

第3章

常用仪器仪表使用



3.1 电烙铁

在电路设计、电子设备维修中,常涉及电路板及其附属元器件的拆卸焊接,这就需要熟练掌握电路焊接技术。常见的电路焊接方法有手工焊接、浸焊、波峰焊、回流焊等。焊接质量优劣关系到设计和调试工作能否顺利开展。随着电路印制板和电子工艺技术的日益进步,批量产品的焊接装配已普遍采用自动插装、表面贴装技术(SMT)等焊接生产工艺,但样品试制、小规模批量生产以及高可靠性特殊要求的设备仍需采用手工焊接技术。

手工焊接需要用到的主要工具是电烙铁,因此我们需要了解、掌握其基础知识。

3.1.1 常用电烙铁的种类与结构

电烙铁的主要用途是焊接元器件及其连接导线。以机械结构分类,可分为内热式电烙铁和外热式电烙铁;以功率分类,可分为大功率电烙铁和小功率电烙铁;以功能分类,可分为无吸锡电烙铁和吸锡式电烙铁。常见电烙铁有内热式电烙铁、外热式电烙铁和恒温式电烙铁等。

1. 外热式电烙铁

之所以称之为外热式电烙铁,是因为其烙铁头安装在烙铁芯里面。外热式电烙铁由烙铁头、烙铁芯、外壳、柄、电源引线、插头等部分组成。烙铁芯是电烙铁的关键部件,由发热丝平行地绕制在一根空心瓷管上制成,通过云母片绝缘,引出两根导线连接 220V 交流电源。

烙铁功率越大,烙铁头的工作温度也就越高。常见外热式电烙铁如图 3-1 所示。外热式电烙铁体积较大,适合焊接较大的元器件,但其工作效率低。烙铁功率不同,其烙铁芯内阻也不同,随着功率增大,其内阻减小。常用的外热式电烙铁有 25W、45W、75W 等,25W 烙铁的内阻约为 $2\text{k}\Omega$,45W 烙铁的内阻约为 $1\text{k}\Omega$,75W 烙铁的内阻约为 $0.6\text{k}\Omega$ 。

烙铁头主要用来储存和传导热量,采用导热效果好的紫铜材料制成。烙铁的温度与烙铁芯的功率、烙铁头的体积和形状等都有关系。

2. 内热式电烙铁

内热式电烙铁与外热式不同,发热芯在内部,外面套入烙铁头,一般由烙铁头、烙铁芯、弹簧夹、手柄、连接杆等组成。优点是发热快,热效率较外热式电烙铁要高,一般 20W 的内热式电烙铁温度与约 40W 的外热式电烙铁温度相当,因此比较适用于电路板上各种元器件及线材的焊接。内热式电烙铁如图 3-2 所示。



图 3-1 外热式电烙铁



图 3-2 内热式电烙铁

3. 恒温式电烙铁

焊接时需要控制烙铁的温度在一个合适的范围内,为了弥补内热式电烙铁和外热式电烙铁温度不可控的不足,在电烙铁中安装磁铁式温度控制器来控制通电时间,从而实现烙铁的温度控制。通电时烙铁温度上升,当达到预定温度时,强磁体传感器的磁性消失,磁芯触点断开,停止向电烙铁供电;当温度低于预定温度时,强磁体传感器恢复磁性,触点接通,电烙铁供电加热。恒温式电烙铁如图 3-3 所示。

4. 吸锡式电烙铁

吸锡式电烙铁融合了活塞式吸锡器和电烙铁的功能,自带加热功能,常用作拆焊工具,运用方便、灵活。

综上所述,不论何种类型的电烙铁,其基本部件基本相同,由烙铁头、加热体、外壳、手柄、电源线等构成,如图 3-4 所示。



图 3-3 恒温式电烙铁

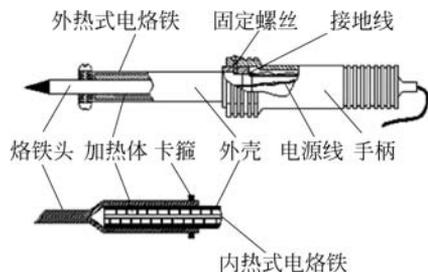


图 3-4 电烙铁结构图

5. 烙铁头的种类及选用

按形状分类,烙铁头可分为圆头、马蹄型、尖头、刀型和扁型等五种,如图 3-5 所示。在使用时可根据待焊接对象选择合适的烙铁头。

(1) 圆头(B 咀)。该类型烙铁头没有方向性,其前端头部各个方向均可用于焊接,适

合单个焊点的焊接,对于较密集引脚、间距较小的焊点,圆头烙铁头不太适用。

(2) 马蹄型(C咀)。该类型烙铁头的咀部与马蹄比较相似,焊接面积大,用烙铁头前端斜面部分焊接,适合较多锡量的焊接,如焊接面积大、粗端子、焊垫大的情况。CF型烙铁头适合焊接细小元件,仅斜面部分存在镀锡层,因此焊接时只有斜面部分才能沾锡,适合修正焊接部件和细小器件焊接。

(3) 尖头(I咀)。该类型烙铁头的尖端比较细,适合精细焊接以及焊接空间有限的情况,也可用来修正焊接集成电路器件时产生的锡桥。

(4) 刀型(K咀)。焊接过程中,使用刀型部分焊接,属于多用途烙铁头。适用于SOJ、PLCC、SOP、QFP等封装的集成电路芯片焊接,也适合电源、接地部分元件的焊接,还可用来修改焊接不良的器件。

(5) 扁型(D咀)。该类型烙铁头适用于需要多锡量的焊接环境,如焊接面积大、粗端子、焊垫大的情况。



图 3-5 烙铁头的形状

3.1.2 焊料与助焊剂

常见的焊料包括焊锡丝、焊条、锡膏、助焊剂等,常见的助焊剂是松香。在焊接中,焊料和助焊剂是不可或缺的材料,合理正确选用焊料和助焊剂是完成焊接任务的首要条件和确保质量的首要环节。

1. 焊料

常用焊料即焊锡,以锡(Sn)与铅(Pb)为主要成分,其熔点低、焊接性能好,是一种合金软焊料,有时也在焊锡中加入微量的锑(Sb)、铋(Bi)、银(Ag)等金属。

焊料可加工成条状、带状、丝状、片状、球状等,也可将一定粒度的焊料粉末与焊剂混合制成膏状焊料,即焊锡膏,用于表面贴装元器件的自动焊接。内心灌装有活化松香焊剂的松香心焊锡丝,是手工焊接的首选焊料,常用的直径规格为0.5~5.0mm。焊料如图3-6所示。

在选择焊料时,要注意焊锡的品牌、型号。由于生产工艺存在差别,同一品牌规格但不同批次的焊料,其焊接性能也会有所差别,因此必要时需进行样品的焊接实验。



图 3-6 焊料

2. 助焊剂

助焊剂常由具有还原性的物质组成,其熔点比焊锡的熔点低,比重、表面张力比焊锡小。在焊接时,在高温烙铁加热下,助焊剂先融化,流浸于焊料及被焊金属的表面,以隔绝空气,防止金属表面氧化,降低焊料本身和被焊金属的表面张力,增加焊料浸润能力,也能在高温环境下与焊锡及被焊金属表面的氧化膜反应,使之溶解,还原出纯净的金属表面。

助焊剂以松香为主要成分,能够改善焊接性能、增强焊接牢固度。助焊剂在受热后能对施焊金属表面起清洁及保护作用,起到至关重要的作用。暴露在空气中的金属表面很容易生成氧化膜,氧化膜会阻止焊锡对焊接金属的浸润作用。使用助焊剂可以清除金属表面的氧化脂,防止焊料在加热过程中再氧化,增强焊料与金属表面的活性,增加浸润的作用。同时可清除金属表面氧化物、硫化物、油和其他污染物,使焊接质量更可靠,焊点表面更光滑、圆润。

常见助焊剂分为无机系列、有机系列和松香树脂系列等,其中无机助焊剂的活性最强,有机焊剂的活性次之,在电路焊接过程中,松香助焊剂的应用最广泛,其化学性能稳定,对电路没有腐蚀性。松香助焊剂如图 3-7 所示。



图 3-7 松香助焊剂

3.1.3 电烙铁的选择原则

根据被焊部件的实际情况选择合适的电烙铁将有助于提高焊接效果,重点考虑加热形式、功率大小、烙铁头形状等。

1. 按电烙铁加热形式的选择

- (1) 在相同功率下,内热式电烙铁的温度比外热式电烙铁的温度要高。
- (2) 有些器件在焊接时,温度过高容易损坏器件,需要采用低温焊接。此时需要控制电烙铁的温度,对于不具备调温功能的电烙铁,在实际使用中可通过适当降低电烙铁供电电压来调低电烙铁的温度。

2. 按电烙铁功率的选择

- (1) 正常元器件如阻容元件、晶体管、集成电路、印制电路板的焊盘或导线等焊接时,

其接触点面积小,焊盘不大,散热相对较慢,可采用一般功率的电烙铁,如 20W 的内热式电烙铁或 30~45W 的外热式电烙铁。根据经验,选用可调温焊台效果会更好。

(2) 焊接点焊接面积大时,如散热片、接地焊片等,其接触面散热较快,宜采用 75~100W 的电烙铁。

(3) 对于大型焊点,其接触面散热快,如焊接焊片、插簧等器件,宜采用 100~200W 的电烙铁。

3.1.4 使用方法与维护保养

一般烙铁头部镀有氧化层合金,主要作用是形成一道热传递的屏障,快速将热量传递到被焊金属表面,避免烙铁头氧化,同时使得锡丝给烙铁头上锡更轻松。但烙铁头部镀有的氧化层比较脆弱,容易磨损。发现头部有污物时,不能用砂纸或硬物打磨,以免破坏电镀氧化层而导致烙铁头不能上锡,影响焊接效果。对于调温烙铁或调温焊台,其烙铁头部有时会镀银处理,也不能用砂纸打磨。

