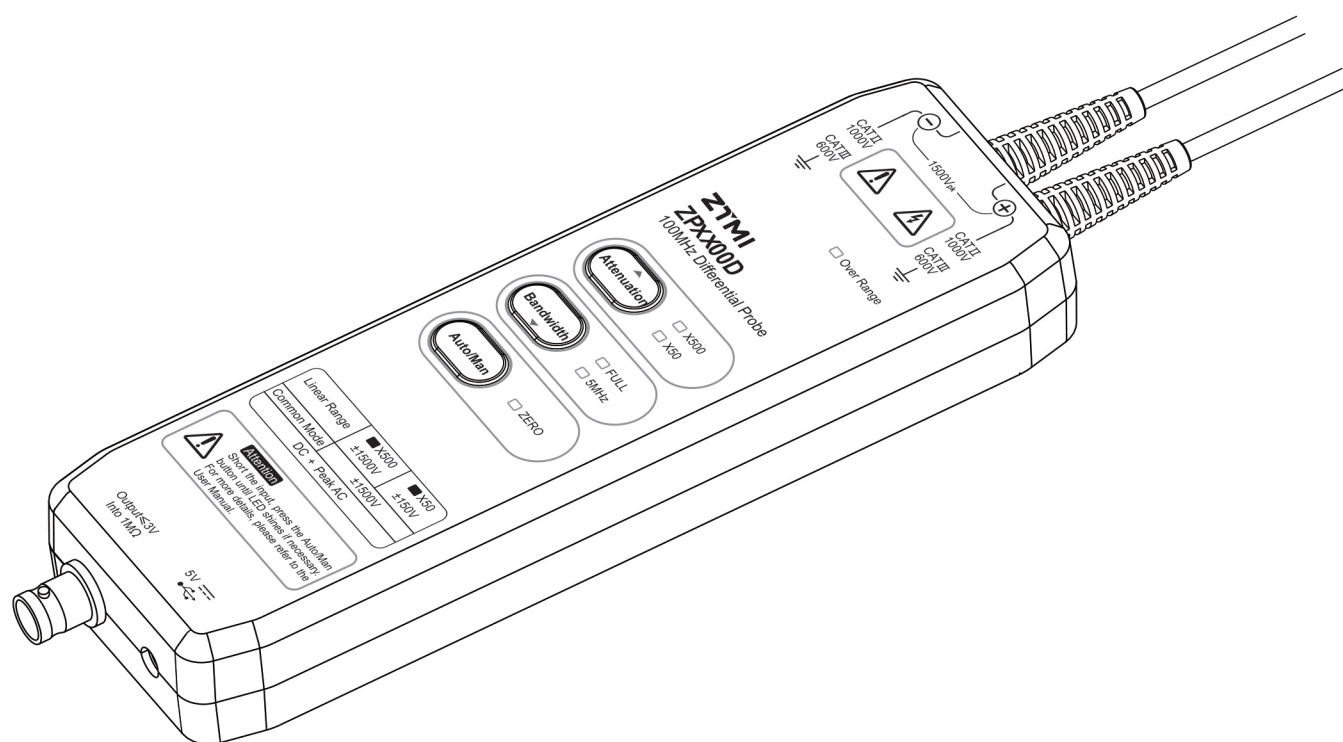




ZP1500D/ZP2800D高压差分探头

产品用户手册



广州致远仪器有限公司

ZTMI

目 录

1. 安全须知	1
1.1 一般性安全概要	1
1.2 警示标志	2
1.2.1 面板图标意义	2
1.2.2 测量类别介绍	2
1.3 测量类别	3
1.4 保养与清洁	4
2. 产品简介	5
2.1 产品应用	5
2.2 产品特点	5
2.3 文档中的内容约定	5
3. 技术参数	6
3.1 技术指标	6
3.2 普通技术规格	7
3.3 配件	8
4. 快速入门	9
4.1 操作基础	9
4.1.1 面板说明	9
4.1.2 功能检测	10
4.1.3 操作步骤	11
4.1.4 注意事项	11
5. 常见问题	14
5.1 具体问题阐述	14
5.1.1 上电后面板指示灯全灭	14
5.1.2 调零输出值偏大或调零时间较长	14
5.1.3 测量波形不能稳定显示或误差明显	14
6. 性能验证	15
6.1 直流精度	15
6.2 方波响应	15
6.3 直流共模抑制比	16
7. 免责声明	17

1. 安全须知

为保证您能正确安全地使用本仪器，请务必遵守以下注意事项。如果未遵守本手册指定的方法操作本仪器，可能会损坏本仪器的保护功能。因违反以下注意事项操作仪器所引起的损伤，广州致远仪器有限公司不予以承担责任。

