

引言 课程简介

一、课程性质与定位

（一）课程性质

“电子产品设计与制作”是应用电子技术专业的主要技术基础课程。它建立在电路基础、模拟电子技术、数字电子技术等课程的基础之上，其任务是使学生学会电子产品实际的制作过程，掌握电子产品设计的一般步骤和方法，从而掌握电子产品设计和制作过程中的知识和技能，为今后从事专业工作打下坚实的基础。

（二）课程定位

“电子产品设计与制作”课程对学生毕业后从事电子电路辅助设计岗位起着重要支撑作用。本课程设计通过采取项目教学的方法设计电子产品实物，培养学生电子线路的组装调试能力、软件编程能力、智能电子产品设计与应用能力和创新能力。本课程与前修课程“电子材料与元器件技术”“传感器应用技术”“模拟电子技术”“数字电子技术”相衔接，共同培养学生将理论知识融入到实际项目系统开发中的能力，并与后继课程“毕业设计”“顶岗实习”相衔接，共同培养学生对实际项目的综合设计、开发及应用能力。

二、课程基本理念

本课程是一门集电子技术与设计理论为一体的综合性的交叉学科，它综合运用这两个学科的概念和方法，形成了自己独立的体系。本课程以理论知识与实践知识融会贯通为目的，充分体现教、学、做一体化的行动导向教学模式，实施项目引导、任务驱动。

三、课程的知识能力目标

（一）元器件的识读、检测

（1）能正确画出电阻、电容、电感及二极管、三极管元器件的图形符号、封装形式。

- (2) 能熟练地用直标法、文字符号法、数码法、色标法识读电阻器、电容、电感标称值。
- (3) 能熟练地用外观法判断二极管、三极管引脚极性。
- (4) 能正确、熟练地测量电阻器、电位器、电容器、电感，并能判断其好坏。

(二) 焊接技术

- (1) 正确识别、选择焊接材料。
- (2) 掌握焊接工具的使用方法。
- (3) 掌握手工焊接的方法、步骤。
- (4) 能用肉眼识别焊点质量的优劣。

(三) 产品设计

- (1) 能够独立按工艺要求进行电路设计，确定设计方案。

① 题目选择。

② 明确系统功能和指标。

③ 要确定是否具有完成该设计的元器件、最小系统、开发工具、测量仪器仪表等条件，即要能够进行系统方案论证。

- (2) 能够确定设计的可行性。

方案论证最重要的一点是要确定设计的可行性，需要考虑的问题一般有：原理的可行性；元器件的可行性；测试的可行性；设计制作的可行性；明确方案的内容；系统的外部特性；系统具有的主要功能；引脚数量、功能；输入信号和输出信号形式；输入信号和输出信号相互之间的关系；测量仪器仪表与方法。


- (3) 系统的内部特性。

系统的基本工作原理；系统的实现方法；系统的方框图；系统的控制流程；系统的硬件结构；系统的软件结构；系统中各子系统、部件之间的关系；安装方法。

(四) 装配和调试

安装制作需要考虑的问题一般有：安装工具的选择；元器件选择与采购；最小系统的采用；印制板设计与制作；子系统、部件安装制作的顺序。装配时要求能够独立按工艺要求进行电路装配；能独立排除装配、调试过程中出现的简单故障；能够独立按工艺要求进行单元装配，并能够进行调试；能够对集成电路进行整形、安装、焊接；学会电路的测量与调试。

调试需要考虑的问题一般有：调试参数；调试方法；调试需要的仪器与仪表；软件/硬件的协同；测量数据的记录与处理。调试时要求能独立排除在整机检验过程中出现的简单故障；能够独立对电子产品进行老化试验并能排除试验过程中出现的问题。



第一篇 基础知识

第一篇 基础知识

项目一

常用仪器工具的使用

项目二

常用元器件的识别与检测

项目一 常用仪器工具的使用

一、万用表简介及使用

万用表又叫多用表、三用表、复用表，是一种多功能、多量程的测量仪表，一般万用表可测量直流电流、直流电压、交流电压、电阻和音频电平参数，有的还可以测交流电流、电容量、电感量及半导体的一些参数（如放大系数 β ）。万用表分为数字式万用表和指针式万用表两种。