在使用时可用烙铁头先熔少许松香,再熔一些焊锡,以方便焊接。使用完毕后,烙铁头熔少许焊锡保存,防止烙铁头在不用时氧化。

电烙铁头在使用前需要预处理。可在湿润的耐高温海绵上擦拭,清洁烙铁头,然后用内嵌松香的焊锡丝加上锡,有利于热传导。当待焊接的元器件焊接面氧化严重,无法加锡时,需要清洁器件焊接表面。可以用锉刀或者砂纸打磨器件表面,清理器件外面的保护层及氧化物,然后在清洁好的部位涂上松香。焊接前,要做到焊点光亮饱满,尤其焊接导线时要预上锡处理,将待焊接的导线先用焊锡润湿,即做镀锡处理。

焊接时,应先加热焊件。将电烙铁的烙铁头点入待焊件(元器件),烙铁与工作台面形成约 45°的夹角,加热焊件 1~3s。然后焊锡与元件对面 45°夹角点入,待元件上的锡充分熔化后,撤离焊锡,电烙铁继续加热 1~3s 后移开。

在使用电烙铁过程中,电烙铁温度要合适。如果焊点颜色发暗,说明烙铁温度太高。无论任何状态下,应保证烙铁头时常有锡,尤其在不用时。若线路板存在虚焊焊点,需要对焊点进行补焊,补焊的方法与焊接的方法基本一致。

焊锡凝固结晶需要时间,过早撤离焊锡或电烙铁会使焊锡在结晶过程中受到外力(焊件移动)而改变结晶条件,导致结晶晶体形态不完美,形成毛刺,造成“冷焊”。故在焊锡凝固时,要保持焊件静止,或采用一些可靠夹持措施将焊件固定,以形成稳定的结晶条件。注意电烙铁使用过程中烙铁头应保留少量焊锡,方便再次焊接使用。

3.1.5 焊接质量

1. 合格的焊点

合格标准的焊点应具备足够的机械强度、良好的导电性、整齐美观的表面,如图 3-8

所示。

(1) 焊点要有足够的机械强度,以保证被焊件在受到振动或冲击时不会脱落、松动。

(2) 焊点要有可靠的电气连接,防止出现虚焊,保证具有良好的导电性能。

(3) 焊点的外观光滑、圆润、清洁、均匀、对称,看起来整齐、美观,能够充满整个焊盘,并与焊盘大小比例合适,具有美感。

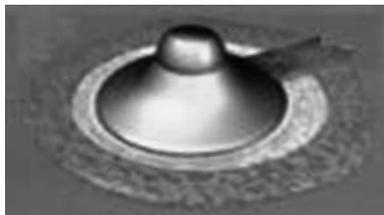


图 3-8 合格的焊点

2. 焊接质量的检查

(1) 目视检查。先从外观上检查焊接质量是否合格,也可在放大镜下进行目视检查,或者采用专用检测设备。重点检查是否存在错焊、漏焊、虚焊、连焊、毛刺、松动脱落现象;以及焊点是否存在裂纹,润湿是否良好,表面是否光亮、圆润,周围是否残留焊剂;焊接部位是否有明显热损伤和机械损伤的现象。

(2) 手触检查。主要用手触摸器件是否松动,检查焊接是否牢固。可用镊子夹住元器件引线轻拉或拨动焊接部位,观察是否有松动现象。

3.2 数字万用表

3.2.1 万用表概述

万用表以测量电压、电流和电阻为主要目的,是电子设计、调试、维修的基本常用工具。常见的指针式万用表和数字式万用表如图 3-9 所示。指针式万用表是以表头为核心部件的多功能测量仪表,由表头指针指示测量值。数字式万用表的测量值由液晶显示屏直接以数字的形式显示,读取方便。数字式万用表已成为主流,已经取代指针式万用表。与指针式万用表相比,数字式万用表灵敏度和精确度较高、显示清晰、过载能力强、便于携带,使用也方便简单。



(a) 指针式万用表



(b) 数字式万用表



(c) 台式万用表

图 3-9 不同的万用表



教学视频

数字万用表的显示位数通常为 $3\frac{1}{2}$ 位(三位半)~ $8\frac{1}{2}$ 位。一般数字万用表属于 $3\frac{1}{2}$ 位显示的万用表, $4\frac{1}{2}$ 、 $5\frac{1}{2}$ 位(6 位以下)数字万用表分为手持式、台式两种。 $6\frac{1}{2}$ 位以上大多属于台式数字万用表。

数字万用表的测量功能丰富, 可用来测量直流电压、交流电压、直流电流、交流电流、电阻、二极管正向压降、晶体管发射极电流放大系数, 还能测量电容、电导、温度、频率, 并增加了用于检查线路通断的蜂鸣器挡。部分万用表还具有电感挡、信号挡、AC/DC 自动转换功能, 电容挡自动转换量程功能。

万用表种类繁多, 下面以 Fluke 15B+ 数字万用表为例进行介绍。

3.2.2 Fluke 15B+ 数字万用表简介

Fluke 15B+ 数字万用表采用 $3\frac{3}{4}$ 位液晶显示, 具有读数直观精确、携带方便、使用简单、准确性较高等特点, 如图 3-10 所示。此万用表由液晶显示屏、功能转换开关、功能切换键、表笔插孔组成, 可用来测交直流电压和电流、电阻、电容、二极管正向压降等参数。



图 3-10 Fluke 15B+ 万用表

3.2.3 万用表的使用方法

1. 测量交流和直流电压

如图 3-11 所示, 将旋转开关旋至 \tilde{V} 、 ∇ 或 \tilde{mV} 挡, 分别将黑色表笔和红色表笔连接到

COM 和 V 输入插座,用表笔另两端测量待测电路的电压值(与待测电路并联),用液晶显示器读取电压值。在测量直流电压时,显示器会同时显示红色表笔所连接的电压极性,如图 3-11 所示。

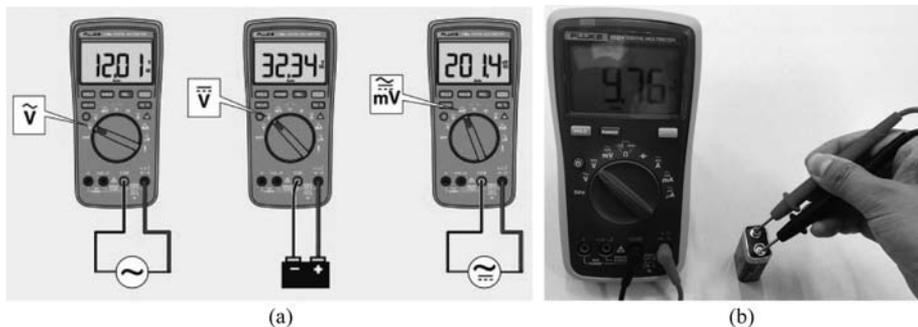


图 3-11 万用表测量电压值

2. 测量电阻

将旋转开关旋至 Ω 挡,分别将黑色表笔和红色表笔连接到 COM 和 $V\Omega$ 孔,用表笔另两端测量待测电路的电阻值,严禁带电测电阻,从液晶显示屏读取电阻测量值。

3. 测量电流

如图 3-12 所示,测量电流时需要切断被测电路的电源,将旋转开关旋至电流测量挡位,如 μA 、mA 或 A 挡,根据测量电流大小选择合适的测量挡位,按功能键选择直流电流或交流电流测量方式,将黑色表笔连接到 COM 输入孔。

如果被测电流小于 400mA,将红色表笔连接到毫安孔(mA);如果被测电流为 400mA~10A,将红色表笔连接到安培孔(A)。断开待测的电路,将黑色表笔连接到被断开电路的一端,将红色表笔连接到被断开电路的另一端,若电流从红色表笔进黑色表笔出,则显示测量值为正,反之,读数为负数。

接上电路的电源,读取显示的测量电流值。若显示器显示“OL”,表明测量值超过所选量程,应更换选择合适的量程,旋转开关应置于更高量程。电流测量完成后,应先切断电源,恢复电路原状。

4. 测试二极管

如图 3-13 所示,将旋转开关旋至 Ω 挡,按功能键一次,切换到二极管测量挡位,将黑色表笔和红色表笔分别连接到 COM 和 $V\Omega$ 孔,分别将红色表笔和黑色表笔连接到被测二极管的正极和负极,此时将显示被测二极管的正向导通电压值(0.5~0.8V)。