1.1 一般性安全概要

了解下列安全性预防措施，以避免受伤，防止损坏本产品或本产品连接的任何产品。

使用推荐的电源适配器

电源适配器为 5V/2A USB 输出，符合 CB 认证要求。

使用正常接地的示波器

不建议探头信号输出端浮地，请将探头输出线缆连接到正常接地的示波器设备上。

查看所有终端额定值

为避免起火和过大电流的冲击，请查看产品所有的额定值和标记。产品使用前，请仔细阅读用户手册以了解额定值的详细信息。

请勿开盖操作

请勿在仪器外壳打开时运行本产品。

避免电路外露

电源接通后，请勿接触外露的接头和元件。

防止触电危险

适配器必须插在墙壁上或在可视范围内的具有保护地的插排上，不可插在引线混乱的插排上，插排不可过流使用。

怀疑产品出故障

怀疑产品出故障时，请勿进行拆机操作，请及时联系广州致远仪器有限公司授权的维修人员进行检测、维护、调整或零件更换。

请勿在潮湿环境下操作

请勿在易燃易爆环境下操作

请保持产品表面的清洁和干燥

请注意产品的轻拿轻放

本司探头在出厂时均进行了校准，为保证探头的测量指标，请注意产品的轻拿轻放，以免由于剧烈的机械振动或冲击，造成探头指标的恶化。

1.2 警示标志



注意符号表示存在危险。提示用户对某一过程、操作方法或类似情况进行操作时，如果不按照说明书的要求操作，则可能对产品造成损坏或者丢失重要数据。在完全阅读和充分理解说明书**注意**所要求的事项之前，请不要继续操作。

1.2.1 面板图标意义

表 1.1 图标说明

	小心，危险		小心，电击危险
Output≤3V Into 1MΩ	探头输出不超过 3V(DC + peak AC),输出负载 1MΩ	5V	5V USB 适配器
	请勿将使用过的仪器 丢入垃圾桶		II 类设备
	使用期限为 10 年，可回收利用		
Attention Short the input, press the Auto/Man button until LED shines if necessary. For more details, please refer to the User Manual.		自动调零操作：将输入短接，长按调零按钮，待指示灯闪烁时再松手 手动调零操作：请参考用户手册	

1.2.2 测量类别介绍

测量类别有 O、CATII、CATIII 和 CATIV，如图 1.1 所示。有关测量类别的主要介绍，请参考表格 1.2。

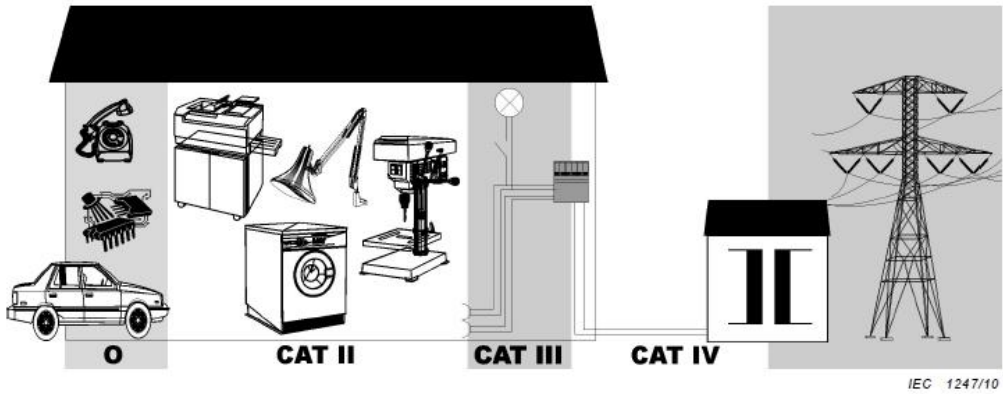


图 1.1 测量类别

表 1.2 测量类别说明

测量类别	测量类别显示	说明	备注
I	O	为适用于在不直接与电网电源连接的电路上进行的测量	在不由电网电源供电的电路上和作了特殊保护由电网供电的电路上的测量
II	CATII	为适用于在直接与低压设置连接的电路上进行的测量	在家用电器上、便携式工具上和类似设备上的测量
III	CATIII	为适用于在建筑物设施中进行的测量	在配电板上、断路器上、布线上包括电缆、汇流条上、接线盒上、开关上、固定设施的输出插座上、工业用设备以及其他设备上，例如与固定设施永久连接的驻立式电动机上的测量
IV	CATIV	适用于在低压设施的源端处进行的测量	在初级过流保护装置上和纹波控制单元上的测量

注：O 指在没有直接连接到主电源的电路上进行测量。例如，对没有从主电源导出的电路，特别是受保护(内部)的主电源导出的电路进行测量。在后一种情况下，瞬间应力会发生变化。因此，用户应了解设备的瞬间承受能力。

警告



警告符号表示存在严重危险。提示用户对某一过程、操作方法或类似情况进行操作时，如果不能正确执行或遵守规则，则可能造成人身伤害甚至死亡。在完全阅读和充分理解警告所要求的事项之前，请不要继续操作。

1.3 测量类别

产品可在 CATII 1000V，CATIII 600V 下进行测量，操作时需注意操作电压不要超过手册规定的输入电压限值，如表 1.3 所示。

表 1.3 操作电压限值

被测信号	电气参数	
	ZP1500D	ZP2800D
最大差模输入电压(DC + Peak AC) ¹	X50: $\pm 150V$ X500: $\pm 1500V$	X100: $\pm 280V$ X1000: $\pm 2800V$
最大共模输入电压(DC + Peak AC) ²	$\pm 1500V$	$\pm 2800V$
最大输入对地电压(Vrms) ³	1000V CATII 600V CATIII	

