

基础知识



基本要求

- (1) 掌握安全用电的基本常识和实践操作规程。
- (2) 掌握设备使用中安全与防范的基本知识。
- (3) 熟悉基本仪器仪表设备的使用方法和基本工具的用途。

1.1 安全用电

电是现代物质文明的基础,也是可能危害人类的肇事者之一。随着科学技术的发展,在人们生活、学习、工作中对电能的应用越来越广泛,对电的依赖性也越来越强。安全用电是每个人生活和工作中的必备技能之一;预防用电事故发生、保障人身和设备安全,更是每一个从事电类工作的人员必须掌握的基本知识。

1.1.1 人身安全与防范

了解电可能造成人身伤害的各种方式和机制,预防和阻断伤害的途径,养成良好的用电习惯,是保障人身安全的根本。

1. 触电因素与危害

人体是一个不确定的非线性电阻。每个人两手之间、手脚之间、脚与脚之间以及人体皮肤表面,都可能成为触电情况下的电流通路。特定电压下通过的电流大小取决于人体电流通道上电阻的大小,而此电阻的大小因不同人体和不同环境等复杂因素存在很大差异。当电压升高后,同样的人体电流通道下,电阻会变小。一般工作和生活场所供电为 380/220 V 中性点接地系统,触电时不同的电流通路所呈现的人体电阻范围可能在数百 Ω 至数百 $k\Omega$ 之间。

一般有 1 mA 左右的电流通过时人体会有感觉。一定作用时间的电流对人体的致命危害是直接导致心室纤颤或心脏骤停(电流约大于 30 mA,但直接流过心脏导致异常的电流远小于此值),肌肉痉挛、神经紊乱等也可导致呼吸停止。电流大小和电流作用时间长短,都是决定是否造成危害的直接因素。同样电流时,40~100 Hz 以下频段的电流危害高于高频电流,其原因是集肤效应减小了心脏可能受到的损伤。

触电原因通常有以下几种。

- (1) 与电器带电极单极直接接触,形成“电极→人体→大地”回路。如电线、插座(头)、灯具等的裸露火线,故障电器致使电器金属外壳直接带电(无外壳接地保护)。
- (2) 与供电相线双极接触,形成“相A→人体→相B”回路。
- (3) 静电接触,主要是大容量电容瞬间放电,形成导电回路。
- (4) 跨步电压,主要是人体通过意外带电区域时形成特定人体电流通道。

2. 安全防范措施

防止触电是安全用电的根本。相关人员应认真学习安全用电知识,增强安全意识;遵守安全操作规程,消除人为危险因素;落实电器设备的防范措施,彻底杜绝安全隐患。

实验室或其他生活、办公环境下必须首先遵循防范在先的原则,从使用设备环境的角度防止触电:

- (1) 所有电器设备及仪器的金属外壳、电源插座都应该装保护接地或保护接零,并确保室内保护部位可靠接地或接零。
- (2) 对正常情况下带电的部位(如电源板插口),一定要加绝缘防护,并确保带电部位位于人不容易碰到的地方。
- (3) 在所有使用市电的场所加装漏电保护器。
- (4) 确保工作台的绝缘。

其次,在用电项目的规划使用与故障处理中防止触电与火灾等事故的发生:

- (1) 不超负荷用电,不私拉乱接电线,严禁用铜、铝、铁丝代替保险丝或选用不适当的保险丝。
- (2) 强电线路(如电力线)与弱电线路(如通信线和广播线等)应明显分开。
- (3) 不使用不合格的灯头、灯线、开关、插座等用电设备,用电设备要保持清洁完好。
- (4) 电烙铁、灯泡等电热器具不能靠近易燃物,防止因长时间使用或无人看管时发生意外。

第三,明确统一的用电安全标志。标志分为颜色标志和图形标志。颜色标志常用来区分各种不同性质、不同用途的导线,或用来表示某处的安全程度。图形标志一般用来告诫人们不要去接近有危险的场所。为保证安全用电,必须严格按有关标准使用颜色标志和图形标志。我国安全色标采用的标准,基本上与国际标准草案(ISO)相同。一般采用的安全色有以下几种。

- (1) 红色:用来标志禁止、停止和消防,如信号灯、信号旗、机器上的紧急停机按钮等都是用红色来表示禁止的信息。
- (2) 黄色:用来标志注意危险,如“当心触点”、“注意安全”等。
- (3) 绿色:用来标志安全无事,如“在此工作”、“已接地”等。
- (4) 蓝色:用来标志强制执行,如“必须戴安全帽”等。
- (5) 黑色:用来标志图像、文字符号和警告标志的几何图形。

按照规定,为便于识别,防止误操作,确保运行和检修人员的安全,采用不同颜色来区别设备特征。如电气母线,A相为黄色,B相为绿色,C相为红色,明敷的接地线涂为黑色。在二次系统中,交流电压回路用黄色,交流电流回路用绿色,信号和警告回路用白色。

3. 安全操作规程

为防止触电,必须遵守以下安全操作规程:

- (1) 检修电路时必须确保断开电源,拔下电源插头。
- (2) 不要用湿手开关或插拔电器。严禁站在潮湿的地面上触动带电物体或用潮湿抹布擦拭有电的电器。
- (3) 遇到不明情况的电线,应按带电情况处置。
- (4) 养成单手操作习惯。
- (5) 在电子类产品通电调试时,应先接好电路,检查无误后方可通电调试;调试结束或遇到故障时,先断电后再拆电路,严禁带电操作。
- (6) 遇到较大体积的电容器时应先进行放电处理,再进行检修。

在电子工艺实习中,除了安全用电外,还要防止机械损伤和烫伤,因此还需养成以下安全操作习惯:

- (1) 用剪线钳剪去焊好的电子元器件多余的引线时,要让引线飞出方向朝着地面,绝不可向着人或设备。
- (2) 电烙铁在使用结束后,要放在烙铁架上;烙铁头上的多余焊锡不能乱甩,防止烫伤。
- (3) 在通电状态下不要触及发热电子元器件(如变压器、功率器件、散热片等),以免烫伤。

1.1.2 设备安全与防范

关于设备使用安全的相关问题,这里仅限于电子实验室和日常生活环境范畴。

1. 设备接电前检查

设备接电前检查的重点是设备供电电源的规格。符合生产要求的设备都有设备铭牌。按国家标准,位于设备醒目处的铭牌或标志上应该注明设备需要的电源电压、频率、电源容量等参数。

符合国家供电标准的国产或专为我国生产的一般设备,均应符合我国的市电 AC220 V/50 Hz 或三相(三相四线制)AC380 V/50 Hz 的标准。设备铭牌注明的供电要求与实际使用环境供电规格一致,且供电网容量足以提供设备所需的电流(功率),是设备安全运行的基本条件。

来自国外的某些设备,供电要求可能不同于我国的电源标准(不同国家有多种标准)。如设备上注明 AC110 V/60 Hz,电压与频率均与我国供电网不符。这时,要使设备正常使用,必须加上从我国供电标准至 AC110 V/60 Hz 的电源转换装置。还有另外一类设备,需要直流电源供电,如 DC36 V,需要为设备提供相应的直流电源(一般设备自带电源转换器)。

