

应用型本科 机械类专业“十三五”规划教材

电工与电子技术 实验教程

主 编 陈 跃
副主编 徐宇宝 张建华

- 内容新颖：新知识、新技术、新工艺
- 特色鲜明：突出“应用、实践、创新”
- 定位准确：面向工程技术型人才培养
- 质量上乘：应用型本科专家全力打造

应用型本科 机械类专业“十三五”规划教材

电工与电子技术实验教程

主 编	陈 跃	
副主编	徐宇宝	张建华
参 编	朱雷平	余 平
	张 清	崔厚梅

西安电子科技大学出版社

内 容 简 介

本书以电工技术和电子技术理论教学为基础,以提高学生电学实践能力为目标,编排了电工技术、电子技术和电路综合设计方面的实验内容,力求实验内容既具有一定的针对性,又具有一定的通用性。全书共分为6章,前3章主要讲述了电工与电子技术实验的一些基本知识,包括绪论、常用电子元器件的简介和实验数据处理基本方法,介绍了常用实验仪器的特点和使用注意事项;第4章和第5章的内容与理论教学紧密结合,除了加深对理论知识理解的基础验证性实验外,安排了一些设计性实验,加强对学生理论知识应用能力的培养;第6章为电路综合设计,将电工技术和电子技术知识综合起来,强化对学生相关知识的综合应用能力的训练。

本书结构清晰,内容丰富,可以作为理工类院校非电类专业的实验教材。

图书在版编目(CIP)数据

电工与电子技术实验教程/陈跃主编. —西安:

西安电子科技大学出版社,2016.2

ISBN 978-7-5606-4004-4

I. ①电… II. ①陈… III. ①电子技术—实践—高等学校—教材

IV. ①TM-33②TN-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 011660 号

策划编辑 高樱

责任编辑 阎彬 宁晓蓉

出版发行 西安电子科技大学出版社(西安市太白南路2号)

电 话 (029)88242885 88201467 邮 编 710071

网 址 www.xduph.com 电子邮箱:xdupfxb001@163.com

经 销 新华书店

印刷单位 陕西华沐印刷科技有限责任公司

版 次 2016年3月第1版 2016年3月第1次印刷

开 本 787毫米×1092毫米 1/16 印张 10

字 数 231千字

印 数 1~3000册

定 价 19.00元

ISBN 978-7-5606-4004-4/TM

XDUP 4296001-1

* * * * * 如有印装问题可调换 * * * * *

应用型本科 机械类专业规划教材

编审专家委员名单

- 主任：张杰(南京工程学院 机械工程学院 院长/教授)
- 副主任：杨龙兴(江苏理工学院 机械工程学院 院长/教授)
- 张晓东(皖西学院 机电学院 院长/教授)
- 陈南(三江学院 机械学院 院长/教授)
- 花国然(南通大学 机械工程学院 副院长/教授)
- 杨莉(常熟理工学院 机械工程学院 副院长/教授)
- 成员：(按姓氏拼音排列)
- 陈劲松(淮海工学院 机械学院 副院长/副教授)
- 郭兰中(常熟理工学院 机械工程学院 院长/教授)
- 高荣(淮阴工学院 机械工程学院 副院长/教授)
- 胡爱萍(常州大学 机械工程学院 副院长/教授)
- 刘春节(常州工学院 机电工程学院 副院长/副教授)
- 刘平(上海第二工业大学 机电工程学院 教授)
- 茅健(上海工程技术大学 机械工程学院 副院长/副教授)
- 唐友亮(宿迁学院 机电工程系 副主任/副教授)
- 王荣林(南理工泰州科技学院 机械工程学院 副院长/副教授)
- 王树臣(徐州工程学院 机电工程学院 副院长/教授)
- 王书林(南京工程学院 汽车与轨道交通学院 副院长/副教授)
- 吴懋亮(上海电力学院 能源与机械工程学院 副院长/副教授)
- 吴雁(上海应用技术学院 机械工程学院 副院长/副教授)
- 许德章(安徽工程大学 机械与汽车工程学院 院长/教授)
- 许泽银(合肥学院 机械工程系 主任/副教授)
- 周海(盐城工学院 机械工程学院 院长/教授)
- 周扩建(金陵科技学院 机电工程学院 副院长/副教授)
- 朱龙英(盐城工学院 汽车工程学院 院长/教授)
- 朱协彬(安徽工程大学 机械与汽车工程学院 副院长/教授)

