

# Tektronix®

---

TIVM 系列  
IsoVu™ 测量系统  
用户手册



077-1283-00





TIVM 系列  
IsoVu™ 测量系统  
用户手册

**立即注册！**

单击以下链接以保护您的产品。

► [www.tek.com/register](http://www.tek.com/register)

**[www.tek.com](http://www.tek.com)**

**077-1283-00**

Copyright © Tektronix. 保留所有权利。许可软件产品由 Tektronix、其子公司或提供商所有，受国家版权法及国际条约规定的保护。

Tektronix 产品受美国和外国专利权（包括已取得的和正在申请的专利权）的保护。本文中的信息将取代所有以前出版的资料中的信息。保留更改技术规格和价格的权利。

TEKTRONIX 和 TEK 是 Tektronix, Inc. 的注册商标。

ISOVU 是 Tektronix, Inc. 的商标。

TEKVPI 是 Tektronix, Inc. 的注册商标。

## **Tektronix 联系信息**

Tektronix, Inc.  
14150 SW Karl Braun Drive  
P.O. Box 500  
Beaverton, OR 97077  
USA

有关产品信息、销售、服务和技术支持：

- 在北美地区，请拨打 1-800-833-9200。
- 其他地区用户请访问 [www.tektronix.com](http://www.tektronix.com)，以查找当地的联系信息。

## 保修

Tektronix 保证本产品自发货之日起一年内，不会出现材料和工艺方面的缺陷。如果在保修期内证实任何此类产品有缺陷，Tektronix 将自主决定，是修复有缺陷的产品（但不收取部件和人工费用）还是提供替换件以换回有缺陷的产品。Tektronix 在保修工作中使用的部件、模块和替代产品可能是新的，也可能是具同等性能的翻新件。所有更换的部件、模块和产品均归 Tektronix 所有。

为得到本保修声明承诺的服务，客户必须在保修期到期前向 Tektronix 通报缺陷，并做出适当安排以便实施维修。客户应负责将有缺陷的产品打包并运送到 Tektronix 指定的维修中心，同时预付运费。如果产品返回地是 Tektronix 维修中心所在国家/地区的某地，Tektronix 将支付向客户送返产品的费用。如果产品返回地是任何其他地点，客户将负责承担所有运费、关税、税金和其他任何费用。

本保修声明不适用于任何由于使用不当或维护保养不足所造成的缺陷、故障或损坏。Tektronix 在本保修声明下没有义务提供以下服务：a) 修理由 Tektronix 代表以外人员对产品进行安装、修理或维护所导致的损坏；b) 修理由于使用不当或与不兼容的设备连接造成的损坏；c) 修理由于使用非 Tektronix 提供的电源而造成的任何损坏或故障；d) 维修已改动或者与其他产品集成的产品（如果这种改动或集成会增加维修产品的时间或难度）。

这项与本产品有关的保修声明由 TEKTRONIX 订立，用于替代任何其他明示或默示的保证。Tektronix 及其供应商不提供任何对适销性和适用某种特殊用途的默示保证。对于违反本保修声明的情况，Tektronix 负责为客户修理或更换有缺陷产品是提供给客户的唯一和独有的补救措施。对于任何间接的、特殊的、附带的或后果性的损坏，无论 Tektronix 及其供应商是否曾被预先告知可能有此类损坏，Tektronix 及其供应商均概不负责。

[W2 - 15AUG04]



# 目录

重要安全信息	v
常规安全概要	v
维修安全概要	vii
本手册中的术语	vii
产品上的符号和术语	vii
前言	ix
主要特点	ix
激光认证	ix
产品说明	x
型号	xi
支持的示波器	xi
操作信息	1
附件	1
操作注意事项	2
控件和指示器	7
连接到电路	9
自校准	11
自动调零	13
菜单按钮	13
偏置校正	13
1X/2X 量程	16
自动量程	16
选择传感器端部电缆	16
输出夹具	18
传感器端部负载	18
探头补偿	19
相差校正	19
输入偏置	19
应用示例	21
示例 1: 高边 $V_{GS}$ 测量	21
示例 2: 高边漏电流测量	23
示例 3: ESD 故障排除	24
参考信息	25
技术规格	25
尺寸图	30
IsoVu 测量系统框图	33
三脚架	33
安装探头端部适配器	35
将方针安装到电路板	38

用户服务.....	41
服务.....	41
预防性维护.....	41
性能验证步骤.....	41
传播延迟.....	42
故障排除和错误情况.....	45
重新包装测量系统以进行运输.....	47
测试记录.....	48
附录 A: 远程编程.....	49
CH<n>:PRObe?.....	49
CH<n>:PRObe:AUTOZero EXECute.....	49
CH<n>:PRObe:COMMAND "CLAMP", {"ON"   "OFF"}.....	49
CH<n>:PRObe:SET {"CLAMP ON"   "CLAMP OFF"}.....	49
CH<n>:PRObe:FORCEDRange <NR3>.....	50
CH<n>:PRObe:GAIN?.....	50
CH<n>:PRObe:ID {:SERnumber   :TYPE}?.....	50
CH<n>:PRObe:PROPDElay?.....	51
CH<n>:PRObe:RECDESkew?.....	51
CH<n>:PRObe:RESistance?.....	51
CH<n>:PRObe:UNIts?.....	51
CH<n>:PROBEControl {AUTO   MAN}.....	51
CH<n>:PROBEFunc:EXTAtten <NR3>.....	51
CH<n>:PROBEFunc:EXTDBatten?.....	51
CH<n>:PROBEFunc:EXTUnits {"UU"   "None"}.....	52
附录 B: 合规性信息.....	53
安全合规性.....	53
环境注意事项.....	55
索引	



# 图目录

图 i: TIVM 系列 IsoVu 测量系统	x
图 1: 传感器头部和接地之间共模电压的最大安全处理限制。	5
图 2: 传感器头部的 RF 燃烧危险区域	6
图 3: 控制器指示器和按钮	7
图 4: 传感器头部上的标签	8
图 5: 传感器端部电缆上部和下部标签	9
图 6: 将补偿盒连接到示波器	10
图 7: 将传感器端部电缆连接到传感器头部	10
图 8: 将传感器头部连接到灵活三脚架	11
图 9: Probe Setup (探头设置) 菜单	13
图 10: 数字滤波器假波	14
图 11: 数字滤波器异常 (约 2.5% 的 $V_{p-p}$ )	15
图 12: 禁用偏置校正后的数字滤波器异常	15
图 13: 上部传感器端部标签	16
图 14: 下部传感器端部标签	18
图 15: 半桥电路显示高边 FET 的选通、信号源和漏极	21
图 16: 高边导通特性	22
图 17: 高边电流分流器	23
图 18: SMT 电阻型号	23
图 19: ESD 放电测试示例	24
图 20: 传感器头部尺寸 (带探头端部保护器)	30
图 21: 传感器头部尺寸 (不带探头端部保护器)	31
图 22: 控制器尺寸	31
图 23: 补偿盒尺寸	32
图 24: 探头端部适配器尺寸	32
图 25: 框图	33
图 26: 将灵活三脚架安装在 DUT 下面	34
图 27: 将传感器头部连接到具有灵活三脚架的 DUT 的顶部	34
图 28: 将探头端部三脚架连接到电路板的适配器	35
图 29: 对齐 MMCX 到 0.1 英寸 (2.54 毫米) 适配器与电路板	36
图 30: 对齐 MMCX 到 0.062 英寸 (1.57 毫米) 适配器与电路板	36
图 31: 将 MMCX 到 0.062 英寸 (1.57 毫米) 适配器按入合适位置	37
图 32: 将 MMCX 到 0.1 英寸 (2.54 毫米) 适配器按入合适位置	37
图 33: 适配器间隙要求	38
图 34: 移除电路板上方针的头部	39
图 35: 使用焊接辅助件将方针安装到电路板	40
图 36: 传播延迟测量	45

# 表目录

表 1: 标配附件.....	1
表 2: 可选附件.....	1
表 3: 输入技术规格 .....	2
表 4: 环境注意事项 .....	2
表 5: 控制器指示器和按钮 .....	7
表 6: 传感器端部选择表.....	17
表 7: 输入偏置.....	19
表 8: 保证技术规格 .....	25
表 9: 电气技术规格 .....	25
表 10: 物理技术规格 .....	29
表 11: 性能验证所需设备 .....	41
表 12: 问题及可能的解决方案.....	45
表 13: 测试记录.....	48
表 14: 传感器端部电缆及动态范围 .....	50

# 重要安全信息

本手册包含用户必须遵守的信息和警告，以确保安全操作并保证产品安全。

为保证安全地对本产品进行维修，本部分结尾还提供其他信息。（见第vii页，*维修安全概要*）

## 常规安全概要

请务必按照规定使用产品。详细阅读下列安全性预防措施，以避免人身伤害，并防止损坏本产品或与本产品连接的任何产品。认真阅读所有说明。保留这些说明以备将来参考。

遵守当地和国家安全法令。

为了保证正确安全地操作产品，除本手册规定的安全性预防措施外，您还必须遵守普遍公认的安全规程。

产品仅限经过培训的人员使用。

只有了解相关危险的合格人员才能进行开盖维修、保养或调整。

使用前，请务必检查产品是否来自已知来源，以确保正确操作。

本产品不适用于检测危险电压。

如果有危险的带电导体暴露，请使用个人防护装备以防电击和强电弧伤害。

使用本产品时，您可能需要使用一套大型系统的其他部件。有关操作这类系统的警告和注意事项，请阅读其他组件手册的安全性部分。

将本设备集成到某系统时，该系统的安全性由系统的组装者负责。

### 避免火灾或人身伤害

**正确连接并正确断开连接：** 传感器端部电缆、测试导线或附件连接到电压源时请勿插拔。仅使用产品附带的或 Tektronix 指明适合产品使用的测试导线和附件。

**遵守所有终端额定值：** 为避免火灾或电击危险，请遵守产品上所有的额定值和标记说明。在连接产品之前，请先查看产品手册，了解额定值的详细信息。不要超过本产品或附件中各组件的额定值最低的测量类别（CAT）额定值和电压或电流额定值。

施加的电压不要超过最大额定值。

**切勿开盖操作：** 请勿在外盖或面板拆除或机壳打开的状态下操作本产品。可能有危险电压暴露。

**远离外露电路：** 电源接通后请勿接触外露的接头和元件。

**怀疑产品出现故障时，请勿进行操作：** 如果怀疑本产品已损坏，请让合格的维修人员进行检查。

产品损坏时请勿使用。本产品损坏或运行错误时请勿使用。如果怀疑产品存在安全问题，请关闭产品并断开电源线。并做清晰标记以防其再被使用。

在使用之前，请检查附件是否有机械损坏，如损坏则予以更换。如果已损坏或金属外露，请勿使用。

在使用之前请先检查产品外表面。查看是否有裂纹或缺失部件。

仅使用规定的替换部件。

**请勿在潮湿环境下操作：** 请注意，如果某个单元从冷处移到暖处，则可能发生凝结情况。

**请勿在易燃易爆的环境下操作：**

**请保持产品表面清洁干燥：** 清洁本产品前，请移除输入信号。

**提供安全的工作环境：** 始终将产品放在方便查看显示器和指示器的地方。

请确保工作区符合适用的人体工程学标准。请咨询人体工程学专家，以避免应激损伤。

## 传感器端部电缆

连接到本手册中建议的通电电路时，请与传感器头部和传感器端部电缆保持安全距离。

不使用时，请从测试电路断开传感器端部电缆和适配器。

不使用时，请保留传感器端部电缆与传感器头部的连接。

仅使用正确的测量类别（CAT）、电压、温度、海拔高度和电流额定的传感器端部电缆和附件进行测量。

**小心高电压：** 了解您正在使用的产品的额定电压，请不要超出这些额定值。请务必了解产品的最大测量额定电压。额定电压取决于仪器和您的应用。请参阅手册的“技术规格”部分了解更多详情。



**警告：** 为防止电击，请不要超出最大测量或最大电压类别。

---

**正确连接并正确断开连接：**



**注意：** 为避免损坏设备，连接或断开传感器端部电缆之前请断开测试电路。

---

## 维修安全概要

维修安全概要部分包含安全执行维修所需的其他信息。只有合格人员才能执行维修程序。在执行任何维修程序之前，请阅读此维修安全概要和常规安全概要。

**避免电击：**接通电源时，请勿触摸外露的连接。

**不要单独维修：**除非现场有他人可以提供急救和复苏措施，否则请勿对本产品进行内部维修或调整。

**断开电源：**为避免电击，请先关闭仪器电源并断开与市电电源的电源线，然后再拆下外盖或面板，或者打开机壳以进行维修。

**带电维修时要格外小心：**本产品中可能存在危险电压或电流。在卸下保护面板，进行焊接或更换元件之前，请先断开电源，卸下电池（如适用）并断开测试导线。

**维修之后验证安全性：**请务必在维修后重新检查接地连续性和市电介电强度。

## 本手册中的术语

本手册中可能出现以下术语：



**警告：**“警告”声明指出可能会造成人身伤害或危及生命安全的情况或操作。



**注意：**“注意”声明指出可能对本产品或其他财产造成损坏的情况或操作。

**隔离，电气浮动：**本文档使用术语隔离、电气浮动和电流隔离来表示不存在接地直接传导路径情况下的测量。

## 产品上的符号和术语

产品上可能出现以下术语：

- 看到“危险”标记时表示可直接导致人身伤害的危险。
- 看到“警告”标记时表示不会直接导致人身伤害的危险。
- “注意”表示会对本产品或其他财产造成损害的危险。



产品上标示此符号时，请确保查阅手册，以了解潜在危险的类别以及避免这些危险需采取的措施。（此符号还可能用于指引用户参阅手册中的额定值信息。）

产品上可能出现以下符号：



CAUTION  
Refer to Manual



WARNING  
High Voltage

# 前言

本文档提供安装和使用 Tektronix TIVM 系列 IsoVu 测量系统的信息。该测量系统提供一种电流隔离测量解决方案，用于精确解决大共模电压情况下的高带宽以及高达  $\pm 50$  Vpk 的低电压差分信号问题，可在其带宽中提供一流的共模抑制性能。

## 主要特点

- 新的 IsoVu 技术 - 电流隔离、浮动、测量系统
  - 从直流到 1 GHz 的带宽
  - 从直流到 100 MHz 时为  $> 120$  dB (1,000,000:1 共模抑制率)，1 GHz 时为 80 dB (10,000:1)
- 高达  $\pm 50$  Vpk 的差分电压（取决于传感器端部）
- 高达 2 kV 的大共模电压范围

## 激光认证

CLASS 1 LASER PRODUCT

该产品符合 21 CFR 1040.10 和 1040.11，偏差除外，偏差符合 2007 年 6 月 24 日发布的第 50 号激光器通告。



**注意：** 使用非此处指定的控制或调节或程序，可能会导致有害的辐射。

## 产品说明

Tektronix TIVM 系列 IsoVu 测量系统提供完全电流隔离（光学隔离）的系统。该系统由传感器端部电缆、传感器头部、控制器和 TekVPI 接口组成，如下图所示。传感器头部的危险电压通过光纤电缆与控制器和示波器完全隔离。

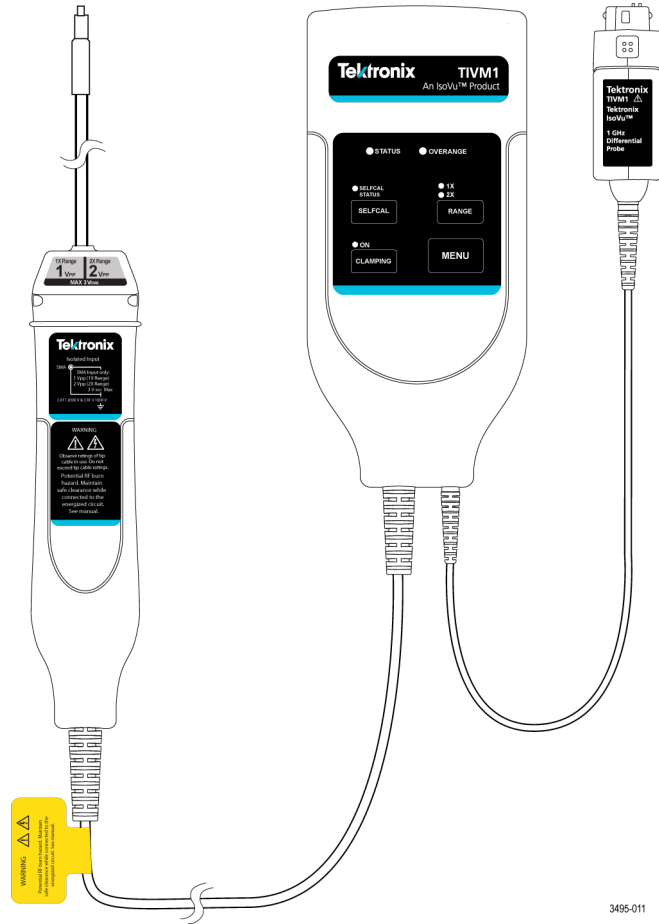


图 i: TIVM 系列 IsoVu 测量系统

**补偿盒** TekVPI 补偿盒将测量系统连接到示波器上的其中一个输入通道。通过示波器的 TekVPI 接口向测量系统提供电源。

**控制器** 控制器通过同轴电缆和补偿盒连接到示波器。控制器上的按钮和指示器提供了控制测量系统和指示整体状态的方法。



**传感器头部** 传感器头部为待测设备（DUT）和控制器之间提供了一个接口。它包含一个光电转换器，可将传感器端部电缆的电信号转换为光信号，然后发送到控制器。

**传感器端部电缆** 可通过不同的传感器端部电缆将测量系统连接到 DUT。传感器端部电缆包含连接至传感器头部的 SMA 连接器；两个将传感器端部电缆固定至传感器头部的螺丝；传感器端部电缆的另一端通过 MMCX 连接器和可选适配器连接到 DUT。