（一）MF47 型万用表的结构及测量

MF47 型万用表能直接测量的电量比较多，除电流、电压、电阻外，还可以测量音频电平、晶体三极管放大倍数、电容量、电感量等。

1. MF47 型万用表的结构

MF47 型万用表整个面板分为上部面板和下部面板，如图 1-1 所示。上部面板有表头（包含指针和表盘）和机械调零旋钮。

MF47 型万用表共有 6 条常用刻度线，从上到下分别为：

第 1 条：电阻刻度线，是用来读出电阻值的刻度线。这条刻度线较其他刻度线有两点区别，一是该刻度线不均匀，二是读数时应从右往左读。

第 2 条：交流电压、直流电压及直流电流共用的刻度线，用“V”或“mA”表示。

第 3 条：晶体管静态放大系数的刻度线。

第 4 条：电容刻度线，用“C (μF) 50 Hz”表示。

第 5 条：电感刻度线，用“L (H) 50 Hz”表示。

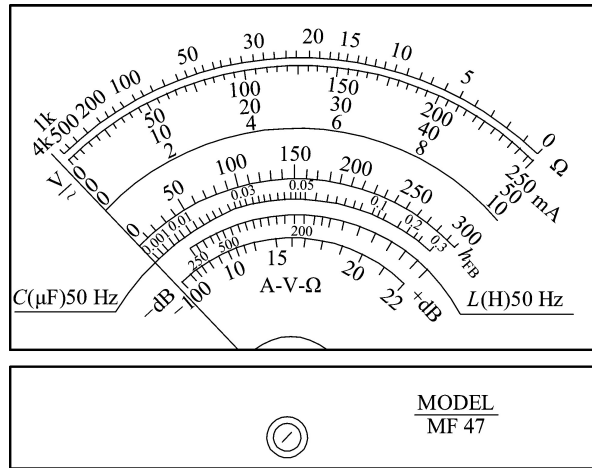
第 6 条：音频电平刻度线，用“dB”表示。

下部面板有转换开关、欧姆调零旋钮和各种功能的插孔。

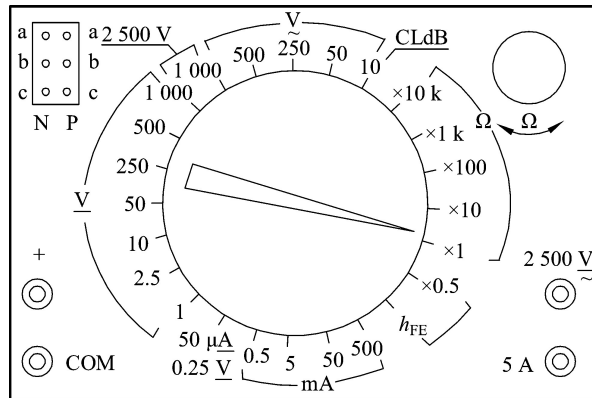
转换开关的右上角为欧姆调零旋钮。转换开关的左下角标有“+”和“COM”的插孔分别为红、黑表笔插孔。

当转换开关选择指向电阻区域时，黑表笔为（接电池正极）正，红表笔为（接电池负极）负；当转换开关选择其他测量区域时，红表笔为正，黑表笔为负。

测量直流电压/电流时，红表笔必须接正极，黑表笔必须接负极。转换开关的右下角从上到下分别是 2 500 V 交流电压、直流电压和 5 A 直流电流测量专用红笔插孔。



(a) 上部面板



(b) 下部面板

图 1-1 MF47 型万用表

2. 测量方法

刻度盘与挡位盘印制成红、绿、黑三色，表盘颜色分别按交流红色、晶体管绿色、其余黑色对应制成，使用时读数便捷。

(1) 电阻的测量。

测量前应先进行欧姆调零，具体方法是：将万用表置于“Ω”区域的×100（或其他）挡，再将红黑表笔短路，如指针没指在电阻刻度线上的零刻度处，应旋转欧姆调零旋钮，使指针指零。