注：1.超过差模有效输入范围，输出可能被钳位，蜂鸣器报警；

2. 共模输入电压指探头红黑(+/-)输入端，每一端对探头信号参考地的共模电位；
3. 输入对地电压指探头红黑(+/-)输入端，每一端对大地(安全地)的电位差，代表了探头所处操作环境的测量类别和耐压等级。

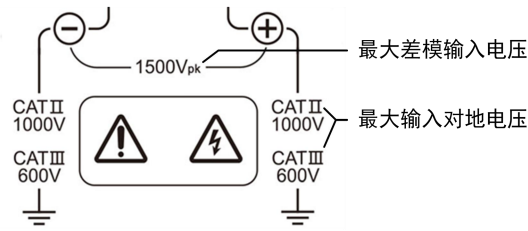


图 1.2 标签代表含义

1.4 保养与清洁

- 1) 请勿将探头放置在长时间受到日照的地方，请保持探头的清洁干燥；
- 2) 清洁时，可用柔软干布擦拭，避免使用化学药剂等容易磨损铭牌标志的液体；
- 3) 运输探头时，请放入本司配备的包装箱内，可起防震作用；
- 4) 不可用力拽拉探头输入线缆，避免过度扭曲、折弯或打结。

2. 产品简介

2.1 产品应用

- 浮地电压测量
- 开关电源设计
- 逆变、UPS 电源
- 变频器
- 电子镇流器设计
- 感应加热、电磁炉
- 电工实验
- 电子电力和电力传动实验等
- 强电或高压隔离测量
- 电源转换等相关设计
- 焊接、电镀电源
- 变频家电
- 电机驱动设计
- CRT 显示器设计
- 低压电器试验

2.2 产品特点

- 带宽 100MHz，系统上升时间 3.5ns，满足绝大部分电力电子领域的测量应用；
- 可测量高达 1500V/2800V 的差模电压，直流精度 1%，测量准确，操作安全；
- 共模抑制能力强，适用于差模信号的提取，如桥路逆变回路上管驱动波形的测量等应用；
- 多种配件可供选择，满足不同的测量需求；
- 5MHz 带宽模式下，可扩展 1.5 米输入线缆延长线；
- 附加功能：自动调零、手动调零、过压报警；
- 其他：具有带宽、衰减档位和调零值的掉电记忆功能，自带量程过压保护功能。

2.3 文档中的内容约定

高压差分探头包括：ZP1500D、ZP2800D。除特别注明外，本手册的说明主要以 ZP1500D 指标为例。

3. 技术参数

3.1 技术指标

表 3.1 技术指标

指标项	说明	
	ZP1500D	ZP2800D
带宽(-3dB)	100MHz、5MHz 可选	
量程选择（衰减比）	X50、X500	X100、X1000
直流精度 ¹	X50: $\pm 1\% \pm 0.1V$ X500: $\pm 1\% \pm 1V$	X100: $\pm 1\% \pm 0.2V$ X1000: $\pm 1\% \pm 2V$
上升时间(10%~90%)	3.5 ns	
群时延	17ns $\pm$ 1ns	
输入阻抗	单端对地: 5M Ω 、两输入端之间: 10M Ω	
输入电容	单端对地: 4pF、两输入端之间: 2pF	
最大差模测量电压(DC + peak AC)	X50: $\pm 150V$ X500: $\pm 1500V$	X100: $\pm 280V$ X1000: $\pm 2800V$
最大共模输入电压(DC + peak AC)	$\pm 1500V$	$\pm 2800V$
最大输入对地电压(Vrms)	1000V CAT II、600V CAT III	
CMRR	DC: >80 dB 100kHz: >60 dB 1 MHz: >50 dB	
超量程报警电压阈值	X50: $\geq 150V$ X500: $\geq 1500V$	X100: $\geq 280V$ X1000: $\geq 2800V$
噪声(Vrms) ¹	X50: <75mV X500: <500mV	X100: <150mV X1000: <1000mV
失调调零 ¹	X50: <50mV X500: <500mV	X100: <100mV X1000: <1000mV
失调温漂 ¹	X50: <2.5mV/°C X500: <25mV/°C	X100: <5mV/°C X1000: <50mV/°C

注：1、指输入端参考值

3.2 普通技术规格

表 3.2 普通技术规格

电源	说明
适配器输入电源	100V-240V~50/60Hz,0.35A MAX
适配器输出电压	5V,2A
接口类型	说明
探头输入类型	差分输入
探头输出类型	BNC 接口, 输出不超过 3V 负载阻抗 1MΩ/(15~20pF)
机械规格	说明
探头主体	190×60×25(mm)
输入线缆	21cm
探头净重	291g
环境	说明
温度范围	工作: 0°C ~ 40°C、贮存: -40°C ~ 70°C
湿度范围	工作: ≤60% RH、贮存: ≤90% RH
海拔高度	工作 3000m 以下、非工作 12000m 以下
电磁兼容	EN 61326-1: 2013、CISPR 11: 2015
安规标准	IEC 61010-1:2010 (Third Edition) IEC 61010-031:2015 (Second Edition)