## 型号

TIVM 系列 IsoVu 测量系统包括以下型号：

- TIVM1。Tektronix IsoVu 1 GHz 中压，带 3 米电缆
- TIVM1L。Tektronix IsoVu 1 GHz 中压，带 10 米电缆
- TIVM05。Tektronix IsoVu 500 MHz 中压，带 3 米电缆
- TIVM05L。Tektronix IsoVu 500 MHz 中压，带 10 米电缆
- TIVM02。Tektronix IsoVu 200 MHz 中压，带 3 米电缆
- TIVM02L。Tektronix IsoVu 200 MHz 中压，带 10 米电缆

## 支持的示波器

测量系统可搭配使用以下 Tektronix 示波器。对于未包含在此列表中的示波器，请联系当地 Tektronix 代表。

- MD03000 系列
- MSO/DP04000B 系列
- MD04000B/C 系列
- MSO/DP05000B 系列
- DP07000C 系列

除了上述示波器，测量系统还可通过 TCA-VPI50 适配器搭配使用以下示波器。

- MSO/DP070000C 系列
- MSO/DP070000DX 系列
- DP070000SX 系列



# 操作信息

## 附件

本部分列出了测量系统可用的标配和可选附件。

**标配附件**      **表 1: 标配附件**

附件	Tektronix 部件编号
IsoVu 产品手提箱、软箱	016-2108-xx
IsoVu 附件手提箱、软箱	016-2110-xx
适用于 0.062 英寸（1.57 毫米）间距方针（0.016 - 0.018 英寸（0.4 - 0.46 毫米）方针安装工具）的焊接辅助件	003-1946-xx
5X 传感器端部电缆	IVTIP5X
25X 传感器端部电缆	IVTIP25X
5/16 英寸 SMA 扳手/驱动工具	003-1947-xx
探头端部适配器（蓝色）、连接 0.1 英寸（2.54 毫米）方针（0.025 英寸（0.635 毫米）方针）的 MMCX	131-9717-xx
探头端部适配器（蓝色）、连接 0.062 英寸（1.57 毫米）方针（0.016 - 0.018 英寸（0.4 - 0.46 毫米）方针）的 MMCX	131-9677-xx
DUT 接口针包，含有（20 个）0.018 英寸（0.46 毫米）圆头焊接针	020-3169-xx
可快速释放的灵活三脚架	352-1171-xx
灵活三脚架支架，每台设备 3 个	344-0693-xx
带活动铰链的探头端部三脚架支架，每台设备 2 个	352-1170-xx
可追溯校准证明	—
数据校准报告	—

**可选附件**      提供其他附件，如其他传感器端部电缆。下表列出了可选附件。

**表 2: 可选附件**

附件	Tektronix 部件编号
1X 传感器端部电缆	IVTIP1X
10X 传感器端部电缆	IVTIP10X
50X 传感器端部电缆	IVTIP50X

## 操作注意事项

安装测量系统之前请阅读本部分，了解操作要求和间距要求，如测量系统连接到 DUT 时的可能危险区域。

### 测量系统处理最佳实践

测量系统包括高质量部件，应小心对待，避免由于处理不当造成损坏或性能降低。处理光纤电缆和传感器端部电缆时请考虑以下预防措施：

- 请勿挤压、卷曲或猛烈弯曲光纤电缆。避免光纤电缆的环路小于 5 英寸（12.7 厘米）。
- 请勿缠绕光纤电缆，这将会拉紧光纤电缆。
- 请勿在光纤电缆上进行扭结或打结。
- 避免光纤电缆受力。
- 请勿拉动或猛拉光纤电缆，特别是在有扭结或打结的情况下。
- 请勿使传感器端部或控制器组件跌落，这可能导致内部光学部件损坏和错位。
- 避免过度弯曲传感器端部电缆；请勿超过最大弯曲半径 2.0 英寸（5.1 厘米）。
- 避免挤压电缆，如不小心用椅子轮子碾压电缆或将重物跌落到电缆上。
- 切勿使光纤电缆承受传感器头部或控制器的重量。
- 不使用时，请将测量系统存放在随附的手提箱中。

### 环境要求

下表描述了测量系统连接到 DUT 和 Tektronix 示波器时的技术规格和最大操作环境额定值。

**表 3: 输入技术规格**

特点	描述
共模	1000 V <sub>rms</sub> , CAT II 2000 V 峰值, CAT I (预期瞬时电压 2500 V 峰值)
差模	取决于传感器端部电缆 (请参阅下面的传感器端部电缆额定电压。)

**表 4: 环境注意事项**

特点	描述
温度	
控制器	
工作状态	0 °C 至 40 °C (32 °F 至 104 °F)

表 4: 环境注意事项 (续)

特点	描述
非工作状态	-40 °C 至 70 °C (-40 °F 至 158 °F)
传感器头部	
工作状态	0 °C 至 70 °C (32 °F 至 158 °F)
非工作状态	-40 °C 至 70 °C (-40 °F 至 158 °F)
传感器端部电缆/适配器	
工作与非工作状态	-40 °C 至 85 °C (-40 °F 至 185 °F)
湿度	
控制器	
工作状态	在不高于 40 °C (104 °F) 时, RH (相对湿度) 为 5% 至 85%, 无冷凝
非工作状态	在不高于 40 °C (104 °F) 时, RH (相对湿度) 为 5% 至 85% 在 40 °C (104 °F) 至 70 °C (158 °F) 之间, 相对湿度为 5% 至 45 %, 无凝结
传感器头部	
工作状态	在不高于 40 °C (104 °F) 时, RH (相对湿度) 为 5% 至 80% 在 40 °C (104 °F) 至 70 °C (158 °F) 之间, 相对湿度为 5% 至 45 %, 无凝结
非工作状态	在不高于 40 °C (104 °F) 时, RH (相对湿度) 为 5% 至 85% 在 40 °C (104 °F) 至 70 °C (158 °F) 之间, 相对湿度为 5% 至 45 %, 无凝结

表 4: 环境注意事项 (续)

特点	描述
传感器端部电缆/适配器	
工作状态	在不高于 40 ° C (104 ° F) 时, RH (相对湿度) 为 5% 至 80% 在 40 ° C (104 ° F) 至 85° C (185 ° F) 之间, 相对湿度为 5% 至 45 %, 无凝结
非工作状态	在不高于 40 ° C (104 ° F) 时, RH (相对湿度) 为 5% 至 85% 在 40 ° C (104 ° F) 至 70 ° C (158 ° F) 之间, 相对湿度为 5% 至 45 %, 无凝结
海拔高度	
工作状态	3000 米 (9843 英尺)
非工作状态	12,000 米 (39370 英尺)

**间隙要求** 测量系统的独特共模电压范围使其能够应用于存在高频/高压共模信号的情形。使用本产品时, 请务必阅读所有预防措施。



**警告：** 使用本测量系统时可能会发生 RF 燃烧。可能在下图指明的 RF 燃烧区域中执行测试的人员应熟悉这些区域的信号操作危险并采取合适的措施, 如对 DUT 进行 RF 屏蔽。

测量高频共模信号时, 存在 RF 燃烧的危险。请参考以下降额曲线确定危险区域。在浅灰色区域测量共模信号时, 直接接触传感器头部时可导致 RF 燃烧。在深灰色阴影区域测量共模信号时, 距离传感器头部 6 英寸 (15.25 厘米) 时可导致 RF 燃烧。

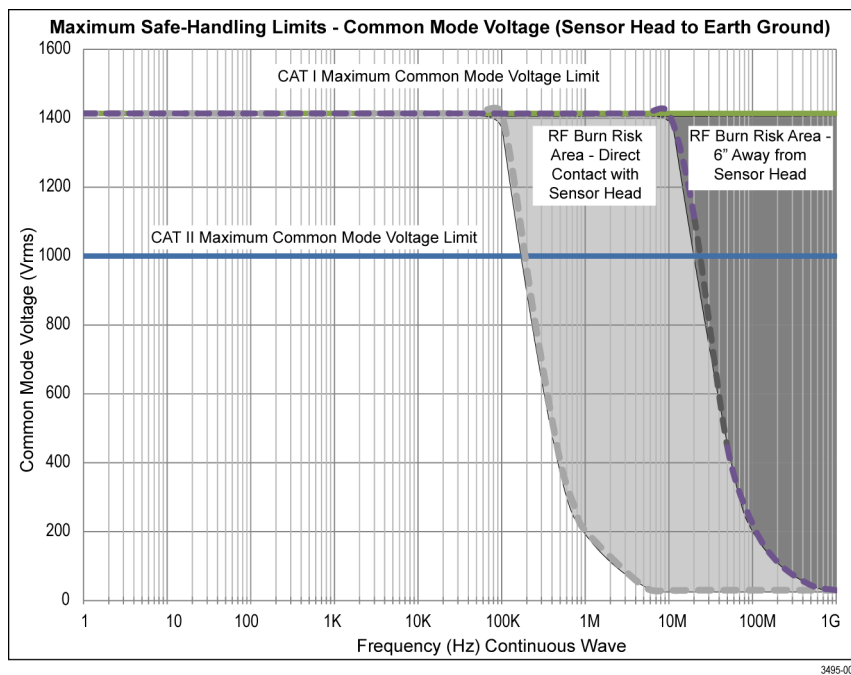
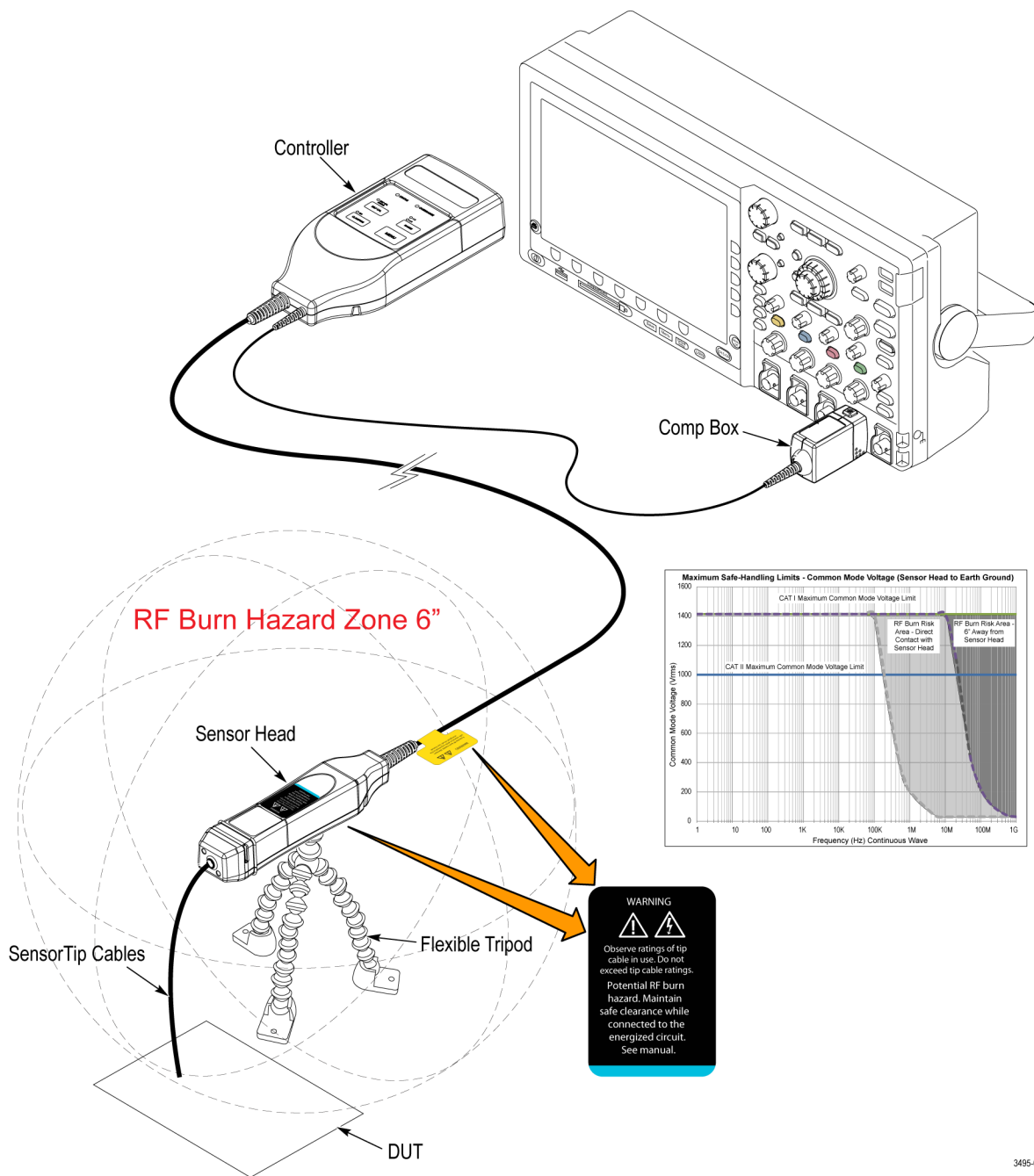


图 1: 传感器头部和接地之间共模电压的最大安全处理限制。

下图显示了测量系统的组件以及操作危险电压时的可能 RF 燃烧区域。



3495-002

图 2: 传感器头部的 RF 燃烧危险区域



## 控件和指示器

**控制器** 下图显示了控制器的指示器和按钮；其功能在下表中进行说明。

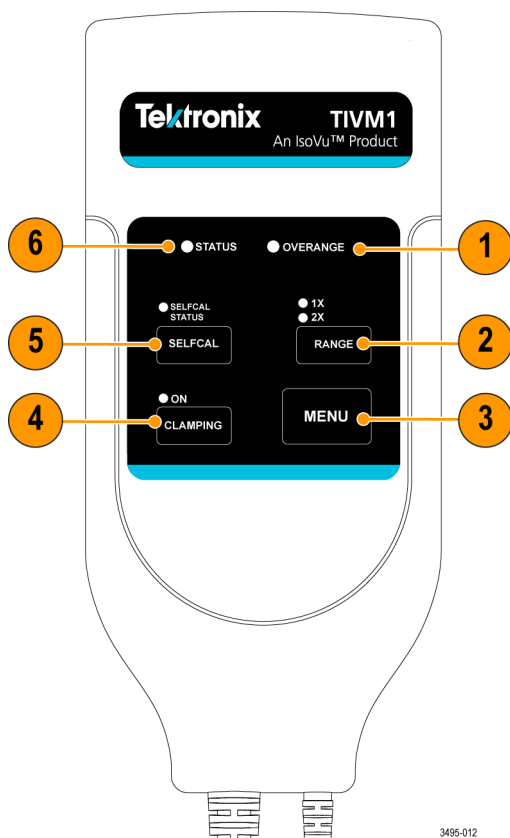


图 3: 控制器指示器和按钮

表 5: 控制器指示器和按钮

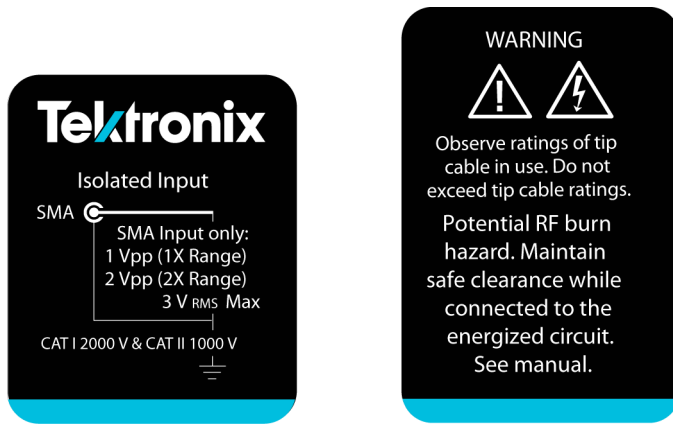
项目	描述
1	OVER RANGE (超量程) 指示器。红色 LED 指示应用到传感器头部或所连接传感器端部电缆的直流或低频差分电压是否已超过最大指定输入电压电平。
2	RANGE (量程) 指示器。两个 LED 指示差分输入量程设置。 RANGE (量程) 按钮。按此按钮可在两个差分输入电压范围之间切换。
3	MENU (菜单) 按钮。按此按钮可查看示波器显示器上的 Probe Control (探头控制) 菜单。
4	CLAMPING (夹具) 指示器。此 LED 指示是否启用了输出夹具。 CLAMPING (夹具) 按钮。按此按钮可启用或禁用输出夹具功能。

**表 5: 控制器指示器和按钮 (续)**

项目	描述
5	<p>SELF CAL (自校准) 指示器。此 LED 指示自校准状态。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 呈恒绿色。自校准通过。</li> <li>■ 呈橙色闪烁。自校准正在进行。</li> <li>■ 呈恒红色。自校准失败。</li> <li>■ 呈恒橙色。自校准未运行或有问题。</li> </ul> <p>SELF CAL (自校准) 按钮。按此按钮可启动自校准程序。</p>
6	<p>STATUS (状态) 指示器。此 LED 显示测量系统的状态:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 呈恒绿色。设备已启动且通过开机自检测试, 处于正常运行状态。</li> <li>■ 呈绿色闪烁。设备未完成开机顺序。这一般是由主机示波器与 IsoVu 设备之间的通信故障引起。断开 TekVPI 补偿盒, 然后重新连接补偿盒。</li> <li>■ 呈恒红色或红色闪烁。错误状态, 需要将设备发送到 Tektronix 进行维修。</li> <li>■ 呈红色/黄色闪烁。设备的开机自检测试失败。关闭后再打开电源; 如果问题仍然存在, 则需要将设备发送到 Tektronix 进行维修。</li> </ul>

**传感器头部**

传感器头部上的标签提供连接到 DUT 时的高级技术规格。还提供连接到 DUT 时可能的 RF 燃烧危险提醒。



**图 4: 传感器头部上的标签**

## 传感器端部电缆

每个传感器端部电缆的上部和下部均有一组标签。上部标签提供每个端部电缆的最大差分输入电压范围提醒。下部标签包括端部电缆和差分输入电阻的名称以及端部电缆（差分负载）的电容。