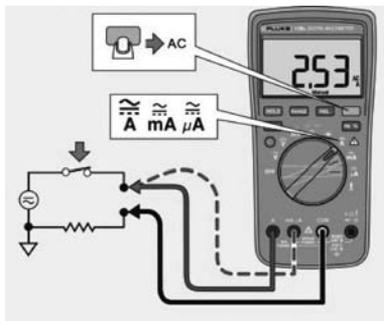


图 3-12 万用表测量交直流电流值

如果测试表笔极性反接,仪表将显示“OL”,如图 3-12 所示。

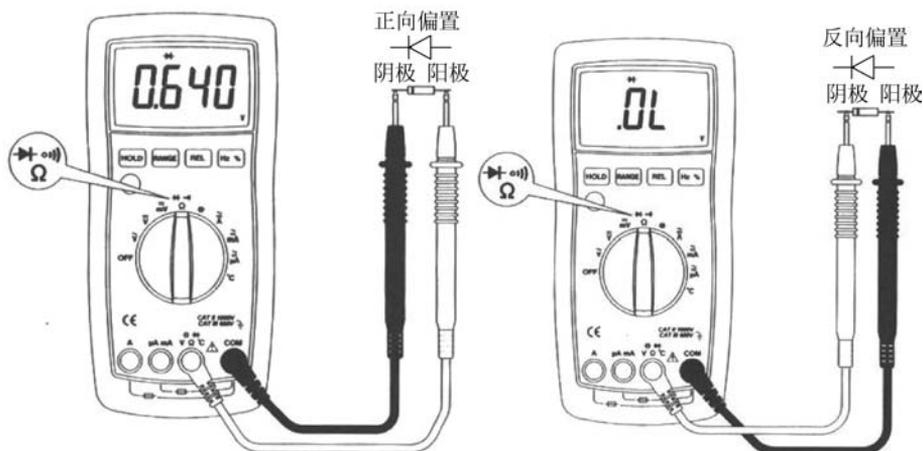


图 3-13 万用表测试二极管

5. 蜂鸣通断测试

通断测试挡位为万用表常用功能挡位,常用来测量电路的连通性,检查电路通断,如检查灯光线路故障可利用此功能。具体设置如图 3-14 所示,将旋转开关旋至 $\Omega \rightarrow \text{蜂鸣}$ 挡,按功能键两次,切换到通断测试状态,分别将黑色表笔和红色表笔连接到 COM 和 V Ω 孔,把表笔连接到被测电路或线路两端,如果被测电路或线路阻值小于 75 Ω ,蜂鸣器将会发出连续响声,否则仪表将显示“OL”。电路板还原也可采用此功能。

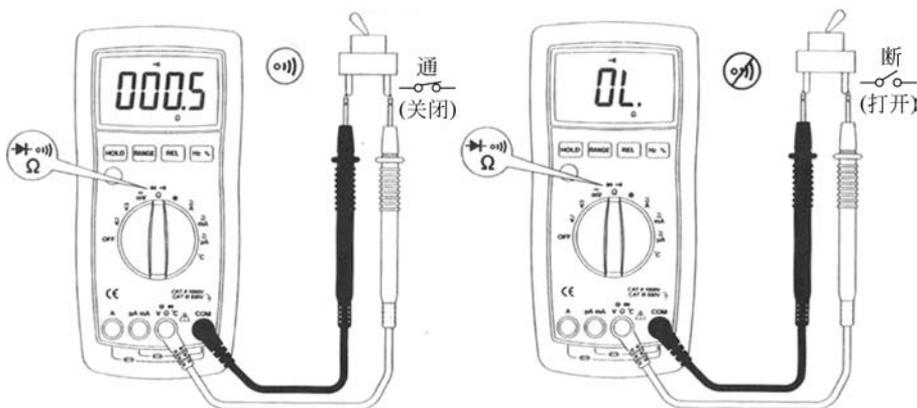


图 3-14 测量通断

6. 测电容

如图 3-15 所示,将旋转开关旋至 + 挡,切换到电容测试挡位,分别将黑色表笔和红色表笔连接到 COM 和 V 孔,然后分别将黑色表笔和红色表笔连接到被测电容的两端,仪

表将显示被测电容的测量值。



图 3-15 测量电容值

3.2.4 万用表使用注意事项

为保证测量的准确性和测量者的人身安全,在使用万用表过程中,尤其是在测量电压较高或电流较大时,严禁用手去接触表笔的金属部分,也严禁测量过程中换挡。否则,会对万用表造成不可逆损坏。若要换挡,应先断开表笔,换挡后再去测量。长期不用时应取出万用表内部的电池,以免电池漏液腐蚀表内电路板及元器件。

3.3 直流稳压电源

3.3.1 稳压电源概述

直流稳压电源是一种为电路提供能源的设备,输入工频交流电压,输出可调整的稳定的直流电压。实验室使用的稳压电源通常为双路直流稳压电源,可输出两路独立可调的直流电压。

直流稳压电源可分为线性电源和开关电源。老式仪器大多数为线性电源,体积笨重,效率低下。现在大多数为开关式稳压电源,重量轻,效率高。

3.3.2 DF1731SL3ATB 型直流稳压电源简介

DF1731SL3ATB 型电源是 DF1731 系列电源中的一种具有主从两路输出,如图 3-16 所示。两路可调输出直流具有稳压和稳流自动转换功能,电路稳定可靠。稳压状态下,输出电压在 0~标称电压值任意调整。在稳流状态时,稳流输出电流能在 0~标称电流值连续可调。两路电源间可独立工作,也可以进行串联或并联。

DF1731SL3ATB 型双路输出直流稳压电源具有主从两路输出。



教学视频



图 3-16 DF1731SL3ATB 型电源

3.3.3 使用方法

1. 电源使用的基本常识

(1) 打开电源,根据需要确定电源输出方式,调节电压(或稳流源的电流)输出大小,确定无误后,关掉电源。

(2) 用导线连接电源输出端子(注意正、负极性)和电路的电源端以及电路的参考地端。根据实际电路要求连接并检查无误后,再打开电源。

(3) 电源使用完毕,应先关掉电源,再去除连接导线。

2. DF1731SL3ATB 型电源的使用方法

DF1731SL3ATB 型电源常用于向电路板提供稳定的直流电压。提供直流电压有三种方式:主从两路电源各自独立使用,分别输出不同的可调直流电压,即独立模式;也可以主从电源串联提供出大小相等的正负直流电压,即串联模式;还可以主从电源结合供出更大电流的单路直流电压,即并联模式。

通过调节电源模式控制开关可调节双路电源的输出模式。当两个按钮同时弹起时,为主从电源独立模式;当左边按钮按下,右边按钮弹起时,为串联模式;当两个按钮均按下时,为并联模式。

(1) 稳压电源的独立使用。将电源模式控制开关均置于弹起位置,此时稳压电源处于双路独立输出模式。

主路(或从路)电源作为稳压源使用时,首先应将限流调节旋钮(左旋钮)顺时针调节到适当位置(以电路能够承受的最大电流为准),然后打开电源开关,同时调节电压调节

旋钮,使从路和主路输出电压至需要的电压值时,稳压状态指示灯发光。

(2) 稳压电源的串联使用。将电源模式控制开关(左)按下,控制开关(右)置于弹起位置,此时稳压电源处于双路串联输出模式。

此时调节主路电源电压调节旋钮,从路的输出电压与主路输出电压尽可能保持一致。使输出电压最高可达两路电压的额定值之和(即主路输出正极和从路输出负极之间电压)。

在两路电源处于串联状态时,两路的输出电压由主路控制,但是两路的电流调节仍然是独立的。在两路串联时应注意从路电流调节旋钮,如从路电流调节旋钮在反时针到底的位置或从路输出超过限流保护点,此时从路的输出电压将不再跟踪主路的输出电压,因此一般两路串联时应将从路电流调节旋钮顺时针旋到最大。

(3) 稳压电源的并联使用。将电源模式控制开关(左)按下,控制开关(右)按下,此时稳压电源处于双路并联输出模式。

此时两路电源并联,调节主电源电压调节旋钮,两路输出电压一样,同时从路稳流指示灯发光。在两路电源处于并联状态时,从路电源的稳流调节旋钮不起作用。当可调电源作稳流源使用时,只需要调节主路的稳流调节旋钮,此时主、从路的输出电流均受其控制并且相同。其输出电流值最大可达两路输出电流值之和。在两路电源并联时,如有功率输出,则应使用与输出功率对应的导线分别将主、从电源的正端和正端、负端和负端可靠短接,使负载可靠地接在两路输出的输出端子上。如将负载只接在一路电源的输出端子上,将有可能造成两路电源输出电流的不平衡,严重时有可能造成串并联开关的损坏。

3. 稳压电源使用注意事项

(1) 使用过程中,严禁短路,若输出发生短路,应马上关掉电源。

(2) 因使用不当或环境异常等因素可能引起电源故障。当电源发生故障时,输出电压有可能超过额定输出最高电压,使用时务必注意,以免造成负载损坏。

(3) 供电电源线的保护接地端必须可靠接地。

3.4 数字信号源的使用

3.4.1 信号源概述

信号源作为电路测试的源输出设备,可以提供电路需要的信号波形,通过设定信号源的输出信号波形、频率和幅度,使信号源输出电路所需要的电信号。

目前,常见的信号源为数字信号源,其主要区别在外观上。大体有两类:一类是液晶显示,一类是数码管显示。在设定一个信号时,液晶显示的数字信号源通常通过与液晶屏菜单相配合的功能按键来选择波形形状、频率单位和幅度单位等;数码管显示的数字信号源在设定信号时,则是通过按键之间相互配合来设定波形形状、频率单位和幅度单位。



教学视频

不同型号信号源虽然外观及面板以及具体操作上存在或多或少的差异,但基本功能大同小异,因此,数字信号源使用的一般操作步骤基本类似。

数字信号源一般操作步骤如下:

- (1) 打开电源;
- (2) 设定信号波形(如可选择正弦波形、方波、三角波、锯齿波等);
- (3) 设定信号频率数值和选定频率单位(如 Hz、kHz、MHz 等);
- (4) 设定信号幅度数值及其幅度单位(如 mV、V 等);
- (5) 打开信号输出开关(有些信号源有此功能,有些信号源无须设定);
- (6) 将信号源输出的信号接入电路相应端口。

3.4.2 F40(80)函数信号发生器简介

1. F40(80)信号源面板简介

如图 3-17 所示 F40(80)信号源显示区(包括左边的波形类型显示和中间的数字及单位等显示)所显示内容是由功能按键和数字按键结合操作后呈现出来的具体信息。数字按键和调节旋钮均可进行参数的设置,即通过转动旋钮可以改变显示区域“闪动”的数字大小,如果旋钮再结合功能按键区右上角的左右箭头键就可以方便地改变显示区数字。