前 言

电工技术与电子技术均为实践性很强的技术基础课,也是高等院校工科专业必修的学科基础课。实验教学是整个教学过程中非常重要的环节,对学生加深理论知识的理解、提高实践动手能力具有重要的作用。本书以培养学生实际操作技能、工程综合设计能力为目标,按照循序渐进、全面开放、自主实验的教学原则,从单一基础理论验证到电学理论的综合应用,从常用电子仪器的使用到综合电路的设计、连接和调试,将电工技术实训和电子技术实训相结合,实现对学生在电路焊接、电路设计、电路调试、电路故障排查、仪器仪表使用以及实验数据分析方面的训练,培养学生的实际操作技能和对理论知识的综合应用能力。

本书共分为6章,第1章为绪论部分,主要讲述了电工与电子技术实验的相关要求和实验的注意事项。第2章为常用电子元器件与仪器设备,介绍了常用电子元器件的类型、功能和使用注意事项,常用电子仪器的功能、特点和使用注意事项,学生在实验课程开始前要详细阅读本章内容,对常用实验仪器以及电子元器件有一个基本的认识 and 了解,为正确使用相关仪器和电子元器件打下基础。第3章为电气测量及数据处理方法,介绍了常用的电气测量方法和实验数据处理方法。不同的实验,测量方法和数据处理方法也各不相同,学生在对基本方法了解的基础上,可以根据实际实验和数据处理要求,灵活使用测量方法和数据处理方法。第4章和第5章是本书的中心内容,为电工技术实验和电子技术实验,几乎涵盖了电工技术和电子技术所有的实验内容,既有针对某一理论知识的验证性实验,也有应用多个知识的设计性试验。每个实验都给出了实验应该具备的基础知识,从实验原理出发,详尽讲述了实验内容和过程、实验数据记录要求和实验数据处理要求,并在最后给出针对实验的思考题,期望学生能积极分析思考并以实验电路验证自己的分析思考结果,切实加深对电学知识的理解和应用。第6章为电路综合设计,在电工技术实验和电子技术实验的基础上,以完成某一小型项目为目标,综合设计功能电路,进行电子元器件选择、电路制作、电路调试、故障排查等工作,使学生的电学知识综合应用和实验操作能力得到切实提高。第6章中每个项目功能均有不同的实现方法,书中只给出了实验要求和建议方案,学生可以根据自己的知识基础设计不同的电路来实现。

本书遵循电工技术和电子技术教学规律,符合电工技术与电子技术实验要求,目的明确。参与编写的人员在查阅大量资料并分析综合的基础上,结合高校工科非电类专业的教学要求,将自身的实践教学经验加入其中,力争使本书具有以下特色:

(1) 实验内容丰富,可选择性强。在实验条件满足的前提下,可以根据知识点自由选择实验内容。实验难易程度合理,利于不同层次的学生选择不同的实验内容,尊重学生的自主性。

(2) 强调通用性。针对实验中心通用设备,实验功能均以常用的电子元器件实现,在通用设备基础上只要简单增减外接线路即可实现。

(3) 以验证性实验为基础,以综合性、设计性实验为提高。综合性、设计性实验选择较小的实用项目或以较为简单功能的电路为实现目标,将模拟电路、数字电路相结合,真正实现实验的综合性 and 设计性。