将两根表笔分别接触被测电阻（或电路）两端，注意手不要同时接触电阻两端。

读出指针在欧姆刻度线（第1条线）上的读数，再乘以对应的倍率，就是所测电阻的阻值。例如，用×100挡测量电阻，指针指在80，则所测得的电阻值为 $80 \times 100 = 8\,000\ \Omega$ 。由于刻度线左部读数较密，难以看准，所以测量时应选择适当的欧姆挡，使指针在刻度线的中部或右部，这样读数比较清楚准确。每次换挡，都应重新将两根表笔短接，重新调整指针到零位（即进行欧姆调零）。

(2) 电压的测量。

选择合适的挡位和量程，测直流电压应选择直流挡，测量交流电压应选择交流挡。

将万用表与被测电路并联。测直流电压时，红表笔接被测电路正极，黑表笔接负极；测交流电压时没有极性。

找到所读电压刻度尺。仔细观查表盘，直流电压挡刻度线应是表盘中的第 2 条刻度线。表盘第 2 条刻度线下方有“V”符号，表明该刻度线可用来读交直流电压。

选择合适的标度尺。在第 2 条刻度线的下方有三个不同的标度尺，即 0-50-100-150-200-250、0-10-20-30-40-50、0-2-4-6-8-10。应根据所选用不同量程选择合适标度尺，例如：0.25 V、2.5 V、250 V 量程可选用 0-50-100-150-200-250 这一标度尺来读数；1 V、10 V、1 000 V 量程可选用 0-2-4-6-8-10 标度尺来读数；50 V、500 V 量程可选用 0-10-20-30-40-50 这一标度尺来读数。因为这样读数比较容易、方便。

确定最小刻度单位。根据所选用的标度尺来确定最小刻度单位。例如：用 0-50-100-150-200-250 标度尺时，每一小格代表 5 个单位；用 0-10-20-30-40-50 标度尺时，每一小格代表 1 个单位；用 0-2-4-6-8-10 标度尺时，每一小格代表 0.2 个单位。

读出指针示数大小。根据指针所指位置和所选标度尺读出示数大小。例如：指针指在 0-50-100-150-200-250 标度尺的 100 向右过 2 小格时，读数为 110。

读出电压值大小。根据示数大小及所选量程读出所测电压值大小。例如：所选量程是 2.5 V，示数是 110(用 0-50-100-150-200-250 标度尺读数的)，则该所测电压值是 $(110/250) \times 2.5 = 1.1 \text{ V}$ 。

读数时，视线应正对指针，即只能看见指针实物而不能看见指针在弧形反光镜中的像。

3. 指针式万用表的机械调零和欧姆调零

万用表的准确零位非常重要，否则测出的参量就失去了意义。万用表的调零分为机械调零和欧姆调零两种。

(1) 机械调零。

将连接面板插口正、负极的两根表笔悬空，观察表头指针是否向左满偏，并指在零位上，如不在零位，可适当调整表盖上的机械零位调节螺丝，使其恢复至零位上，这样测试的读数才会准确。

注意：万用表在使用中很少进行机械调零，并且不建议学生自行使用机械调零。遇到需机械调零的万用表，一般在教师指导下操作，防止损坏表头中的游丝。

(2) 欧姆调零。

欧姆调零按钮如图 1-2 所示。测量电阻共有 5 个挡位，每更换一次挡位，都需要重新调整欧姆调零旋钮，以保证准确的零位。因此，每次测电阻前，都需要对万用表进行欧姆调零。