图 3-17 F40(80)函数信号发生器前面板

图 3-17 中“信号输出开关”控制按钮上面的指示灯“亮”表示信号源正常输出,开机默认为开启状态,如果关闭则灯灭且信号源无输出。

图 3-17 中功能按键区的大多数按键是多功能键。每个按键的基本功能标在该按键上,实现某按键基本功能,只须按该按键即可。大多数按键有第二功能,第二功能用蓝色标在这些按键的上方,实现按键第二功能,只须先按【Shift】键(该键在显示区标志字“shift”亮起),再按该按键即可。功能按键区第二排左边五个按键还可作单位键,具体单位标在这些按键的下方,要实现按键的单位功能,只要先按数字键,接着再按该按键即可。

图 3-17 中右下角的输出端口需要用带有 BNC 接头的同轴电缆接到使用该信号源的电路中,图 3-18 为信号源输出电缆示意图。

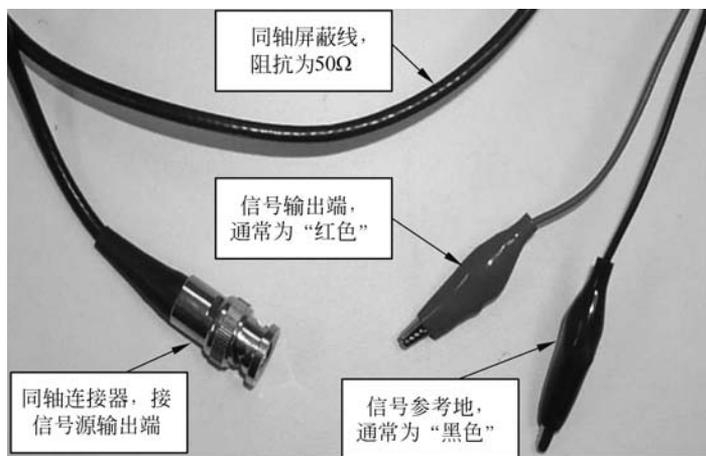


图 3-18 信号源输出电缆图

在使用中,信号源输出电缆的黑色鳄鱼夹一定要接到电路参考地端。

2. F40(80)信号源常用按键操作

使用前,先仔细检查电源电压是否符合本仪器的电压工作范围,确认无误后方可将电源线插入本仪器后面板的电源插座内。图 3-17 中左下角为本仪器的电源开关键,按下电源按钮接通电源。F40(80)进入待机状态,如图 3-19 所示。即开机后进入“点频”功能状态,波形显示区显示当前波形为“~”正弦波,频率为 10.00000000kHz。

~ 10.00000000 KHz

图 3-19 F40(80)信号源开机初始状态显示

(1) “频率/周期”功能键操作。

“频率/周期”键为频率或周期两种设置功能切换按键。如果当前显示为频率(显示区数字右边为频率单位,即 Hz 或 kHz 或 MHz 等),再按【频率/周期】键,显示出当前周期值;如果当前显示为周期(显示区数字右边为周期单位,即 ms 或 s,实际显示的“秒”为色 SEC),再按【频率/周期】键,可以显示出当前频率值。

因为一个信号的频率与其周期互为倒数形式(即 $f = 1/T$),信号的频率也可用周期值的形式进行显示和输入。当信号源处于开机状态时,按“频率/周期”键循环操作将有如图 3-20 所示的两种显示方式循环切换。

通常情况下,设置一个信号多用“频率”方式,即显示区右边的当前单位为 Hz 或 kHz 或 MHz 等。如果不是频率单位,需要再按一次“频率/周期”键才能进行频率设置。

(2) “幅度/脉宽”功能键操作。

“幅度/脉宽”键最常用的功能是设置一个信号的幅度值,具体操作如下:

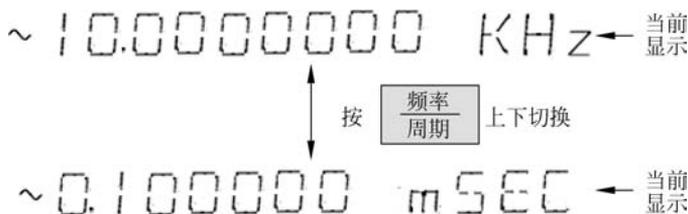


图 3-20 “频率/周期”功能键循环切换显示

按“幅度/脉宽”键,显示如图 3-21 所示的信息后,就可以进行幅度数值输入和相应的单位输入。

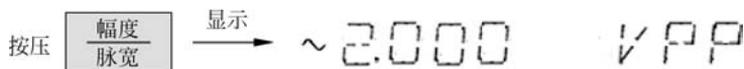


图 3-21 “幅度/脉宽”功能键设置幅度功能显示

图 3-21 中显示的是信号源默认的幅度值,右端的“VPP”为幅度单位(对应“Shift”键下方的单位为“Vpp”),其中“V”表示电压单位“伏”,“PP”表示峰-峰值。幅度单位还可以显示为“mVPP”(对应“调频”键下方的单位为“mVpp”),表示信号幅度峰-峰值单位为“毫伏”。

幅度单位还可以显示为有效值形式,显示“RMS”标记。当幅度单位为“VRMS”(对应“调幅”键下方的单位为“Vrms”)或“mVRMS”(对应“扫描”键下方的单位为“mVrms”),分别表示所设置的信号幅度有效值单位分别为“V”或“mV”。

3.4.3 F40(80)信号源基本使用方法

按下信号源电源开关,F40(80)进入“点频”功能状态,即显示当前波形为正弦波“~”,频率为 10.00000000kHz。信号源等待具体需求信号的设置操作。

注意: 用数据键输入数据后,必须再输入单位,这时所设置的数据才开始生效,仪器将根据显示区数据输出信号,否则输入数值不起作用。使用“旋钮”输入数据时,数字改变后立即生效输出相应信号,不用再按单位键。

通常,用数字键加单位直接设置所需信号更快捷。

1. F40(80)信号源输出点频信号

点频功能模式是指输出一些基本波形,如正弦波、方波、三角波、升锯齿波、降锯齿波等。在点频功能模式下,大多数波形可以设定频率、幅度和直流偏移。

F40(80)信号源开机后自动进入“点频”状态,默认的输出信号频率为 10kHz,峰-峰值为 2V(即 $V_{pp} = 2V$,则幅度 $V_m = 1V$)的正弦波。

在 F40(80)信号源开机后的初始状态下,可以直接改变频率和幅度值,设置需要的正弦点频信号。

正弦点频信号设置的一般步骤如下。

(1) 若为开机初始点频状态,可直接忽略步骤(2)进入步骤(3)。

(2) 信号源不是正弦点频时,可先按【Shift】键再按【点频】键进入点频功能。

(3) 频率设定:按【频率】键,显示当前频率值(单位是 kHz 或 MHz 等);用数据键输入频率值,再按需要的频率单位键,这时仪器输出端口即有该频率信号输出。

(4) 幅度设定:按【幅度】键,显示出当前幅度值(单位是 mV 或 V);可用数据键输入幅度值,再按需要的电压单位键,这时仪器输出端口即有该幅度的信号输出。

2. 常用输出波形的选择设置

F40(80)信号源常用输出信号波形为正弦波、方波、三角波、升锯齿波、脉冲波五种,这五种波形可以直接使用第一排相应按键上面的蓝色第二功能来设置。常用波形幅度和频率设置方法与前面所述正弦波形的幅度和频率设置方法相同。

常用输出波形的选择设置方法(下述步骤是并列关系,没有先后顺序):

(1) 按【Shift】键后,再按相应波形键(如正弦波、方波、三角波、升锯齿波、脉冲波)即可。设置完成后,波形显示区显示相应的波形符号。

(2) 频率设定:按【频率】键,显示频率值(单位是 kHz 等);用数据键输入频率值,再按需要的频率单位键。

(3) 幅度设定:按【幅度】键,显示出当前幅度值(单位是 V 等);可用数据键输入幅度值,再按需要的电压单位键。

例如:用 F40(80)信号源产生一个频率为 2.5kHz、峰-峰值为 2.5V 的方波信号。

首先确认信号源为点频状态,操作步骤如下。

(1) 波形设定:按键顺序为【Shift】【方波】。

(2) 频率设定:按键顺序为【频率】【2】【.】【5】【kHz】。

(3) 幅度设定:按键顺序为【幅度】【2】【.】【5】【Vpp】。

操作每一步对应的显示区域内容如图 3-22 所示。

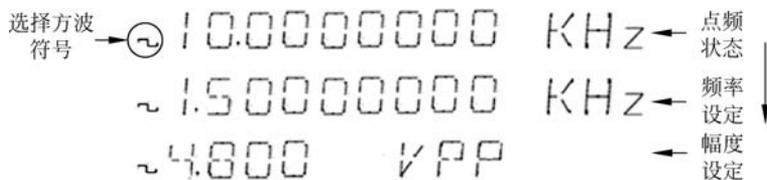


图 3-22 设定一个方波电压信号波形示意图

3. 直流偏移设定

前面所讲的正弦波形、方波和三角波设置方法均为关于 0V 上下对称的波形,如果想得到关于 0V 水平轴不对称的波形,即将波形整体向上移动(正偏移)或向下移动(负偏移),就需要在前面点频信号设置频率和幅度的操作基础上,进行直流偏移设置。

直流偏移电压的设置可以看作单独设置一个直流信号,该直流信号是与点频信号叠加后共同在仪器输出端口输出的。

直流偏移设定操作步骤:

