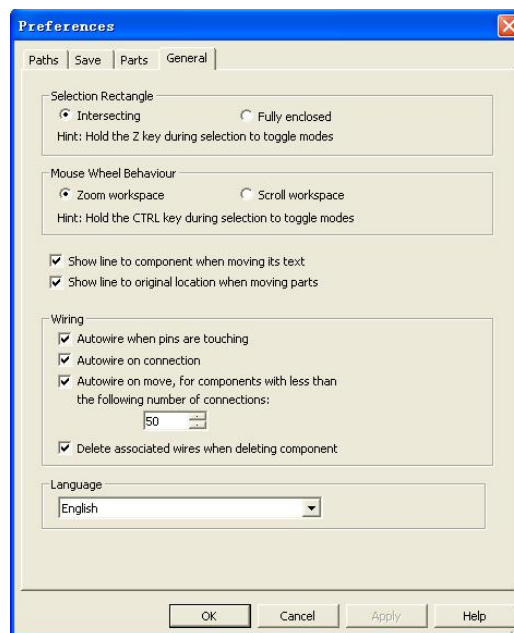


图 1-9 General 选项卡

- ① Selection Rectangle: 选择矩形。
 - Intersecting: 相交。
 - Fully enclosed: 全封闭式。
- ② Mouse Wheel Behaviour: 鼠标滚轮行为。
 - Zoom workspace: 缩放工作区。
 - Scroll workspace: 卷轴工作区。
- ③ Show line to component when moving its text: 移动元件时显示连线。
- ④ Show line to original location when moving parts: 移动元件时显示连线最初位置。
- ⑤ Wiring: 配线。
 - Autowire when pins are touching: 当引脚接触时自动连线。
 - Autowire on connection: 在接点上自动连线。
 - Autowire on move: 移动元件时, 自动重新连线, 但是线的数量有限制, 可在选择栏输入限制的数量。
 - Delete associated wires when deleting component: 删除元件时, 自动删去与之连接的导线。
- ⑥ Language: 语言。

(2) Sheet Properties 对话框

1) Circuit: Circuit 选项卡如图 1-10 所示。

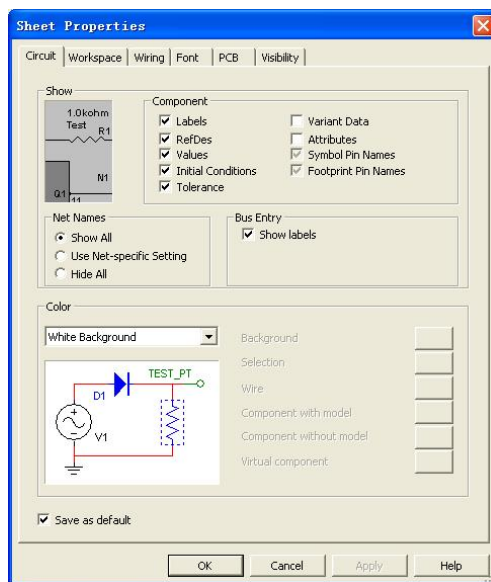


图 1-10 Circuit 选项卡

- ① Show: 显示。
 - Component: 元件。Labels: 标签; Variant Data: 变量数据; RefDes: 参考标识; Attributes: 特性; Values: 数值; Symbol Pin Names: 标注的引脚名称; Initial Conditions: 初始条件; Footprint Pin Names: 器件封装的引脚名称; Tolerance: 容差。
 - Net Names: 网络名字。Show All: 全显示; Use Net-specific Setting: 使用网络详细设置; Hide All: 全隐藏。

- Bus Entry: 总线入口。Show labels: 显示标签。
 - ② Color: 颜色。此处可以更改背景、选择、导线、模型元件、非模型元件、虚拟元件的颜色。
 - ③ Save as default: 保存为默认值。
- 2) Workspace: Workspace 选项卡如图 1-11 所示。

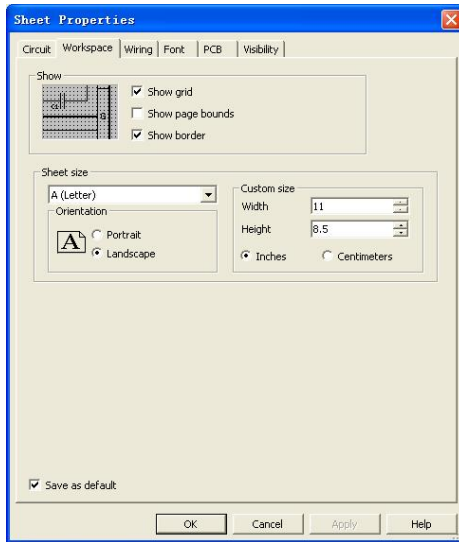


图 1-11 Workspace 选项卡

- ① Show: 显示。Show grid: 显示网格; Show page bounds: 显示页边界; Show border: 显示边框。
 - ② Sheet size: 图纸大小。Orientation: 方向。Portrait: 纵向; Landscape: 横向。
 - ③ Custom size: 自定义大小。Width: 宽度; Height: 高度。
- 3) Wiring: Wiring 选项卡如图 1-12 所示。