(4) 强调实验指导性。启发学生分析问题、解决问题的思路,不以手把手按部就班的方式让学生完成实验为目的,而是指导学生以所学的理论知识为基础实现一定的电路功能,引导学生自主设计,给出可能遇到问题的解决方法,让学生在发现问题、解决问题的过程中加深对理论知识的理解,同时加深对电子元器件和电路的认识,掌握实际电路的设计方法。

(5) 本书内容全面,是一本较为通用的教材,不同专业可根据自己的需要选择不同的实验内容。

本书第1章、第2章和第3章由陈跃编写,第4章由张建化和朱雷平编写,第5章由徐宇宝和余平编写,第6章由陈跃和张建化编写,在此对各位编写人员的辛勤劳动表示衷心感谢。张清老师和崔厚梅老师也对教材的编写做了大量工作,给出了大量指导性意见,在此一并表示感谢。

由于编写人员能力有限,本书有些内容难免存在瑕疵,甚至会有错误之处,衷心希望读者特别是使用本书的教师和学生积极提出批评和改进意见,以便以后修订提高。

陈 跃
于徐州工程学院
2015 年 10 月

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 概述	1
1.2 实验室安全用电规则	1
1.3 电工电子实验的总体要求和目的	2
第 2 章 常用电子元器件与仪器设备	3
2.1 常用电子仪器仪表简介	3
2.2 常用电子元器件的识别	8
2.3 常用低压电器简介	15
第 3 章 电气测量及数据处理方法	18
3.1 电气测量方法	18
3.2 测量数据的处理方法	19
第 4 章 电工技术实验	23
4.1 基尔霍夫定律和叠加定理的验证	23
4.2 戴维南定理及电位概念	26
4.3 电压源与电流源的等效变换及最大功率传输条件	31
4.4 单相交流电路测量及功率因数提高	35
4.5 电路元件伏安特性的测绘	40
4.6 RC 电路的特性测试	44
4.7 RLC 串联谐振电路的研究	49
4.8 三相交流电路	53
4.9 二阶电路的时域响应	57
4.10 三相异步电动机点动、正反转及反接制动综合实验	61
4.11 变压器极性的测定	64
4.12 受控源电路实验	67
第 5 章 电子技术实验	72
5.1 晶体管共发射极放大电路	72

5.2	共集电极放大电路	79
5.3	两级晶体管共发射极放大电路	83
5.4	场效应管放大电路	86
5.5	差动放大电路	90
5.6	集成运算放大器的基本应用	94
5.7	LC 正弦波振荡电路	99
5.8	集成 TTL 门电路逻辑功能及参数测量	102
5.9	组合逻辑电路的设计	107
5.10	译码器、显示器	109
5.11	触发器及其相互转换	114
5.12	555 集成定时器的应用	120
5.13	组合逻辑电路综合实验	124
5.14	移位寄存器	129
5.15	计数器及其应用	133
5.16	555 定时器和 N 进制计数器	138
 第 6 章 电路综合设计		141
6.1	温度测量系统设计	141
6.2	广告彩灯控制系统设计	143
6.3	智力竞赛抢答器设计	145
6.4	汽车转向灯控制电路	147
6.5	智能充电器设计	148
6.6	家用电器电压保护器	150

第1章 绪论

1.1 概述

电工技术和电子技术是工科类专业必修的专业基础课,又是实践性很强的课程,电工与电子技术实验教学是电工与电子技术教学中的重要环节。随着社会对应用型人才需求的提高,学生除了掌握必备的电工和电子技术理论知识外,切实掌握较高的实践技能,将理论与实践相结合,并以解决实际工程问题为目标进行训练尤为重要。本书从训练学生基本实验技能出发,在强化基本训练的基础上,设置了验证性实验、设计性实验、综合性实验以及电路综合设计,从单一基础理论验证到电学理论的综合应用,从常用电子仪器的使用到综合电路的设计、连接和调试,并和电工技术实训和电子技术实训相结合,实现对学生在电路焊接、电路设计、电路调试、电路故障排查、仪器仪表使用以及实验数据分析方面的训练。