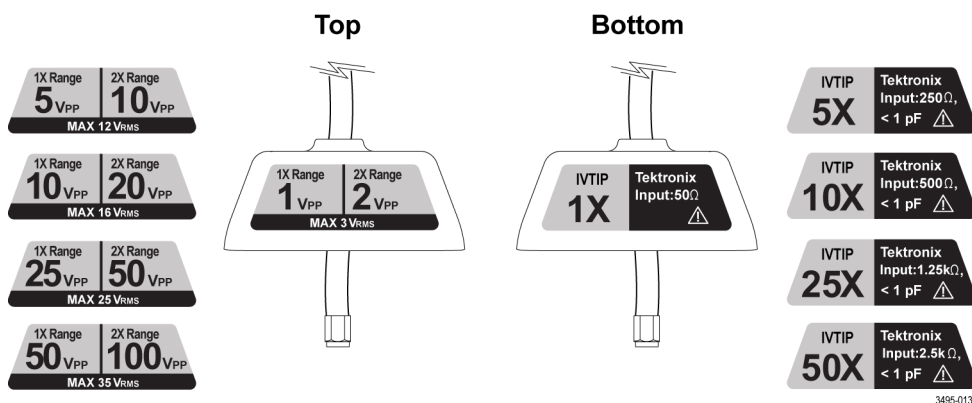


图 5: 传感器端部电缆上部和下部标签

## 连接到电路



**警告：** 本测量系统包含激光源；暴露这些激光源可能会造成激光暴露。除了传感器头部的传感器端部电缆，请不要从传感器头部或控制器移除任何塑料或金属盖或尝试拆解产品。



**警告：** 请勿将测量系统连接到通电电路，以避免电击危险。从测试电路安装或移除端部电缆之前，请务必断开测试电路。



**警告：** 为避免 DUT 通电时的电击或 RF 燃烧危险，请勿在进行测试时触摸传感器头部或传感器端部电缆。测试过程中请始终与传感器头部保持 6 英寸（15.25 厘米）的间距。（见图2第6页）

请务必查看最大额定值和降额曲线，以了解 RF 燃烧区域的更多信息。（见图1第5页）

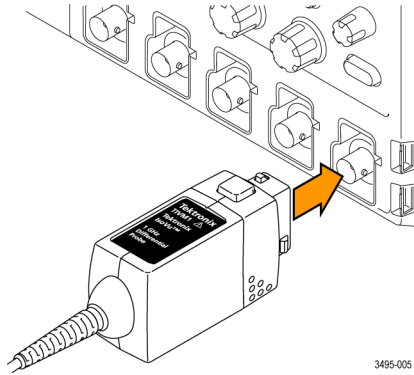


**注意：** 为避免对设备的可能损坏，请勿将同轴（通用）屏蔽传感器端部电缆或 SMA 输入电缆连接到电路的高阻抗部分。附加电容可能会导致电路损坏。请将同轴（通用）屏蔽电缆连接到电路的低阻抗部分。

**说明：** 测量高频时请触摸传感器头部或传感器端部电缆，高压共模信号会增加电容耦合并可能降低测试电路的共模负载。

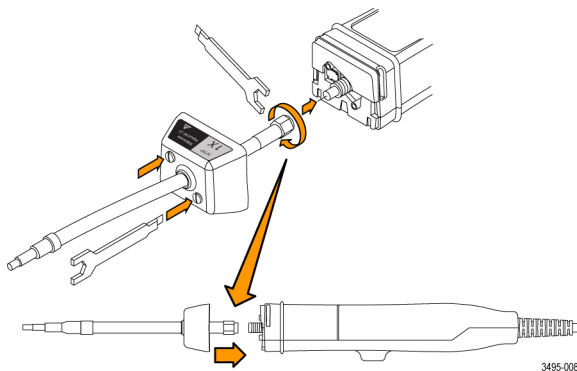
以下步骤说明在 Tektronix 示波器与 DUT 之间连接测量系统的过程。

1. 请验证 DUT 未连接到通电电路。
2. 将补偿盒连接到示波器上的其中一个通道。



**图 6: 将补偿盒连接到示波器**

3. 请参考下图并将传感器端部电缆连接到传感器头部。
  - a. 对齐传感器端部电缆与传感器头部。  
在此过程中请小心操作，避免弯曲或缠绕传感器端部电缆组件。
  - b. 将传感器端部电缆的 SMA 连接器连接到传感器头部。使用附件扳手将 SMA 电缆拧紧 4-5 英寸磅。  
请使用系统随附的调节工具。
  - c. 将传感器端部电缆盒按压在传感器头部，然后将两个螺丝拧紧 3-5 英寸磅。  
请使用系统随附的调节工具。

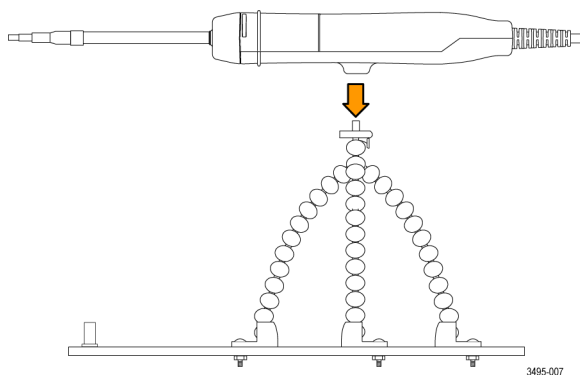


**图 7: 将传感器端部电缆连接到传感器头部**

4. 将传感器头部连接到灵活三脚架或类似支架。

该支架可保持传感器头部的稳定性，从而降低 DUT 电气连接点的潜在机械压力。该支架还使传感器头部与周围电路和导体隔离，从而最大程度地降低这些环境的寄生电容耦合。

**说明：** 传感器头部的配合螺纹是 UNC $\frac{1}{4}$ -20。如果使用其他支架，请确认配合螺纹是 UNC $\frac{1}{4}$ -20。



**图 8: 将传感器头部连接到灵活三脚架**

**说明：** 为实现最精确的测量，请让测量系统预热 20 分钟。然后在将端部电缆连接到 DUT 并进行测试之前，请执行自校准。

5. 将传感器端部电缆的 MMCX 端连接至 DUT 上的 MMCX 连接器或 DUT 上的方针适配器。适配器连接到方针时保留 0.100 英寸（2.54 毫米）或 0.062 英寸（1.57 毫米）的间距。（见图28第35页）
6. 设置示波器上的控件。
7. 给 DUT 通电并进行测试。

## 自校准

按控制器上的 SELF CAL（自校准）按钮调节测量系统的操作点，以进行当前量程和夹具设置。（此功能在示波器的 Probe Setup（探头设置）菜单下不可用。）

**说明：** 请确认执行自校准时传感器端部电缆中不存在差分电压。

启动测量系统时，控制器上的 SELF CAL（自校准）状态指示器呈橙色，指示测量系统的操作点未进行优化。因此，测量系统的精确度可能会降低。系统首次启动并预热 20 分钟后，请务必运行 SELF CAL（自校准）顺序。按 SELF CAL（自校准）按钮后，在自校准过程中指示器呈橙色闪烁；当操作完成时会变为恒绿色，而操作失败时则会变为恒红色。

有些情况需要进一步自校准。当需要进一步自校准时，SELF CAL（自校准）状态指示器变为橙色，包括以下情况：

- 测量系统首次连接到示波器。
- 量程（1X|2X）或夹具（ON|OFF（开|关））设置更改。
- 传感器头部的温度变化在 10 ° C 以上。
- 内部补偿调节移动到正常操作范围之外。
- 传感器端部电缆更改。

## 编程

希望通过编程接口初始化自校准的用户必须将测量系统配置为在每次接收到 AutoZero 命令时执行自校准。为链接这些功能，请按住 MENU（菜单）按钮并短按 SELF CAL（自校准）按钮。OVERRANGE（超量程）指示器应呈红色闪烁两次。该模式为非易失性，还会更改示波器 Probe Setup（探头设置）菜单中 AutoZero（自动调零）按钮的操作。通过重复按 MENU（菜单）-SELF CAL（自校准）按钮可恢复初始操作。在这种情况下，OVERRANGE（超量程）指示器将闪烁一次。

## 自动调零

当显示的波形未正确居中（例如，由于一个小 DC 偏置错误）时，您可能需要在示波器 Probe Setup（探头设置）菜单下按 AutoZero（自动调零）按钮。首次完成自校准操作时这可能很有必要。请确保传感器端部电缆中不存在差分信号。

## 菜单按钮

按控制器上的 MENU（菜单）按钮，可以在示波器上查看 Probe Setup（探头设置）菜单，如下图所示。

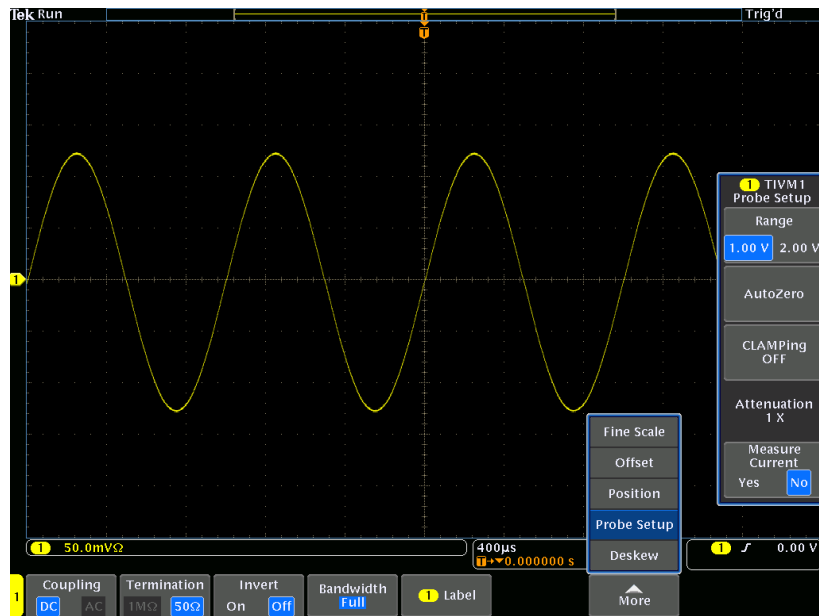


图 9: Probe Setup (探头设置) 菜单

使用示波器上的按钮可更改探头设置。某些功能与按控制器上的按钮相同，如打开或关闭夹具，或设置输入量程。

## 偏置校正

测量系统采用了一流的技术，能够使 DUT 与示波器完全隔离。这可导致较大的共模抑制率 (CMRR) 并使您能够看到本应被高共模干扰覆盖的小信号。

TIVM 系列产品利用偏置校正算法来最大程度地降低由于温度或光纤移动变化引起的任何系统漂移。偏置校正算法为显示的屏幕上信号维持一个常量直流电平。

用于偏置校正的其中一个组件为数字低通滤波器。正常情况下，信号频率足够高，使过滤器操作处于透明状态。但是，在低频时应特别注意防止出现异常。

尝试捕获接近 43.5 Hz、87.0 Hz 或 130.5 Hz 频率的信号时，显示屏可能会显示假波。如果无法避免这些频率，应禁用偏置校正。可通过选择相同速率的数字滤波器以在 50 Hz 或 60 Hz 时不显示假波。

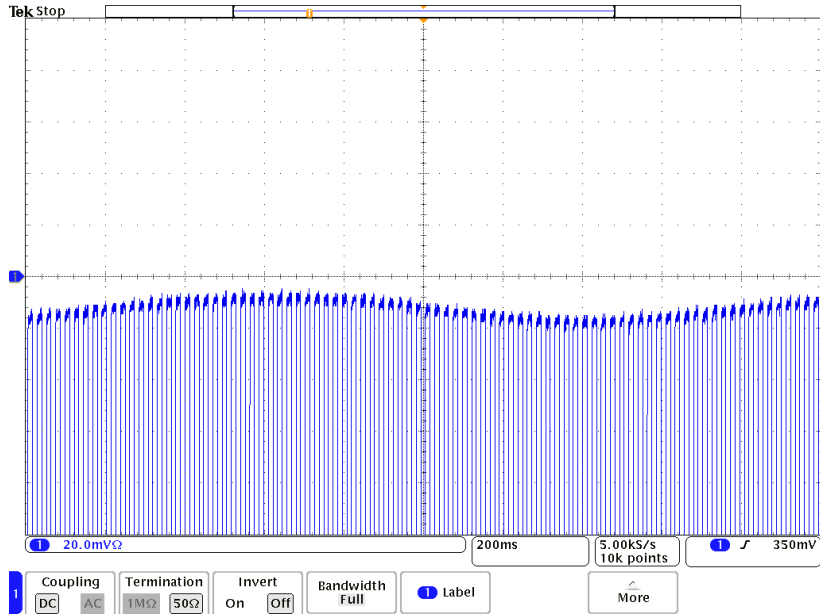


图 10: 数字滤波器假波

要禁用偏置校正算法，在控制器上按住 MENU（菜单）按钮并短按 CLAMPING（夹具）按钮。控制器上的 OVERRANGE（超量程）指示器应闪烁两次。要重新启用校正，请重复操作；OVERRANGE（超量程）指示器应闪烁一次。关闭校正是临时性的；删除/重新连接测量系统时，会重新启用偏置校正。

当信号低于数字滤波器的截止频率（5.0 Hz）时，会引入另一个异常源。下图显示了 0.1 Hz 800 mV<sub>D-P</sub> 方波前边沿的近视图。这些异常也是由数字滤波器产生。



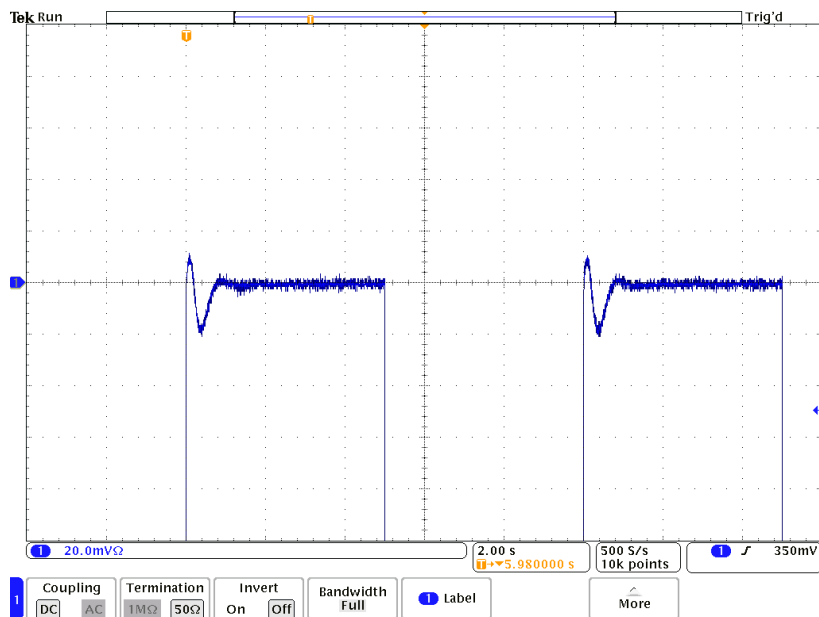


图 11: 数字滤波器异常 (约 2.5% 的  $V_{p-p}$ )

下图显示了禁用偏置校正后的异常。当禁用偏置校正时，系统不再校正由于温度变化和光纤移动引起的长期漂移。

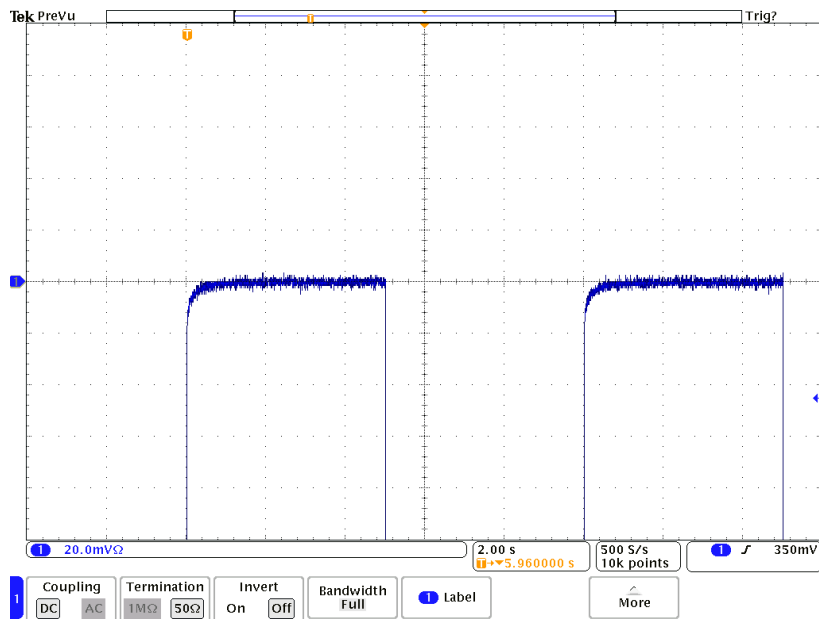


图 12: 禁用偏置校正后的数字滤波器异常

## 1X/2X 量程

每个传感器端部电缆（IVTIP1X、IVTIP5X、IVTIP10X、IVTIP25X、IVTIP50X）的上部标签显示了峰值电压的动态范围，如下图所示。

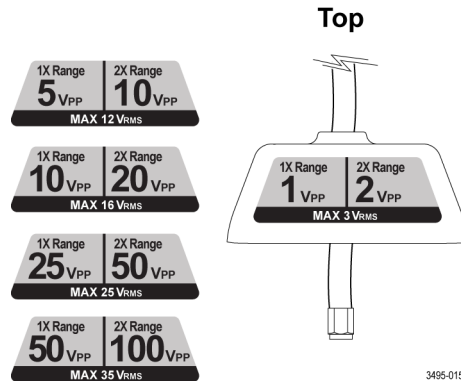


图 13: 上部传感器端部标签

例如，当选择 1X 量程时，IVTIP5X 端部的动态范围为 5  $V_{D-P}$ 。这意味着您可以显示具有  $\pm 2.5$  V 差分电压的信号。当选择 2X 量程时，动态范围从 5  $V_{D-P}$  增加到 10  $V_{D-P}$  ( $\pm 5.0$  V)。请参考技术规格表中的线性差分输入电压范围了解更多信息。



**注意：** 为避免损坏探头，请勿超过 RMS 或峰值电压额定值。当选择 2X 量程时，最大无损电压限制（RMS 和峰值电压）不会增加。对于 IVTIP5X，1X 或 2X 量程的 12  $V_{RMS}$  和  $\pm 21.5$   $V_{pk}$  限制相同。

