



21世纪高职高专规划教材

(电工电子类)

电工与电子 实验实训教程



门宏主编

 机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



21世纪高职高专规划教材
(电工电子类)

电工与电子实验 实训教程

主 编 门 宏

副主编 魏素珍 马玉国 贺玲芳

参 编 门 赫 王刚权 刘燕军



机械工业出版社

21世纪高职高专规划教材之一
(电工电子类)

本书是21世纪高职高专规划教材之一。全书共分5章。第1章介绍实验基础,第2章介绍电工与电路实验,第3章介绍模拟电子技术实验,第4章介绍数字电子技术实验,第5章介绍综合技能训练。每项实验都包含实验目的、实验原理、预习要求、仪器设备、实验操作和实验报告等内容。

本书内容丰富,重点突出,特别强调应用能力和实践技能的训练,适用于高等职业技术学院相关专业作为实践性教学的教材,也可作为专业培训 and 技能测试的教材。

图书在版编目(CIP)数据

电工与电子实验实训教程/门宏主编. —北京:机械工业出版社,2007.8

21世纪高职高专规划教材. 电工电子类
ISBN 978-7-111-22156-2

I. 电… II. 门… III. ①电工技术-实验-高等学校:技术学校-教材②电子技术-实验-高等学校:技术学校-教材 IV. TM-33 TN-33

中国版本图书馆CIP数据核字(2007)第124456号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

策划编辑:余茂祚

责任编辑:余茂祚 版式设计:冉晓华 责任校对:姚培新

封面设计:饶薇 责任印制:洪汉军

北京京丰印刷厂印刷

2007年9月第1版·第1次印刷

184mm×260mm·9.5印张·248千字

0 001—4 000册

标准书号:ISBN 978-7-111-22156-2

定价:15.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

销售服务热线电话:(010)68326294

购书热线电话:(010)88379639 88379641 88379643

编辑热线电话:(010)68354423

封面防伪标均为盗版

21 世纪高职高专规划教材

编委会名单

编委会主任 王文斌

编委会副主任 (按姓氏笔画为序)

王建明	王明耀	王胜利	王寅仓	王锡铭
刘义	刘晶磷	刘锡奇	杜建根	李向东
李兴旺	李居参	李麟书	杨国祥	余党军
张建华	茆有柏	秦建华	唐汝元	谈向群
符宁平	蒋国良	薛世山	储克森	

编委会委员 (按姓氏笔画为序, 黑体字为常务编委)

王若明	田建敏	成运花	曲昭仲	朱强
刘莹	刘学应	许展	严安云	李连邨
李学锋	李选芒	李超群	杨飒	杨群祥
杨翠明	吴锐	何志祥	何宝文	余元冠
沈国良	张波	张锋	张福臣	陈月波
陈向平	陈江伟	武友德	林钢	周国良
宗序炎	赵建武	恽达明	俞庆生	晏初宏
倪依纯	徐炳亭	徐铮颖	韩学军	崔平
崔景茂	焦斌			

总策划 余茂祚

前 言

本书是21世纪高职高专规划教材之一。本教材是根据教育部有关精神,针对高职高专教育培养应用型专门人才的特点,在适度的基本理论的基础上,以培养和训练学生的专业技能、提高学生的实际操作能力为目的,结合编著者多年的实践性教学经验进行编写的。

全书共分5章。第1章介绍实验基础,包括实验的基本步骤和要求、测量的基本知识和常用的电工电子仪表等。第2章介绍电工与电路实验,包括电路元件的伏安特性、基尔霍夫定律、叠加原理和戴维宁定理、正弦交流电路、感性电路、三相电路、一阶电路和二阶电路实验等。第3章介绍模拟电子技术实验,包括晶体管放大器、负反馈放大器、差动放大器、集成运算放大器、正弦波振荡器、功率放大器和整流稳压电源电路实验等。第4章介绍数字电子技术实验,包括基本逻辑门电路、组合逻辑电路、触发器、寄存器、计数器、译码器、加法器、时序脉冲电路、多谐振荡器和定时器电路实验等。第5章介绍综合技能训练,包括直流稳压电源、模拟万用表、装饰灯控制器、倒计时定时器、数字频率计和数字显示温度计等。每项实验都包含实验目的、实验原理、预习要求、仪器设备、实验操作和实验报告等内容。