1.2 实验室安全用电规则

- (1) 严格按照实验守则和仪器设备操作规程进行实验。
- (2) 实验前先检查用电设备,再接通电源;实验结束后,先关闭仪器设备电源,再关闭插座电源。
- (3) 做完实验或离开实验室要及时关闭总电源,确保实验装置不带电。
- (4) 若实验设备出现焦糊现象或出现异味,应立即关闭电源。
- (5) 电源或用电设备保险丝烧断,先检查保险丝烧断原因,排除故障后再按原规格更换合适的保险丝,不得随意用一根导线代替或者随意加大保险丝的规格。
- (6) 如遇触电情况,应立即切断电源,或用绝缘物体将触电者和电线分离,再实施抢救并报告相关工作人员。
- (7) 不要用潮湿的手接触用电设备。
- (8) 实验时,应先连接好电路再接通电源;实验结束时,先切断电源再拆线路。
- (9) 不能用试电笔去试高压电,使用高压电源应有专门的防护措施。
- (10) 未经允许不得打开含有高压变压器或电容器的电子仪器。

1.3 电工电子实验的总体要求和目的

1. 电工电子实验总体要求

(1) 课前应进行必要的预习并写出预习报告,对实验内容要有详细的了解,否则不得参加实验。

(2) 参加实验时应衣冠整洁,进入实验室后应保持安静,不要大声喧哗和打闹,妨碍他人学习和实验。不准吸烟,不准随地吐痰,不准乱扔纸屑与杂物。

(3) 进行实验时必须严格遵守实验室的规章制度和仪器操作规程,认真听取老师的讲解,未听老师讲解的不得参加实验。爱护仪器设备,节约实验器材,未经许可不得乱动实验室的仪器设备。

(4) 注意人身安全和设备安全。若仪器出现故障,要立即切断电源并向指导教师报告,以防故障扩大。待查明原因、排除故障之后才可继续进行实验。

(5) 要以严格、认真的科学态度进行实验,结合所学理论,独立思考,分析研究实验现象和数据。

(6) 实验完毕后必须收拾整理好自己使用的仪器设备,保持实验台整洁,填写实验仪器使用记录。在归还实验仪器后,才能离开。

2. 实验总体目的

电工电子技术实验是电学教学中的重要环节,在理论知识学习的基础上,通过实验,学生能够加深对电学知识的感性认识,熟练掌握电子仪器的使用方法,熟悉电子元器件的特性等。具体来说实验总体目的如下:

(1) 加深对电学理论知识的掌握,一次实验的知识掌握效果好过多次理论讲解。

(2) 熟练使用各种电子仪表和电子测量仪器,熟悉各种仪器的使用环境、使用注意事项、量程等。

(3) 使学生了解更多的电子元器件相关知识,认识实际电子元器件,了解电子元器件的规格型号、性能特点、使用要求以及常用的电路等。

(4) 训练学生实际动手能力,提高学生实践技能和分析问题、解决问题的能力,培养学生设计、连接(制作)电路,调试电路,分析电路故障和排除故障的能力。

(5) 培养学生实验能力,明确每个实验的目的和要求,制订实验方案,设计实验电路,分析实验现象和数据,编写实验报告等。

(6) 培养学生严谨认真的工作作风和实事求是的科学态度,为从事科研工作打好基础。

第2章 常用电子元器件与仪器设备

2.1 常用电子仪器仪表简介

1. 模拟示波器

1) 功能和特点

示波器是一种用途十分广泛的电子测量仪器,它能把肉眼看不见的电信号变换成看得见的图像,便于人们研究各种电现象的变化过程。它是观察电路实验现象、分析实验中的问题、测量实验结果必不可少的重要仪器。示波器按照电路原理的不同分为模拟示波器和数字存储示波器。

