

# USB 2.0 信号质量分析应用

电气测试说明

# 声明

© Keysight Technologies, Inc.  
2003-2020

根据美国和国际版权法，未经 Keysight Technologies, Inc. 事先同意和书面允许，不得以任何形式或通过任何方式（包括电子存储和检索或翻译为其他国家或地区的语言）复制本手册中的任何内容。

## 调整

07.35.0000 版

## 版本

2020 年 10 月 31 日

马来西亚印刷

发布者：  
Keysight Technologies, Inc.  
1900 Garden of the Gods Road  
Colorado Springs, CO 80907 USA

## 担保

本文档中包含的材料“按现状”提供，在将来版本中如有更改，恕不另行通知。此外，在适用法律允许的最大范围内，Keysight 不对本手册及其包含的任何信息提供任何明示或暗示的保证，包括但不限于对适销性和用于特定用途时的适用性的暗示担保。对于因提供、使用或运用本文档或其包含的任何信息所导致的错误或者意外或必然损害，Keysight 概不负责。如果 Keysight 和用户之间已达成的单独书面协议包含涉及本文档内容的担保条款，但担保条款与这些条款有冲突，应以单独协议中的担保条款为准。

## 技术许可

对于本文档中描述的硬件和 / 或软件，仅在得到许可的情况下才会提供，并且只能根据许可进行使用或复制。

## 美国政府的权利

如美国联邦采购法规（以下称“FAR”）第 2.101 条所定义，本软件是“商业计算机软件”。根据 FAR 第 12.212

条和第 27.405-3 条以及美国国防部 FAR 补充条例（以下称“DFARS”）第 227.7202 条，美国政府采购商业计算机软件须与本软件按惯例向公众提供时一样适用相同的条款。相应地，Keysight 依据其最终用户许可协议（EULA）中所述的标准商业使用许可向美国政府客户提供本软件，您可以从以下网址获取该许可协议的副本：  
[www.keysight.com/find/sweula](http://www.keysight.com/find/sweula)。

EULA 中规定的使用许可为独占使用许可，根据该使用许可，美国政府可以使用、修改、分发或披露本软件。EULA 及其中所述的使用许可不要求或不允许 Keysight：(1) 提供按惯例并未向公众提供的与商业计算机软件或商业计算机软件文档相关的技术信息；或 (2) 超出按惯例向公众提供的商业计算机软件或商业计算机软件文档使用、修改、复制、发布、执行、显示或披露权利，向政府让与或以其他方式向政府提供额外权利。超出 EULA 规定范围的任何其他政府要求均不适用，除非 FAR 和 DFARS 明确要求所有商业计算机软件提供商都必须适用这些条款、权利或使用许可，而且 EULA 的其他地方以书面形式具体规定了这些条款、权利或使用许可。Keysight 并不承担更新、修订或以其他方式修改本软件的义务。对于 FAR 2.101 定义的任何技术数据，根据 FAR 第 12.211 条和第 27.404.2 条以及 DFARS 第 227.7102 条的规定，美国政府所获得的权利不会超出 FAR 第 27.401 条或 DFAR 第 227.7103-5 (c) 条所定义的适用于任何技术数据的“有限权利”。

## 安全声明

### 小心

小心标记表示危险。它要求在执行操作步骤时必须加以注意，如果不正确执行操作或不遵循操作步骤，则可能会导致产品损坏或重要数据丢失。请在出现小心标记时停止操作，直到已完全理解并满足了指示条件时再继续。

### 警告

“警告”标志表示有危险。它要求在执行操作步骤时必须加以注意，如果不正确执行操作或不遵循操作步骤，则可能会导致人身伤亡。如果没有完全理解“警告”标志所指示的条件并满足这些条件，则不要继续操作。

