

“十三五”高等学校教材

XINSHIJI DIANGONG DIANZI SHIYAN XILIE GUIHUA JIAOCAI

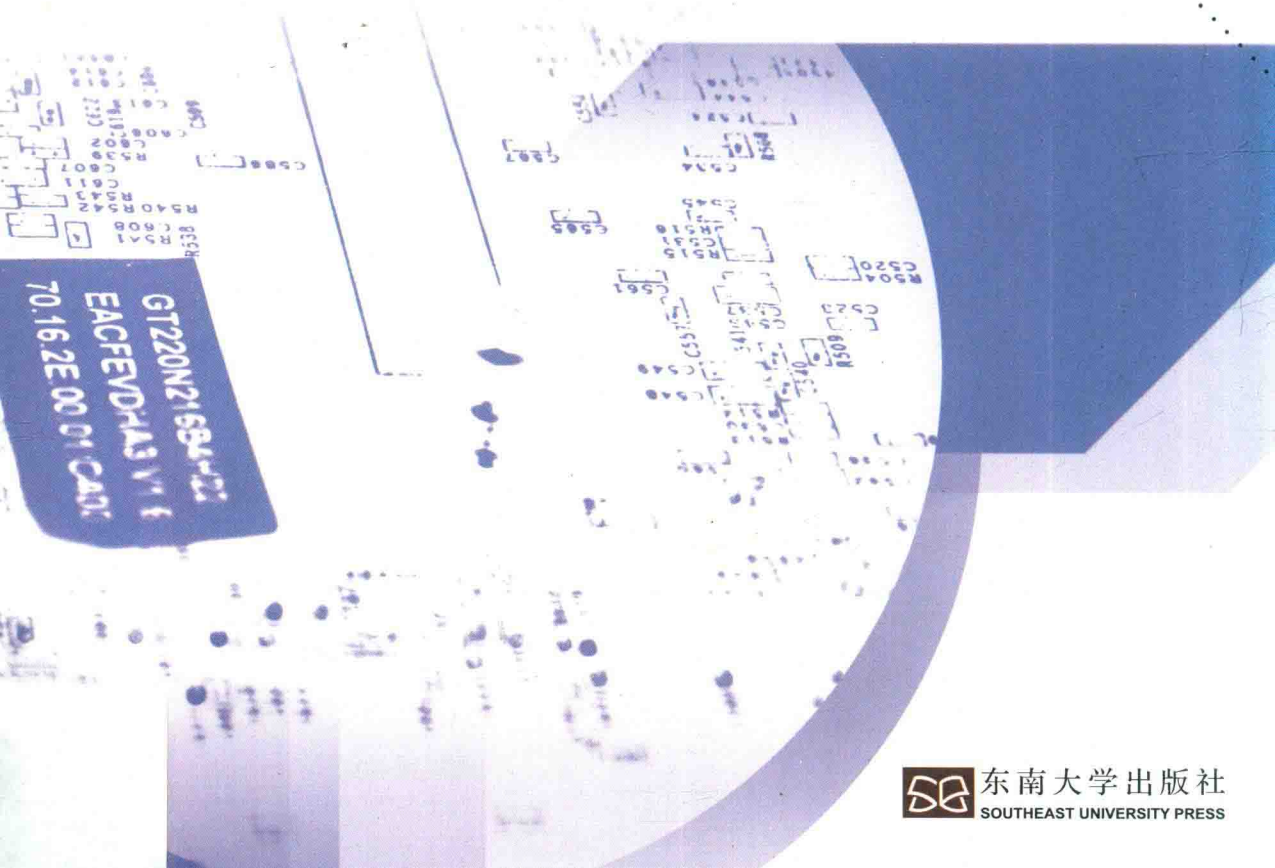
新世纪电工电子实验系列规划教材

DIANZI JISHU JICHU XUNI SHIYAN ZHIDAOSHU

电子技术基础虚拟实验指导书

主 编◎孙梯全

副主编◎卢 娟



东南大学出版社
SOUTHEAST UNIVERSITY PRESS

“十三五”高等学校教材
新世纪电工电子实验系列规划教材

电子技术基础虚拟实验 指导书

主 编 孙梯全
副主编 卢 娟
参 编 龚 晶 许凤慧 娄朴根
胡景明 侯 煜

 东南大学出版社
SOUTHEAST UNIVERSITY PRESS

• 南京 •

内 容 提 要

全书共分4篇,第1篇介绍虚拟实验所依托的平台软件的使用,第2篇介绍与虚拟实验相关的各种虚拟仪器、仪表,第3篇为模拟电子电路虚拟实验项目,第4篇为数字电子技术虚拟实验项目。平台软件采用B/S架构,学生可以基于Internet或校园网,通过浏览器远程开展虚拟实验。