本书由镇江高等专科学校门宏主编,河北机电职业技术学院魏素珍、大连职业技术学院马玉国、北京联合大学贺玲芳为副主编,镇江高等专科学校门赫、大连职业技术学院王刚权、河北机电职业技术学院刘燕军参加编写。其中,第1章和第5章的5.3节由刘燕军编写,第2章的2.1~2.5节,2.10节和第5章的5.1节由贺玲芳编写,第2章的2.6~2.9节,2.11、2.12和第5章的5.2节由魏素珍编写,第3章的3.1~3.6节由王刚权编写,第3章的3.7~3.12节由马玉国编写,第4章的4.1~4.10节由门赫编写,第4章的4.11、4.12节和第5章的5.4~5.6节由门宏编写。全书由门宏统稿。

本书内容丰富,重点突出,特别强调应用能力和实践技能的训练,适用于高等职业院校相关专业作为实践性教学的教材,也可作为专业培训和技能测试的教材。

由于编著者水平有限,书中难免有疏漏和不妥之处,恳请广大师生和读者指正,以便在重印时予以修正。

编 著

21 世纪高职高专规划教材目录 (机、电、建筑类)

高等数学(理工科用) (第2版)	数控加工工艺及编程	数字电子技术	网络综合布线
高等数学学习指导书(理工科用)(第2版)	机电控制技术	数字逻辑电路	网络工程实训教程
计算机应用基础(第2版)	计算机辅助设计与制造	办公自动化技术	计算机图形学实用教程
应用文写作	微机原理与接口技术	现代检测技术与仪器仪表	动画设计与制作
经济法概论	机电一体化系统设计	传感器与检测技术	管理信息系统
法律基础	控制工程基础	制冷原理与设备	电工与电子实验
法律基础概论	机械设备控制技术	制冷与空调装置自动控制	专业英语(电类用)
C 语言程序设计	金属切削机床	技术	物流技术基础
工程制图(机械类用) (第2版)	机械制造工艺与夹具	电视机原理与维修	物流仓储与配送
工程制图习题集(机械类用)(第2版)	冷冲模设计及制造	自动控制原理与系统	物流管理
计算机辅助绘图——AutoCAD2005 中文版	塑料模设计及制造	电路与模拟电子技术	物流运输管理与实务
几何量精度设计与检测公差配合与测量	模具 CAD/CAM	低频电子线路	
工程力学	汽车构造(第2版)	电路分析基础	建筑制图
金属工艺学	汽车电器与电子设备	常用电子元器件	建筑制图习题集
机械设计基础	公路运输与安全	电工与电子实验实训教程	建筑力学(第2版)
工业产品造型设计	汽车检测与维修	单片机原理及接口技术案例教程	建筑材料
液压与气压传动(第2版)	汽车空调	多媒体技术及其应用	建筑工程测量
电工与电子基础	汽车营销学	操作系统	钢筋混凝土结构及砌体结构
电工电子技术(非电类专业用)	工程制图(非机械类用)	数据结构	房屋建筑学
机械制造技术	工程制图习题集(非机械类用)	软件工程	土力学及地基基础
机械制造基础	离散数学	微型计算机维护技术	建筑设备
数控技术	电路基础	汇编语言程序设计	建筑给排水
专业英语(机械类用)	单片机原理与应用	VB6.0 程序设计	建筑电气
金工实习	电力拖动与控制	VB6.0 程序设计实训教程	建筑施工
数控机床及其使用维修	可编程序控制器及其应用(欧姆龙型)	Java 程序设计	建筑工程概预算
	可编程序控制器及其应用(三菱型)	C++ 程序设计	房屋维修与预算
	工厂供电	Delphi 程序设计	建筑装修装饰材料
	微机原理与应用	计算机网络技术	建筑装修装饰构造
	模拟电子技术	网络应用技术	建筑装修装饰设计
		网络数据库技术	楼宇智能化技术
		网络操作系统	钢结构
		网络安全技术	多层框架结构
		网络营销	建筑施工组织