3.3 配件

表 3.3 标准配件

配件名称	说明
测量 IC 钩	红黑一对，长 145mm，CATIII 1000V
测量直钩	红黑一对，长 122mm，CATIII 1000V
鳄鱼夹	红黑一对，长 82mm，CATII 1000V
测试硅胶线	红黑一对，长 1.5m，CATIII 1000V
50Ω同轴线	长 1m，用于探头与示波器的连接
USB 电源线	长 1.5m，载流能力不低于 2A
电源适配器	用于探头供电

表 3.4 选配件

配件名称	说明
测试针	红黑一对，长 115mm，CATII 1000V

4. 快速入门

4.1 操作基础

4.1.1 面板说明

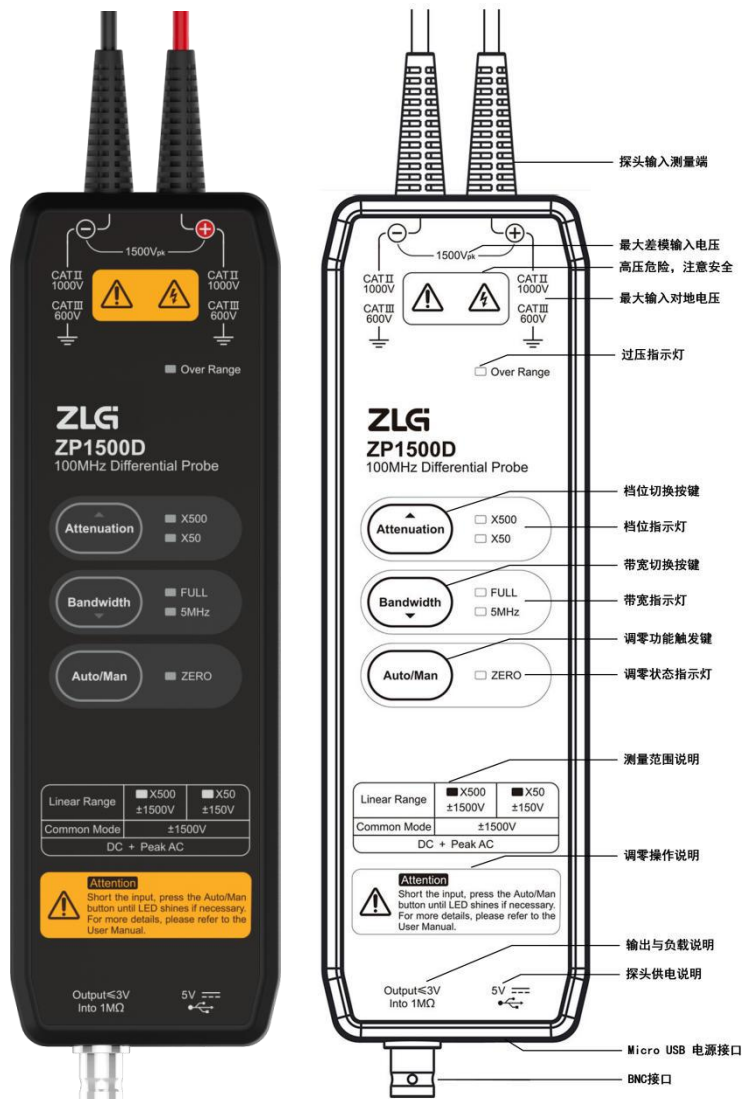


图 4.1 面板说明

1、档位切换按键

每按一次，切换衰减档位，有X500和X50两个衰减档位可供选择。

2、档位指示灯

有两个指示灯，X500指示灯亮时，探头处于500倍衰减模式，该量程下测量电压峰值不宜超过1500V。X50指示灯亮时，探头处于50倍衰减模式下，该量程下测量电压峰值不宜超过150V。

3、带宽切换按键

每按一次，切换带宽，有 FULL 和 5MHz 两种带宽可供选择。

4、带宽指示灯

当 FULL 指示灯亮时，探头处于全带宽模式。当 5MHz 指示灯亮时，探头处于 5MHz 带宽限制模式，该模式下可扩展 1.5 米线缆延长线。

5、调零功能触发键

自动调零操作：将输入端短接，长按调零功能触发键【Auto/Man】(约 3s)，待指示灯闪烁后松手，进入自动调零功能，结束后指示灯<Zero>灭，蜂鸣器鸣叫两声，结束操作。