模拟示波器采用的是模拟电路(示波管),其电子枪向屏幕发射电子,发射的电子经聚焦形成电子束并打到屏幕上,屏幕的内表面涂有荧光物质,这样电子束打中的点就会发出光来。模拟示波器能在屏幕上以图形的方式显示信号电压随时间的变化,即波形,并能够测量信号周期、频率、幅值和相位等参数,是电子线路测量和仪器设备检修、维护必备的仪器。

模拟示波器的特点:

- (1) 操作简单——全部操作都在面板上,波形反应及时。
- (2) 垂直分辨率高——连续而且无限级,数字示波器分辨率一般只有8位至10位。
- (3) 数据更新快——每秒捕捉几十万个波形,数字示波器每秒捕捉几十个波形。
- (4) 实时带宽和实时显示——连续波形与单次波形的带宽相同,数字示波器的带宽与采样率密切相关,取样率不高时需借助内插计算,容易出现混淆波形。

2) 常用模拟示波器

模拟示波器生产厂家很多,功能也有一定差别,实验室常用的模拟示波器有台湾固纬模拟示波器、北京普源模拟示波器等。常见模拟示波器的型号和外形如图2.1、图2.2所示。

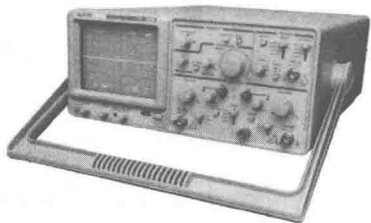


图 2.1 台湾固纬 GOS-620 20 MHz 模拟示波器

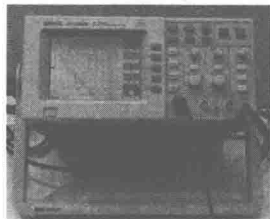


图 2.2 普源 DS5962M 模拟示波器

2. 数字存储示波器

1) 功能和特点

数字示波器是采用数据采集、A/D 转换、软件编程等一系列的技术制造出来的高性能示波器。数字示波器的工作方式是通过模数转换器(ADC)把被测电压转换为数字信息。相较于普通模拟示波器,数字示波器除了能够显示和测量输入波形外,功能更多,使用更加方便,显示更加清晰稳定,自动化程度更高,能够记录复杂的信号波形并用于后期分析,能够存储数据和波形,并连接打印机直接打印结果,保存数据更加方便,还能够与 PC 通信进行数据传输。

数字示波器的特点:

- (1) 体积小、重量轻,便于携带,波形液晶显示。
- (2) 可以长期存储波形,并可以对存储的波形进行放大等多种操作和分析。
- (3) 特别适合测量单次和低频信号,测量低频信号时没有模拟示波器的闪烁现象。
- (4) 具有更多的触发方式。除了模拟示波器不具备的预触发,还有逻辑触发、脉冲宽度触发等。
- (5) 可以通过 GPIB、RS232、USB 接口同计算机、打印机、绘图仪连接,可以打印、存档、分析文件。
- (6) 有强大的波形处理能力。能自动测量频率、上升时间、脉冲宽度等很多参数。
- (7) 失真比较大。由于数字示波器是通过波形采样来显示,采样点数越少失真越大,通常在水平方向有 512 个采样点,受到最大采样速率的限制,在最快扫描速度及其附近采样点更少,因此高速时失真更大。
- (8) 测量复杂信号的能力差。由于数字示波器的采样点数有限以及没有亮度的变化,使得很多波形细节信息无法显示出来,虽然有些可能具有两个或多个亮度层次,但这只是相对意义上的区别,再加上示波器有限的显示分辨率,使它仍然不能重现模拟显示的效果。
- (9) 可能出现假象和混淆波形。当采样时钟频率低于信号频率时,显示出的波形可能不是实际的频率和幅值。数字示波器的带宽与采样率密切相关,采样率不高时需借助内插计算,容易出现混淆波形。

2) 常用数字存储示波器

数字存储示波器生产厂家主要有美国 Tektronix 公司、美国 Keysight 公司、中国台湾固纬公司、中国普源公司等。常见数字示波器的型号和外观如图 2.3~图 2.6 所示。