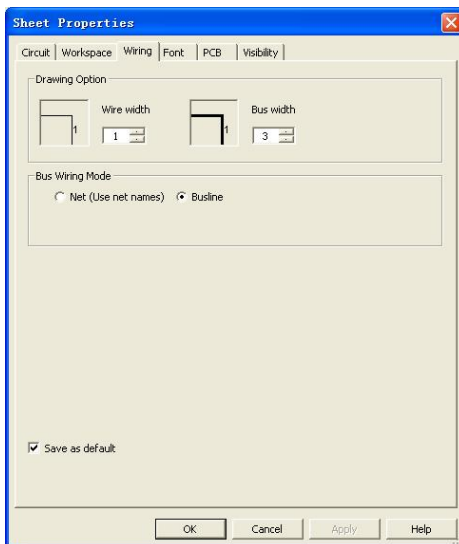


图 1-12 Wiring 选项卡

- ① Drawing Option: 画图选项。Wire width: 线宽; Bus width: 总线宽度。
- ② Bus Wiring Mode: 总线配线模式。Net (Use net names): 网络 (使用网络名); Busline 总线连线。
- 4) Font: Font 选项卡如图 1-13 所示。

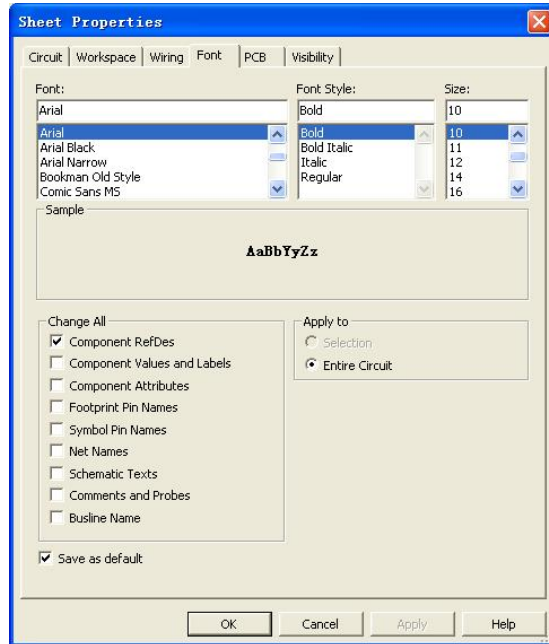


图 1-13 Font 选项卡

- ① Font: 字体 (选择字体名称)。
- ② Font Style: 字体类型 (选择常规、粗体、粗斜、斜体)。
- ③ Size: 大小。
- ④ Change All: 全部更改。Component RefDes: 元件参考标识; Component Values and Labels: 元件参数和标签; Component Attributes: 元件属性; Footprint Pin Names: 器件封装的引脚名称; Symbol Pin Names: 标注的引脚名称; Net Names: 网络名字; Schematic Texts: 原理图文本; Comments and Probes: 注解; Busline Name: 总线连线名称。
- ⑤ Apply To: 应用于。Selection: 选择; Entire Circuit: 整个电路。
- ⑥ Save as default: 保存为默认值。
- 5) PCB: PCB 选项卡如图 1-14 所示。
 - ① Ground Option: 接地选项。Connect digital ground to analog ground: 将数字与模拟地相连。
 - ② Export Settings: 导出设置。
 - ③ Number of Copper Layers: 铜层的编号。
 - ④ Save as default: 保存为默认值。
 - 6) Visibility 选项卡。
 - ① Fixed Layers: 固定层。
 - ② Custom Layers: 自定义层。

2. 元件的取用

在 Multisim 13 中, 元件从其结构上可以分为信号源元件、虚拟元件及真实元件三种, 使用图 1-15 的元件箱可以方便地对它们进行选用。

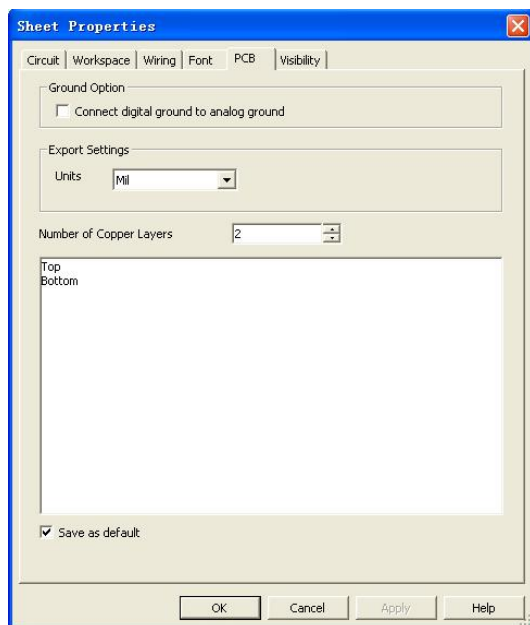


图 1-14 PCB 选项卡

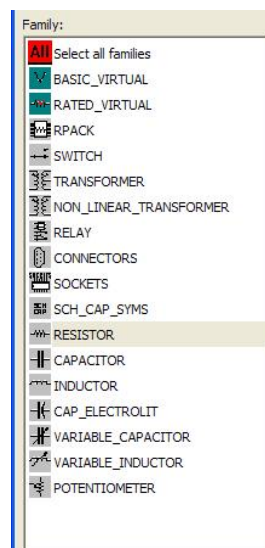


图 1-15 元件箱

信号源元件都是虚拟元件并且没有相应的元件封装。所谓虚拟元件也是可使用的, 只是它们的模型参数使用的是此类元件的典型值而不是某一个具体型号元件的参数, 而且某些参数可以根据用户的需要自行确定 (例如: 任意阻值的电阻)。由于没有相应的封装, 不能传送到印制板设计软件 Ultiboard 中去。真实元件就是用户在实际工作中使用的具体型号元件, 在 Multisim Database 库里提供有大量这样的元件, 它们能精确地仿真模型并且配合了相应的封装, 为仿真真实系统和连接印刷版设计提供了方便。

