

技术参考

Tektronix

P7313

12.5 GHz 5X/25X

差分探头

071-1708-01

版权所有 © Tektronix, Inc. 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（包括已取得和正在申请的专利权）的保护。本手册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、TEK 和 TekConnect 是 Tektronix, Inc. 的注册商标。

Velcro 是 Velcro Industries B.V 的注册商标。

Tip-Clip 和 iLink Tool Set 是 Tektronix, Inc. 的商标。

Tektronix 联系信息

Tektronix, Inc.
14200 SW Karl Braun Drive
P.O. Box 500
Beaverton, OR 97077
USA

有关产品信息、销售、服务和技术支持信息：

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

目录

常规安全性概要	v
简介	1
工作原理	3
输入电压限制	3
最大输入电压	3
工作电压窗口	4
差模信号范围	4
共模抑制	4
最大化带宽的探测方法	5
输入阻抗和探头负载	6
附件的电气效果	7
参考	9
单端测量	9
差分测量	10
共模抑制比	10
估算 CMRR 误差	11
输入阻抗对 CMRR 的影响	11
串行总线标准	12
技术规格	13
保证特性	13
典型特性	14
额定特性	17
Tip-Clip 组件技术规格	18
性能验证	25
必需的设备	25
必需的特殊适配器	27
设备设置	28
输出偏置电压	30
直流增益精确度	31
在 5X 衰减时的增益检查	31
在 25X 衰减时的增益检查	32
上升时间	33
连接到探头校准夹具	33
在 25X 衰减时的上升时间检查	35
测试记录	39
用户服务	41
探头 / 适配器 / 示波器兼容性	41
错误情况	41
替换部件	41
运输准备	42

图

图 1: 动态范围 4

图 2: HBW 直花线、8 密耳导线 Tip-Clip 组件 5

图 3: 典型探头输入端模型 6

图 4: 差分放大器的简化模型 10

图 5: 典型共模抑制比（5X 衰减） 15

图 6: 探头和 Tip-Clip 尺寸 16

图 7: TekConnect 到 SMA 适配器 27

图 8: 探头校准夹具 27

图 9: 预备测试设置 28

图 10: 输出零偏置测试的设置 30

图 11: 直流增益精确度设置 31

图 12: 反转探头输入端的电源极性 32

图 13: Tip-Clip 脱开器 33

图 14: 探头校准夹具和探头 34

图 15: 测试系统上升时间设置 35

图 16: 设置 TDR 参数 36

图 17: 测试探头上升时间设置 37

表

表 1: 偏置范围 9

表 2: 串行总线标准 12

表 3: 保证电气特性 13

表 4: 典型电气特性 14

表 5: 典型机械特性 16

表 6: 额定电气特性 17

表 7: 测试设备 25

表 8: 差分探头兼容性问题 41

常规安全性概要

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。为避免可能的危险，请务必按照规定使用本产品。

只有合格人员才能执行维修过程。

使用此产品时，您可能需要接触到系统的其他部分。有关操作本系统的警告和注意事项，请阅读其他系统手册中的 *常规安全性概要*。

避免发生火灾 或人身伤害

正确连接并正确断开连接。在探头连接到待测试电路之前，先将探头输出端连接到测量仪器。在断开探头和测量仪器的连接之前，先断开探头输入端和待测试电路的连接。

查看所有终端额定值。为避免火灾或电击的危险，请遵照产品上所有的额定值和标记说明。在对产品进行连接之前，请首先查阅产品手册，了解有关额定值的详细信息。

对任何终端（包括公共终端）施加的电压不要超过该终端的最大额定值。

请勿开盖操作。外盖或面板打开时请勿操作本产品。

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。如果怀疑此产品已损坏，可请合格的维修人员进行检查。

请勿在潮湿环境下操作。

请勿在爆燃性空气环境中操作。

请保持产品表面清洁干燥。

符号和术语 **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。

产品上的符号。 以下符号可能出现在产品上：



注意
请参阅手册

简介

本手册讨论 *P7313 12.5 GHz* 和 *P7380 8 GHz 5X/25X* 差分探头用户手册中未涉及或提到的一些主题。

以下是一些简要说明：

- 工作原理 – 包含用户手册中未提到的探头详细信息。
- 参考 – 包含差分测量以及如何提高测量精确度的信息。
- 技术规格 – 包含探头和探头 Tip-Clip 组件的保证的、典型的和额定特性。
- 性能验证 – 说明验证保证的技术规格的过程。
- 用户服务 – 说明故障排除和探头维护。

工作原理

本节讲述操作注意事项和探测方法。有关差分测量和共模抑制比 (CMRR) 的详细信息，请参阅第 9 页上的参考一节。

P7313 探头针对高带宽进行了优化，它不是通用探头。该探头的头部和端部按照电气特性和伸进密集线路的要求做了微型化处理，因而使用时务必小心谨慎。



注意： 为防止损坏探头，操作探头时应该小心。使用不当或不慎都可能会损坏探头。

输入电压限制

P7313 差分探头设计用于探测低压电路。在探测电压之前，应考虑最大输入电压、共模信号范围和差模信号范围的限制。有关具体限制，请参阅第 14 页。

最大输入电压

最大输入电压是输入端可承受而不会损坏探头输入电路的接地电压最大值。



注意： 为避免损坏 P7313 差分探头的输入端，切勿在输入端之间或任一探头输入端和地线之间施加高于 $\pm 15\text{ V}$ （直流 + 交流峰值）的电压。

工作电压窗口 工作电压窗口规定了，在探头输入电路不致饱和的情况下，可以施加到每个输入端的对地电压的最大值。请参阅图 1。即使符合差模技术规格，超出工作电压窗口的共模电压也可能会产生错误的输出波形。有关技术规格，请参阅第 14 页。

差模信号范围 差模信号范围是探头可接受且不会造成信号失真的正负输入端之间的最大电压差值。由于电压过高造成的失真可能会造成“剪断”或其他不准确测量结果。在 5x 和 25x 衰减器设置下差模信号范围（探头动态范围）的值不同，如图 1 所示。有关技术规格，请参阅第 14 页。

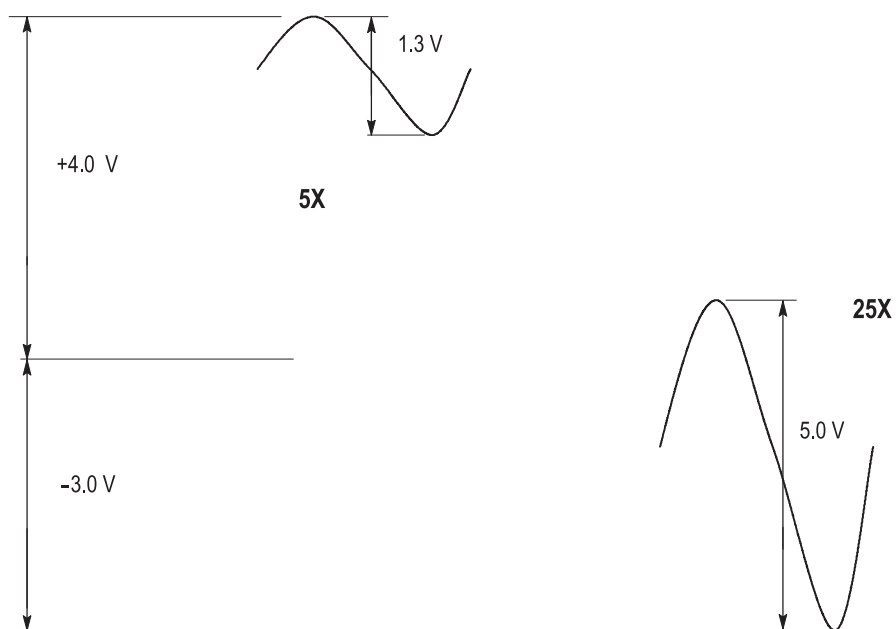


图 1：动态范围

共模抑制

共模抑制比 (CMRR) 表示探头抑制两个输入端共有信号的能力。更准确地讲，CMRR 是差模增益与共模增益之比。此比值越高，则抑制共模信号的能力就越强。CMRR 随频率而变化，通常随频率的增高而降低。有关 CMRR 的其他信息，请参阅第 15 页。

最大化带宽的探测方法

当探头通过 HBW 直花线、8 密耳导线 Tip-Clip 组件（如图 2 所示）直接施加于电路时，探头带宽最高。当 Tip-Clip 导线长度被缩短到大约 50 至 75 密耳时，该 Tip-Clip 组件达到最高带宽。然而，使用探头附带的其他附件来完成某些探测任务可能更容易一些，尤其是对于那些不需要全部带宽的探测应用。有关每种 Tip-Clip 的带宽性能，请参阅从第 18 页开始介绍的 Tip-Clip 组件技术规格。

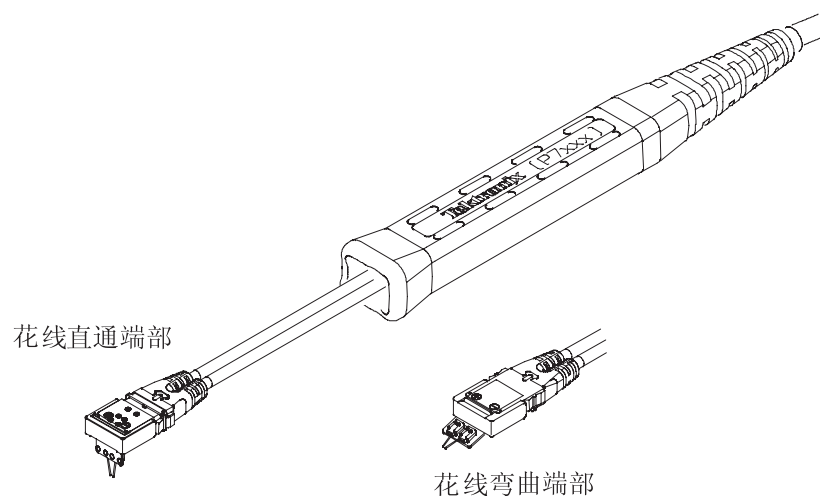


图 2：HBW 直花线、8 密耳导线 Tip-Clip 组件

输入阻抗和探头负载

将探头输入端连接到电路时，即为此电路引入了新的阻抗、电容和电感。差分探头的每个输入端均有一个 $50\text{ k}\Omega$ 的对地特性输入阻抗。

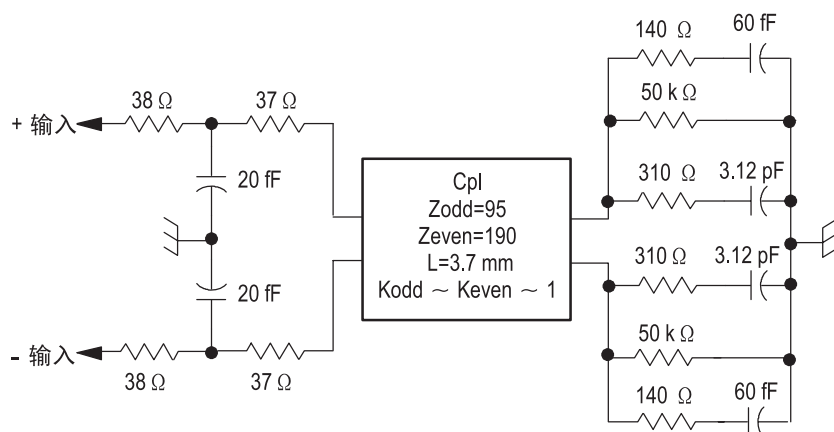


图 3：典型探头输入端模型

对于具有低的源阻抗和频率的信号而言，每个输入端上的 $50\text{ k}\Omega$ 输入阻抗足以阻止输入端载入信号源。随着输入端上信号源阻抗的增加，探头将载入更多的信号源并减小信号幅度。源阻抗越大，信号频率越高，则更需要考虑这些因素。请参阅图 3。