手动调零操作：

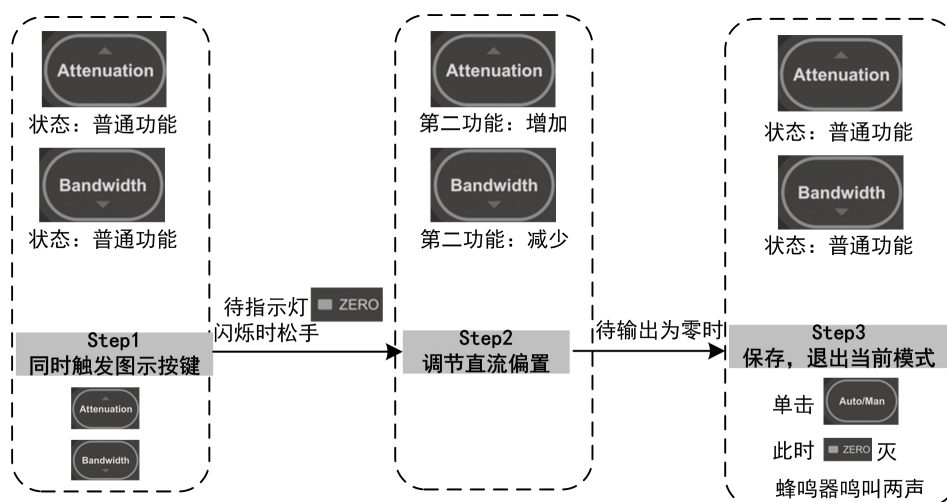


图 4.2 手动调零操作说明

将输入端短接，同时按住按键【Attenuation】和【Bandwidth】，待指示灯<Zero>闪烁后松手，即可启动手动调零功能。该模式下，按键【Attenuation】和【Bandwidth】进入第二功能。每触发一次【Attenuation】，输出上调，长按长调。每触发一次【Bandwidth】，输出下调，长按长调。调零结束后，按下调零功能触发键【Auto/Man】，指示灯<Zero>灭，蜂鸣器鸣叫两声。设置衰减档位和带宽模式的组合方式(X500@FULL、X500@5MHz、X50@FULL、X50@5MHz),重复上述手动调零操作。

建议在以下场合执行调零操作：

- 首次使用或工作环境变化明显，怀疑输出直流偏置有问题时；
- 适配器或移动电源供电下，建议选用自动调零功能；
- 示波器供电下，**务必**选用手动调零功能；
- 当改变供电方式，如由适配器供电改为示波器供电时。

4.1.2 功能检测

选择市网交流电(220V, 50Hz)对探头基本功能进行简单的检测。测试方法如下：

- 1) 差模测量功能检测：探头处于 X500，示波器处于 500X，测量火线-零线电压，观察探头输出波形与市电是否相符；
- 2) 过压报警功能检测：将探头设置为 X50，接入火线-零线电压，探头过压报警。火线-零线电压超过探头 X50 档位下的过压报警阈值 150V，蜂鸣器响，过压指示灯亮；
- 3) 输出失调电压：将探头输入端短接，使用万用表测量探头输出电压。将探头衰减档位切换到 X50 或 X500，探头输出电压均应小于 1mV。若输出异常，可执行自动调零功能，重复本步骤。

4.1.3 操作步骤

- 1) 使用前须先确认电源适配器输入电源电压是否正常；
- 2) 接好线后，再启机测量，不建议带电插拔；
- 3) 根据测量电压，选择探头合适的量程，测试过程中当测量电压超过量程时，红色过压指示灯亮，蜂鸣器报警。为避免长时间的过压输入对探头功能造成影响，请断开输入；
- 4) 根据探头量程，初步设置示波器的衰减比例，开始测量后再根据被测信号大小，设置示波器合适的灵敏度；
- 5) 可将探头输入线缆适当双绞，连接被测对象开始测量。测量时，探头主体应尽量远离高压脉冲电路，以减小干扰可能引起的误差；
- 6) 测试完成后，先断开高压设备电源，再将两个输入端与被测点断开，断开探头电源，最后将 BNC 线从示波器上拔下。严禁带高压电进行测量端的接线或断线操作，以免造成不必要的安全事故。

4.1.4 注意事项

- 1) 未能理解差模电压含义

有效测量信号的范围，与输入到探头红黑(+/-)输入端的信号间的幅值和相位均有关系。如图 4.3 所示，当探头红黑(+/-)输入端信号间的相位差为 180° 时，输入到探头每一个测量端的信号峰值不宜超过 750V。如图 4.4 所示，当探头红黑(+/-)输入端信号间的相位差为 120° 时，输入到探头每一个测量端的信号峰值不宜超过 864V；