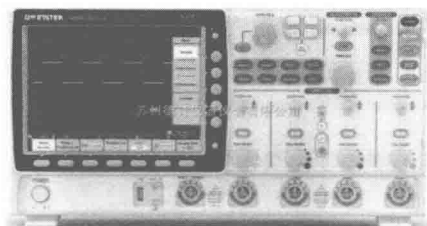


图 2.3 固纬 GDS3154 数字示波器

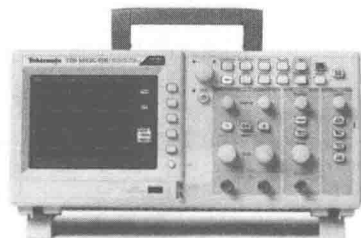


图 2.4 Tektronix 公司 TDS1000C-EDU 型示波器

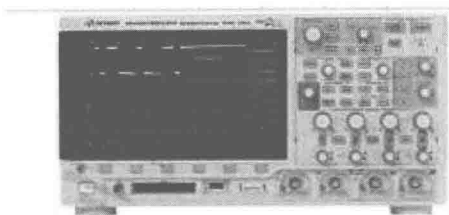


图 2.5 Keysight MSOX3014T 示波器

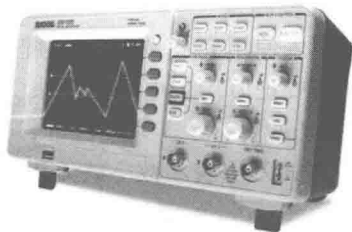


图 2.6 普源 1102E 数字示波器

3) 示波器使用注意事项

(1) 示波器探头在使用时,要保证地线夹子可靠接地(被测系统的地,非真正的大地),否则测量时,就会看到一个很大的 50 Hz 的信号,这是因为示波器的地线没连好,而感应到空间中的 50 Hz 工频市电而产生的。

(2) 注意信号传输线的信号衰减挡位。当其拨到 $\times 1$ 挡时,表示无衰减(平时设置点);拨到 $\times 10$ 挡时,表示衰减为原来的 $1/10$ 。通常在输入信号的频率过低时,它相应的周期会变得很大,这时就要先进行衰减再作测试,而测试结果必须提升 10 倍才是原来的波形值。

(3) 测量建立时间短的脉冲信号和高频信号时,请尽量将探头的接地导线与被测点的位置邻近。接地导线过长,可能会引起振铃或过冲等波形失真。

(4) 对于高压测试,要使用专用高压探头,分清楚正负极后,确认连接无误才能通电开始测量。

(5) 当两个测试点都不处于接地电位时,要进行“浮动”测量,也称差分测量,要使用专业的差分探头。

(6) 探头的输入阻抗要与所用示波器的输入阻抗匹配。

3. 万用表

1) 功能和特点

万用表是一种多功能、多量程的便携式电工电子仪表。一般的万用表可以测量直流电压、直流电流、交流电压、交流电流、电阻等,有些还可以测量电容、电感、功率和三极管参数等。万用表简单易用,已成为电子电气工程师手中必不可少的工具。万用表主要有指针式万用表和数字万用表。指针式万用表以指针形式显示测量结果,数字万用表以数字形式显示测量结果。数字万用表具有测量速度快、精确度和灵敏度高、功能多、体积小、输入阻抗高等特点,已经逐步取代指针式万用表。

