



高职高专规划教材

DIANZI JISHU SHIXUN

电子技术实训

主 编 赵玉铃 张雪娟 李晓松



ZHEJIANG UNIVERSITY PRESS
浙江大学出版社

高职高专规划教材

电子技术实训

主 编 赵玉铃 张雪娟 李晓松

副主编 张国琴 张米雅 王中顺

浙江大學出版社

图书在版编目(CIP)数据

- 电子技术实训 / 赵玉铃, 张雪娟, 李晓松主编. — 杭州: 浙江大学出版社, 2007. 10
高职高专规划教材
ISBN 978-7-308-05509-3

I. 电… II. ①赵…②张…③李… III. 电子技术—高等学校: 技术学校—教材 IV. TN

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 134488 号

电子技术实训

赵玉铃 张雪娟 李晓松 主编

责任编辑 阮海潮(ruanhc@163.com)

封面设计 刘依群

出版发行 浙江大学出版社

(杭州市天目山路 148 号 邮政编码 310028)

(E-mail: zupress@mail.hz.zj.cn)

(网址: <http://www.zjupress.com>)

(电话: 0571—88925592, 88273666(传真))

排 版 浙江大学出版社电脑排版中心

印 刷 临安市曙光印务有限公司

开 本 787mm×960mm 1/16

印 张 20.75

字 数 430 千

版 次 2007 年 10 月第 1 版 2007 年 10 月第 1 次印刷

印 数 0001—3000

书 号 ISBN 978-7-308-05509-3

定 价 29.50 元

版权所有 翻印必究 印装差错 负责调换

浙江大学出版社发行部邮购电话(0571)88072522

前 言

为了加强实践性环节的教学,培养学生的工程观念,提高学生的执业能力,本书将电子技术基本技能训练和电子生产实际相结合,在揉合多年教学实践的基础上编写而成。

电子技术实训教材的内容按照循序渐进的原则,首先要求学生掌握电子线路操作方面的基本方法,为后续的基础性测试和电子技术综合训练准备必需的基本技能。全书包括常用电子仪器仪表的使用、常用电子元器件介绍、焊接技术,及模拟电子技术部分和数字电子技术部分的测试项目;考虑高职高专类院校的实践教学需要,编入了具有一定代表意义的电子技术综合训练内容,希望通过该章内容的操作,让学生熟悉具有实际指导意义的工序;结合技术指标,对电子小系统进行方案论证、单元电路设计及元件参数整定,然后安装调试等。

本书以项目为基础,突出工程意识,强调工程观念,注重工程实践能力的培养,既可作为电子技术方面的实训教材,也可作为电子工艺实习方面的辅助教材。该书共分五部分,第三、四、五部分由赵玉铃、张国琴编写,第一部分由张雪娟编写,第二部分由李晓松、张米雅、王中顺编写。由赵玉铃拟定编写提纲,并负责全书的统稿工作。

本书在编写过程中得到浙江水利水电专科学校、杭州职业技术学院、浙江交通职业技术学院等院校相关老师的大力支持和帮助,在此表示真诚的感谢。

由于缺乏经验及编者的水平有限,错误难免,敬请读者指正。

编 者

2007年10月

目 录

第一部分 电子技术实训基础

项目 1-1	万用表及使用方法	1
项目 1-2	函数发生器及使用	6
项目 1-3	交流毫伏表及使用	8
项目 1-4	双踪示波器及使用	10
项目 1-5	常用元器件介绍	16
项目 1-6	电子焊接工艺简介	54
项目 1-7	万用表的使用	63
项目 1-8	常用电阻器的识别和电位器	65
项目 1-9	示波器、信号源、交流毫伏表的使用	67
项目 1-10	电容器的识别和应用	69
项目 1-11	半导体二极管的识别和应用	71
项目 1-12	半导体三极管的识别和应用	74
项目 1-13	集成电路的检测	76
项目 1-14	晶闸管的检测	78
项目 1-15	焊接训练	80

第二部分 模拟电子技术实训

项目 2-1	共射极单管放大器	82
项目 2-2	负反馈放大器	91
项目 2-3	差动放大器	96
项目 2-4	集成运算放大器指标测试	101
项目 2-5	集成运算放大器的基本应用(Ⅰ)——模拟运算电路	108
项目 2-6	集成运算放大器的基本应用(Ⅱ)——电压比较器	114