图 1-2 欧姆调零按钮

4. 注意事项

(1) 万用表使用完毕后，应将转换开关旋至交流电压最高挡，以防止不小心损坏电表。

(2) 测量时，手不要接触表笔的金属部分，以确保测量准确和人身安全。

(3) 测量高压和大电流时，不带电转动转换开关，以免电弧烧毁开关触点。

(4) 万用表长期不使用时，应将电池取出，以免电池漏液腐蚀万用表。

(二) 数字式万用表的结构及测量

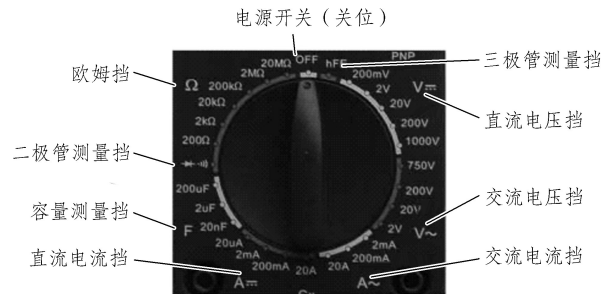
与指针式万用表相比，数字式万用表具有测量速度快、测量准确度高、输入阻抗大、过载能力强、测量参数和功能多等优点，因此，数字式万用表在电子电工测量中得到了更广泛的应用。本书以 VC890D 型数字万用表为例介绍数字式万用表的使用方法。

1. VC890D 万用表的结构

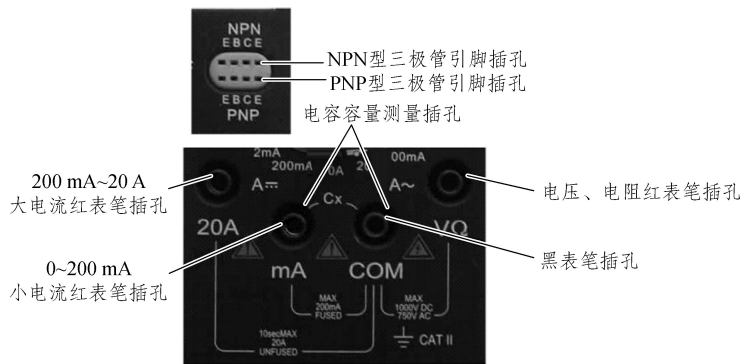
数字式万用表的面板主要由液晶显示屏、挡位选择开关、按键和各种插孔组成。图 1-3 所示为 VC890D 型数字式万用表的面板外观图。



(a)



(b)



(c)

图 1-3 数字式万用表的结构

(1) 液晶显示屏。在测量时，被测对象的量值直接显示在液晶显示屏上。图 1-4 所示为 VC890D 型数字式万用电表的液晶显示屏，它可以最多显示 4 个数字和 1 个小数点，选择不同的挡位时，小数点的位置会改变。

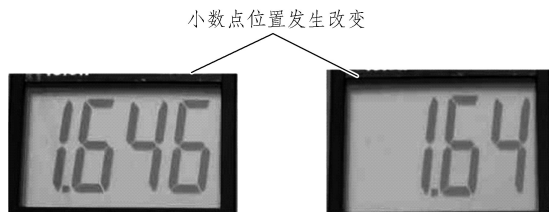


图 1-4 数字式万用表液晶显示

(2) 挡位选择开关。用于选择各种测量功能和量程。可选择欧姆挡测量电阻、容量测量挡测量电容、二极管测量挡检测二极管、直流/交流电流挡测量电流、直流/交流电压挡测量电压、三极管测量挡检测三极管。

(3) “VΩ” 插孔。测量电压，电阻、二极管、电路通断或测电容时的正极输入端，插入红表笔。

(4) “COM” 插孔。负极输入端，插入黑表笔。

(5) “mA” 插孔。测量 μA 电流、mA 电流或温度时的正极输入端，插入红表笔。

(6) “20A” 电流插孔。测量大电流时的正极输入端，插入红表笔。

(7) 电源开关（关位）。OFF 挡。

(8) NPN/PNP。三极管引脚插孔。

(9) C_x。测量电容容量的插孔。

2. 数字万用表的测量

(1) 直流电压的测量。

第一步：将黑表笔插入“COM”插孔，红表笔插入“V/Ω”插孔。

第二步：将功能开关置于直流电压挡“V—”量程范围，并将测试表笔连接到待测电源

(测开路电压)或负载上(测负载电压降),红表笔所接端的极性将同时显示于显示器上。

注意: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降;如果显示器只显示“1”,表示过量程,功能开关应置于更高量程。当测量高电压时,要格外注意,避免触电。

