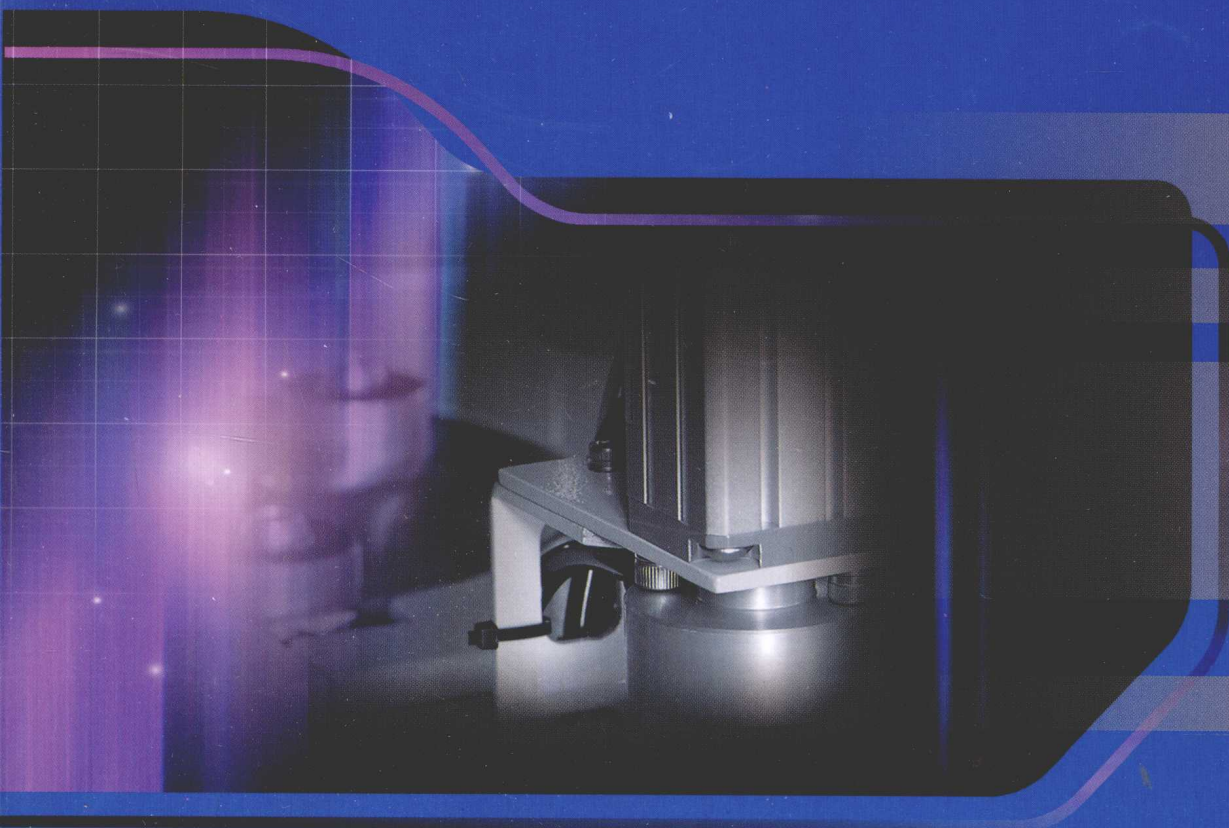




电工电子教学基地“十一五”规划教材

电工电子技术实践教程

刘显忠 主编



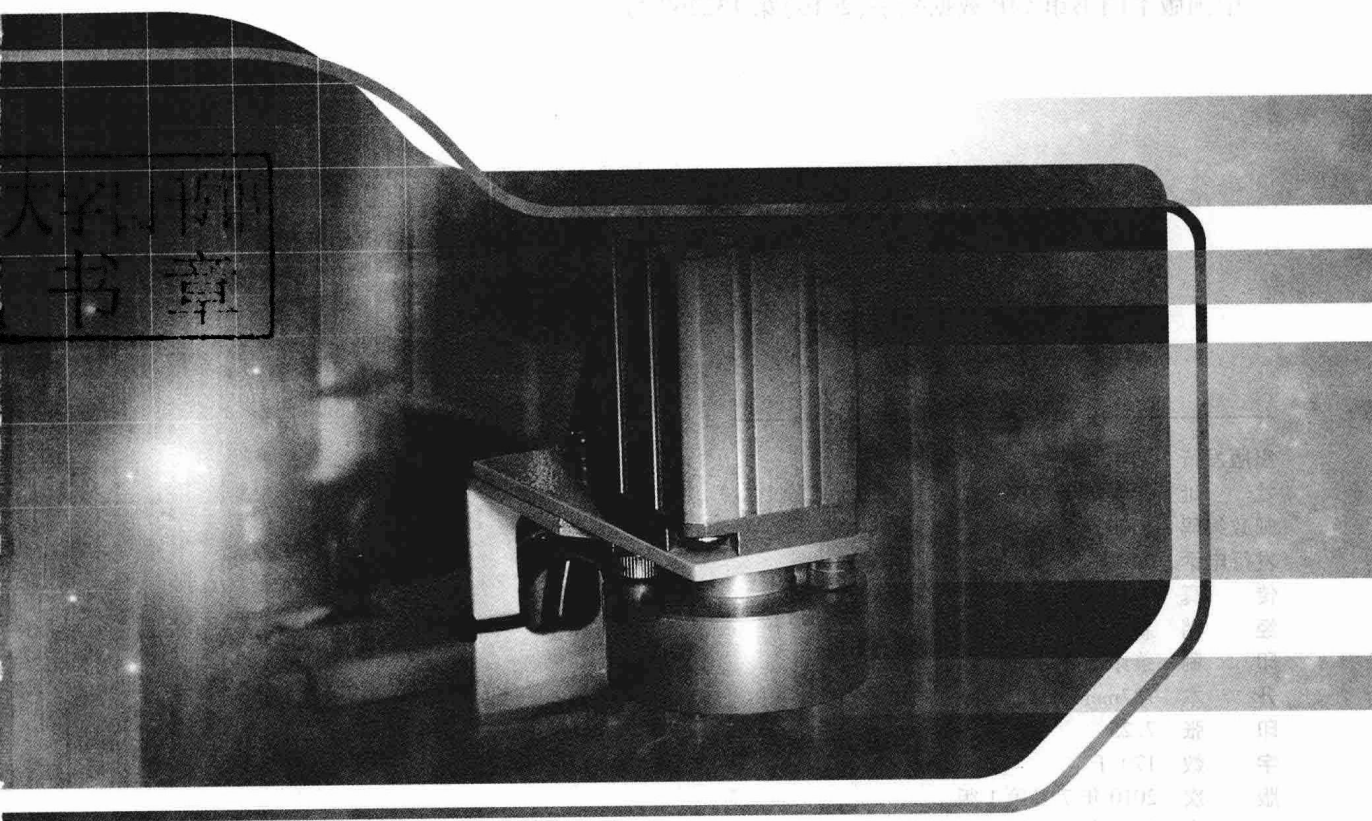
HEUP 哈尔滨工程大学出版社
Harbin Engineering University Press