设备接电前必须注意做到“三查”:

- (1) 查设备铭牌,获取设备的基本信息和使用要求。
- (2) 查环境电源,看可供的电压、容量是否与设备标注相吻合。
- (3) 查设备本身,如电源线是否完好,外壳是否可能带电等。

2. 设备使用及异常处理

正确使用仪器设备应把握以下几点：

- (1) 了解仪器设备功能,掌握其使用方法和注意事项。
- (2) 正确接线,设置正确量程,以免量程与被测量不符而损坏仪器设备。
- (3) 设备操作时要有目的地旋动仪器面板上的旋钮,旋动时切忌用力过猛。
- (4) 仪器设备使用后将面板上各旋钮、开关置回到合适位置。
- (5) 搬动仪器设备时轻拿轻放,不得擅自拆卸仪器和测试探头,以免影响其精度甚至损坏仪器。

如同为防人体触电进行接地、接零及安装漏电保护开关一样,过压、过流和温度保护主要从设备使用的安全角度出发,为设备或供电网提供安全保障。

当然,设备在使用中也可能发生异常情况：

- (1) 设备外壳或手持部位有麻电感觉。
- (2) 开机或使用过程中机外熔断器烧断或空气开关跳闸。
- (3) 出现异常声音,如噪声加大,有内部放电声,电机转动声音异常等。
- (4) 机内出现异味,最常见的是塑料味、绝缘漆挥发的气味,甚至烧焦的气味。
- (5) 机内打火,出现烟雾。
- (6) 仪表指示超出正常范围。

一旦仪器设备出现异常情况,应采取合理的应对措施：

- (1) 凡遇到上述异常情况之一,应尽快断开电源,拔下电源插头,对设备进行检修。
- (2) 对烧断熔断器的情况,绝不允许换上大容量熔断器工作,一定要查明原因再换上同规格熔断器。同样,空气开关不允许重新合闸。
- (3) 及时记录异常现象及部位,避免检修前再通电。
- (4) 对有麻电感觉但未造成触电的现象不可忽视,必须及时检修。

1.1.3 触电急救与电气消防

1. 触电急救

日常生活中,一旦发生触电等突发意外事故,周围的人员不能紧张慌乱。首先应该通过拉闸或借助于绝缘物移开带电电线(或导电体)等方法,使伤者马上脱离受伤害的环境。切记,当触电者未脱离电源时,他本身就是一个带电体。其次,通过电话通知急救部门,并在急救部门未到达现场之前,尽可能对伤者采取积极有效的急救措施。

如果伤者有神智不清、抽搐、颈动脉摸不到搏动、心跳停止、瞳孔散大、呼吸停止、面色苍白等症状时,可判断为心搏骤停。心搏骤停是临床上最紧急的情况,必须分秒必争、不失时机地进行抢救。

紧急抢救的方法如下:在心跳骤停的极短时间内,首先进行心前区叩击,连击2~3次,然后进行胸外心脏按压及口对口人工呼吸。具体方法是,双手交叉相叠用掌部有节律地按压心脏,这种做法的目的在于使血液流入主动脉和肺动脉,建立起有效循环。做口对口人工

呼吸时,有活动假牙者应先将假牙摘下,并清除口腔内的分泌物,以保持呼吸道的通畅。然后,捏紧鼻孔吹气,使胸部隆起、肺部扩张。心脏按压必须与人工呼吸配合进行,每按心脏4~5次吹气1次,肺部充气时不可按压胸部。

以上的抢救方法虽然只是在遇到突发事件时才需要用到,但它是急救的必备手段,应该及时学习并掌握。

2. 电气消防

万一发生用电火灾,沉着、快速的应急处置非常重要:

(1) 发现电子装置、电气设备、电缆等冒烟起火时,要立即切断电源(电源总闸或失火电路开关)。

(2) 使用砂土、二氧化碳或四氯化铁等不导电灭火介质阻断燃烧氧气源,忌用泡沫或水进行灭火。

(3) 灭火时不可使身体或灭火工具触及导线和电气设备。

1.2 基本工具及常用测试仪器、仪表的使用

1.2.1 常规操作工具

电子技术应用中常规的工具种类较多,大致可分为通用、精密、专用三大类。随着设计和制作材料的更新和应用群体的迅速扩展、新技术对工具要求的不断提高,工具也随之不断发展。表1.1列出了常规电子实习和实践中可能用到的主要工具。

表 1.1 常规电子实习和实践常用工具

名 称	外 形	主要应用特点
镊子		主要用于小零件的夹持,有抗静电系列和带有放大镜的精密系列规格等
尖嘴钳		主要用于小零件的夹持,也可用于弯曲零件的接脚等。在焊接时可用来夹持零件的主体,以防止高温对手的伤害
斜口钳		主要用来剪断导线或零件接脚,与尖嘴钳配合使用可快速剥线
剥线钳		主要用来剥落导线外面的绝缘皮,但不可用来剥漆包线。剥线钳的齿口有多种不同的口径可供选用

续表

名 称	外 形	主要应用特点
压线钳		根据排线、网络线、其他通信线等的导线与接插头连接要求,对不同规格的接插头,有多种系列的专用压线工具钳
接头压着钳		用于金属电接头插片或针脚与导线之间的非焊手工压接
电烙铁		电子元器件焊接工具。有不同的功率和各种烙铁头规格系列,以满足不同对象焊接所需
拆焊热吹风		通过吹出电热产生的高温热风,熔化焊接着的电子器件焊脚(主要针对较高密度的多焊脚集成元器件)。一般恒温热风温度、时间等可以调节设定与控制
吸锡器		在拆卸元件时用于吸去焊接点或焊盘、焊孔内的焊锡。有手工、电泵吸锡及电热、非电热等多种形式
热胶枪		可通过电热熔化硅胶棒,并压注热胶于待固定的物体上。热胶主要用于固定元器件、导线等,并有绝缘隔离环境的作用

1.2.2 万用表

万用表也称多用表,具有用途多、量程广、使用方便等优点,是电子测量中最常用的工具。它可以用来测量电阻,交、直流电压和直流电流,有的万用表还可以测量晶体管的主要参数及电容器的电容量等。万用表的基本外形如图 1.1 所示。掌握万用表的使用方法是电子技术实践中的一项基本技能。