## USB 2.0 信号分析 — 概览

用于 InfiniiVision 3000T/4000/6000 X 系列示波器的 USB 2.0 信号质量分析应用支持两种型号：

- 您可以使用实际数据包快速测试电路中的 USB 信号质量。在此情况下：
  - 使用测试装置是探测信号的一种简便方法。
  - 在分析实际数据包之前，可能需要调整 USBSQ 分析应用的自动设置。
- 您可以按照 USB 2.0 合规性规格验证信号质量。在此情况下：
  - 必须使用 USB Implementers Forum (USB-IF) 要求的测试装置、设备和测试设置。
  - USBSQ 分析应用的自动设置应对所需的测试数据包以原来的方式工作。

信号质量分析应用：

- 允许对设备和主机选择高速、全速或低速测试。通过对集线器运行设备和主机来测试集线器。
- 对选定的速度和设备类型组合运行所有信号质量测试。
- 对选定的测试自动设置示波器。
- 对已运行的每个测试提供详细结果信息。
- 将详细结果信息保存到 HTML 报告。

在本手册中

本手册包含有关 USB 2.0 信号质量分析应用执行的电气测试的说明，介绍所使用的设备以及执行测试的方法。它包含以下章节：

- **第 1 章**，“准备进行信号质量分析，”（从第 9 页开始）
- **第 2 章**，“设备信号质量测试，”（从第 19 页开始）
- **第 3 章**，“主机信号质量测试，”（从第 39 页开始）
- **第 4 章**，“集线器上行信号质量测试，”（从第 53 页开始）
- **第 5 章**，“集线器下行信号质量测试，”（从第 65 页开始）
- **第 6 章**，“将测试结果保存到 HTML 文件，”（从第 79 页开始）
- **附录 A**，“使用 SQiDD 作为馈通通过 InfiniiMode 探测高速信号，”（从第 81 页开始）

另请参见

- USB Implementers Forum 网站提供 USB 2.0 开发人员文档，地址是 <http://www.usb.org/developers/docs>。



# 目录

USB 2.0 信号分析 — 概览 / 3

1 准备进行信号质量分析

示波器要求 / 9

用于信号质量测试的装置 / 10

    用于高速信号质量测试的装置 / 10

    用于全速 / 低速信号质量测试的装置 / 12

探头要求 / 13

    用于高速信号质量测试的差分探头连接 / 13

    用于高速信号质量测试的单端 SMA 电缆连接 / 14

    用于全速 / 低速信号质量测试的单端探头连接 / 15

其他电缆和设备 / 15

进行信号质量合规性测试的其他设备和设置 / 16

    高速电气测试台计算机 / 16

    信号质量合规性测试的其他设置 / 17

2 设备信号质量测试

设备高速信号质量测试 / 19

    设备高速连接 - 差分探头 / 24

    设备高速连接 - SMA 电缆 / 25

    设备高速合规性测试数据包 / 26

设备全速信号质量测试 / 27

    设备全速连接 / 30

    设备全速合规性测试数据包 / 31

设备低速信号质量测试 / 33

    设备低速连接 / 35

设备低速合规性测试数据包	/	36
--------------	---	----

### 3 主机信号质量测试

主机高速信号质量测试	/	39
主机高速连接 - 差分探头	/	42
主机高速连接 - SMA 电缆	/	43
主机高速合规性测试数据包	/	43
主机全速信号质量测试	/	45
主机全速连接	/	47
主机低速信号质量测试	/	49
主机低速连接	/	51

### 4 集线器上行信号质量测试

集线器上行高速信号质量测试	/	53
集线器上行高速连接 - 差分探头	/	56
集线器上行高速连接 - SMA 电缆	/	57
集线器上行高速合规性测试数据包	/	58
集线器上行全速信号质量测试	/	59
集线器上行全速连接	/	61
集线器上行全速合规性测试数据包	/	62