电工电子教学基地“十一五”规划教材

电工电子技术实践教程

刘显忠 主编 王 朋 张昌玉 副主编 温海洋 主审



HEUP 哈尔滨工程大学出版社
Harbin Engineering University Press

内 容 简 介

本教材主要根据“电工与电子技术基础”课程教学的基本要求编写,适合非电类各专业的实验教学用书。主要内容包括:常用电工电子仪器仪表的使用、直流电路、交流电路、三相交流电路、三相异步电动机、单管电压放大器、运算放大器的应用、直流稳压电源、门电路和组合逻辑电路的设计、计数器的应用、555 时基电路应用等实验。附录主要介绍电阻器的标称值及精度色环标志法和万用表对常用电子元器件检测方法。本实验教材可作为应用型院校非电类专业电工学、电工与电子技术课程的配套实验指导书,也可供工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

电工电子技术实践教程/刘显忠主编. —哈尔滨:
哈尔滨工程大学出版社,2010.7
ISBN 978-7-81133-847-8

I. ①电… II. ①刘… III. ①电工技术—高等学校
教材②电子技术—高等学校—教材 IV. ①TM②TN

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 132767 号

出版发行 哈尔滨工程大学出版社
社 址 哈尔滨市南岗区东大直街 124 号
邮政编码 150001
发行电话 0451-82519328
传 真 0451-82519699
经 销 新华书店
印 刷 肇东粮食印刷厂印刷
开 本 787mm × 1 092mm 1/16
印 张 7.25
字 数 170 千字
版 次 2010 年 7 月第 1 版
印 次 2010 年 7 月第 1 次印刷
定 价 16.00 元
<http://press.hrbeu.edu.cn>
E-mail: heupress@hrbeu.edu.cn

前言

本书是根据高等应用技术型院校工科计算机类、控制类、机电类及仪器仪表类等相关专业需求,结合教学实际编写而成的实验教材。

培养实验能力和实践能力是应用型教育的重要内容之一,实验是帮助学生学习和运用基本理论知识处理实际问题,获得实验技能和科学研究方法的重要环节。

电工电子技术实验重在培养学生熟练掌握常用电工电子仪器、仪表的工作原理与使用方法,验证电路基本定理,掌握电子电路的连接、电子测量方法以及观察和分析各种实验现象,并对实验数据进行误差分析、数据处理的能力;养成严谨的科学态度和踏实认真的工作作风以及动手解决实际问题的能力;培养学员的创新精神。

全书共分3章,选编了21个电工电子技术实验。电工技术实验8个、模拟电子技术实验8个、数字电子技术基础实验5个。既有验证电工电子理论中的一些基本原理和基本电路,也有简单的综合设计性实验。通过这些实验的学习既有利于促进学生对理论知识的掌握和深化,也有利于提高学生分析问题和解决实际问题的能力。

本书由刘显忠任主编,王朋、张昌玉任副主编。温海洋副教授对初稿进行了认真审阅,同时在编写过程中得到了郭宏、姜波、胡金龙、计京鸿、白亚梅等老师的大力支持,并提出了许多宝贵意见和修改建议,同时在编写过程中,参考了一些学者专家的著述,在此谨致衷心的感谢。由于我们水平有限,书中难免有错误和不妥之处,敬请读者批评指正。

编者

2010年5月28日

目 录

第1章 常用电工电子实验仪器仪表的使用	1
1.1 万用表	1
1.2 交流毫伏表	4
1.3 双踪示波器	5
1.4 函数信号发生器	11
1.5 数字频率计	13
第2章 电工技术实验	14
2.1 电工技术实验课程实施总则	14
2.2 实验一 电工仪表的使用和电位及电压的测量	15
2.3 实验二 基尔霍夫定律的验证	17
2.4 实验三 叠加原理和戴维宁定理	19
2.5 实验四 RC 电路的频率特性	22
2.6 实验五 RLC 串联谐振	26
2.7 实验六 三相交流电路	28
2.8 实验七 单相变压器实验	30
2.9 实验八 三相鼠笼式异步电动机正反转控制	32
第3章 电子技术实验	35
3.1 电子技术实验课程实施总则	35
3.2 实验一 常用电子仪器的使用练习	38
3.3 实验二 二极管的特性与应用	44
3.4 实验三 共发射极晶体三极管放大器	49
3.5 实验四 负反馈放大器	55
3.6 实验五 集成运算放大器应用(Ⅰ)——模拟运算	58
3.7 实验六 集成运算放大器应用(Ⅱ)——电压比较器	64
3.8 实验七 低频功率放大器——OTL 功率放大器	68
3.9 实验八 集成直流稳压电源	72
3.10 实验九 组合逻辑电路的设计	79
3.11 实验十 译码器及其应用	82
3.12 实验十一 触发器及其应用	88
3.13 实验十二 计数器及其应用	95
3.14 实验十三 555 时基电路及其应用	98
附录 I 电阻器的标称值及精度色环标志法	104
附录 II 万用表对常用电子元器件检测	106
参考文献	109