信号的频率也会影响信号测量。随着信号频率的增高，探头的输入阻抗降低。探头阻抗相对于信号源阻抗越低，探头就会越多地载入待测电路并减小信号幅度。有关输入阻抗与频率的关系图，请参阅从第 18 页开始介绍的 Tip-Clip 组件技术规格。

附件的电气效果

探头随附的 **Tip-Clip** 附件有助于连接不同类型的元件。**Tip-Clip** 附件的目的是作为系统提供最优性能。每个 **Tip-Clip** 附件都有不同的特性。虽然这些附件使连接更轻松，但应注意，您选择的 **Tip-Clip** 附件可能会影响所测量的信号，这种影响取决于多种因素，包括信号频率、源阻抗和导线长度。有关 **Tip-Clip** 的详细信息，请参阅第 13 页上的 *技术规格*。

参考

本节提供有关差分测量以及如何增加测量精确度的重要参考信息。

单端测量

差分探头（如 P7313 差分探头）在其动态和偏置电压范围限制内可以用于单端测量。单端探头（如 P7260）的偏置范围一般比相应的差分探头要大（请参阅表 1）。

表 1：偏置范围

探头	直流偏置, 5X	动态范围, 5X	直流偏置, 25X	动态范围, 25X
P7240	+/- 5 V	---	---	---
P7313 差分探头	+4 V, -3 V	1.25 V _{pp}	+4 V, -3 V	5 V _{pp}

差分探头适合于参考电压不是接地电压的一类单端测量：

- SSTL_{1,2}: $V_{TT}, V_{REF} = V_{DD}/2$
- PECL: $V_{REF} = V_{CC}-1.3$

要测量此类单端信号，请将 P7313 差分探头的负极输入端连接到 V_{REF} 。无论 V_{REF} 相对其额定值有任何交流或直流变化，这些应用中的差分探头均显示真实信号。而以接地端为基准的单端探头显示的则是信号加 V_{REF} 中的变化值。

也可以使用差分探头对单端信号或差分信号（例如 PCI Express 或 Serial ATA）进行以接地端为基准的单端测量。要测量以接地端为基准的单端信号，请将 P7313 探头的负极输入端接地。

差分信号的单端测量用于测量共模电压和检查差分信号对称性。

差分测量

差分探头不需要通过以接地端为基准来克服单端约束。在多数测量应用中，差分探头的平衡输入可提供更好的灵活性和性能。

为差分测量设计的器件可避免单端系统出现的问题。这些器件包括各种差分探头、差分放大器和隔离器。

差分放大器（图 4）用于进行差分测量，这些测量抑制各输入端共有的任何电压，而放大输入端之间的任何电压差。两个输入端共有的电压通常称为共模电压 (V_{CM})，不同的电压称为差模电压 (V_{DM})。

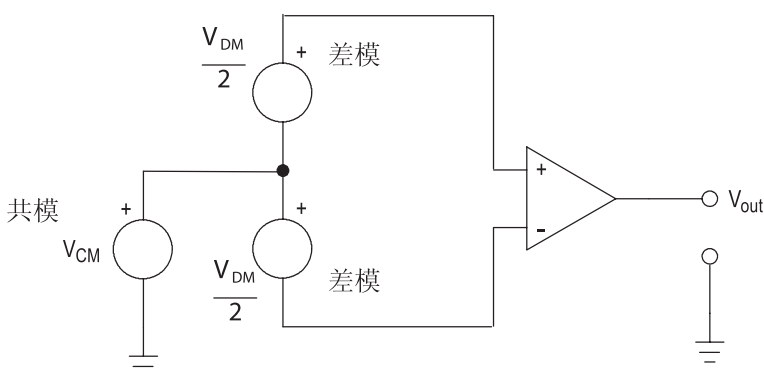


图 4：差分放大器的简化模型

共模抑制比 差分放大器不能抑制所有的共模信号。差分放大器抑制共模信号的能力以共模抑制比 (CMRR) 来表示。CMRR 是差模增益 (A_{DM}) 除以共模增益 (A_{CM}) 所得的结果。它表示为比率或以分贝 (dB) 表示。

$$\text{CMRR} = \frac{A_{DM}}{A_{CM}} \quad \text{dB} = 20 \log \frac{A_{DM}}{A_{CM}}$$

CMRR 通常在直流情况下最高（最好），并随着频率增高而变差。

估算 CMRR 误差

第 15 页上的图 5 给出了 P7313 差分探头的 CMRR。此下降图假设使用正弦共模信号。

将两根导线同时接到电路中的同一点，是当共模信号非正弦时估算 CMRR 误差幅度的一种快捷方法。示波器仅显示没有被探头完全抑制的共模分量。虽然这种方法不能实现准确测量，但可以确定共模误差信号的幅度是否很大。使探头 Tip-Clip 导线长度相同可以最大程度提高探头的 CMRR。

输入阻抗对 CMRR 的影响

对于给定的源阻抗失衡，探头的输入阻抗相对源阻抗越低，CMRR 就越低。驱动两个输入端的源阻抗的差值降低了 CMRR。注意，单端测量通常会造成不对称的源阻抗，这会降低差模 CMRR。

串行总线标准

表 2 列出了使用 P7313 差分探头测量的一些常见高速数据通信标准。

表 2: 串行总线标准

串行总线数据速率	时钟频率	三次谐波	五次谐波
Infi ni Band 2.5 Gb/ s	1.25 G3.75	3.75 GHz	6.25 GHz
PCI Express 2.5 Gb/ s	1.25 GHz	3.75 GHz	6.25 GHz
SATA II 3.0 Gb/ s	1.50 GHz	4.50 GHz	7.50 GHz
XAUI 3.125 Gb/ s	1.56 GHz	4.69 GHz	7.81 GHz
Fibre Channel 4.25 Gb/ s	2.125 GHz	6.375 GHz	10.625 GHz
FB-DIMM 4.8 Gb/s	2.4 GHz	7.2 GHz	12.0 GHz
PCI -express II 5.0 Gb/ s	2.5 GHz	7.50 GHz	12.5 GHz
SATA III 6.0 Gb/ s	3.0 GHz	9.0 GHz	15.0 GHz
2x XAUI 6.25 Gb/ s	3.125 GHz	9.375 GHz	15.625 GHz
Fibre Channel 8.5 Gb/ s	4.25 GHz	12.75 GHz	21.25 GHz
XFI 10.0 Gb/ s	5.0 GHz	15.0 GHz	25.0 GHz

技术规格

表 3 到 6 中的技术规格适用于安装在任何 TekConnect 仪器或 Tektronix 80A03 TekConnect 适配器上的 P7313 差分探头。将探头用于另一个示波器时，此示波器必须具有 50Ω 的输入阻抗。探头必须经过至少 20 分钟的暖机时间，且所处环境不能超出表 3 所列限制。P7313 差分探头的技术规格分为三类：保证特性、典型特性和额定特性。

保证特性

保证特性（表 3）说明了在容限内或特定测试类型要求下保证达到的性能。表 3 中核选的保证特性标有 ✓ 符号。

表 3：保证电气特性

特性	说明
✓ 直流衰减精确度	±2%
✓ 输出零值	±3 mV（+20 至 +30 °C、+68 至 +86 °F）(5X) ±15 mV（示波器上） ±3 mV（+20 至 +30 °C、+68 至 +86 °F）(25X) ±75 mV（示波器上）
✓ 上升时间	<40 ps（仅探头，HBW 直花线、8 密耳导线、Tip-Clip 组件），其他所有 Tip-Clip 组件均为典型值
温度	工作状态：0 至 +40 °C（+32 至 +104 °F）， 非工作状态：-55 至 +75 °C（-131 至 +167 °F） ¹
湿度	工作状态：0-90% RH，+0 至 +40 °C（+32 至 +104 °F）测得 非工作状态：0-90% RH，-55 至 +75 °C（+67 至 +167 °F）测得

¹ 请参阅下面的警告。



警告： 为避免高温烫伤，切勿在非工作状态温度超过 +75 °C (+167 °F) 时用手直接触摸探头。处理之前应充分冷却探头。

典型特性

典型特性（表 4 和 5）说明典型但非保证的性能。

表 4：典型电气特性

特性	说明
差分输入阻抗，直流耦合	104 k Ω $\pm$ 2%
共模输入阻抗，直流耦合	52 k Ω $\pm$ 1 k Ω
差分偏置范围	-3.0 V 至 +4 V
噪声	< 31 nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$ (5X)
	< 75 nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$ (25X)
输入阻抗	有关详细信息，请参阅从第 18 页开始介绍的 Tip-Clip 组件。
带宽	有关详细信息，请参阅第 18 页开始介绍的 Tip-Clip 组件。 (+2.0dB, -3 dB)，环境温度范围为 20 °C 至 30 °C
小信号上升时间	有关详细信息，请参阅第 18 页开始介绍的 Tip-Clip 组件。环境温度范围为 20 °C 至 30 °C
共模抑制比	请参阅图 5 > DC -1 MHz 时为 50 dB（直流时测得） > 1 GHz 时为 35 dB > 6 GHz 时为 20 dB > 12.5 GHz 时为 15 dB
最大无损输入电压	$\pm$ 15 V _(直流 + 交流峰值) ，输入端之间或任一探头输入端和地之间。
差分信号范围（直流耦合）	$\pm$ 0.625 V，衰减设置为 5X 时 $\pm$ 2.0 V，衰减设置为 25X 时
工作电压窗口	-3.0 V 到 +4.0 V，在 5X 或 25X 下
线性	$\pm$ 0.75%，在 5X 下的 -0.625 V 至 +0.625 V 的动态范围上 $\pm$ 1.0%，在 25X 下的 -2.0 V 至 +2.0 V 的动态范围上
直流偏置漂移	50 $\mu\text{V}/^{\circ}\text{C}$ （在探头输出端） 0.25 mV/ $^{\circ}\text{C}$ （通过 TekConnect 接口显示在屏幕上）
直流电压测量精确度	$\pm$ (输入的 2% + (偏置的 2%) + 50 mV + 7.5 mV) 5X $\pm$ (输入的 2% + (偏置的 2%) + 50 mV + 40 mV) 25X