项目 2-7	RC 正弦波振荡器	119
项目 2-8	LC 正弦波振荡器	124
项目 2-9	集成函数信号发生器芯片的应用与调试	128
项目 2-10	压控振荡器的调测	131
项目 2-11	低频功率放大器(Ⅰ)——OTL 功率放大器	134
项目 2-12	低频功率放大器(Ⅱ)——集成功率放大器	139
项目 2-13	直流稳压电源(Ⅰ)——串联型晶体管稳压电源	144
项目 2-14	直流稳压电源(Ⅱ)——集成稳压器	150
项目 2-15	晶闸管可控整流电路	156

第三部分 数字电子技术实训

项目 3-1	晶体管的开关特性及应用	161
项目 3-2	TTL 集成逻辑门电路的测试	165
项目 3-3	CMOS 集成逻辑门电路的测试	171
项目 3-4	集成逻辑电路的连接和驱动	175
项目 3-5	组合逻辑电路的设计与测试	180
项目 3-6	译码器及其应用	184
项目 3-7	数据选择器及其应用	191
项目 3-8	报警电路(优先编码器的应用)	197
项目 3-9	触发器功能测试及应用研究	199
项目 3-10	智能抢答器之一(D 触发器的应用)	208
项目 3-11	五路灯光控制电路(JK 触发器和 555 定时器的应用)	210
项目 3-12	计数器及其应用	212
项目 3-13	移位寄存器及其应用	218
项目 3-14	脉冲分配器及其应用	225
项目 3-15	使用门电路产生多谐振荡	230
项目 3-16	单稳态触发器与施密特触发器(脉冲延时与波形整形)	233
项目 3-17	555 时基电路及其应用	240
项目 3-18	叮咚音乐电子门铃(555 定时器的应用)	247
项目 3-19	简易电子琴(555 定时器的应用)	249
项目 3-20	D/A 和 A/D 转换器	251
项目 3-21	智能抢答器之二(D 触发器的应用)	257
项目 3-22	电子秒表(与非门、定时器、计数、译码显示)	260

项目 3-23	$3\frac{1}{2}$ 位直流数字电压表(CC14433 应用)	265
---------	---	-----

第四部分 电子技术综合训练

项目 4-1	直流稳压电源的设计和调试	272
项目 4-2	可编程函数发生器的设计和调试	277
项目 4-3	温度监测及控制电路的安装与调试	284
项目 4-4	用运算放大器组成万用电表的设计与调试	290
项目 4-5	多功能数字钟电路的设计和调试	295
项目 4-6	数字频率计的设计制作	301
项目 4-7	拔河游戏机的设计制作	307

第五部分 附 录

附录一	实训报告范例	311
附录二	常用集成电路管脚排列举例	315
参考文献		323

第一部分 电子技术实训基础

项目 1-1 万用表及使用方法

万用表是测量电压、电流、电阻等参数的常用仪表。它具有体积小、使用方便、检测精度较高、造价低廉等一系列优点,应用极为广泛。目前,人们通常使用的是指针式和数字式两大类。

一、指针式万用表

指针式万用表有 MF-500 型、MF-47 型、J0411 型、U-102 型、U-201 型等多种型号。图 1-1-1 为 MF-47 型指针式万用表面板示意图。