## 自动量程

默认情况下，更改 V/div 设置时，MSO/DPO5000、DPO7000 和 MSO/DPO70000 系列示波器会自动选择 1X 或 2X 量程。这就消除了从临时用户选择量程的复杂性。但是，当选择 Auto Range（自动量程）时，存在无法达到量程和 V/div 设置组合的情况。对于这些情况，如需完全灵活性，请选择 Manual Range（手动量程）。

## 选择传感器端部电缆



**注意：** 避免过压条件，以防止因选择错误的传感器端部电缆而导致传感器头部输入终端损坏或劣化。传感器头部 SMA 输入为 50  $\Omega$  端电阻输入。选择正确的传感器端部电缆衰减系数对于确保传感器头部输入终端不会因过压条件而劣化或损坏至关重要。请选择将为测量信号提供可能的最高衰减的传感器端部电缆。这还可为测试电路提供最高差分阻抗。

为特定应用选择传感器端部电缆时，请考虑以下问题：

- 被测测试点（例如，在故障条件下）的最大 RMS/峰值电压是多少？
- 电路可容忍的最低差分负载（输入电阻）是多少？
- 要在示波器上一次显示多大的信号？
- 需要的敏感度（例如，最低 V/div 设置）是多少？

下表将帮助您选择合适的传感器端部。请从表格上部开始并向下浏览。选择满足您所有标准的第一个端部。

表 6: 传感器端部选择表

差分输入技术规格					
传感器端部	最敏感的 V/div 设置 <sup>1</sup>	线性电压范围 <sup>2</sup>	最大无损电压 (RMS)	最大无损电压 (峰值)	差分输入电阻
IVTIP50X	50 mV/div	±50 V (100 V <sub>p-p</sub> )	35 V <sub>rms</sub>	200 Vpk	2.5 kΩ
IVTIP25X	25 mV/div	±25 V (50 V <sub>p-p</sub> )	25 V <sub>rms</sub>	107.5 Vpk	1.25 kΩ
IVTIP10X	10 mV/div	±10 V (20 V <sub>p-p</sub> )	16 V <sub>rms</sub>	43 Vpk	500 Ω
IVTIP5X	5 mV/div	±5 V (10 V <sub>p-p</sub> )	12 V <sub>rms</sub>	21.5 Vpk	250 Ω
IVTIP1X	1 mV/div	±1 V (2 V <sub>p-p</sub> )	3 V <sub>rms</sub>	4.3 Vpk	50 Ω

<sup>1</sup> 在 1X 量程中

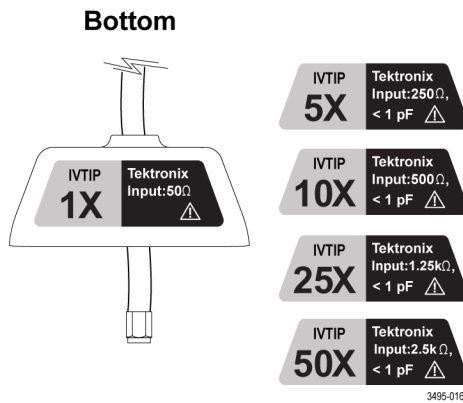
<sup>2</sup> 在 2X 量程中

## 输出夹具

测量系统具有可选输出夹具功能。按控制器上的按钮可启用或禁用输出夹具功能。当启用（指示器亮起）时，输出夹具将测量系统的输出电压摆幅限制为示波器输入范围。这可允许您增加垂直敏感度，而不会过度驱动示波器输入或使其过度饱和。

## 传感器端部负载

每条传感器端部电缆（IVTIP1X、IVTIP5X、IVTIP10X、IVTIP25X、IVTIP50X）都具有差分输入电阻，如下图下部标签所示。



**图 14: 下部传感器端部标签**

请务必了解 DUT 端部负载的影响。例如，IVTIP5X 端部的差分输入电阻为 250 Ω。如果选择 IVTIP25X 端部，差分输入电阻会增加到 1.25 k Ω。请参考技术规格表中的输入电阻/电容部分了解更多信息。传感器端部电缆特别设计作为共模扼流圈，有助于降低共模负载。

**说明：** 同轴（通用）屏蔽传感器端部电缆应连接到测试电路（与传感器端部电缆/中心导体关联）的最低阻抗点（通常为电路通用或电源导轨），以获取最准确的波形。

## 探头补偿

从 DP07000 和 MS0/DP070000 系列示波器的 Probe Setup（探头设置）窗口可访问 Compensate Probe（补偿探头）功能。按此按钮总是会导致失败，因为 TIVM 传感器端部的输入阻抗过低，无法由示波器的校准器输出驱动。即使 Compensate Probe（补偿探头）功能失败，仍可确保这些示波器上的 TIVM 系统的精度。

## 相差校正

每个示波器系列都具有调整不同探头之间所获得信号的时序关系的独特方式。请查阅示波器的用户手册或在线帮助，以了解探头相差校正所需的特定方向。3 米和 10 米测量系统分别具有 35 ns 和 68 ns 传播延迟。实际传播延迟在每个测量系统中进行测量，然后存储在每个设备内部。

## 输入偏置

测量系统提供用户可调整的参照输入偏置电压。这可允许您查看屏幕外的一部分信号。其中一个示波器控件可分配此功能。

每种传感器端部电缆的最小/最大偏置不同。选择 1X 或 2X 量程时此值相同；此值对于所有 V/div 设置也是相同的。请参考以下输入偏置表。

**表 7: 输入偏置**

传感器端部电缆	输入偏置电压
IVTIP1X	±2 V
IVTIP5X	±10 V
IVTIP10X	±20 V
IVTIP25X	±50 V
IVTIP50X	±100 V



# 应用示例

以下示例可帮助您熟悉 TIVM 系列 IsoVu 测量系统并实现最佳应用性能。

## 示例 1：高边 $V_{GS}$ 测量

交换电源中应用组件的改进使这些电源的性能分析起来日益困难且具有挑战性。其中一个极具挑战性的测量是在半桥中测量高边  $V_{GS}$ 。为提高测量的精度，需要在测试系统中采用极佳的 CMRR。下图为此电路的示例。

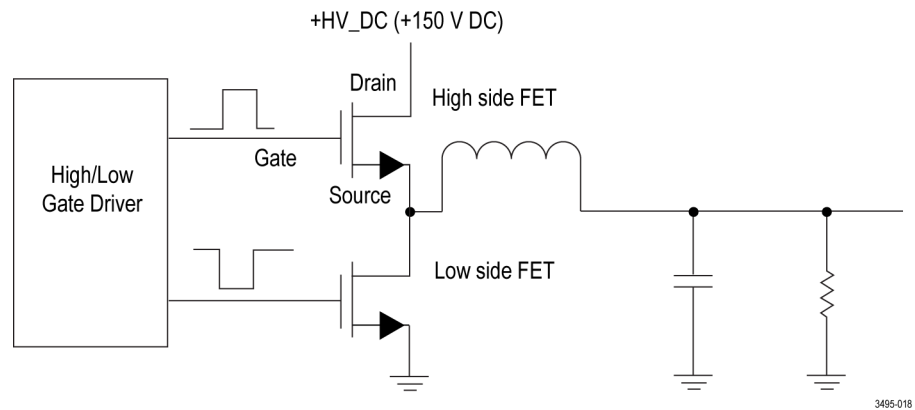


图 15: 半桥电路显示高边 FET 的选通、信号源和漏极

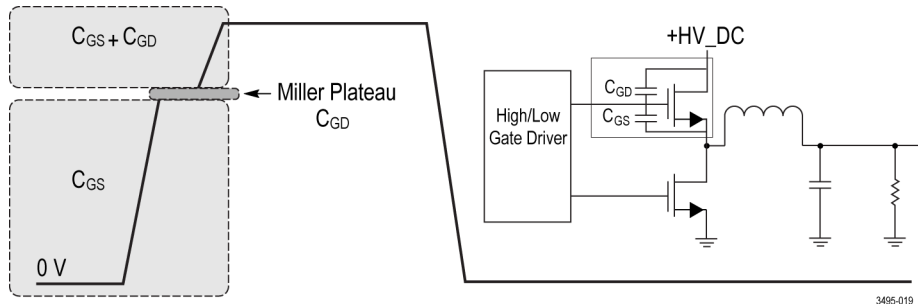
在此类型电路中，选通源电压为所感兴趣的部分，因为设备交换机的速度由选通驱动器特性确定。此测量的参考节点为高边源节点，操作过程中会在输入电源电压和本地 PCB 接地之间切换。在 CMRR 不足的测量系统中，这种快速变化的共模电压会产生干扰并覆盖测量。请务必注意，所有测量系统的 CMRR 均依赖于频率；但是，对于此测量极为重要的频率并非交换频率，而是与边沿率相关的频率。例如，为准确检定交换频率为 100 kHz 且边沿率为 1 ns 的电源，由于边沿速度的原因，必须采用具有 350 MHz 极佳 CMRR 的系统。

在此示例中，选通驱动器电压可能约为 5 V，但通常具有一些需要检定的振荡和过冲。对于此测量，使用具有 10  $V_{p-p}$  输入（在 1X 量程中）的 10X 端部比较合适，以使信号得到完全解析并位于测量系统的动态范围之内。

为从 TIVM 系列 IsoVu 测量系统获得最佳 CMRR，将测量系统连接到 DUT 时需特别谨慎。此连接应保留信号保真度并为信号屏蔽不必要的干扰。为从测量系统获得最佳性能，请使用尽可能接近测试点的 MMCX 连接器。MMCX 连接器可从许多供应商处购买，且相对便宜。这些连接器的主要属性为体积小且金属体坚固，因此非常适合此应用。坚固的金属体和金触点可提供良好屏蔽的信号路径。

IsoVu 输入提供从  $50\ \Omega$  到  $2.5\ \text{k}\Omega$  差分输入电阻的浮动差分测量，具体取决于端部衰减。在 VGS 测量系统示例中使用了具有  $500\ \Omega$  输入阻抗的 10X 端部。共模电阻非常高，大于  $G\ \Omega$ ，与接地屏蔽端部电缆的小型电容并联，通常为  $2\ \text{pF}$  或以下。确定如何将测量系统连接到 DUT 时，请记住这些阻抗。半桥电路中的源节点为非常低的阻抗点，也是应用于驱动端部电缆屏蔽电容的点。选通驱动器输出，也是低阻抗节点（但未达到信号源的低阻抗程度），应用于驱动传感器端部电缆的中心触点。对于 10X 端部，传感器端部电缆的输入阻抗为  $500\ \Omega$ ，与屏蔽而不是接地关联。

IsoVu 可能的一个测量示例为测量高边导通特性，如下图所示。



**图 16: 高边导通特性**

通常，导通波形存在三个感兴趣的特性区域（见图16）：

- 第一个区域为  $C_{GS}$  充电时间。
- 第二个区域为米勒平坦区域（为选通漏极米勒电容充电所需的时间（ $C_{GD}$ ），取决于  $V_{DS}$ 。充电时间随着  $V_{DS}$  增加而增加。
- 当通道导电且选通充电到最终值时，会产生第三个区域。

由于高边导通过程中交换机节点的急剧电压升高，转换过程中可能会有极高频率和振幅共模电压变化。如果未抑制此共模瞬时电压，则不可能在转换过程中执行高边  $V_{GS}$  测量。



## 示例 2：高边漏电流测量

电流传感是许多应用的关键测量。再次使用半桥电路作为示例，在启动过程中进行高边漏电流  $I_D$  测量特别具有挑战性。在启动时，由于导线中的寄生电感以及大电流摆幅，可能存在共模瞬时电压。在电路中的此点插入传统电流探头将需要增加过高电感，从而可能限制电路性能。而将低值电阻作为电流分流器可以在漏极连接中进行极高频率的电流测量，并产生最低的阻抗。（见图17）

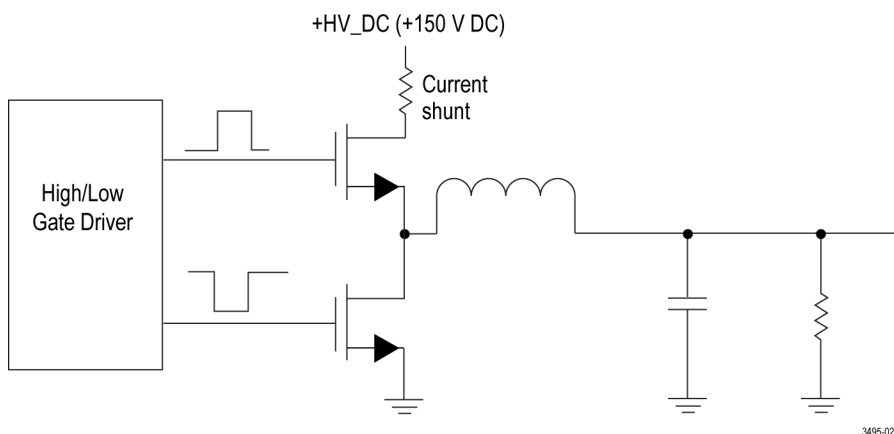


图 17: 高边电流分流器

在典型应用中， $0.25 \Omega$  电阻可用于测量 1 A 瞬时电流，从而产生 0.25 V 的电压摆幅，这可使用 1X 或 5X 端部的测量系统进行测量。典型的表面安装电阻可能具有低于  $0.2 \text{ nH}$  的串联电感以及低于  $0.04 \text{ pF}$  的串联电容，因而在高频时可能比传统电流探头获得更低阻抗。

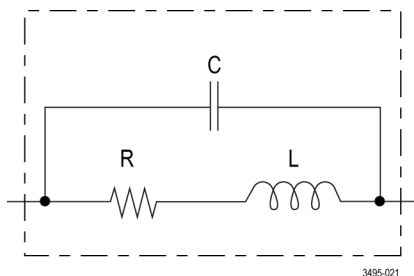


图 18: SMT 电阻型号

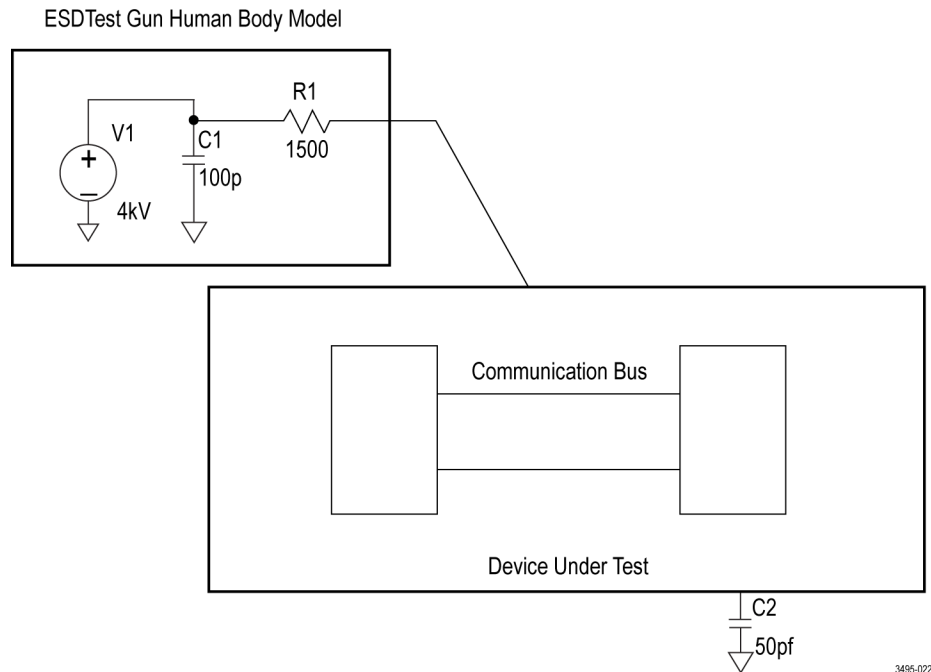
转到 <http://www.vishay.com/docs/60107/freqresp.pdf> 以了解不同类型表面安装电阻型号。

通常，表面安装电阻具有极低的额定功率；将其作为电流分流器时必须注意不能超过这些额定值。某些供应商生产了极高功率的部件，可在需要高功率耗散时使用。例如，Barry Industries (<http://www.barryind.com/>) 的 RP0402CB-R500FN-2Q 为 AlN 基质 1.0 W  $0.5 \Omega$  0402 电阻，而 US Microwaves (<http://www.usmicrowaves.com/>) 的 RP0402CB-R500FN-2Q 为 BeO 基质 1.5 W  $1 \Omega$  电阻。

### 示例 3 : ESD 故障排除

ESD 放电可能会对许多设备和系统带来不利影响。在 ESD 放电过程中对产生的问题进行故障排除可能比较困难。连接到正进行 ESD 测试的设备的某台测试设备不仅需要承受 ESD 放电，还需抑制 ESD 放电测试过程中 DUT 上可能的快速变化所导致的干扰。

例如，请考虑使用 100 pF 和 1500  $\Omega$  的标准人体型号。如果 DUT 正测试至 4 kV 并具有 50 pF 的电容，测试设备可能会在几十纳秒中出现高于 1 kV 的电压变化。



3495-022

图 19: ESD 放电测试示例

在此例中，如果怀疑在 ESD 放电过程中两台设备之间的通信总线中存在毛刺，则可能需要连接到总线上的信号并在放电过程中对其进行检查。由于测量系统采用电流隔离，会在放电过程中抑制任何 ESD 瞬时干扰，并容忍高共模电压；可在整个 ESD 放电过程中监控通信总线，并在不受 ESD 放电干扰的情况下调查任何不规则性。

# 参考信息

## 技术规格

下表列出了测量系统的技术规格。除另行说明外，技术规格均受保证。

此技术规格中的性能极限在下列条件下有效：

- 仪器所在环境的温度、海拔高度和湿度必须在以下技术规格所说明的工作限定值以内。
- 仪器的预热时间必须至少为 20 分钟。
- 测量系统通过兼容 TekVPI 的示波器供电。

保证技术规格说明了在容限内或特定测试类型要求下保证达到的性能。

传播延迟的性能验证步骤将在本文档后面进行介绍。（见第42页，*传播延迟*）

**表 8: 保证技术规格**

特征	描述
传播延迟（保证）	3 米光纤长度：35 ns ±5 ns（实际传播延迟在各个设备内部进行测量和存储） 10 米光纤长度：68 ns ±7 ns（实际传播延迟在各个设备内部进行测量和存储）