### 5 集线器下行信号质量测试

集线器下行高速信号质量测试	/	65
集线器下行高速连接 - 差分探头	/	68
集线器下行高速连接 - SMA 电缆	/	69
集线器下行高速合规性测试数据包	/	69
集线器下行全速信号质量测试	/	71
集线器下行全速连接	/	73
集线器下行低速信号质量测试	/	75
集线器下行低速连接	/	77

6 将测试结果保存到 HTML 文件

A 使用 SQiDD 作为馈通通过 InfiniiMode 探测高速信号

索引





# 1 准备进行信号质量分析

示波器要求	/	9
用于信号质量测试的装置	/	10
探头要求	/	13
其他电缆和设备	/	15

本章介绍使用 3000T/4000/6000 X 系列示波器和 USB 2.0 信号质量分析应用执行信号质量分析所需的设备和软件。

## 示波器要求

USB 2.0 信号质量分析应用程序需要以下示波器之一：

- Keysight InfiniiVision 4000 X 系列示波器，固件版本 3.10 或更高版本。
- Keysight InfiniiVision 6000 X 系列示波器，固件版本 6.00 或更高版本。
- Keysight InfiniiVision 3000T X 系列示波器，固件版本 7.40 或更高版本。

对于高速测试 进行高速测试需要使用 1.5 GHz 带宽型号的示波器。

不支持使用单端 SMA 电缆连接对 2 通道示波器进行高速测试，因为采样率达不到要求的 5 GSa/s。在 2 通道示波器上使用差分探头则没有问题。

对于全速和低速测试 可以对 200 MHz、350 MHz、500 MHz、1 GHz 或 1.5 GHz 带宽型号的示波器进行全速和低速测试。

最好在 4 通道示波器上进行全速测试，因为在使用 2 通道示波器时，通道 1 和 2 是非交错的，采样率将低于 USB-IF 测试过程要求的 4 GSa/s。如果在 2 通道示波器上运行全速测试，则对数据使用插值。

## 1 准备进行信号质量分析

对于示波器中可选的 USB 2.0 触发和解码      可选的 D3000USBA / D4000USBA / D6000USBA USB 测试软件产品是对要运行 USB 信号质量测试的数据包进行标识和触发的有用工具。

## 用于信号质量测试的装置

可对高速测试使用两种不同的装置，一种用于设备，另一种用于主机。请参见 “[用于高速信号质量测试的装置](#)”（第 10 页）。

一种装置用于全速和低速测试。请参见 “[用于全速 / 低速信号质量测试的装置](#)”（第 12 页）。

### 用于高速信号质量测试的装置

高速测试需要下列一种测试装置：

- 设备高速信号质量测试装置，部件号 E2649-66401。



可以使用型号 E2666B 订购该装置，它包括两个 RF SMA (m) 垂直 50 ohm 终端连接器和两个 4 英寸 USB A-B 电缆 (E2646-61601)、一个 USB 2.0 插头和 USB 2.0 微型插头之间的转接插头，以及一条从主机端口给该装置供电的电缆。

可以使用 Keysight 部件号 E2649-60001 订购此装置，它包括两个 RF SMA (m) 垂直 50 ohm 终端连接器和两个 4 英寸 USB A-B 电缆 (E2646-61601)。

- 主机高速信号质量测试装置，部件号 E2649-66402。



可以使用型号 E2667B 订购该装置，它包括两个 RF SMA (m) 垂直 50 ohm 终端连接器和两个 4 英寸 USB A-B 电缆 (E2646-61601)、一个 USB 2.0 插头和 USB 2.0 微型插头之间的转接插头，以及一条从主机端口给该装置供电的电缆。

可以使用 Keysight 部件号 E2649-60002 订购此装置，它包括两个 RF SMA (m) 垂直 50 ohm 终端连接器和两个 4 英寸 USB A-B 电缆 (E2646-61601)。