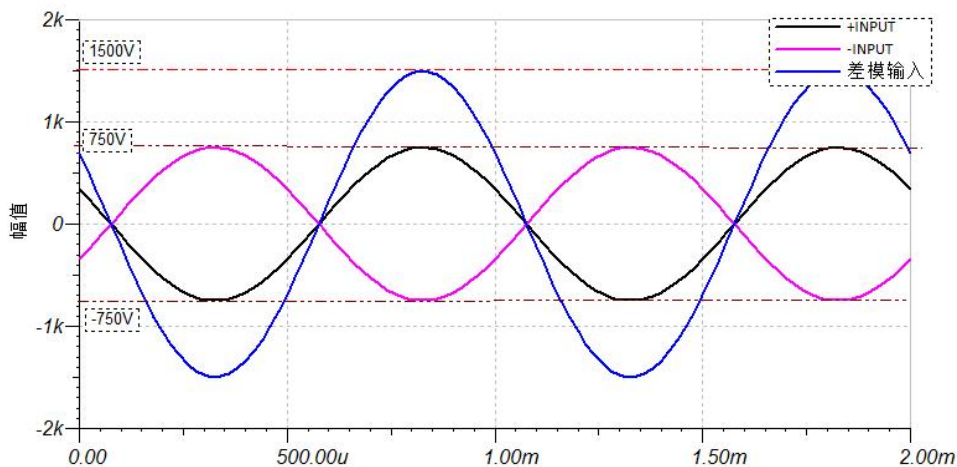


图 4.3 最大可测量输入范围，红黑输入端信号相差 180° 时

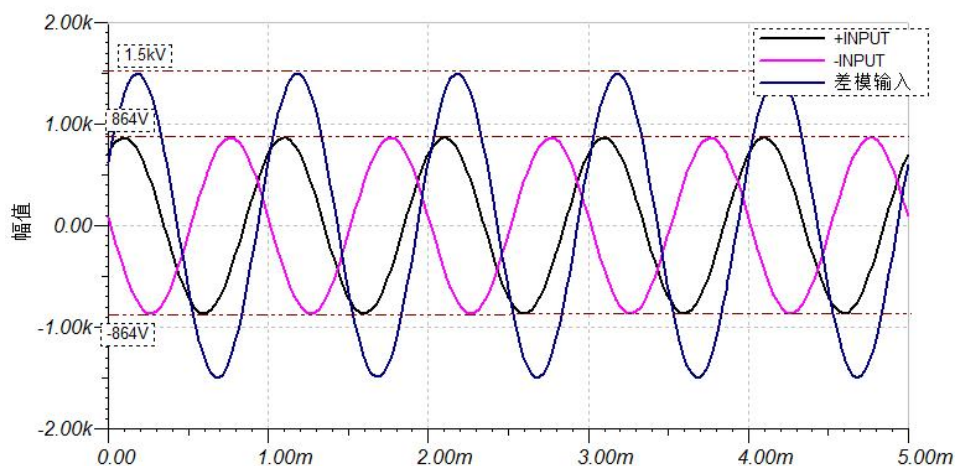


图 4.4 最大可测量输入范围，红黑输入端信号相差 120° 时

2) 共模输入电压与输入对地电压概念混淆

如图 4.5 所示，以信源端参考地作为被测信号参考地，将被测信号分解为差模分量和共模分量。差模输入电压指被测信号的差模分量，共模输入电压指探头红黑(+/-)输入端每一端对探头信号参考地(用户可触及，是安全地)的共模电位。共模输入电压需要分情况讨论，当信源端参考地与探头信号参考地间存在压差(有时可高达上百伏)时，共模输入电压在数值上，等于在被测信号共模分量的基础上叠加一电势差，即信源参考地与探头信号参考地之间的电势差；当信源端参考地与探头信号参考地之间不存在压差时，探头的共模输入电压与被测信号的共模分量在数值上相等。输入对地电压指探头红黑(+/-)输入端每一端对大地(安全地)的电位差，体现了探头所处操作环境的测量类别和耐压等级，如 CATIII 600V，CATII 1000V。进一步了解共模电压和差模电压，可参考图 4.6；