本书的内容编排坚持“能实不虚、尽量接近实”的原则,综合考虑理论课程特点和实体实验的局限性,引导学生关注电子电路的设计原理、特性参数,通过虚拟实验加深对理论概念的理解;注重结合电子技术的工程应用实际和电子技术的发展方向,引导学生思考和解决工程实际问题,激发学生的创新思维。

本书是我校电子信息类、计算机类学生“电子技术基础实验”、模拟电子电路实验、数字电路实验等课程的配套教材,也可供相关工程技术人员、教师和学生参考。

图书在版编目(CIP)数据

电子技术基础虚拟实验指导书/孙梯全主编. —南京:东南大学出版社,2018.9
新世纪电工电子实验系列规划教材
ISBN 978-7-5641-8003-4

I. ①电… II. ①孙… III. ①电子技术—实验—高等学校—教学参考资料 IV. ①TN-33

中国版本图书馆CIP数据核字(2018)第215769号

电子技术基础虚拟实验指导书

出版发行 东南大学出版社

出版人 江建中

社 址 南京市四牌楼2号

邮 编 210096

经 销 全国各地新华书店

印 刷 丹阳兴华印刷厂

开 本 787 mm×1092 mm 1/16

印 张 15

字 数 390千字

版 次 2018年9月第1版

印 次 2018年9月第1次印刷

印 数 1—2500

书 号 ISBN 978-7-5641-8003-4

定 价 52.00元



(本社图书若有印装质量问题,请直接与营销部联系。电话:025-83791830)

前 言

自从 1989 年美国弗吉尼亚大学 William Wolf 提出虚拟实验的概念以来,伴随着计算机、网络技术和虚拟仪器技术的飞速发展,虚拟实验室技术已日趋成熟和完善。与传统的实体实验室相比,虚拟实验室具有成本低、效率高、扩展性强、操作安全、高度开放性和共享性、更新速度快等众多优点,是对实体实验室的重要补充。学生可以基于虚拟实验平台模拟真实实验环境,完成各种预定的实验项目,获得直观的实验效果,也可以通过虚拟实验了解实体实验无法有效展现的不可视的结构和原理,从而更加快速、高效地响应理论教学的实验需求。虚拟实验室和实体实验室相结合,实现了实验教学的虚实互补,有利于学员创新意识培养和能力素质提升,是目前实验室建设的一个重要发展方向。

当前,电子技术发展日新月异,对电子技术基础理论和实验教学提出了新的挑战,传统的实体实验室已经无法有效满足电子技术基础实验教学的新需求,鉴于此,我校和北京润尼尔公司联合研发了电子技术基础虚拟实验平台。

《电子技术基础实验》是电子、信息、雷达、通信、测控、计算机、电力系统及自动化等电类专业和机电一体化等非电类专业的一门重要的专业基础课,具有较强的理论性和工程实践性。电子技术基础虚拟实验和电子技术基础实体实验一起构成了电子技术基础、模拟电路、数字电路等课程的实践教学环节。

作为电子技术基础虚拟实验课的选用教材,虚拟实验内容设置是否科学合理将在一定程度上对实验课的教学质量和教学效果起到决定作用。为此,在进行虚拟实验内容设计时,始终把本科学员实践技能和创新意识的早期培养作为出发点和落脚点,坚持“能实不虚、尽量接近实”的原则,综合考虑理论课程特点和实体实验的局限性,引导学生通过虚拟实验加深对理论概念的理解;注重结合电子技术的工程应用实际和电子技术发展方向,引导学生思考 and 解决工程实际问题,激发学生的创新思维。

电子技术基础虚拟实验内容设置既循序渐进又相对独立,从基础、验证性实验到综合性实验,由浅入深、层次分明,方便教师和学生根据教学和学习需要选择不同实验内容。全书共分4篇,第1篇介绍虚拟实验所依托的平台软件的使用,第2篇介绍与虚拟实验相关的各种虚拟仪器、仪表,第3篇为模拟电子电路虚拟实验项目,第4篇为数字电子技术虚拟实验项目。平台软件采用B/S架构,学生可以基于Internet或校园网,通过浏览器远程开展虚拟仿真实验。

感谢北京润尼尔公司在实验内容设计上给予的无私帮助,感谢东南大学出版社朱珉老师在本书出版过程中的大力支持。由于编者水平有限,时间紧任务重,书中错误和不妥之处恳请读者批评指正。