按【Shift】键后再按【偏移】键,显示出当前直流偏移值(单位为 mV 或 V),可用数据键和电压单位键设置。

例如(直流偏移设定):用 F40(80)信号源产生一个频率为 10kHz,峰-峰值为 2V,偏移值为 1V 的正弦波信号。

解:确认信号源为点频状态,操作步骤如下。

- (1) 频率设定:按键顺序为【频率】【1】【0】【kHz】。
- (2) 幅度设定:按键顺序为【幅度】【2】【Vpp】。
- (3) 偏移设定:按键顺序为【Shift】【偏移】【1】【VDC】。

其中,直流偏移量的设置操作显示如图 3-23 所示。

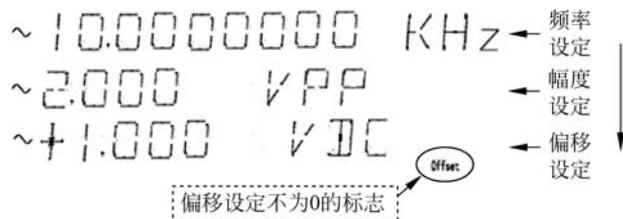


图 3-23 正弦信号添加直流偏移电压操作显示



教学视频

3.5 数字示波器的使用

3.5.1 示波器概述

示波器主要功能是把测量点的电压随时间变化曲线直观地显示在屏幕上。示波器也是电子设计调试维修过程中重要的电子测量仪器之一,对于电子、通信、信息等电类相关专业的工程技术人员,掌握示波器的使用方法是一项必备的基本实践技能。

数字示波器型号多种多样,但是除带宽、输入灵敏度等不完全相同外,基本使用方法都是相同的。示波器能观察各种不同电信号幅度随时间变化的波形曲线,在此基础上可测量电压、时间、频率、相位差和调幅度等电参数。

使用示波器观察电信号波形的一般步骤如下:

- (1) 接通示波器供电电源,并打开示波器电源开关。
- (2) 选择垂直方向(Y轴)耦合方式。根据被测信号特点,将Y轴输入耦合方式设置为“交流”(AC)或“直流”(DC)。
- (3) 选择垂直方向(Y轴)灵敏度。根据被测信号幅度的大致范围,合理调整垂直方向(Y轴)灵敏度“V/div”旋钮,以使被测信号能在窗口完整显示。
- (4) 选择并设置合适的触发信号源。
- (5) 选择扫描速度。根据被测信号周期(或频率)值,合理调整水平方向(X轴)的扫描速度“t/div(或扫描范围)”,使屏幕上显示测试所需周期数的波形。

(6) 输入被测信号。被测信号通过探头输入示波器的相应测试通道。

对于数字示波器,通常都具备自动测量功能,可以不用设置垂直方向和水平方向的灵敏度,直接通过自动测量按键进行信号曲线显示。

要正确使用并充分利用一台示波器的功能和性能指标,须认真阅读该示波器的使用说明书。

3.5.2 泰克数字示波器 TDS1002B 简介

泰克数字示波器 TDS1002B 的前面板如图 3-24 所示,其中面板的按钮标签有中文和英文两种类型,但按钮位置是固定的。图 3-24 中的选项按钮也称为屏幕按钮或侧面菜单按钮,操作这些按钮可以对屏幕中相对应的菜单项进行操作。

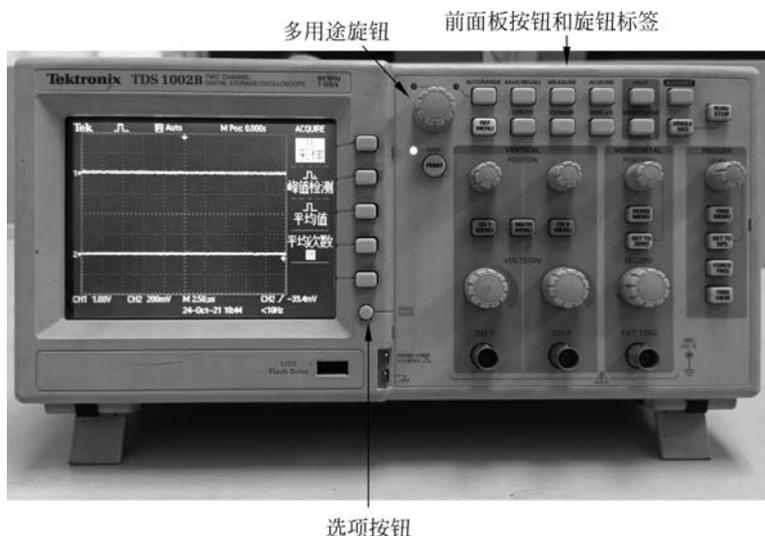


图 3-24 泰克数字示波器 TDS1002B 的前面板

1. 前面板按钮和旋钮

泰克数字示波器 TDS1002B 的前面板大体可分为以下几部分。

1) 垂直控件

垂直控件如图 3-25 所示,包括左右功能相同的两部分按钮和旋钮,左边部分控制通道 1(CH1)待测量信号的垂直方向显示位置和幅度大小,右边部分控制通道 2(CH2)待测量信号的垂直方向显示位置和幅度大小。

“VERTICAL POSITION(垂直位置)”旋钮①(CH1 和 CH2):可垂直定位(移动)相应通道波形在屏幕上的显示位置。

“CH1 MENU(CH1 菜单)和 CH2 MENU(CH2 菜单)”按钮:按该按钮显示对应通道的“垂直”菜单选项,并打开或关闭通道波形的显示。两个通道的垂直菜单是相互独立设置的,且该按钮具有对测量通道信号显示与否的开关功能。

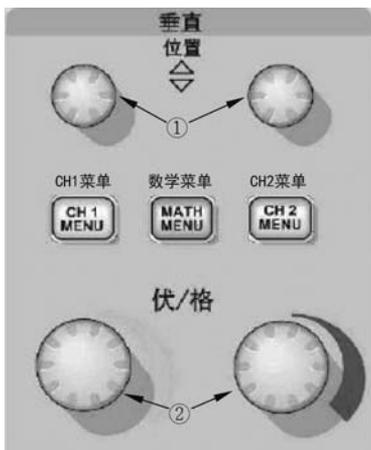


图 3-25 泰克数字示波器 TDS1002B 垂直控件

“VOLTS/DIV(伏/格)”旋钮②(CH1 和 CH2): 选择垂直刻度系数,即选择相应通道在显示区域垂直方向每一个大格代表的电压大小。

“MATH MENU(数学菜单)”按钮: 显示波形数学运算菜单,并打开和关闭对数学波形的显示。

2) 水平控件

通过水平控制可以改变水平刻度,使得屏幕波形会围绕屏幕中心扩展或缩小,可以左右移动屏幕波形位置。水平控件如图 3-26 所示,其中各个旋钮或按键的含义如下。

“HORIZONTAL POSITION(水平位置)”旋钮: 可以调整所有通道和数学波形的水平位置(即左右移动波形)。

“HORIZ MENU(水平菜单)”按钮: 显示“水平菜单”。

“SET TO ZERO(设置为零)”按钮: 将水平位置设为零。

“SEC/DIV(秒/格)”旋钮: 改变水平刻度进而放大或压缩波形。调整该旋钮实际上是改变屏幕水平方向每一格代表的时间大小。由图中所标波形符号可以看出,顺时针旋转把波形放大(水平方向每一格代表的时间变小),逆时针旋转则压缩波形。

正常使用时,用“水平位置(HORIZONTAL POSITION)”旋钮控制触发相对于屏幕中心的位置,用“设置为零(SET TO ZERO)”按钮将水平位置设为零,用“秒/格(SEC/DIV)”旋钮改变水平刻度进而放大或压缩波形。

3) 触发控件

触发控件的主要功能为确定示波器开始采集数据以及显示波形的时间,正确设置触发后,示波器就能将不稳定的显示波形稳定下来。触发控件按钮或旋钮如图 3-27 所示,其中各旋钮或按键的含义如下。

“TRIGGER LEVEL(触发电平)”旋钮: 调节触发电平旋钮,可以稳定波形设置,即设置采集波形时信号所必须越过的幅值电平。

“TRIG MENU(触发菜单)”按钮: 按下按钮则显示“触发菜单”内容。



图 3-26 水平控件



图 3-27 触发控件

“SET TO 50%(设为 50%)”按钮：按下按钮将触发电平设为最大电压和最小电压的中点以快速稳定波形。

“FORCE TRIG(强制触发)”按钮：强制完成波形采集。

“TRIG VIEW(触发信号显示)”按钮：按下按钮在 Trigger View 模式下显示的是满足条件的触发波形而不是通道波形。

4) 菜单和控件按钮

菜单和控件按钮如图 3-28 所示,图中左上角的“多用途旋钮”具体功能要根据显示屏幕右边显示的菜单或选定的菜单选项来确定。当该旋钮对应的指示灯变亮,表示多用途旋钮被激活,此时可以用它来调整菜单选项。选中后按“多用途旋钮”即可。