1. 面板及各旋钮的作用

(1) 机械调零旋钮

万用表在没有使用的状态下,指针应指在标度尺的零位上。如有偏移,可调节机械调零旋钮,使指针处在零位上。

(2) 电阻档调零旋钮

测量电阻时,无论选择哪一档旋钮,都要先将指针指在“ 0Ω ”处,否则,会给测量值带来一定的误差。

(3) 测量项目及量程选择旋钮

在测量过程中,首先要选择测量项目,然后再根据被测值的大小选择量程。

(4) 负极插孔

在其上方标有“COM”标记。在进行任何项目的测量时,黑表棒都应插在该插孔里。

(5) 正极插孔

在其上方标有“+”标记。在测量电阻、500mA 以下的直流电流及 1000V 以内的交直流电压时,红表棒应插在该插孔里。

(6) 高压插孔

在其上方标有“2500V”标记。在测量 1000V 以上的交直流电压时,红表棒应插在该

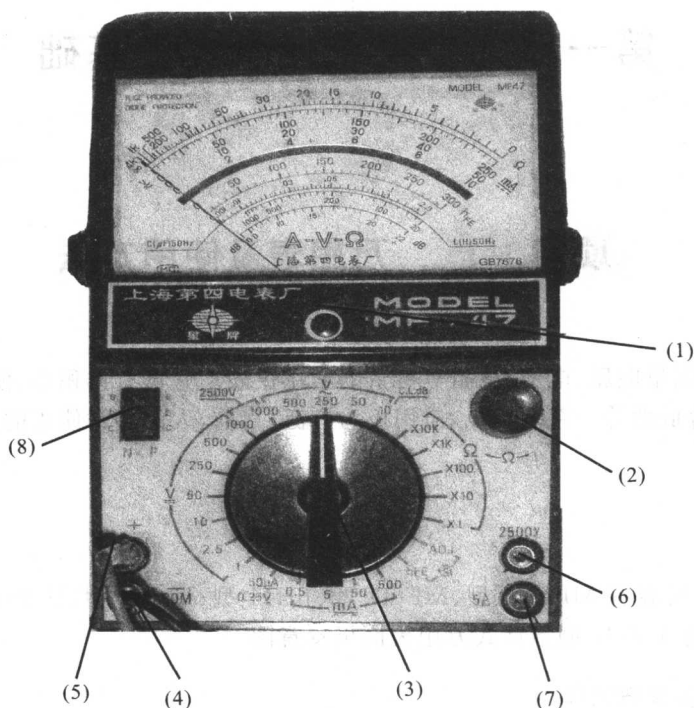


图 1-1-1 MF-47 型指针式万用表面板示意图

插孔里。这时,万用表的最大量程为 2500V。

(7) 大电流插孔

在其上方标有“5A”标记。在测量 500mA 以上的直流电流时,红表棒应插在该插孔里。这时,万用表最大量程为 5A。

(8) h_{FE} 插孔

根据被测三极管的种类、型号,将三极管的 e、b、c 三个电极,分别插入对应的“NPN”或“PNP”插孔内。

2. 使用方法

使用前应检查指针是否指在机械零位,若不能在零位上,可旋转表盖上的机械调零旋钮,使指针指在零位。红、黑表笔分别插入面板相应插座上。

(1) 测量直流电阻: 5 档

测量的方法如下:

1) 调零,如不能调零,应检查盒内电池。

2) 表笔接入待测电阻,按第 1 条刻度(最外圈)读数,并乘以所用档位所指示的倍数。

注:①每次更换电阻档位进行测量之前,都必须先调零。

②在电路中测量电阻时,必须先切断电源。

(2) 直流电流测量:5 档

测量时,按第 2 条刻度线读数,将万用表串接在被测电路中,红表笔为电流流入端,黑表笔为电流流出端。

注:如果不知被测电流范围,将功能开关置于最大量程并逐渐下调。

(3) 交、直流电压测量:交 6 档,直 7 档

测量电压时,将万用表并接在被测电路中,红表笔接被测高电位端,黑表笔接被测低电位端或接地。

(4) h_{FE} 的测量

先转动开关至 ADJ 位置,将红、黑表笔短接,调零,使指针指到 h_{FE} 档的 300 刻度上,然后将量程开关旋到 h_{FE} 档。将被测晶体管插在相应插孔内。

3. 注意事项

(1) 在使用万用表前,应先检查万用表是否调零。(机械调零和电阻调零)

(2) 测量高电压和大电流时,为避免烧坏开关,应在切断电源的情况下变换量程。测量直流电压、电流时,要注意正负极性。红表笔接高电位端,黑表笔接低电位端。

(3) 严禁带电测量电阻;严禁用电流档或电阻档测量电压。

(4) 测量未知的电压或电流时,应先选择最高电压或电流量程,待第一次读取数值后,方可转至适当位置,以取得较准确的读数,并且避免烧坏电路。

(5) 定期检查干电池,保证电阻档测量准确。长期不用应取出电池;测量完毕后,应将量程开关拨至最高电压档。

二、数字式万用表

数字式万用表与指针式万用表相比,具有许多优点:测量值直接用数字显示,读取直观、准确,可避免指针式的读数误差;分辨率高;测量速度快;输入阻抗和集成度高;抗干扰能力强。

图 1-1-2 为 UT-52 型数字式万用表面板示意图。

1. 面板及各旋钮的作用

(1) 电源开关(POWER)