编 者

2018年6月

目 录

第 1 篇 软件使用帮助

1	实验平台简介	(1)
1.1	简介	(1)
1.2	系统总体框架	(2)
2	实验平台各模块功能介绍	(2)
2.1	工具栏	(2)
2.2	元件库	(4)
2.3	属性栏	(5)
3	实验台操作	(6)
3.1	器材操作	(6)
3.2	右键操作	(6)
3.3	连线操作	(7)
3.4	实验仿真	(7)
4	系统环境要求	(7)
4.1	操作系统	(7)
4.2	插件安装	(7)

第 2 篇 虚拟仪器使用说明

1	泰克示波器:TBS1102	(8)
1.1	图标	(8)
1.2	操作面板	(8)
1.3	功能参数及设置	(8)
1.4	实验操作及注意事项	(15)
2	双通道示波器	(16)
2.1	图标	(16)
2.2	操作面板	(16)
2.3	功能参数及设置	(17)
2.4	实验操作及注意事项	(21)
3	四通道示波器	(22)
3.1	图标	(22)
3.2	操作面板	(22)
3.3	功能参数及设置	(22)
3.4	实验操作及注意事项	(26)
4	八通道示波器	(27)
4.1	图标	(27)

4.2	操作面板	(28)
4.3	功能参数及设置	(28)
4.4	实验操作及注意事项	(29)
5	波特图分析仪	(30)
5.1	图标	(31)
5.2	操作面板	(31)
5.3	功能参数及设置	(31)
5.4	实验操作及注意事项	(32)
6	频率计	(34)
6.1	图标	(34)
6.2	实验操作及注意事项	(34)
7	频谱分析仪	(34)
7.1	图标	(34)
7.2	操作面板	(35)
7.3	功能参数及设置	(35)
7.4	实验操作及注意事项	(36)
8	固纬信号发生器: AFG-2005	(37)
8.1	图标	(38)
8.2	操作面板	(38)
8.3	功能介绍	(38)
8.4	实验操作及注意事项	(40)
8.5	快速操作	(41)
8.6	详细操作	(45)
9	直流电压表	(49)
9.1	面板	(49)
9.2	实验操作及注意事项	(49)
9.3	简单实例	(49)
10	交流电压表	(50)
10.1	面板	(50)
10.2	实验操作及注意事项	(50)
10.3	简单实例	(50)
11	直流电流表	(50)
11.1	面板	(51)
11.2	实验操作及注意事项	(51)
11.3	简单实例	(51)
12	交流电流表	(51)
12.1	面板	(51)
12.2	实验操作及注意事项	(52)
12.3	简单实例	(52)
13	胜利数字万用表 VC9802A ⁺	(52)
13.1	图标	(52)
13.2	操作面板	(53)

13.3	功能参数	(53)
13.4	使用方法及注意事项	(54)
14	电压探针	(55)
14.1	图标	(55)
14.2	操作面板	(56)
14.3	功能参数	(56)
14.4	实验操作	(56)
15	差分电压探针	(57)
15.1	图标	(57)
15.2	操作面板	(57)
15.3	功能参数	(58)
15.4	实验操作	(58)
16	电流探头	(59)
16.1	面板	(59)
16.2	实验操作及注意事项	(59)
16.3	简单实例	(59)

第3篇 模电实验

实验1	二极管伏安特性的测量	(61)
实验2	二极管的应用——串联限幅电路	(63)
实验3	二极管的应用——并联限幅电路	(66)
实验4	二极管的应用——半波整流电路	(69)
实验5	二极管的应用——全波整流电路	(71)
实验6	二极管的应用——桥式整流电路	(74)
实验7	稳压二极管的特性研究	(76)
实验8	稳压二极管的应用——双向限幅电路	(79)
实验9	三极管共射输入特性曲线的测量	(81)
实验10	共射极输出特性曲线的测量	(84)
实验11	集成运放的应用——反相比例运算电路	(88)
实验12	集成运放的应用——同相比例运算电路	(92)
实验13	集成运放的应用——差分比例运算电路	(96)
实验14	集成运放的应用——反相求和运算电路	(100)
实验15	集成运放的应用——同相求和运算电路	(104)
实验16	集成运放的应用——减法运算电路	(108)
实验17	集成运放的应用——积分运算电路	(112)
实验18	集成运放的应用——二极管对数运算电路	(116)
实验19	集成运放的应用——三极管对数运算电路	(120)
实验20	集成运放的应用——集成对数运算电路	(123)
实验21	集成运放的应用——指数运算电路	(127)
实验22	集成运放的应用——乘法运算电路	(130)
实验23	集成运放的应用——除法运算电路	(134)