**表 9: 电气技术规格**

特征	描述		
控制器输出终端	将控制器输出端终接到 50 Ω		
控制器输出耦合	直流耦合		
量程衰减	传感器端部电缆/适配器	1X 量程	2X 量程
	传感器头部输入 SMA	1X (÷1)	2X (÷2)
	IVTIP1X, 1X 传感器端部电缆	1X (÷1)	2X (÷2)
	IVTIP5X, 5X 传感器端部电缆	5X (÷5)	10X (÷10)
	IVTIP10X, 10X 传感器端部电缆	10X (÷10)	20X (÷20)
	IVTIP25X, 25X 传感器端部电缆	25X (÷25)	50X (÷50)
	IVTIP50X, 50X 传感器端部电缆	50X (÷50)	100X (÷100)

表 9: 电气技术规格 (续)

特征	描述		
输入电阻/电容 (连接到传感器头部, 50 Ω 终端), (典型值)	传感器端部电缆/适配器	电阻	电容
	传感器头部输入 SMA	50 Ω ±2%	无
	IVTIP1X, 1X 传感器端部电缆	50 Ω	无
	IVTIP5X, 5X 传感器端部电缆	250 Ω	< 1pF
	IVTIP10X, 10X 传感器端部电缆	500 Ω	< 1pF
	IVTIP25X, 25X 传感器端部电缆	1.25 kΩ	< 1pF
	IVTIP50X, 50X 传感器端部电缆	2.5 kΩ	< 1pF
最大无损差分输入电压范围, (典型值)	传感器端部电缆/适配器	V <sub>rms</sub>	V 峰值
	传感器头部输入 SMA	3 V	4.3 V <sub>pk</sub>
	IVTIP1X, 1X 传感器端部电缆	3 V	4.3 V <sub>pk</sub>
	IVTIP5X, 5X 传感器端部电缆	12 V	21.5 V <sub>pk</sub>
	IVTIP10X, 10X 传感器端部电缆	16 V	43 V <sub>pk</sub>
	IVTIP25X, 25X 传感器端部电缆	25 V	107.5 V <sub>pk</sub>
	IVTIP50X, 50X 传感器端部电缆	35 V	200 V <sub>pk</sub>
线性差分输入电压范围, (典型值)		夹具关闭, 1X 量程	夹具关闭, 2X 量程
	传感器端部电缆/适配器	±V 峰值 (直流 + 交流峰值)	±V 峰值 (直流 + 交流峰值)
	传感器头部输入 SMA	±0.5 V	±1 V
	IVTIP1X, 1X 传感器端部电缆	±0.5 V	±1 V
	IVTIP5X, 5X 传感器端部电缆	±2.5 V	±5 V
	IVTIP10X, 10X 传感器端部电缆	±5 V	±10 V
	IVTIP25X, 25X 传感器端部电缆	±12.5 V	±25 V
	IVTIP50X, 50X 传感器端部电缆	±25 V	±50 V



**注意:** 为避免损坏测量系统, 应知晓输入电压限制; 此技术规格适用于 1X 量程和 2X 量程。

表 9: 电气技术规格 (续)

特征	描述		
输出夹具范围 (参照输入) (典型值)	传感器端部电缆/适配器	夹具打开, 1X 量程	夹具打开, 2X 量程
	传感器头部输入 SMA	±100 mV	±200 mV
	IVTIP1X, 1X 传感器端部电缆	±100 mV	±200 mV
	IVTIP5X, 5X 传感器端部电缆	±500 mV	±1 V
	IVTIP10X, 10X 传感器端部电 缆	±1 V	±2 V
	IVTIP25X, 25X 传感器端部电 缆	±2.5 V	±5 V
	IVTIP50X, 50X 传感器端部电 缆	±5V	±10 V
输出夹具过度驱动恢复 (典型值)	< 20 ns		
系统噪声 (典型值)	1 GHz 系统噪声 (参照输入)		
	传感器端部电缆/适配器	1X 量程	2X 量程
	传感器头部输入 SMA	<0.8 mV <sub>rms</sub>	<1.6 mV <sub>rms</sub>
	IVTIP1X, 1X 传感器端部电缆	<0.8 mV <sub>rms</sub>	<1.6 mV <sub>rms</sub>
	IVTIP5X, 5X 传感器端部电缆	<4 mV <sub>rms</sub>	<8 mV <sub>rms</sub>
	IVTIP10X, 10X 传感器端部电 缆	<8 mV <sub>rms</sub>	<16 mV <sub>rms</sub>
	IVTIP25X, 25X 传感器端部电 缆	<20 mV <sub>rms</sub>	<40 mV <sub>rms</sub>
IVTIP50X, 50X 传感器端部电 缆	<40 mV <sub>rms</sub>	<80 mV <sub>rms</sub>	
直流增益精度 <sup>1</sup> (参照输入) (典型值)			
差分直流增益精度	±3% ±直流偏置错误电压 ±输入偏置精度错误		
在 2X 量程中满 刻度的 80% 到 100%:	±5% ±直流偏置错误电压 ±输入偏置精度错误		

**表 9: 电气技术规格 (续)**

特征	描述					
直流偏置错误电压 <sup>2</sup> (参照输入) (典型值)	传感器端部电缆/适配器	1X 量程	2X 量程			
	传感器头部输入 SMA	±2 mV	±4 mV			
	IVTIP1X, 1X 传感器端部电缆	±2 mV	±4 mV			
	IVTIP5X, 5X 传感器端部电缆	±10 mV	±20 mV			
	IVTIP10X, 10X 传感器端部电缆	±20 mV	±40 mV			
	IVTIP25X, 25X 传感器端部电缆	±50 mV	±100 mV			
	IVTIP50X, 50X 传感器端部电缆	±100 mV	±200 mV			
输入偏置电压范围 (典型值)	传感器端部电缆/适配器	输入偏置电压范围				
	传感器头部输入 SMA	±2 V				
	IVTIP1X, 1X 传感器端部电缆	±2 V				
	IVTIP5X, 5X 传感器端部电缆	±10 V				
	IVTIP10X, 10X 传感器端部电缆	±20 V				
	IVTIP25X, 25X 传感器端部电缆	±50 V				
	IVTIP50X, 50X 传感器端部电缆	±100 V				
输入偏置电压精度 (典型值)	±5%					
小信号上升时间 (10% 至 90%) (典型值) (SMA 输入, 带传感器端部电缆)	上升时间					
	TIVM1/TIVM1L	≤ 350 ps				
	TIVM05/TIVM05L	≤ 700 ps				
小信号频率响应 (典型值) (SMA 输入, 带传感器端部电缆)	TIVM02/TIVM02L					
	≤ 1.8 ns					
	-3 dB 带宽					
共模抑制比 (典型值)	TIVM1/TIVM1L					
	直流到 ≥ 1 GHz					
	TIVM05/TIVM05L					
传感器端部电缆/适配器	直流到 ≥ 500 MHz					
	TIVM02/TIVM02L					
	直流到 ≥ 200 MHz					
传感器端部电缆/适配器	直流	100 MHz	200 MHz	500 MHz	1 GHz	
	IVTIP1X, 1X 传感器端部电缆	> 120 dB	120 dB	110 dB	100 dB	90 dB
	IVTIP5X, 5X 传感器端部电缆	> 120 dB	120 dB	110 dB	100 dB	90 dB

表 9: 电气技术规格 (续)

特征	描述				
IVTIP10X, 10X 传感器端部电缆	> 120 dB	120 dB	110 dB	100 dB	90 dB
IVTIP25X, 25X 传感器端部电缆	> 120 dB	110 dB	100 dB	100 dB	90 dB
IVTIP50X, 50X 传感器端部电缆	> 120 dB	100 dB	90 dB	90 dB	80 dB
MMCX 到 0.1 英寸 (2.54 毫米) 方针适配器, 带传感器端部电缆。	> 120 dB	70 dB	60 dB	40 dB	30 dB
MMCX 到 0.062 英寸 (1.57 毫米) 方针适配器, 带传感器端部电缆	> 120 dB	70 dB	60 dB	40 dB	30 dB
共模电压范围	2 kVpk (2 kV CAT I, 1000 V CAT II)				
共模电阻 (典型值)	无, 由于电流隔离 (光纤连接)				
共模电容 <sup>3</sup> (典型值)	~2 pF				
超载指示器范围 (典型值)	传感器端部电缆/适配器	超载指示器打开			
	传感器头部输入 SMA	$V_{in} < -3 \text{ V}$ 或 $V_{in} > +3 \text{ V}$			
	IVTIP1X, 1X 传感器端部电缆	$V_{in} < -3 \text{ V}$ 或 $V_{in} > +3 \text{ V}$			
	IVTIP5X, 5X 传感器端部电缆	$V_{in} < -12 \text{ V}$ 或 $V_{in} > +12 \text{ V}$			
	IVTIP10X, 10X 传感器端部电缆	$V_{in} < -16 \text{ V}$ 或 $V_{in} > +16 \text{ V}$			
	IVTIP25X, 25X 传感器端部电缆	$V_{in} < -25 \text{ V}$ 或 $V_{in} > +25 \text{ V}$			
	IVTIP50X, 50X 传感器端部电缆	$V_{in} < -35 \text{ V}$ 或 $V_{in} > +35 \text{ V}$			

1 测得的直流增益与标称直流增益的差, 再除以标称直流增益并以百分比表示。

2 输入短路时的参照输入偏置错误, 且探头输入偏置设置为 0 V

3 传感器头部与参考平面之间的电容传感器头部放置在参考平面之上 6 英寸 (15.25 厘米)。

表 10: 物理技术规格

特征	描述
净重	(重量不含附件和包装。)
传感器端部电缆	0.025 千克 (0.055 磅)
传感器头部	0.363 千克 (0.8 磅)
控制盒	0.816 千克 (1.8 磅)

表 10: 物理技术规格 (续)

特征	描述
TekVPI 补偿盒	0.57 千克 (0.125 磅)
传感器端部电缆长度	15.24 厘米 (6.0 英寸)
光纤电缆长度	
TIVM1、TIVM02、TIVM05	3 米 (9.84 英尺)
TIVM1L、TIVM02L、TIVM05L	10 米 (32.81 英尺)
TekVPI 电缆长度	55.88 厘米 (22 英寸)
总长度和容限	
补偿盒到控制器	0.5588 米 $\pm$ 3.81 厘米 (22 英寸 $\pm$ 1.5 英寸) 并联, 启动区域包括在总长度内。
控制器到传感器头部 (TIVM1、TIVM02、TIVM05)	2.9718 米 $\pm$ 10.2 厘米 (117 英寸 $\pm$ 4 英寸)
控制器到传感器头部 (TIVM1L、TIVM02L、TIVM05L)	9.982 米 $\pm$ 10.2 厘米 (393 英寸 $\pm$ 4 英寸)

尺寸图

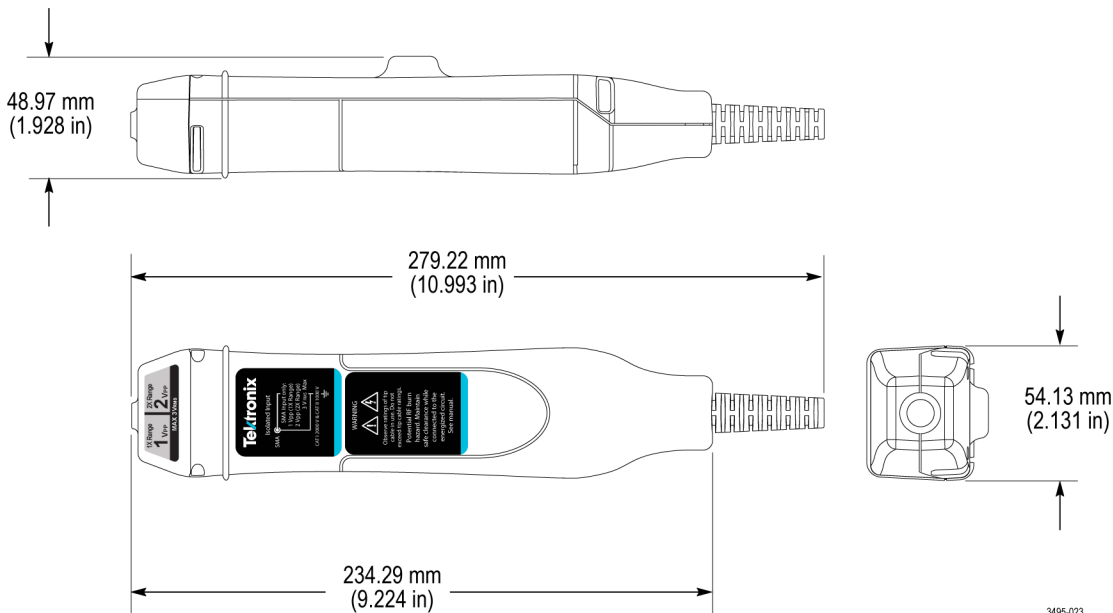
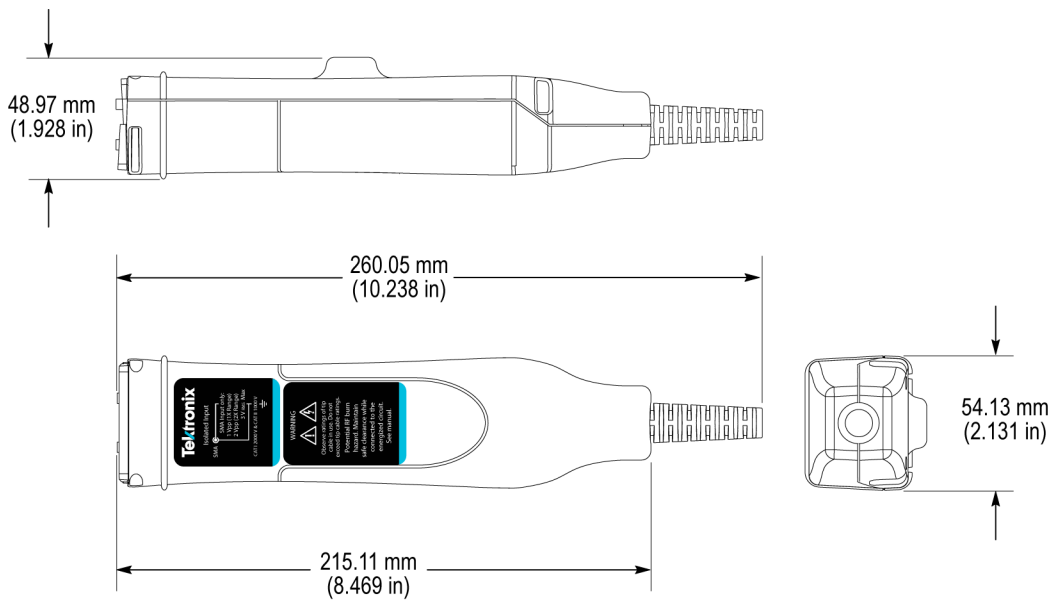


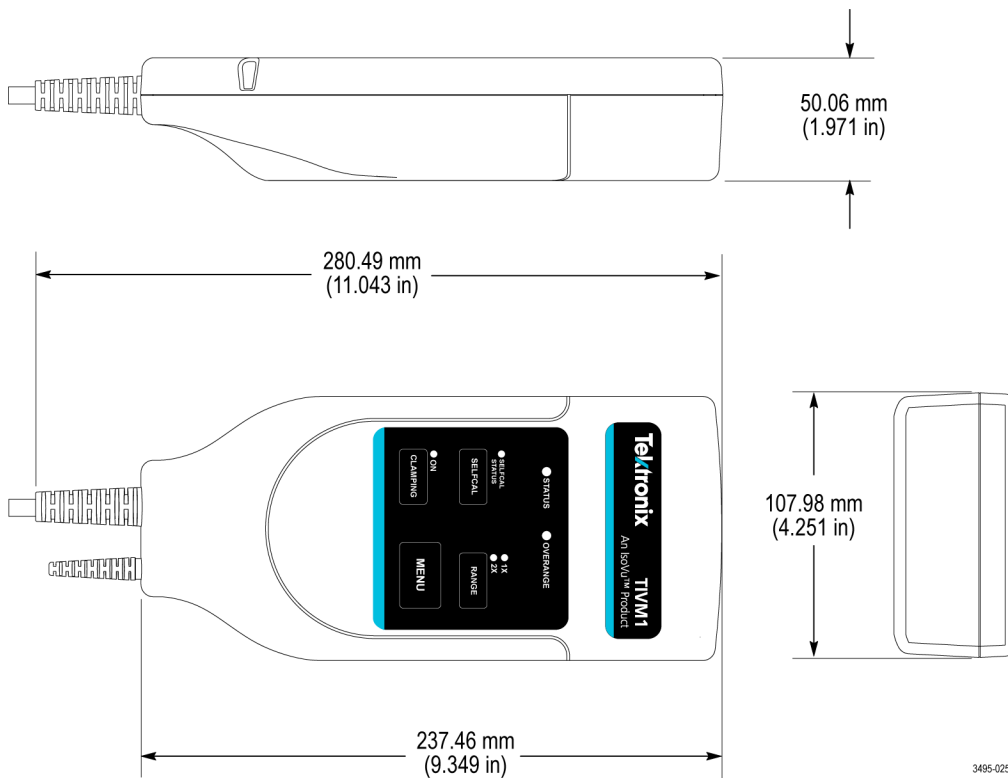
图 20: 传感器头部尺寸 (带探头端部保护器)





3495-024

图 21: 传感器头部尺寸 (不带探头端部保护器)



