第3章	电子电路实验常用工具
CHAPTER 3	

电子电路实验通常要用到示波器、万用表、毫伏表等仪器仪表,而对电路进行设计、仿真 时常用到相关软件。本章介绍电子电路实验的常用工具,包括硬件工具和软件工具两部分 内容。

3.1 常用硬件工具

本节主要涉及4种常用硬件工具:数字示波器、数字交流毫伏表、函数信号发生器和万 用表,并对这4种工具进行概括,介绍操作方法。

3.1.1 数字示波器

数字示波器用于直观地显示模拟或数字信号的波形。本节介绍的是 GDS-1072B 型数字存储示波器的概况及操作说明,示波器前面板如图 3-1 所示。



图 3-1 GDS-1072B 型数字存储示波器前面板

1. 前面板

前面板各部分功能如下。

- (1) LCD: 液晶显示屏。
- (2) MENU OFF 键: 隐藏菜单系统。
- (3) OPTION 键: 进入安装选件。
- (4) 右侧菜单键:5个右侧菜单键用于选择 LCD 屏上的变量或选项。

(5) 底部菜单键:7个底部菜单键用于选择 LCD 屏上的菜单项。

(6) HARDCOPY 键:一键保存或打印。

(7) 可调旋钮和 SELECT 键: 可调旋钮用于增加/减少数值或选择参数和确认; SELECT 键用于确认选择。

(8) 功能键: 进入和设置示波器的不同功能,各功能键介绍如下。

·Cursor键:设置和运行光标测量。

· Measure 键:设置和运行自动测量项目。

• APP 键:设置和运行 GW Instek App。

·Acquire键:设置捕获模式,包括分段存储功能。

• Display 键:显示设置。

• Help键:显示帮助菜单。

·Save/Recall键:用于存储和调取波形、图像、面板设置。

• Utility 键:可设置 HARDCOPY 键、显示时间、语言、探棒补偿和校准。进入文件工具菜单。

(9) Autoset 键: 自动设置触发、水平刻度和垂直刻度。

(10) Run/Stop 键:继续(Run)或停止(Stop)捕获信号。

(11) Single 键:设置单次触发模式。

(12) Default 键:恢复初始设置。

(13)水平控制区:用于改变光标位置、设置时基、缩放波形和搜索事件。各旋钮及按 键介绍如下。

· POSITION 旋钮:用于调整波形的水平位置。单击旋钮将位置重置为零。

• SCALE 旋钮:用于改变水平刻度(TIME/DIV)。

· Zoom 键: 与水平位置旋钮结合使用。

•播放/暂停(▶): 查看每个搜索事件。也用于在 Zoom 模式播放波形。

·Search键:进入搜索功能菜单,设置搜索类型、源和阈值。

·Set/Clear键:当使用搜索功能时,Set/Clear键用于设置或清除感兴趣的点。

• 左/右方向键:用于引导搜索事件。

(14) 触发控制区: 控制触发准位和选项。各旋钮及按键介绍如下。

·Level 旋钮:设置触发准位。单击旋钮将准位重设为零。

• Menu 键:显示触发菜单。

•50%键:触发准位设置为50%。

• Force-Trig 键: 立即强制触发波形。

(15) 垂直控制区:设置波形的垂直位置,分为 CH1 和 CH2 两个通道。各旋钮及按键 介绍如下。

· POSITION 旋钮:用于调整波形的垂直位置。单击旋钮将位置重置为零。

• SCALE 旋钮:用于改变垂直刻度(TIME/DIV)。

(16) EXT TRIG 接口:用于接收外部触发信号。

(17) MATH 键:设置数学运算功能。

(18) REF 键:设置或移除参考波形。

18 📲 模拟电子技术实践教程——实验方法、实验设计与课程设计

(19) BUS键:设置并行和串行总线。

2. 数字存储示波器的基本操作方法

数字存储示波器"切换"一个数值或参数时,只要按相应菜单键即可。

(1)如图 3-2 所示,从右侧菜单参数中"选择"一个数值时,首先按相应菜单键,然后使 用可调旋钮滚动参数列表增加或减小变量值。



图 3-2 右侧菜单

① 单击底部菜单 Source 下对应的菜单键进入右侧菜单。

② 单击右侧菜单键 сн 设置参数或进入子菜单。

③ 如果需要进入子菜单或设置变量参数,可以使用可调旋钮调节菜单项或变量。 SELECT 键用于确认和退出。

④ 再次按底部菜单键 source ,返回右侧菜单。

(2) 对于一些变量,循环箭头图标表明此变量的菜单键可用可调旋钮编辑,如图 3-3 所示。



图 3-3 循环箭头

① 单击菜单按钮,循环箭头变亮,即 vintensity 变为 vintensity

② 使用可调旋钮编辑数值。

(3)一般情况下,单击相应菜单键即可切换菜单参数,如图 3-4 所示,按底部菜单键,即

Slope Slope 可切换参数(NU X X



图 3-4 切换菜单

3. 基本测量

捕获和观察输入信号的基本操作如下。

1) 通道激活

(1) 按 CH1 键开启输入通道激活后,通道键变亮,同时显示相应的通道菜单。激活的通道显示在菜 单底部,如图 3-5 所示。



(2) 按相应 CH1 键关闭通道。如果通道菜单已关闭,按两次 Channel 键(首次为显示 通道菜单)。

(3) 按 Default 键恢复出厂状态。

2) 自动设置

(1) 背景。自动设置功能将输入信号自动调整在面板最佳的视野位置。GDS-1072B 数 字存储示波器自动设置水平刻度、垂直刻度和触发源通道。自动设置功能有两种操作模式: 全屏幕显示模式和 AC 优先模式。全屏幕显示模式将波形调整到最佳比例,包括所有的 DC 成分(偏移)。AC 优先模式将波形去除 DC 成分后再调整比例显示。