实验 24	过零比较器电压传输特性的测量	(137)
实验 25	滞回比较器电压传输特性的测量	(139)
实验 26	共射极放大电路研究	(141)
实验 27	共基放大电路研究	(144)
实验 28	共集放大电路研究	(146)
实验 29	共射—共基放大电路研究	(148)
实验 30	共集—共基放大电路研究	(151)
实验 31	镜像电流源电路研究	(153)
实验 32	比例电流源电路研究	(155)
实验 33	微电流源电路研究	(157)
实验 34	加射极输出器的电流源电路研究	(159)
实验 35	威尔逊电流源电路研究	(161)
实验 36	多路电流源电路研究	(162)
实验 37	有源负载共射放大电路研究	(165)
实验 38	有源负载差分放大电路研究	(167)

第 4 篇 数电实验

实验 39	二极管开关特性测试与分析	(170)
实验 40	二极管与门测试与分析	(172)
实验 41	三极管开关特性测试与分析	(174)
实验 42	基本逻辑运算及其电路实现	(177)
实验 43	交通灯状态监视电路	(179)
实验 44	水塔水位监视电路	(181)
实验 45	选择器及其应用	(185)
实验 46	加法器及其应用	(187)
实验 47	译码器及其应用	(190)
实验 48	触发器的基本逻辑功能	(193)
实验 49	二进制计数器设计	(198)
实验 50	扭环计数器的设计	(200)
实验 51	异步十进制计数器的设计	(203)
实验 52	555 定时器构成单稳态触发器	(206)
实验 53	555 定时器构成施密特触发器	(210)
实验 54	555 定时器构成多谐振荡器	(214)
实验 55	血型配对指示器电路设计	(216)
实验 56	自动游戏投币控制电路设计	(220)
实验 57	可控计数器电路设计	(224)
实验 58	环形计数器及其自启动电路设计	(227)

参考文献	(230)
------------	-------

第 1 篇 软件使用帮助

1 实验平台简介

1.1 简介

模拟电路和数字电路是电子信息类等专业的专业基础课程。该课程理论与实际结合十分紧密,实验教学是整个教学过程中一个十分重要的环节。传统的实验教学是在实验室中利用特定的硬件设备和器件进行的,不仅前期需要大量的资金投入,而且实验过程中损耗大、维护费用高。在现代远程教育中,该课程实验教学的问题更加突出,可以说至今尚没有好的解决方法。实验环境存在的问题,严重影响了学生对该课程知识的掌握,尤其是严重影响了对学生动手能力、解决问题能力和创新能力的培养。

开放式网上电子技术基础虚拟实验室软件是为模拟电路和数字电路课程实验教学而研制开发的一个软件系统,该系统采用 B/S 架构,为模拟电路和数字电路实验教学构建了一个全新的实验环境。在该环境下,用户可以自主选择逻辑器件或者实际器件两种形式来搭建实验。系统整体界面如图 1.1 所示。