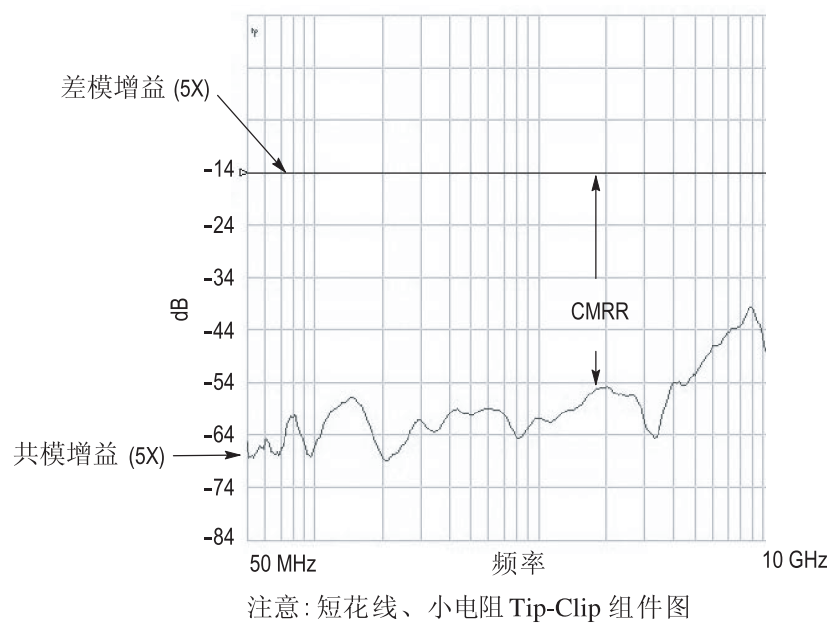


图 5: 典型共模抑制比 (5X 衰减)

表 5: 典型机械特性

特性	说明
尺寸, 补偿盒	107 mm × 41 mm × 26 mm (4.2 in × 1.6 in × 1.0 in)
尺寸, 探头顶部	19.43 mm × 3.30 mm × 7.6 mm (0.765 in × 0.130 in × 0.300 in)
尺寸, 电缆长度	1.2 m (47 in) (从探头顶部到补偿盒)
单位重量	1.550 g (3.1 lbs) (探头、附件和包装)

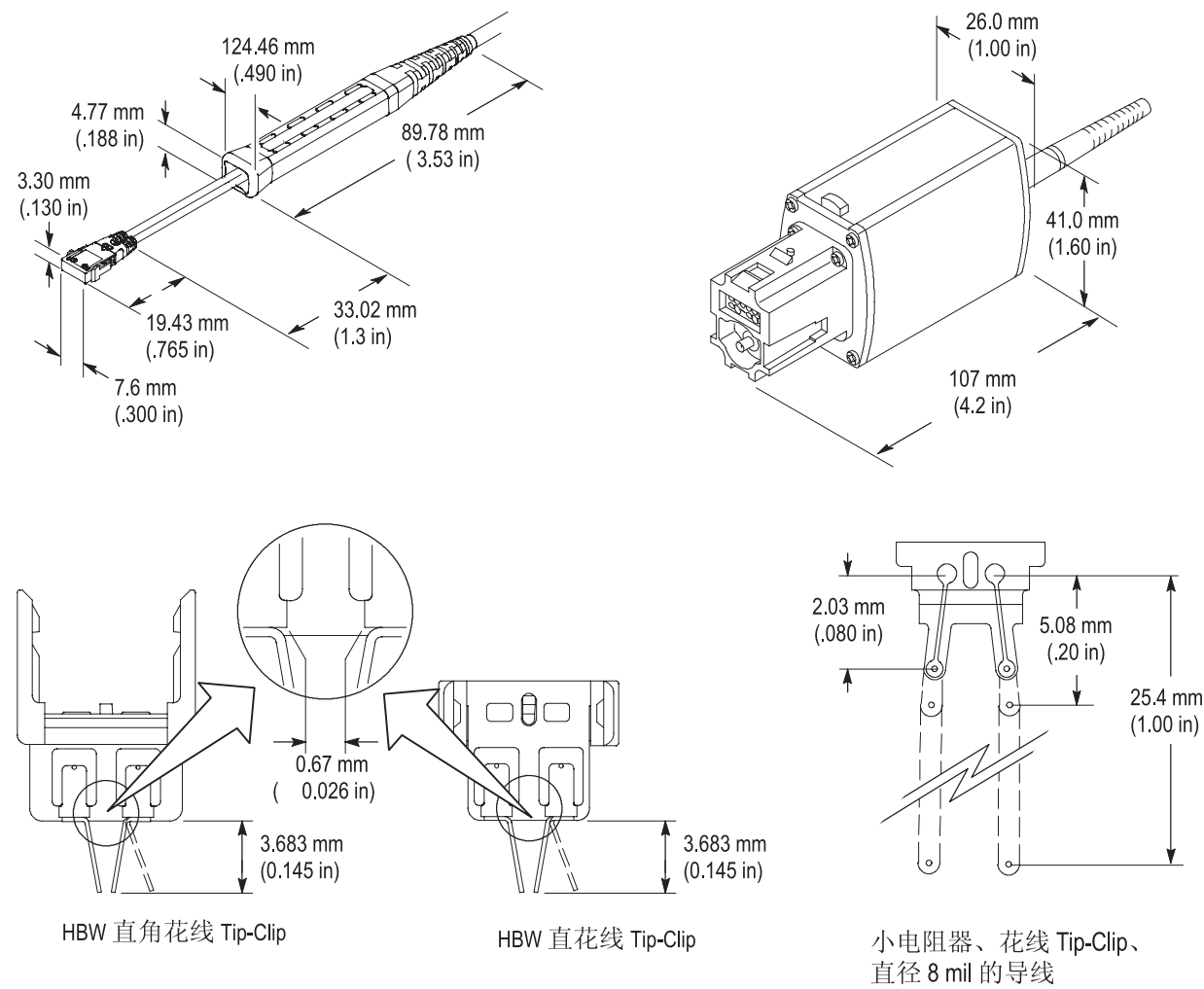


图 6: 探头和 Tip-Clip 尺寸

额定特性

额定特性（表 6）说明保证特性，但这些特性没有容限限制。

表 6: 额定电气特性

特性	说明
输入配置	差分（两个输入端，+ 和 -）
输出耦合	直流
衰减设置	5X 和 25X
终端	将输出端终接到 50 Ω

Tip-Clip 组件技术规格

注意：除非另行说明，以下 Tip-Clip 组件的所有技术规格均为典型特性。

HBW 直花线、8 密耳导线、Tip-Clip 组件
Tektronix 部件号：

020-2639-XX （数量 10）

020-2657-XX （数量 5）

带宽：>12.5 GHz

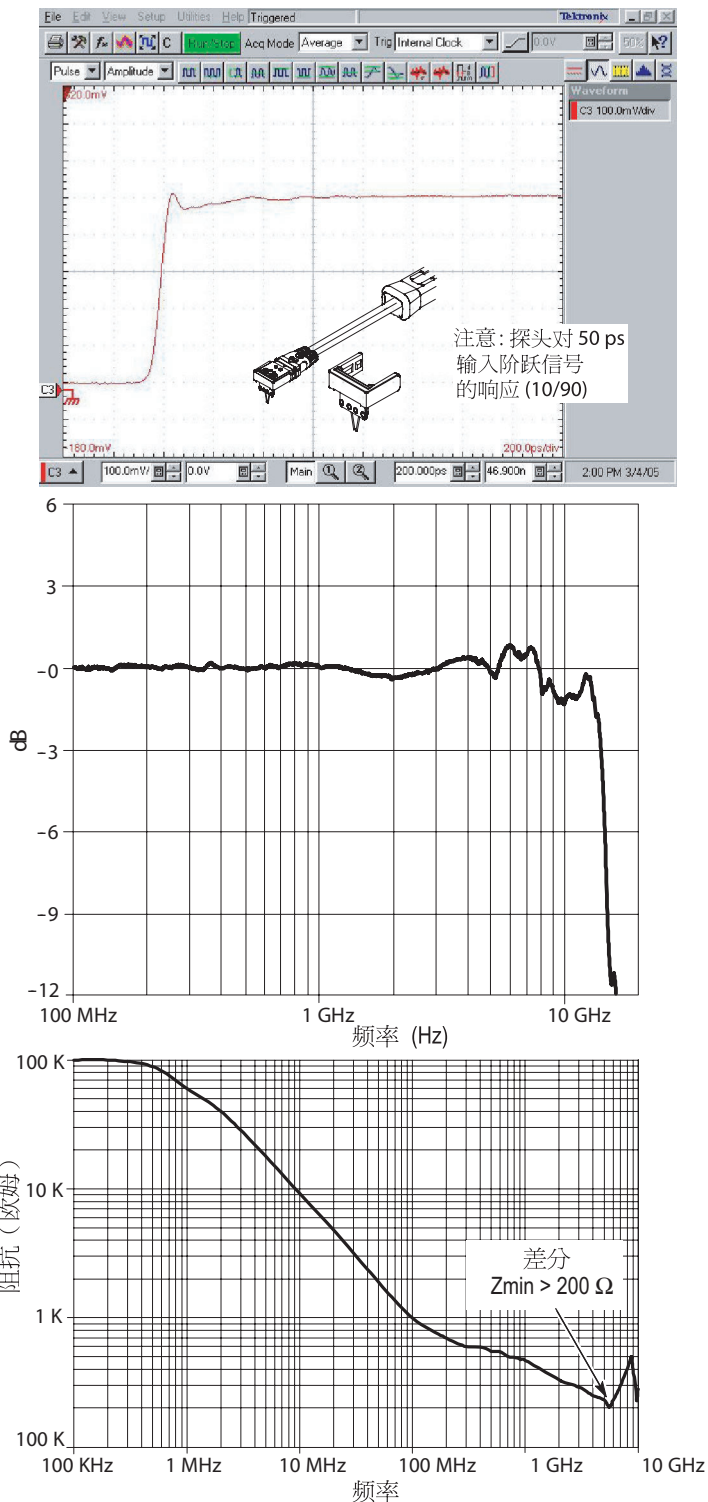
10/90 上升时间：<40 ps

20/80 上升时间：<25 ps

* 保证特性

负载：差分 $Z_{\text{MIN}} > 200 \Omega$ 至 10 GHz

带宽高且信号保真度良好，非常适合连接到大元件。



HBW 直角花线、8 密耳导线、Tip-Clip 组件

Tektronix 部件号:

020-2638-XX (数量 10)

020-2656-XX (数量 5)

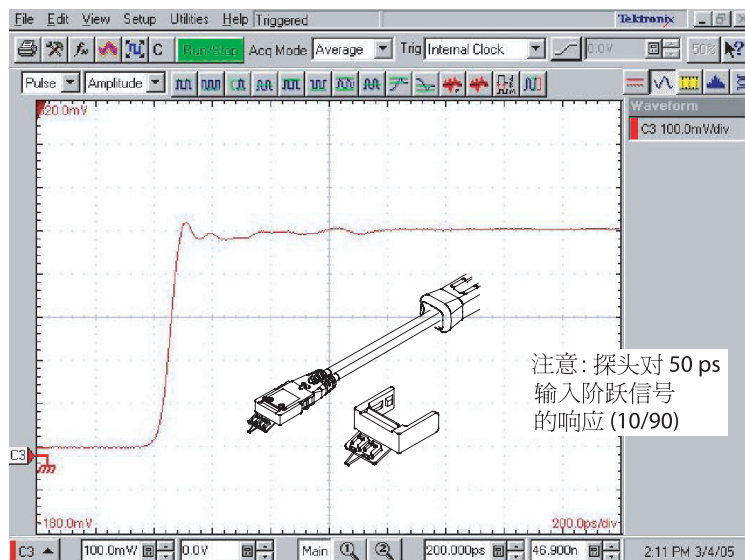
带宽: >12 GHz

10/90 上升时间: <42 ps

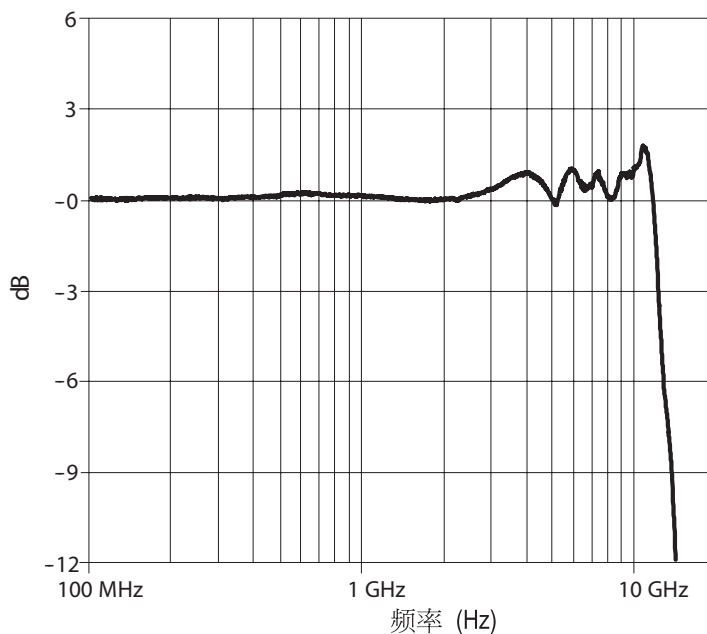
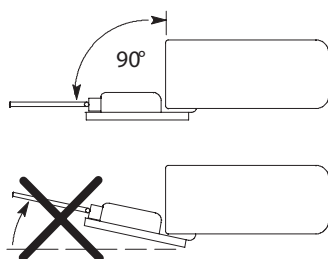
20/80 上升时间: <27 ps

负载: 待公布

HBW Tip Clip 组件的最佳探头负载。使用电线替换包, 可以灵活地将 8<:hs> 密耳或 4 密耳电线焊接到小的旁路孔。



警告: 不要将花线弯过 90°, 以免给花线施加过大压力。可能导致花线接触不良。



短花线、小电阻、 Tip-Clip 组件

Tektronix 部件号: 020-2600-XX

带宽: >8.0 GHz

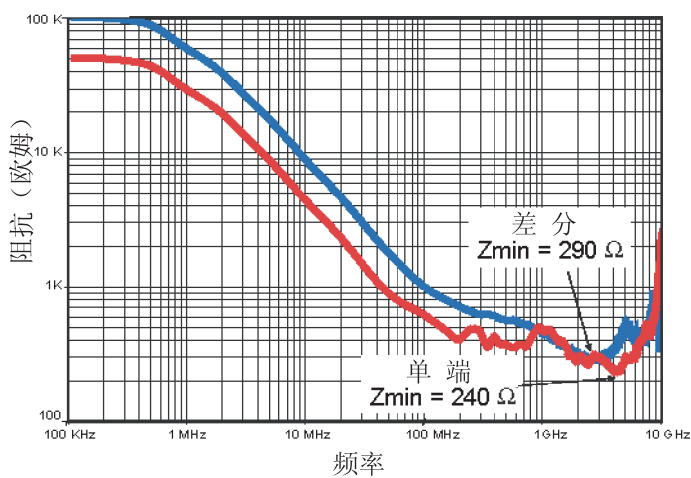
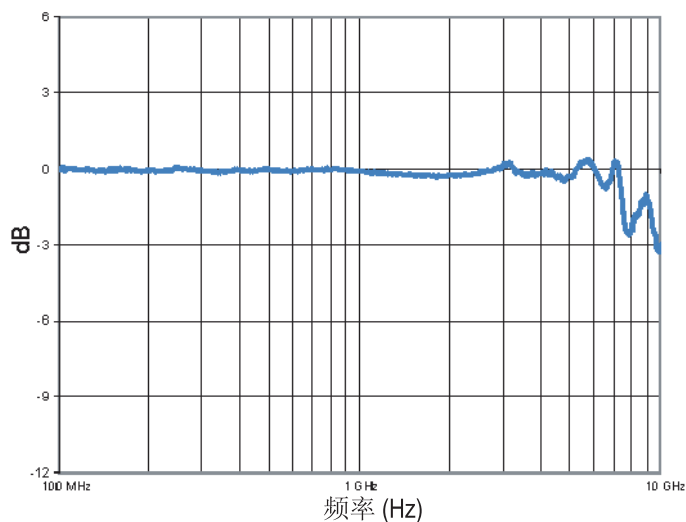
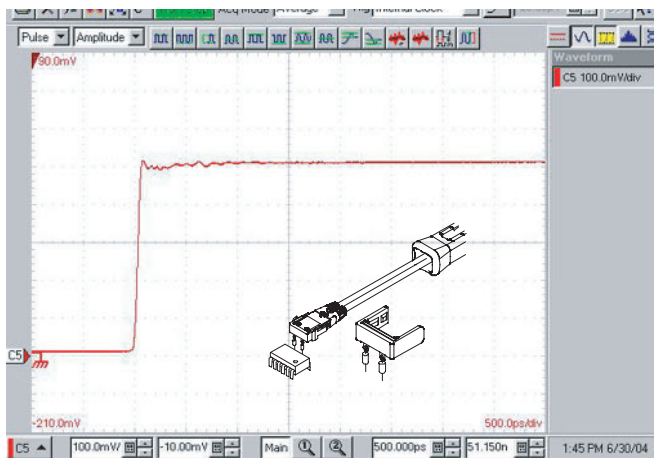
10/90 上升时间: <55 ps*

20/80 上升时间: <35 ps

* 保证特性

负载: 差分 Z_{MIN} 290 Ω 至 8 GHz

最佳总体信号保真度。小电阻非常适合于连接到小的旁路孔和密脚电路。



中花线、小电阻、Tip-Clip 组件

Tektronix 部件号: 020-2602-XX

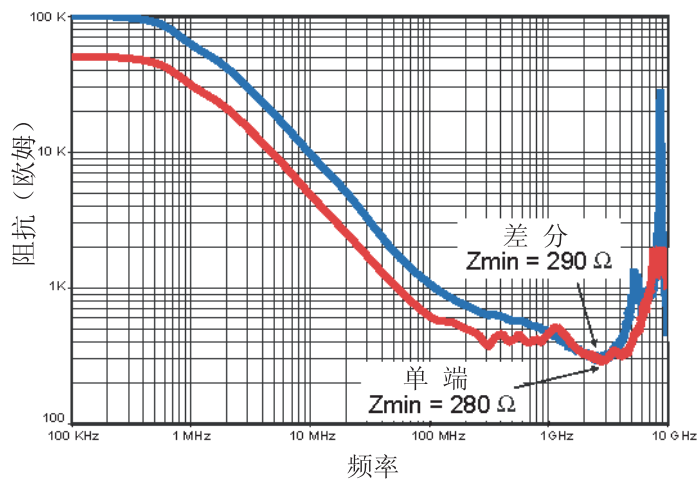
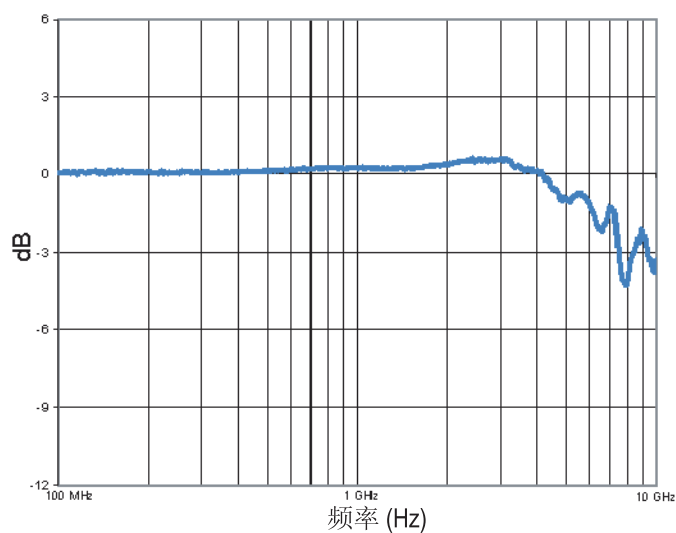
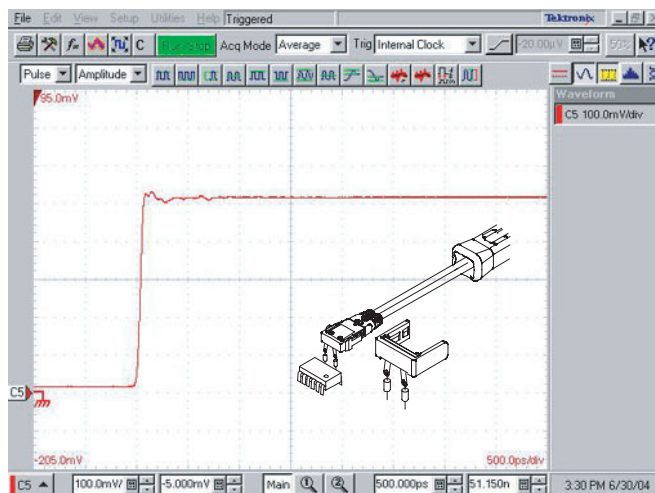
带宽: >7.0 GHz