2) 使用注意事项

(1) 万用表在使用之前要进行调零操作,尤其是指针式万用表,需要机械调零,确保使用前指针指向零位置。数字式万用表一般有自动调零功能。

(2) 指针式万用表使用时要水平放置,以免指针受重力影响造成偏转误差。

(3) 万用表在使用中不要靠近强磁场,以免测量结果不准确。

(4) 使用过程中不要用手触摸表笔金属部分,以免影响测量准确度。

(5) 测量过程中不要改变万用表的挡位(量程),如需改变量程表笔要与被测点断开,

改变量程后继续测量。

(6) 万用表使用完毕要把挡位旋转到交流电压的最大挡位,或者直接关闭万用表电源;长期不用要把万用表电池取出来。

3) 常用万用表

常用指针式万用表和数字式万用表外形分别如图 2.7、图 2.8 所示。



图 2.7 指针式万用表



图 2.8 数字式万用表

4. 函数信号发生器

1) 功能和特点

在对信号进行处理或者测试电路功能时,往往需要为电路提供一定的信号,这就需要产生信号的仪器。函数信号发生器能够根据实验要求输出不同幅值、不同频率的多种波形,且输出信号稳定,使测试更加准确。不同的函数信号发生器输出波形种类也有所不同,但是一般情况下都能够输出正弦波、方波、脉冲波、三角波、锯齿波等,有些能够输出 AM 波及 FM 波、FSK、BPSK、BURST、扫频等 30 多种波形,能够满足各种测试要求,是生产、教学、科研等领域必备的设备。

2) 使用注意事项

(1) 函数信号发生器调试、维修时应有防静电装置,以免造成仪器受损。

(2) 不要在高温、高压、潮湿、强振荡、强磁场、强辐射、易爆环境以及防雷电条件差、防尘条件差、温湿度变化大等场所使用和存放。

(3) 在相对稳定的环境中使用,并提供良好的通风散热条件。校准测试时,测试仪器或其他设备的外壳应良好接地,以免意外损坏。

(4) 当熔丝熔断后,应先排除成因故障。更换熔丝以前,必须将电源线与交流市电电源切断,把仪表和被测线路断开,关闭仪器电源,以避免受到电击或人身伤害,并仅可安装具有指定电流、电压和熔断速度等额定值的熔丝。

(5) 信号发生器的负载不能存在高压、强辐射、强脉冲信号,以防止功率回输造成仪器的永久损坏。功率输出负载不要短路,以防止功放电路过载。当出现显示窗显示不正常、死机等现象时,一般情况下只要关机重新启动即可恢复正常。

(6) 为了达到最佳效果,使用前要先预热一段时间。

3) 常用函数信号发生器

函数信号发生器生产厂家很多,这里给出台湾固纬和南京新联电讯仪器有限公司的两

款产品供学生认识,如图 2.9、图 2.10 所示。

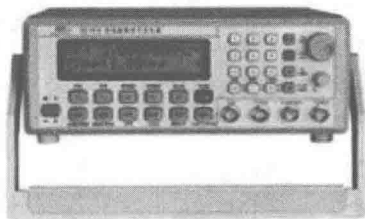


图 2.9 南京新联 EE1410 合成函数信号发生器

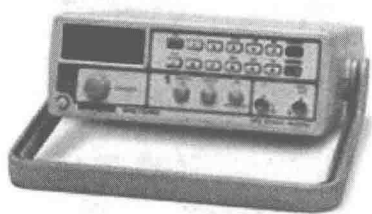


图 2.10 台湾固纬 SFG1003 函数信号发生器

5. 直流稳压电源

1) 功能

直流稳压电源是指能为负载提供稳定直流电源的电子装置。直流稳压电源的供电电源大都是交流电源,当交流供电电源的电压或负载电阻变化时,稳压器的直流输出电压都会保持稳定。

直流稳压电源有固定输出电压和可调输出电压,可以输出常用的固定电压,也可以根据需要调整输出不同的电压。一般来说直流稳压电源也带有稳流输出功能,即既能作为电压源,也可以作为电流源使用。有些稳压电源还同时提供两路串联工作和主从跟踪工作方式。稳压电源的电压显示表头有指针式和数字式。指针式表头指针反应迅速,指示电压直观;数字式表头直接显示电压数值,读数方便,但是需要进行数字处理,反应较慢。