这些高速信号质量测试装置由一个 5 V 电源供电，可使用 Keysight 部件号 0950-2546 订购此电源。也可以使用等效的电源。

## 1 准备进行信号质量分析

### 注意

高速装置部件号 E2649-66401 和 E2649-66402 只是进行标识，不能用于订购。

旧版的高速信号  
质量测试装置 可以使用旧版的高速信号质量测试装置：

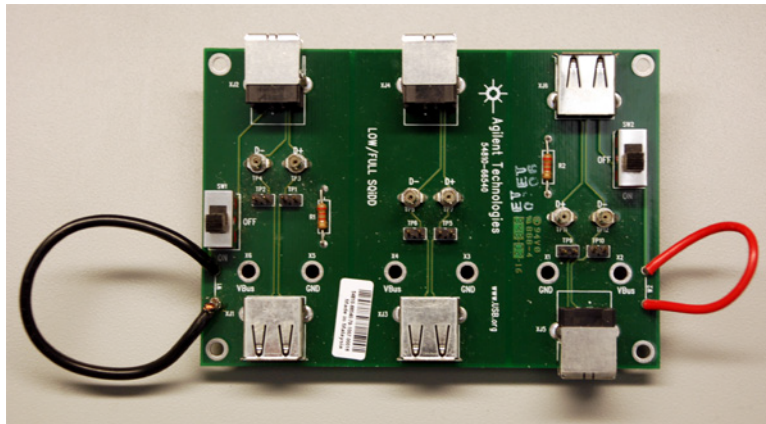
- 设备高速信号质量测试装置，部件号 E2645-66507。
- 主机高速信号质量测试装置，部件号 E2645-66508。

在对 1131A、1133A 或 1134A InfiniiMax 差分探头使用这些旧版装置时，还需要 Keysight 头适配器，部件号 01131-68703。该头适配器是 E2669A 和 E2678A 附带的（在 2003 年 10 月以后购买）。

### 用于全速 / 低速信号质量测试的装置

全速和低速测试需要下列测试装置：

- E2646A/B SQiDD 板测试装置。



可使用型号 E2646A/B 订购此装置。

## 探头要求

高速测试需要一个差分探头（请参见“用于高速信号质量测试的差分探头连接”（第 13 页））或两个单端 SMA 电缆连接（请参见“用于高速信号质量测试的单端 SMA 电缆连接”（第 14 页））。

低速和全速主机测试需要单端探头（请参见“用于全速 / 低速信号质量测试的单端探头连接”（第 15 页））。

### 用于高速信号质量测试的差分探头连接

#### 注意

探测高速信号质量测试装置时，请将 N4822A 插座式探针与 N2750A 系列 InfiniiMode 探头配合使用。插座式探针包括在额定带宽实现平坦响应的阻尼电阻器。

如果不按照 USB 2.0 规格验证信号质量（换句话说，就是使用实际数据包测试电路中的 USB 信号质量），并且只需要能够探测高速信号的馈通，那么可以使用 E2646A/B SQiDD 测试装置（通常用于全速和低速测试的装置）和 InfiniiMode 探头，而不使用 N4822A 插座式探针。请参见附录 A，“使用 SQiDD 作为馈通通过 InfiniiMode 探测高速信号，”（从第 81 页开始）。

对高速信号质量测试使用差分探头连接时，Keysight 建议使用 1131A、1133A 或 1134A InfiniiMax 差分探头和 E2678A 插孔探头或 E2669A 差分连接套件。