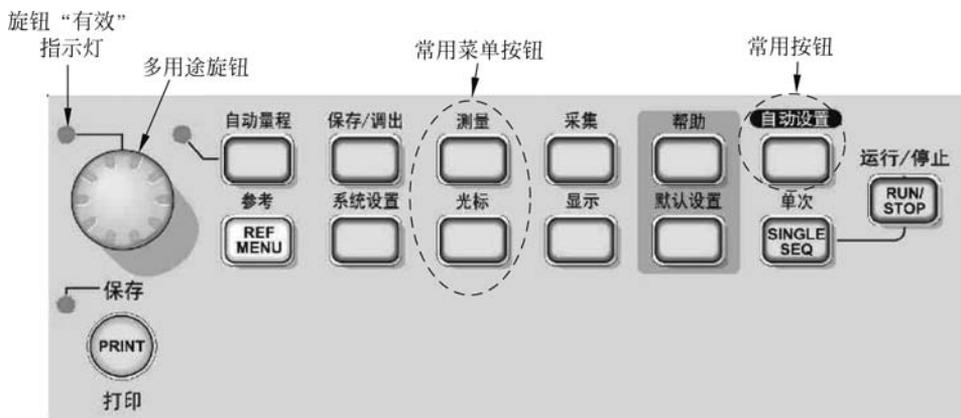


图 3-28 泰克数字示波器 TDS1002B 菜单和控件按钮

图 3-28 中的每个按钮各自对应有相应的菜单或功能,此处仅就比较常用的按钮及其菜单或按钮功能做简要介绍。

“AUTORANGE(自动量程)”按钮：显示“自动量程”菜单,并激活或禁用自动量程功能。自动量程激活时,其左边对应的指示灯变亮。

“MEASURE(测量)”按钮：显示自动测量参数选择菜单，这是示波器非常重要的一个按钮。按下“MEASURE(测量)”按钮，显示其对应的子菜单，一次最多可以选择实现五种参数测量功能，可以测量的各通道信号参数包括频率、周期、平均值、峰-峰值、均方根值、最小值、最大值等。

“CURSOR(光标)”按钮：显示“光标菜单”。光标功能可以用来测量振荡信号频率、振荡幅值、脉冲宽度、上升时间等，它总是成对出现，包括“幅度”和“时间”两类光标。“幅度”光标在显示屏上以水平线出现，可测量垂直参数；“时间”光标在显示屏上以垂直线出现，可同时测量水平参数和垂直参数。

“AUTOSET(自动设置)”按钮：自动设置示波器控制状态，以产生适用于输出信号的显示波形。如果不确定测量信号的大小和频率，可以使用该按钮进行自动测量。

“UTILITY(系统设置)”按钮：显示“系统设置”菜单，其中可以进行屏幕显示语言的设置。

“DISPLAY(显示)”按钮：按下按钮，显示屏幕显示方式设置的菜单。

“DEFAULT SETUP(默认设置)”按钮：调出厂家默认设置。可以通过该按钮恢复仪器默认的初始设置状态。

5) 输入连接器

示波器的输入连接器(端口)如图 3-29 所示。图中的“CH1”和“CH2”为被测量信号的接入端口，通过这两个端口接入的信号可以被示波器检测到并在显示屏显示波形。“EXT TRIG(外部触发)”接入端是外部触发信号源的输入连接器，较少使用。



图 3-29 泰克数字示波器 TDS1002B 输入连接器

6) 探头补偿端

图 3-30 的右下角为“PROBE COMP(探头补偿)”端，有上下两个金属接出端组成，上面金属端为探头补偿输出，下面金属端为底座基准(即参考地端)。



图 3-30 泰克数字示波器 TDS1002B 探头补偿端

探头补偿端可以输出一个标准的方波信号(峰-峰值 5V, 频率 1kHz), 可以将该信号通过探头接入 CH1 或 CH2 端口, 用于检查探头及示波器通道是否正常。

2. 显示屏主要信息识别

泰克数字示波器 TDS1002B 显示屏主要信息示意图如图 3-31 所示, 图中大方框区域

右侧垂直文字显示部分(如“耦合”“反相”等信息)为菜单显示区,图中其他显示的信息所代表含义如下:

“1”处标记表示采集模式,采集模式有三种,即“取样模式”“峰值检测模式”和“平均模式”,此处图标表示“取样采集模式”。

“2”处标记显示触发状态;“3”处标记显示水平触发位置,可通过“水平位置”旋钮改变标记位置;“4”处标记显示触发点时间为零时,屏幕显示中心刻度处的时间读数。标记“2”“3”“4”所示触发相关信息对一般信号测量没有用。

“5”处标记显示边沿或脉冲宽度触发电平位置,调整触发电平时需要观察该标记。

“6”处的标记‘1’代表 CH1 通道基准线(0V 位置),标记‘2’代表 CH2 通道基准线(0V)位置。通过屏幕左侧的标记‘1’和‘2’可以区分两个通道信号位置。

“7”处标记箭头图标表示波形是反相的;

“8”处标记的“CH1 1.00V”表示 CH1 通道的垂直刻度系数为 1V(即垂直方向每个大格代表 1V);标记的“CH2 1.00V”表示 CH2 通道的垂直刻度系数为 1V(即垂直方向每个大格代表 1V)。

“9”处标记“BW”图标表示通道带宽受限制,信号幅度较大时该图标不显示。

“10”处标记水平方向主时基设置,如“M 100 μ s”表示水平方向每一大格代表 100 μ s,据此可以测量信号波形的周期。

“11”处标记显示的是触发使用的触发源(“CH1”表示触发源为通道 1 信号)。

“12”处标记显示的是选定的触发类型(此处为上升沿触发)。

“13”处读数显示边沿或脉冲宽度触发电平(此处触发电平值为 750mV)。

“14”处读数为触发信号频率(此处触发信号频率为 1kHz)。

图 3-31 中屏幕右侧菜单区,可按屏幕右侧对应的未标记“选项按钮”进行选择。

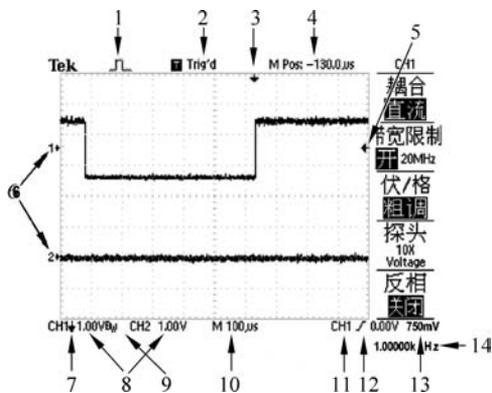


图 3-31 泰克数字示波器 TDS1002B 显示屏主要信息示意图

3. 数字示波器测试探头

示波器测量时需要将被测信号通过测试线接入测试通道(CH1 或 CH2)。图 3-32 为示波器测试探头示意图,示波器探头只允许用于连接示波器通道。



图 3-32 示波器测试探头(测试线)

图 3-32 中所示探头内部具有补偿电路,不允许将其连接到其他仪器上使用;图中的调整工具一般单独放置,需要时可用来调整补偿大小。图中的探针帽通常是戴在探针上的,若确需取下时,使用探针结束后注意及时将探针帽戴到探针上。探头上的“衰减”开关有“ $\times 1$ ”和“ $\times 10$ ”两个挡位。

1) 探头“ $\times 1$ ”和“ $\times 10$ ”挡

本示波器的输入阻抗为 $1\text{M}\Omega$ 电阻和 20pF 电容的并联。并联电容是为了抑制高频干扰。示波器探头有“ $\times 1$ ”“ $\times 10$ ”转换开关。

当探头开关置于“ $\times 1$ ”挡时,示波器输入回路的等效电路如图 3-33 所示,图中 R_s 为信号源内阻。通常有 $R_s \ll R_1$ 。若输入为方波,当信号源输出上升沿时,因为信号输出功率有限,给电容充电需要时间,所以,示波器输入回路向示波器内部电路输出的电压信号的前沿变缓,上升时间延长,如图中右上角波形所示。即在示波器屏幕上看到的方波的上升沿将大于实际输入方波的上升沿。

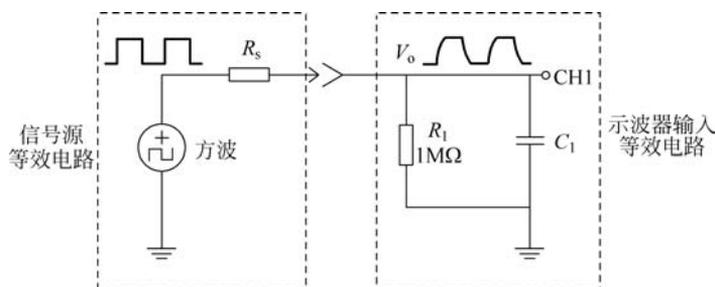


图 3-33 探头开关置于“ $\times 1$ ”挡时,示波器输入回路的等效电路

当示波器探头置于“ $\times 10$ ”挡时,输入回路的等效电路如图 3-34 所示。在稳态时,示波器输入回路对输入信号衰减为 $1/10$ 。示波器屏幕上显示的波形幅值需 $\times 10$ 倍,“ $\times 10$ ”的说法由此而来。在数字示波器中,当在通道菜单中将探头置于“ $10\times$ ”挡后,屏幕上显示的波形和数据都已由示波器 $\times 10$ 了(即屏幕数据与实际数据一样了)。

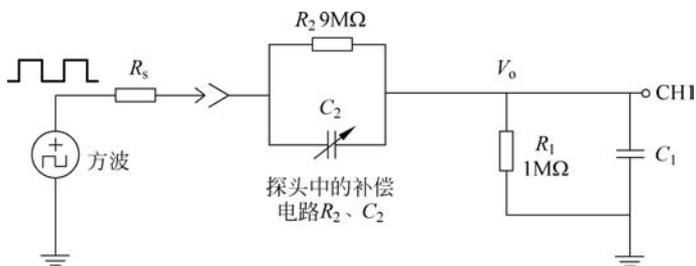


图 3-34 探头开关置于“ $\times 10$ ”挡时,示波器输入回路的等效电路

注意:“ $\times 1$ ”挡适用于测量频率小于 6MHz 的正弦波信号(特别是小信号时)。“ $\times 10$ ”挡适用于测量频率大于 6MHz 的正弦波(若用“ $\times 1$ ”挡测大于 6MHz 的正弦信号将使输入信号的幅值减小,原因是带宽限制);测量周期较短、幅值较大的方波,探头应使用“ $\times 10$ ”挡,“ $\times 10$ ”挡可大大改善进入示波器方波的上升沿。