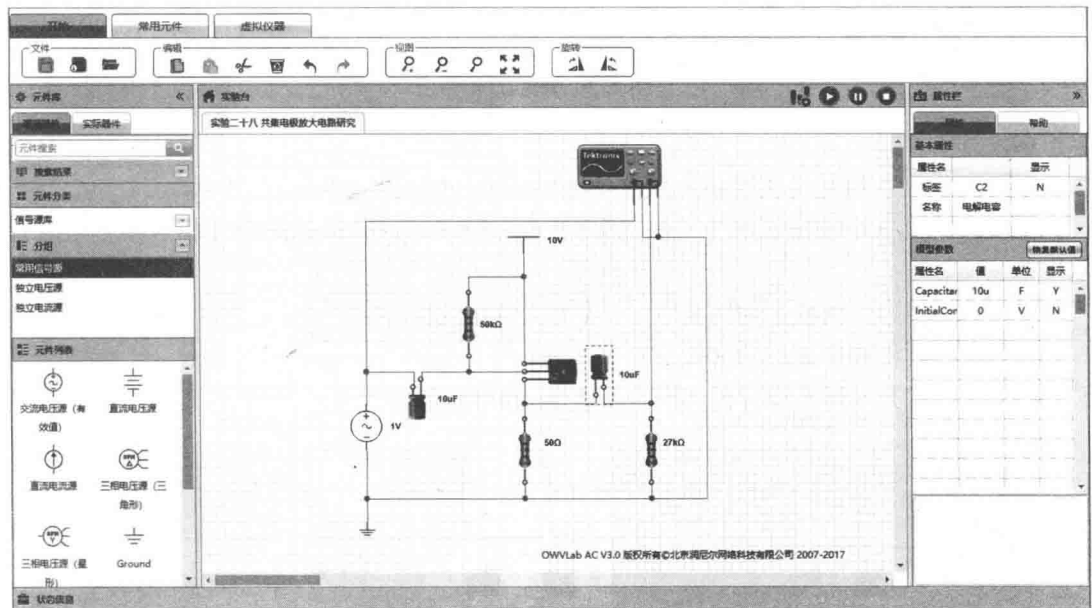


图 1.1 系统整体界面

平台设计以易用和实用为原则,综合运用了最新的设计思想和多种关键技术,使之在整体结构、操作方式、图形处理和界面设计等方面技术特色突出。系统强调将互动的可视

化操作贯穿于整个实验过程,充分激发个人的创作灵感,使学生可以根据各自的创意去构思、验证各种个性化的设计方案,自主完成实验的全过程。在该环境下,学生能充分展示个人的创造性思维,尽情感受实验的乐趣。

1.2 系统总体框架

元件库:分为逻辑器件库、实际器件库。

实验台:从元件库中选择器材在实验台上构建电路结构、分析仿真结果。

属性栏:在实验台上选中元件时,属性栏显示相应元件属性说明和参数设置。

菜单栏:分为开始、常用元件、虚拟仪器三个标签,主要包括文件、编辑、视图及虚拟仪器等内容。

2 实验平台各模块功能介绍

2.1 工具栏

2.1.1 开始

开始工具条位于“开始”菜单标签下方,如图 1.2 所示。下面简要描述各个工具条按钮的功能。

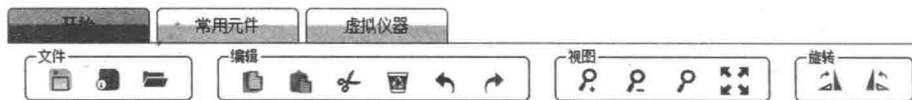


图 1.2 开始工具栏

(1) 文件

“文件”系列按钮是与实验描述文件处理相关的一些功能,如图 1.3 所示。

图 1.3 中的 3 个按钮依次为:“保存”、“另存为”和“打开”,鼠标悬停在相应位置时会提示按钮功能。

- ① 保存:将操作面板上的实验以“.ocj”的文件格式保存到本地;
- ② 另存为:将操作面板的实验另存到本地;
- ③ 打开:打开本地已保存的实验进行查看、编辑和修改。

(2) 编辑

“编辑”按钮是与实验电路搭建和编辑过程相关的一些功能,如图 1.4 所示。



图 1.3 文件相关图标

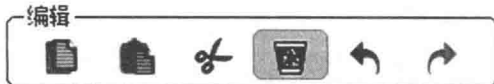


图 1.4 编辑相关图标

图 1.4 中的 6 个按钮依次为:“复制”、“粘贴”、“剪切”、“删除”、“撤销”和“恢复”,鼠标悬停在相应位置时会提示按钮功能。在实验台上选中单个元件后可进行复制、粘贴、剪切快
此为试读,需要完整PDF请访问: www.ertongbook.com

捷操作。

(3) 视图

“视图”系列按钮主要作用是用于实验台的放大、缩小、还原与最大化,如图 1.5 所示。

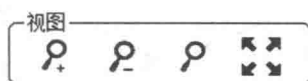


图 1.5 视图



图 1.6 旋转

(4) 旋转

利用这两个按钮可对元件分别进行顺时针旋转与逆时针旋转,如图 1.6 所示。

2.1.2 常用元件

常用元件包括电阻、电容、信号源等,如图 1.7 所示。用户可以直接在此处拖放常用的元件到实验台上进行实验电路的快捷搭建。

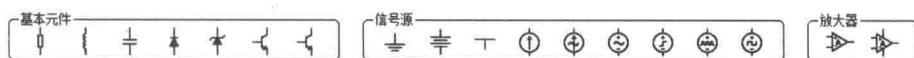


图 1.7 常用元件工具条

2.1.3 虚拟仪器

目前平台提供的虚拟仪器如图 1.8 所示,主要包括双通道示波器、四通道示波器、波特图分析仪、频率计、频谱分析仪、直流电流表、交流电压表、电压探针、电流探头、固纬函数信号发生器、泰克示波器和胜利万用表等。