10/90 上升时间: <55 ps

20/80 上升时间: <35ps

负载: 差分 Z_{MIN} 290 Ω 至 8 GHz

当连接到较小器件或电路板旁路孔时, 可实现易用性和最高性能之间的良好折衷。



长花线、小电阻、Tip-Clip 组件

Tektronix 部件号: 020-2604-XX

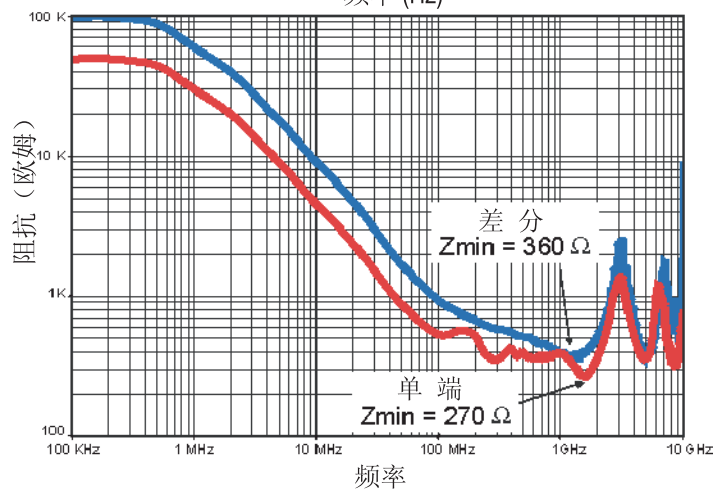
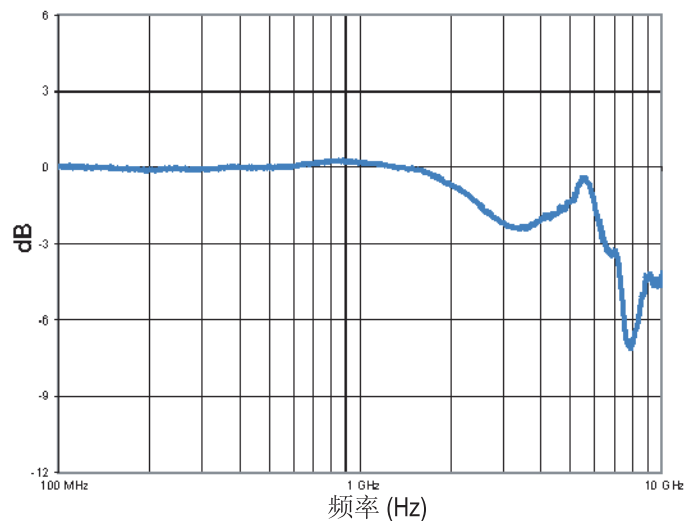
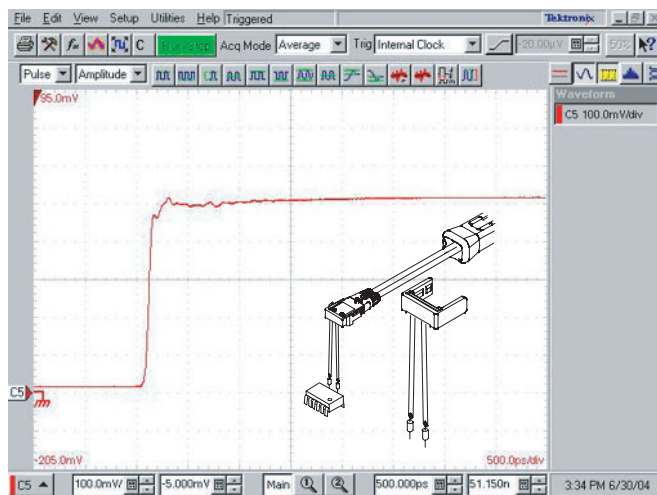
带宽: >6.0 GHz

10/90 上升时间: <130 ps

20/80 上升时间: <40 ps

负载: 差分 Z_{MIN} 360 Ω 至 8 GHz

具有良好的阶跃响应, 连接距离更长。
用于连接难以达到的小旁路孔和密脚电路。
便于调整大小以适合 DIMM 模块。
建议不将其用于高于 4 GHz 的信号。



方针,

Tip-Clip 组件

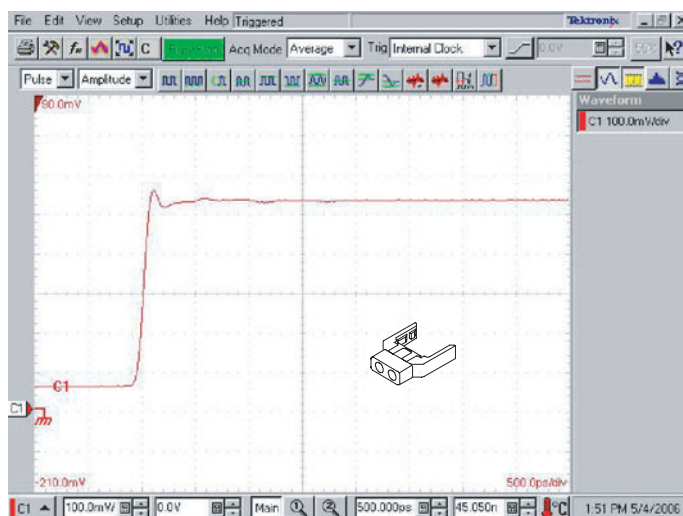
Tektronix 部件号: 020-2701-XX

带宽: >6.0 GHz

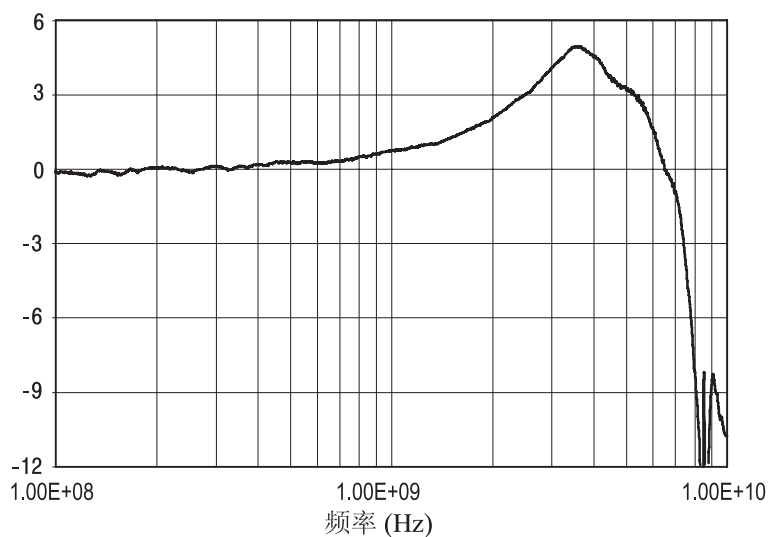
10/90 上升时间: <70 ps

20/80 上升时间: <50 ps

使用方针 Tip-Clip 组件探测中心间隔为 0.1 英寸, 口径为 0.025 英寸的方针。方针对于高速电信号而言, 不是理想的传输路径。因此对于其速度大于 100 ps 或 3 GHz 的信号, 不建议使用方针。



方针 Tip-Clip 组件使用长度为 0.34 英寸的方针测量上升时间为 100 ps 的差分信号。



方针 Tip-Clip Assembly 组件对于长度为 0.34 英寸的方针的频率响应。

可变间距 Tip-Clip 组件

Tektronix 部件号: 020-2596-XX

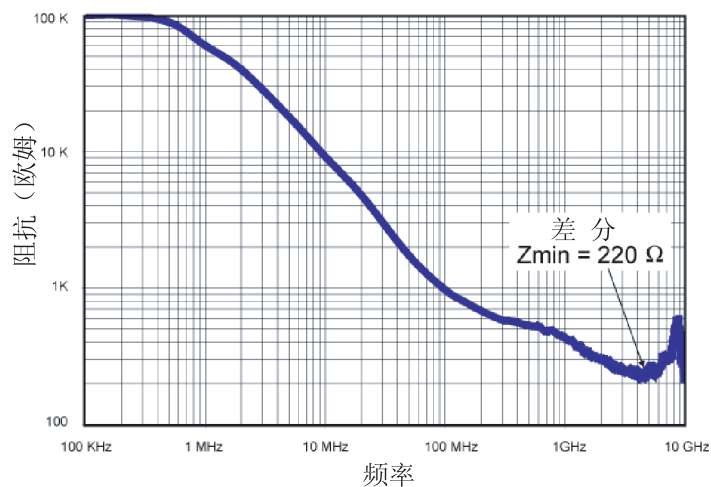
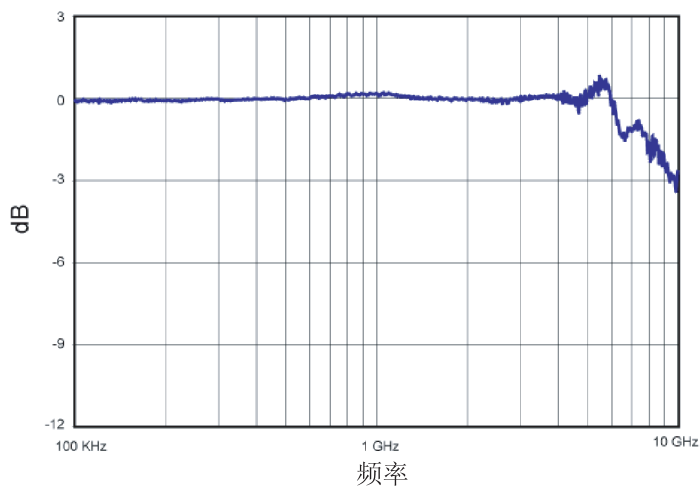
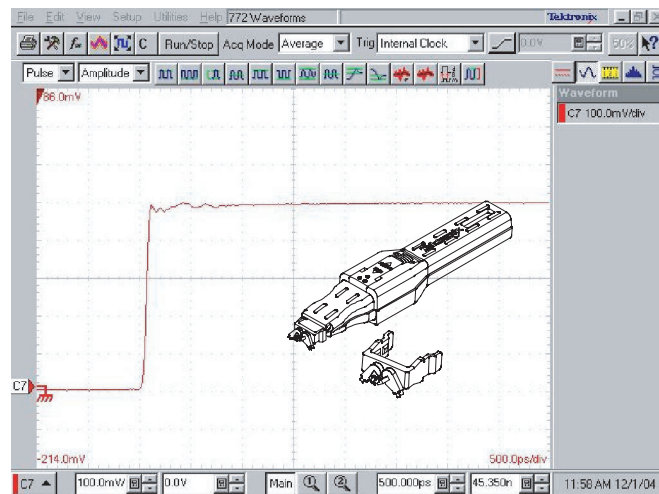
带宽: >8 GHz

