

◀ 机电类专业“十一五”规划教材 ▶

电工电子技术实验与实训

主编 侯守军



国防工业出版社

National Defense Industry Press

机电类专业“十一五”规划教材

电工电子技术实验与实训

主编 侯守军

副主编 张道平 满宪金 沈领娟 朱必武

图例(CIP)目录在书后

中国：北京——主编：侯守军、副主编：张道平、满宪金、沈领娟、朱必武
出版：2009.3
ISBN 978-7-118-06199-9

1. 电工... 2. 电子... 3. 实验... 4. 实训...
5. 教材... 6. 高等... 7. 工科... 8. 电气... 9. 电子... 10. 信息... 11. 计算机... 12. 通信... 13. 自动化... 14. 测控... 15. 仪器仪表... 16. 工业... 17. 农业... 18. 林业... 19. 牧业... 20. 渔业... 21. 医药... 22. 军事... 23. 公安... 24. 司法... 25. 教育... 26. 文化... 27. 艺术... 28. 体育... 29. 卫生... 30. 其他...

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第009619号

国防工业出版社

(北京市西城区德胜门内大街2号 邮编100048)

国防工业出版社

地址：北京市德胜门内大街2号

787×1092 1/16 印张10.25 字数231千字

2009年5月第1版第1次印刷 印数1—4000册 定价30.00元

国防工业出版社

地址：北京市德胜门内大街2号 邮编100048
电话：(010) 68411232 传真：(010) 68411232
网址：http://www.gdpress.com.cn

内 容 简 介

本教材为电工电子基础技能训练教学用书,涵盖了电工电子类中级工所必需的基本专业理论和实践操作技能。主要内容包括:电工电子技术实验与实训的基本知识、电工电子实验、电工电子基础及综合实训等,共4章27个课题,因此便于各个不同专业选用。

本书可作为高职、中职、技校、职高类学校电类和近电类专业的实训教材,也可作为相关专业工程技术人员的培训教材及中等职业学校电类和近电类实训教师的技术参考书。

图书在版编目(CIP)数据

电工电子技术实验与实训/侯守军主编. —北京:国防工业出版社,2009.2

机电类专业“十一五”规划教材

ISBN 978-7-118-06166-6

I. 电... II. 侯... III. ①电工技术—高等学校:技术学校—教材②电子技术—高等学校:技术学校—教材
IV. TMTN

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 009619 号

※

国防工业出版社 出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路23号 邮政编码 100048)

腾飞印务有限公司印刷

新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 印张 10 1/4 字数 231 千字

2009年2月第1版第1次印刷 印数 1—4000 册 定价 20.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店: (010)68428422

发行邮购: (010)68414474

发行传真: (010)68411535

发行业务: (010)68472764

《电工电子技术实验与实训》

编委会名单

主 编 侯守军

副主编 张道平 满宪金 沈领娟 朱必武

编 委 侯守军 张道平 满宪金 沈领娟

朱必武 曹明才 徐建军 杨春燕

安光辉 刘伦富 朱 伟 孟国前

袁继安 朱 丽 秦 静 苗英恺

孔三喜

前言

本书是职业教育电类和近电类专业规划教材之一。全书在取材和组稿上本着以提高学生职业能力为目标,重视实践能力的培养,突出职业技术教育特色,为学生的职业生涯打下了坚实的基础。

电工电子技术实验与实训是一门操作性很强的实训课程,它是专业知识和技术应用与创新能力的结合。电工电子实验的目的就是让学生理解和掌握所学的电学方面的基本知识,而实训部分则要求学生熟悉各种常用电气设备和电子器件的组装和调试方法,掌握常用工具和仪器设备的使用,且通过由浅入深地学习和训练,使学生能够独立分析和解决在学习过程中出现的一些问题。

为适应现代职业教育的特点和规律,教材体现了以下特点:

(1) 立足技能训练,培养学生的职业能力和创新能力,提高职业素养,为企业生产一线服务。

(2) 针对现代职业学校学生的实际情况,合理确定教材内容的难度和深度,以生产中“实用技术”为主,培养学生在生产中灵活应用专业知识解决实际问题的能力。

(3) 教材采用专业理论知识与技能训练一体化的模式,有利于采用直观性教学,符合中职学生的认识规律,因此易于激发学生的学习兴趣,从而提高课堂教学效果。

(4) 教材的每一章节都提出了实验或实训的目标和任务,以及相关要求,因此有利于教师把握教学要求,也有利于学生的学习。

本书由侯守军任主编,张道平、满宪金、沈领娟、朱必武任副主编。参加本书编写的有侯守军、张道平、满宪金、沈领娟、朱必武、曹明才、徐建军、杨春燕、朱丽、袁继安、刘伦富、朱伟、孟国前、安光辉、秦静、苗英恺、孔三喜。在本书的编写过程中,得到了湖北信息工程大学、湖北荆门机电工程学校、山东枣庄科技职业技术学院、河北望都职教中心、河北安国职教中心等学校的大力支持,在此一并表示衷心的感谢。