(2) 面板操作。首先,将输入信号连接到 GDS-1072B 数字存储示波器,按 Autoset 键, 波形显示在屏幕中心。单击底部菜单的 Undo Autoset,取消自动设置。但自动设置功能不 能在输入信号频率小于 20Hz,幅值小于 10mV 的情况下使用。当用小幅值信号时,应进行 滤波设置,具体见后文"使用数字滤波器进行 10mV 信号测量"的介绍。

3) 运行和停止

默认情况下,波形持续更新(运行模式)。通过停止信号捕获冻结波形(停止模式),用户可以灵活观察和分析信号。按 Run/Stop键,指示灯变红,此时冻结波形和信号获取。再按 Run/Stop键取消冻结,指示灯再次变绿。

4) 水平位置和刻度

旋转水平 POSITION 旋钮左右移动波形,按下旋钮将水平位置重设为 0。

移动波形时,屏幕上方的内存条显示了当前波形和水平标记的位置(**—————————**),水 平位置显示在屏幕下方 H 图标的右侧(**)———————**(**—————**))。

20 🚽 模拟电子技术实践教程——实验方法、实验设计与课程设计

旋转水平 SCALE 旋钮选择时基为左(慢)或右(快),即近1000000;

内存条反映时基和显示波形的大小。滚动模式不显示内存条;停止模式下,波形大小随时基刻度改变。

5) 垂直位置和刻度

旋转垂直 POSITION 旋钮上下移动波形,按下旋钮将垂直位置重设为 0。

移动波形时,屏幕显示光标的垂直位置(**Presition - 1.04**)。运行和停止模式下,波形都可以垂直移动。

旋转垂直 SCALE 旋钮改变垂直刻度为左(下)或右(上),垂直刻度指示符位于屏幕下方。

4. 光标测量

水平或垂直光标可以显示波形位置、波形测量值以及运算操作结果,涵盖电压、时间、频 率和其他运算操作。一旦开启光标(水平、垂直或二者兼有),除非关闭操作,否则这些内容 将显示在主屏幕上。下面以使用水平光标为例进行说明。

(1) 按 Cursor 键。

(2) 从底部菜单中选择 雪雪。

(3) 重复按 H Cursor 或 Select 键切换光标类型。

(4) 光标位置信息显示在屏幕左上角,如图 3-6 所示,

❶、②行显示水平位置的电压/电流;△为两光标间的数值差。

(5) 旋转 VARIABLE 旋钮左/右移动光标,按 H Unit 键 改变水平位置的单位,如图 3-7 所示。



图 3-6 光标位置信息



图 3-7 移动光标

5. 使用数字滤波器进行 10mV 信号测量

(1) 当测量信号幅值小于 10mV 时,为保证波形清晰不失真,可采用数字滤波器。按 APP 键,屏幕左下方出现"应用程序",按对应的菜单键进行选择,如图 3-8 所示。

(2) 旋转 VARIABLE 旋钮,选择 ,按两次 Select 键,如图 3-9 所示。

(3) 在屏幕左下方显示通道,根据需要进行选择,按对应菜单键。例如,选择 CH1 过滤器低通,屏幕右侧将出现过滤器相关参数。按屏幕右侧菜单第1个菜单键,"过滤"选项选择 "开",如图 3-10 所示。



图 3-8 应用程序



图 3-9 选择滤波器



图 3-10 选择通道

(4) 选择图 3-10 屏幕右侧菜单第 3 项频率"上限",使用方向键并旋转 VARIABLE 旋 钮设定本实验所需要的频率,如 1000Hz。

(5) 按图 3-11 中屏幕右下方的"返回"键,低通滤波完成,如图 3-12 所示。



图 3-11 设定频率



图 3-12 滤波完成

3.1.2 数字交流毫伏表

数字交流毫伏表主要用于测量交流电压的有效值。本节将介绍 YB2173B 型双路数字 交流毫伏表的概况及操作说明。

1. 使用之前的检查步骤

(1) 检查电压。

参考表 3-1,可知该毫伏表正确工作的电压范围,在接通电源之前应检查电源、电压。

表 3-1 电压范围	
------------	--

额定电压/V	电压范围/V
交流 220	交流 198~242

(2)确保所用的保险丝是指定的型号,即"交流 220V 0.75A"。为了防止过电流引起的 电路损坏,请使用正确的保险丝值。

(3) 开机后,检查量程是否在最大量程处。若在最大量程处,"300V"指示灯应亮。如 有偏差,请将其调至最大量程处。

注意事项:输入电压不可高于规定的最大输入电压 500V(DC+ACp-p)。

2. 前面板

YB2173B型双路数字交流毫伏表前面板如图 3-13 所示。



1一电源开关;2—同步/异步操作开关;3—通道1(CH1)显示窗口;4—通道1(CH1)量程指示;
5—通道1的输入信号由此端口输入;6—通道1(CH1)量程旋钮;7—数字面板指示通道2输入信号的电压值;
8—通道2(CH2)量程指示;9—通道2(CH2)输入端口;10—通道2(CH2)量程旋钮。