在 Multisim 里为了明确区分真实元件和虚拟元件, 在元件工具栏上采用了不同元件按钮图标底色。如果按钮的底色是墨绿色, 那么表示该元件是虚拟元件 (尽管信号源元件按钮的底色不是墨绿色的, 但它们仍是虚拟元件)。

(1) 虚拟元件的取用。

选取元件最直接的方法是从元件工具栏的元件库中选取。选取元件时, 一般首先要知道该元件是属于哪个元件库, 然后将鼠标指针指向所要选取的元件所属的元件分类库, 即可拉出该元件库 (是否会自动打开或关闭元件分类库, 可预先进行设置)。

以虚拟电阻 (Virtual Resistor) 为例, 从虚拟电阻箱中取出 50Ω 电阻, 即先用鼠标单击虚拟电阻箱, 再将鼠标移至电路窗口的选中区域后单击, 就在选中区域放置了一个虚拟电阻。为了得到所需参数的电阻, 可双击电阻图标, 打开其属性对话框, 从图 1-16 中可以看出, 该对话框有 Label、Display、Value 和 Fault 等选项卡 (其他设置介绍省略)。

1) Label 选项卡如图 1-17 所示。Label 选项卡用于设置元件的标注。

- ① RefDes 表示该电阻的元件序号, 是元件唯一的识别码, 必须设置且不允许重复。
- ② Label 为该电阻的标注文字, 没有电气意义, 可输入中文。

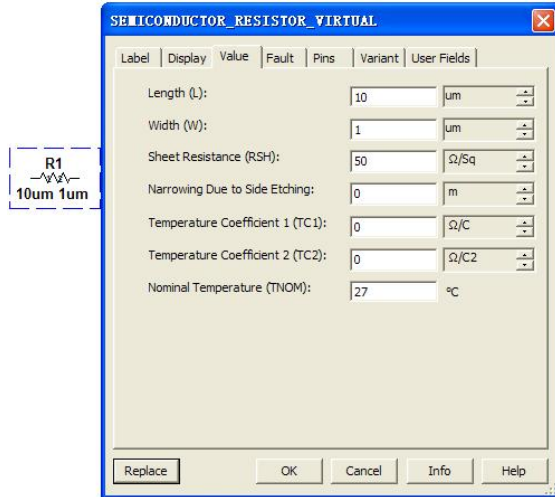


图 1-16 虚拟电阻属性对话框

③ 在 Attributes 选项区域中，用户可记录所用的电阻的相关信息，如元件名称、参数值及制造者等。

2) Display 选项卡如图 1-18 所示。用于确定元件在电路窗口中所要显示的信息。

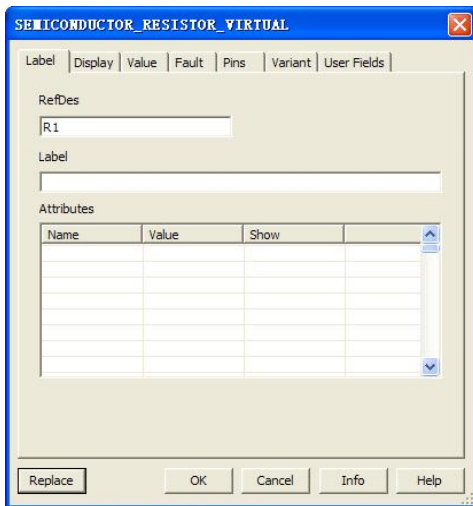


图 1-17 Label 选项卡

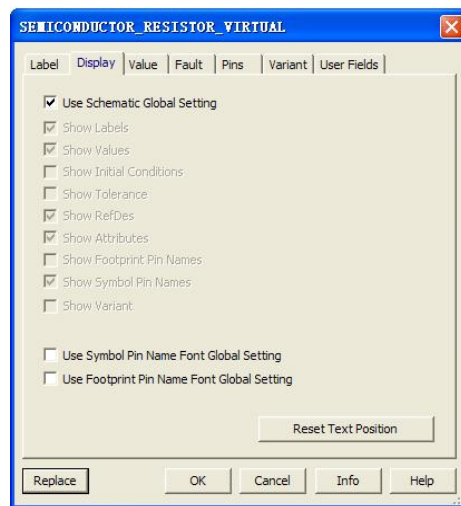


图 1-18 Display 选项卡

若选择 Use Schematic Global setting 选项，则按 Options, Preferences, Circuit 的设置显示元件。反之，则按图 1-18 所示灰色选项设置元件的显示。比如其中：