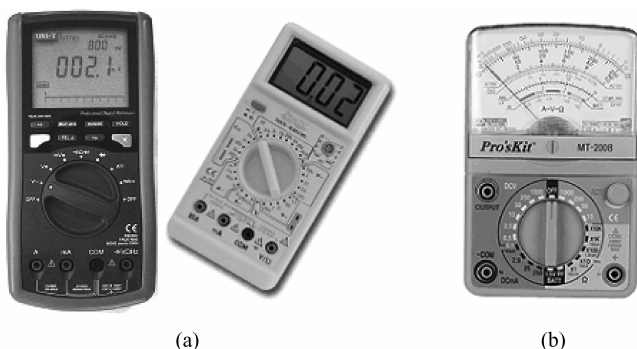


图 1.1 万用表图例

(a) 数字万用表; (b) 指针式模拟万用表

1. 指针式模拟万用表

指针式模拟万用表是以表头为核心部件的多功能测量仪表,测量值由表头指针指示读取。图 1.2 为一种指针式模拟万用表的表盘。在表盘上有 8 条刻度尺,其中标有“ Ω ”标记的是测电阻时用的刻度尺;标有“DC VA”标记的是测直流电压、直流电流时用的刻度尺;标有“AC V”标记的是测交流电压时用的刻度尺;标有“ h_{FE} ”标记的是测三极管时用的刻度尺;标有“LI”标记的是测量负载的电流、电压的刻度尺;标有“dB”标记的是测量电平的刻度尺。

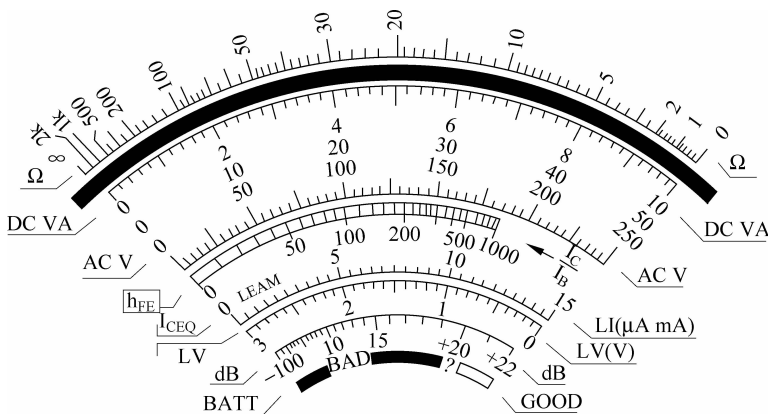


图 1.2 指针式模拟万用表显示面板

指针式模拟万用表可用于直流电压、交流电压、直流电流、电阻及三极管 h_{FE} 值(三极管直流放大倍数)测量。普通万用表的精度范围在 1.0~2.5 级之间。

使用中应注意到以下内容:

- (1) 在使用之前应先进行机械调零,即在没有被测电量时,使万用表指针指在零电压或零电流的位置上。
- (2) 将表笔置于合适的测量插孔内。使用前应根据对待测量的估计选择合适的量程,最好不使用刻度左边 1/3 的部分,这部分刻度不够密集,影响精度。
- (3) 使用欧姆挡时不能带电测量,不能有并联支路。

(4) 测量晶体管、电解电容等有极性元件的等效电阻时,必须注意两支表笔的极性。

(5) 在使用万用表的过程中,不能用手接触表笔的金属部分,这样一方面可以保证测量的准确性,另一方面也可以保证人身安全。

(6) 在测量某一电量时,不能在测量的同时换挡,尤其是在测量高电压或大电流情况下,更应注意。否则,会使万用表毁坏。如需换挡,应先断开表笔,换挡后再去测量。

(7) 万用表在使用时,必须水平放置,以免造成误差。同时还要注意避免外界磁场对万用表的影响。

(8) 当被测量超出表的最大量程时,可以利用分流、分压原理进行电流、电压测量量程的扩展。

(9) 万用表使用完毕后,应将转换开关置于交流电压的最大挡。如果长期不使用,还应将万用表内部的电池取出来,以免电池腐蚀表内其他器件。

2. 数字万用表

数字万用表具有准确度高、测量范围宽、测量速度快、体积小、抗干扰能力强、使用方便等特点。测量值由液晶显示屏直接以数字的形式显示,读取方便,有些还带有语音提示功能。

数字万用表一般都能实现交、直流电压,交、直流电流和电阻等的测量,有的还能进行电容、频率、波形占空比、三极管参数等的测量。由于数字化的特点,数字万用表还有针对一种类型待测量的自动量程功能、数据保持锁定功能等,使得测量方便、安全、迅速,并提高了准确度和分辨力。

普通数字万用表以数字显示位数衡量表的测量精度。 $3\frac{1}{2}$ (俗称3位半)数字表的显示字为 $0.000\sim\pm 1999$,特定量程下其显示分辨力为 0.05% ; $4\frac{1}{2}$ (俗称4位半)数字万用表的显示字为 $0.0000\sim\pm 19999$,特定量程下其显示分辨力为 0.005% 。数字万用表有很多量程,但其基本量程准确度最高。

3. 万用表的应用特点

指针式模拟万用表和数字万用表相比有以下特点:

(1) 指针式模拟万用表读取精度较差,但指针摆动的过程比较直观,其摆动速度和幅度有时也能比较客观地反映被测量的大小(比如测电视机数据总线(SDL)在传送数据时的轻微抖动);数字万用表读数直观,但数字变化的过程看起来很杂乱,不太容易观看。

(2) 指针式模拟万用表内一般有两块电池,一块是低电压的 1.5 V ,一块是高电压的 9 V 或 15 V ,其黑表笔相对红表笔来说是正端。它常用一块 6 V 或 9 V 的电池。在电阻挡,指针表的表笔输出电流相对数字表来说要大很多,用 $R\times 1\ \Omega$ 挡可以使扬声器发出响亮的“哒”声,用 $R\times 10\text{ k}\Omega$ 挡甚至可以点亮发光二极管(LED)。

(3) 在电压挡,指针式模拟万用表的内阻相对数字万用表来说比较小,测量精度相对较差。某些高电压、微电流的场合甚至无法测准,因为其内阻会对被测电路造成影响(比如在测电视机显像管的加速级电压时测量值会比实际值低很多)。数字表电压挡的内阻很大,至少在兆欧级,对被测电路影响很小。但极高的输出阻抗使其易受感应电压的影响,在一些电磁干扰较强的场合测出的数据可能不够真实。

总之,相对来说在大电流高电压的模拟电路测量中适用指针式模拟万用表,比如电视

机、音响功放;在低电压小电流的数字电路测量中适用数字万用表,比如 BP 机、手机等。而在专业场合数字万用表取代指针式模拟万用表的趋势已日趋明显。

在实际应用中,关键在于掌握待测对象的物理性态,综合万用表本身的功能和对象的相关基础知识,灵活运用,在一定的知识和技巧积累后,逐步实现融会贯通。如对集成电路(IC)的测量,一般判断其是否损坏,可利用万用表的 Ω 挡测量各引脚对应于接地引脚之间的正、反向电阻值,并和完好的 IC 进行比较(非在线的代换试验法)。也可以通过利用表的电流和电压挡,检测 IC 各引脚在线的对地电流、电压以及总工作电流判断 IC 的质量(在线参数试验法)。相关操作时有许多保障操作成功的技巧是需要在学习中学习的。