本书编者水平有限,书中的错误和缺点在所难免,热忱欢迎广大读者对本书提出批评与建议。

编者

目 录

第1章 电工电子实验与实训基本知识	1
1.1 电工电子测量的基本知识	1
1.2 电工电子实验设备仪器及使用	3
1.3 电工电子实验的目的、要求和方法	13
1.4 电工电子实训的目的、要求和方法	15
1.5 安全用电	16
第2章 电工电子实验	21
2.1 直流电路实验	21
【实验1】 直流电路的认识	21
【实验2】 叠加原理、戴维南定理实验	22
2.2 正弦交流电路实验	25
【实验1】 日光灯电路和功率因数的提高	25
【实验2】 三相交流电路电压、电流的研究实验	26
【实验3】 变压器参数测定及绕组极性判别	28
2.3 电机与控制技术实验	31
【实验1】 三相异步电动机点动、连续运转控制电路实验	31
【实验2】 三相异步电动机正、反转控制实验	33
2.4 模拟电子技术实验	34
【实验1】 AS2294D 型电子毫伏表的使用及测量应用	34
【实验2】 AS1033 型低频信号发生器的使用及测量应用	37
【实验3】 ST-16 示波器使用方法及测量应用	38
【实验4】 单管共发射极放大电路的实验应用	41
【实验5】 集成运算放大器的线性应用	42
2.5 数字电子实验	44
【实验1】 组合逻辑门电路的功能测试	44
【实验2】 编码器、译码器及数码显示电路、集成触发器的功能测试	45
【实验3】 计数器及其应用	49
【实验4】 移位寄存器及其应用	50
【实验5】 555 定时器及其应用	52
【实验6】 A/D 和 D/A 转换电路	54

第3章 电工电子技术实训	56
3.1 电工基础技能实训	56
【实训1】 常用电工及电工辅助工具的使用	56
【实训2】 导线的连接及绝缘恢复	64
【实训3】 配电箱组装与调试	74
3.2 电子技术基础技能实训	77
【实训1】 手工焊接工艺	77
【实训2】 常用电子元器件的识别和检测	88
【实训3】 小型电子线路安装与调试	102
3.3 EDA 仿真技术	106
【实训】 Multisim2001 仿真	106
第4章 电工电子技术综合实训	118
4.1 电工综合实训	118
【实训】 单相异步电动机的拆装与常见故障的排除	118
4.2 电子技术综合实训	122
【实训】 六管超外差收音机的组装与调试	122
参考文献	156

第1章 电工电子实验与实训基本知识

学习目标:明确实验及实训的目的和意义,了解一般实验实训的方法,会进行一般的电工电子测量;学习安全用电知识,懂得安全用电常识,并会安全急救方法。

1.1 电工电子测量的基本知识

1. 电工电子测量概念及内容

测量是人们借助于专门的设备,依据一定的理论,通过实验的方法将被测量与已知同类标准量进行比较而取得测量结果的过程。测量的目的就是取得用数值和单位共同表示的被测量的结果,被测量的结果必须是带有单位的有理数,例如,某测量结果为9.3V是正确的,而测得的结果为9.3就是错误的。

电工电子测量是指把被测的电量或磁量及电子电路参数,直接或间接地与作为测量单位的同类物理量(或者可以推算出被测量的异类物理量)进行比较的过程。测量的内容主要有:

- (1) 能量的测量。它是对电流、电压、功率、电场强度等参量的测量。
- (2) 电路参数的测量。它是对电阻、电感、电容、阻抗、品质因数、损耗率等参量的测量。
- (3) 信号特性的测量。信号特性的测量指的是对频率、周期、时间、相位、调制系数、失真度等参量的测量。

(4) 电子设备性能的测量。电子设备性能的测量指的是对通频带、选择性、放大倍数、衰减量、灵敏度、信噪比等参量的测量。

(5) 特性曲线的测量。特性曲线的测量是指对幅频特性、相频特性、器件特性等特性曲线的测量。

(6) 磁物理量的测量。如磁场以及物质在磁场磁化下的各种磁特性,例如,磁场强度、磁通、磁感应强度、磁势、磁导率、磁滞和涡流损耗等的测量。

上述各种参量中,频率、时间、电压、相位、阻抗等是基本参量,其他为派生参量,基本参量的测量是派生参量测量的基础。

常用的测量仪表有:万用表、电桥、兆欧表、Q表、钳形电流表、电度表和功率表、频率表和相位表、示波器、信号发生器、晶体管特性图示仪等。

2. 电工电子测量的方法

测量结果可以通过不同的测量方法来取得。电工电子测量的方法有很多种,例如,直接测量、间接测量和组合测量等。

(1) 直接测量。直接测量是指借助于测量仪器等设备可以直接获得测量结果的测量方法。例如,用电压表测电压等。

(2) 间接测量。间接测量是指对几个与被测量有确定函数关系的物理量进行直接测量,然后通过公式计算或查表等求出被测量的测量。伏安法测量电阻 R 的方法即属于间接测量法,它是先测出流过电阻的电流 I 及电阻两端的电压 V 后,再利用公式来测量电阻值 R 。