- ① Show Labels 显示元件的标注。
- ② Show Values 显示元件的参数值。
- ③ Show RefDes 显示元件的序号。
- ④ Show Attributes 显示元件的属性。

3) Value 选项卡如图 1-16 所示。用以设置元件参数值，其中：

- ① Sheet Resistance 设置电阻值，在右边栏中可选定其单位。
- ② TC1 设置该电阻的一次温度参数。

- ③ TC2 设置该电阻的二次温度参数。
- ④ TNOM 设置参考环境温度（默认值为 27℃）。

4) Fault 选项卡如图 1-19 所示。Fault 选项卡用于设置元件可能出现的故障，以便预知该元件发生相应故障时可能出现的现象。

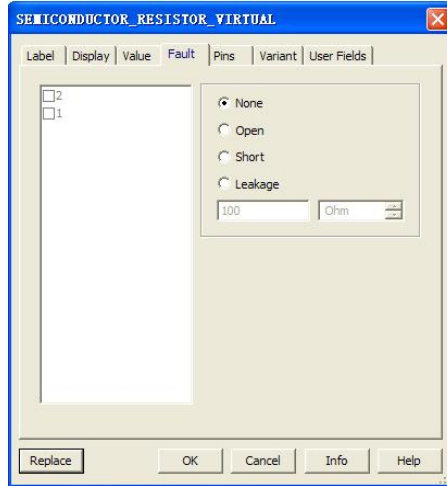


图 1-19 Fault 选项卡

- ① 选择 None 选项，不设置产生故障。
- ② 选择 Open 选项，元件两端开路。
- ③ 选择 Short 选项，元件两端短路。
- ④ 选择 Leakage 选项，元件发生漏电故障，漏电阻的大小可在其下面的栏内设置。

(2) 真实元件的取用。

真实元件的取用方法与虚拟元件的取用方法不同。以取用 7400N 元件为例，在元件工具栏的 TTL 元件库中单击 74 图标，将打开（不是放置了一个真实元件在电路窗口里）如图 1-20 所示的 Component Browser（元件浏览器）对话框。其中：

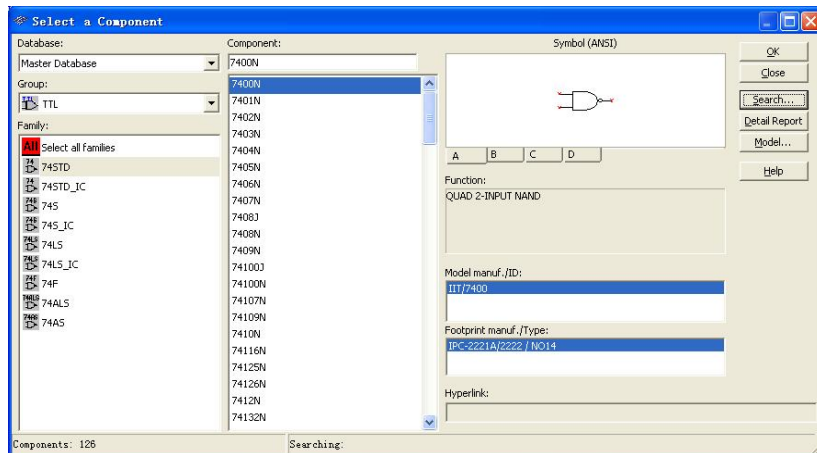


图 1-20 Component Browser 对话框

- 1) Database 栏：有可供选择的元件数据库。根据需要选择某一层级的元件数据库，以元件

工具栏的形式显示。默认情况下为 Master Database（主元件库），这也是最常用的元件数据库。

- 2) Component 栏：显示元件名称列表，可从中直接选取所要选取的元件。
- 3) Symbol 区：用于显示元件的符号预览。
- 4) Function：显示元件的功能说明。
- 5) Model manuf./ID：显示元件名称。
- 6) Footprintmanf./Type：显示元件外形名称（封装形式），PCB 软件接口必备。
- 7) 右侧有一列操作按钮，其中：

① Search 按钮：用于查找元件。单击该按钮后将出现如图 1-21 所示的对话框。可以在 Component 栏内输入所要查找的元件名称（不需要输入完整的零件名称，可以用“*”代替多个字符或用“？”代替一个字符进行模糊搜索，同时输入字符不限制大小写）；或在 Model Manufacturer 栏内指定所要查找的元件制造厂商名称；或在 Footprint Type 栏内指定所要查找的元件外形名称。如果找到符合查找条件的元件，则显示结果，如图 1-22 所示。