第 1 章 常用电工电子实验仪器仪表的使用

1.1 万 用 表

万用表是一种多功能的小型测量仪表,一般可以测量直流电压、直流电流、交流电压、电阻和音频电平,检查二极管、三极管的好坏和电路的通断。万用表是一种用途广泛、携带方便、操作简单的仪表,所以调试电子设备时常使用它,万用表的种类很多,根据测量结果显示方式的不同,可分为指针式和数字式两种。现以 MF-500 型指针式万用表和 DT9205 型数字式万用表为例介绍万用表的使用方法。

1.1.1 500 型指针式万用表

1. 简述

指针式万用表一般由表头、测量线路和量程选择开关组成,500 型万用表的面板如图 1-1 所示。

2. 使用方法

(1) 直流电压测量

将开关 K2 拨到“ ∇ ”挡,开关 K1 拨到“V”所指适当量程,输入端“+”和“-”通过表笔并联在被测电路两端即可。指针指示的读数仍由刻度尺“ $\approx$ ”标明。

(2) 交流电压测量

将开关 K2 拨到“ ∇ ”挡,开关 K1 拨到“ ∇ ”所指适当量程,输入端“+”和“-”通过表笔并联在被测电路两端即可。指针指示的读数对 10 V 量程可用“10 V”刻度尺,其余量仍用“ $\approx$ ”刻度尺。

(3) 电阻的测量

测量前先将 K1 拨到“ Ω ”挡,K2 选择合适的倍率,将输入端“+”和“-”通过表笔短接,观察指针是否偏转到最大(电阻为 0),否则用调零电阻旋钮“ Ω ”调整。若不能调到零点,应更换电池再用。在被测电路无电且无其他旁通路径情况下,将表笔跨接在被测电路两端即可读数,将读数乘以倍率即得电阻值。更换倍率时应重新调整“ Ω ”零点。指针在仪表刻度盘 1/2 左右读数最准确。使用 $\times 10\text{ K}$ 挡时表内接通 10.5 V 电源,此时不可用来测量各种晶体管的极间电阻,以免烧坏被测元件。

(4) 直流电流的测量

将开关 K1 拨到“A”挡,开关 K2 拨到“A”所指适当量程上,然后将测试杆串接在被测电路中,就可测量出被测电路中的直流电流值,指示值见“ $\approx$ ”刻度。测量过程中仪表与电路

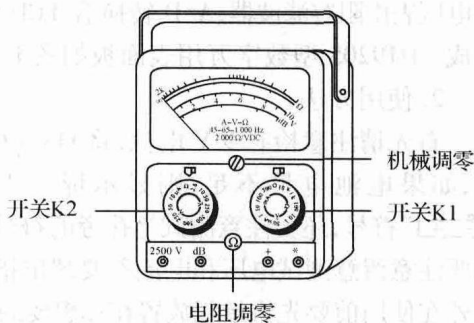


图 1-1 500 型万用表面板

的接触应保持良好的,并应注意切勿将测试杆直接跨接在直流电压的两端,以防止仪表因过负荷而损坏。

除了在上面各种测量电路中提到的一些注意事项外,使用 500 型万用表还应注意下列各点:

- ①仪表在使用前首先选好两个波段开关的位置,在测试时不能旋转开关旋钮;
- ②仪表使用完毕后或携带时,应将两只开关置“·”位置,使仪表内部电路开路,表头短接旁路,防止仪表因震动而损坏,或因忘了转换量程而用错,以致损坏;
- ③万用表选在电阻挡时两表笔间有一定的直流电压,其“+”端为低电位点(负极),“*”端为高电位点(正极),此时两表笔不宜长时间短接或接在较小的电阻上,以防表内电池过度放电而失去作用;
- ④用万用表检查电容器的漏电电阻时,应先将电容器短接放电,以免电容器上残留的高电压损坏仪表。

1.1.2 数字式万用表

1. 概述

数字万用表是在数字电压表的基础上增加交流-直流、电流-电压、电阻-电压转换器所组成。数字电压表由阻容滤波器、A/D 转换器、LCD 液晶显示器组成。DT9205 型数字万用表面板如图 1-2 所示。

2. 使用方法

首先请注意检查 9 V 电池,将 ON-OFF 按钮按下,如果电池电量不足,则显示屏左上方会出现“ 主”符号,还要注意测试笔孔旁的符号,这是警告你要留意测试电压和电流不要超出指示的数字。此外在使用前要先将量程放置在你想要的挡位上。

(1) 直流电压测试

①将黑色表笔插入 COM 插孔,红表笔插入 VΩ 插孔;

②将功能开关置于 DCV 量程范围,并将表笔并接在被测负载或信号源两端,在显示电压读数时,同时会指示出红表笔的极性。

注意:

- a. 如果不知被测电压的范围,应将功能开关置于最大量程之后逐渐减小量程;
- b. 当有高位显示“1”时,说明已超过量程,须调高一挡;
- c. 不要测量高于 1 000 V 的电压,虽然有可能有读数,但会损坏仪表内部电路。

(2) 交流电压测量

①将黑表笔插入 COM 插孔,红表笔插入 VΩ 插孔;

②将功能开关置于 ACV 量程范围,并将测试笔并接在被测量负载或信号源两端。

注意:

- a. 见直流电压测试注意事项 a 和 b;