图 3-13 YB2173B 型双路数字交流毫伏表前面板

3. 基本操作方法

基本操作方法如下。

(1) 打开电源开关前,首先检查输入的电源电压,然后将电源线插入后面板上的交流插孔。

(2) 电源线接入后,按电源开关以接通电源,并预热 5min。

(3)将量程旋钮调至最大量程处(在最大量程处时,300V量程指示灯应亮)。

(4)将输入信号由输入端口送入交流毫伏表。

(5)调节量程旋钮,使数字面板正确显示输入信号的电压值。

(6) 将交流毫伏表的输出用探头送入示波器的输入端,当数字面板满量程(0.5%±2 个字)显示时,其输出应满足指标。

(7) 在测量输入信号电压时,若输入信号幅度超过满量程的+14%左右,仪器的数字面 板会自动闪烁,此时请调节量程旋钮,使其处于相应的量程,以确保仪器测量的准确性(每挡 量程都具有超量程自动闪烁功能)。

(8)如需要同步操作,请按下同步/异步操作开关,将两个交流信号分别送至交流毫伏 表的两个输入端,调节 CH1 量程旋钮,两个数字面板分别显示两个信号的交流有效值,此时 通道 2 的量程旋钮不起作用,由通道 1 的量程旋钮进行同步控制。

3.1.3 函数信号发生器

函数信号发生器可作为信号源,用于产生正弦波、方波和三角波信号。本节将介绍 SFG-1013型函数信号发生器的概况及操作说明。

1. 前面板

SFG-1013 型函数信号发生器前面板如图 3-14 所示,具体说明如下。



图 3-14 SFG-1013 型函数信号发生器前面板

(1) 主要显示部分包含 7 段 LED、TTL 指示器、波形指示器、频率指示器、电压单位、 -40dB 指示器和功率放大器(Power Amplifier, PA)指示器。

(2) 输入键: WAVE(波形)键,可选择正弦波、方波和三角波; 数字键,可以输入频率。

(3) 按下 SHIFT 键,可选择按键上方的第 2 功能(数字键上方)。

(4) 输出开/关键:输出 ON/OFF 切换,当输出键状态为 ON 时,LED 灯亮。

(5) 频率调整旋钮: 可增大(顺时针旋转)或减小(逆时针旋转)频率。

(6) 主输出: 可输出正弦波、方波和三角波 BNC(同轴电缆接插件)。

(7) TTL 输出: 输出 TTL(Transistor-Transistor Logic)波形。

(8) PA 输出: 输出 PA 波形, BNC(Bayonet Nut Connector)终端。

(9) 振幅控制:设定正弦波、方波或三角波的幅度,逆时针旋转(减少)或顺时针旋转(增加)。

(10) DC 偏置控制:当弹起按钮,可设置正弦波、方波和三角波形的直流偏压范围。逆时针旋转时减少直流偏压范围,顺时针旋转时增加直流偏压范围。

(11)占空比控制:当弹起旋钮时,可以在 25%~75%调整方波或 TTL 的占空比。可 逆时针旋转(减少)或顺时针旋转(增加)。

2. 基本操作

(1) 重复按 WAVE 键就会在显示器中切换相应的波形。

(3)编辑频率,左光标键使光标左移,右光标键使光标右移。例如,按键 → →,光标 左移一位,如, ∩ □ → , □ ∩ ∩ 。 逆时针或顺时针旋转旋钮也可以减小或增大频率。

(4) 顺时针或逆时针旋转振幅控制旋钮增大或减小振幅。

(5) 按键,会显示电压幅度(振幅),重复此操作,则返回至频率显示。

(6) 按 SHIFT 键,再按 3 键(-40dB),主输出将会衰减 40dB,并且显示屏上的-40dB 指示灯亮起。

(7)设置占空比(方波)。弹起占空比控制旋钮,可顺时针(增大)或逆时针(减小)旋转 设置占空比,初始值设置为 50%。

(8)设置偏置。顺时针或逆时针旋转 DC 偏置控制按钮,增大位置或减小位置,可对正 弦波、方波、三角波增加或减少偏移量,从而改变波形的电压偏移量。

(9)产生 TTL 输出。按下 建, LED 灯亮起(只有输出在 ON 状态下时, TTL 才 会开启)。按 SHIFT 键, 然后按 WAVE 键, 显示屏上的 TTL 指示灯亮起。

3.1.4 万用表

万用表可用于测量交直流电压、交直流电流、电阻、二极管、电路通断、三极管、电容和频 率等。本节介绍 UT58A 型万用表的概况及操作说明。

1. 结构、符号说明

1) 外表结构

万用表外表结构如图 3-15 所示。

2) LED 显示器

万用表 LED 显示器如图 3-16 所示。



1—LCD显示窗户;
 2—数据保持按键开关(HOLD);
 3—功能量程选择旋钮;4—4个输入端口;
 5—电源按键开关(POWER)。
 图 3-15 万用表外表结构



1—三极管放大倍数;2—电池欠压提示符;3—测量交流时显示;
4—显示负的读数;5—二极管测量提示符;6—电路通断测量提示符;
7—数据保持提示符;8—Connect Terminal 输入端口连接提示;
9—单位;10—4个输入端口对应量。
图 3-16 万用表 LED 显示器