1.2.3 示波器

示波器是现代电子技术中必不可少的常用测量仪器。利用它能够直接观察信号的时间和电压值、振荡信号的频率、信号是否存在失真、信号的直流成分(DC)和交流成分(AC)、信号的噪声值和噪声随时间变化的情况、比较多个波形信号等等,有的新型数字示波器还有很强的波形分析和记录功能。它具有输入阻抗高、频带宽、灵敏度高等优点,被广泛应用于测量技术中。示波器有多种型号,性能指标各不相同,应根据测量信号选择不同的型号。各种示波器的工作原理和操作方法基本相同,本书以目前使用比较广泛的 DS1000 系列示波器为例,介绍使用示波器测量信号的方法。

1. DS1000 系列数字示波器的主要技术指标

DS1000 系列数字示波器是一种便携式通用数字存储式示波器,具有自动测量的功能。根据输入的信号,可自动调整电压倍率、时基以及触发方式,使波形显示达到最佳状态。应用自动测量功能要求被测信号的频率大于等于 50 Hz,占空比大于 1%。DS1000 系列数字示波器有两个独立的通道,可同时观测两个信号波形,被观测信号的频率范围为 0~100 MHz,其主要技术指标见表 1.2。

表 1.2 DS1000 系列数字示波器的主要技术指标

项 目	技 术 指 标
频率响应	DC: 0~20 Hz(-3 dB); AC: 20~100 MHz(-3 dB)
采样率	实时采样率: 1 GSa/s;等效采样率: 50 GSa/s
输入阻抗	1 M Ω /18 pF
输入耦合方式	AC、DC、GND
触发模式	边沿、视频、脉宽、斜率、交替
自动测量	峰峰值、幅值、最大值、最小值、顶端值、底端值、平均值、均方根值、过冲、预冲、频率、周期、上升时间、下降时间、正脉宽、负脉宽、正占空比、负占空比、延迟 1 $\rightarrow$ 2  、延迟 1 $\rightarrow$ 2  等 20 种参数测量
光标测量	手动模式、追踪模式和自动测量模式
电源电压	AC100~240 V,频率: 45~440 Hz

2. DS1000 系列数字示波器的面板及按钮的作用

DS1000 系列数字示波器前面板如图 1.3 所示。

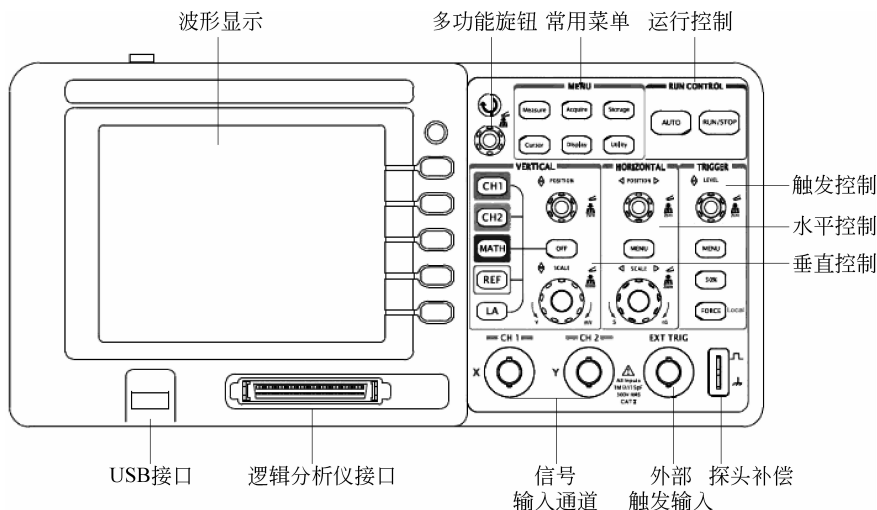


图 1.3 DS1000 系列双踪示波器的面板

1) 垂直控制区

垂直控制区面板功能如图 1.4 所示。

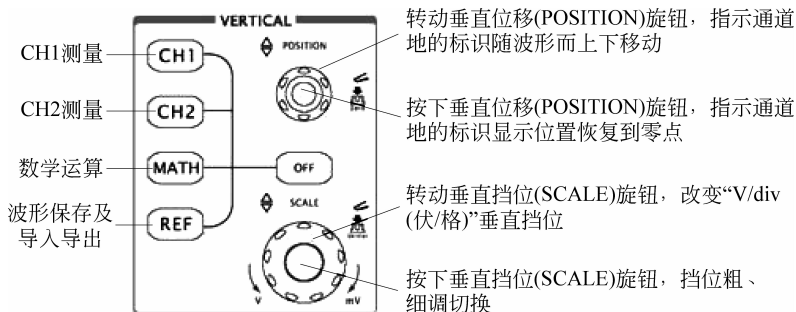


图 1.4 垂直控制区面板按钮功能

2) 水平控制区

水平控制区面板功能参见图 1.5。

3) 触发控制区

触发控制区面板功能图参见图 1.6。

4) 运行控制区(RUN CONTROL)

运行控制区(RUN CONTROL)面板参见图 1.3。

(1) AUTO(自动设置): 自动设定仪器各项控制值,以产生适宜观察的波形显示。按下 AUTO(自动设置)按钮,快速设置和测量信号。按 AUTO 按钮后,菜单显示如表 1.3 所示选项。

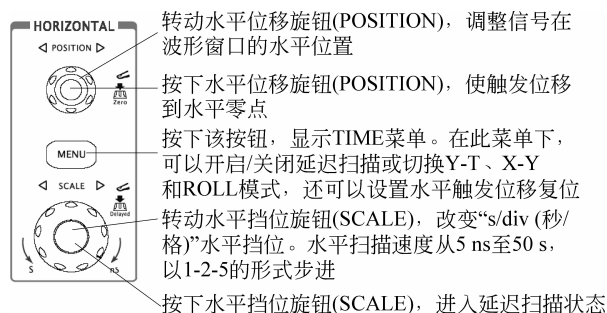


图 1.5 水平控制区面板按钮功能

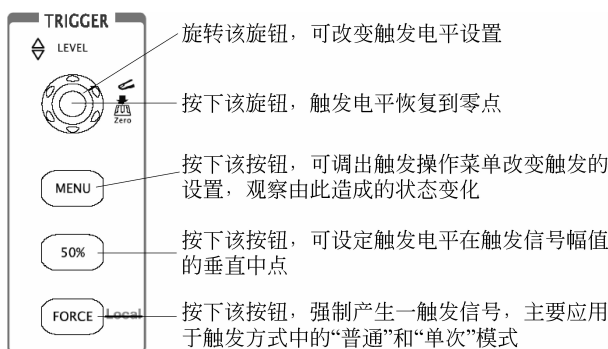


图 1.6 触发控制区面板按钮功能

表 1.3 自动设置菜单选项及说明

功 能 菜 单	设 定	说 明
 多周期		设置屏幕自动显示多个周期信号
 单周期		设置屏幕自动显示单个周期信号
 上升沿		自动设置并显示上升时间
 下降沿		自动设置并显示上升时间
 撤销		撤销自动设置, 返回前一状态

(2) RUN/STOP(运行/停止): 运行和停止波形采样。

注意: 在停止的状态下, 对于波形垂直挡位和水平时基可以在一定的范围内调整, 相当于对信号进行水平或垂直方向上的扩展。

5) 常用菜单区(MENU)