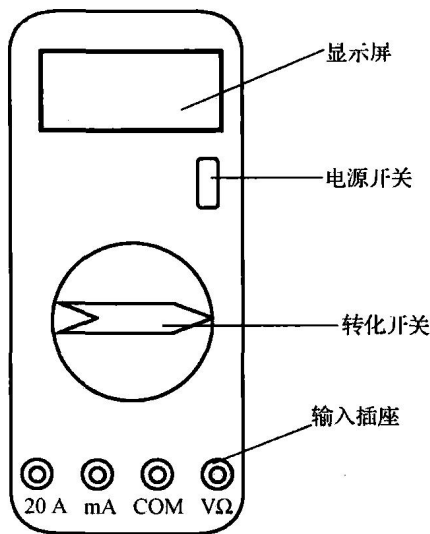


图 1-2 DT9205 型数字万用表面板



b. 不要测量有效值高于 750 V 的电压,虽然有可能有读数,但会损坏仪表内部电路。

(3) 直流电流测量

① 将黑表笔插入 COM 插孔,当被测电流在 200 mA 以下时红表笔插入 mA 插孔;如被测电流在 200 mA 以上时,则将红表笔移至 20 A 插孔;

② 将功能开关置于 DCA 量程范围,测试笔串入被测电路中。

注意:

a. 如果被测电流未知,将功能开关置于最大量程之后逐渐减小量;

b. 如果显示“1”,说明已超过量程,必须调高量程挡;

c. A 插孔输入时,过载会将内装保险丝熔断,需更换。20 A 插孔无保险丝,测量时间应小于 15 s。

(4) 交流电流测量

① 将功能开关置于 ACA 量程,并将测试笔串接到待测负载所在支路;

② 其他与 DCA 相同。

(5) 电阻测量

① 将黑表笔插入 COM 插孔,红表笔插入 VΩ 插孔;

② 将功能开关置于所需 Ω 量程上,测试笔并接在待测电阻两端。

注意:

a. 当输入开路时,会显示过量程“1”;

b. 如果被测电阻超过所用量程,将显示过量程“1”,须换用高量程,当被测电阻在 1 MΩ 以上时,本表需数秒后方能稳定读数,对于高阻测量这是正常的;

c. 检测在线电阻时,需确认被测电路已关闭电源,同时电容已放完电,方能进行测量;

d. 200 MΩ 短路时有 10 个字,测量时应从度数中减去,如果测量 100 MΩ 时,显示为 1010,10 个应被减去。

(6) 电容测量

① 接上电容器以前,显示可以缓慢自动校零,但在 2 nF 量程上剩余 10 个以内无效是正常的;

② 把被测量电容连到电容输入插孔(不用试棒),有必要时注意连接极性。

注意:

a. 测试单个电容时,把管脚插进位于面板左下边的两个插孔中(电容器务必放完电);

b. 测试大电容时,注意在最后指示之前会存在一定的滞后时间。

(7) 温度测量

测量温度时,将热电偶传感器的冷端(自由端)插入温度测试孔中,热电偶的工作端(测量端)置于待测物上面或内部,可直接从显示屏上读取温度值,读数为摄氏度,不用通过表笔插座测量。

(8) 频率测量

① 将红表笔插入 VΩ 插孔,黑表笔插入 COM 插孔;

② 将功能开关置于 Hz 量程,测试笔接在待测电源或负载之间,可直接从显示屏上读取频率值。

(9) 逻辑电平测试

① 将黑表笔插入 COM 插孔,红表笔插入 VΩ 插孔;

② 将功能开关置于 LOGIC 量程,并将黑表笔接入待测电路“地端”,红表笔接测试端,当



测试端电平 $\geq 2.4\text{ V}$,逻辑电平显示“▲”;当测试端电平 $\leq 0.7\text{ V}$ 时,逻辑电平显示“▲”并发生蜂鸣器响;当测试开路时,逻辑电平显示“▲”。

(10) 二极管和蜂鸣器连接性测试

①将黑表笔插入 COM 插孔,红表笔插入 $V\Omega$ 插孔(红表笔为内电路“+”极);

②将功能开关置于 $\rightarrow \text{D}$ 挡,并将测试笔连接在被测二极管上,读数为二极管正向压降的近似值;

③将表笔连接到待测线路两端,如果电阻值近似于 $70\ \Omega$,内置蜂鸣器响。

(11) 晶体三极管 hFE 测量

①将功能开关置于 hFE 挡上;

②确定晶体管是 NPN 型还是 PNP 型,然后再将被测管 E, B, C 脚分别插入直板对应的晶体三极管插孔内;

③此表显示的测试 hFE 近似值,测试条件为基极电流 $10\ \mu\text{A}$, U_{CE} 约 3 V 。

1.2 交流毫伏表

交流毫伏表是一种可以测量正弦波电压有效值的电压表,它具有输入阻抗高、测量频率范围宽,测量电压范围大、灵敏度高的特点。

1.2.1 交流毫伏表的电路组成

1. 指示电路

由于磁电式电流表具有灵敏度、准确度高,刻度呈线性,受外磁场及温度影响小等优点。在毫伏表中,磁电式微安表头被用作指示器,由表头指针的偏转指示测量结果。

2. 放大电路

放大电路用于提高毫伏表的灵敏度,使毫伏表能够测量微弱信号。毫伏表中所用的放大电路有直流放大电路和交流放大电路,分别用于毫伏表的两种不同的电路结构中。

3. 检波电路

由于磁电式微安表头只能测量直流电流,因此在毫伏表中,必须通过检波器将被测交流信号变换成直流信号,使变换得到的直流信号通过表头,才能用微安表头测量交流信号。

1.2.2 LS2171 毫伏表简介及使用

1. LS2171 毫伏表简介

LS2171 毫伏表是放大-检波式交流电压测量仪表,具有高灵敏度,高输入阻抗,及高稳定性等特点,在使用中不需调零。同时具有输出电路,可对输入信号进行监视,而且可当放大器使用。测量电压范围: $100\ \mu\text{V} \sim 300\text{ V}$,分为 12 挡;测量频率范围: $10\text{ Hz} \sim 2\text{ MHz}$,输入阻抗在 1 kHz 时输入电阻大于 $1\text{ M}\Omega$ 。