3) 功能介绍

旋转功能量程选择旋钮,万用表将显示不同功能,具体如表 3-2 所示。

		-	
开关位置	功能说明	开关位置	功能说明
V	直流电压测量	Hz	频率测量
۷~	交流电压测量	A===	直流电流测量
٦۴	电容测量	A~	交流电流测量
Ω	电阻测量	hFE	三极管放大倍数测量
*	二极管测量	POWER	电源开关
F	电路通断测量	HOLD	数据保持开关

表 3-2 功能量程选择旋钮

2. 使用方法

1) 交直流电压测量

(1) 将黑表笔插入 COM 插孔,红表笔插入 VΩ 插孔。

(2)将量程开关转至相应的V → 或V === 挡位上,然后将测试表笔跨接在被测电路上,红表笔所接的该点电压与极性显示在屏幕上。

注意:

- 如果事先对被测电压范围没有概念,应将量程开关转到最高挡位,然后根据显示值转至相应挡位上。
- 未测量时小电压挡有残留数字,属正常现象,不影响测试,若测量时高位显示1,表明
 已超过量程范围,须将量程开关转至较高挡位上。
- · 输入电压切勿超过 1000V,若超过,则有损坏仪表线路的危险。

2) 交直流电流测量

(1) 将黑表笔插入 COM 插孔,红表笔插入 A 或 µAmA 插孔。

(2)将量程开关转至相应的A~或A===挡位上,然后将仪表串入被测电路中,被测电流值及红表笔点的电流极性将同时显示在屏幕上。

注意事项同电压测量。

3) 电阻测量

(1) 将黑表笔插入 COM 插孔,红表笔插入 VΩ 插孔。

(2)将所测开关转至相应的电阻量程上,将两表笔跨接在被测电阻上。

注意:

- 如果电阻值超过所选的量程值,则会显示1,这时应将开关调高一挡;当测量电阻值超过1MΩ时,读数需几秒才能稳定,这在测量高电阻值时是正常的。
- 当输入端开路时,则显示过载情形。
- 测量在线电阻时,要确认被测电路所有电源已关断且所有电容都已完全放电,才可进行测量。
- 请勿在电阻量程输入电压。
- 4) 电容测量
- (1)将量程开关置于相应的电容量程上,将测试电容插入 Cx 插孔。

(2) 将测试表笔跨接在电容两端进行测量,必要时注意极性。

注意:

- 若被测电容超过所选量程的最大值,显示器将显示1,此时应将开关调高一挡。
- 在测试电容之前,LCD显示可能尚有残留读数,属正常现象,不会影响测量结果。
- 大电容挡严重漏电或击穿电容时,将显示一个数值且不稳定。
- 在测试电容容量之前,对电容应充分地放电,以防止损坏仪表。
- 5) 三极管 hFE

将量程开关置于 hFE 挡,决定所测晶体管为 NPN 型或 PNP 型,将发射极、基极、集电极分别插入相应插孔。

6) 二极管及通断测试

将黑表笔插入 COM 插孔,红表笔插入 🗲 插孔(注意红表笔极性为正)。将量程开关

置于**\β**挡,并将表笔连接到待测二极管,红表笔接二极管正极,读数为二极管正向压降的 近似值。将表笔连接到待测线路的两点,如果内置蜂鸣器发声,则两点之间的电阻值低 于 10kΩ。

7) 数据保持

按下 HOLD 开关,当前数据就会保持在显示器上,开关弹起则取消保持。

3.2 常用软件工具----Multisim 12 概述及使用

NI Multisim 是一款著名的电子设计自动化软件,与 NI Ultiboard 同属美国国家仪器 公司的电路设计软件套件,是入选加州大学伯克利分校通用模拟电路仿真器(Simulation Program with Integrated Circuit Emphasis, SPICE)项目为数不多的几款软件之一。 Multisim 在学术界和产业界被广泛地应用于电路教学、电路图设计和 SPICE 模拟。

3.2.1 Multisim 概述

Multisim 是以 Windows 为基础的仿真工具,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、电路硬件描述语言输入方式,具有丰富的仿真分析能力。

可以使用 Multisim 交互式地搭建电路原理图,并对电路进行仿真。Multisim 提炼了 SPICE 仿真的复杂内容,这样我们无须懂得深入的 SPICE 技术就可以很快地进行捕获、仿 真和分析新的设计,这也使其更适合电子学教育。通过 Multisim 和虚拟仪器技术,印制电 路板(Printed Circuit Board, PCB)设计工程师和电子学教育工作者可以完成从理论到原理 图捕获与仿真,再到原型设计和测试的完整综合设计流程。

本节主要以 Multisim 12 为例介绍 Multisim 软件的相关功能和使用。

3.2.2 Multisim 的特点

Multisim 仿真软件自 20 世纪 80 年代诞生以来,经过数个版本的升级,除保持操作界 面直观、操作方便、易学易用等优良传统外,电路仿真功能也得到不断完善。目前的版本 NI Multisim 12 主要有以下特点。

(1) 直观的图形界面。NI Multisim 12 保持了原 EWB 软件图形界面直观的特点,其电路仿真工作区就像一个电子实验工作台,元件和测试仪表均可直接拖放到屏幕上。可通过鼠标用导线将它们连接起来,虚拟仪器操作面板与实物相似,甚至完全相同。可方便地选择仪表测试电路波形或特性,对电路进行 20 多种电路分析,以帮助设计人员分析电路的性能。

(2) 丰富的元件。自带元件库中的元件数量更多,基本可以满足工科院校"电子技术" 课程的要求。NI Multisim 12 的元件库不但含有大量的虚拟分离元件、集成电路,还含有大量的实物元件模型,包括一些著名制造商,如 Analog Device、Linear Technologies、 Microchip、National Semiconductor 和 Texas Instruments 等。用户可以编辑这些元件参数,并利用模型生成器及代码模式创建自己的元件。

