

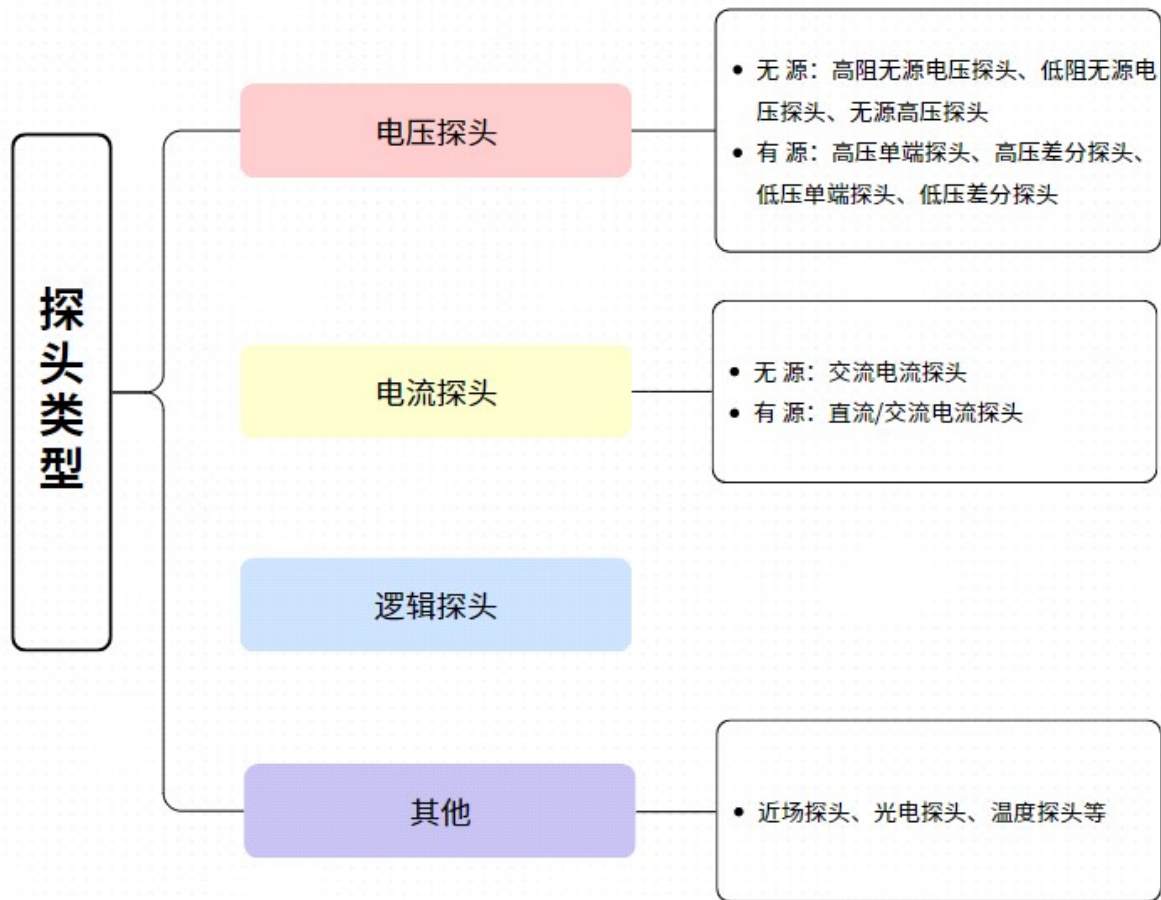
探头的种类

Copyright © 2019 Siglent Technologies, All Rights Reserved

访问 www.siglent.com 获得更多鼎阳仪器信息

联系鼎阳: market@siglent.com 或 拨打免费电话 400-878-0807

在使用探头进行测量前，需要根据被测信号类型选择相应的探头。常见信号有：电压信号、电流信号、逻辑信号及其它信号。根据信号类型，可将探头类型细分如下：



一、电压探头

电压和电流探头两个大类下又可分为无源探头和有源探头。

无源探头指不需要给探头供电就能正常使用，整个探头都由无源器件构成，如电阻、电容等。无源探头是最经济耐用的探头，其测试的精度和可靠性高，不会受到电源噪声或其他干扰的影响；缺点是带宽受限，不适合测量大功率或大电流信号。更适用于测量较低频率信号、高电压信号、交流信号、热电偶信号等。有源探头指需要给探头供电才能正常使用，它内部含有一个放大器，在将信号传送到示波器之前，能够先放大被测信号，从而提高测量精度。有源探头带宽高、输入电容小、地环路小；缺点是动态范围小、静电敏感、校准麻烦且价位高，不适合测量电源纹波。更适用于测量高频率信号、低电压信号、直流/交流信号、高速信号，通常配合示波器 50Ω 输入阻抗使用。