2. LS2171 毫伏表面板介绍

LS2171 毫伏表面板如图 1-3 所示。

3. LS2171 毫伏表的使用

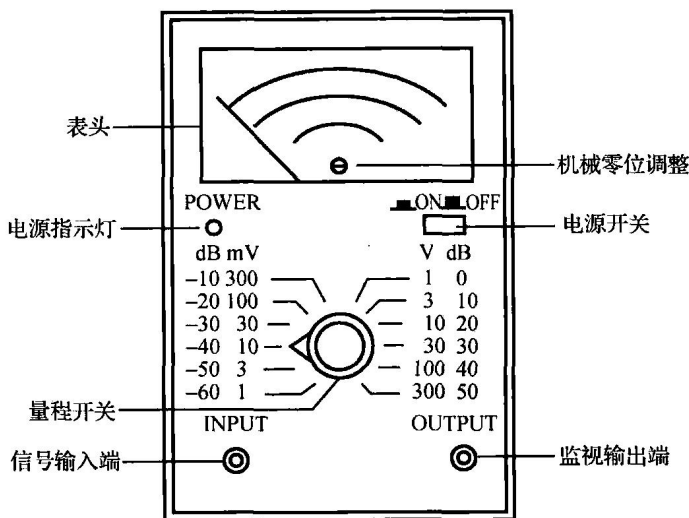


图 1-3 LS2171 毫伏表面板

- (1) 仪表在接通电源前,先观察指针机械零位,如果未在零位应用机械调零旋钮调到零位;
- (2) 将量程开关预置于 300 V 挡;
- (3) 接通电源,数秒钟内表针有所摆动,然后稳定;
- (4) 将被测信号输入,将量程开关逆时针转动,使表针指在适当的位置便可按挡级及表针的位置读出被测电压值;
- (5) 测量 dB 值时,可将量程开关所置的 dB 值与表针读数相加。

1.3 双踪示波器

示波器是电子测量中一种最常用的仪器,它可以将人们无法直接看到的电信号的变化过程转换成肉眼可直接观察到的波形,显示在示波器的荧光屏上,用于观察分析。示波器具有输入阻抗高、频率响应好、灵敏度高优点。利用示波器能对电信号进行定性观察,还可以用它进行一些定量测量。例如,可以用它对电压、电流、频率、周期、相位差、调幅度、脉冲宽度、上升和下降时间等进行测量。

1.3.1 模拟示波器的组成

模拟示波器主要由示波管、垂直偏转系统、水平偏转系统、高低压电源等部分及一些附属环节组成,其基本结构如图 1-4 所示。

1. 主机

主机包括示波管及其所需的各种直流供电电路,在面板上的控制旋钮有辉度、聚焦、水平移位、垂直移位等。

2. 垂直通道

垂直通道主要用来控制电子束按被测信号的幅值大小在垂直方向上的偏移。它包括 Y 轴衰减器, Y 轴放大器和配用的高频探头。通常示波管的偏转灵敏度比较低,因此在一般情况下,被测信号往往需要通过 Y 轴放大器放大后加到垂直偏转板上,才能在屏幕上显示出



一定幅度的波形。 Y 轴放大器的作用提高了示波管 Y 轴偏转灵敏度。为了保证 Y 轴放大信号不失真,加到 Y 轴放大器的信号不宜太大,但是实际的被测信号幅度往往在很大范围内变化,因此 Y 轴放大器前还必须加一 Y 轴衰减器,以适应观察不同幅度的被测信号。示波器面板上设有“ Y 轴衰减器”(通常称“ Y 轴灵敏度选择”开关)和“ Y 轴增益微调”旋钮,分别调节 Y 轴衰减器的衰减量和 Y 轴放大器的增益。对 Y 轴放大器的要求是增益大,频响好,输入阻抗高。

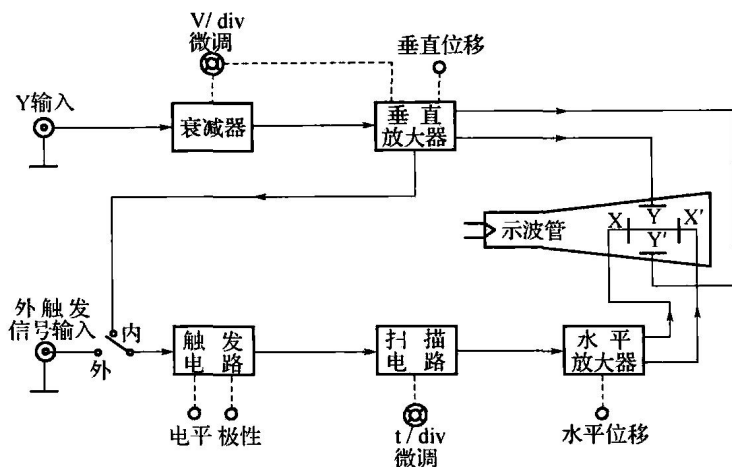


图 1-4 示波器的基本结构框图

为了避免杂散信号的干扰,被测信号一般都通过同轴电缆或带有探头的同轴电缆加到示波器 Y 轴输入端。但必须注意,被测信号通过探头,幅值将衰减(或不衰减),其衰减比为 $10:1$ (或 $1:1$)。

3. 水平通道

水平通道主要是控制电子束按时间值在水平方向上偏移。主要由扫描发生器、水平放大器、触发电路组成。

(1) 扫描发生器

扫描发生器又叫锯齿波发生器,用来产生频率调节范围宽的锯齿波,作为 X 轴偏转板的扫描电压。锯齿波的频率(或周期)调节是由“扫描速率选择”开关和“扫速微调”旋钮控制的。使用时,调节“扫速速率选择”开关和“扫速微调”旋钮,使其扫描周期为被测信号周期的整数倍,保证屏幕上显示稳定的波形。

(2) 水平放大器

其作用与垂直放大器一样,将扫描发生器产生的锯齿波放大到 X 轴偏转板所需的数值。

(3) 触发电路

用于产生触发信号以实现触发扫描的电路。为了扩展示波器的应用范围,一般示波器上都设有触发源控制开关、触发电平与极性控制旋钮和触发方式选择开关等。

1.3.2 示波器的双踪显示

1. 双踪显示原理

示波器的双踪显示是依靠电子开关的控制作用来实现的。电子开关由“显示方式”开关控制,共有五种工作状态,即 Y_1 , Y_2 , $Y_1 + Y_2$, 交替, 断续。当开关置于“交替”或“断续”