常用菜单区面板如图 1.7 所示, 可进行参数测量

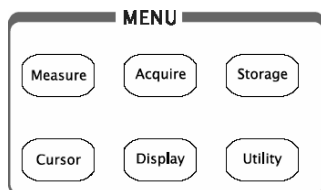


图 1.7 常用菜单区面板

(Measure)、采样设置(Acquire)、测量波形的存储(Storage)、光标测试(Cursor)、显示方式的设置(Display)及辅助系统的设置(Utility)等,下面主要介绍参数测量及光标测量功能。

(1) Measure(自动测量功能): 按下 Measure 自动测量功能键,示波器显示自动测量操作菜单(见表 1.4)。本示波器具有 20 种自动测量功能: 峰峰值、幅值、最大值、最小值、顶端值、底端值、平均值、均方根值、过冲、预冲、频率、周期、上升时间、下降时间、正脉宽、负脉宽、正占空比、负占空比、延迟 1→2 $\lceil$ 、延迟 1→2 $\rfloor$ 等 10 种电压测量和 10 种时间测量。

表 1.4 自动测量菜单选项及说明

功 能 菜 单	显 示	说 明
信源选择	CH1 CH2	设置被测信号的输入通道
电压测量		选择测量电压参数
时间测量		选择测量时间参数
清除测量		清除测量结果
全部测量	关闭 打开	关闭全部测量显示 打开全部测量显示

(2) Cursor(光标测量): 可通过移动光标进行测量。光标测量分为以下 3 种模式。

① 手动方式: 光标 X 或 Y 方式成对出现,并可手动调整光标的间距。显示的读数即为测量的电压或时间值。当使用光标时,需首先将信号源设定成所要测量的波形。

② 追踪方式: 水平与垂直光标交叉构成十字光标。十字光标自动定位在波形上,通过旋动多功能旋钮可以调整十字光标在波形上的水平位置。示波器同时显示光标点的坐标。

③ 自动测量方式: 通过此设定,在自动测量模式下,系统会显示对应的电压或时间光标。注意: 此种方式在未选择任何自动测量参数时无效。

6) 显示面板

显示面板的功能参见图 1.8。

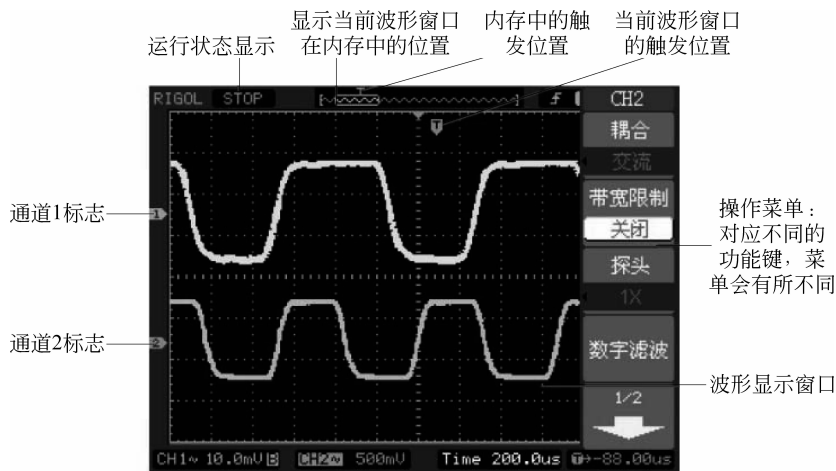


图 1.8 DS1000 系列示波器显示面板功能

3. DS1000 系列数字示波器通道 CH1、CH2 的设置

按 CH1(或 CH2)功能按键,系统显示 CH1 通道的操作菜单,功能说明见表 1.5。

表 1.5 系统显示 CH1 通道的操作菜单

	功能菜单	设定	说 明
CH1 耦合 直流 带宽限制 关闭 探头 1X 数字滤波 1/2 ↓	耦合	交流 直流 接地	阻挡输入信号的直流成分 通过输入信号的交流和直流成分 断开输入信号
	带宽限制	打开 关闭	限制带宽至 20 MHz,以减少显示噪声 满带宽
	探头	1× 10× 100× 1000×	根据探头衰减系数选取其中一个值,以保持垂直偏转系数的 读数正确
	数字滤波		设置数字滤波器(低通、高通、带通、带阻)
	↓ (下一页)	1/2	进入下一页菜单
	↑ (上一页)	2/2	返回上一页菜单
CH1 ↑ 2/2 档位调节 粗调 反相 关闭	档位调节	粗调 微调	粗调按 1—2—5 进制设定垂直灵敏度 微调则在粗调设置范围之间进一步细分,以改善垂直分辨率
	反相	打开 关闭	打开波形反向功能 波形正常显示