1. 高阻无源电压探头

高阻无源电压探头是最常用的探头，通常提供 1×、10×、100× 的衰减系数。10:1 的高阻无源电压探头是最常见的，对信号幅度是 1V 或更低的可用 1× 倍率。大部分高阻无源电压探头的带宽范围在 70MHz ~ 500MHz 或更高的带宽之间，价格在几十到上千元不等，且通常要求示波器输入阻抗为 1MΩ。

	衰减比	带宽	输入电阻	输入电容
PB470	1X/10X	10X: 70MHz	1MΩ/10MΩ	1X: 85pF-120pF 10X: 18.5pF-22.5pF
SP2035	1X/10X	10X: 350MHz	1MΩ/10MΩ	1X: 85pF-120pF 10X: 17pF-20pF
SP5050A	10X	500MHz	10MΩ	12pF

优点:

- 高输入电阻
- 价格便宜、坚固耐用

缺点:

- 高输入电容
- 与 50 欧姆系统不兼容
- 必须经过补偿

应用:

- 低功率设备
- 维修电器
- 产线测试及研发

2. 低阻无源电压探头

低阻无源电压探头又称为 50 欧姆探头，带宽可达 10GHz，具有快速的的上升时间，但输入阻抗低，会产生过大的负载，易影响被测电路的工作状况。

优点:

- 价格便宜

缺点:

- 输入阻抗低

应用:

	带宽	衰减比例	输入阻抗	最大量测电压	准确度
HPB4010	DC-40MHz	1:1000	100MΩ ± 1%	DC: 0~10kV AC: ≤ 10kV rms (Sine Wave) Peak-Peak: 0-30kV (Pulse)	± 3% (AC/DC)

- 要求示波器输入阻抗为 50Ω
- 高速设备检定、微波通信领域



3. 无源高压探头

无源高压探头能够直接测量高压电源或电气设备的电压信号。其是在带补偿的无源探头的基础上，增大输入电阻，使得衰减加大（如 100:1 或 1000:1 等），测量范围通常为几百伏至数千伏。



优点:

- 安全性和可靠性高

缺点:

- 测量精度较低
- 不适用于对信号精度要求较高的场合

应用:

- 测量高电压信号
- 测量电力系统中的高压电源、继电器和开关等设备的电压信号

4. 有源高压单端探头

高压单端探头通常用于测量低于 40 kV 以地参考的信号,输入电容低,带宽高,通常为几百 MHz,同时具有极高的输入阻抗,通常在几十 MΩ、上百 MΩ。



应用:

- 电源设计
- UPS 系统
- 功率半导体

5. 有源低压单端探头

低压单端探头带宽通常较高,通常用于测量低于 12V 以地参考的高速信号,具备很低的输入电容 (0-1pF),对电路负载影响很小。

	带宽	输入电阻	输入电容	输入动态范围	损坏电压	接口
ZS1000	1GHz	1MΩ	0.9pF	± 8V	20V	ProBus
SAP2500	2.5GHz	1MΩ	1.1pF	± 8V	20V	SAPBus

应用：

- 检验、调试和表征高速设计
- 信号完整性、抖动和定时分析
- 制造工程和测试



6.

6. 有源高压差分探头

高压差分探头则是一种电信号测量仪器，能够测量电路中两个点之间的电位差，适用于分析信号传输中的噪声和干扰等问题。

	带宽	上升时间	精度	衰减比	最大差分测量电压
DPB5150	70MHz	≤ 5ns	± 2%	50X/500X	50X: ± 150V 500X: ± 1500V
DPB5700A	100MHz	≤ 3.5ns	± 2%	100X/1000X	100X: ± 700V 1000X: ± 7000V

优点：

- 测量精度高

缺点：

- 价格昂贵

应用：

- 差分信号的测量
- 浮地系统的测量



- 开关电源设计
- LED 照明
- 高压电缆
- 变压器

7. 有源低压差分探头

有源低压差分探头一般用于低压高速信号的测量。

	带宽	差分输入电容	差分输入电阻	单端输入电阻	输入动态范围
SAP2500D	>2.5 GHz	1 pF	200 k Ω	100 k Ω	± 4 V

优点:

- 带宽高
- 输入阻抗高
- 输入电容低



缺点:

- 量程低

应用:

- 车载总线测量(CAN、LIN、FlexRay)
- 数字系统的差分信号
- 机械工程与测试

二、电流探头

电流探头能够测量导线中电流的大小，通过打开电流钳的钳口，包围住导体形成一个磁场环，在不破坏导线的情况下测量流经导线的电流，进而测量电流大小，这是一种安全简单且精确的途径。

电流探头虽然没有电压探头那么常见，但是它的作用是其他探头无法代替的。当电流探头与电压探头配合使用时能够测量功率、相位等数据，对于测试测量系统来说非常有用。

1. AC 电流探头

AC 电流探头通常是无源探头，是示波器测试交流电流最常用的探头，成本低，但不能测量直流分量。

应用：

- 电源
- 新能源
- 电力系统
- 汽车电子
- 工业/消费电子产品



2. DC/AC 电流探头

DC/AC 电流探头通常是有源探头，可以同时测量直流或交流信号。其又分为低频探头和高频探头，低频探头带宽低，通常在几百 kHz 以下，精度也较低。高频探头带宽高，通常在几 MHz 以上，精度也较高，上升时间可达 ns 级别。

	带宽	上升时间	峰值电流	最大交流有效值	切换比例
CP4020	DC-200kHz	1.75 μ s	60 A	20 Arms	50mV/A; 5mV/A
CP6030A	DC-100MHz	\leq 3.5ns	50 A	30 Arms	5A(1X)/30A(10X)

CP6500	DC-5MHz	$\leq 70\text{ns}$	750 A	500 Arms	75A(10X)/500A(100X)
--------	---------	--------------------	-------	----------	---------------------

应用：

- 电源
- 电机驱动
- 工频测量
- 半导体器件设计
- 逆变器/变压器设计
- 交通运输设备系统设计

三、逻辑探头

逻辑探头可以将数字信号转换为电压信号在示波器显示，主要用于分析和检测数字电路中的信号，帮助工程师分析数字电路的工作情况。逻辑探头通常具有多个通道，可以同时测试多个数字信号。SIGLENT 的 16 路逻辑分析仪（SLA1016）可以同时测量 16 路数字逻辑信号，在验证数字电路设计、FPGA 验证、高速串行总线分析等领域有着广泛的应用，帮助工程师快速准确地测试和分析数字电路的性能和行为。



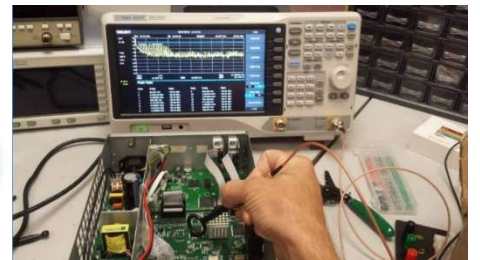
四、 其他类型探头

1. 近场探头

近场探头通常搭配频谱分析仪使用，通过探头扫描电子部件或外壳表面来查找干扰源。SIGLENT 的 SSA3000X Plus 频谱分析仪搭配 SRF5030T 近场探头套装，可在研发实验室进行诊断和调试，以及在屏蔽室进行预兼容测试，识别物体周围的磁场强度和方向等。

应用：

- EMI 测试
- 电磁场强度测试
- 精确定位磁场干扰源



2. 光隔离探头

光隔离探头是一种特殊的探头，其将被测信号转换为光信号，光信号再转换为电信号，最后处理显示在示波器上。它可以将测试点与示波器完全隔离，避免了电气干扰和信号衰减等问题。光隔离探头具有高带宽、高准确性、高稳定性和极强的抗干扰能力，但制作成本高，且后期维护麻烦。

应用：

- 光通信
- 电力安全监测系统
- 新能源及功率半导体领域
- 计算机设备的测试和维护
- 血氧仪、心电图机等医疗设备



3. 温度探头

温度探头是普通电压探头与热敏电阻或热电偶等温度传感器的组合，其能够测试设备表面的温度，转换为电信号，最终传输到示波器中进行显示和分析。温度探头只需与被测设备接触即可进行测量，可帮助工程师在研发、生产和维护过程中可实时监测设备的温度变化，及时发现设备过热等异常情况。