位置时,荧光屏上便可同时显示两个波形。当开关置于“交替”位置时,电子开关的转换频率受扫描系统控制,工作过程如图 1-5 所示。即首先电子开关接通 Y2 通道,进行第一次扫描,显示由 Y2 通道送入的被测信号的波形;然后电子开关接通 Y1 通道,进行第二次扫描,显示由 Y1 通道送入的被测信号的波形;接着电子开关再接通 Y2 通道……这样便轮流地对 Y2 和 Y1 两通道送入的信号进行扫描、显示。由于电子开关转换速度较快,每次扫描的回扫线在荧光屏上又不显示出来,借于荧光屏的余辉作用和人眼的视觉暂留特性,使用者便能在荧光屏上同时观察到两个清晰的波形。这种工作方式适用于观察频率较高的输入信号的场合。

当开关置于“断续”位置时,相当于将一次扫描分成许多个相等的时间间隔。在第一次扫描的第一个时间间隔内显示 Y2 信号波形的某一段;在第二个时间间隔内显示 Y1 信号波形的某一段;以后各个时间间隔轮流地显示 Y2、Y1 两信号波形的其余段,经过若干次断续转换,使荧光屏上显示出两个由光点组成的完整波形,如图 1-6(a)所示。由于转换的频率很高,光点靠得很近,其间隙用肉眼几乎分辨不出,再利用消隐的方法使两通道间转换过程的过渡线不显示出来,如图 1-6(b)所示,因而同样可达到同时清晰地显示两个波形的目的。这种工作方式适合于输入信号频率较低时使用。

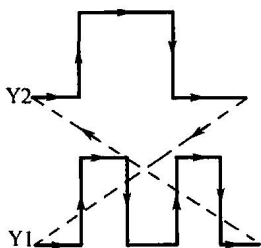


图 1-5 交替方式显示波形

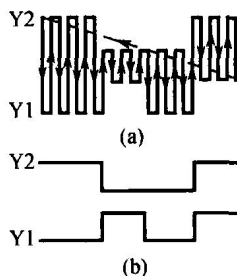


图 1-6 断续方式显示波形

(a) 无消隐;(b) 有消隐

2. 触发扫描

在普通示波器中, X 轴的扫描总是连续进行的,称为“连续扫描”。为了更好地观测各种脉冲波形,在脉冲示波器中,通常采用“触发扫描”。采用这种扫描方式时,扫描发生器将工作在待触发状态。仅在外加触发信号作用下,时基信号才开始扫描,否则便不扫描。这个外加触发信号通过触发选择开关分别取自“内触发”(Y 轴的输入信号经由内触发放大器输出触发信号),也可取自“外触发”输入端的外接同步信号。其基本原理是利用这些触发脉冲信号的上升沿或下降沿来触发扫描发生器,产生锯齿波扫描电压,然后经 X 轴放大后送 X 轴偏转板进行光点扫描。适当地调节“扫描速率”开关和“电平”调节旋钮,能方便地在荧光屏上显示具有合适宽度的被测信号波形。

1.3.3 示波器显示波形原理

示波器显示波形的原理简述为:由于示波管光点偏移的距离与所加电压成正比,要显示被测信号(从 Y 通道输入的信号的函数)时,需在 X 轴上接入与时间成正比的电压,该电压使光点在 X 轴方向从屏幕左端到右端线性地往复移动。当 Y 通道的被测信号与 X 通道的基准锯齿波电压保持同步时,荧光屏上就能显示稳定的信号波形。当 Y 轴加正弦波电压、X 轴加锯齿波电压时,荧光屏上光点的运动轨迹原理如图 1-7 所示。

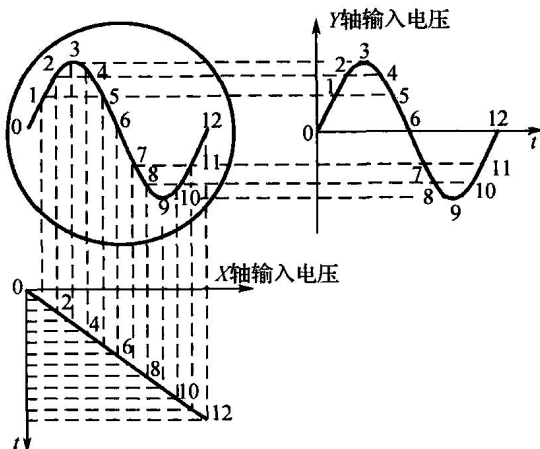


图 1-7 示波器显示正弦波电压运动轨迹原理图

1.3.4 CA8020A 双踪示波器简介及使用

1. CA8020A 双踪示波器简介

CA8020A 双踪示波器具有 $0 \sim 20 \text{ MHz}$ 的频带宽度和 $5 \text{ mV/div} \sim 5 \text{ V/div}$ 的偏转灵敏度,配以 $10:1$ 探头,灵敏度可达 50 V/div 。在全频率范围内可获得稳定触发,触发方式设有常态、自动、TV 和峰值自动,尤其峰值自动给使用带来了极大的方便。内触发设置了交替触发,可以稳定地显示两个频率不相关的信号。具有 $0.5 \text{ s/div} \sim 0.2 \mu\text{s/div}$ 的扫描速度,并设有扩展 $\times 10$,可将最快扫速度提高到 20 ns/div 。