(3) 众多的虚拟仪表。从最早的 EWB 5.0 含有 7 个虚拟仪表,到 NI Multisim 12 提供 22 种虚拟仪表,这些仪器的设置和使用与真实仪表一样,能动态交互显示。用户还可以创

28 🚽 模拟电子技术实践教程——实验方法、实验设计与课程设计

建LabVIEW的自定义仪器,既能在LabVIEW图形环境中灵活升级,又可调入NI Multisim 12方便使用。

(4) 完备的仿真分析。以 SPICE 3F5 和 XSPICE 的内核作为仿真的引擎,能够进行 SPICE 仿真、射频(Radio Frequency, RF)仿真、微控制单元(Micro Control Unit, MCU)仿 真和超高速集成电路硬件描述语言(Very-High-Speed Integrated Circuit Hardware Description Language, VHDL)仿真。通过 NI Multisim 12 自带的增强设计功能优化数字 和混合模式的仿真性能,利用集成 LabVIEW 和 Signalexpress 可快速进行原型开发和测试 设计,具有符合行业标准的交互式测量和分析功能。

(5)独特的虚实结合。在 NI Multisim 12 电路仿真的基础上,NI 公司推出教学实验室 虚拟仪表套件 ELVIS,用户可以在 NI ELVIS 平台上搭建实际电路,利用 NI ELVIS 仪表完 成实际电路的波形测试和性能指标分析。用户可以在 NI Multisim 12 电路仿真环境中模 拟 NI ELVIS 的各种操作,为在 NI ELVIS 平台上搭建、测试实际电路打下良好的基础。NI ELVIS 仪表允许用户定制并进行灵活的测量,还可以在 NI Multisim 12 虚拟仿真环境中调 用,以此完成虚拟仿真数据和实际测试数据的比较。

(6) 远程教育。用户可以使用 NI ELVIS 和 LabVIEW 创建远程教育平台。利用 LabVIEW 中的远程面板,将本地的 VI 在网络上发布,通过网络传输到其他地方,从而给异 地的用户进行教学或演示相关实验。

(7)强大的 MCU 模块。可以完成 8051、PIC(Peripheral Interface Controller)单片机及 其外部设备(如 RAM、ROM、键盘和 LCD 等)的仿真,支持 C 语言代码、汇编代码以及十六 进制代码,并兼容第三方工具源代码;具有设置断点、单步运行、查看和编辑内部 RAM、特 殊功能寄存器等高级调试功能。

(8) 简化了现场可编程门阵列(Field Programmable Gate Array, FPGA)应用。在 NI Multisim 12 电路仿真环境中搭建数字电路,通过测试功能正确后,执行菜单命令将其生成 为原始 VHDL,有助于初学 VHDL 的用户对照学习 VHDL 语句。用户可以将这个 VHDL 文件应用到 FPGA 硬件中,从而简化了 FPGA 的开发过程。

3.2.3 Multisim 12 的基本界面

Multisim 软件以图形界面为主,采用菜单栏、工具栏和热键相结合的方式,具有一般 Windows 应用软件的界面风格,用户可以根据自己的习惯和熟悉程度自如使用。

1. 主窗口界面

启动 Multisim 12 后,将出现如图 3-17 所示的界面。

从图 3-17 可以看出, Multisim 12 的主窗口界面包含有多个区域:标题栏、菜单栏、各种 工具栏、电路工作区窗口、状态条、列表框等。通过对各部分的操作可以实现电路图的输入、 编辑,并根据需要对电路进行相应的观测和分析。用户可以通过菜单栏或工具栏改变主窗 口的视图内容。

2. 标题栏

标题栏为最上面一行,如图 3-18 所示。标题栏左侧是文件名;右侧有最小化、最大化 和关闭 3 个控制按钮,通过它们实现对窗口的操作。右击标题栏,会弹出一个控制菜单,用 户可以选择相应的命令完成还原、移动、大小、最小化、最大化和关闭操作。

	STATUTE AND ADDRESS AND	A Mark The Party of	- 0
绘制(P) MCU(M) 仿真(S) 转移(D)	工具(I) 报告(B) 选项(Q) 窗口(W) 帮助(H)		_
8 19 CH SHEEL - 18 15	· 〒 在用列表	0,0,0,0,0 D I	• • • • • • • • • • •
1.º 5 0 X + H = 0		discussion description of the second	And
	2 3 4	e	7
х с	m		
Phipitri			4)1
	(学術化)のMCU(M) (公式)(S) 特殊(の) (学術化)の「「「「「「「」」」」」」 (中)の「「」」」」 (中)の「」」」 (中)の「」」 (中)の「」」」 (中)の「」」」 (中)の「」」 (中)の「」 (中)の「」 (中)の「」」 (中)の「」 (中)の「		(1997) MCU(M) (3) 198 (3) 199 (1997) (199

图 3-17 Multisim 12 的主窗口界面

ម្លាំ ខ្លៅ+1 - Multisim - (ទេ	21+1]	# (FR	5(R)	A STREET BOR ALL ALL ALL ALL ALL ALL ALL ALL ALL AL	- 0 X
⑦ 文件(E) 編輯(E) 視	图(V) 绘制(P) MCU(M) (7 移动	b(M)	B)选项(Q)窗口(W)帮助(H)	_ 18 ×
DEEQAD	6 B B 9 9 B B B	大小	N(S)		
********	ו>	- 服引	ME(N) HERO		Q Q Q Q I
设计工具箱 🔄	×	. X6	d(C) Alt+F4		cu
⊡&⊒d*** ₽9 8000 10 80001	<u>8</u>				111