3495-025

图 22: 控制器尺寸

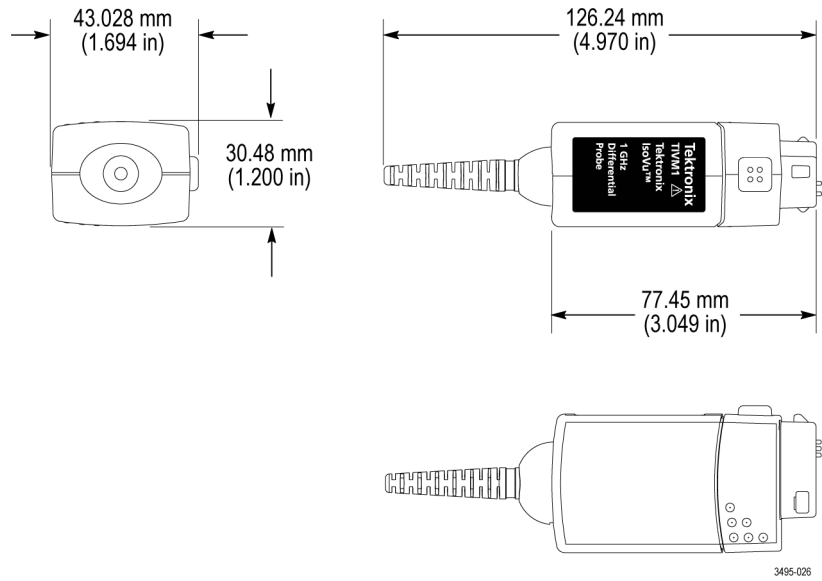


图 23: 补偿盒尺寸

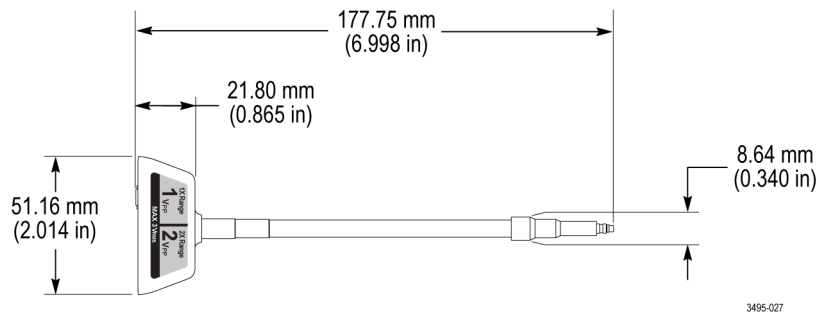


图 24: 探头端部适配器尺寸

## IsoVu 测量系统框图

下图显示了 IsoVu 测量系统的框图。

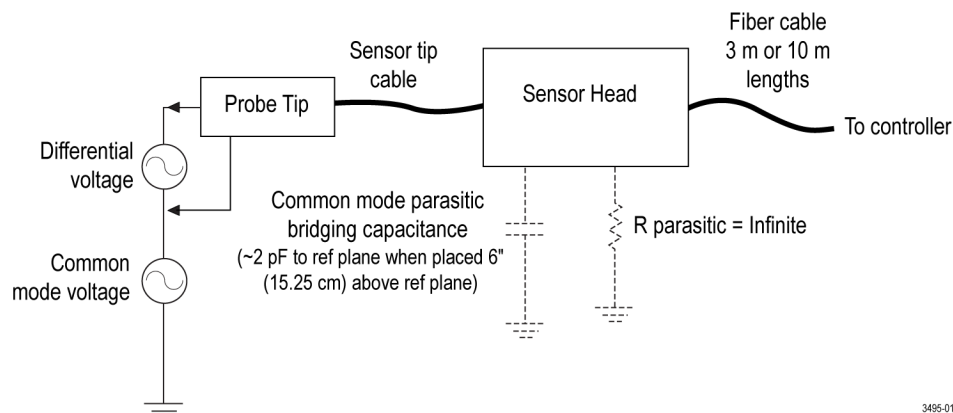


图 25: 框图

接地的共模电阻和电容如下图所示。(见图25)共模电阻显示为  $R$  寄生，由于为电流隔离且可以忽略，在 IsoVu 测量系统中具有无限性。接地的共模耦合电容及周围电路显示为寄生桥接电容 ( $C$  寄生)。当传感器头部放置在接地表面 6 英寸 (15.25 厘米) 以上时，该寄生电容将约为 2 pF。

为最大程度降低共模电容负载的影响，请考虑以下各项：

- 尽可能在测试电路中选择一个相对于接地为静电电势的参考点。
- 将同轴（通用）屏蔽传感器端部电缆连接到电路的最低阻抗点。
- 增加传感器头部与任何传导性表面的物理距离将降低寄生电容。
- 使用多个 IsoVu 系统测量不具有相同共模电压的电路中的不同点时，请保持传感器头部隔离以最大程度降低电容耦合。

## 三脚架

Tektronix 测量系统随附两个三脚架附件。连接到 DUT 时，灵活三脚架可支撑传感器头部。连接到电路板的适配器时，探头端部三脚架可支撑传感器端部电缆。

### 灵活三角架

三脚架可通过不同的方式连接到 DUT。您可以使用可选支脚将三脚架固定到 DUT。支脚可使用通用的螺丝夹到或连接到 DUT。这允许您以倒置或右侧朝上的方式安装三脚架，如下图所示。

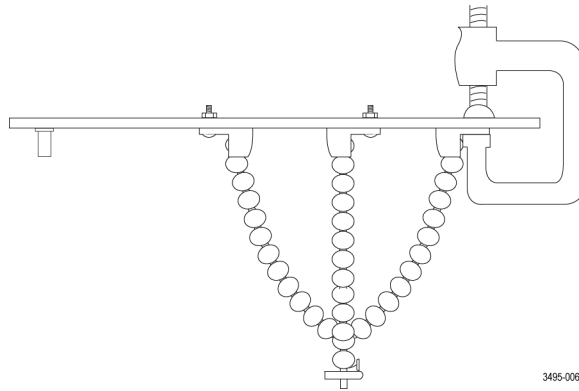


图 26: 将灵活三脚架安装在 DUT 下面。

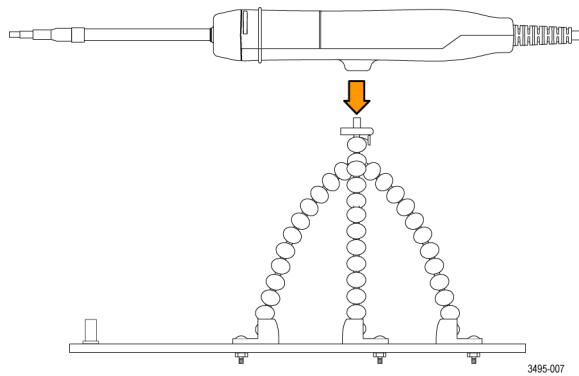


图 27: 将传感器头部连接到具有灵活三脚架的 DUT 的顶部。

### 探头端部三脚架

使用探头端部三脚架将传感器端部电缆连接到电路板的适配器。该三脚架具有灵活铰链，可将探头端部电缆轻松定位在电路板的适配器上面。Tektronix 建议将三脚架粘合到电路板的合适位置，以便为传感器端部电缆提供额外支撑。下图为将三脚架连接到电路板适配器的示例；这可降低测试点的压力。

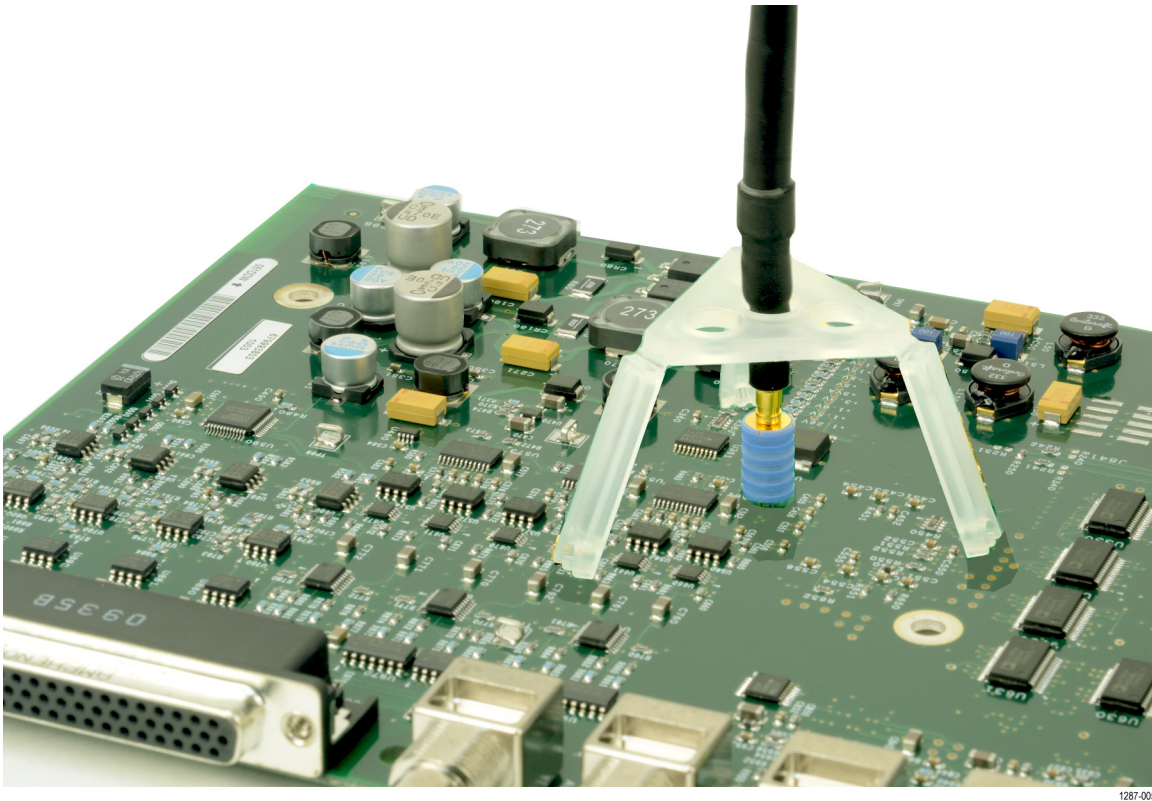


图 28: 将探头端部三脚架连接到电路板的适配器

## 安装探头端部适配器

Tektronix 提供两个探头端部适配器，可将传感器端部电缆连接到电路板的针脚。MMCX 到 0.1 英寸（2.54 毫米）间距适配器和 MMCX 到 0.062 英寸（1.57 毫米）间距适配器。

每个适配器的一端都具有可连接到 IsoVu 端部电缆的 MMCX 插槽。适配器的另一端（适配器外）具有一个中心针脚插槽和四个通用（屏蔽）插槽。适配器上的凹槽可用于定位屏蔽插槽。安装这些适配器的步骤相同，主要区别在于电路板针脚的间距。

要将适配器安装到方针，请将适配器的中心与电路板的信号源针脚对齐。使用适配器上的凹槽将其中一个屏蔽插槽与电路板的通用针脚对齐。下图为对齐电路板适配器的示例。

为实现最佳电气性能，特别是 CMRR 性能和 EMI 敏感性，请使探头端部适配器尽可能靠近电路板。

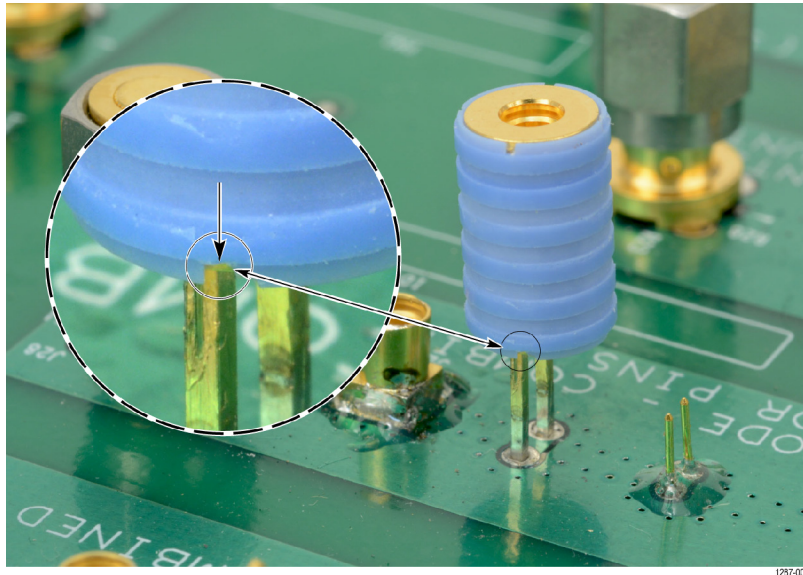


图 29: 对齐 MMCX 到 0.1 英寸 ( 2.54 毫米 ) 适配器与电路板

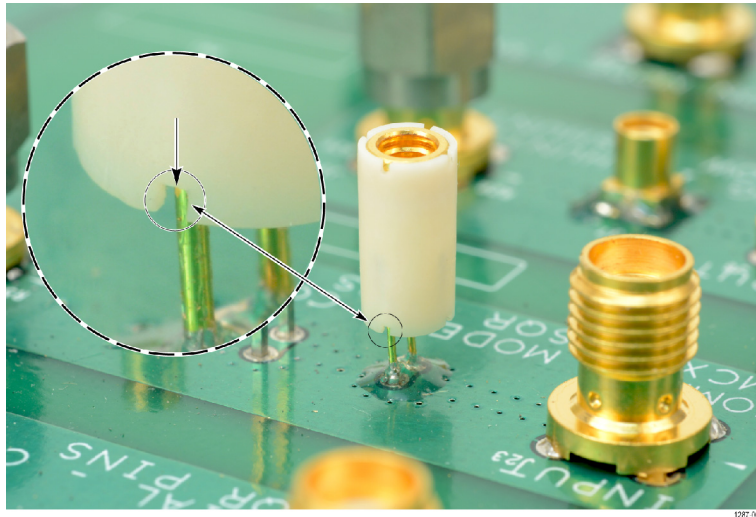


图 30: 对齐 MMCX 到 0.062 英寸 ( 1.57 毫米 ) 适配器与电路板

对齐适配器后，请轻轻按下适配器，使其固定到电路板的合适位置。

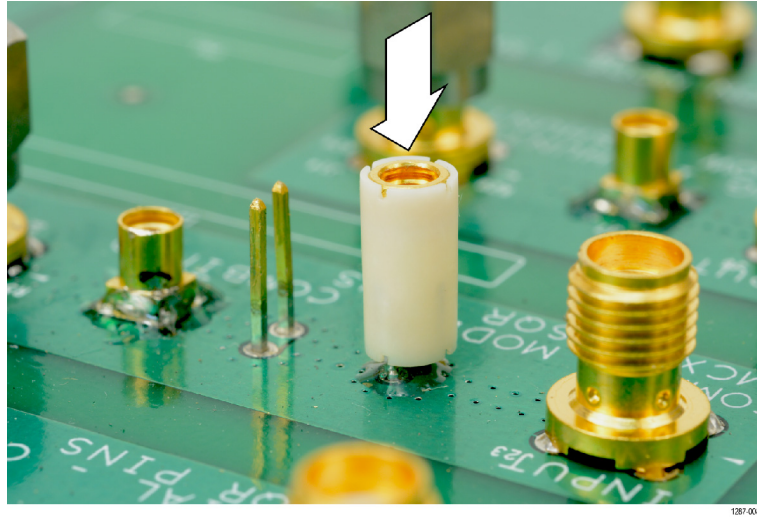


图 31: 将 MMCX 到 0.062 英寸 ( 1.57 毫米 ) 适配器按入合适位置

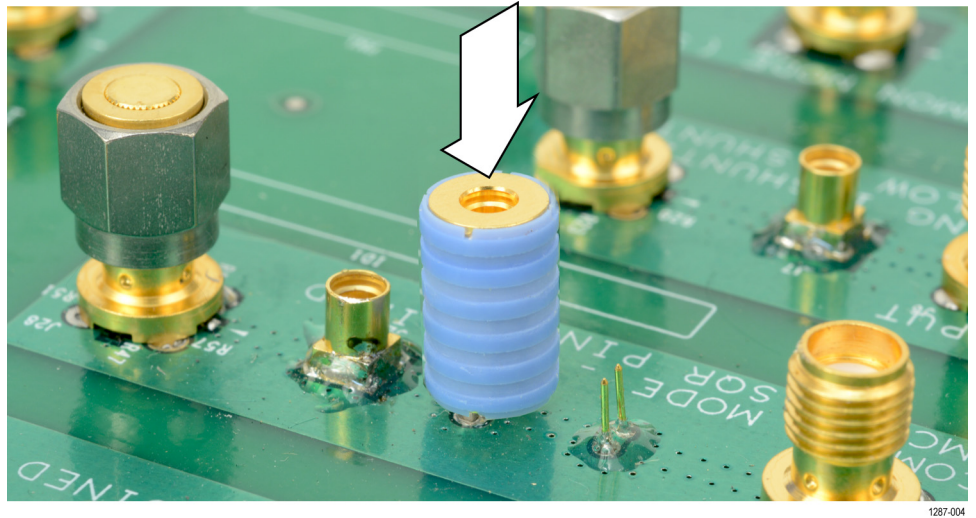


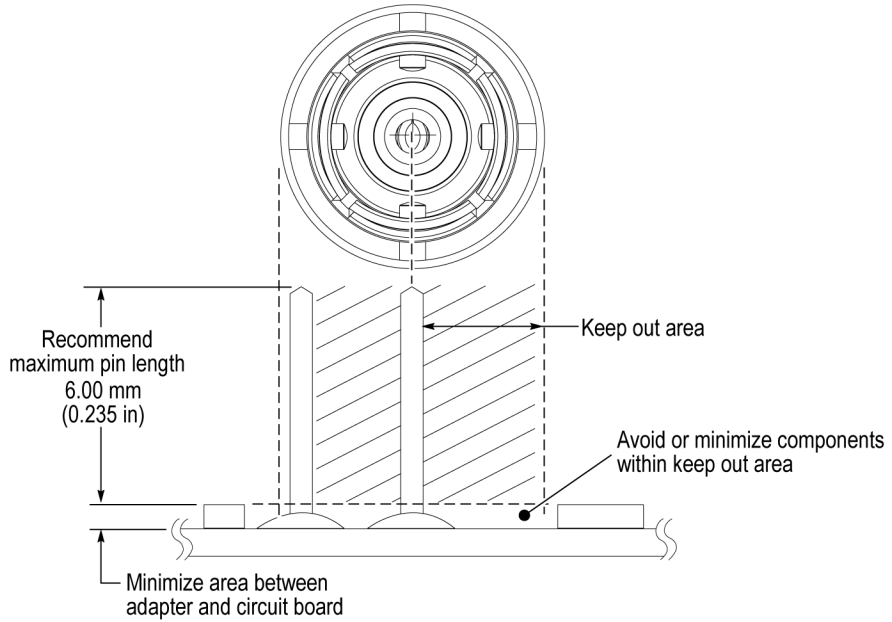
图 32: 将 MMCX 到 0.1 英寸 ( 2.54 毫米 ) 适配器按入合适位置