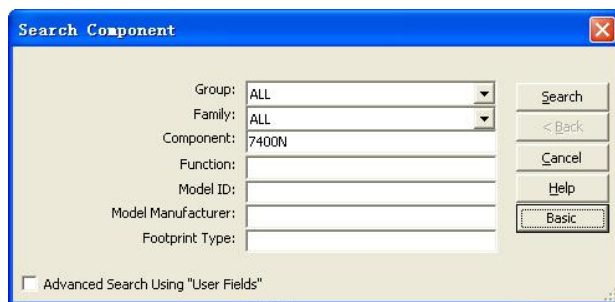


图 1-21 Search Component 对话框

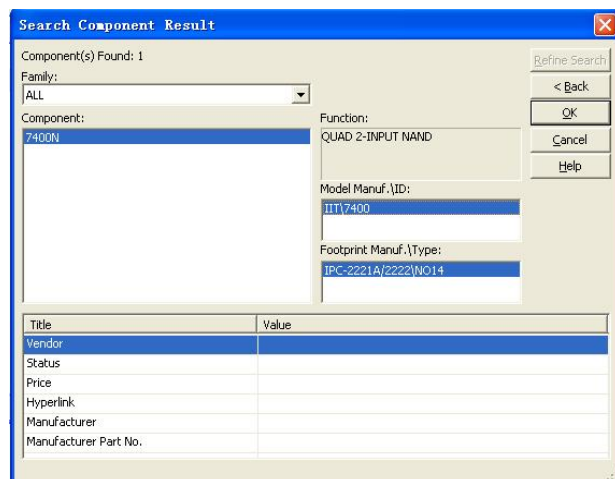


图 1-22 元件查找结果

② Detail Report 按钮：是列出详细的元件资料，可以浏览或打印。

选择元件后，单击 OK 按钮关闭 Component Browser 对话框，即在电路窗口放置了一个选中的元件。若选取诸如 7400 之类的复合封装的元件（一个 IC 内有多个相同的单元元件），则程序会要求用户指定所要采用的单元元件。如选择 7400N（包括 4 个与非门），将出现选择框，选择其中一项即可取出一个与非门。

(3) 元件操作。先将鼠标指针指向所要进行操作的元件后，单击，该元件的四个角将各出现一个小方块，然后单击鼠标右键，在出现的如图 1-23 所示快捷菜单中选取相应的操作命令。

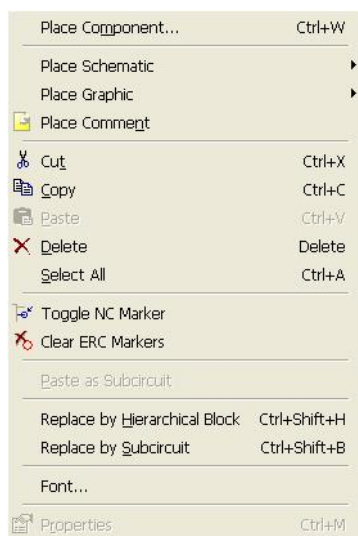


图 1-23 元件操作的快捷菜单

另外，若要移动元件，则可将鼠标指针指到所要移动的元件上，按住鼠标左键，然后移动鼠标将其拖动到适当的位置后松开左键即可。

3. 连线和连接点

将取用的元件放置在电路窗口以后，便可用连线将元件与元件、元件与仪表等连接起来，以完成电路的建立。连线时既可以选择自动连线，也可以选择手动连接。自动连线是 Multisim 13 的一个非常实用的功能。

在电路图中，线的交叉是不可避免的。线的交叉点是否为连接点取决于电路设计的需要，Multisim 13 根据不同情况进行了相应的处理。

(1) 自动连线可以避免连线从元件上飞过。

1) 两元件之间的选择：将鼠标指针移近所需要的元件引脚的一端后，鼠标指针会自动呈十字形，单击并拖动指针至另一元件的引脚，在再次出现十字形时单击即可自动完成连线。如果连线没有成功，则可能是连接点与其他元件太靠近，将其移开一段距离即可。

2) 元件与某一线路的中间连接：先将鼠标指针指向该元件引脚并单击，然后将其拖向所要连接的线路再单击，系统不但自动连接这两个点，而且同时在连接线路的交叉点上自动设置一个连接点。

3) 连线轨迹的调整：在选择相应连线后，线上会出现很多调整点。当鼠标指针移到调整点上时，指针变为三角形，移动三角形光标，即可改变连线的形状；当鼠标指针移到连线的非调整位置时，指针将变为双箭头形，即可平移连线。

(2) 手工连线可以按照人们的走线习惯进行布线。将鼠标指针移近所要连接的元件引脚一端后，鼠标指针会自动呈十字形，这时，单击并拖动指针；在拖动指针的过程中在期望的拐点位置单击，可控制连线的轨迹（连线通过该拐点），将拖动鼠标指针至另一元件的引脚，待鼠标再次呈十字形时单击即可完成连线。

(3) 连接点。Multisim 13 中，在一般情况下两条线交叉并不会产生连接点，即两条交叉

线并不相连接,如图 1-24 所示。如果要让交叉线相连接,则可在交叉点上设置一个连接点。操作方法是:启动 Place 菜单中的 Place Junction 命令,单击所要设置连接点的位置,即可在该位置设置一个连接点,两条线就会连接,如图 1-25 所示。为连接可靠,在设置连接点之后,可稍微移动一下与该连接点相连接的其中一个元件,查看是否有“虚焊”。