图 3-18 Multisim 12 的标题栏

3. 菜单栏

菜单栏位于主窗口界面上方的第2行,如图 3-19 所示,一共给出了 12 个主菜单。通过 这些菜单可以对 Multisim 的所有功能进行操作。

(E) 文件(E) 编辑(E) 视图(V) 绘制(P)	MCU(M) 仿真(S) 转移(n) 工具(I) 报告	(B)选项(Q) 窗口(W) 帮助(H)	_ 8 ×
	图 3-19	Multisim 12 的茎单栏	

菜单栏中一些功能与大多数 Windows 平台上的应用软件一致,如文件、编辑、视图、选项、工具、帮助等。此外,还有一些电子设计自动化(Electronic Design Automation, EDA)软件专用的选项,如绘制(放置)、MCU、仿真等。

(1) 文件(File)菜单。文件菜单中包含了对文件和项目的基本操作和打印等命令。

(2)编辑(Edit)菜单。编辑菜单类似于图形编辑软件的基本编辑功能。在电路绘制过程中,编辑菜单提供对电路和元器件进行剪切、粘贴、翻转、对齐等操作。

(3)视图(View)菜单。视图菜单选择使用软件时操作界面上所显示的内容,对一些工具栏和窗口进行控制。

(4) 绘制(Place)菜单。绘制菜单提供在电路工作窗口中放置元器件、连接点、总线和 文字等命令,从而输入电路。

30 🚽 模拟电子技术实践教程——实验方法、实验设计与课程设计

(5) MCU(微控制器)菜单。MCU菜单提供在电路工作窗口内 MCU 的调试操作命令。

(6) 仿真(Simulate)菜单。仿真菜单提供电路的仿真设置与分析的操作命令。

(7) 转移(Transfer)菜单。转移菜单提供将 Multisim 格式转换为其他 EDA 软件需要 的文件格式的操作命令。

(8) 工具(Tools)菜单。工具菜单主要提供对元器件进行编辑与管理的命令。

(9) 报告(Reports)菜单。报告菜单提供材料清单和元器件等报告命令。

(10) 选项(Option) 菜单。选项菜单提供对电路界面和某些功能的设置命令。

(11) 窗口(Windows)菜单。窗口菜单提供对窗口的关闭、层叠、平铺等操作命令。

(12)帮助(Help)菜单。帮助菜单提供对 Multisim 的在线帮助和使用指导说明等操作命令。

对于菜单栏中这 12 个菜单,当单击其中任意一个菜单时,就会弹出对应菜单下所提供 的子菜单命令窗口,根据需要选择相应的操作命令,具体可以通过练习熟悉这些子菜单 命令。

4. 工具栏

Multisim 12 提供了多种工具栏,并以层次化的模式加以管理,用户可以通过视图 (View)菜单中的选项方便地将顶层的工具栏打开或关闭,再通过顶层工具栏中的按钮管理 和控制下层的工具栏。通过工具栏,用户可以方便、直接地使用软件的各项功能。

常用的工具栏有标准(Standard)工具栏、主(Main)工具栏、仿真(Simulation)工具栏和 视图(Zoom)工具栏。

(1)标准工具栏包含常见的文件操作和编辑操作,如图 3-20 所示。

(2) 主工具栏控制文件、数据、元件等的显示操作,如图 3-21 所示。

标准			×
0660	<i>6</i> b	% 🖻 🖻	50

图 3-20 苑	「准工具栏	
----------	-------	--

±			×
	ち 皆 在朋友 ・	• (2° 40 06 •	₽?



(3) 仿真工具栏可以控制电路仿真的开始、结束和暂停,如图 3-22 所示。

(4) 用户可以通过视图工具栏方便地调整所编辑电路的视图大小,如图 3-23 所示。

仿真	×
	11

图 3-22 仿真工具栏

00000
9999.9 E

图 3-23 视图工具栏

5. 元件库

EDA 软件所能提供的元器件的多少以及元器件模型的准确性都直接决定了该软件的 质量和易用性。Multisim 12 为用户提供了丰富的元器件,并以开放的形式管理元器件,使 用户能够自己添加所需要的元器件。

Multisim 12 以库的形式管理元器件,通过"工具"→"数据库"→"数据库管理器"菜单命 令,打开"数据库管理器"对话框,如图 3-24 所示。

从图 3-24 中可以看出, Multisim 12 的元件包含 3 个数据库, 分别为主数据库、企业数据库和用户数据库。

列树:	*/- 40 min	主教提供
글- 宮 主数据库	▲ 数据库:	工机加冲
te- ≠ Sources	组:	
Basic	系列:	
⊕ ₩ Diodes	元器件 R	efDes
- K Transistors		果 社 首领,
⊕- ∰- Analog		副外围;201
⊕- B _TL	동지	
E- CMOS	赤?"	
B- MCU		70戰(L)
Advanced_Peripherals		编辑(E)
Hisc Digital		
Hixed	= © ANSI	DIN
Indicators		
Dever		副院空気初の
HISC MISC		川田Pホエ ホフコ(1) (茶 the 25 Add + 5
⊞- ¥ RF		70F/川市 27J(A)
Electro_Mechanical		删除糸列(D)
🖶 🚟 Ladder_Diagrams		
B- III PLD Logic		
Connectors		
IL_Components		
- B 企业数据库		
en mostatet	-	