(2) 直流电流的测量。

第一步:将黑表笔插入“COM”插孔,当测量最大值为200 mA的电流时,红表笔插入“mA”插孔,当测量最大值为20 A的电流时,红表笔插入“20 A”插孔。

第二步:将功能开关置于直流电流挡“A $\overline{\text{—}}$ ”量程,并将测试表笔串联接入到待测负载上,电流值显示的同时,将显示红表笔的极性。

注意:如果使用前不知道被测电流范围,将功能开关置于最大量程并逐渐下降;如果显示器只显示“1”,表示过量程,功能开关应置于更高量程;过量的电流将烧坏保险丝,应再更换,20 A量程无保险丝保护,测量时不能超过15 s。

(3) 交流电压的测量。

第一步:将黑表笔插入“COM”插孔,红表笔插入“V/ Ω ”插孔。

第二步:将功能开关置于交流电压挡“V \sim ”量程范围,并将测试笔连接到待测电源或负载上。测量交流电压时,没有极性显示。

注意:参看直流电压注意事项。

(4) 交流电流的测量。

第一步:将黑表笔插入“COM”插孔,当测量最大值为200 mA的电流时,红表笔插入“mA”插孔,当测量最大值为20 A的电流时,红表笔插入“20 A”插孔。

第二步:将功能开关置于交流电流挡“A \sim ”量程,并将测试表笔串联接入到待测电路中。

注意:参看直流电流测量注意事项。

(5) 电阻的测量。

第一步:将黑表笔插入“COM”插孔,红表笔插入“V/ Ω ”插孔。

第二步:将功能开关置于“ Ω ”量程,将测试表笔连接到待测电阻上。

注意:如果被测电阻值超出所选择量程的最大值,将显示过量程“1”,应选择更高的量程,对于大于1 M Ω 或更高的电阻,测量时要几秒钟后读数才能稳定;当没有连接好时,例如开路情况,仪表显示为“1”;当检查被测线路的阻抗时,要保证移开被测线路中的所有电源,所有电容放电;被测线路中如有电源和储能元件,会影响线路阻抗测试正确性。

(6) 电容测试。

连接待测电容之前,注意每次转换量程时,复零需要时间,有漂移读数存在不会影响测量精度。

第一步:将功能开关置于电容量程“F”。

第二步:将电容器插入电容测试座“Cx”中。

注意:仪器本身已对电容挡设置了保护,故在电容测试过程中不用考虑极性,及电容充放电等情况。测量电容时,将电容插入专用的电容测试座中(不要插入表笔插孔“COM”“V/ Ω ”)。测量大电容时稳定读数需要一定的时间。电容的单位换算:1 F = 10^6 μ F, 1 μ F = 10^3 nF = 10^6 pF。

(7) 二极管测试及蜂鸣器测试。

二极管的测量在电阻量程挡内,该挡有两个功能:第一个功能可用来检查线路的通断。蜂鸣器有声响时,表示被测线路通($R < 70 \Omega$),无声响则表示不通。这样可以在眼睛只看被

测线路的同时，凭耳朵听觉便能测试。第二个功能可测二极管的极性和正向压降值。红表笔所接的引脚为二极管的正极，黑表笔所接则为负极。

第一步：将黑表笔插入“COM”插孔，红表笔插入“V/Ω”插孔（红表笔极性为“+”），将功能开关置于“ \rightarrow ”挡，并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。