按下开关,接通电源。

(2) 测量项目及量程选择旋钮

应根据不同被测信号的要求,首先确定该旋转开关的档位。当被测信号值未知时,应将量程开关置于最大档位,然后再根据实测情况逐渐减小量程,直到满意为止。

(3) 插入插孔

将黑表棒插入“COM”孔。当测量电压、电阻和二极管时,红表棒插入“V/ Ω ”孔。当测量的交直流电流小于 200mA 时,红表棒插入“mA”孔,当测量 200mA ~ 20A 之间的交直流电流时,红表棒插入“A”孔。

(4) h_{FE} 插孔

根据被测三极管的种类、型号,将三极管的 e、b、c 三个电极,分别插入对应的“NPN”或“PNP”插孔内。

(5) 电容插孔

将电容的两个管脚分别插入该插孔中(务必在测量前将电容完全放电)。

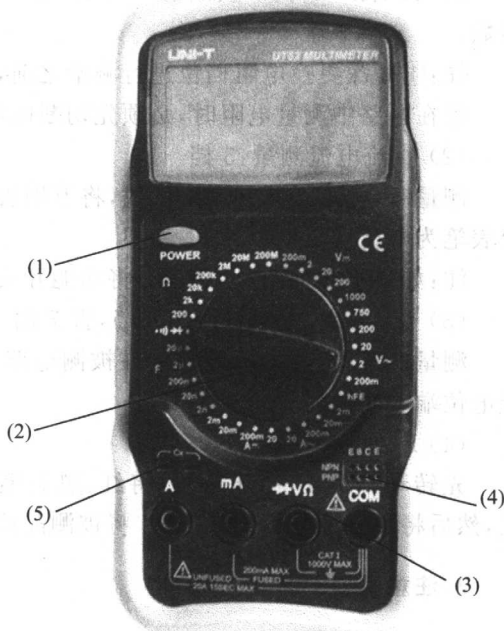


图 1-1-2 UT-52 型数字式万用表面板示意图

2. 使用方法

(1) 直流电压: 5 档

将量程开关置于“V—”档位,将红、黑表笔插入相应的插孔,打开电源开关,若显示屏上显示“1”,表示过量程,应重新选择量程。

(2) 交流电压: 5 档

将量程开关置于“V~”档位,红、黑表棒的插入位置与直流电压测量时的相应位置相同,将表笔接到测量点上,读数即现。频率范围: 40~400Hz。

注: ①测量时不允许超过额定值,以免损坏内部电路。

②显示值为交流电压的有效值。

(3) 直流电流和交流电流: 各 4 档

将量程开关置于“A—”或“A~”档位,将黑表笔插入“COM”插孔,红表笔插入“mA”插孔。当被测电流超过 200mA 时,红表笔插入“A”插孔。

注: 测量时串入被测电路。

(4) 电阻测量 7 档: 0~200M Ω

将量程开关置于“ Ω ”档位,黑表插入“COM”插孔,红表笔插入“V/ Ω ”插孔,然后将表棒接到电阻两端,读数即现。

注:①如果被测电阻阻值超出所选择量程的最大值,将显示过量程“1”,应提高量程。

②当检查内部线路阻抗时,被测线路必须将电源断开,电容电荷放尽。

③实际电阻值,应减去红、黑表笔短路时读数。

(5)电容测量:5 档,0~20 μ F

测量时,将量程开关置于“F”处,将被测电容插入电容插座中。

注:不能利用表笔测量。测量容量较大的电容时,稳定读数需要一定时间。

(6)二极管测试及蜂鸣器的连续性测试

黑表笔插入“COM”插孔,红表笔插入“V/ Ω ”插孔,将功能开关置于相应的档位,量程转换开关转换到二极管的测试端,将表笔连接到待测二极管,读数为二极管正向压降的近似值。

将表笔连接到待测线路的两端,如果两端之间电阻值低于约 70 Ω ,内置蜂鸣器发声,表示电路导通。

(7)晶体管 h_{FE} 的测量

步骤如下:

1) 将功能开关置 h_{FE} 量程。

2) 确定晶体管是 NPN 还是 PNP 型,插入相应的测试座内。

3) 显示器上将显示 h_{FE} 的近似值,测试条件: $i_B=10\mu A$, $u_{CE}\approx 2.8V$ 。

3. 注意事项

(1)数字式万用表使用 9V 叠层电池,如电池电压不足,显示屏将有低电压字符显示,此时应及时更换电池,以免引起测量误差;若长期不用,应将电池取出,以免电池渗液而腐蚀线路板。