(3) 组合测量。组合测量是建立在直接测量和间接测量基础上的测量方法。因为其无法通过直接测量或间接测量得出被测量的结果,所以需要改变测量条件进行多次测量,然后按被测量与有关未知量间的函数关系组成联立方程组,求解方程组得出有关未知量,最后将未知量代入函数式而得出测量结果。测量时应对被测量的物理特性、测量允许时间、测量精度要求以及经费情况等方面进行综合考虑,结合现有的仪器、设备条件,择优选取合适的测量方法。

(4) 比较测量。比较法是指被测量与已知的同类度量器在比较器上进行比较,从而求得被测量的一种方法。这种方法用于高准确度的测量。

3. 电工电子测量误差

测量的目的是得到被测量的真实结果,即真值,但由于人们对客观规律认识的局限性,不可能得到被测量的真值。测量值与被测量真值之间的差异称为测量误差。测量误差的表示方法有三种:绝对误差、相对误差和容许误差。

1) 绝对误差

测量所得的测量值 x 与真值 A_0 之差称为绝对误差,用 Δx 表示,即

$$\Delta x = x - A_0$$

式中: x 称为被测量的给出值、示值或测量值,习惯上统称为示值; A_0 称为被测量的真值。注意,示值和仪器的读数是有区别的,读数是从仪器刻度盘、显示器等读数装置上直接读到的数字,而示值则是由仪器刻度盘、显示器上的读数经换算而成的。真值 A_0 是一个理想的概念,实际上是不可能得到的,通常用高一标准仪器或计量器具所测得的测量值 A 来代替, A 称为被测量的实际值。

绝对误差的计算式为

$$\Delta x = x - A$$

绝对误差的正负号表示测量值偏离实际值的方向,即偏大或偏小。绝对误差的大小则反映出测量值偏离实际值的程度。

2) 相对误差

虽然绝对误差可以说明测量结果偏离实际值的情况,但不能确切反映测量结果偏离真实值的程度,为了克服绝对误差的这一不足,通常采用相对误差的形式来表示。

相对误差包括实际相对误差、示值相对误差和满度相对误差。

(1) 实际相对误差。绝对误差 Δx 与实际值 A 之比,称为实际相对误差。

(2) 示值相对误差。绝对误差 Δx 与测量值 x 之比,称为示值相对误差。

(3) 满度相对误差。绝对误差 Δx 与仪器满度值 x_m 之比,称为满度相对误差或引用相对误差。它是为了计算和划分电工仪表的准确度等级而引入的相对误差。

指针式电工仪表的准确度等级通常分为 0.1、0.2、0.5、1.0、1.5、2.5、5.0 共七级,分别表示仪表满度相对误差所不超过的百分比。例如,某型万用表面板上的“~5.0”,表示

该型万用表测量交流量时的满度相对误差为 $\pm 5.0\%$,而在无标准仪表比对的情况下,是不可能确定测量值偏离方向的,所以应带有“ $\pm$ ”号。

对于同一仪表,所选量程不同,可能产生的最大绝对误差也不同。而当仪表准确度等级选定后,测量值越接近满度值时,测量相对误差越小,测量越准确。因此,一般情况下,应尽量使指针处在仪表满刻度值的 $\frac{2}{3}$ 以上区域,但该结论只适用于正向线性刻度一般电工仪表。对于万用表电阻挡等这样的非线性刻度电工仪表,应尽量使指针处于满度值的 $1/2$ 左右的区域。

3) 容许误差

一般情况下,线性刻度电工仪表的指示装置对它的测量结果影响比较大,但因其指示装置构造的特殊性,使得无论测量值是多大,产生的误差总是比较均匀的,所以线性刻度电工仪表的准确度通常用满度相对误差来表示。而对于结构较复杂的电子测量仪器来说,由某一部分产生极小的误差,就有可能由于累积或放大等原因而产生很大的误差,因此不能用满度相对误差,而应用容许误差来表示它的准确度等级。