2. CA8020A 双踪示波面板控制件介绍

CA8020A 型双踪示波器的面板如图 1-8 所示,面板的旋钮和按键功能如表 1-1 所示。

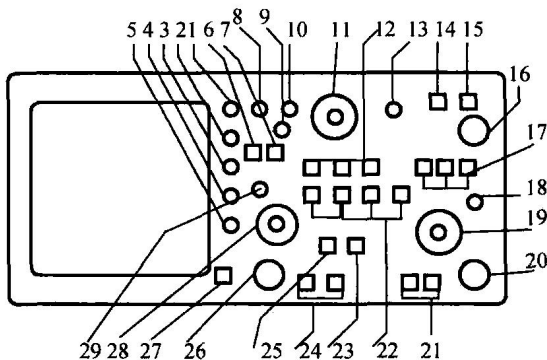


图 1-8 CA8020A 型双踪示波器面板

表 1-1 CA8020A 型双踪示波器旋钮和按键功能表

序号	控制件名称	功 能
1	辉 度	调节光迹的亮度
2	辅助聚焦	与聚焦配合,调节光迹的清晰度
3	聚 焦	调节光迹的清晰度
4	光迹旋转	调节光迹与水平刻度线平行

表 1-1(续)

序号	控制件名称	功 能
5	标准信号	提供幅度为 0.5 V, 频率为 1 kHz 的方波信号, 用于校正 10 : 1 探极的补偿电容器和检测示波器垂直与水平的偏转因数
6	按下 $\times 10$	按下时扫描速度被扩展 10 倍
7	常态/交替	用于选择常态或交替触发
8	X 移位	调节光迹在屏幕的水平位置
9	轨迹分离	配合扫描速度扩展 10 倍使用
10	释 抑	稳定显示波形
11	扫描速率	用于调节扫描速度
12	触发方式	常态(NORM): 无信号时, 屏幕上无显示; 有信号时, 与电平控制配合显示稳定波形 自动(AUTO): 无信号时, 屏幕上显示光迹; 有信号时, 与电平控制配合显示稳定波形 电视场(TV): 用于显示电视场信号 峰值自动(P-P AUTO): 无信号时, 屏幕上显示光迹; 有信号时, 无须调节电平即能获得稳定波形显示
13	电 平	用于调节被测信号在某一电平触发扫描
14	触发极性	用于选择信号的上升或下降沿触发扫描
15	触发源选择	用于选择触发源为 INT(内), EXT(外) 或 LINE(电源)
16	外触发输入	外触发输入插座
17	内触发源	用于选择 Y1, Y2 或交替触发
18	Y2 垂直移位	调节通道 Y2 光迹在屏幕上的垂直位置
19	Y2 垂直衰减器	调节 Y2 通道垂直偏转灵敏度
20	Y1/Y	被测信号的输入插座, 在 X-Y 模式下作为 Y 轴输入端
21	耦合方式 (AC-DC-GND)	用于选择被测信号馈入垂直通道的耦合方式
22	垂直方式	Y1 或 Y2: 通道 1 或通道 2 单独显示 交替: 两个通道交替显示 断续: 两个通道断续显示, 用于扫速较慢时的双踪显示 叠加: 用于两个通道的代数和或差
23	Y2 反相	用于使 Y2 输入信号反相
24	耦合方式 (AC-DC-GND)	用于选择被测信号馈入垂直通道的耦合方式
25	X-Y	用于选择 X-Y 模式
26	Y1/X	被测信号的输入插座, 在 X-Y 模式下作为 X 轴输入端
27	电源开关	按下接通电源, 电源指示灯亮
28	Y2 垂直衰减器	调节垂直偏转灵敏度
29	Y1 垂直移位	调节通道 Y1 光迹在屏幕上的垂直位置

3. CA8020A 双踪示波器的使用

(1) 面板一般功能检查

①将有关旋钮和按键按表 1-2 置位;



表 1-2 CA8020A 型双踪示波器旋钮和按键置位表

控制件名称	作用位置	控制件名称	作用位置
亮 度	居 中	触发方式	峰值自动
聚 焦	居 中	扫描速率	0.5 ms/div
位 移	居 中	极 性	正
垂直方式	Y1	触 发 源	INT
灵敏度选择	10 mV/div	内触发源	Y1
微 调	校正位置	输入耦合	AC

②接通电源,电源指示灯亮,稍预热后,屏幕上出现扫描光迹,分别调节亮度、聚焦、辅助聚焦、光迹旋转、垂直位移、水平移位等控制件,使光迹清晰并与水平刻度平行;

③用 10:1 探极将校正信号输入至 CH1 输入插座;

④调节示波器有关控制件,使荧光屏上显示稳定且易观察的方波波形;

⑤将探极换至 Y2 输入插座,垂直方式置于“Y2”,内触发源置于“Y2”,重复④操作。

(2) 垂直系统的操作

①垂直方式的选择

当只需观察一路信号时,将“垂直方式”开关置“CH1”或“CH2”,此时被选中的通道有效,被测信号可从通道端口输入。当需要同时观察两路信号时,将“垂直方式”开关置“交替”,该方式使两个通道的信号被交替显示,交替显示的频率受扫描周期控制。当扫速低于一定频率时,交替方式显示会出现闪烁,此时应将开关置于“断续”位置。当需要观察两路信号代数和时,将“垂直方式”开关置于“代数和”位置,在选择这种方式时,两个通道的衰减设置必须一致,Y2 移位处于常态时为 $Y1 + Y2$,CH2 移位拉出时为 $Y1 - Y2$ 。

②输入耦合方式的选择

直流(DC)耦合:适用于观察包含直流成分的被测信号,如信号的逻辑电平和静态信号的直流电平,当被测信号的频率很低时,也必须采用这种方式。

交流(AC)耦合:信号中的直流分量被隔断,用于观察信号的交流分量,如观察较高直流电平上的小信号。

接地(GND):通道输入端接地(输入信号断开),用于确定输入为零时光迹所处位置。

③灵敏度选择(V/div)的设定

按被测信号幅值的大小选择合适挡级。“灵敏度选择”开关外旋钮为粗调,中心旋钮为细调(微调),微调旋钮按顺时针方向旋足至校正位置时,可根据粗调旋钮的示值(V/div)和波形在垂直轴方向上的格数读出被测信号幅值。