设置 Keysight 113xA 差分探头以连接高速信号质量测试装置时：

- 将插孔探头连接到差分探头放大器。
- 仔细操作插孔探头和头适配器。
- 为了增强耐用性，可使用环氧树脂加强组件质量。仅对探头背面（非组件面）使用环氧树脂。

## 1 准备进行信号质量分析



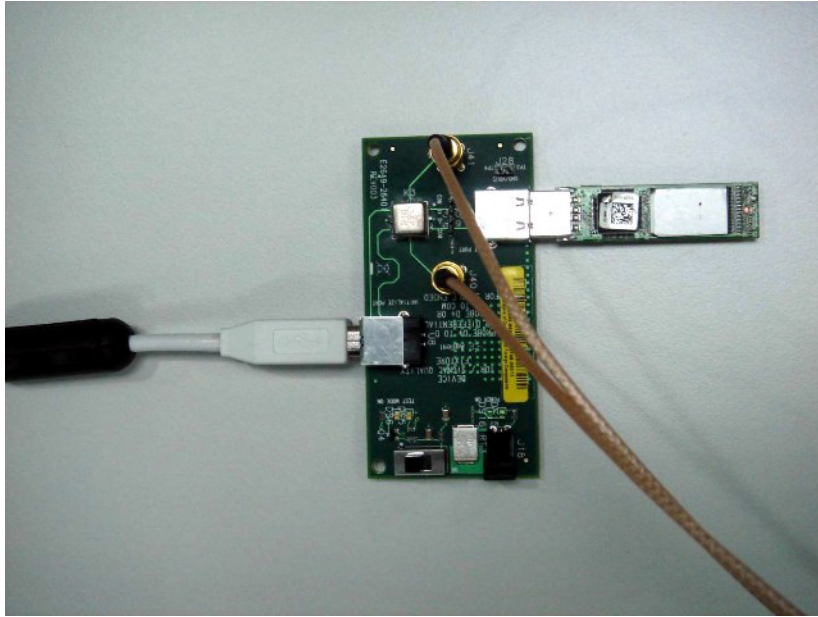
图 1 差分探头设置

### 注意

在某些测试情况下，示波器和被测设备（DUT）之间可能没有接地连接。这会导致由差分探头探测到的信号由于中频开关电源而被上下调制。将示波器和 DUT 进行接地连接是建立公用接地参考所必需的。

## 用于高速信号质量测试的单端 SMA 电缆连接

高速信号质量测试装置有连接 SMA 电缆的 SMA 连接器。



## 用于全速 / 低速信号质量测试的单端探头连接

低速和全速主机测试需要单端探头。

低速和全速设备测试需要三个单端探头，第三个探头用于相邻的 D<sup>-</sup>/D<sup>+</sup> 信号。

使用示波器附带的无源探头就足够了。

## 其他电缆和设备

下表列出了某些测试需要的其他电缆和设备。

1 准备进行信号质量分析

表 1 其他电缆和设备

所需设备	测试和数量			
	主机高速	集线器高速	设备高速	低速 / 全速
5 m USB 电缆（USB-IF 网站中列出的任何电缆）。	1	1	1	根据需要
1.5 m USB 电缆（USB-IF 网站中列出的任何电缆）。	1	1	不适用	不适用
1 m USB 电缆（USB-IF 网站中列出的任何电缆）。	不适用	不适用	不适用	根据需要
模块化的交流电源线。	2	2	2	不适用
高速 USB 集线器（USB-IF 网站中列出的任何集线器）。	1	不适用	不适用	不适用
高速 USB 设备（USB-IF 网站中列出的任何设备）。	1	不适用	不适用	不适用
USB 自供电集线器（和电源）。这些是用于进行合规性测试并由 USB-IF 提供的集线器。在大多数情况下，要进行开发测试，可以使用通过 USB 合规性测试的集线器。	不适用	不适用	不适用	5

进行信号质量合规性测试的其他设备和设置

执行 USB 2.0 信号质量合规性测试（而不是测试实际数据包的信号质量）时：

- 您需要高速电气测试台计算机和高速电气测试工具包软件（USBHSET）才能生成合规性测试数据包。请参见“高速电气测试台计算机”（第 16 页）。
- 另请参见：“信号质量合规性测试的其他设置”（第 17 页）。

高速电气测试台计算机

高速电气测试台计算机可承载 USB 2.0 合规主机控制器以进行高速集线器或设备电气测试，或用作被测 USB 2.0 主机控制器的测试台主机。要获得配置此计算机的说明，请参考“高速电气测试工具包软件”（第 17 页）附带的“高速电气测试工具包设置说明”文档。