2) 探头衰减设置

探头有不同的衰减系数,它影响信号的垂直刻度。为保证在示波器显示区读出的垂直刻度数据与实际测量的数据相同,当探头衰减为 1/10 时,需要示波器把 CH1 端口测到的数据再变为 10 倍实现衰减系数匹配。否则,如果探头置于“ $\times 10$ ”挡,而示波器通道菜单衰减系数选“ $1\times$ ”而不是“ $10\times$ ”,则屏幕数据将是实际数据的 1/10。

例如,要将 CH1 通道上所连探头设置到衰减“ $\times 10$ ”挡,则示波器 CH1 设置匹配操作步骤是:选择“CH1 菜单(CH1 MENU)” \rightarrow “探头” \rightarrow “电压” \rightarrow “衰减”选项,然后选择“ $10\times$ ”(注意,示波器衰减选项的默认设置为 $10\times$)。

3.5.3 数字示波器的基本使用

在对泰克数字示波器的面板构成及测试探头结构做了初步了解后,就可以着手接上电源,启动仪器来体验示波器的信号测量功能。

1. 功能检查

示波器功能检查具体步骤如下。

(1) 打开示波器电源开关。按“DEFAULT SETUP(默认设置)”按钮,示波器内部的探头选项默认的衰减设置为“ $10\times$ ”,即默认状态是通道信号被扩为 10 倍。

(2) 在测试探头上将开关设为“ $10\times$ ”,将探头连接到示波器的通道 1(CH1)上。测试线连到通道上的方法是,将探头连接器上的插槽对准 CH1 BNC 上的凸键,按下去即可连接,然后向右转动将探头锁定到位(拆除方法反方向操作即可)。将探头端部和基准导线(夹子)连接到“探头补偿”(PROBE COMP)终端上,如图 3-35(a)所示。

(3) 按“AUTOSET(自动设置)”按钮。几秒后应可以看到 5V 峰-峰值的 1kHz 方波信号(即示波器提供的标准信号),如图 3-35(b)所示,表明 CH1 通道正常。

按两次面板“CH1 MENU(CH1 菜单)”按钮删除通道 1 信号。将测试线接入 CH2

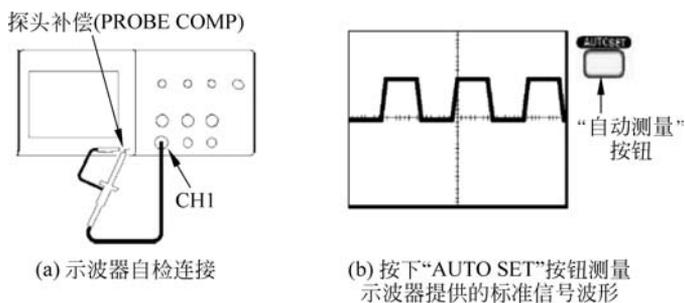


图 3-35 示波器功能检查连接方法及自检波形

通道,补偿端接法不变,再按“CH2 MENU(CH2 菜单)”按钮显示通道 2 菜单,重复步骤(2)和(3),检查通道 2 是否正常。

2. 简单测量

图 3-36 为示波器测量时探头的连接方法,即探头一端 BNC 头与通道 1(CH1)或通道 2(CH2)端口连接;探头的基准线(黑鳄鱼夹)需要与被测电路的参考地端相连,探针(或戴帽探头的金属钩)需要与被测点良好连接。

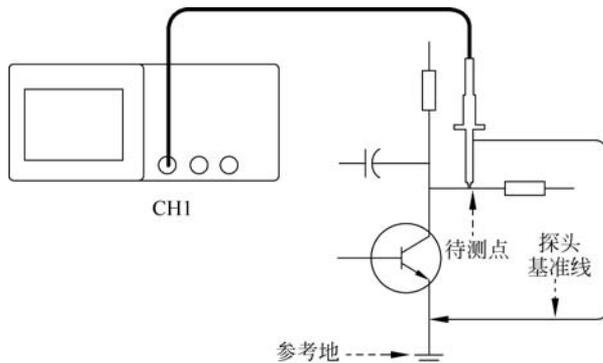


图 3-36 示波器测量时探头的连接方法

当需要查看电路中的某个信号,但又不了解该信号的幅值或频率时,要快速显示该信号,并测量其频率、周期和峰-峰值幅度,可用“AUTOSET(自动设置)”测量方法。具体步骤如下。

- (1) 按“CH1 MENU(CH1 菜单)”按钮。通道 1 菜单如图 3-37 右边部分所示。
 - (2) 依次按“探头”(即“探头”项右边对应的选项按钮)→“电压”→“衰减”→“10×”,如图 3-38 所示。
 - (3) 将探头上的开关设定为“10×”。
 - (4) 将通道 1 的探头端部与信号连接(即连接被测点);将基准导线连接到电路参考点(即参考地)。
 - (5) 按“AUTOSET”(自动设置)按钮。
- 示波器自动设置垂直、水平和触发控制。如果要优化波形的显示,可手动调整垂直、

水平控制旋钮来调整。

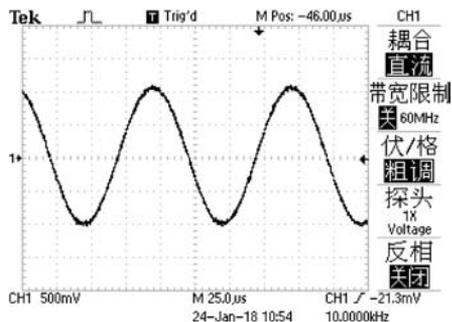


图 3-37 CH1 菜单

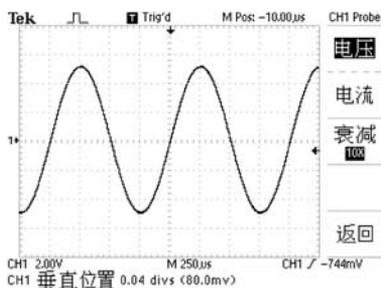


图 3-38 按“探头”选项设置衰减系数

3. 耦合方式设置

当按下任意通道菜单按钮如“CH1 MENU”或“CH2 MENU”时,示波器所显示的通道菜单第一项为“耦合”菜单项,该项提供“直流”“交流”及“接地”三个耦合选项,选择不同的耦合方式,可以在显示的波形中确定是否含有直流成分。

4. 自动测量

示波器可自动测量大多数显示的信号,但如果“值”读数中显示问号(?),则表明信号在测量范围之外。需要调整“伏/格(VOLTS/DIV)”或“秒/格(SEC/DIV)”才可以正常显示,如图 3-39 所示。

自动测量之前准备:“CH1 MENU(CH1 菜单)”或“CH2 MENU(CH2 菜单)”中的“耦合”方式以及“探头”衰减系数应该设置完成,并将探头挡位置于与示波器内部衰减系数相匹配的位置,连接好测量探头。

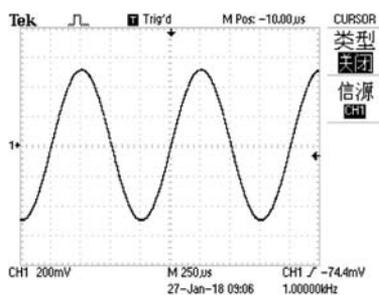


图 3-39

“MEASURE(测量)”菜单中的每一个测量子菜单的设置方法是类似的,自动测量每个参数设置的基本步骤如下。

- (1) 按屏幕右侧对应子菜单选项按钮;显示“测量 X 菜单”。
- (2) 按“信源”按钮→选择“CH1”或“CH2”;按“类型”按钮→选择“XXX”参数(可用多用途旋钮选择)。“值”读数将显示测量结果及更新数据。
- (3) 按“返回”选项按钮。

5. 光标测量

使用示波器的光标(CURSORS)功能可快速对信号波形进行时间和振幅测量,也可以对垂直方向任意两点间的电平差或水平方向任意两点间的时间差进行测量。

按“CURSOR(光标)”按钮,将出现光标菜单如图 3-39 所示,光标菜单显示“类型”和“信源”。在“类型”选择项中可选择光标类型,如“幅度”“时间”及“关闭”;在“信源”选项项中可选择当前要测量的通道,如“CH1”“CH2”等。

当“信源”选项确定后,将在“信源”菜单下再增加显示“增量(Δ)”“光标 1”和“光标 2”测量结果项,如图 3-40 所示。“增量”菜单显示两个光标间的绝对差值,“光标 1”和“光标 2”显示光标的当前位置。

光标总是成对出现,“幅度”光标以水平线出现,可测量垂直参数;“时间”光标以垂直线出现,可同时测量水平参数和垂直参数。使用多用旋钮可以移动当前活动光标,活动光标以实线表示,非活动光标以虚线表示。

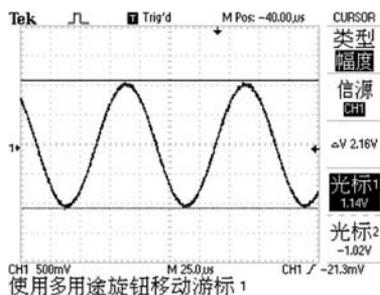


图 3-40 “CURSOR(光标)”按钮菜单

3.6 交流毫伏表

3.6.1 交流毫伏表概述

毫伏表是一种测量毫伏级以下正弦电压的交流电压表,用来测量电视和收音机天线的输入电压、放大电路的输出电压、直流电源的纹波电压等,采用指针式的显示结构,又称为模拟式电子电压表。

1. 毫伏表的分类

(1) 根据毫伏表内部电子元器件的差别可分为电子管毫伏表、晶体管毫伏表和集成电路毫伏表等。目前,最常见的是晶体管毫伏表,如 DA-16、YB2172、EM2171 等。