容许误差又称为极限误差,是人为规定的某类仪器测量时不能超过的测量误差的极限值。可以用绝对误差、相对误差或二者的结合来表示。例如,某一数字电压表基本量程的误差为 $\pm 0.006\%$ (读数值) $\pm 0.0003\text{V}$,它是用绝对误差和相对误差的结合来表示的。

4. 测量误差的来源

产生测量误差的原因是多方面的,主要来源包括。

(1) 仪器误差:仪器误差是由于仪器本身及其附件的电气和机械性能不完善而引起的误差。例如,由于仪器零点漂移、刻度非线性等引起的误差。

(2) 使用误差:使用误差又称为操作误差,是由于安装、调节、使用不当等原因引起的误差。例如,测量时由于阻抗不匹配等原因引起的误差。

(3) 人身误差:人身误差是由于人为原因而引起的误差。例如,读错数据等。

(4) 环境误差:环境误差又称为影响误差,是由于仪器受到外界的温度、湿度、气压、震动等影响所产生的误差。例如,数字电压表技术指标中常单独给出的温度影响误差。

(5) 方法误差:方法误差又称为理论误差,是由于测量时使用的方法不完善、所依据的理论不严格等原因引起的误差。

5. 减小实验误差

为了获得比较准确的测量结果,在测量过程中要注意以下事项:

- (1) 合理设计实验方法和测量方法。
- (2) 尽量选用精度高的仪器仪表及电路元器件。
- (3) 测量中要认真观察和读数、记载。
- (4) 对测量结果仔细分析和取舍,必要的时候要多次测量取其平均值。

1.2 电工电子实验设备仪器及使用

1. 电工电子实验台

现阶段可供职业学校学生基础实验的设备,大多采用成套多功能实验桌(台),因此

使用起来简单方便,功能齐全,基本上可以完成绝大多数的课本实验内容。

实验室常见的通用电工电子实验室成套设备如图 1-2-1 所示。该套设备可以进行电类专业的电工及电子课程的所有基础实验,借用它也可以进行相关的技能培养和训练。

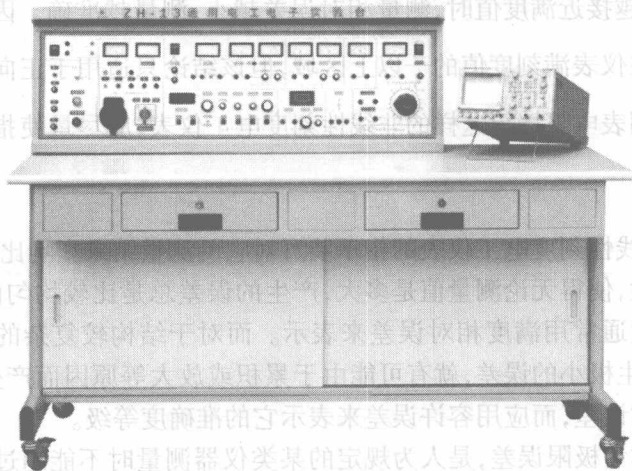


图 1-2-1 通用电工电子实验台

该设备由实验线路板和元器件插座组成,实验线路板设计在实验台的桌面上,元器件在桌子下面的柜子里(由实验教师具体提供),实验所需的各种电源和信号可以直接由实验台上选择引出得到。

实验线路板由四个一组相互导电的插孔组成,组与组间用元器件插座或电线插座可以连接起来。元器件插座是由元器件(或导线)、元器件符号、导电插销组成。

实验信号和电源用专用导线从学生实验台引到实验线路板上。

1) 电源控制及各种信号取用

(1) 学生实验台上的电源由讲台上教师总控制,教师开启电源后,学生台的左边总电源指示灯显示。学生台上空气开关控制该台电源,要打开时应先按下右上的黑色按钮再向上扳动把柄,把柄向下或按下右下的黑色按钮电源断开。学生台的电源由三相四线制引入,每相有熔丝保护。

(2) 学生实验台上有 A、B、C、D、E、F、G 组电源,分别取出不同类型、不同大小的电源,其中:

A 组电源:三相四线制电源,有 U、V、W、N 及地五个插孔,下面还有一换相开关可以实现换相,也可以从插座取用。

B 组电源:输出交流 3V ~ 24V、1.5A 低压,由红黑两插孔取用,可以调节选择,上有指示表显示。

C 组电源:直流稳压 1.25V ~ 24V、1.5A,由红黑两插孔取用,可以调节(粗调和细调)选择,上有指示表显示。

D 组电源:直流稳压 1.25V ~ 24V、0.5A,由红黑两插孔取用,可以调节(粗调和细调)选择,上有指示表显示。

E 组电源:直流稳压 5V,由红黑两插孔取用。

F 组电源:单相交流调压电源,0V ~ 240V 可调。

G 组电源:单相交流 2A 输出,带开关控制。

以上电源中,B、C、D、E 各组还受开关 S_1 控制,F、G 各组受开关 S_2 控制。

(3) 实验台还可以输出各种常用函数波形和单次脉冲。

(4) 实验台还配有音频输入插孔,可以调节输入信号在扬声器中的音量大小。

2) 电路组装方法

根据要连接的电路图,选择所需的元器件插座,按照其在原理图的位置情况进行布置,将元器件插在桌面上的电路板上,如图 1-2-2 所示。注意:元器件在电路板上要垂直插拔;先插大面积的元器件插座,再插小面积的;元器件之间的导线可以根据实际情况用几根加长;插座要牢固,拼好后要对照电原理图检查一遍,经教师确认后才能通电实验,更换元器件或改变电路时要先关断电源。

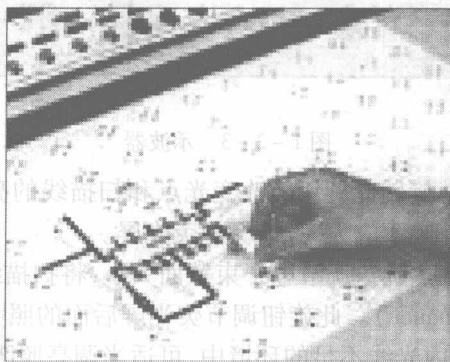


图 1-2-2 实验台电路的组装方法

2. 示波器及使用

示波器是利用电子示波管的特性,将人眼无法直接观测的交变信号转换成图像,显示在荧光屏上,以便测量的电子测量仪器。它是观察数字电路实验现象、分析实验中的问题、测量实验结果必不可少的重要仪器。示波器由示波管和电源系统、同步系统、X 轴偏转系统、Y 轴偏转系统、延迟扫描系统、标准信号源组成。

示波器种类、型号很多,功能也不同。常见示波器如图 1-2-3 所示。数字电路实验中使用较多的是 20MHz 或者 40MHz 的双踪示波器,这些示波器用法大同小异。

这里介绍示波器在数字电路实验中的常用功能。

1) 荧光屏

荧光屏是示波管的显示部分。屏上水平方向和垂直方向各有多条刻度线,指示出信号波形的电压和时间之间的关系。水平方向指示时间,垂直方向指示电压。水平方向分为 10 格,垂直方向分为 8 格,每格又分为 5 份。垂直方向标有 0%、10%、90%、100% 等标志,水平方向标有 10%、90% 标志,供测直流电平、交流信号幅度、延迟时间等参数使用。根据被测信号在屏幕上占的格数乘以适当的比例常数(V/DIV , $TIME/DIV$)能得出电压值与时间值。

2) 示波管和电源系统

(1) 电源(Power)。示波器主电源开关。当此开关按下时,电源指示灯亮,表示电源接通。

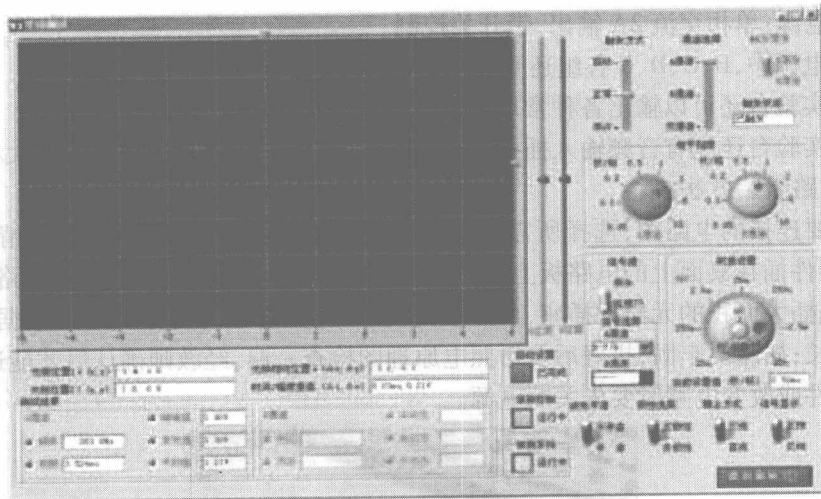


图 1-2-3 示波器

(2) 辉度 (Intensity)。旋转此旋钮能改变光点和扫描线的亮度。观察低频信号时可小些,高频信号时大些。一般不应太亮,以保护荧光屏。

(3) 聚焦 (Focus)。聚焦旋钮调节电子束截面大小,将扫描线聚焦成最清晰状态。

(4) 标尺亮度 (Illuminance)。此旋钮调节荧光屏后面的照明灯亮度。正常室内光线下,照明灯暗一些好,而室内光线不足的环境中,可适当调亮照明灯。

3) 垂直偏转因数和水平偏转因数

(1) 垂直偏转因数选择 (VOLTS/DIV) 和微调。在单位输入信号作用下,光点在屏幕上偏移的距离称为偏移灵敏度,这一定义对 X 轴和 Y 轴都适用。灵敏度的倒数称为偏转因数。垂直灵敏度的单位是 cm/V , cm/mV 或者 DIV/mV , DIV/V , 垂直偏转因数的单位是 V/cm , mV/cm 或者 V/DIV , mV/DIV 。实际上因习惯用法和测量电压读数的方便,有时也把偏转因数当灵敏度。