第二步：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 $70\ \Omega$ ，内置蜂鸣器发声。

（8）电路通断的检查。

将红表笔插入“VΩ”孔内，选择开关转至标有声音显示符号处，再把两根表笔分别接在被测电路的两端，若表内蜂鸣器发出叫声，则说明电路是通的；反之，则不通。

3. 数字式万用表使用的注意事项

（1）测量电路电阻时，要确保所测电路已断开电源，且所有大电容均已放电。

（2）不允许用两只手同时接触被测电阻的两个引脚。若将两只手同时接触电阻的两个引脚，相当于将我们的人体电阻并联到了被测电阻的两端，会造成测量数值不正确。

（3）在测量过程中不能转换挡位。

（4）转换开关挡位要正确，不能估计被测电压值时，挡位先大后小，但最后要保证挡位大于且最接近被测电压值。

二、示波器简介及使用

示波器是一种能将被测信号的波形直观地显示出来的电子仪器。它可以测量交、直流电压、电流的大小，以及交流信号的波形、幅度、频率和相位等参数。用示波器来观测电子电路各处的波形等参数，可以检测电子电路是否工作正常。因此，示波器是一种应用非常广泛的电子仪器。示波器的种类有很多，按电路性质来分，有模拟示波器和数字示波器；按功能用途来分，有通用示波器、采样示波器、存储示波器和特殊示波器。本书以 YB4328 型双踪示波器为例来介绍示波器的使用方法。

YB4328 型示波器的面板主要由显示屏、功能控制键和一些插孔组成。图 1-5 所示为 YB4328 型示波器的面板图。



图 1-5 YB4328 型示波器面板图

图 1-6 所示为示波器显示屏。显示屏是用来直观地显示被测信号的。在显示屏上标有 8 行 10 列的坐标格，在屏幕的正中央有一个十字架状的坐标刻度线，将每个小方格的坐标从纵、横方向各分成五等份，即每一个小坐标相当于 0.2 格，有利于减小读数时产生的偏差。