(2)在使用中,特别是测量电流时应注意量程开关当前的档位是否合适,红、黑表笔所插的孔是否正确。否则,容易引起万用表的损坏。

(3)如果不知被测电压范围,将功能开关置于最大量程并逐渐下调。

(4)如果只显示“1”,表示过量程,功能开关应置于更高量程。

(5)不允许在被测线路带电的情况下测量电阻。

(6)在选用电阻档检测二极管时,红表笔为正极,黑表笔为负极,与指针式万用表反相。

项目 1-2

函数发生器及使用

以 AS101E 型函数信号发生器为例,简单介绍常用函数发生器的面板及使用情况。

AS101E 型函数信号发生器频率范围 $0.5\text{Hz}\sim 5\text{MHz}$,输出信号有正弦波、三角波、方波信号,输出频率和幅度均为数字显示,最大输出功率为 8W 左右。

如图 1-2-1 所示为 AS101E 型函数信号发生器面板示意图。

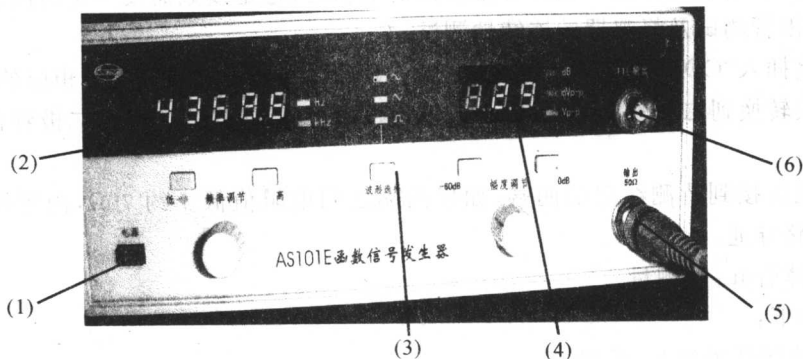


图 1-2-1 AS101E 型函数信号发生器面板示意图

1. 面板及各旋钮的作用

(1) 电源开关

(2) 输出频率显示

输出信号的频率从 0.5Hz 至 5MHz ,共分七个频段,分别为 $0.5\text{Hz}\sim 5\text{Hz}$ 、 $5\text{Hz}\sim 50\text{Hz}$ 、 $50\text{Hz}\sim 500\text{Hz}$ 、 $500\text{Hz}\sim 5\text{kHz}$ 、 $5\text{kHz}\sim 50\text{kHz}$ 、 $50\text{kHz}\sim 500\text{kHz}$ 、 $500\text{kHz}\sim 5\text{MHz}$ 。

(3) 波形选择

可通过波形选择开关选择正弦波、三角波、方波。

(4) 输出电压显示

当 $f < 1\text{MHz}$ 时, $V_{p-p} \geq 20\text{V}$ (负载开路) 或 $V_{p-p} \geq 10\text{V}$ (50Ω 负载);

当 $1\text{MHz} \leq f \leq 5\text{MHz}$ 时, $V_{p-p} \geq 16\text{V}$ (负载开路) 或 $V_{p-p} \geq 8\text{V}$ (50Ω 负载)。

输出幅度在 20dB 范围内连续调节,另外还有三档 -20dB 固定衰减器,最小输出幅度可至 1mV_{p-p} (50Ω 负载)。

(5) 信号输出端

本机信号由此输出,输出阻抗 50Ω 。

(6) 逻辑电平输出

TTL 电平输出: $\geq 3V$ (负载开路)。

2. 使用方法和说明

(1) 频段递减选择按键

每按一次按键, 频率转换至较低频率段, 依次为 $500\text{kHz} \sim 5\text{MHz} \rightarrow 50\text{kHz} \sim 500\text{kHz} \rightarrow 5\text{kHz} \sim 50\text{kHz} \rightarrow 500\text{Hz} \sim 5\text{kHz} \rightarrow 50\text{Hz} \sim 500\text{Hz} \rightarrow 5\text{Hz} \sim 50\text{Hz} \rightarrow 0.5\text{Hz} \sim 5\text{Hz}$ 。