TR: 10/90 <55 ps, 20/80 <35 ps

负载: 差分 Z_{MIN} 220 Ω 至 8 GHz

可变间距 Tip-Clip 组件用于探测间距在 0.020 in 到 0.180 in 之间的测试点。

操作活动针脚时要小心。

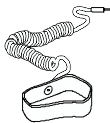


性能验证

下列过程用来验证 P7313 差分探头的保证输出偏置电压、直流衰减精确度和上升时间技术规格。建议校准时间间隔为一年。



注意： 为防止静电放电 (ESD) 损坏探头，使用探头时一定要佩戴防静电腕带（随探头提供），并在静电值符合要求的工作间进行操作。



必需的设备

表 7 列出了性能验证过程必需的设备。连接器的类型和数量取决于您使用的具体设备。

表 7：测试设备

说明和数量	性能要求	推荐示例 ¹
取样示波器		Tektronix TDS8200 系列
取样模块	20 GHz 带宽	Tektronix 80E03 或 80E04
脉冲生成器	<25 ps 上升时间	Tektronix 80E04 TDR
取样头扩展电缆	1 米	012-1568-00
带半刚性电缆的 TekConnect 探头接口模块	固件版本 V2.0 及更高版本	Tektronix 80A03，带 174-4857-XX 电缆
TekConnect 到 SMA 适配器	请参阅第 27 页	Tektronix TCA-SMA
DMM (2)，带导线	0.1 mV	Fluke 187 或等效设备
双电源	5.0 VDC (200 mA)	B+K Precision 1760A 或等效设备
同轴电缆	针型到针型 BNC， 50 Ω	012-0057-XX
测试导线	香蕉插头，红色	012-0031-XX
测试导线	香蕉插头，黑色	012-0039-XX
测试导线 (2)	带测试夹的微型柱塞	Mueller BU-1120

表 7：测试设备（续）

说明和数量	性能要求	推荐示例 ¹
适配器	BNC(M) 到微型钩	013-0342-XX
适配器	SMA 针型到 BNC 孔型	015-1018-XX
适配器	SMA 针型到针型	015-1011-XX
通过终端馈入	BNC, $50\ \Omega \pm 0.05\ \Omega$	011-0129-XX
探头校准夹具	请参阅第 27 页	067-1616-XX
长花线、小电阻、Tip-Clip 组件	请参阅第 20 页	020-2604-XX ²
HBW 直花线、8 密耳导线、Tip-Clip 组件	请参阅第 18 页	020-2639-XX ²
SMA 扭矩扳手	5/16-in, 7 in-lb。	
镊子	有关卸下探头端部的信息（请参阅第 34 页）。	

¹ 九位数字部件号 (xxx-xxxx-xx) 是 Tektronix 部件号。

² 探头附带的标准附件。

- **可选工具。**使用扭矩扳手满足说明中列出的扭矩额定值，可以保证可靠地进行连接。

必需的特殊适配器

表 7 中列出的某些适配器只能从 Tektronix 获得。以下各页说明了这些适配器。

TekConnect 到 SMA 适配器

通过 TekConnect 到 SMA 适配器 (Tektronix 部件号 TCA-SMA)，可以将 SMA 电缆或探头连接到 TekConnect 输入端。请参阅图 7。连接适配器和断开适配器的连接的操作与对探头的操作相同。

本适配器是一个示波器附件，可以用于测量应用软件及这些性能验证步骤。

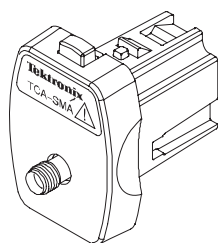


图 7: TekConnect 到 SMA 适配器

探头校准夹具

本手册中的某些步骤使用探头校准夹具，其 Tektronix 部件号为 067-1616-XX。

校准夹具提供了一种测试探头的方法，以进行单端上升时间的测量。通过本夹具前后的 SMA 连接器，可以施加激励信号，通过夹具进行探头接触。

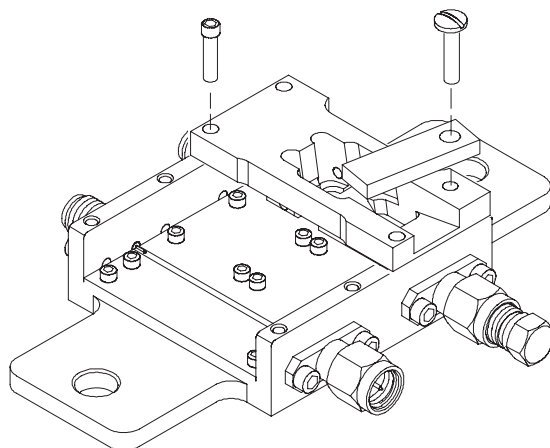


图 8: 探头校准夹具

设备设置



注意: 为防止静电放电 (ESD) 损坏探头, 使用探头时一定要佩戴防静电腕带 (随探头提供), 并在防静电工作台上进行操作。



在按顺序执行下列验证过程之前，请关闭 TDS 8200 示波器。

使用以下步骤设置设备并进行预热以测试探头。

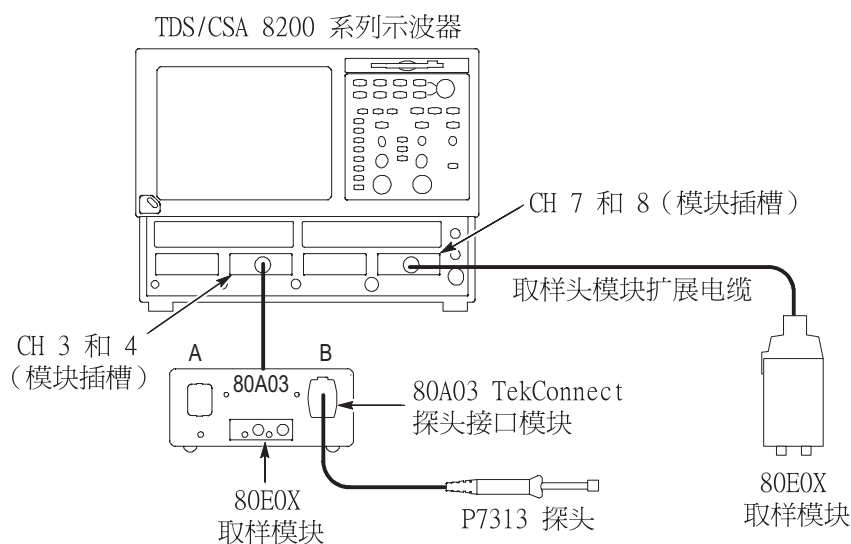


图 9: 预备测试设置

1. 将 80A03 TekConnect 探头接口连接到 TDS 8200 示波器的通道 3 和通道 4 插槽。请参阅图 9。
2. 将 80E0X 取样模块连接到 80A03 TekConnect 探头接口。此时不要连接半刚性 SMA 电缆。
3. 将探头连接到 80A03 TekConnect 探头接口通道之一。
4. 将取样头模块扩展电缆连接到 TDS 8200 示波器的通道 7 和通道 8 插槽。
5. 将 80E0X 取样模块连接到取样模块扩展电缆的末端。您可以在后续的性能验证过程中，保持取样头模块扩展电缆和模块的连接。

6. 打开示波器并允许有 20 分钟的暖机时间。探头被识别并接通电源后， TekConnect 接口状态 LED 发出绿光。
7. 从 Utilities （辅助功能）菜单中选择 Compensation （补偿），然后按照示波器显示屏中的说明对模块通道 3 和 4 进行补偿并保存补偿。在两个取样模块上完成补偿过程。
8. 影印第 39 页上的测试记录，以记录性能测试结果。

输出偏置电压

注意： 开始这些过程之前，请参阅第 39 页并影印测试记录（如果您还没有影印），然后使用它来记录性能测试结果。

使用以下步骤测试输出偏置电压。

- 1. 如图 10 所示连接设备。
- 2. 将探头插入 80A03 模块（如果尚未插入）。
- 3. 将两条 Tip-Clip 导线短接在一起（请参阅图 10。）建议使用 BNC(m) 到微型钩（黑色）适配器，微型钩不接地。

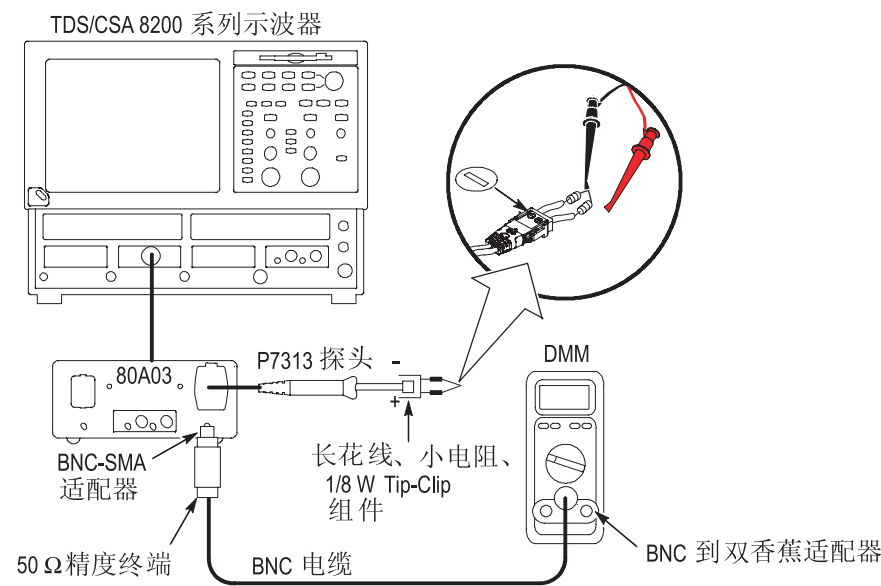


图 10：输出零偏置测试的设置

- 4. 设置万用表，读取直流电压值。
- 5. 验证 5X 和 25X 衰减设置下的输出电压都为 $0V \pm 3.0\text{ mV}$ 。
- 6. 在测试记录上记录结果。