图 1-6 YB4328 型示波器显示屏

图 1-7 所示是 YB4328 型示波器的功能控制键在面板上的分布图。

(1) 电源开关与指示灯。电源开关按下时，示波器电源接通，电源指示灯亮。

(2) 辉度旋钮。辉度旋钮又称亮度旋钮，它的作用是调节显示屏上扫描线或光点的明暗程度。

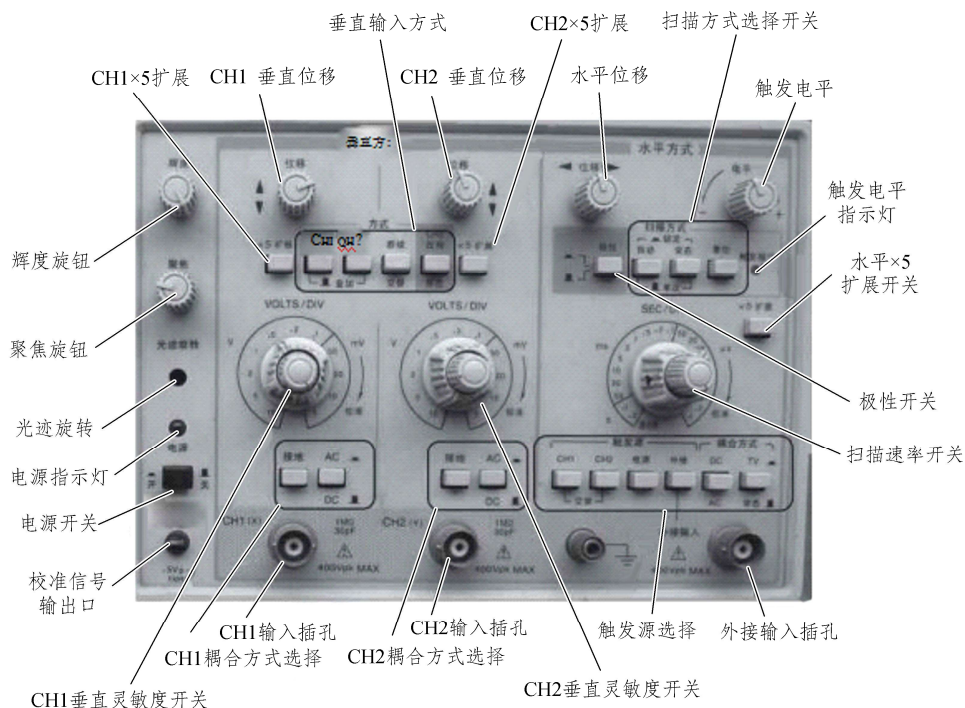


图 1-7 YB4328 型示波器的功能控制面板

(3) 聚焦旋钮。聚焦旋钮的作用是调节扫描线或光点的粗细，以便使显示出来的扫描线看上去细而清晰。

(4) 光迹旋转。当水平扫描线与显示屏上的水平坐标不平行时，调节此旋钮。

(5) 校准信号输出口。此端口输出峰-峰值为 5Vp-p，频率为 1 kHz 的方波信号，用以校准 Y 轴偏转系数和扫描时间系数。

(6) CH1、CH2 输入插孔。测试信号从 CH1 输入插孔输入时，信号进入 CH1 通道；测

试信号从 CH2 输入插孔输入时, 信号进入 CH2 通道。

(7) CH1、CH2 输入耦合方式选择开关。输入耦合方式开关的作用是选择被测信号的输入耦合方式。CH1 通道和 CH2 通道的输入耦合方式开关的功能与排列完全一致, 两组开关是相互独立的, 分别控制 CH1 通道和 CH2 通道被测信号的输入耦合方式。它们各有两个开关, 三种输入耦合方式。

(8) AC。信号中的直流分量被隔离, 用以观察信号中的交流成分。

(9) DC。信号与仪器通道直接耦合, 当需要观察信号的直流分量或被测信号的频率较低时用此方式。

(10) 接地 (GND)。输入端处于接地状态, 用以确定输入端为零电位时扫描线所在的位置。

(11) 垂直输入方式开关。垂直输入方式开关的作用是控制电子开关来选择被测信号的输入方式。

(12) CH1、CH2 垂直灵敏度开关及微调旋钮。垂直灵敏度开关的作用是调节显示屏上信号波形的幅度。垂直灵敏度开关简称“V/DIV”开关, CH1 和 CH2 通道的垂直灵敏度开关完全一致, 垂直灵敏度开关的外旋钮为粗调, 内旋钮为微调, 它们分别对 CH1、CH2 通道信号的幅度进行调节。粗调范围为 5 mV/DIV ~ 10 V/DIV 共 11 个挡级, 可根据被测信号的电压幅度选择合适的挡级, 微调可实现对显示波形幅度的连续调节, 将微调旋钮顺时针调到底时为校准位置, 在测量信号电压的大小时要将微调旋钮调到此位置。

(13) CH1、CH2 垂直位移旋钮。CH1 垂直位移旋钮的作用是调节显示屏上 CH1 通道波形在垂直方向的位置; CH2 垂直位移旋钮的作用是调节显示屏上 CH2 通道波形在垂直方向的位置。

(14) 水平扫描速率开关及微调旋钮。水平扫描速率开关简称“T/DIV”开关, 它的作用是调节显示屏上信号波形在水平方向的宽度。外旋钮为粗调开关, 内旋钮为微调旋钮。

(15) 水平×5 扩展开关。按下此开关, 被测信号的宽度将在显示屏上扩展 5 倍。

(16) 水平位移旋钮。水平位移旋钮的作用是调节显示屏上扫描光迹在水平方向的位置, 即使扫描光迹左右移动。

(17) 触发电平旋钮。触发电平旋钮的作用是调节被测信号在变化至某一电平时触发扫描, 当显示的波形在水平方向不稳定时调节此旋钮。

(18) 扫描方式选择开关。扫描方式选择开关的作用是选择扫描的工作方式, 共有 4 种工作方式。

(19) 极性开关。极性开关用于选择被测信号在上升沿或下降沿触发扫描。测量正脉冲的前沿或负脉冲的后沿宜“弹出”; 测量正脉冲的后沿或负脉冲的前沿开关宜“按下”。

(20) 触发电平指示灯。此指示灯具有两种功能指示, 当仪器工作在非单次扫描方式时, 此灯亮表示扫描电路工作在被触发状态; 当仪器工作在单次扫描方式时, 此灯亮表示电路处在准备状态, 此时若有信号输入将产生一次扫描, 指示灯随之熄灭。

(21) 触发源选择开关。触发源选择开关用于选择不同的触发源。

(22) 外触发信号输入插孔。当选择外触发方式时, 触发信号由此插孔输入。