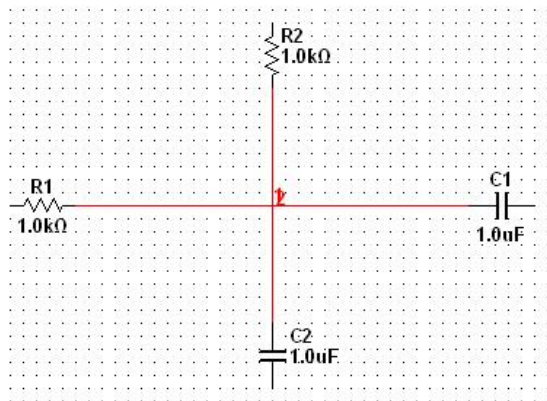


图 1-24 两条线交叉不产生连接点

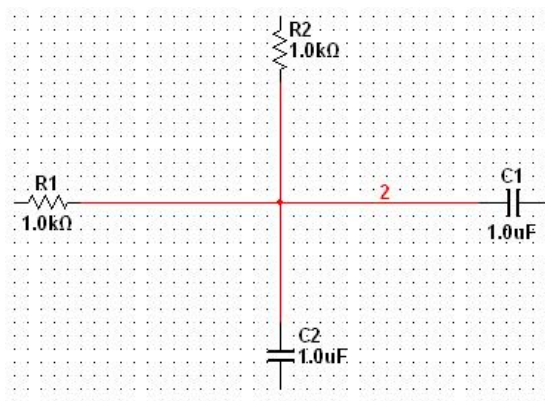


图 1-25 设置一个连接点

(4) 连接和连接点的相关操作。

为使电路中各连线及连接点彼此之间清晰可辨,可通过设置不同的颜色来区分:将鼠标指针指向某一连线或连接点,单击鼠标右键选中,出现元件操作的快捷菜单(此时只有 Delete 删除命令、Color 命令和 Help 命令),在快捷菜单中选择 Color 命令,打开颜色对话框,选取所需颜色,单击“确定”按钮,这时连接点及其直接相连的线路的颜色将同时改变。

如果要删除连接点,则可将鼠标指针指向所要删除的连接点,单击鼠标右键选取该点,在出现的快捷菜单中选择 Delete 命令即可。

若双击要编辑的连线,则可以打开连线属性对话框,如图 1-26 所示。

1) Net name: 设置节点编号。

2) PCB Trace width: 设置该连线在电路板里的走线宽度。

3) Use IC for Transient Analysis: 设置在进行瞬态分析时,该节点是否有初始值,选中后在右侧框中设置初始值(电压)。

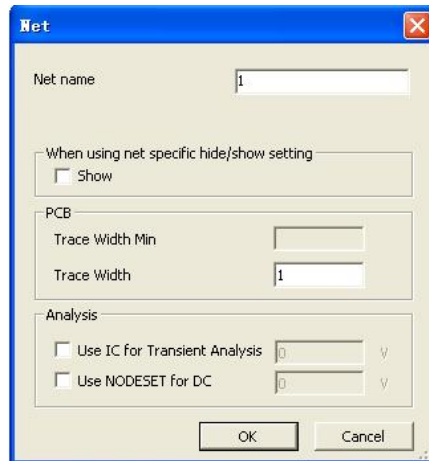


图 1-26 连线属性对话框

4) Use NODESET for DC: 设置在进行直流分析时, 该节点是否要有节点电压, 选中后在右边栏中设置节点电压值。

4. 总线

在数字电路中, 常有多条性能相同的导线按同一种方式连接的情况。如果连线增多或距离加长, 就会难以分辨。例如, 如图 1-27 所示的是一个计数器与数码管显示器相连的电路, 由 4 条连接线把它们彼此连接起来。而利用总线来连接, 将两端的单线分别接入总线, 构成单线—总线—单线的连接方式, 那么线路就会简单得多。总线就是将一些性质相同的线合在一起用一个共同的名称来代表的线, 例如数据线、地址线等。使用总线可以简化电路。下面介绍总线的布置方法。