双踪示波器中每个通道各有一个垂直偏转因数选择波段开关。一般按 1、2、5 方式从 $5\text{mV/DIV} \sim 5\text{V/DIV}$ 分为 10 挡。波段开关指示的值代表荧光屏上垂直方向一格的电压值。例如,波段开关置于 1V/DIV 挡时,如果屏幕上信号光点移动一格,则代表输入信号电压变化 1V 。

每个波段开关上往往还有一个小旋钮,微调每挡垂直偏转因数。将它沿顺时针方向旋到底,处于“校准”位置,此时垂直偏转因数值与波段开关所指示的值一致。逆时针旋转此旋钮,能够微调垂直偏转因数。垂直偏转因数微调后,会造成与波段开关的指示值不一致,这点应引起注意。许多示波器具有垂直扩展功能,当微调旋钮被拉出时,垂直灵敏度扩大若干倍 (偏转因数缩小若干倍)。例如,如果波段开关指示的偏转因数是 1V/DIV , 采用 $\times 5$ 扩展状态时,垂直偏转因数是 0.2V/DIV 。

在做数字电路实验时,屏幕上被测信号的垂直移动距离与 $+5\text{V}$ 信号的垂直移动距离之比常被用于判断被测信号的电压值。

(2) 时基选择 (TIME/DIV) 和微调。时基选择和微调的使用方法与垂直偏转因数选择和微调类似。时基选择也通过一个波段开关实现,按 1、2、5 方式把时基分为若干挡。

波段开关的指示值代表光点在水平方向移动一个格的时间值。例如,在 $1\mu\text{s}/\text{DIV}$ 挡,光点在屏上移动一格代表时间值 $1\mu\text{s}$ 。

“微调”旋钮用于时基校准和微调。沿顺时针方向旋到底处于校准位置时,屏幕上显示的时基值与波段开关所示的标称值一致。逆时针旋转旋钮,则对时基微调。旋钮拔出后处于扫描扩展状态。通常为 $\times 10$ 扩展,即水平灵敏度扩大 10 倍,时基缩小到 $1/10$ 。例如,在 $2\mu\text{s}/\text{DIV}$ 挡,扫描扩展状态下荧光屏上水平一格代表的时间值等于 $2\mu\text{s} \times (1/10) = 0.2\mu\text{s}$ 。

通用电工电子实验台上有 10MHz 、 1MHz 、 500kHz 、 100kHz 的时钟信号,由石英晶体振荡器和分频器产生,准确度很高,可用来校准示波器的时基。

示波器的标准信号源 CAL,专门用于校准示波器的时基和垂直偏转因数。例如, COS5041 型示波器标准信号源提供一个 $V(\text{峰—峰值}) = 2\text{V}$ 、 $f = 1\text{kHz}$ 的方波信号。

示波器前面板上的位移(Position)旋钮调节信号波形在荧光屏上的位置。旋转水平位移旋钮(标有水平双向箭头)左右移动信号波形,旋转垂直位移旋钮(标有垂直双向箭头)上下移动信号波形。

4) 输入通道和输入耦合选择

(1) 输入通道选择。输入通道至少有三种选择方式:通道 1(CH_1)、通道 2(CH_2)、双通道(DUAL)。选择通道 1 时,示波器仅显示通道 1 的信号。选择通道 2 时,示波器仅显示通道 2 的信号。选择双通道时,示波器同时显示通道 1 信号和通道 2 信号。测试信号时,首先要将示波器的地与被测电路的地连接在一起。根据输入通道的选择,将示波器探头插到相应通道插座上,示波器探头上的地与被测电路的地连接在一起,示波器探头接触被测点。示波器探头上有一双位开关,此开关拨到“ $\times 1$ ”位置时,被测信号无衰减送到示波器,从荧光屏上读出的电压值是信号的实际电压值,此开关拨到“ $\times 10$ ”位置时,被测信号衰减为 $1/10$,然后送往示波器,从荧光屏上读出的电压值乘以 10 才是信号的实际电压值。