(2) 频段递增选择按键

每按一次按键, 频率转换至较高频率段, 依次为 $0.5\text{Hz} \sim 5\text{Hz} \rightarrow 5\text{Hz} \sim 50\text{Hz} \rightarrow 50\text{Hz} \sim 500\text{Hz} \rightarrow 500\text{Hz} \sim 5\text{kHz} \rightarrow 5\text{kHz} \sim 50\text{kHz} \rightarrow 50\text{kHz} \sim 500\text{kHz} \rightarrow 500\text{kHz} \sim 5\text{MHz}$ 。

(3) 频率调节旋钮

先选择好频段, 再调节频率调谐即可得到所需频率。

(4) 频率显示

采用五位数码管显示, 频率单位为 Hz 或 kHz。

(5) 函数波形选择按键

每按一次, 转换一个波形, 依次是正弦波 $\rightarrow$ 方波 $\rightarrow$ 三角波 $\rightarrow$ 正弦波。

(6) 输出幅度固定衰减器递增选择按键

每按一次, 增加衰减量 20dB (10 倍), 依次为 -20dB 、 -40dB 、 -60dB 。

(7) 输出幅度固定衰减器递减选择按键

每按一次, 减小衰减量 20dB (10 倍), 依次为 -60dB 、 -40dB 、 -20dB 。

(8) 输出幅度显示

输出幅度调节旋钮按顺时针方向旋转, 输出幅度加大, 反之减少, 总的调节幅度为 20dB 。

(9) 输出幅度显示

三位数码管显示输出幅度峰峰值或 dB 值, 单位 dB、 $\text{mV}_{\text{p-p}}$ 、 $V_{\text{p-p}}$ 。

3. 使用注意事项

(1) 信号频率

在调节信号频率时, 先按频率选择键 (低、高), 选择一个所需的工作频段, 然后再调节带有慢转机构的旋钮至所需的信号频率。

(2) 信号输出幅度

如果要求信号幅度在 10 倍 (20dB) 以内变化时, 可调节信号幅度电位器, 如需更大的衰减时, 请按下按键 (-60dB), 每按一次, 衰减量增加 20dB 。

(3) 仪器需预热 5 分钟后方可正常使用。

(4) 请不要将大于 $10V$ (DC + AC) 的电压连到输出端、脉冲端和功率输出端。

项目 1-3

交流毫伏表及使用

双通道交流毫伏表广泛用于测量交流电压及音频信号。常见的 AS2294D 型双通道交流毫伏表,它采用二个通道输入,由一只同轴双指针电表指标,可以分别指示各通道的示值,也可指示出双通道之差值。该表测量电压的频率范围为 $5\text{Hz}\sim 2\text{MHz}$,测量电压范围为 $100\mu\text{V}\sim 300\text{V}$ 。它具有宽频率响应、高输入阻抗、高灵敏度及高稳定性等优点。

图 1-3-1 为 AS2294D 双通道交流毫伏表面板示意图。

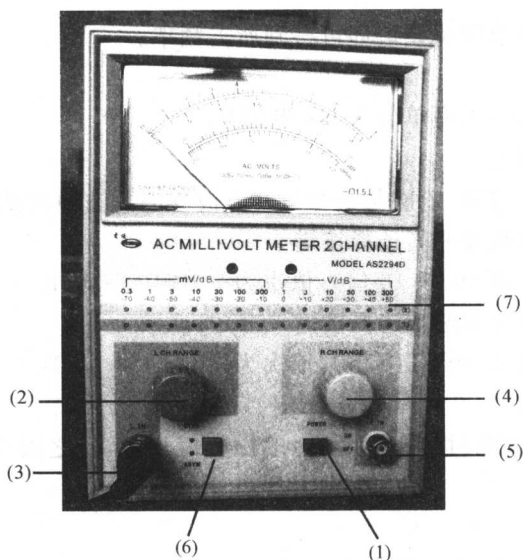


图 1-3-1 AS2294D 双通道交流毫伏表面板示意图

1. 面板及各旋钮的作用

(1) 电源开关

(2) 左通道输入量程旋钮(灰色)

调节该旋钮可选择不同的量程档位。可测量的电压范围为 $100\mu\text{V}\sim 300\text{V}$,分12档。

(3) 左通道信号输入口

(4) 右通道输入量程旋钮(橘红色)