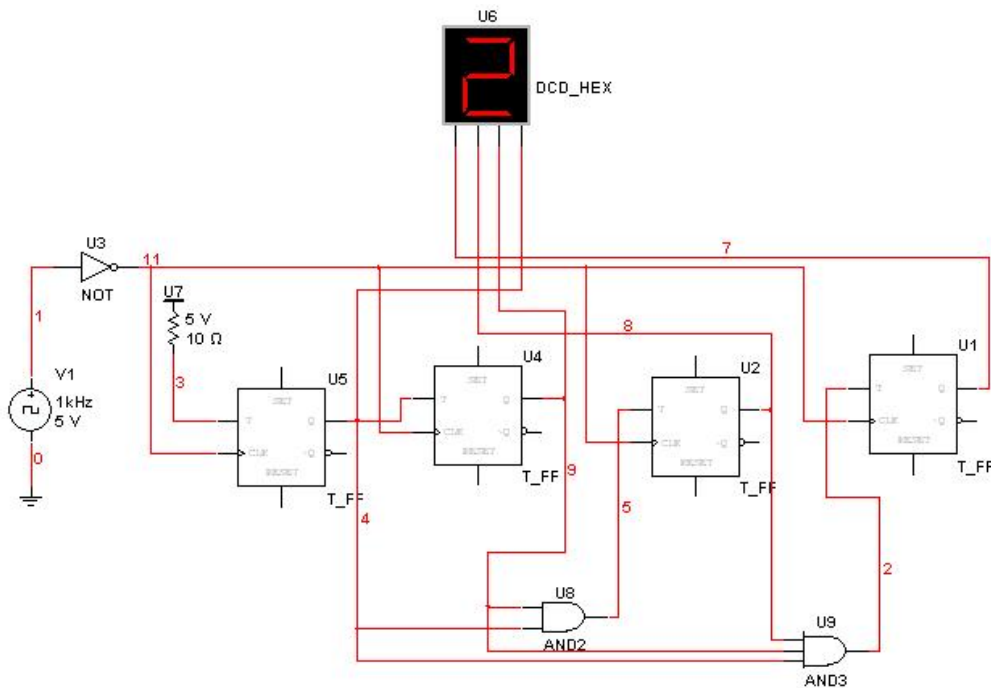


图 1-27 计数器与数码管显示器相连电路

(1) 进入绘制总线状态。启动 Place 菜单的 Place Bus 命令, 进入绘制总线的状态: 鼠标指针自动呈十字形。

(2) 绘制总线。单击并拖动所要绘制总线的起点, 即可拉出一条总线。如果转弯, 则单击鼠标左键, 到达目的地后, 双击即可完成总线绘制, 系统会自动给出总线的名称。如图 1-28 所示, 总线名称为 Bus1 和 Bus2。如果要修改总线名称, 则双击该总线, 打开 Bus 对话框, 在其中的 Reference ID 栏内输入新的总线名称, 然后单击“确定”按钮。

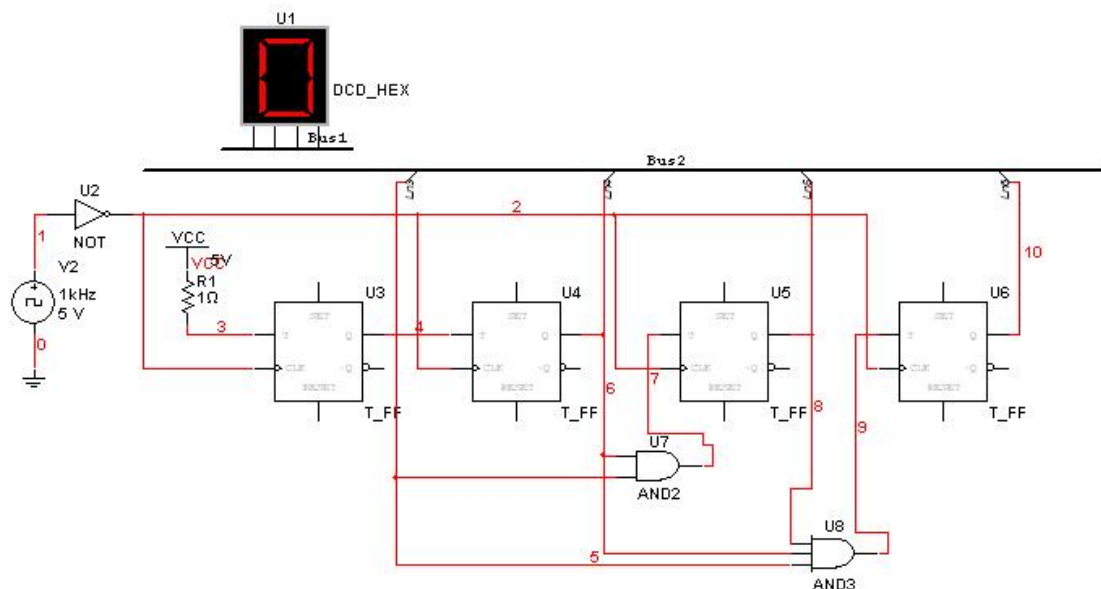


图 1-28 计数器与数码管显示器使用总线相连电路

(3) 绘制第一个元件与总线连接的单线。单击所要连接的元件 (如数码管显示器) 引脚, 如引脚 4 (或 3、2、1), 然后单击并移向总线, 再单击, 则出现如图 1-29 所示的对话框。输入单线的名称, 如 4 (或 3、2、1), 单击 OK 按钮关闭对话框, 即可把单线名称反映到电路图上。



图 1-29 Bus Properties 对话框

(4) 绘制第二个元件与总线连接的单线。单击所要连接的第二个元件 (如计数器) 的引脚, 如 U4 (U3、U2、U1) 的 Q 端, 单击并移动总线, 再单击。选择相对应的连接线, 如 BUS_A.1

(或 BUS_A.2、BUS_A.3、BUS_A.4)，单击 OK 按钮。

5. 子电路

在电路图的创建过程中经常会碰到这样两种情形：一是电路规模很大，不便于全部显示在屏幕上，但可先将电路的某一个部分用一个方框图加上适当的引脚来表示；二是电路的某一部分在一个电路或多个电路中被多次使用，若将其制成一个模块，则使用起来十分方便，子电路就是这样一个模块。