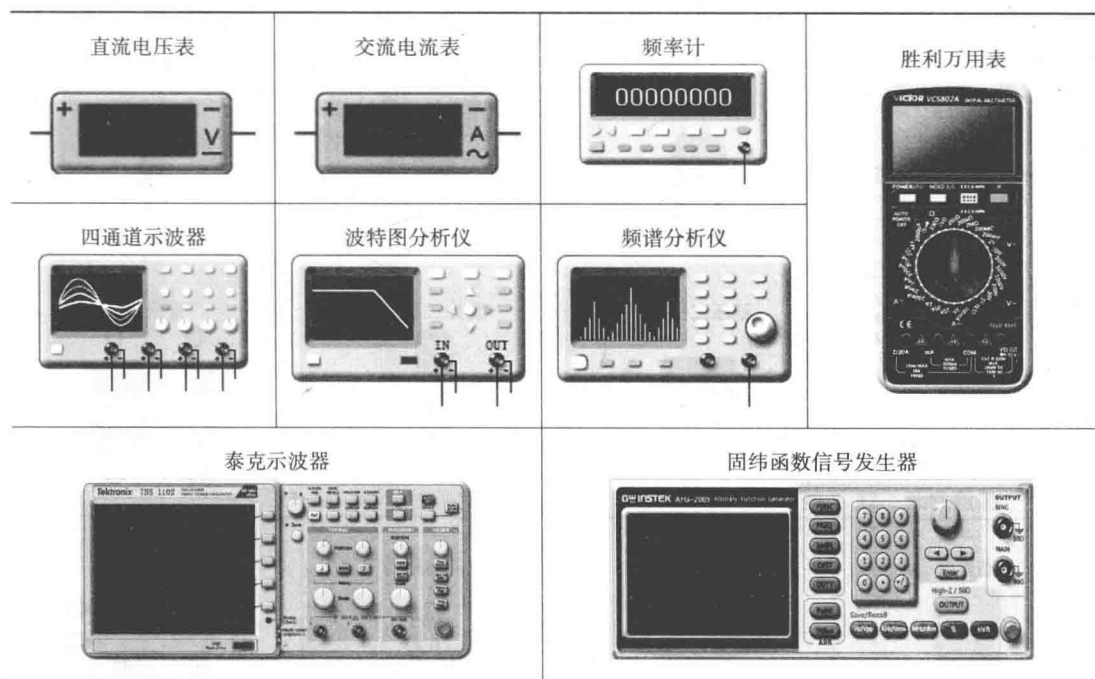


图 1.8 虚拟仪器

2.1.4 仿真系列按钮

“仿真”系列按钮如图 1.9 所示,利用这几个按钮可以对所搭建的电路进行仿真,并显示仿真结果。



图 1.9 “仿真”系列按钮

- ① 交互式仿真分析按钮:设置相应的分析参数。
- ② 开始仿真按钮:开始进行电路仿真。
- ③ 暂停仿真按钮:暂时停止仿真。
- ④ 停止仿真按钮:停止实验仿真。

2.2 元件库

元件库主要分为逻辑器件库和实际器件库,其中逻辑器件 118 个,实际器件 86 个,实际器件库的元件分类及分组与逻辑器件库相同,如图 1.10 所示。

2.2.1 元件分类

仿真实验台提供了五大库 118 个实验器材(表 1.1 给出了部分实验器材)。

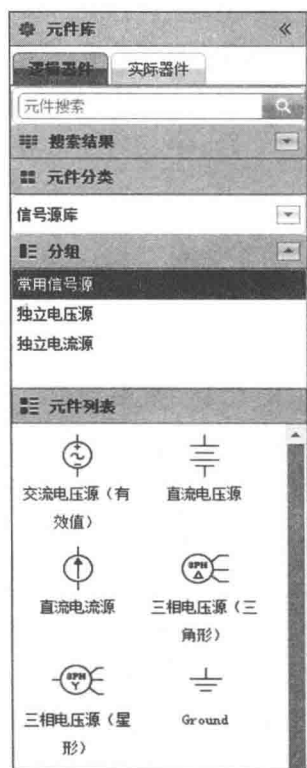
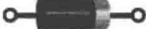
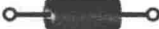
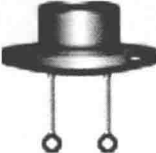