目 录

前言

第1章 实验基础..... 1

- 1.1 概述 1
- 1.2 实验的基本步骤和要求 1
- 1.3 测量的基本知识 4
- 1.4 常用的电工电子仪表 6

第2章 电工与电路实验..... 9

- 2.1 仪器仪表的使用 9
- 2.2 电路元件的伏安特性实验..... 11
- 2.3 基尔霍夫定律实验..... 15
- 2.4 叠加原理和戴维宁定理实验..... 16
- 2.5 正弦交流电路中 R 、 L 、 C 元件的特性实验..... 19
- 2.6 感性电路功率因数的改善实验..... 21
- 2.7 RC 电路的频率特性实验 24
- 2.8 RLC 串联谐振电路实验..... 27
- 2.9 三相正弦交流电路实验..... 30
- 2.10 二端口网络参数实验 32
- 2.11 一阶电路的响应和时间常数测试实验 36
- 2.12 二阶电路的零输入响应和零状态响应测试实验 38

第3章 模拟电子技术实验 42

- 3.1 常用仪器的使用..... 42
- 3.2 晶体管共射极单管放大器实验..... 45
- 3.3 负反馈放大器实验..... 50
- 3.4 射极跟随器实验..... 53
- 3.5 差动放大器实验..... 56

- 3.6 集成运算放大器基本电路实验..... 60

- 3.7 集成运放电压比较器实验..... 64

- 3.8 RC 正弦波振荡器实验 67

- 3.9 LC 正弦波振荡器实验 69

- 3.10 OTL 功率放大器实验 71

- 3.11 串联型晶体管直流稳压电源实验 74

- 3.12 晶闸管可控整流电路实验 79

第4章 数字电子技术实验 82

- 4.1 基本逻辑门电路实验..... 82

- 4.2 与或非门和异或门电路实验..... 86

- 4.3 组合逻辑电路实验..... 88

- 4.4 触发器电路实验..... 91

- 4.5 寄存器电路实验..... 95

- 4.6 计数器电路实验..... 98

- 4.7 译码器电路实验 101

- 4.8 加法器电路实验 105

- 4.9 时序脉冲分配器电路实验 107

- 4.10 自激多谐振荡器实验..... 109

- 4.11 555 定时器电路实验 112

- 4.12 综合电路实验..... 115

第5章 综合技能训练..... 118

- 5.1 直流稳压电源 118

- 5.2 模拟万用表 120

- 5.3 七彩循环装饰灯控制器 128

- 5.4 倒计时定时器 131

- 5.5 数字频率计 135

- 5.6 数字显示温度计 140

参考文献..... 145

第1章 实验基础

1.1 概述

电工与电子技术实验是《电工电子技术》课程教学中,进行实验和基本技能训练的实践性教学中的一个非常重要环节,是高职高专院校《电工电子技术》课程的一个重要组成部分。通过实验和实训教学,可使同学们获得必要的感性认识,并能够进一步巩固和深化理解所学的理论知识;通过基本技能训练,还可提高同学们的操作能力、观察能力、故障排除能力等,以培养和提高大家分析问题和解决实际问题的能力。

电工与电子技术实验是运用导线将电源与一些电气、电子设备和元件进行正确的连接,并用电工、电子仪器仪表进行测量的过程。其实验目的在于:

- 1) 配合课堂教学内容,验证、巩固和深化理解所学的理论知识。
- 2) 进行实验基本技能训练,使同学们能正确使用和操作常用的电工、电子仪器、仪表及设备,掌握一般的电工、电子测量技术,为今后进行科学实验打下扎实的基础,同时使自己的操作技能得到进一步的提高。
- 3) 学会处理实验数据,分析实验结果,撰写实验报告。
- 4) 培养严谨的、实事求是的科学态度和一丝不苟的工作作风,养成自觉遵守安全操作规程、安全用电和节约用电的良好习惯。

1.2 实验的基本步骤和要求

1.2.1 实验前的准备工作

- 1) 认真预习实验指导书,明确实验目的、原理和任务。
 - 2) 复习与实验有关的理论知识,设计或分析实验线路图,写出实验步骤,画出数据记录表格。
 - 3) 实验前对实验中可能产生的数据应有粗略的估计,做到实验时心中有数,避免产生错误数据,少走弯路。
 - 4) 对初次使用的仪器、仪表,要了解其工作原理、基本性能和使用方法。
- 准备工作要求在实验前1周内完成。

1.2.2 实验操作程序

良好的操作习惯和严谨、认真的工作作风是确保实验、实训顺利进行的前提,因此必须按实验操作程序进行。

- 1) 学生进入实验室后应按自己的小组座位就坐。实验应在任课老师和实验老师的指导下进行。
- 2) 实验前要对照实验内容,清点实验器材,并了解所使用仪器的使用方法。要认真听老师讲解实验规范和要求,观察老师的演示操作方法,做好笔记,避免违章操作。
- 3) 接线前要合理布局,尤其是使用的仪器、仪表、电器或电子元件和设备,以便于操