(1) 子电路的创建

绘制子电路的过程与一般电路的过程一致，为了便于子电路与外围电路连接，需要添加输入/输出 (Input/Output) 端点。建立子电路的详细步骤如下：

1) 绘制子电路的电路图。建立要成为子电路部分的电路图。例如，一个半加器电路，如图 1-30 所示。

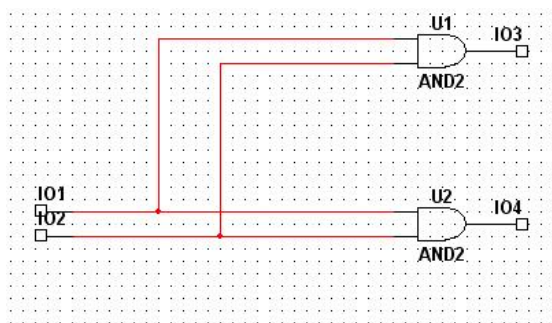


图 1-30 半加器电路

2) 设置子电路的输入/输出端点。执行 Place 菜单中的 Place Input/Output 命令，即可取出一个浮动的输入/输出端点，将其移至适当位置后单击，即可将其固定。这时可以把输入/输出端点看成一般的元件进行适当的处理，如改变其名称、颜色或旋转、翻转等。在图 1-30 所示电路中有两个输入端点，双击输入端点，在出现的对话框 Reference ID 栏内可设置输入点的名称；同理可设置输出点。设置子电路的输入、输出端点后将它们与半加器电路相连接，如图 1-30 所示。

3) 建立和编辑子电路

① 选定子电路：按住鼠标左键，拉出一个长方形，把用来组成子电路的部分电路全部选定。

② 建立子电路：执行 Place 菜单中的 Replace by Subcircuit 命令，打开如图 1-31 所示的 Subcircuit Name 对话框。在其编辑栏内输入子电路名，如 HA，单击 OK 按钮即可得到如图 1-32 所示的半加器子电路（在同一个电路中可以建立多个子电路）。

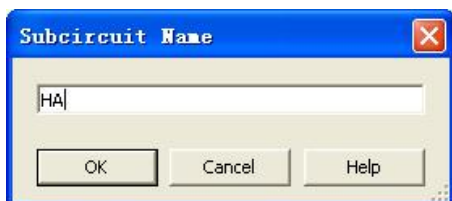


图 1-31 Subcircuit Name 对话框

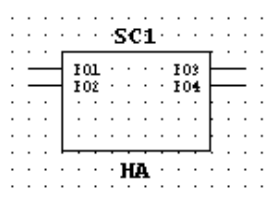


图 1-32 半加器子电路

③ 编辑子电路：取出子电路，移至适当位置后，单击，则出现一个 Subcircuit 对话框，

可以在 Reference ID 栏内输入该子电路的序号（如 SC1）。如果单击 Edit Subcircuit 按钮，则可进入该电路内重新编辑。

（2）子电路的应用方法

执行 Place 菜单中的 Place by Subcircuit 命令，出现与图 1-31 相同的 Subcircuit Name 对话框，输入子电路名，如 HA，即可在电路中设置该子电路方块图。这个子电路方块图就像一般的电路组件，在对电路进行编辑时可以像元件一样处理，但不能旋转和更改属性。在同一个电路中可使用多个相同或不同的子电路。

6. 文字与文字描述框

在电路窗口中直接设置文字与设置文字描述框有一些区别，前者可方便地对电路特定的地方就近进行描述性说明，但受界面的限制，文字不能太多；后者可对电路的功能和使用说明等进行详尽的描述，不受写入空间的限制，并且在需要查看时可打开，不需要时可关闭，不占用电路窗口空间。无论是文字还是文字描述框，都仅限于说明，而没有实际意义。

（1）文字的设置方法

1) 设置文字块。执行 Place 菜单中的 Place Text 命令，单击所要设置文字的位置，则可在该处设置一个文字块，即出现一个反白区域和闪动的文字插入点（如果电路窗口背景为白色，则文字块的边框不可见）。

2) 输入文字。在文字块中输入所要设置的文字（可输入中文或英文），文字块随文字的多少会自动缩放。输入完成后，单击此文字块以外的地方，即可得到相应文字，文字块边框自动消失。

3) 改变文字颜色。如果要改变文字的颜色，则可将鼠标指针指向该文字块，单击鼠标右键弹出快捷菜单，选取 Color 命令，在颜色对话框中指定文字颜色（文字的字体和大小不允许改动）。

4) 编辑文字。将鼠标指针指向所需要编辑的文字并双击，当文字中出现插入点时，可对文字进行编辑。

5) 移动或删除文字。将鼠标指针指向要移动的文字，按住鼠标左键，将其拖动至目的位置松开左键即可完成文字移动。如果要删除文字，则先选取该文字块，然后单击右键打开快捷菜单，选取 Delete 命令即可。

（2）文字描述框的使用方法

1) 写入。执行 Place 菜单中的 Place Text Description Box 命令，打开如图 1-33 所示的输入框，在其中可以如同使用一般文字编辑软件那样输入需要说明的文字（中英文均可），完成后单击 OK 按钮。如需打印，则单击 Print 按钮。

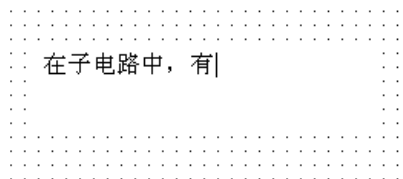


图 1-33 Description Box

2) 查阅。执行 View 菜单中的 Show Text Description Box 命令，即可得到与图 1-33 所示相同的输入框，从中还可查阅所输入的相关消息。