1) 设置通道耦合方式

以 CH1 通道为例,被测信号是一含有直流偏置的正弦信号。

(1) 按 CH1→耦合→交流,设置为交流耦合方式。被测信号含有的直流分量被阻隔,测量波形显示如图 1.9 所示。

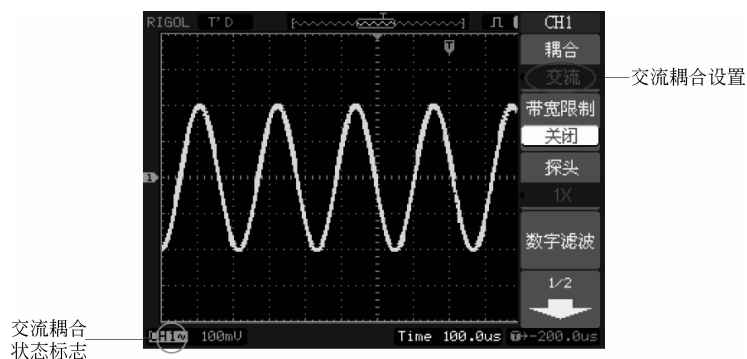


图 1.9 设置为交流耦合方式

(2) 按 CH1→耦合→直流,设置为直流耦合方式。被测信号含有的直流分量和交流分量都可以通过,测量波形显示如图 1.10 所示。

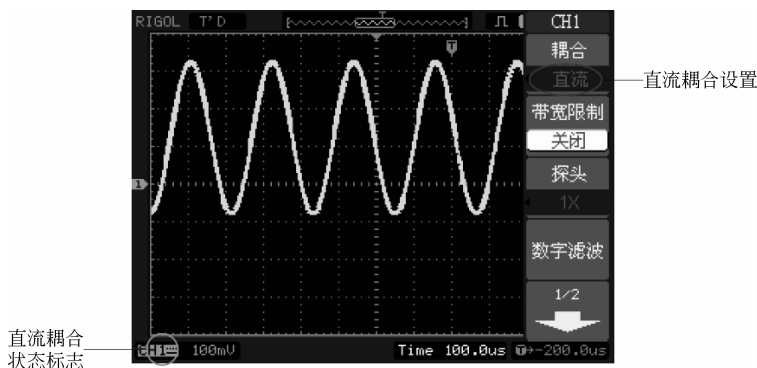


图 1.10 设置为直流耦合方式

(3) 按 CH1→耦合→接地, 设置为接地方式。被测信号含有的直流分量和交流分量都被阻隔, 测量波形显示如图 1.11 所示。

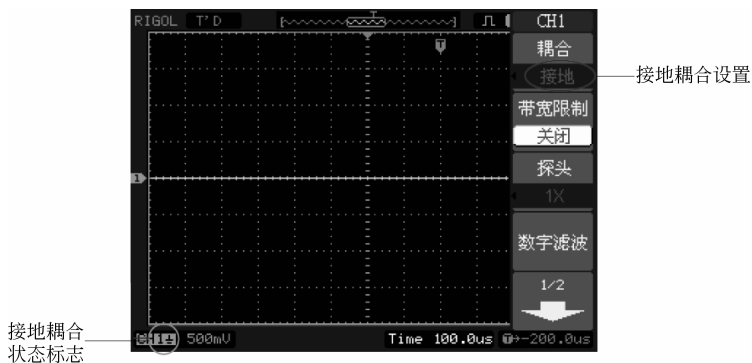


图 1.11 设置为接地方式

2) 调节探头比例

为了配合探头的衰减系数, 需要在通道操作菜单相应调整探头衰减比例系数。如探头衰减系数为 10 : 1, 示波器输入通道的比例也应设置成 10×, 以避免显示的挡位信息和测量的数据发生错误。

4. DS1000 系列数字示波器使用方法

DS1000 系列数字示波器具有自动测量的功能, 输入被测量信号, 直接按“**AUTO**”键, 即可获得适合的波形和挡位设置。

自动测量步骤如下:

- (1) 将被测信号连接到信号输入通道(CH1 或 CH2);
- (2) 选择耦合方式(根据被测信号选择 AC 或 DC 耦合方式);
- (3) 按下运行控制区域的“**AUTO**”按钮, 示波器将自动设置垂直、水平和触发控制, 将波形稳定地显示在屏幕上。如有需要, 可手工调整这些控制使波形显示达到最佳。亦可按下运行控制区域的“**RUN/STOP**”按钮使波形驻留在显示器上;
- (4) 自动测量参数。按下“**MEASURE**”按钮后, 选择信源通道(CH1 或 CH2), 将全部

测量打开,即显示图 1.12 所示参数,根据需要读取数据。图 1.13 表述了一系列电压参数的物理意义,图 1.14 表述了一系列时间参数定义图,所有测量参数说明参见表 1.6。

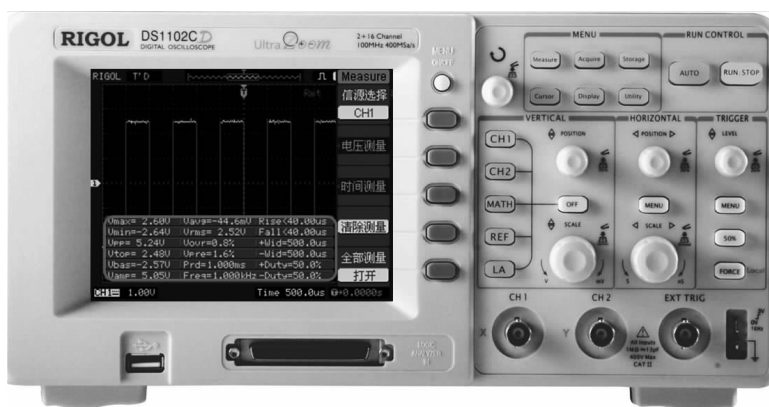


图 1.12 全部参数测量图

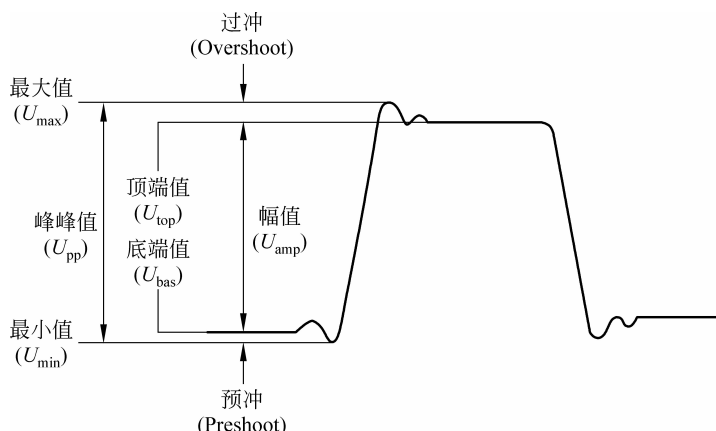


图 1.13 顶端平整的脉冲信号

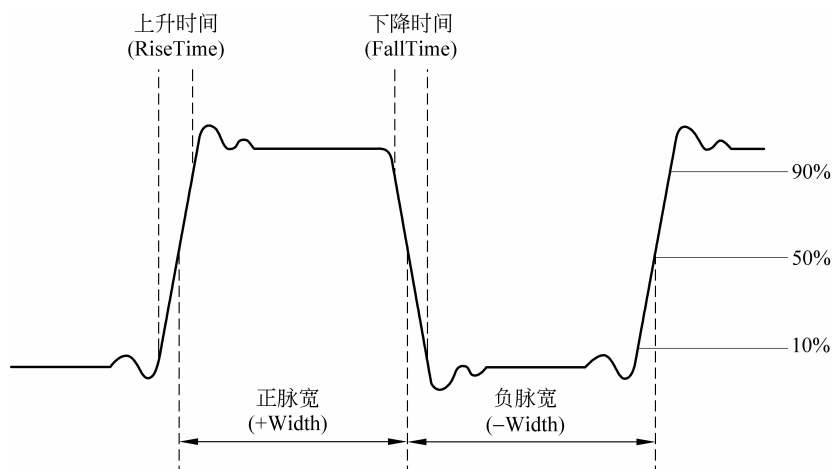


图 1.14 时间参数定义图

表 1.6 示波器自动测量全部参数说明

电压类参数	说 明	时间类参数	说 明
最大值 ($U_{\max}$)	波形最高点至 GND(地)的电压值	周期 Prd	电压波形的周期
最小值 ($U_{\min}$)	波形最低点至 GND(地)的电压值	频率 Freq	电压波形的频率
峰峰值 (U_{pp})	波形最高点波峰至最低点的电压值	上升时间 Rise	波形幅度从 10% 上升至 90% 所经历的时间
顶端值 (U_{top})	波形平顶至 GND(地)的电压值	下降时间 Fall	波形幅度从 90% 下降至 10% 所经历的时间
底端值 (U_{bas})	波形底端至 GND(地)的电压值	正脉宽 +Wid	正脉冲在 50% 幅度时的脉冲度
幅值 (U_{amp})	波形顶端至底端的电压值	负脉宽 -Wid	负脉冲在 50% 幅度时的脉冲度
平均值 (U_{avg})	整个波形或选通区域上的算数平均值	正占空比 +Duty	正脉宽与周期的比值
均方根值 (U_{rms})	即有效值。依据交流信号在 1 周期时所换算产生的能量,对应于产生等值能量的直流电压,即均方根值	负占空比 -Duty	负脉宽与周期的比值
过冲 (U_{ove})	波形最大值与顶端值之差与幅值的比值	延迟 1→2 (上升沿)	CH1 到 CH2 上升沿的延迟时间
预冲 (U_{pre})	波形最小值与底端值之差与幅值的比值	延迟 1→2 (下降沿)	CH1 到 CH2 下降沿的延迟时间