作和数据的读取。

4) 正确连接电路。

①导线的长短和两端接头的种类选择要合适。

②连接导线应尽可能少用,并力求简捷清楚,尽量避免导线间的交叉及重复接线。

③接头要紧固,每个接线柱上一般只允许安装2根导线。

④接线的原则一般应按照先接串联电路,再接并联电路;先接主电路,再接辅助电路,最后再接通电源电路的顺序进行。

⑤电路接好后,先由同组同学进行检查,再经指导教师复查后,方可通电进行实验。

5) 合理选择仪表的量程。先估计被测量的大小,选择适当的量程。对不能估计的被测量进行测量时,仪表的量程应选择到最大量程,在测量过程中再根据实际被测数据的大小选择合适的量程但必须注意,在测量过程中不要转换仪表的量程。对指针式仪表的读数,一般应在刻度尺的 $2/3$ 以上区域为合适,切记测量前必须对指针进行机械调零。

6) 正确读取实验数据。读数时视线应垂直于指针面板,并注意仪表的量程和单位,读取多少个数据应视具体情况而定。

7) 做好实验记录。记录项目包括仪器、仪表及设备的规格、型号,被测量的名称、单位及数值。

8) 注意人身及设备安全。实验中要严格按照电工电子实验安全操作规程进行操作,确保操作人员的人身安全及所使用的设备安全。

9) 做好整理工作。实验操作完毕,应将结果审查后并送交老师复查,经老师许可后方可拆除线路,并将仪器仪表及设备和工具、导线整理摆放整齐,才可离开实验室。

1.2.3 实验安全事项

由于电工电子实验有一定的潜在危险性,因此,在整个实验的过程中要严格按照《电工电子实验安全操作规程》进行操作。其操作规程规定如下:

1) 接线前必须仔细检查所用的仪器、仪表和设备的规格是否正确,在未熟悉其使用方法前不得使用。

2) 任何线路的连接和改动必须在断电的情况下进行,而且必须经过老师检查后才可接通电源,通电前必须确知所用电源电压的数值。

3) 接通电源以前必须通知在场的所有人员,确知无人接触导电部分后方可通电。

4) 接通电源后不能触及电压高于24V的带电部分,而且不可离开实验台。

5) 接通电源应用一只手操作,合闸要迅速并使开关接触紧密,同时眼睛要观察各仪表及电路的各个部分,注意有无异常现象发生,仪表读数和各元器件是否正常,如发现异状,应立即切断电源。

6) 电路通电后,应经常注意仪表的读数及电路的工作状态,如有熔体熔断,电路发生火花、异味、冒烟、响声等现象,仪器出现调节失灵、读数过大、电阻过热等异常情况时,应立即切断电源,保持现状,并报告老师,在查出产生故障的根源后,才可重新通电。

7) 在进行任何操作以前,都必须仔细考虑将要产生的后果,不得盲目操作。电路中电压、电阻的调节应仔细、缓慢地进行,不可突然改变。

8) 使用金属外壳的仪器、设备时,应将外壳妥善接地,电容器用毕,拆除后应立即放电。

9) 取用仪器、仪表要轻拿轻放, 以免损坏。在使用仪器、仪表测量或调试过程中不得随意扳动开关和旋钮, 以免损坏仪器。

10) 仪器或仪表使用完毕, 要将各种旋钮恢复原位或零位, 电源开关要关掉。

11) 元件上机焊接前, 必须经检查其是否合格, 然后再刮腿、上锡、整形、最后上机焊接, 不得超越程序。

12) 一般元件的焊接应选择 20 ~ 25W 的电烙铁, 不要太大, 也不要太小, 以免损坏元件和造成虚焊或假焊。

13) 电烙铁使用前, 要检查是否漏电, 以免发生事故。

14) 焊接时要用镊子夹住元件的腿, 帮助散热, 焊接时间不要过长, 以免烧坏元件。焊点要匀, 表面光滑明亮, 不得有虚焊或假焊现象。

15) 电烙铁不用时要放在烙铁架上, 不能随意摆放, 以免烧坏实验台和其他物品。

16) 实验完毕后, 将烙铁拔下, 等放凉后再收起。

17) 与本次实验无关的其他开关、设备、仪表等不得乱动, 未经允许不得靠近电源总控制柜或进入电源室。

18) 下课后, 同学们要及时填写本次实验情况记录, 并由任课老师和实验老师检查验收后方可下课离开。

1.2.4 实验报告要求

实验报告是对整个实验过程的总结, 是把实验情况和结果用文字的形式表达出来, 因此, 实验报告应包括下列内容:

- 1) 实验名称、编写者姓名、班级、组别及实验日期。
- 2) 实验目的和要求。
- 3) 使用的仪表和设备, 包括规格、型号、数量及编号。
- 4) 实验电路图。
- 5) 实验中记录的数据。
- 6) 实验计算结果及绘制曲线。
- 7) 分析与讨论。

拟写实验报告能达到培养综合分析能力的目的, 为此, 在拟写实验报告时必须做到以下几点:

1) 独立完成。实验报告是对实验的总结, 必须实事求是的独立完成。教材所介绍的实验内容、电路图、仪器设备仅是指导性的, 不能一一照抄, 而应根据实际实验情况进行编写。

2) 数据处理。实验记录的数据应重新整理, 并填写在实验报告的数据表中。要求计算的数据, 要写出计算公式和过程, 但同类型的计算不必重复写出公式和过程, 写出结果即可。

3) 曲线的描绘。绘制曲线一般是采用平面直角坐标系, 坐标轴应标出所表示的物理量名称、单位和数值。曲线的图幅以能表达数据的末位数字为宜, 曲线上与数据对应的各点应以“·”或“×”号标出, 位置要准确。所绘曲线不必通过所有测试点, 可将各点分布在曲线两旁, 曲线要画得平滑, 不能画成折线。

对于若干条有关的曲线, 可画在同一坐标系内, 以便于分析比较, 且每条曲线旁都应注

明标题和条件。

4) 分析与讨论。讨论是带有分析总结性的, 因此, 要从以下几方面考虑:

①回答指导书中的讨论题或老师给定的思考题。

②分析实验误差。

③对实验中遇到的意外情况或实验结果中出现的特殊情况, 应说明原因并提出解决的办法。

④根据实验结果谈体会, 并对实验提出改进意见。

1.3 测量的基本知识

1.3.1 电流的测量

测量电路中的电流值, 要按被测电流的种类及量值大小来选择合适量程的交流电流表或直流电流表, 并将电流表串联在被测电路中, 以使被测电流通过电流表如图 1-1 所示。

由于电流表内阻很小, 切不可将电流表并联在电路中, 以免烧坏电流表。使用直流电流表时, 接线要注意极性, 应使被测电流由电流表的正极流向负极, 否则, 指针反向偏转将无法读数, 甚至将指针打弯, 电流表损坏。

为测量方便, 可配合电流测量插口和插头使用, 插口两极是由弹性铜片制成, 平时两极是闭合的。测量插头是由相互绝缘的双面敷铜板制成, 焊接在两面的 2 根引线接至电流表。当将电流插头插入插口时, 插头的绝缘层将插口两极切断, 而将电流表接入; 当将插头拔出时, 两极又自动闭合。测量原理如图 1-2 所示。

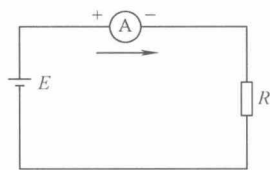


图 1-1 电流的测量

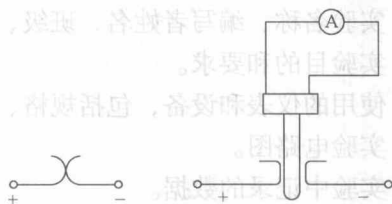


图 1-2 测量原理

使用时将各插口分别串接入被测量电路, 将插头两端引线接至电流表两端, 需要测量时, 只要将插头分别插入各电路插口, 即可测出各电路中的电流。

1.3.2 电压的测量

测量电路电压时, 可根据被测电压的性质和高低选择合适的电压表, 测量时要将电压表并联到被测电路两端, 如图 1-3 所示。

电压表本身内阻很大, 不可将电压表串入某一支路, 以免影响整个电路的正常工作。测量直流电压时, 还应注意电压表的极性, 将正极接被测电压的高电位端, 负极接被测电压的低电位端。

1.3.3 功率的测量

测量负载消耗功率的功率表一般是电动式的, 它既可测量直流功率, 也可用来测量交流有功功率。直流电路中负载消耗的功率, 可用测量负载的电流和电压的乘积求得, 而交流电路的功率