图 1.10 元件库

表 1.1 部分实验器材

普通电阻 	普通电容 	半导体电容 	普通电感 
普通二极管 	稳压二极管 	发光二极管 	整流桥 
晶体管 	晶闸管 	双向晶闸管 	运算放大器 

(1) 信号源库:10 种常用信号源、8 种独立电压源和 7 种独立电流源。

(2) 基本元件库:2 种常见电阻、3 种常见电容和普通电感。

(3) 二极管库:10 个常用普通二极管、10 个常见稳压二极管、5 个常见型号整流桥、5 个常用型号开关二极管、3 个常用型号肖特基二极管、3 个常用型号晶闸管、3 个常用型号双向触发二极管、5 个常用型号双向晶闸管、5 个常用型号 PIN 二极管和 5 个常用型号变容二极管。

(4) 晶体管库:15 个常用 NPN 晶体管和 13 个常用 PNP 晶体管。

(5) 模拟集成元件库:三端虚拟放大器、五端虚拟放大器、741、 μ A741CD、OP37AJ。

2.3 属性栏

属性栏的结构如图 1.11 所示,对于元件库,有属性和帮助两个标签。其中,属性标签下主要包含元件的基本属性、模型参数和参数解释三部分,帮助标签主要呈现元件的使用说明,如图 1.12 所示。

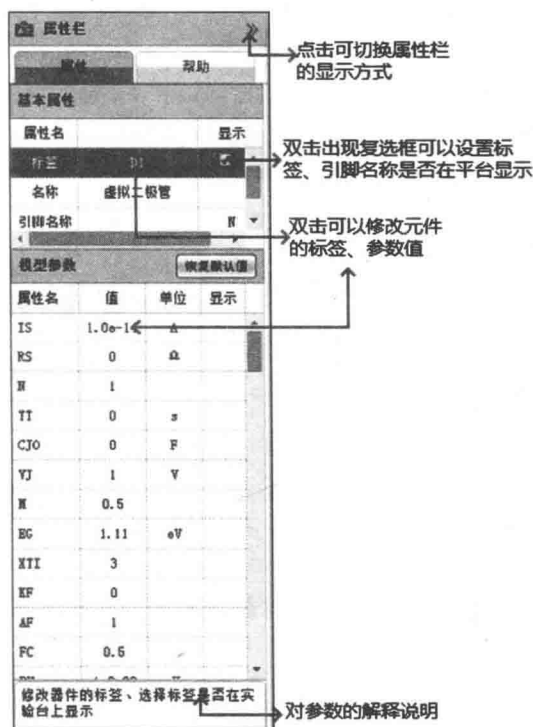


图 1.11 属性栏结构图

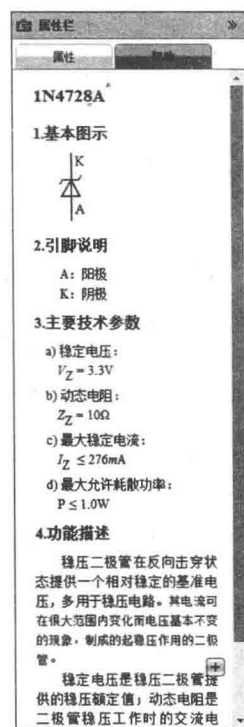


图 1.12 元件帮助

3 实验台操作

3.1 器材操作

(1) 添加器材:从左侧元件库中单击一次鼠标左键选中要用的元件,然后在实验台空白处再点击一次鼠标左键即可在实验台上放置一个器材。按下键盘 Esc 键或点击鼠标右键即可停止该器材的添加。

(2) 拖动元件:在实验台上点击鼠标左键选中元件,即可进行器材拖动。

(3) 器材属性:点击鼠标左键选中实验台上的器材后,用户可通过实验台右侧的属性栏设置、查看该器材的基本属性、模型参数,浏览器材的使用说明,如图 1.12 所示。

(4) 用户可点击按钮  查看器材更多详细说明。

3.2 右键操作

在实验台上点击鼠标右键,会弹出下拉快捷菜单,如图 1.13 所示。

(1) 背景:实验台背景采用点格、网格、空白三种形式,可通过右键选项设置,如图 1.14 所示。

	点格	
	网格	
	空白	
	器材信息 (显示/隐藏)	
	节点信息 (显示/隐藏)	
	复制	Ctrl+C
	剪切	Ctrl+X
	粘贴	Ctrl+V
	恢复	Ctrl+Y
	撤销	Ctrl+Z
	删除	Delete
	放大	
	缩小	
	还原	
	清空实验台	