(2) 输入耦合方式。输入耦合方式有三种选择:交流(AC)、地(GND)、直流(DC)。当选择“地”时,扫描线显示出“示波器地”在荧光屏上的位置。直流耦合用于测定信号直流绝对值和观测极低低频信号。交流耦合用于观测交流和含有直流成分的交流信号。在数字电路实验中,一般选择“直流”方式,以便观测信号的绝对电压值。

5) 触发

被测信号从 Y 轴输入后,一部分送到示波管的 Y 轴偏转板上,驱动光点在荧光屏上按比例沿垂直方向移动;另一部分分流到 X 轴偏转系统产生触发脉冲,触发扫描发生器,产生重复的锯齿波电压加到示波管的 X 轴偏转板上,使光点沿水平方向移动,两者合一,光点在荧光屏上描绘出的图形就是被测信号图形。由此可知,正确的触发方式直接影响到示波器的有效操作。为了在荧光屏上得到稳定、清晰的信号波形,掌握基本的触发功能及其操作方法是十分重要的。

(1) 触发源(Source)选择。要使屏幕上显示稳定的波形,则需将被测信号本身或者与被测信号有一定时间关系的触发信号加到触发电路。触发源选择确定触发信号由何处供给,通常有三种触发源:内触发(INT)、电源触发(LINE)、外触发(EXT)。

内触发使用被测信号作为触发信号,它是经常使用的一种触发方式。由于触发信号

本身是被测信号的一部分,因此在屏幕上可以显示出非常稳定的波形。双踪示波器中通道 1 或者通道 2 都可以选作触发信号。

电源触发使用交流电源频率信号作为触发信号。这种方法在测量与交流电源频率有关的信号时是有效的。特别在测量音频电路闸流管的低电平交流噪声时更为有效。

外触发使用外加信号作为触发信号,外加信号从外触发输入端输入。外触发信号与被测信号间应具有周期性的关系。由于被测信号没有用作触发信号,所以何时开始扫描与被测信号无关。

正确选择触发信号对波形显示的稳定、清晰有很大关系。例如,在数字电路的测量中,对一个简单的周期信号而言,选择内触发可能好一些,而对于一个具有复杂周期的信号,且存在一个与它有周期关系的信号时,选用外触发可能更好。

(2) 触发耦合(Coupling)方式选择。触发信号到触发电路的耦合方式有多种,目的是为了触发信号的稳定、可靠。这里介绍常用的几种。

AC 耦合又称电容耦合。它只允许用触发信号的交流分量触发,触发信号的直流分量被隔断。通常在不考虑 DC 分量时使用这种耦合方式,以形成稳定触发。但是如果触发信号的频率小于 10Hz,会造成触发困难。

直流耦合(DC)不隔断触发信号的直流分量。当触发信号的频率较低或者触发信号的占空比很大时,使用直流耦合较好。

低频抑制(LFR)触发时,触发信号经过高通滤波器加到触发电路,触发信号的低频成分被抑制;高频抑制(HFR)触发时,触发信号通过低通滤波器加到触发电路,触发信号的高频成分被抑制。此外还有用于电视维修的电视同步(TV)触发。这些触发耦合方式各有自己的适用范围,需在使用中去体会。

(3) 触发电平(Level)和触发极性(Slope)。触发电平调节又叫同步调节,它使得扫描与被测信号同步。电平调节旋钮调节触发信号的触发电平,且一旦触发信号超过由旋钮设定的触发电平时,扫描即被触发。顺时针旋转旋钮,触发电平上升;逆时针旋转旋钮,触发电平下降。当电平旋钮调到电平锁定位置时,触发电平自动保持在触发信号的幅度之内,不需要电平调节就能产生一个稳定的触发。当信号波形复杂,用电平旋钮不能稳定触发时,用释抑(Hold Off)旋钮调节波形的释抑时间(扫描暂停时间),能使扫描与波形稳定同步。

极性开关用来选择触发信号的极性。拨在“+”位置上时,在信号增加的方向上,当触发信号超过触发电平时就产生触发;拨在“-”位置上时,在信号减少的方向上,当触发信号超过触发电平时就产生触发。触发极性和触发电平共同决定触发信号的触发点。

6) 扫描方式(Sweep Mode)

扫描有自动(Auto)、常态(Norm)和单次(Single)三种扫描方式。

(1) 自动:当无触发信号输入,或者触发信号频率低于 50Hz 时,扫描为自激方式。

(2) 常态:当无触发信号输入时,扫描处于准备状态,没有扫描线。触发信号到来后,触发扫描。

(3) 单次:单次按钮类似复位开关。单次扫描方式下,按单次按钮时,扫描电路复位,此时准备好(Ready)灯亮。触发信号到来后产生一次扫描。单次扫描结束后,准备灯灭。单次扫描用于观测非周期信号或者单次瞬变信号,因此往往需要对波形拍照。