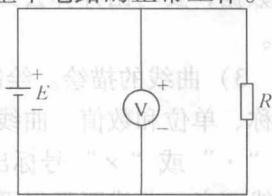


图 1-3 电压的测量

一般要用功率表进行测量。

使用功率表应根据表上所注明的电压电流量程,将电流线圈(固定线圈)串联在被测电路中,电压线圈(可动线圈)并联在被测电路两端。为了减少测量误差,根据被测负载阻抗的大小,采用不同的接线方法,如图1-4所示。图1-4a适用于负载阻抗较大的测量,图1-4b适用于负载阻抗较小的测量。

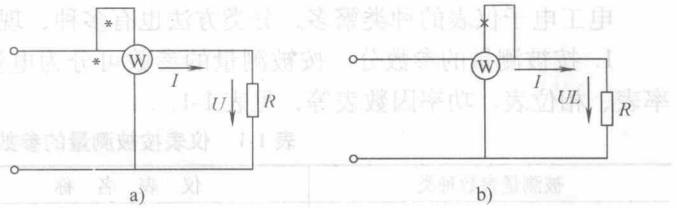


图 1-4 功率的测量

功率表一般有两个电流量限,两个或多个电压量限,以适应测量不同负载功率的需要,表内有两个完全相同的电流线圈,其接线端钮分别引出到表面上,可通过金属片将两个电流线圈串联或并联使用,如图1-5所示。并联接法时的电流量限是串联时的2倍。

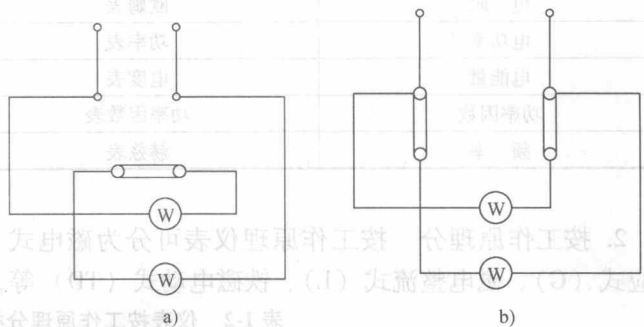


图 1-5 功率表电流线圈接法
a) 串联接法 b) 并联接法

电压线圈通过串联不同的附加电阻以扩大电压量限,如图1-6所示。

图1-4中的“*”端子称为发电机端,接线时一般应将电流线圈和电压线圈的发电机端接在电路的同一极性上。

由于功率表是多量限的,所以它的标度尺上只标有分格数,在选用不同的电流和电压量限时,每一分格代表的功率数值是不同的,在读数时要注意实际值与指示值的换算关系。若以C(W/格)表示功率表常数,则有

$$C = \frac{U_m I_m}{N_m} \quad (1-1)$$

式中 U_m ——电压线圈的量限值;
 I_m ——电流线圈的量限值;
 N_m ——功率表满刻度格数。

则被测功率的数值为

$$P = CN \quad (1-2)$$

式中 N ——功率表指示格数。

在被测负载的功率因数很低时,应选用低功率因数的功率表进行测量,低功率因数功率表的使用方法与普通功率表相同,只是其功率常数变为

$$C = \frac{U_m I_m \cos\varphi_m}{N_m} \quad (1-3)$$

式中 $\cos\varphi_m$ ——仪表在满刻度时的额定功率因数,此值一般标注在表盘上。

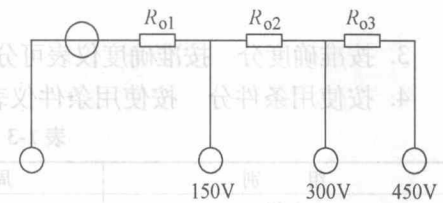


图 1-6 功率表扩大电压量限方法

1.4 常用的电工电子仪表

1.4.1 常用的电工电子仪表的主要分类方法

电工电子仪表的种类繁多,分类方法也有多种,现将几种主要分类方法介绍如下:

1. 按被测量的参数分 按被测量的参数可分为电流表、电压表、欧姆表、功率表、频率表、相位表、功率因数表等,见表 1-1。

表 1-1 仪表按被测量的参数分类表

被测量参数种类	仪表名称	符号
电 流	安培表、毫安表、微安表	A、mA、 μ A
电 压	伏特表、毫伏表	V、mV
电 阻	欧姆表	Ω
电功率	功率表	W
电能量	电度表	Wh
功率因数	功率因数表	$\cos\phi$
频 率	赫兹表	Hz