(2) 根据毫伏表测量信号频率范围的大小可分为视频毫伏表(测量频率范围为几赫兹至几兆赫兹)和超高频毫伏表(测量频率范围为几千赫兹至几百兆赫兹)。

2. 毫伏表的特点

(1) 灵敏度高。灵敏度直接反映了毫伏表测量性能,灵敏度越高的毫伏表测量微弱信号的能力越强。一般毫伏表的灵敏度都能达到毫伏级,甚至测量低至微伏级的电压。例如 EM2171 毫伏表的最小测量电压为 $100\mu\text{V}$ 。

(2) 测量频率范围宽。一般毫伏表测量频率范围可以达到几百千赫兹,甚至可达到上百兆赫兹。例如 EM2171 的测频范围为 $10\text{Hz}\sim 2\text{MHz}$ 。

(3) 输入阻抗高。毫伏表属于交流电压表,测量时需要与被测电路并联,因此毫伏表的输入阻抗越高,对被测电路的影响越小,测得结果更接近于被测电路的实际交流电压值。一般毫伏表的输入阻抗为几百欧姆到几兆欧姆。例如 EM2171 的输入电阻 $R_i \geq 2\text{M}\Omega$,输入电容 $C_i \leq 50\text{pF}$ 。

3.6.2 AS2294D 交流毫伏表的使用

1. 主要参数

AS2294D 系列双通道交流毫伏表由放大器电路和表头指示电路等组成。放大电路分别由两组基本性能相同的集成电路及晶体管组成,以确保电路的高稳定性。其表头采用同轴双指针式电表,可实时对双路交流电压进行测量和比较,以方便测量。

该系列毫伏表测量电压频率范围宽(测量的电压范围为 $30\mu\text{V}\sim 300\text{V}$),测量电压灵敏度高(测量的最小电压可达 $30\mu\text{V}$),本机噪声低(典型值为 $7\mu\text{V}$),测量误差小(整机工作误差 $<3\%$ 典型值),线性度也较好。

AS2294D 系列毫伏表测量的频率范围为 $5\text{Hz}\sim 2\text{MHz}$,测量电平范围为 $-90\sim +50\text{dBV}$ 。

前后面板各操作开关、输入输出插座如图 3-41 所示。



图 3-41 AS2294D 前后面板图

2. 开机准备工作及注意事项

- (1) 将测量仪器水平放置在桌面上。
- (2) 在接通电源前,先查看毫伏表的两个表针机械零点是否为“零”,如果不为“零”,则需分别扭动机械调零旋钮,使表针指在零位。
- (3) 测量电压大于 30V 时,操作时需注意安全,禁止用手触碰待测部位。
- (4) 所测交流电压中的直流分量应小于量程的三分之一,不得大于 100V 。
- (5) 接通电源及输入量程转换时,指针会产生晃动,导致读数不准确,这是由于电容的放电过程,待电容放电完成指针稳定后再读取读数。

3. 使用方法

仪器在开启时自动置于高量程挡,若被测电压范围较小,逐挡降低量程,直至指针尽量接近满偏位置(或大于三分之二的位置)为止;测量时,需要先将毫伏表的地线连接好,再接信号线;测量后,应先把量程还原至高量程挡,再去信号线、地线;读数时,所置量程即指针满偏值;毫伏表仅能用于测量正弦交流电压,若测量非正弦电压需要进行相应的换算。

3.7 电路实验箱

3.7.1 概述

电路实验除了验证电路原理以外,更重要的是锻炼学生的动手实践能力。从锻炼学生动手能力角度看,最好是让学生直接用分立的元器件焊接搭建实验电路,这样能达到最好的实验效果。但是这种方式费时费力,学生需要在搭建电路上花费过多的时间,实验室管理员的工作量也非常大,同时耗材支出也是一笔不小的开支,实验效率不高。为了解决这个问题,很多高校都使用集成式电路实验箱开展实验,将实验电路固化在实验箱里,实际元器件都安装在电路板背面,学生通过正面的电路符号来辨认电路,只需要进行简单的连线即可完成实验,实验效率明显提高。但是集成式实验箱电路固化,灵活性差,学生缺乏对元器件的感性认识,难以通过电路搭建过程锻炼动手实践能力,实验效果差。

电路实验如何实现效率和效果的双赢呢?编者通过多年的实验教学积累,设计出了一种电路教学元件实验箱(以下简称电路实验箱),如图 3-42 所示。电路实验箱将基本元器件固化在电路板上,节省了电路搭建的复杂度,提高了实验效率。实验箱可重复使用,也节省了成本。另一方面,学生仍需识别器件,并通过连线的方式搭建实验电路,提高了实验效果。该电路实验箱在实际使用中效果良好,很好地解决了效率与效果的问题。

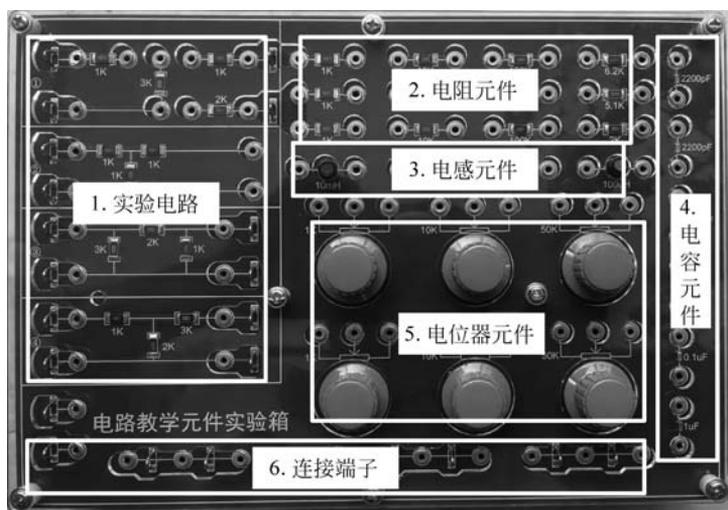


图 3-42 电路实验箱

3.7.2 电路实验箱功能介绍

电路实验箱主要是电阻、电容、电感、电位器和一些连接端子等无源元件,能满足电路分析基础课程验证性实验的使用要求。所有元件焊接在电路板上表面,学生能清楚地看到各元件实物以及连接元件的 PCB 走线。每个元件均有连线插孔或者连接端子,便于通过连线的方式搭建电路。为了保证电路实验安全,电路实验箱上表面用了一块透明亚克力盖板。

实验箱上的元件分为 6 部分:实验电路、电阻元件、电感元件、电容元件、电位器元件和连接端子。

1. 实验电路

电路实验箱上集成了验证性实验所使用的电阻电路,预留了引线端子和测试端子,学生只需进行简单的连线操作即可完成电路搭建。之所将这些电路集成在实验箱上,是为了避免学生做实验时使用过多的连线,提高电路可靠性和实验效率。当然,学生也可以不用实验电路,直接用元器件搭建。

2. 电阻元件

提供了 $1\text{k}\Omega$ 、 $10\text{k}\Omega$ 、 $100\text{k}\Omega$ 等常用电阻各 3 个,另外还提供了 $6.2\text{k}\Omega$ 、 $5.1\text{k}\Omega$ 、 $2\text{k}\Omega$ 三种电阻。所有电阻均为常用的贴片封装。

3. 电容元件

提供了 2200pF 、 $0.047\mu\text{F}$ 、 $0.1\mu\text{F}$ 、 $1\mu\text{F}$ 等常用电容 6 个,均为贴片封装。

4. 电感元件

提供了 $100\mu\text{H}$ 、 1mH 、 10mH 电感共 4 个,均为直插封装。

5. 电位器元件

提供了 $1\text{k}\Omega$ 、 $10\text{k}\Omega$ 、 $50\text{k}\Omega$ 电位器各 2 个。当实验箱提供的电阻阻值均不满足要求,或者需要调节电阻值时,就可以使用电位器元件。

6. 连接端子

在实验箱底部安装了连接端子,用于搭建电路时的公共地或电路节点。

需要说明的是,电路实验箱的用途是实验电路的搭建,读者完全可以用其他仪器或分立元器件来代替。

思考题

1. 如何选择电烙铁?
2. 如何评价焊接质量的优劣?
3. 简要概述电烙铁的使用方法。
4. 万用表有什么功能?
5. 指针万用表和数字万用表有什么区别?
6. 练习万用表测量操作。
7. F40(80)信号源开机后,在信号源输出端有无信号输出如何确定?使用中要特别注意什么问题才能保证信号正常输出?
8. F40(80)信号源开机后,默认输出信号频率为 10kHz,峰-峰值为 2V 的正弦波,试根据默认状态显示情况,简单总结信号源点频显示的频率、幅度及波形要点(即点频信号有哪些显示?否则就不是点频正弦波)。
9. 用 F40(80)信号源产生一个正弦信号通常需要哪些操作?
10. 示波器的最主要功能是什么?为什么说掌握示波器的使用方法是电子设备维护人员必备的基本实践技能?
11. 泰克示波器 TDS1002B 能提供的标准信号是什么?该信号的周期是多少?
12. 用 CH1 通道接补偿信号,按“AUTOSET(自动设置)”后可测到补偿信号,要想使波形上下移动,需要调整什么?
13. 用 CH1 通道接补偿信号,按“AUTOSET(自动设置)”后可测到补偿信号,要想使波形幅度大小发生变化,需要调整什么?
14. 用 CH1 通道接补偿信号,按“AUTOSET(自动设置)”后可测到补偿信号,要想使波形左右移动,需要调整什么?
15. 毫伏表的功能有什么?可以用来测量哪些物理量?