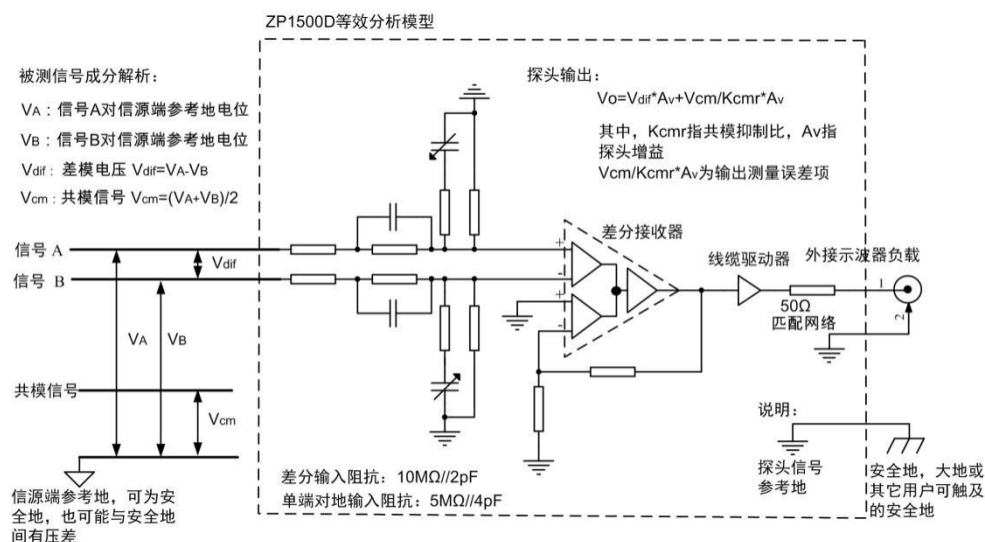


图 4.5 测量系统分析示意图

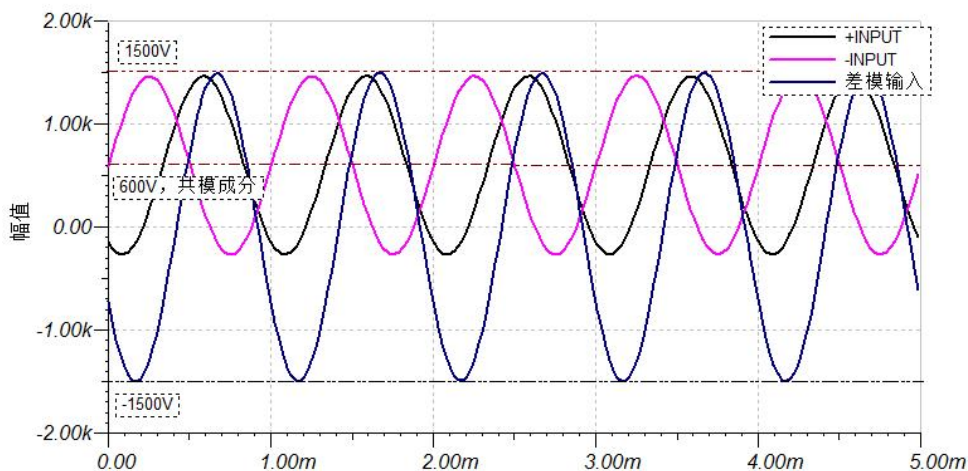


图 4.6 输入信号共模电压 600V，差模电压 1500V

3) 输入线缆双绞利大于弊

在强电磁场环境中进行测量时，可适当双绞探头输入线缆，减弱电磁干扰带来的感应噪声注入效应，使探头发挥最优的共模干扰抑制性能，双绞线的分析机理如图 4.7 所示。测量时，探头线缆不可过度扭曲或打结，应尽量保持笔直，应避免在测量端加入额外引线，以减小线缆引入的感量和分布电容，减小输出波形的过冲和振铃。需注意，双绞线的使用，会稍微限制探头的带宽，但对如方波等快沿信号的测量与还原，影响不大；

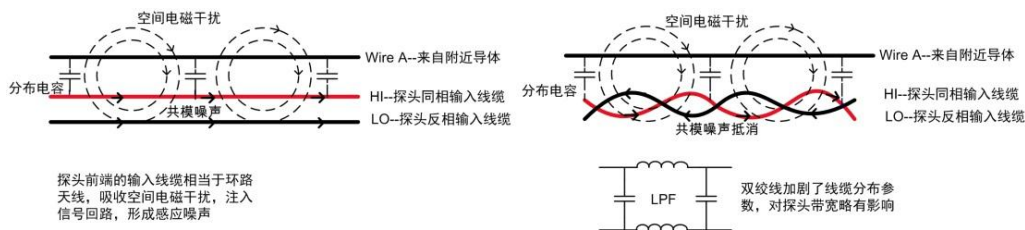


图 4.7 输入线缆双绞利与弊

- 4) 使用本司推荐的配件进行测量；
- 5) 使用 1.5 米线缆延长线时，请将探头带宽切换至 5MHz；
- 6) 整机精度测试结果，均指在探头和测量仪器开机预热 30min 后进行。

5. 常见问题

下面列举了产品在使用过程中可能出现的故障及排查方法。当您遇到这些故障时，请按照相应的步骤进行处理，如不能处理，请与广州致远仪器有限公司联系，同时请提供您机器的设备信息。

5.1 具体问题阐述

5.1.1 上电后面板指示灯全灭

检查电源适配器与电源插座的连接，检查电源适配器与探头间的连接，检查电源适配器工作是否正常。检查探头供电端的电源输出能力，瞬时输出电流应不低于 1A。

5.1.2 调零输出值偏大或调零时间较长

原因分析 1：调零后探头输出值超过 1mV，影响因素有探头输入端未短接、输入端外来干扰源过大等。

正确操作方法：调零前，将探头输入线缆双绞后短接，长按调零按钮，待指示灯闪烁后松手，即可启动自动调零功能。排查探头输入端存在的干扰源。

原因分析 2：调零时间较长，常见因素如调零操作不符合要求、环境因素等。

正确操作方法：调零时，输入端应该短接，严禁带着测量信号进行调零等违规操作。调零过程中若发现有类似违规操作，可断开输入端信号、拔掉探头电源，重新上电即可。在新环境中使用探头时，首次调零时间通常较长，属于正常现象。调零输出值具有记忆功能，无需每次上电都进行调零。

原因分析 3：不当的调零操作引入。

正确操作方法：使用适配器供电时，建议选用自动调零功能；使用示波器供电时，务必选用手动调零功能。

5.1.3 测量波形不能稳定显示或误差明显

原因分析 1：测量系统接线问题引起。对高频测量来说，接线“虚接”或不牢靠，常引起测量波形实际值偏小，不稳定。测量端引线过长，常恶化测量波形上升沿的过冲与振铃。

排查：检查探头输入端与配件之间以及配件与被测点之间的连接是否良好；检查探头输出与示波器的连接是否可靠；使用本司推荐的探头配件进行测量，避免配件与测试点间的额外引线。