2. 按工作原理分 按工作原理仪表可分为磁电式 (C)、电磁式 (T)、电动式 (D)、感应式 (G)、磁电整流式 (L)、铁磁电动式 (TD) 等,见表 1-2。

表 1-2 仪表按工作原理分类表

仪表工作原理类型	符 号	测量参数
磁电式	C	直流电压、电流、电阻
电磁式	T	直流及工频交流电压、电流
电动式	D	直流及交流电压、电流、功率、功率因数
磁电整流式	L	工频或较高频正弦电压、电流
铁磁电动式	TD	工频电压、电流、功率
感应式	G	交流电能

3. 按准确度分 按准确度仪表可分为 0.1、0.2、0.5、1.0、1.5、2.5、5.0 等 7 个等级。

4. 按使用条件分 按使用条件仪表可分为 A、B、C 3 组,见表 1-3。

表 1-3 仪表按使用条件分类表

组 别	周 围 气 温/ $^{\circ}$ C	相 对 湿 度 (%)
A 组	0 ~ 40	< 85
B 组	-20 ~ 50	< 85
C 组	-40 ~ 60	< 98

5. 按放置位置分 按放置位置仪表可分为水平、垂直、一定倾斜角等,见表 1-4。

表 1-4 仪表按放置位置分类表

放 置 位 置	符 号	意 义
水 平	—、 \rightarrow	水平放置使用
垂 直	\perp 、 \uparrow	垂直放置使用
一定倾斜角	$\angle 30^{\circ}$ 、 $\angle 45^{\circ}$ 、 $\angle 60^{\circ}$	按一定倾斜角放置使用

6. 按防御外磁、电场的的能力分 按防御外磁、电场能力仪表可分为 I、II、III、IV 4 个等级, 它表示仪表防御外磁、电场的的能力依次减弱, 一般实验室用的仪表都是 II、III 级的。

7. 按使用方式分 按使用方式仪表可分为开关板式和便携式两种。

为使用方便, 通常将仪表的各种分类方法和使用条件以特定标记符号标注在仪表的刻度盘上, 使用仪表时, 必须首先观察表面的各种标记符号, 以确定该仪表是否符合测量需求。仪表上的一些特殊符号及其含义可查阅有关的《电工手册》。

1.4.2 电工仪表的型号

1. 开关板式仪表 开关板式仪表的型号如图 1-7 所示。图 1-7 中形状第 1 位代号 (数字) 是按仪表面板形状最大尺寸编制, 形状第 2 位代号是按仪表外壳尺寸编制, 系列代号是按仪表工作原理系列编制。例如: 44C2—A 型电表, 其中“44”为形状代号, “C”表示磁电系仪表, “2”为设计序号, “A”表示用于电流测量。

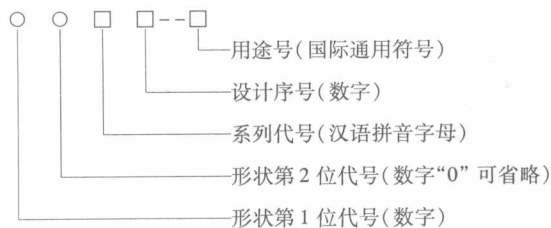


图 1-7 开关板式仪表的型号

2. 便携式仪表 便携式仪表的型号除不用形状代号外, 其他与开关板式仪表完全相同。

1.4.3 电工仪表的准确度等级

准确度等级反映了电工仪表的准确程度, 目前我国电工仪表按国家标准规定分为 7 个等级, 等级的划分是由仪表的最大引用误差大小决定, 即

$$\beta H = \frac{\Delta m}{A_m} \times 100\% \quad (1-4)$$

式中 βH ——仪表的最大引用误差;

Δm ——仪表的最大绝对误差;

A_m ——仪表的量程。

通常 0.1 和 0.2 级仪表常作为标准仪表使用, 0.5 ~ 1.5 级仪表作为实验室用表, 1.5 ~ 5.0 级作为生产过程的指示仪表。

一般来说, 等级高的仪表 (0.1 级、0.2 级) 比等级低的仪表 (2.5 级、5.0 级) 测量结果更准确, 但是量程的选择对测量结果的准确程度也有很大影响。使用仪表时, 选择其量程要使测量越接近满刻度越好, 一般应使指针偏转超过满刻度值的一半。