图 3-24 "数据库管理器"对话框

主数据库中存放的是软件为用户提供的元器件。

企业数据库用于存放便于企业团队设计的一些特定元件,该库仅在专业版中存在。

用户数据库是为用户自建元器件准备的数据库。

主数据库中包含 20 个元件库,分别为信号源库(Sources)、基本元件库(Basic)、二极管 元件库(Diodes)、晶体管元件库(Transistors)、模拟元件库(Analog)、TTL 元件库、CMOS 元件库、MCU 元件库、高级外围元件库(Advanced_Peripherals)、杂合类数字元件库(Misc Digital)、混合元件库(Mixed)、显示元件库(Indicators)、功率元件库(Power)、杂合类元件库 (Misc)、RF 元件库、机电类元件库(Elector_Mechanical)、梯形图设计元件库(Ladder_ Diagrams)、PLD 逻辑元件库(PLD Logic)、连接器元件库(Connectors)、NI 元件库(NI_ Components)。各元件库下还包含子库。具体选用时可通过"工具"→"元器件"菜单命令进 行选择,如图 3-25 所示。





6. 虚拟仪器库

对电路进行仿真运行,通过对运行结果的分析,判断设计是否正确合理,是 EDA 软件的一项主要功能。为此,Multisim 为用户提供了类型丰富的 20 种虚拟仪器,可通过"工具"→"仪器"菜单命令打开仪器工具栏,如图 3-26 所示。



图 3-26 仪器工具栏

这 20 种仪器仪表在电子线路的分析中经常会用到。它们分别是数字万用表、函数发生器、瓦特表、双通道示波器、4 通道示波器、波特测试仪、频率计、数字信号发生器、逻辑变换器、逻辑分析仪、伏安特性分析仪、失真分析仪、频谱分析仪、网络分析仪、安捷伦函数发生器、安捷伦万用表、安捷伦示波器、Tektronix 示波器、探针和 LabVIEW 仪器。这些虚拟仪器仪表的参数设置、使用方法和外观设计与实验室中的真实仪器基本一致。在选用后,各种虚拟仪表都以面板的方式显示在电路中。

3.2.4 Multisim 12 的使用方法与实例

Multisim 的基础是正向仿真,为用户提供了一个软件平台,允许用户在进行硬件实现 以前,对电路进行观测和分析。具体的过程分为5步:文件的创建、取用元器件、连接电路、 仪器仪表的选用与连接、电路分析。

为了帮助初学者轻松掌握 Multisim 12 的使 用要领,本节将结合一个电路实例的具体实现过 程说明 Multisim 设计电路和分析中的使用方法。

例题:利用 Multisim 软件对图 3-27 所示电路进行仿真,分析 R。两端的电压输出。

$\begin{array}{c|ccccc} R_1 & & & \\ \hline 1.0k\Omega & R_3 & 20\% \\ & & 10k\Omega \\ & & & \\ \downarrow^+ V_1 & & Key=A \\ & & & \\ 1.0k\Omega \\ & & & \\ \hline 1.0k\Omega \end{array}$

图 3-27 电路图

1. 文件的创建

启动 Multisim 12, 进入主界面窗口, 执行

"文件"→"保存"菜单命令后,会弹出"保存"对话框,选择合适的保存路径,输入文件名 Example1,然后单击"保存"按钮,完成新文件的创建,如图 3-28 所示。





这里需要说明以下两点。

(1) 文件名要能体现电路的功能,要让自己之后看到该文件名还能一下子想起该文件 实现了什么功能。

(2) 在电路图的编辑和仿真过程中,要养成随时保存文件的习惯,以免由于没有及时保存而导致文件丢失或损坏。

为了适应不同的需求和用户习惯,用户可以通过"选项"→"电路图属性"菜单命令,打开 "电路图属性"对话框,定制用户的通用环境变量,如图 3-29 所示。

- 92.44	THE POR JIT TO BRICK	
同标签(1)	□ 夺量数据(r)	1.0kohm
RefDes(D)		
☑值(∨)	■符号管脚名称(y)	NI
☑ 初始条件(n)	■ 印迹管脚名称(F)	11
☑ 容差(T):		_
网络名称		
◎ 全部显示(w)		
④使用具体网络的设	段置(s)	
一 全部隐藏(i)		
连接器		
☑ 在页名称(p)		
✓ 全局名称(G)		
☑ HB/SC 名称(B)		
☑ 离页名称(e)		
总线入口		
▼标签		
	7(m)	

图 3-29 "电路图属性"对话框

通过该对话框的7个选项卡,用户可以就编辑界面颜色、电路尺寸、缩放比例、自动存储 时间等内容作相应的设置。

以"工作区"选项卡为例,如图 3-30 所示。该选项卡中有以下两个分项。

(1)显示:可以设置是否显示网格、页面边界以及边界。

(2) 电路图页面大小:设置电路图页面大小。

其余的选项卡在此不再详述,请大家自己打开查看。

2. 取用元器件

在绘制电路图之前,需要先熟悉一下元件栏和仪器栏的内容,看看 Multisim 12 都提供 了哪些电路元件和仪器。

根据所要分析电路,涉及的元器件主要有电源、电阻和可变电阻。下面将以选用电源为 例详细说明选取及放置方法。

显示	ዮ(0)			
电路图页面大小 ▲ (字母) 方向 <u>入</u> ^② 纵向(P) ③ 横向(L)	自定义大小 宽度(W): 高度(H): ④英寸(I)	自定义大小 宽度(W): 11		
☑ 保存为默认值				