五、探头的选择

在选择探头时，其规格和特性是重要的考虑因素，它们既要与示波器的带宽和输入阻抗匹配，又要将对被测电路的影响减到最小。为了确保所选的探头能满足应用需求，我们需要了解一些规格参数，如带宽、上升时间、动态范围和负载效应等。

● 带宽

带宽是探头的一项关键指标，它决定了探头处理信号的能力。通常探头的带宽应能覆盖被测信号的频率范围，同时探头的带宽尽量等于或大于示波器的带宽。

合适的探头带宽可以确保准确捕获和显示信号的细节，提高测量的准确性和可靠性。通常高带宽意味着探头能更好地捕获高频信号，如果探头带宽过低，可能会导致信号的边缘模糊或丢失高频成分，无法进行准确测量。

● 上升时间

需要根据被测信号的特性来选择合适的上升时间，通常探头带宽越高，上升时间越短。对于高速信号的测量，如脉冲信号或高频信号，需要选择上升时间较小的探头，因为高速信号的边缘变化非常快，需要探头有快速的响应能力才能准确地捕捉到信号的变化。

● 动态范围

探头的动态范围是指探头能够准确测量的最小信号电压~最大信号电压的范围。如果被测信号的幅度变化范围很大,或者需要在示波器上同时显示大信号和小信号,就需要选择动态范围较大的探头,以保证能够准确测量和显示所有信号。

● 阻抗匹配

探头的输入阻抗要与示波器的输入阻抗相匹配,这样对被测电路的负载作用最少。如果阻抗不匹配,可能导致信号失真或测试误差。

500MHz 带宽以下的低端示波器输入阻抗一般为 $1\text{M}\Omega$, 高端示波器输出阻抗一般为 50Ω 。对于低输入阻抗的示波器,应选择有源探头或 50Ω 输入阻抗的探头,对于高输入阻抗的示波器,应选择 10:1 探头。

如示波器的输入阻抗是 $1\text{M}\Omega$, 可以选择输入阻抗为 $10\text{M}\Omega$ 探头,这样的探头测的信号能有衰减 10 倍,对被测信号负载效应小,又能与示波器输入阻抗匹配。

● 负载作用

不同类型的探头也有不同的负载效应,为了减小探头的负载效应,尽量选择高输入阻抗的探头,以减小对被测电路的影响。无源探头的负载效应较小,适用于测量大多数信号;而有源探头的负载效应较大,但频率响应和信号保真度更好,适用于测量高速和高精度的信号。

● 地线

探头的接地线要尽量短,把电感减到最小。地线夹子要接触良好,能够夹紧被测物体,如果夹子接触不良,会导致地线电阻增加,从而影响测量精度。如果高阻探头接地不良且难以解决,可以考虑使用其他类型的探头,如低阻探头或差分探头等,或者使用与探头匹配的连接器和夹具。

关于鼎阳硬件智库

鼎阳硬件设计与测试智库（简称鼎阳硬件智库）由深圳市鼎阳科技有限公司领衔创办，是中国第一家“智力众筹”模式的硬件智库。

鼎阳硬件智库顺势顺势，倡导“连接-分享-协作-创造”的理念，高举志愿者服务的大旗，相信互联网是“爱”的大本营，相信人们都有发自内心分享的愿望。

鼎阳硬件智库选择硬件领域最普遍的七类问题：电源，时钟，DDR，低速总线，高速总线，EMC，测试测量进行聚焦。寻找“最针尖”的问题进行研讨，针对“最针尖”的问题组织专家答疑，将硬件大师积累的宝贵知识和经验变成公众财富，惠及更多硬件人。鼎阳硬件智库的运作载体包括“线上”的微信公众号分享，微信群，网站，网络社区论坛，博客，邮件群等多种互联网工具和“线下”的专家论坛和专家把脉。“线上”的分享坚持原创，坚持干货，保持专注和深耕。“线下”专家论坛邀请硬件相关的一线实战派专家分享“最干货”的硬件设计与测试知识与经验，面对面相互研讨；“线下”的专家把脉，通过大数据连接，促使具体问题和最熟悉这个具体问题的专家“精准匹配”，远程问诊和现场解决问题相结合。

鼎阳硬件智库，群策群力，连接所有硬件人。

有硬件问题，找鼎阳硬件智库。



扫码关注鼎阳硬件智库，为您提供更多硬件干货