1.2.4 直流稳压电源

实验室用直流稳压电源一般指 AC/DC 稳压电源,广泛使用的主要有集成线性稳压电源(工频变压→整流→滤波→稳压)和开关集成稳压电源(整流→逆变→整流稳压)两种。直流稳压电源的作用是按适当的电压要求给直流电路设备供电。

1. 主要技术指标

衡量一台稳压电源的好坏,一方面要从功能角度来看,即容量大小(输出电压和输出电流)、调节范围大小、效率高低等,人们称其为使用指标;另一方面要从外观、形状、体积、重量等直观形象来看,这些称为非电气指标;更重要的是要看它的质量高低,即输出电压的稳定度等,一般称为技术质量指标。

技术指标主要有针对输入交流电压变化的稳压系数和电压调整率、针对电源负载变化的负载调整率和输出电阻、纹波系数、温度漂移等。下面以 LPS-305 直流电源产品为例,说明其使用指标及操作方法。

表 1.7 为 LPS-305 直流电源的主要技术指标。

表 1.7 LPS-305 直流电源的主要技术指标

项 目	技 术 指 标	项 目	技 术 指 标
输出电压	0~30 V 连续可调, 双路 固定输出 3.3/5 V 电压, 一路	同步偏差	电压: ± 20 mV 电流: ± 5 mA
输出电流	0~2.5 A 连续可调, 双路 额定输出电流 3 A, 一路	保护	电流限制保护, 双路 电流限制及短路保护, 一路
电源效应 (AC $\pm 10\%$ 变化)	定电压源: 1 mV 定电流源: 15 mA	负载效应 (短路至全载变化)	定电压源: 2 mV 定电流源: 10 mA
电压精度	$\pm(0.2\% \text{ of rdg} + 2 \text{ digits})$	使用环境	0~40℃, 相对湿度 $< 80\%$, 可 连续工作 8 h
电流精度	$\pm(0.5\% \text{ of rdg} + 2 \text{ digits})$	输入电压	AC(220 ± 22)V, (50 ± 3)Hz
分辨率	输出电压: 10 mV 输出电流: 1 mA	显示器	采用液晶显示器, 可同时显示两 组通道的电压、电流输出状态

2. LPS-305 直流电源的面板

LPS-305 直流电源的面板如图 1.15 所示, 面板上各个按钮功能见表 1.8。注: 大部分按钮有两种功能: 第一种是功能输出(如 +V_{set} 等); 第二种是输入数值(0~9)。

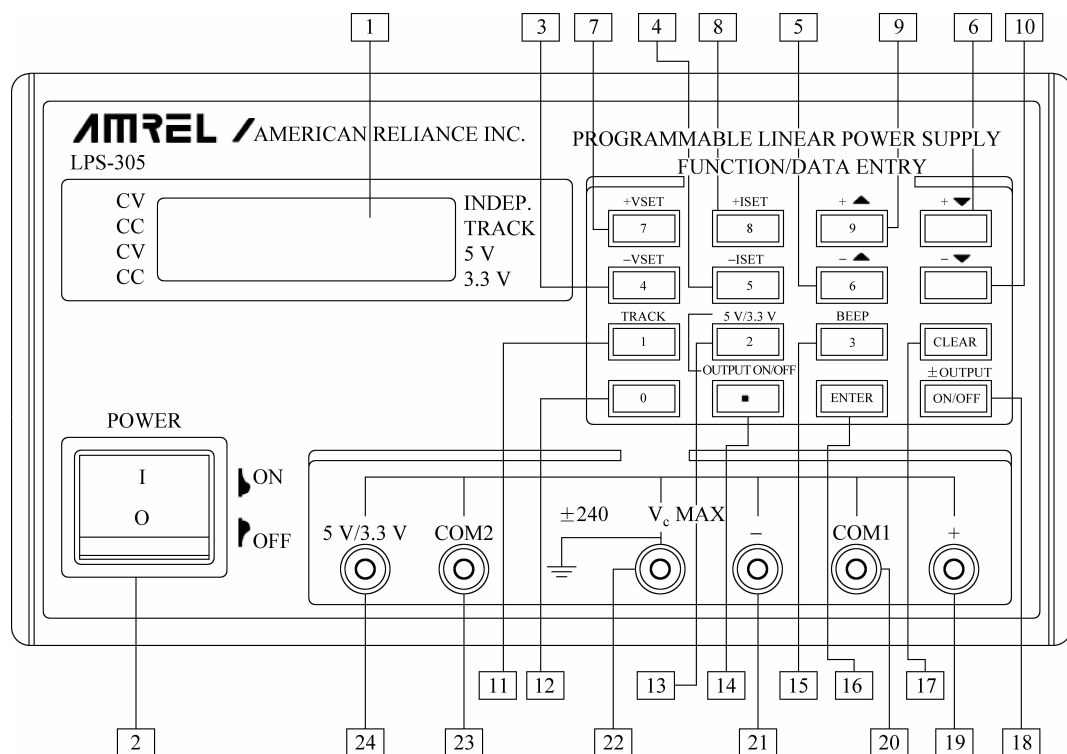


图 1.15 LPS-305 直流电源面板装置(图中代号同表 1.8)

表 1.8 LPS-305 直流电源面板上各按钮和旋钮功能

代号	名 称	功 能
1	液晶显示器	显示所有功能操作状况
2	电源开关(POWER)	主电源开关
3	-Vset(4)	负电压输出控制键,用以显示或改变电压设定;输入数字 4
4	-Iset(5)	负电流输出控制键,用以显示或改变电流设定;输入数字 5
5	-▲(6)	负输出控制键;在固定电压(电流)模式时可用来增加电压(电流)设定;输入数字 6
6	+▼	正输出控制键;在固定电压(电流)模式时可用来减小电压(电流)设定
7	+Vset(7)	正电压输出控制键,用以显示或改变电压设定;输入数字 7
8	+Iset(8)	正电流输出控制键,用以显示或改变电流设定;输入数字 8
9	+▲(9)	正输出控制键。在固定电压(电流)模式时可用来增加电压(电流)设定;输入数字 9
10	-▼	负输出控制键。在固定电压(电流)模式时可用来减小电压(电流)设定
11	TRACK(1)	选择正负电源的输出状态是同步还是独立,同步表示正负电源输出等值,但极性相反,独立则表示正负电源可分别设定不同值输出;输入数字 1
12	0	输入数字 0
13	5 V/3.3 V(2)	选择固定 5 V 或 3.3 V 输出;输入数字 2
14	OUTPUT ON/OFF(.)	选择固定 5 V 或 3.3 V 电源是在输入状态或预备状态;输出小数点
15	Beep(3)	蜂鸣器控制键;输入数字 3
16	Enter	输入数字确认键
17	Clear	和数字键一起使用,用来清除已设定的数字
18	±OUTPUT (ON/OFF)	选择正负电源供电是在输出状态或预备状态
19	+	正电源输出接口
20	COM1	正负电源的公共输出接口
21	-	负电源输出接口
22	GND	接地线接口,连接到机壳
23	COM2	固定 5 V/3 A 或 3.3 V/3 A 的负输出接口
24	5 V/3.3 V	固定 5 V/3 A 或 3.3 V/3 A 的正输出接口