当适配器固定在电路板的合适位置后，请将传感器端部电缆连接到适配器的顶部，并使用探头端部三脚架释放探头端部电缆和适配器。（见图28第35页）

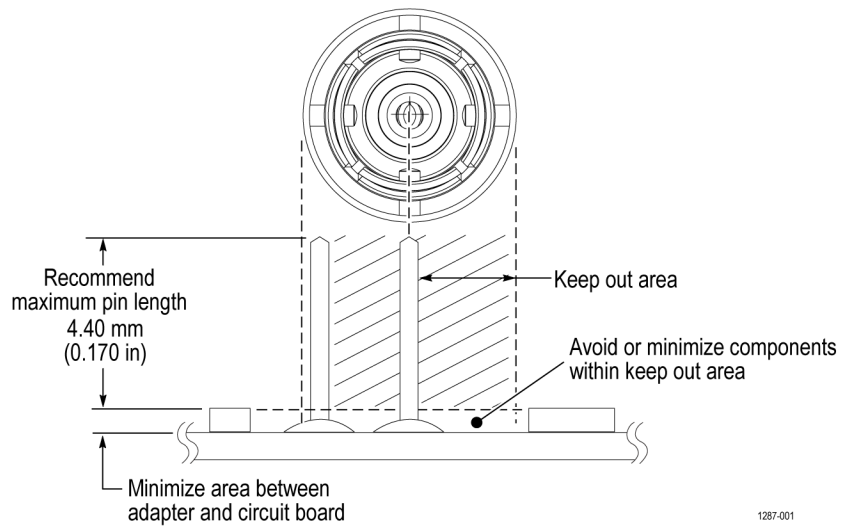
## 将方针安装到电路板

下图显示将适配器连接到电路板方针时的建议间隙要求。适配器的底部显示在上面。

*Probe Tip Adapter, MMCX to 0.1" pitch sq pin 0.635 mm (0.025 in) sq. pins*



*Probe Tip Adapter, MMCX to 0.062 in pitch sq pin 0.406 mm (0.016 in) sq. pins*

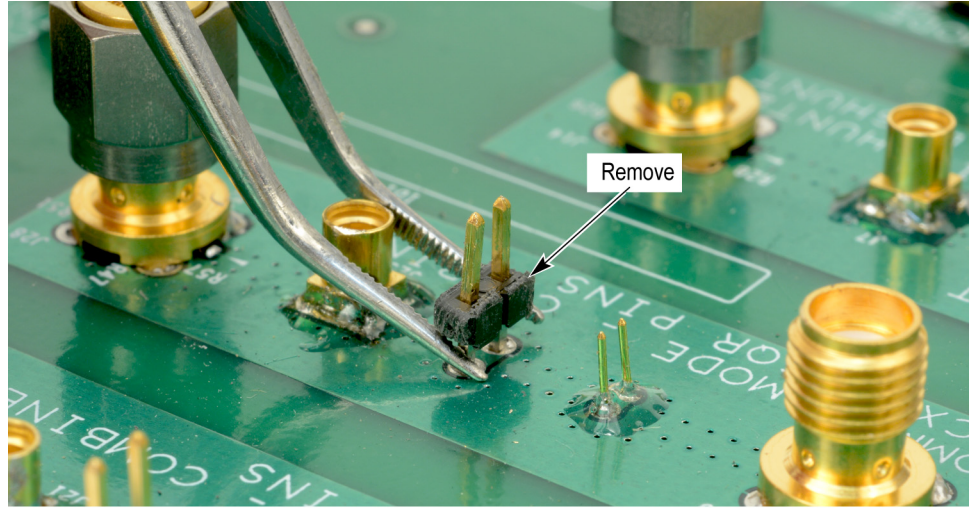


1287-001

图 33: 适配器间隙要求



0.025 英寸（0.635 毫米）方针应已经放置在电路板上。某些方针的头部可能已安装在电路板上。Tektronix 建议移除方针的塑料垫片以使其更接近于电路板（如下图所示），从而获得最佳电气性能，特别是 CMRR。您可能需要用一对镊子来移除垫片（如下图所示）。



1287-002

**图 34: 移除电路板上方针的头部**

Tektronix 提供一组可安装到电路板的焊接针（0.018 英寸（0.46 毫米）直径），可搭配 MMCX 到 0.062 英寸（1.57 毫米）适配器使用。使用焊接辅助件工具附件（Tektronix 部件号 003-1946-xx）将这些针安装到电路板。

---

**说明：** 焊接针非常小，可能很难操作。将这些针安装到电路板时，Tektronix 建议使用镊子和放大工具。

焊接针可安装到电路板的表面安装组件，但应保留足够的间隙，以便为适配器提供良好的电气连接。（见图33第38页）

---

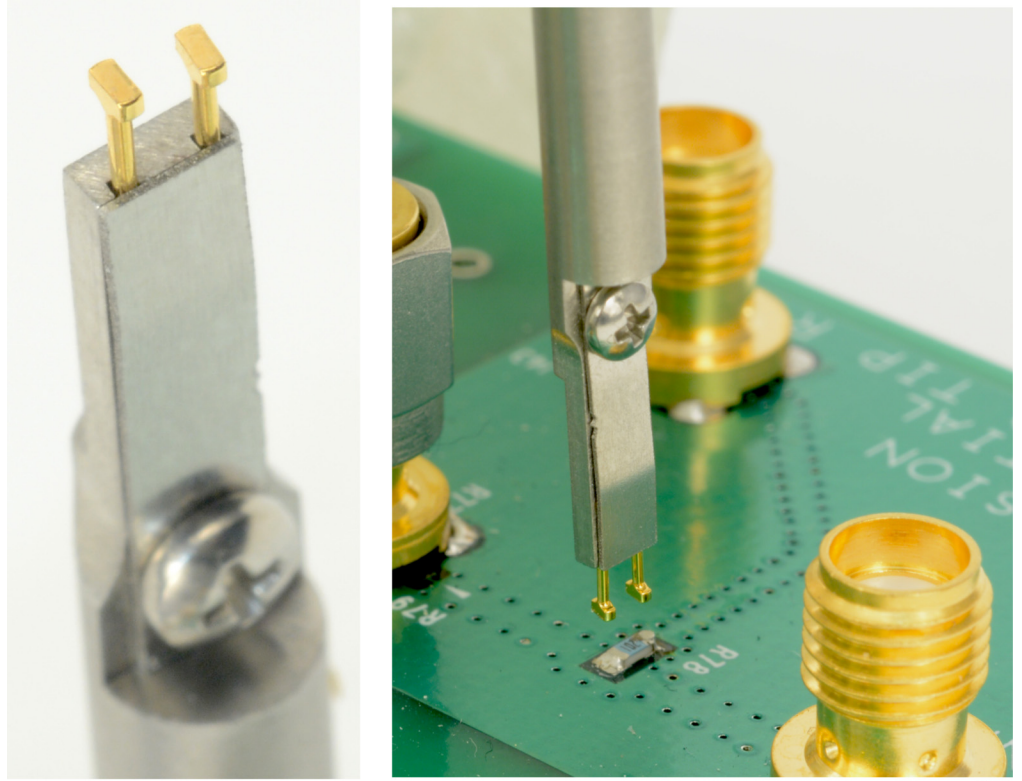
---

**说明：** 同轴（通用）屏蔽屏蔽传感器端部电缆和端部适配器应连接到测试电路（与传感器端部电缆/中心导体关联）的最低阻抗点（通常为电路常用或电源导轨），以获取最准确的波形。

---

请按照以下步骤使用焊接辅助件将焊接针安装到电路板：

1. 将焊接针小心插入焊接辅助件中，如下图所示。



**图 35: 使用焊接辅助件将方针安装到电路板**

2. 使用焊接辅助件将方针放置在合适的位置，并将方针焊接到电路板。
3. 如有必要，请使用少量的粘合剂进一步增强与电路板的连接。但是，请保持最低的粘合剂高度，以便为适配器提供良好的电气接触。（见图33）

# 用户服务

## 服务

Tektronix 的服务范围包括质保维修及其他服务，旨在满足您的特定服务需求。

无论是提供质保维修服务或下面列出的任何其他服务，Tektronix 服务技术人员均可随时提供专业的 IsoVu 测量系统维修服务。根据您的位置，我们可在 Tektronix 服务中心提供服务或在您的机构进行现场维修。

### 质保维修服务

Tektronix 将根据本手册前面质保声明中的说明对产品提供质保服务。Tektronix 技术人员可在全球大多数 Tektronix 服务点提供质保服务。Tektronix 网站提供了全球所有服务点的信息。

### 校准和维修服务

除了质保维修，Tektronix 服务还提供校准及其他服务，其经济实惠的解决方案可满足您的服务需求并达到标准符合性要求。凭借 Tektronix 全球性领先设计、制造和服务资源的支持，可确保其仪器的最佳服务性能。

## 预防性维护



**注意：** 为防止损坏测量系统，请勿将其暴露在喷雾、液体或溶剂中。在清洁外部时，避免将水分弄到控制器或传感器头部内部。

用干燥不脱绒的软布或软毛刷清洁外表面。如果仍有污垢，请用软布或棉签蘸 75% 的异丙基酒精溶液清洁。使用的清洁溶剂量足以蘸湿软布或棉签即可。不要对仪器的任何部分使用研磨剂。

## 性能验证步骤

按照以下步骤来验证 IsoVu 测量系统的性能。在开始这些步骤前，请复印测试记录，用来记录性能结果。（见第48页，*测试记录*）

### 所需设备

下表中列出执行性能验证步骤所需的设备。

表 11: 性能验证所需设备

描述	最低要求	示例产品
具有 TekVPI 接口的示波器	$\geq 1$ GHz, 50 $\Omega$ 输入支持, 完全兼容 TekVPI 接口	Tektronix MD04104C
脉冲发生器	1 $V_{p-p}$ , $<1$ ns 上升时间	Tektronix Tek-DPG

**表 11: 性能验证所需设备 (续)**

描述	最低要求	示例产品
TIVM 系列 1X 传感器端部电缆	根据描述	Tektronix IVTIP1X
MMCX 插口 (孔式) 到 BNC 孔式适配器	根据描述	Fairview Microwave 产品 SKU: SM3610

**准备**

按下述步骤准备设备:

1. 打开 TekVPI 示波器。
2. 将 Tek-DPG 相差校正脉冲发生器连接到 TekVPI 示波器的通道 2。
3. 让测试设备在 20 ° C 到 30 ° C 的环境温度下预热 20 分钟。

**传播延迟**

此步骤可验证 TIVM 系列 IsoVu 测量系统是否正常运行并满足质保传播延迟技术规格。传播延迟的测量方法为: 首先将脉冲发生器输出端应用到示波器输入端, 并将所捕获的波形作为参考波形进行存储。然后, 将测量系统连接到示波器, 并将脉冲发生器输出端连接到测量系统的输入端。通过已保存参考波形与测量系统所获取的波形之间的差异, 即可测量出延迟。

---

**说明:** 此步骤适用于 TIVM 系列 IsoVu 测量系统的所有版本。

---

**创建参考波形**

完成以下步骤以创建参考波形:

1. 将 Tek-DPG 相差校正脉冲发生器输出 BNC 电缆直接连接到 TekVPI 示波器的通道 1 输入端。
2. 启用通道 2 并使用以下设置:
  - Vertical Scale (垂直标度): **500 mV/div**。
  - Vertical Position (垂直位置): **-3 个分度**
  - Set Termination (设置终端): **1 MΩ**,
  - Coupling (耦合): **DC (直流)**
  - Bandwidth (带宽): **FULL (全带宽)**
  - Deskew (相差校正): **0 秒**
3. 使用以下设置设置 Trigger (触发) 菜单:
  - Type (类型): **Edge (边沿)**
  - Source (源): **CH2**

- Slope (斜率) : **Negative (负)**
  - Level (电平) : **+1.50 V**
  - Coupling (耦合) : **DC (直流)**
4. 在通道 1 中使用以下设置。
    - Vertical Scale (垂直标度) : **200 mV/div**
    - Coupling (耦合) : **DC (直流)**
    - Termination (终端) : **50 Ω**
    - Bandwidth (带宽) : **FULL (全带宽)**
    - Position (位置) : **0 (居中)**
    - Offset (偏置) : **-500 mV**
    - Deskew (相差校正) : **0 秒**
  5. 将水平菜单设置为以下设置：
    - Horizontal Scale (水平标度) 为 **10 ns/div**。
    - Horizontal Position (水平位置) : **40 ns**
    - Acquire (采集) : **Average 128 (平均 128)**
  6. 将 Tek-DPG 设置为以下设置：
    - **0 到 -1 kHz 模式 (Mode 1 (模式 1))**
    - Output Enable (启用输出) : **ON (开)**
  7. 通道 1 波形应大约出现在示波器显示器的中心位置。如果波形未垂直居中于显示屏中，请根据需要调整显示屏使波形位于垂直中心。
  8. 按照以下步骤将通道 1 波形保存为参考波形 (R1)。
    - 按示波器上的 **MENU (菜单)** 按钮。
    - 选择 **Save Waveform (保存波形)**。
    - Source (源) : **CH1**。
    - Destination (目标) : **R1**。
    - 选择 **OK Save (执行保存)** 将通道 1 波形保存为参考波形 R1。现在新参考波形应显示在示波器上。
  9. 禁用 Tek-DPG 输出。
  10. 断开 Tek-DPG 相差校正脉冲发生器输出 BNC 电缆与 TekVPI 示波器通道 1 输入端的连接。

## 创建 TIVM 系列波形

完成以下步骤以设置 TIVM 系列波形：

1. 将 TIVM 系列测量系统的补偿盒连接到 TekVPI 示波器的通道 1。
2. 将 IVTIP1X 传感器端部电缆连接到 TIVM 系列输入（将电缆的 SMA 接口固定到传感器头部并连接鼻锥。）
3. 让测量系统在 20 ° 到 30 ° C 的环境温度下预热 20 分钟。
4. 将 MMCX 插口（孔式）通过 BNC 孔式适配器连接到 Tek-DPG 的输出 BNC 电缆。
5. 将 TIVM 系列设置如下：
  - Range（量程）：2X
  - CLAMPING（夹具）：Off（关）
  - 按 SELF CAL（自校准）按钮执行自校准（等待 SELF CAL（自校准）状态指示器变为恒绿色）。
6. 在示波器的通道 1 中，将 Vertical Scale（垂直标度）设置为 200 mv/div。
7. 将 IVTIP1X 传感器端部电缆连接到 MMCX 插口（孔式）和 BNC 孔式适配器。
8. 启用 Tek-DPG 输出。
9. 通道 1 波形应出现在示波器显示中，大约位于显示屏的垂直中心。如果不是，仅根据需要调整垂直设置以使波形在显示屏上居中。

## 测量传播延迟

完成以下步骤以测量和记录传播延迟。

1. 将示波器上的延迟测量设置如下：
  - a. 选择 **Measure（测量）**。
  - b. 选择 **Add Measurement（添加测量）**。
  - c. 选择 Measurement Type（测量类型）：**Delay（延迟）**。
  - d. 选择 Configure（配置）：**Delay（延迟）**。
  - e. 将 Source（源）设置为 **R1**。
  - f. 将 Delay To（延迟到）设置为 **CH1**。
  - g. 选择 **OK Add Measurement（执行添加测量）**。
2. 示波器显示器应如下图所示。



图 36: 传播延迟测量

在测试记录中记下延迟测量结果。

3. 禁用 Tek-DPG 输出。

## 故障排除和错误情况

下表列出了使用 TIVM 系列 IsoVu 测量系统进行测量时可能遇到的问题。请在联系 Tektronix 进行维修之前将此表作为快速故障排除参考。

表 12: 问题及可能的解决方案

问题	补救方法
测量系统无法启动；无指示器亮起。	验证 TekVPI 补偿盒与示波器的连接是否牢靠。断开补偿盒然后重新连接（如有必要请使用其他示波器通道）。如果该情况仍然出现，应将系统返回 Tektronix 进行维修。
控制器 STATUS（状态）指示器呈绿色闪烁。	断开补偿盒然后重新连接（如有必要请使用其他示波器通道）。请勿以一定角度将补偿盒强制连接到示波器接口；请在水平方向用力将其连接到示波器。如果该情况仍然出现，应将系统返回 Tektronix 进行维修。
控制器 STATUS（状态）指示器呈红色和黄色闪烁。	该情况指示测量系统出现故障。通常，当测量系统首次连接到示波器时（执行开机自检时）会检测到故障。断开补偿盒然后将其重新连接到示波器。如果该情况仍然出现，应将系统返回 Tektronix 进行维修。

**表 12: 问题及可能的解决方案 (续)**

问题	补救方法
按 SELF CAL (自校准) 按钮后控制器 SELF CAL STATUS (自校准状态) 指示器变为恒红色 (或始终未完成)。	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 移除输入信号 (差分必须为 0.0V)。</li> <li>■ 让系统预热 20 分钟。</li> <li>■ 确认光纤电缆未受到动态机械或热压力的影响。</li> <li>■ 如果无法在一分钟内完成自校准, 请断开补偿盒并将其重新连接到示波器, 然后再次尝试。</li> </ul>
当 DUT 信号低于 5 Hz 或 43.5 Hz 的倍数时波形失真	禁用 Offset Correction (偏置校正)。请参考本文档前面的偏置校正部分。(见第13页)
输出波形被削波或失真	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 验证输出夹具是否禁用。</li> <li>■ 检查是否在测量中使用正确的传感器端部电缆。请参考本文档前面的选择传感器端部电缆部分。(见第16页)</li> <li>■ 将 Input Offset (输入偏置) 更改为使屏幕上的信号居中。</li> <li>■ 确认选择正确的 Range (量程) (1X 或 2X)。</li> </ul>
频率响应滚降	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 检查示波器上的带宽限制。</li> <li>■ 检查传感器端部电缆的连续性以及传感器头部输入电阻 (请参阅下文)。</li> </ul>
输出波形不稳定 (低频噪声和/或直流偏置一直变化)	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 确认光纤电缆未受到动态机械和热压力的影响。</li> <li>■ 验证是否启用 Offset Correction (偏置校准) (断开补偿盒然后重新连接以确认其已重新启用)。</li> </ul>
测量不准确	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 运行 SELF CAL (自校准)。</li> <li>■ 检查是否在测量中使用正确的传感器端部电缆。请参考本文档前面的选择传感器端部电缆部分。(见第16页)</li> <li>■ 确认选择正确的 Range (量程) (1X 或 2X)。</li> <li>■ 确认屏幕上有信号。</li> </ul>
无法实现高 CMRR	尝试使用其他传感器端部电缆。
噪声过大, 无法准确解析信号	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 切换到 1X 量程。</li> <li>■ 选择衰减较低的传感器端部电缆。</li> </ul>