图 3-30 "工作区"选项卡

1) 元器件的选取

选用元器件的方法有两种:从工具栏取用或从菜单取用。

(1)从工具栏取用:打开元器件工具栏的小窗口。鼠标在元器件工具栏窗口中每个图标上停留时,会有相应元器件名称提示出现。直接从元器件工具栏中单击"放置源"按钮,弹出如图 3-31 所示的"选择一个元器件"对话框。



图 3-31 "选择一个元器件"对话框

(2) 从菜单取用:通过"绘图"→"元器件"菜单命令,就可打开选择元器件的对话框。

在"选择一个元器件"对话框中,在"数据库"下拉列表中选择"主数据库",在"组"下拉列表 中选择 Sources,在"系列"列表中选择 POWER_SOURCES,在"元器件"列表中选择 DC_POWER, 右侧"符号"框中就出现相应的直流电源的符号,如图 3-31 所示。最后单击"确认"按钮。

2) 放置元器件

选择好元器件后,自动回到电路设计窗口,注意这时鼠标指针旁边出现了直流电源的电路 符号,随着鼠标指针移动。移动到需要位置后,单击,在相应位置就放置了一个直流电源。如需 继续放置,可以反复单击,一直到不需要时,右击,就会退出放置直流电源的状态,如图 3-32 所示。



图 3-32 放置一个直流电源

3) 元器件属性修改

我们看到,放置的电源符号显示的是 12V。我们可能需要的不是 12V 电压,而是 10V, 怎么修改呢?双击该电源符号,弹出如图 3-33 所示的 DC_POWER 对话框,在该对话框中 可以修改该元件的属性。

电压(v):	12	v	×
交流分析量值:	0	v	×
交流分析相位:	0	•	
失真频率1量值:	0	v	×
失真频率1相位:	0	•	
失真频率2量值:	0	v	×
失真频率2相位:	0	0	
容差:	0	%	

图 3-33 DC_POWER 对话框

在这里,将电压修改为10V。当然,我们也可以修改元件的其他属性。修改后的电路图如图 3-34 所示。

4) 元器件的移动和翻转

用户可以对元器件进行移动、复制、粘贴等编辑工作。这些工作与 Windows 下其他软件操作方法一致,这里就不再详细叙述。

放置好所需电源后,按照上述步骤,放置两个 1.0kΩ 电阻和一 个 10kΩ 可变电阻。

放置电阻时,选择相应的元器件参数。

(1) 在"数据库"下拉列表框中选择"主数据库"。

(2) 在"组"下拉列表框中选择 Basic。

(3) 在"系列"列表中,电阻选择 RESISTOR,可变电阻选择 POTENTIOMETER。

(4) 在"元件"列表中,电阻选择 1.0kΩ, 可变电阻选择 10kΩ。

选取元件并放置完成后的界面如图 3-35 所示。



图 3-35 选取并初步放置元件

对图 3-35 中的元件进行移动和翻转,为后面连接电路做好准备,操作完成后的界面如 图 3-36 所示。



图 3-36 移动并翻转元器件后的界面

3. 连接电路

将鼠标移动到电源的正极,当鼠标指针变成+时,表示导线已经和正极连接起来了,单



后的电路图

击将该连接点固定,然后移动鼠标到 R1 的一端,出现小红点后,表示正确连接到 R1 了,单 击固定,这样一根导线就连接好了,如图 3-37 所示。如果想要删除这根导线,将鼠标移动到 该导线的任意位置,右击,选择"删除",即可将该导线删除;或者选中导线,直接按 Delete 键 删除。



图 3-37 连接电源与 R1

按照前面的方法,将各元器件连接好,如图 3-38 所示。



注意:在电路中放置一个公共地线,在电路图的绘制中,公共地线是必需的。

4. 仪器仪表的选用与连接

对电路电阻 R2 的输出进行仿真分析,需要在 R2 两端添加万用表。可以从仪器的工具 栏中选用万用表,添加方法类似于元器件。双击万用表就会出现仪器面板,面板为用户提供 观测窗口和参数设定按钮。添加万用表后并连线,如图 3-39 所示。

5. 电路仿真分析

电路连接完毕,检查无误后就可以进行仿真了。单击仿真工具栏中的绿色开始按钮▶, 电路进入仿真状态。双击万用表图标,即可弹出如图 3-40 所示的对话框,在这里显示了电 阻 R2 两端的电压。R3 是可变电阻,其调节百分比为 20%,因此在这个电路中,R3 的阻值 为 2kΩ。显示的电压值是否正确,可以验算一下。

在调试运行的过程中,大家可以通过按 A 键或 Shift+A 组合键增减 R3 接入电路的比例,或者拖动 R3 旁边的滑块,观察万用表的数值情况。

38 ◀ 模拟电子技术实践教程——实验方法、实验设计与课程设计



图 3-40 仿真结果图

6. 保存文件

电路图绘制完成,仿真结束后,执行"文件"→"保存"菜单命令,可以自动按原文件名将 该文件保存在原来的路径中。在"保存"对话框中可以选择保存路径,并修改文件名。

熟悉了如何利用 Multisim 12 进行电路仿真,以后便可以利用电路仿真学习模拟电路了。