3. LPS-305 直流电源的使用方法

LPS-305 直流电源开机后,会自行诊断,无电压输出。显示器上有“ALL OUTPUT OFF”(暂停输出)信号,并有+V 和-V 设定值,如图 1.16 所示。

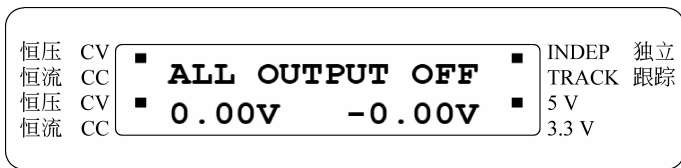


图 1.16 电源起始显示状态

按“+Vset”、“-Vset”、“+Iset”、“-Iset”键时,所选择的正负电源输出和目前设定的功能会显示出。按数字键可修改设定值,按“Clear”键可消除设定值,按“Enter”键确认输入值。按“±▼”或“±▲”键,可进行电源电压或电流的微调。正负电源的输出由输出开关键“±OUTPUT ON/OFF”来控制。“.”键用来选择 5 V 或 3.3 V 输出或预备状态(预备状态时无电压电流输出)。

1) 输出独立的正负电源

开机后,电源面板“INDEP”指示灯亮,可通过“+Vset”、“-Vset”键设置输出不同的正负电源电压值,按“Enter”键分别确认正负电压输入值。按下“ON/OFF”键,即可输出设定的不同的正负电源电压。

2) 输出幅值相等的正负电源

开机后,按 1 号(TRACK)键,使电源面板上“TRACK”指示灯亮,此时负电源跟踪正电源输出,可通过“+Vset”键设置输出正电源电压值,按“Enter”键确认输入值。按下“ON/OFF”键,即可输出幅值相等的正负电源。

本直流稳压电源设有完善的保护功能,两路可调电源具有限流保护功能,5 V/3.3 V 电源具有可靠的限流和短路保护功能。当输出发生短路时,不会对本电源造成任何损失。但是短路本电源仍有功率损耗,所以应尽早发现并关掉电源,将故障排除。

1.2.5 函数信号发生器

信号发生器可用于电路性能试验、分析,也可为某些器件的工作提供驱动。它一般可以产生不同频率、幅度的波形信号,如正弦波、方波、三角波等。目前,信号发生器正向着多功能、数字化、自动化方向发展。

1. 分类特点与主要指标

信号发生器按频率和波段可分为低频、高频、脉冲信号发生器等。

低频信号发生器由振荡器、放大器、衰减器、指示器和电源等部分构成,频率范围通常从赫兹(Hz)至兆赫兹(MHz),可用于测量或检修电子仪器及家电等的低频放大电路,也可用于测量传声器、扬声器、低频滤波器等的频率特性,用作校准电子电压表的基准电压源。

低频信号发生器频率稳定度一般应在 $\pm 1\%$ 左右,输出电压不均匀性在 ± 1 dB 左右,标

准输出阻抗为 $600\ \Omega$ (有的配有 $8\ \Omega$ 、 $50\ \Omega$ 、 $5\ \text{k}\Omega$)，非线性失真小于 3% 。

高频信号发生器用来产生几十 kHz 至几百 MHz 的高频正弦波信号，一般还具有调幅和调频功能。这种信号发生器有较高的频率准确度和稳定度，通常输出幅度可在几 μV 至 $1\ \text{V}$ 范围内调节，输出阻抗为 $50\ \Omega$ 或 $75\ \Omega$ 。

函数信号发生器也称为任意信号发生器，能在很宽的频率范围内产生正弦波、方波、三角波、锯齿波和脉冲波等多种波形，有的还能产生阶梯波、斜波和梯形波等，通常还具有触发、锁相、扫描、调频、调幅或脉冲调制等多种功能。函数信号发生器广泛应用于自动测试系统、音频放大器、滤波器等方面的分析研究。

下面以 DG1022 函数信号发生器为例介绍其主要技术指标及操作方法。DG1022 函数信号发生器使用直接数字合成(DDS)技术，得到精确、稳定、低失真的输出信号，可输出 5 种基本波形；内置 48 种任意波形；可编辑输出 14-bit、4 k 点的用户自定义任意波形；具有丰富的调制功能，输出各种调制波形，如调幅(AM)、调频(FM)、调相(PM)、二进制频移键控(FSK)、线性和对数扫描(Sweep)及脉冲串(Burst)模式；另外还具有高精度、宽频带的频率测量功能等。

表 1.9 为 DG1022 函数信号发生器的主要技术指标。

表 1.9 DG1022 函数信号发生器的主要技术指标

项 目	技 术 指 标	项 目	技 术 指 标
频率特性	正弦波： $1\ \mu\text{Hz}\sim 20\ \text{MHz}$ 方波： $1\ \mu\text{Hz}\sim 5\ \text{MHz}$ 三角波： $1\ \mu\text{Hz}\sim 150\ \text{kHz}$ 脉冲波： $500\ \mu\text{Hz}\sim 3\ \text{MHz}$	输出波形	输出正弦波、方波、三角波、矩形波、噪声波等 5 种基本波形及多种调制波形；内置 48 种任意波形
分辨率	$1\ \mu\text{Hz}$	输出保护	短路保护，过载自动禁止波形输出
输出电压幅度	$4\ \text{mV}\sim 20\ \text{V}_{\text{P-P}}$ (高阻) $2\ \text{mV}\sim 10\ \text{V}_{\text{P-P}}$ ($50\ \Omega$)		

2. DG1022 函数信号发生器操作面板

DG1022 函数信号发生器的操作面板如图 1.17 所示，面板上各按钮和旋钮的功能见表 1.10。

表 1.10 DG1022 型函数信号发生器面板上各按键和旋钮的功能

代号	名 称	功 能
1	电源开关	主电源开关
2	View 键	使用 View 键切换视图，使波形显示在单通道常规模式、单通道图形模式、双通道常规模式之间切换
3	菜单键	设置频率/周期、幅值/高电平、偏移/低电平、相位等
4	波形选择键	按对应波形的某一键，可选择需要的波形：正弦波、方波、锯齿波、脉冲波、噪声波、任意波等
5	通道切换键	CH1、CH2 切换