表 12: 问题及可能的解决方案 (续)

问题	补救方法												
未检测到信号；波形为平线	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 检查传感器端部电缆的连续性： <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>传感器端部电缆</th> <th>电阻</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IVTIP1X - 1X 传感器端部电缆</td> <td><math>\leq 0.2 \Omega</math></td> </tr> <tr> <td>IVTIP5X - 5X 传感器端部电缆</td> <td><math>200 \Omega \pm 2\%</math></td> </tr> <tr> <td>IVTIP10X - 10X 传感器端部电缆</td> <td><math>453 \Omega \pm 2\%</math></td> </tr> <tr> <td>IVTIP25X - 25X 传感器端部电缆</td> <td><math>1.21 \text{ k}\Omega \pm 2\%</math></td> </tr> <tr> <td>IVTIP50X - 50X 传感器端部电缆</td> <td><math>2.49 \text{ k}\Omega \pm 2\%</math></td> </tr> </tbody> </table> </li> <li>■ 使用 4 线测量测量传感器头部的 SMA 输入电阻；结果应在 <math>47.5 \Omega</math> 与 <math>52.5 \Omega</math> 之间。如果不是，则传感器头部已经损坏，需要返回 Tektronix 进行维修。</li> <li>■ 检查控制器 STATUS (状态) 指示器了解可能的错误情况。</li> <li>■ 将测试信号直接应用于传感器头部的 SMA 输入端，以确定问题是否出在传感器端部电缆或传感器头部。</li> </ul>	传感器端部电缆	电阻	IVTIP1X - 1X 传感器端部电缆	$\leq 0.2 \Omega$	IVTIP5X - 5X 传感器端部电缆	$200 \Omega \pm 2\%$	IVTIP10X - 10X 传感器端部电缆	$453 \Omega \pm 2\%$	IVTIP25X - 25X 传感器端部电缆	$1.21 \text{ k}\Omega \pm 2\%$	IVTIP50X - 50X 传感器端部电缆	$2.49 \text{ k}\Omega \pm 2\%$
传感器端部电缆	电阻												
IVTIP1X - 1X 传感器端部电缆	$\leq 0.2 \Omega$												
IVTIP5X - 5X 传感器端部电缆	$200 \Omega \pm 2\%$												
IVTIP10X - 10X 传感器端部电缆	$453 \Omega \pm 2\%$												
IVTIP25X - 25X 传感器端部电缆	$1.21 \text{ k}\Omega \pm 2\%$												
IVTIP50X - 50X 传感器端部电缆	$2.49 \text{ k}\Omega \pm 2\%$												
波形中直流偏置较大	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 运行 SELF CAL (自校准)。</li> <li>■ 运行 AutoZero (自动调零)。</li> <li>■ 将 Input Offset (输入偏置) 设为 <math>0.0 \text{ V}</math>。</li> </ul>												
无法选择 1X 和 2X 量程 (5000/7000/70000 系列示波器)	Auto Range (自动量程) 打开时，当更改 V/div 设置时会自动选择 Range (量程)。无法直接更改 Range (量程) (按钮似乎不起作用)。												
探头补偿失败 (7000/70000 系列示波器)	这属于正常情况。可以忽略该失败情况。												

## 重新包装测量系统以进行运输

如需将测量系统返回 Tektronix 进行维修，请使用原始包装。如果该包装箱找不到或不适合使用，则可与您的 Tektronix 代表联系以获得新的包装箱。

将测量系统返回 Tektronix 时，请附上包含以下信息的标签：

- 产品所有者名称
- 所有者地址
- 仪器序列号
- 所遇到的问题和/或所需服务描述

## 测试记录

复印此测试记录用于记录性能验证步骤的结果。

**表 13: 测试记录**

型号:	证书编号:
序列号:	相对湿度:
温度:	技术人员:
	校准日期:

传播延迟	最小值	输入	输出	最大值
TIVM1 (3 米光纤长度)	30 ns			40 ns
TIVM1L (10 米光纤长度)	61 ns			75 ns
TIVM02 (3 米光纤长度)	30 ns			40 ns
TIVM02L (10 米光纤长度)	61 ns			75 ns
TIVM05 (3 米光纤长度)	30 ns			40 ns
TIVM05L (10 米光纤长度)	61 ns			75 ns

## 附录 A: 远程编程

本附录介绍传感器头部连接到 Tektronix 示波器时可向其发送的命令和查询。长格式和短格式关键词以大/小写字母说明。大多数示波器均可支持命令和查询；支持示波器中的差异（如有）在命令中进行介绍。

有关命令句法的详细信息，请参考示波器程序员文档。

### CH<n>:PRObe?

返回通道 <n> 的探头信息。仅查询。

### CH<n>:PRObe:AUTOZero EXECute

此命令会执行自动调零功能。此操作首先由测量系统执行，然后转到示波器。仅命令。

可配置系统（使用特定击键次数）以在示波器进行自动调零之前执行完整的自校准。

请参考自校准步骤了解执行自校准的信息。（见第11页，*自校准*）

### CH<n>:PRObe:COMMAND "CLAMP", {"ON" | "OFF"}

仅 3000/4000 系列示波器支持。

此命令会启用或禁用夹具电路。引号内的参数区分大小写，必须以大写字母进行发送。

CH<n>:PRObe:COMMAND?"CLAMP"。查询会返回 "ON" 或 "OFF"（包含在引号内）。

### CH<n>:PRObe:SET {"CLAMP ON" | "CLAMP OFF"}

仅 5000/7000/70000 系列示波器支持。

此命令会启用或禁用夹具电路。引号内的参数区分大小写。

CH<n>:PRObe:SET?。查询会返回 "CLAMP ON" 或 "CLAMP OFF"（包含在引号内）。这与所接收的上个命令相同。

## CH<n>:PRObe:FORCEDRange <NR3>

此命令会选择传感器端部的动态范围（以  $V_{p-p}$  为单位），具体取决于所连接的传感器端部电缆。

下表列出了传感器端部电缆及动态范围。

**表 14: 传感器端部电缆及动态范围**

传感器端部电缆	范围 $V_{p-p}$
1X	1.0 或 2.0
5X	5.0 或 10.0
10X	10.0 或 20.0
25X	25.0 或 50.0
50X	50.0 或 100.0

CH<n>:PRObe:FORCEDRange? 此查询会返回传感器端部的动态范围（以  $V_{p-p}$  为单位）。

## CH<n>:PRObe:GAIN?

返回传感器端部的增益因数（与衰减相反）。取决于所连接的传感器端部电缆。仅查询。

## CH<n>:PRObe:ID { :SERnumber | :TYPE }?

仅查询。仅发送 PRObe:ID? 时，查询会返回传感器端部类型字符串，后面是序列号字符串。

发送 PRObe:SERnumber? 时，查询会返回序列号字符串。

发送 PRObe:TYPE? 时，查询会返回下面其中一种传感器端部字符串（请注意字符串的前后空格）：

- "TIVM1 "(1GHz, 3m)
- "TIVM1L "(1GHz, 10m)
- "TIVM05 "(500MHz, 3m)
- "TIVM05L"(500MHz, 10m)
- "TIVM02 "(200MHz, 3m)
- "TIVM02L"(200MHz, 10m)

## CH<n>:PRObe:PROPDElay?

仅 3000/4000 系列示波器支持。

返回传播延迟值（以秒为单位）。仅查询。

## CH<n>:PRObe:RECDESkew?

仅 3000/4000 系列示波器支持。

返回建议相差校正值（以秒为单位）。仅查询。

## CH<n>:PRObe:RESistance?

返回输入电阻（以欧姆为单位）。取决于所连接的传感器端部电缆。仅查询。

## CH<n>:PRObe:UNIts?

返回传感器端部的单元（始终为 "v"）。仅查询。

## CH<n>:PROBECOntrol {AUTO | MAN}

仅 5000/7000/70000 系列示波器支持。

此命令会设置自动或手动传感器端部量程控制。

CH<n>:PROBE:PROBECOntrol?。查询会返回关键词 AUTO 或 MANUAL。

## CH<n>:PROBEFunc:EXTAtten <NR3>

仅 5000/7000/70000 系列示波器支持。

此命令会设置用户自定义外部衰减因数。

CH<n>:PROBEFunc:EXTAtten?。此查询会返回外部衰减因数。

## CH<n>:PROBEFunc:EXTDBatten?

仅 5000/7000/70000 系列示波器支持。

返回以 dB 表示的外部衰减因数。仅查询。

## CH<n>:PROBEFunc:EXTUnits {"UU" | "None"}

仅 5000/7000/70000 系列示波器支持。

此命令会设置用户自定义单元。示波器仅显示两个字符。输入 "None" 会将单元重置为默认设置。

CH<n>:PROBEFunc:EXTUnits?。除非输入用户自定义值，此查询会返回 "v"。

## 附录 B: 合规性信息

此部分列出仪器遵循的安全和环境标准。

### 安全合规性

本部分列出了产品遵循的安全标准及其他安全合规性信息。

#### 欧盟低压指令

经证明符合 Official Journal of the European Union (《欧盟官方公报》) 中所列的以下技术规格:

低电压指令 2014/35/EU。

- EN 61010-1。对用于测量、控制和实验室的电气设备的安全性要求 - 第 1 部分: 总体要求。
- EN 61010-031。对电气测量和测试设备的手持探头部件的特殊要求 (部分适用)。

#### 美国国家认可的测试实验室列表

- UL 61010-1。对用于测量、控制和实验室的电气设备的安全性要求 - 第 1 部分: 总体要求。
- UL 61010-031。对电气测量和测试设备的手持探头部件的特殊要求 (部分适用)。

#### 加拿大认证

- CAN/CSA-C22.2 No. 61010-1。对用于测量、控制和实验室的电气设备的安全性要求 - 第 1 部分: 总体要求。
- CAN/CSA-C22.2 No. 61010-031。对电气测量和测试设备的手持探头部件的特殊要求 (部分适用)。

#### 其他合规性

- IEC 61010-1。对用于测量、控制和实验室的电气设备的安全性要求 - 第 1 部分: 总体要求。
- UL 61010-031。对电气测量和测试设备的手持探头部件的特殊要求 (部分适用)。
- EN 60825-1。激光产品安全 - 第 1 部分: 设备分类及要求 - 2007 年第 2 版
- 2015 年美国 21CFR PT1010 电子部件性能标准。
- 2015 年美国 21CFR PT1040 发光产品性能标准。

#### 设备类型

测试和测量设备。

### 污染度说明

对产品周围和产品内部环境中可能出现的污染的一种量度。通常认为产品的内部环境与外部环境相同。产品只应该在其规定环境中使用。

- 污染度 1。无污染或仅出现干燥、非导电性污染。此类产品通常予以封装、密封或被置于干净的房间中。
- 污染度 2。通常只发生干燥、非导电性污染。偶尔会发生由凝结引起的临时传导。典型的办公室/家庭环境属于这种情况。只有当产品处于非使用状态时，才会发生临时凝结。
- 污染度 3。导电性污染，或由于凝结会变成导电性污染的干燥、非导电性污染。此类场所为温度和湿度不受控制的建有遮盖设施的场所。此类区域不受阳光、雨水或自然风的直接侵害。
- 污染度 4。通过导电性的尘埃、雨水或雪而产生永久导电性的污染。户外场所通常属于这种情况。

### 污染度评级

污染度 2（如 IEC 61010-1 中定义）。仅适合在室内的干燥场所使用。

### IP 额定值

IP20（如 IEC 60529 中定义）。

### 测量和过压类别说明

本产品上的测量端子可能适合测量以下一种或多种类别的市电电压（请参阅产品和手册中标示的具体额定值）。

- 类别 I。电路不直接连接到市电电源。
- 类别 II。电路使用点（插座和类似点处）直接连接到建筑物布线。
- 类别 III。在建筑物布线和配电系统中。
- 类别 IV。在建筑物电源处。

---

**说明：** 仅测量电路具有测量类别额定值。产品中的其他电路不具有其中任何一种额定值。

---



## 环境注意事项

本部分提供有关产品对环境影响的信息。

**产品报废处理** 回收仪器或元件时，请遵守下面的规程：

**设备回收：**生产本设备需要提取和使用自然资源。如果对本产品的报废处理不当，则该设备中包含的某些物质可能会对环境或人体健康有害。为避免将有害物质释放到环境中，并减少对自然资源的使用，建议采用适当的方法回收本产品，以确保大部分材料可以得到恰当的重复使用或回收。



此符号表示该产品符合欧盟有关废旧电子和电气设备 (WEEE) 以及电池的 2012/19/EU 和 2006/66/EC 号指令所规定的相关要求。有关回收选项的信息，请登录 Tektronix 网站 ([www.tek.com/productrecycling](http://www.tek.com/productrecycling)) 查看。



# 索引

## 字母和数字

- 1X 量程, 16
- 2X 量程, 16
- 异常, 14
- 附件
  - 可选, 1
  - 标配, 1
- 适配器
  - 间隙要求, 38
  - TCA-VPI50, xi
- 假波, 14
- 应用示例, 21
- 自动量程, 16
- 自动调零, 13
- 弯曲半径
  - 光纤电缆, 2
  - 传感器端部电缆, 2
- 框图, 33
- 电缆注意事项, 2
- 电缆处理实践, 2
- 校准状态, 8
- 夹具按钮, 7
- 夹具指示器, 7
- 清洁过程, 41
- 间隙要求, 4
  - 适配器, 38
- CMRR, 13, 21
- 补偿盒, x
  - 尺寸, 31
- 补偿探头功能
  - DPO7000、MSO/DPO70000 系列示波器, 19
- 合规性
  - 环境, 55
  - 安全, 53
- 连接测量系统, 10
- 控制器, x
  - 尺寸, 31
- 控制器按钮
  - 夹具, 7
  - 菜单, 7, 13
  - 量程, 7
  - 自校准, 8
- 控制器指示器
  - 夹具, 7
  - 超量程, 7
  - 量程, 7
  - 自校准, 8
  - 状态, 8
- 电流传感示例, 23
- 截止频率, 14
- 降额曲线, 4
- 相差校正, 19
- 差分动态范围, 16
- 尺寸
  - 补偿盒, 31
  - 控制器, 31
  - 探头端部适配器, 32
  - 传感器头部, 30
- 环境合规性, 55
- 环境注意事项, 2
- 错误情况, 45
- ESD 放电示例, 24
- 光纤电缆
  - 安全处理实践, 2
- 灵活三角架, 33
- 输入偏置, 19
- 输入电阻
  - 传感器端部电缆, 18
- 输入技术规格, 2
- IsoVu, ix
- 主要特点, ix
- 激光认证, ix
- 低通滤波器, 14
- 测量系统状态, 8
- 菜单按钮, 7, 13
- MMCX 连接器, xi, 11, 21
- 型号, xi
- 偏置校正, 13
  - 禁用, 14
- 操作要求, 2
- 可选附件, 1
- 输出夹具, 18
- 超量程指示器, 7
- 包装, 47
- 性能验证
  - 步骤, 41
  - 传播延迟, 42
  - 所需设备, 41
  - 测试记录, 48
- 探头补偿失败, 19
- 探头端部适配器
  - 尺寸, 32
- 探头端部适配器, 35
- 探头端部三脚架, 34
- 产品说明, x
- 编程接口, 12
- 传播延迟, 19
- 量程按钮, 7
- 量程指示器, 7
- 远程编程
  - CH<n>:PRObe?, 49
  - CH<n>:PRObe:FORCEDRange, 50
  - CH<n>:PRObe:AUTOZero EXECute, 49
  - CH<n>:PRObe:COMMAND "CLAMP", 49
  - CH<n>:PRObe:GAIN?, 50
  - CH<n>:PRObe:ID?, 50
  - CH<n>:PRObe:PROPDElay?, 51
  - CH<n>:PRObe:RECDESkew?, 51
  - CH<n>:PRObe:RESistance?, 51
  - CH<n>:PRObe:SET, 49
  - CH<n>:PRObe:UNIts?, 51
  - CH<n>:PROBECOntrol, 51
  - CH<n>:PROBEFunc:EXTAtten, 51
  - CH<n>:PROBEFunc:EXTDBatten?, 51
  - CH<n>:PROBEFunc:EXTUnits, 52
- 重新包装, 47
- RF 燃烧区域, 5
- RF 燃烧, 4
- 安全合规性, 53
- 安全信息, v
- 安全概要, v

自校准

- 自动调零, 13
- 按钮, 8
- 指示器, 8, 12
- 编程, 12
- 要求, 12

自校准, 11

传感器头部, 8

- 描述, xi
- 尺寸, 30
- 标签, 8

传感器端部

- 标签, 9, 16, 18

传感器端部电缆

- 安装, 10
- 选择注意事项, 17

传感器端部电缆, vi, xi, 9

- 弯曲半径, 2

服务, 41

焊接辅助件, 1

焊接辅助件, 39

焊接针安装, 39

技术规格, 25

方针适配器, 11

标配附件, 1

状态指示器, 8

支持的示波器, xi

TCA-VPI50 适配器, xi

测试记录, 48

端部电缆, 9

TIVM02, xi

TIVM02L, xi

TIVM05, xi

TIVM05L, xi

TIVM1, xi

TIVM1L, xi

三脚架, 33

故障排除, 45

用户服务, 41

质保维修服务, 41