2) 使用注意事项

(1) 根据所需要的电压,先进行粗调,即旋转“粗调”旋钮达到所需电压值附近,再通过“细调”旋钮调整到所需电压值。

(2) 调节电压前要断开负载,调好电压后再接入,不可带负载调节电压(做改变电压对电路影响的实验除外)。

(3) 在使用过程中,因负载短路或过载引起保护时,应首先断开负载,然后按“复原”按钮,也可重新开启电源,电压即可恢复正常工作,待排除故障后再接入负载。

(4) 每路都有红、黑两个输出端子,红端子表示“+”,黑端子表示“-”,中间有接地端,连接机壳。不要接错接线端子。

(5) 两路电压可以串联使用,绝对不允许并联使用。连接电路时要确保输出端不短路连接。

(6) 直流稳压电源有一定的输出电流限制,负载电路正常工作电流不要超过电压源的最大输出电流。

3) 常用直流稳压电源

直流稳压电源生产厂家很多,输出电压和电流范围也差别很大,价格相差很多,这里给出两款供大家认识,如图 2.11、图 2.12 所示。



图 2.11 指针式双路输出直流稳压电源



图 2.12 数显式双路输出直流稳压电源

2.2 常用电子元器件的识别

1. 电阻

电阻又名电阻器，是电路中应用最广泛的一种电子元件，在电子设备中约占元件总数的30%以上，其质量的好坏对电路工作的稳定性有很大影响，它的主要用途是稳定和调节电路中的电流和电压，其次还作为分流器和负载使用。电阻在电路中起到限流、分压等作用，电阻常用字母 R (Resistance) 表示。电阻基本单位为 Ω (欧姆)，还有 $k\Omega$ (千欧) 和 $M\Omega$ (兆欧)。

1) 常见电阻类型

- (1) 线绕电阻器：通用线绕电阻器、精密线绕电阻器、大功率线绕电阻器等。
- (2) 薄膜电阻器：碳膜电阻器、合成膜电阻器、金属膜电阻器、金属氧化膜电阻器、化学沉积膜电阻器和金属氮化膜电阻器等。
- (3) 实心电阻器：无机合成实心碳质电阻器、有机合成实心碳质电阻器等。
- (4) 敏感电阻器：压敏电阻器、热敏电阻器、气敏电阻器、光敏电阻器、湿敏电阻器等。

2) 电阻选用和注意事项

要想正确地选择和使用电阻器，就需要掌握电阻器的各种特性。电阻器的主要性能参数有额定功率、允许误差、最高工作电压等。

(1) 额定功率。电阻在电路中工作要消耗功率，如果电阻的额定功率小于在电路中的实际功率，则电阻容易迅速发热而烧坏，一般要选用额定功率是其在电路中消耗功率2倍的电阻。

(2) 允许误差。根据电路需要选取误差合适的电阻。电阻误差范围有 $\pm 10\%$ 、 $\pm 5\%$ 、 $\pm 1\%$ 、 $\pm 0.5\%$ 、 $\pm 0.1\%$ 、 $\pm 0.01\%$ 。

(3) 最高工作电压。若电压过高超过电阻的最高工作电压，电阻内部也容易被击穿而损坏。

(4) 电阻稳定性，即电阻值随外界环境变化而变化的程度。

(5) 电阻本身也有电感性 and 电容性，进行电路模型分析时，电阻固有的电感和电容不予考虑，但是在高频电路中，就要考虑固有电感和电容对电路的影响。

3) 常用电阻

常用电阻器的外形如图 2.13 所示。



图 2.13 常用电阻器

常用电阻器电路符号如图 2.14 所示。



图 2.14 常用电阻器电路符号

4) 电阻常见故障

电阻常见故障有断路、短路。

2. 电容

电容是电容元件(电容器)的简称,是由两片相距很近的金属板中间夹绝缘物质构成的,两片金属称为电容的极板,中间的物质叫做介质。电容以储存电荷为其特征,因此具有储存电场能量的功能。电容常用字母 C (Capacity)表示。电容也是电子线路中常用的电