图 1.13 鼠标右键功能菜单

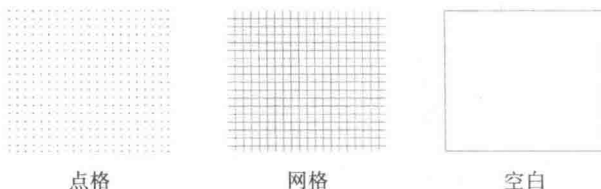


图 1.14 背景的三种形式

(2) 标识信息:显示/隐藏实验电路中所有元件的器材信息和节点信息的显示状态,如图 1.15 所示。

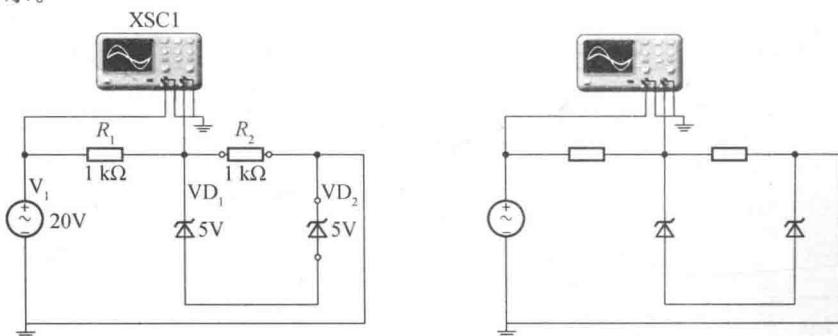


图 1.15 信息显示/隐藏

(3) 清空实验台:在实验台空白处点击鼠标右键,选择此功能可清空实验台。注意,“Ctrl+A”全选后,按“Delete”键也可清空实验台。

3.3 连线操作

将鼠标指针移至平台器件端口位置,鼠标指针将由箭头变为十字,这时点击鼠标左键即可引出一条导线,中途点击一次鼠标左键即可改变导线方向,在元件的端口或者与其他导线相交处点击一次鼠标左键即可完成连线操作。连线过程中点击鼠标右键即可取消连线。

3.4 实验仿真

实验搭建完成后,点击“运行”按钮,即可进行实验的仿真运算。实验仿真过程中,实验名称栏将显示实验运行状态,如图 1.16 所示。在实验仿真过程中不可进行参数、标签等的设置操作。



图 1.16 仿真运行状态说明

4 系统环境要求

4.1 操作系统

软件支持的操作系统:Windows 系列、Mac OS。

推荐浏览器:Chrome、360、IE11、QQ 浏览器、Opera、搜狗、火狐。

4.2 插件安装

系统会自动检测本地系统并提示软件运行信息。用户首次使用时需点击实验台上方的“插件下载”按钮,下载安装平台所需插件,如图 1.17 所示。

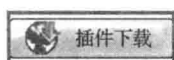


图 1.17 安装环境

第 2 篇 虚拟仪器使用说明

1 泰克示波器:TBS1102

泰克 TBS1102 示波器是一种双踪示波器,用来显示电信号波形的形状、幅值、频率等参数,通过该仪器可观察信号的幅值大小和频率变化。该款示波器可观测一路或两路随时间变化的信号波形,并可对两路信号的波形进行比较。

1.1 图标

图 2.1 为泰克 TBS1102 示波器的图标。图标中共有 4 个端子,分别为通道 1 的正、负端及通道 2 的正、负端。

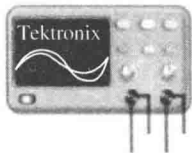


图 2.1 泰克 TBS1102 示波器图标

1.2 操作面板

双击泰克 TBS1102 示波器图标,会弹出泰克 TBS1102 示波器操作面板,如图 2.2 所示。在面板上,可观察信号的输出波形,并且通过面板可对示波器的功能参数进行设置。

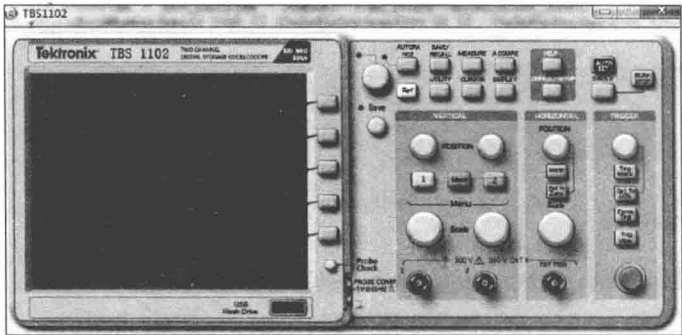


图 2.2 操作面板

1.3 功能参数及设置

1.3.1 示波器显示屏

操作面板上的黑色部分为示波器显示屏,该显示屏除显示波形外,还含有很多关于波形和示波器控制设置的详细信息,如图 2.3 所示。

图 2.3 中“1”处的标记表示信号获取方式:

⎓:采样方式。

⎓:平均方式。