3. 信号发生器 凡是产生测试信号的仪器,统称为信号源,也称为信号发生器,如图 1-2-4 所示。



图 1-2-4 信号发生器

它用于产生被测电路所需特定参数的电测试信号。在测试、研究或调整电子电路及设备时,为测定电路的一些电参量,如频率响应、噪声系数,为电压表定度等,都要求提供符合所定技术条件的电信号,以模拟在实际工作中使用的待测设备的激励信号。当要求进行系统的稳态特性测量时,需使用振幅、频率已知的正弦信号源;当测试系统的瞬态特性时,又需使用前沿时间、脉冲宽度和重复周期已知的矩形脉冲源,并且要求信号源输出信号的参数。例如:频率、波形、输出电压或功率等,能在一定范围内进行精确调整,有很好的稳定性,有输出指示。信号源可以根据输出波形的不同,划分为正弦波信号发生器、矩形脉冲信号发生器、函数信号发生器。

4. 万用表 万用表是电子实验和实训中必备的测试工具。它具有测量电流、电压和电阻等多种功能。万用表有指针式和数字式区别,常用的指针式有 MF500 型和 MF-47(30)型。

1) 观察和了解万用表的结构

万用表种类很多,外形各异,但基本结构和使用方法是相同的。常用万用表的结构和外形如图 1-2-5 所示。



MF500 型万用表

MF-47 型万用表

数字万用表

图 1-2-5 常用万用表

万用表面板上主要有表头和选择开关,还有欧姆挡调零旋钮和表笔插孔。下面介绍各部分的作用:

(1) 表头。万用表的表头是灵敏电流计。表头上的表盘印有多种符号,刻度线和数值。符号 $A - V - \Omega$ 表示这只电表是可以测量电流、电压和电阻的多用表。表盘上印有多条刻度线,其中右端标有“ Ω ”的是电阻刻度线,其右端为零,左端为 ∞ ,刻度值分布是不均匀的。符号“-”或“DC”表示直流,“~”或“AC”表示交流,“-”表示交流和直流共用的刻度线。刻度线下的几行数字是与选择开关的不同挡位相对应的刻度值。

表头上还设有机械零位调整旋钮,用以校正指针在左端指零位。

(2) 选择开关。万用表的选择开关是一个多挡位的旋转开关,用来选择测量项目和量程。一般的万用表测量项目包括:mA——直流电流,V——直流电压,V——交流电压, Ω ——电阻。每个测量项目又划分为几个不同的量程以供选择。

(3) 表笔和表笔插孔。表笔分为红、黑两支。使用时应将红色表笔插入标有“+”号的插孔,黑色表笔插入标有“-”号的插孔。

2) 万用表的使用方法

(1) 万用表使用前,应做到:万用表水平放置;检查表针是否停在表盘左端的零位,如有偏离,可用小螺丝刀轻轻转动表头上的机械零位调整旋钮,使表针指零;将表笔按上面要求插入表笔插孔;将选择开关旋到相应的项目和量程上就可以使用了。

(2) 万用表使用后,应做到:拔出表笔;将选择开关旋至“OFF”挡,若无此挡,应旋至交流电压最大量程挡,如“交流 1000V”挡;若长期不用,应将表内电池取出,以防电池电解液渗漏而腐蚀内部电路。

3) 用万用表测量电压和电流。在实验实训中,常常用万用表测量电路中的电压和电流。

(1) 测量直流电压。以 MF-47 型万用表为例,测量步骤是:

① 选择量程。万用表直流电压挡标有“V”,有 2.5V、10V、50V、250V 和 500V 5 个量程,根据电路中电源电压大小选择量程。若不清楚电压大小,应先用最高电压挡测量,逐渐换用低电压挡。

② 测量方法。万用表应与被测电路并联。如图 1-2-6 所示红笔应接被测电路和电源正极相接处,黑笔应接被测电路和电源负极相接处。

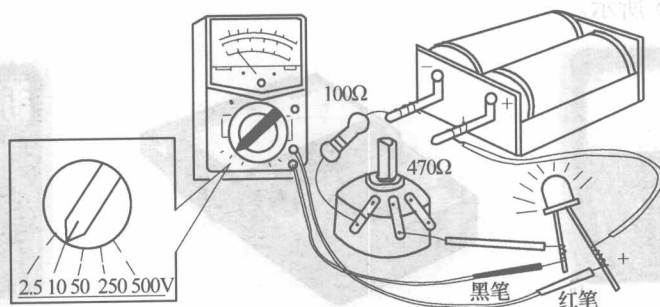


图 1-2-6 用万用表测电压接线图

③ 正确读数。仔细观察表盘,直流电压挡刻度线是第二条刻度线,用 10V 挡时,可用刻度线下第三行数字直接读出被测电压值。注意:在读数时,视线应正对指针。