(3) 触发源的选择

①触发源选择

当触发源开关置于“电源”触发,机内 50 Hz 信号输入到触发电路。当触发源开关置于“常态”触发,有两种选择,一种是“外触发”,由面板上外触发输入插座输入触发信号;另一种是“内触发”,由内触发源选择开关控制。

②内触发源选择

“Y1”触发:触发源取自通道1。

“Y2”触发:触发源取自通道2。

“交替触发”:触发源受垂直方式开关控制,当垂直方式开关置于“Y1”,触发源自动切换到通道1;当垂直方式开关置于“Y2”,触发源自动切换到通道2;当垂直方式开关置于“交替”,触发源与通道1、通道2同步切换,在使用这种状态时,两个不相关信号的频率不应相差很大,同时垂直输入耦合应置于“AC”,触发方式应置于“自动”或“常态”。当垂直方式开关置于“断续”和“代数和”时,内触发源选择应置于“Y1”或“Y2”。

(4)水平系统的操作

①扫描速度选择(t/div)的设定

按被测信号频率高低选择合适挡级,“扫描速率”开关外旋钮为粗调,中心旋钮为细调(微调),微调旋钮按顺时针方向旋转至校正位置时,可根据粗调旋钮的示值(t/div)和波形在水平轴方向上的格数读出被测信号的时间参数。当需要观察波形某一个细节时,可进行水平扩展 $\times 10$,此时原波形在水平轴方向上被扩展10倍。

②触发方式的选择

“常态”:无信号输入时,屏幕上无光迹显示;有信号输入时,触发电平调节在合适位置上,电路被触发扫描。当被测信号频率低于20 Hz时,必须选择这种方式。

“自动”:无信号输入时,屏幕上有光迹显示;一旦有信号输入时,电平调节在合适位置上,电路自动转换到触发扫描状态,显示稳定的波形,当被测信号频率高于20 Hz时,最常用这种方式。

“电视场”:对电视信号中的场信号进行同步,如果是正极性,则可以由Y2输入,借助于Y2移位拉出,把正极性转变为负极性后测量。

“峰值自动”:这种方式同自动方式,但无须调节电平即能同步,它一般适用于正弦波、对称方波或占空比相差不大的脉冲波。对于频率较高的测试信号,有时也要借助于电平调节,它的触发同步灵敏度要比“常态”或“自动”稍低一些。

③“极性”的选择

用于选择被测试信号的上升沿或下降沿去触发扫描。

④“电平”的位置

调节被测信号在某一合适的电平上启动扫描,当产生触发扫描后,触发指示灯亮。

1.4 函数信号发生器

信号发生器又称函数信号发生器,它是一种应用非常广泛的电子设备,可作为各种电子元件、部件及整机测量、调试、检修时的信号源。信号发生器提供正弦波、方波、三角波等多种信号波形,使用起来很灵活。目前,信号发生器的输出频率范围可达到0.005 Hz~50 MHz,可输出正弦波、方波、三角波、锯齿波等各种信号。一般信号发生器都具有频率计数和显示功能,当该仪器外接计数输入时,还可作为频率计数器使用。有些函数信号发生器还具备调制和扫描功能。

信号发生器中的正弦波输出信号在模拟电子技术测试中应用十分广泛,运算放大器增益



的测量、相位差的测量、非线性失真的测量以及系统频域特性的测量等均需要正弦信号源。

1.4.1 函数信号发生器的电路构成

信号发生器的电路构成有多种形式,一般有以下几个环节:

1. 基本波形发生电路

波形发生可以由 RC 振荡器、文氏电桥振荡器或压控振荡器等电路产生的。

2. 波形转换电路

基本波形通过矩形波整形电路、正弦波整形电路、三角波整形电路进行方波、正弦波、三角波间的波形转换。

3. 放大电路

将波形转换电路输出的波形进行信号放大。

4. 可调衰减器电路

可将仪器输出信号进行 20 dB、40 dB 或 60 dB 衰减处理,输出各种幅度的函数信号。

1.4.2 函数信号发生器的工作原理

目前常用的函数信号发生器大多由集成电路与晶体管构成,一般采用恒流充放电的原理来产生三角波,同时产生方波。改变充放电的电流值,就可得到不同频率的信号。当充电与放电的电流值不相等时,原先的三角波就变成各种斜率的锯齿波,同时方波变成各种占空比的矩形波。另外,将三角波通过波形变换电路,可产生正弦波。正弦波、三角波(锯齿波)和方波(矩形波)经函数开关转换由功率放大器放大后输出。

信号发生器的简化原理框图如图 1-9 所示。图中方波由三角波通过方波变换电路变换而成。实际电路中,三角波和方波的产生是难以分开的,方波形成电路通常是三角波发生器的组成部分。正弦波是三角波通过正弦波形成电路变换而来的。所需波形经过选取、放大后经衰减器输出。

直流偏置电路提供一个直流补偿调整,使信号发生器输出的直流成分可以调节。

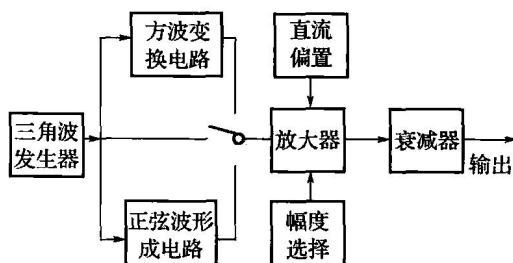


图 1-9 信号发生器的简化电路方框图

1.4.3 THDM-1A 型数电模电实验箱函数信号发生器的使用

THDM-1A 型数电模电实验箱信号发生器的输出频率为 2 Hz ~ 2 MHz,用“频段”(粗调分七挡)开关和“频率调节”旋钮(细调)进行调节。输出幅度峰值为 0 ~ 16 V,又由“幅度调节”旋钮进行细调。使用时,只要开启信号发生器分开关,信号源即进入工作状态。

输出波形分正弦波、方波和三角波三种,由“波形”开关选择,输出阻抗为 50 Ω ,当负载