原因分析 2：强磁场环境带来的 EMS 问题，导致探头输出带有杂波。

排查：在强磁场环境中测试，EMS 是需要考虑的因素。探头前端的长引线，等效于一个拾取线圈，可拾取空间各种频段的电磁干扰。排查时，可将探头输入短接，悬空放置，观察探头输出波形。当然，电网各次谐波，通过探头适配器端进行传导，耦合至探头输出。排查时，可将探头适配器接至一干净的电网，观察探头输出波形。

原因分析 3：测量精度、方波响应、共模抑制性能指标恶化等问题引起。

排查：探头作为示波器配件，在出厂时，会结合示波器，进行校准。校准项主要包括直流精度、方波响应和共模抑制比。使用过程中，应注意探头的轻拿轻放，强烈的物理撞击等不规范操作，可能引起探头内部电子元器件特性偏移，造成探头指标恶化。若怀疑探头指标较差，请先参考手册性能验证部分，进一步定位和排查。若无法解决，请与本司联系。

6. 性能验证

用于本部分性能验证所需的设备和指标要求，可参考表 6.1，测量过程中使用的信号转接头，请根据仪器的选用情况自行搭配。

表 6.1 设备要求

描述	指标要求	用途
示波器	带宽 $\geq 200\text{MHz}$,如 ZDS2022	显示探头输出波形
高压源	直流输出电压高达 1000V, 如 FLUKE 5522A	测试探头直流精度和共模抑制比
数字万用表	精度不低于 6 位半, 如 DMM6000	测试探头直流精度和共模抑制比
信号发生器	快沿信号上升时间不低于 4ns, 如 KEYSIGHT 33600A	测试探头方波响应特性
信号转接头	BNC 公头转双母头	信号接口转换
信号转接头	BNC 公头转双接线柱	信号接口转换
50 Ω 端接头	BNC 公头转 50 Ω 负载	信号源 50 Ω 端接负载

6.1 直流精度

使用 6 位半万用表和高压源，验证探头直流精度。步骤如下：

- 1) 探头输出端接 6 位半万用表，6 位半万用表置于直流电压测量档位；
- 2) 适配器供电下，将探头输入端短接，长按调零按钮，启动调零功能。调零完成后，进行后续操作；
- 3) 探头输入端连接高压源：红色输入端接信号源正极，黑色输入端接信号源负极；
- 4) 参考表格设置探头所处衰减档位以及信号源输出电压，记录万用表读数。

表 6.2 直流精度指标

探头衰减档位	高压源输出电压	探头期望输出电压
X50	50V	1V $\pm$ 12mV
X500	500V	1V $\pm$ 12mV

6.2 方波响应

使用信号发生器和示波器(示波器带宽应不低于 200MHz)，验证探头的方波响应。步骤如下：

- 1) 探头设置为 X50@FULL，示波器设置为 50X@无带宽限制，将探头输出端接至示波器；
- 2) 信号发生器使用双通道输出，通道 2 反相跟随通道 1，输出设置为 50 Ω 负载，并与探头输入端 50 Ω 同相端接；
- 3) 设置信号发生器，输出幅值 10V、周期频率 100kHz、上升时间为 14ns 的方波信号；
- 4) 调节示波器，使示波器显示 2~3 个完整周期波形的方波信号。观察输出波形，波形上升时间应为 14ns，且无明显的过冲。

表 6.3 方波响应

探头衰减档位	信号源输出	探头期望输出
X50	幅值 10V、周期频率 100kHz、上升时间 14ns 方波信号	幅值 $10 \pm 0.2V$ 、 周期频率 100kHz、 上升时间 $14 \pm 0.5ns$ 方波信号

6.3 直流共模抑制比

使用 6 位半万用表和高压源，验证探头直流共模抑制比。步骤如下：

- 1) 6 位半万用表置于直流电压测量档位，探头输出端接至 6 位半万用表；
- 2) 探头设置为 X50 档位，探头两个输入端短接后接入万用表，记录失调电压读数；
- 3) 探头设置为 X50 档位，探头两个输入端短接后接入高压源正极(HI)，高压源负极(LO)接电源地或悬空；
- 4) 设置高压源，使能输出 1000V 高压，记录万用表读数，减去失调电压读数，记录表格，差值应小于 2mV。

表 6.4 直流共模抑制比指标

探头衰减档位	高压源输出电压	探头期望输出电压
X50	1000V	$\leq 2mV$

7. 免责声明

本着为用户提供更好服务的原则，广州致远仪器有限公司（下称“致远仪器”）在本手册中将尽可能地向用户呈现详实、准确的产品信息。但鉴于本手册的内容具有一定的时效性，致远仪器不能完全保证该文档在任何时段的时效性与适用性。致远仪器有权在没有通知的情况下对本手册上的内容进行更新，恕不另行通知。为了得到最新版本的信息，请尊敬的用户定时访问致远仪器官方网站或者与致远仪器工作人员联系。感谢您的包容与支持！

赋能高效测试，共创美好生活

Empower efficient testing, co-create a better life



致远仪器官方微信

VOL004