直流增益精确度

此测试检查在 5X 和 25X 衰减设置时探头的直流增益精确度。

在 5X 衰减时的增益检查

1. 将探头衰减设置为 5X。
2. 将带 Tip-Clip 组件的探头连接到电源上，如图 11 所示。用其中一个 DMM 监视源电压。

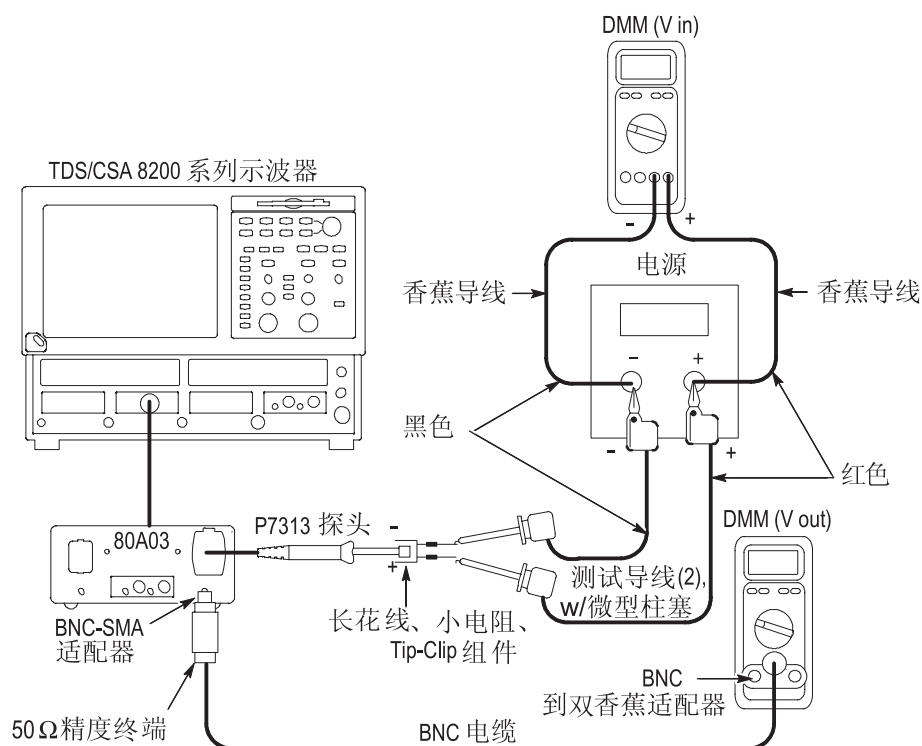


图 11: 直流增益精确度设置

3. 将电源设为约 +0.5 V。在此衰减设置下，这表示探头动态范围的 80%。将此源电压记录为 V_{in1} 。
4. 将输出电压（在第二个 DMM 上）记录为 V_{out1} 。
5. 将测试导线与电源断开连接。保持 DMM 导线连接到适配器上。
6. 将施加在探头输入端上的电压极性反转，方法是交换电源的两组香蕉导线，如图 12 所示。
7. 将实际源电压（现在为负值）记录为 V_{in2} 。

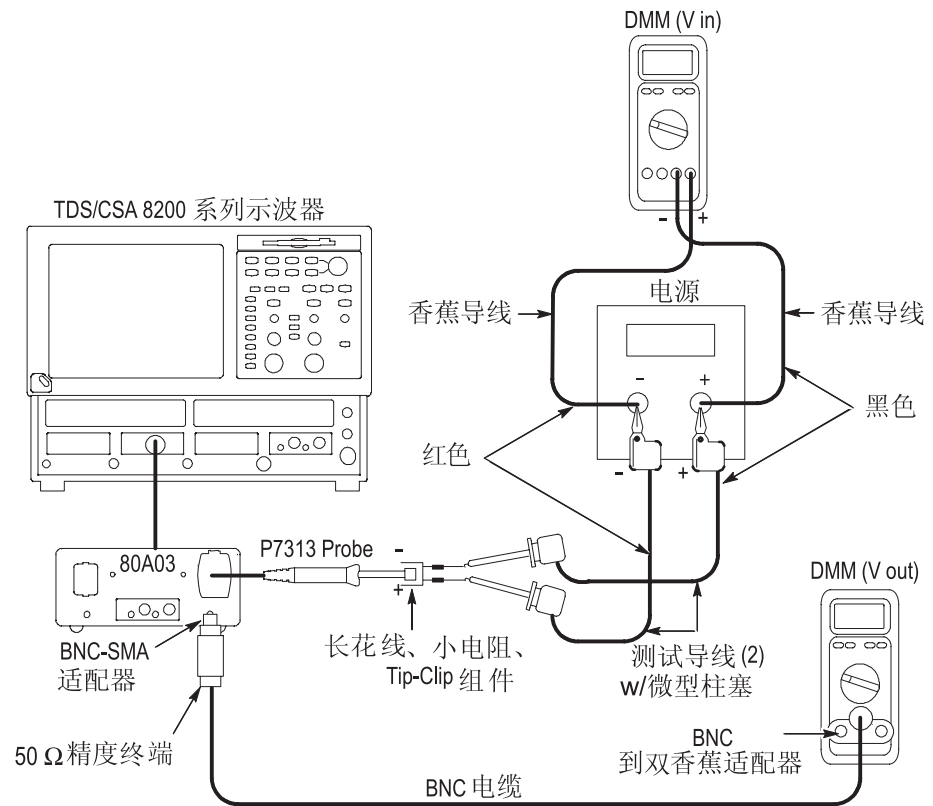


图 12: 反转探头输入端的电源极性

8. 将第二个 DMM 上的输出电压（现在为负值）记录为 V_{out2} 。
9. 按如下方法计算增益: $(V_{out1} - V_{out2}) \div (V_{in1} - V_{in2})$ 。
10. 验证增益是否为 0.2, $\pm 2.0\%$ 。
11. 在测试记录上记录 5X 设置下计算出的增益。

在 25X 衰减时的增益检查

1. 将探头的衰减设置为 25X。
2. 重复步骤 2 到 9, 但在步骤 3 中, 将电源设置为 1.6 V。
3. 验证增益是否为 0.04, $\pm 2.0\%$ 。
4. 在测试记录上记录计算出的增益。

上升时间

此过程验证探头是否符合上升时间规格。将测量两个上升时间；一个是只有测试系统时的上升时间，另一个是测试系统带探头时的上升时间。使用这两个测量值计算探头上升时间。

本测试使用 80E0X 取样模块的 TDR 功能作为快速上升时间信号源。将使用 80A03 TekConnect 探头接口和 80E03 或 80E04 取样头模块进行上升时间测量。尽管以下过程将测量功能分配给特定的示波器通道，但是任何有效的通道组合都是可以使用的。

此测试将检查两个探头衰减设置。

如果以前未使用过校准夹具，请阅读第 34 页上的[连接探头校准夹具](#)。

连接到探头校准夹具

按照以下说明连接或断开探头校准夹具。



注意： 为了防止在从夹具上取下探头端部时对其造成损坏，必须先在探头端部装上 Tip-Clip 脱开器，再将其连接到校准夹具。探头端部上没有 Tip-Clip 脱开器时，将难以将其取下。请参阅图 13。

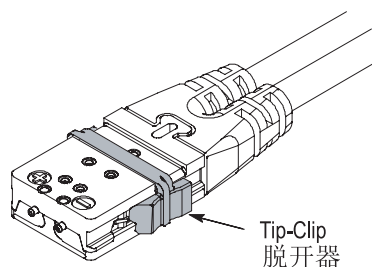


图 13: Tip-Clip 脱开器

1. 松开塑料螺丝并摇下固定条。请参阅第 34 页的图 14。
2. 调整探头端部的位置，使 Tip-Clip 脱开器可见。注意，+ 极标志朝向校准夹具的信号轨迹。
3. 将探头端部滑入嵌入在探头校准夹具中的探头 Tip-Clip 组件。您将感觉到探头端部“咔哒”一声卡住就位。

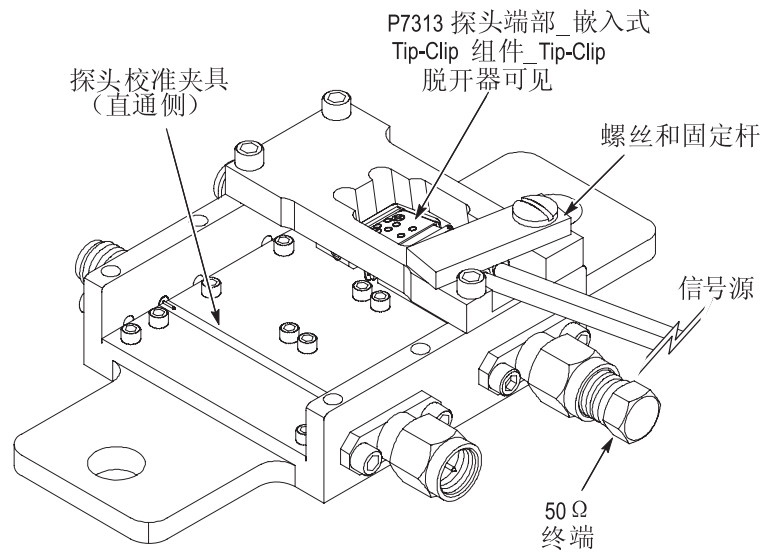


图 14: 探头校准夹具和探头

4. 将固定条摇回，放置于探头上，轻轻旋紧塑料螺丝。

取下探头端部

1. 松开塑料螺丝并摇下固定条。请参阅图 14。
2. 用镊子朝探头方向（即远离嵌入式 Tip-Clip 组件的方向）推 Tip-Clip 脱开器。您会感到 Tip-Clip 脱开器“咔哒”一声越过探头端部的一个突出位置，这时探头端部将会松动。
3. 从校准夹具上取下松动的探头端部。

在 25X 衰减时的 上升时间检查

1. 如图 15 所示连接测试设备。在 80E04 脉冲发生器下面提供支撑，以免压到连接器。
2. 将 80A03 半刚性 SMA 连接器连接在探头输出端和 80E0X 模块输入端之间。在 80E04 脉冲发生器下面提供支撑，以免压到连接器。