例 有两只 0.1 级的电流表, 量程分别为 100A 和 50A, 现用来测量 $I = 40A$ 的电流, 分别求测量结果的最大相对误差。

解 1) 用量程为 100A 电流表测量时:

$$\Delta m_1 = \beta H \times A_{m1} = \pm 1\% \times 100A = \pm 1A$$

故用此表测量 40A 电流时最大相对误差为

$$\beta_1 = \frac{\Delta m_1}{I} = \frac{\pm 1}{40} = \pm 2.5\%$$

第2章 电工与电路实验

2.1 仪器仪表的使用

2.1.1 实验目的

- 1) 学习并掌握常用的电子仪器仪表的性能及其使用方法。
- 2) 学习并掌握直流电压、交流电压和电阻的基本测量方法。
- 3) 培养初步的实验技能,包括数据的读取和处理,如何正确选择仪器仪表。

2.1.2 实验原理

万用表主要用于测量电压、电流和电阻。毫伏表主要用于测量微弱交流电压信号。示波器主要用于测量正弦或非正弦信号的幅度、频率和相位。直流稳压电源主要用于为电子电路输送电能或直流信号。信号发生器主要用于向电子电路提供正弦、三角波,矩形波信号或脉冲波。这些都是电子技术实验中不可缺少的仪器设备。这些设备在使用时需注意下面几点:

- 1) 科学选择量程,避免被测量值超过量程。
- 2) 稳压电源的输出应由小到大逐渐增加。
- 3) 模拟万用表在测量电阻前应先调零,用完后应将旋钮置于电压最大档,不得放置在电阻档。数字万用表用完后应及时关闭电源。
- 4) 切忌用万用表的电流档去测量电压。
- 5) 电子管示波器在使用前应预热 2~3min。
- 6) 毫伏表使用完毕后,应置最大量程档,输入、输出探头应对夹,作置零处理。

2.1.3 预习要求

- 1) 阅读课程教材中相关仪器仪表的工作原理及使用说明,了解仪器的使用方法和注意事项。
- 2) 列出原始记录表格。

2.1.4 仪器设备

仪器设备包括万用表、直流稳压电源、信号发生器、毫伏表和示波器。

2.1.5 实验内容

1. 万用表和毫伏表的使用

(1) 测量直流电压:由直流稳压电源给出多个被测电压,用万用表的直流电压档测试。将测量结果记入表 2-1。

表 2-1 直流电压测量记录

直流稳压电源上的电压表		1V	1.5V	5V	7.5V	15V	25V
模拟万用表	量程						
	直读格数						
	实测结果						

(续)

直流稳压电源上的电压表		1V	1.5V	5V	7.5V	15V	25V
数字万用表	量程						
	实测结果						

(2) 测量交流电压：由信号发生器输出交流正弦电压信号，用万用表交流电压档测量信号电压，并用毫伏表校验。比较两种仪表的测量结果记入表 2-2。

表 2-2 交流电压测量记录

信号发生器		5mV/50Hz	5mV/500Hz	5mV/50kHz	5V/50Hz	5V/500Hz	5V/50kHz
模拟万用表	量程						
	直读格数						
	实测结果						
数字万用表	量程						
	实测结果						
毫伏表	量程						
	直读格数						
	实测结果						

(3) 测量电阻：用万用表测量电阻时，应先选好量程后，并调零再测试。将结果记入下表 2-3。

表 2-3 电阻测量记录

被测电阻		47Ω	300Ω	1.2kΩ	15kΩ	30kΩ
模拟万用表	量程					
	直读格数					
	实测结果					
数字万用表	量程					
	实测结果					

2. 示波器的使用

(1) 示波器的检查与调节

- 1) 熟悉示波器面板上各旋钮的名称及其功能，掌握正确使用时各旋钮应处的位置。
- 2) 接通电源，预热后检查示波器的辉度、聚位移等旋钮的作用是否正常。
- 3) 将示波器内部的校准信号送入 Y 轴输入端，调节 Y 轴偏转灵敏度 (V/div) 和 X 轴扫描时间 (t/div) 等相关旋钮，使荧光屏上显示出稳定波形，画出波形并记录波形的幅度和周期。

(2) 测量直流电压：由直流稳压电源给出被测电压。测试结果记入下表 2-4。