(5) 右通道信号输入口

(6) 同步/异步按键

“SYNC”为同步操作;“ASYN”为异步操作状态,可测量两路电压大小相差较大的电压。

(7) 电压指示档位

左通道信号输入,灰色线条中间的灯亮;右通道信号输入,橘红色线条中间的灯亮。
可测量的最大电压值用指示灯表明。

2. 使用方法

(1) 开机之前的准备工作及注意事项

- 1) 测量仪器应水平放置。
- 2) 接通电源前先看表针机械零点是否为“零”;刚接通电源,电表的双指针摆动是正常的。
- 3) 在不知被测电压大小的情况下,尽量把测量量程放到高量程档,以免输入过载。
- 4) 测量 30V 以上电压需注意安全。
- 5) 所测交流电压中的直流分量不得大于 100V。

(2) 测量方法

- 1) 该仪器由两个电压表组成,因此在异步工作时是两个独立的电压表,可作两台单独电压表使用。在测量两个电压量程相差比较大的情况下,用异步工作状态。
- 2) 同步工作时,可由一个通道量程控制旋钮同时控制两个通道的量程。
- 3) 接通电源时,应将交流毫伏表的测量输入端短接,或者将档位置于较大的电压档。
- 4) 将被测信号由输入端口送入交流毫伏表时,应先接地线,后接信号线。

注:更换被测点前必须将量程旋钮重新旋到最大档,否则要打坏表头指针,损坏交流毫伏表。

(3) 正确读数

量程旋钮打在 1mV、10mV、1V 等以 1 开头的档位,应读第一条刻度线的数字;若量程旋钮打在以 3 开头的档位,读第二条刻度线的数字。

例如,量程旋钮打在 30mV,则读第二条黑色刻度线的数字,若刻度数为 2.5,则被测信号电压有效值(U)

$$\text{电压有效值}(U) = \frac{\text{量程档位}}{\text{刻度线}} \times \text{读数值}$$

$$U = \left(\frac{30}{3} \times 2.5 \right) \text{mV} = 25 \text{mV}$$

注:①为使读数准确,应调节量程旋钮使表头指针位置在满刻度的 $\frac{1}{3} \sim \frac{2}{3}$ 范围内,以减小读数误差。

②交流毫伏表测量的电压值为电压有效值。

项目 1-4

双踪示波器及使用

示波器是电子线路检测中必不可少的测试设备,它能将非常抽象的、看不见的周期信号或信号状态的变化过程,在荧光屏上描绘出具体的图像波形,用它可以测量各种电路参数,如电压、电流、频率、相位等电气量。它具有输入阻抗高、频率响应好、灵敏度高等特点。下面以 MOS-620 双踪示波器为例进行介绍。

图 1-4-1 为 MOS-620 双踪示波器面板示意图。

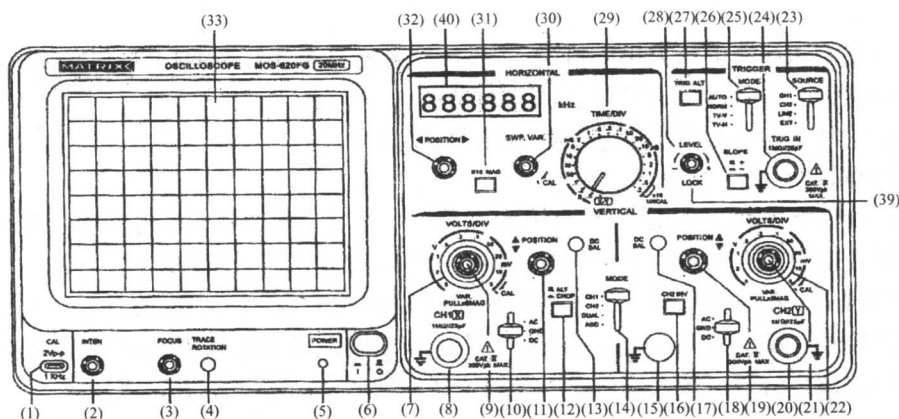


图 1-4-1 MOS-620 双踪示波器面板示意图

1. 面板及各旋钮的作用

面板布局可分为四部分:

A. 显示屏部分(位于面板左边)

(1)CAL 校准信号输出端子:提供 $1\text{kHz} \pm 2\%$ 、 $2V_{p-p} \pm 2\%$ 方波信号,作本机 Y 轴、X 轴校准用。

(2)辉度旋钮(INTEN):调节光迹的亮度,顺时针方向旋转亮度增加。

(3)聚焦旋钮(FOCUS):调节轨迹或亮点的清晰度。

(4)轨迹旋转旋钮(TRACE ROTATION):半固定的电位器用来调整水平轨迹与刻度线的平行。