注意：要防止连接器上出现机械应变，在使用 SMA 连接器时要小心：支撑设备并使用扭矩扳手将连接旋紧到 7 in-lb。

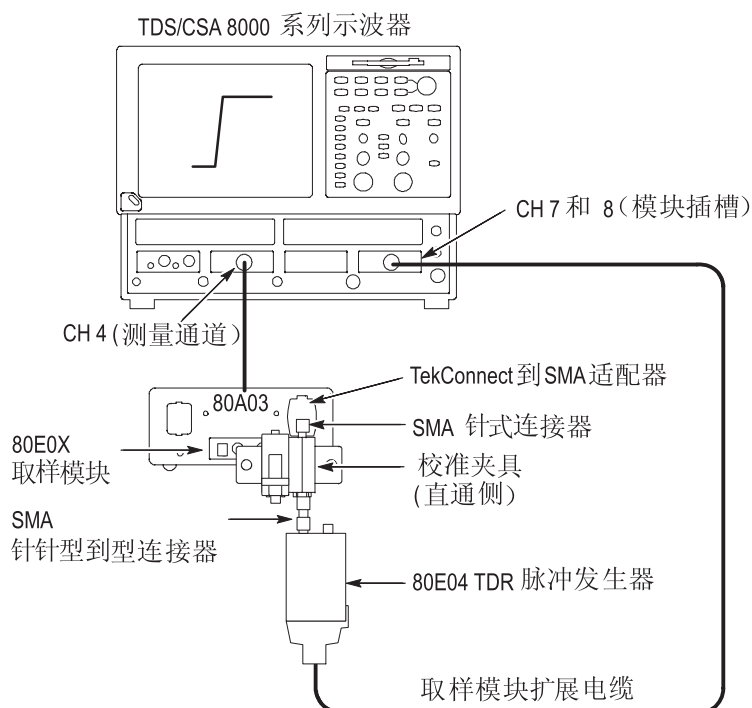


图 15：测试系统上升时间设置

注意：80A03 固件版本必须为 V 2.0 或更高。固件版本标签在设备后面板上。

3. 打开通道 4，并将垂直刻度设为 50mV/ 分度。

4. 将通道 8 取样头设为 TDR 模式：
按 **SETUP DIALOGS**（设置对话框）按钮并选择 **TDR** 标签。请参阅图 16。

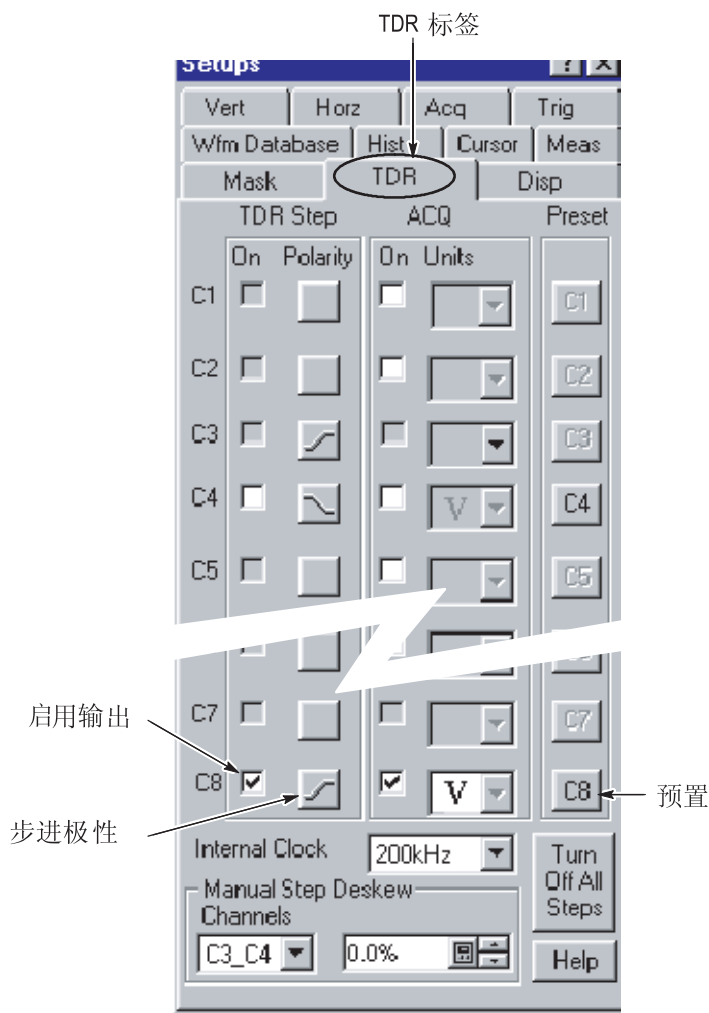


图 16: 设置 TDR 参数

5. 设置通道 3 的 **Preset**（预置）。取样模块打开 **SELECT**（选择）通道按钮旁的红色指示灯，表示该通道的 TDR 已经激活。

TDR 预置在 **Trigger**（触发）菜单中设置 **Internal Clock**（内部时钟），在 **TDR Setups**（TDR 设置）菜单中打开 **TDR Step**（TDR 步进），在 **TDR Setups**（TDR 设置）菜单中打开通道并选择采集 **Units**（单位），然后设置水平刻度、位置和参考。

6. 关闭通道 3 和 8 的显示，于是屏幕上只显示通道 4。
7. 将触发模式设为 **Internal Clock**（内部时钟）。
8. 调整示波器水平和垂直位置控制，显示与图 15 所示类似的信号。
9. 将示波器水平刻度设为 100 ps/ 分度，并使波形居中。
10. 使用示波器测量功能以显示上升时间。如有可能，请使用平均值增加脉冲边沿测量的稳定性。上升时间是从波形 10% 幅值点到 90% 幅值点之间所测得的时间。可以使用 TDS8200 系列示波器的自动测量功能来测量上升时间。将系统上升时间记录为 t_s 。此值用于计算 5X 和 25X 探头上升时间。

以下步骤指导您组装包括探头的测试设置，如图 17 所示。在步骤 17 中测量的系统和探头上升时间 (t_{s+p}) 用于计算步骤 18 中的探头上升时间 (t_p)。

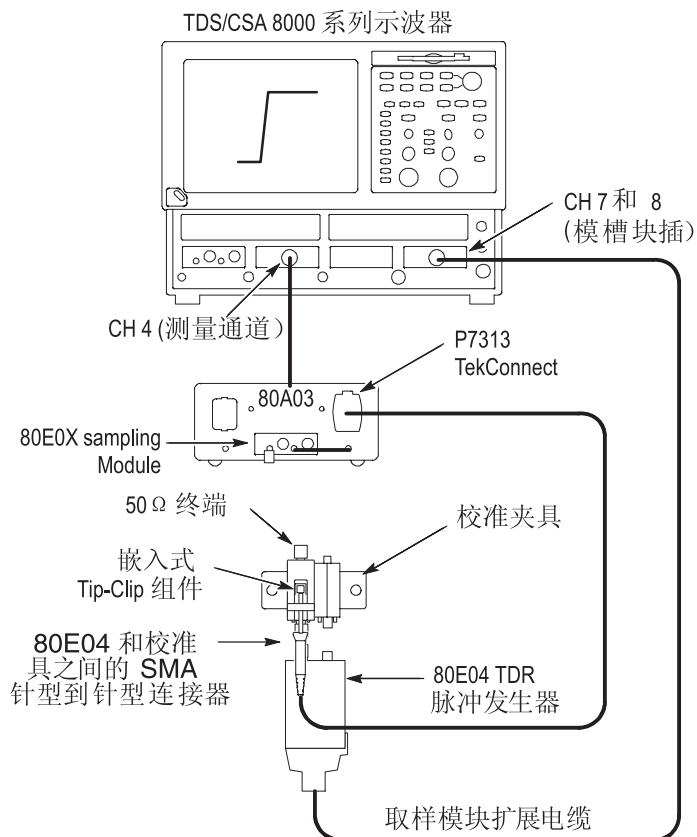


图 17: 测试探头上升时间设置

11. 将探头连接到 80A03 TekConnect 探头接口。
12. 检查是否将随探头校准夹具附带的 SMA 50 Ω 终端连接到此夹具上的开路 SMA 输入端。
13. 将探头的衰减设置为 25X。
14. 将探头输入端连接到探头校准夹具，如第 34 页上的图 14 所示。检查 TDR 功能是否仍处于活动状态。

现在，测试设置的连接应该如图 17 所示。

15. 将垂直刻度调整为 50 mV/ 分度（求平均值功能打开）。
16. 扩展水平刻度帮助确定阶跃边沿，然后在保持边沿视图居中的同时将水平范围调整为 100 ps/ 分度。要获得更稳定的测量显示，请将求平均值功能打开。
17. 使用示波器测量功能以显示上升时间。上升时间是从波形 10% 幅值点到 90% 幅值点之间所测得的时间。将上升时间记录为 t_{s+p} 。
18. 使用以下公式计算探头上升时间：

$$t_p = \sqrt{t_{(s+p)}^2 - t_s^2}$$

19. 在测试记录上记录计算出的探头上升时间。

在 5X 衰减时的 上升时间检查

20. 将探头的衰减设置为 5X。
21. 在 5X 衰减设置下，重复步骤 16 到 19。

测试记录

探头型号 / 序列号: _____ 证书编号: _____

温度: _____ RH %: _____

校准日期: _____ 技术人员: _____

性能测试		最小	结果	最大
输出偏置电压	25X			
	$\pm 3 \text{ mV}$ (20 °C 到 30 °C)	- 3 mV		+ 3 mV
	5X			
	$\pm 3 \text{ mV}$ (20 °C 到 30 °C)	- 3 mV		+ 3 mV
直流衰减精确度	25X	0.0392		0.0408
	5X	0.196		0.204
上升时间	25X	无		40 ps
10-90 %	5X	无		40 ps

用户服务

本节讲述故障排除和探头维护。

探头 / 适配器 / 示波器兼容性

P7313 差分探头的设计目的是兼容所有 TekConnect 接口示波器和适配器。然而，在某些情形下探头功能可能会不正常。

表 8: 差分探头兼容性问题

故障现象	可能的原因
P7313 差分探头不兼容 80A03 TekConnect 探头接口适配器 80A03 适配器上的 LED 显示为红色，表明探头不兼容。	80A03 适配器要求固件版本为 V2.0 或更高。固件版本标签在仪器后面板上。有关更新适配器固件的信息，请联系 Tektronix。

错误情况

探头上的 LED 会提醒您影响探头的错误情况或状态。如果探头 LED 闪烁或有其他反常表现，则可能存在某种错误情况。请致电当地 Tektronix 代表以获得服务。

探头正常工作时，其 LED 在探头连接到示波器后即快速闪烁。

替换部件

探头内没有可由用户替换的部件。有关探头可替换附件的列表，请参阅产品用户手册。

如果探头不符合“性能验证”中测试的规范，则可以将探头送到 Tektronix 进行维修。为了避免在运输中损坏探头，请按照第 42 页上的过程操作。

运输准备

如果原包装不适合使用或者丢失，请遵守下面的包装指南：

1. 使用一个内部尺寸至少比探头尺寸大一英寸的波纹纸板运输用包装箱。该包装箱的包装箱测试强度至少应为 200 磅。
2. 将探头放入防静电袋或包裹，防止受潮。
3. 将探头放入包装箱，并用轻质包装材料将其固定。
4. 使用装运胶带密封包装箱。
5. 有关运输地址，请参阅 *P7313 12.5 GHz* 和 *P7380 8 GHz 5X/25X 差分探头用户手册* 前面部分的 *Tektronix 联系信息*。