表 2 高速电气测试台计算机

所需设备	测试和数量			
	主机高速	集线器高速	设备高速	低速 / 全速
高速电气测试台计算机	1	1	1	1
高速电气测试工具包软件 (USBHSET)	1	1	1	1

### 高速电气测试工具包软件

可以从 USB Implementers Forum 网站的开发人员工具页下载高速电气测试工具包软件 (USBHSET)，地址是 <http://www.usb.org/developers/tools>。

高速电气测试工具包软件包含并使用专用的 EHCI 驱动程序堆栈。使用这个专用的 EHCI 驱动程序堆栈可促进电气测试，该测试要求对 USB EHCI 主机控制器的命令寄存器进行直接控制。最后的结果是更强大的测试台环境。

因为这个专用的 EHCI 驱动程序堆栈是专门进行调试和测试验证的，所以它不支持 Microsoft（或设备供应商）提供的 EHCI 驱动程序的一般功能。因此，在高速电气测试工具中实现了自动驱动程序堆栈切换功能，以便在专用的 EHCI 驱动程序堆栈和 Microsoft 提供的驱动程序堆栈之间轻松进行切换。

当 HS 电气测试工具软件调用时，该驱动程序堆栈将自动切换到 Intel 专用的 EHCI 驱动程序堆栈。

当 HS 电气测试工具软件退出时，该驱动程序堆栈将自动切换到 Microsoft EHCI 驱动程序堆栈。

### 信号质量合规性测试的其他设置

执行 USB 2.0 信号质量合规性测试（而不是测试实际数据包的信号质量）时，应确保执行下列其他设置步骤：

- 1 打开示波器电源，在使用前将其预热 30 分钟。
- 2 执行信号质量合规性测试时，如果环境温度自上次校准后改变了 5 度以上，应执行示波器内置的用户校准步骤。
- 3 补偿无源探头（请参见示波器的《用户指南》）。
- 4 校准所有探头

## 1 准备进行信号质量分析

## 2 设备信号质量测试

设备高速信号质量测试 / 19  
设备全速信号质量测试 / 27  
设备低速信号质量测试 / 33

### 设备高速信号质量测试

表 3 在设备高速信号质量测试中使用的设备

数量	项目	说明 / 型号
1	示波器	Keysight 4000/6000 X 系列 >1.5 GHz 带宽型号
1	示波器探测解决方案:	
	• 差分探头	带 E2678A 或 E2669A 的 Keysight 113xA
	• SMA 电缆	Keysight 15443A 匹配的电缆对或等效电缆
1	注册测试台计算机	具有 Windows XP、Windows 7 或 Windows 8 操作系统以及高速 USB 端口的任何计算机。
1	设备高速信号质量测试装置和 4" USB 电缆	Keysight E2649-66401
1	5V 电源	Keysight 0950-2546 或等效设备

设置和运行设备高速信号质量测试:

1 连接 USB 设备、测试装置和设备:

- 如果使用差分探头探测测试装置, 请参见 “设备高速连接 - 差分探头” (第 24 页)。

## 2 设备信号质量测试

- 如果使用 SMA 电缆探测测试装置，请参见“设备高速连接 - SMA 电缆”（第 25 页）。

### 2 设置要分析的测试信号 / 数据包。

要设置测试数据包以进行合规性测试，请参见“设备高速合规性测试数据包”（第 26 页）。

### 3 在设备高速信号质量测试装置上，将 TEST 开关 (S1) 置于 ON 位置。

验证黄色 TEST LED 亮起。

### 4 在示波器前面板上，按下 [Analyze] 分析 键。

### 5 在“分析菜单”中，按下功能软键，选择 USB 信号质量。

### 6 按下测试软键，选择设备高速信号质量测试。

### 7 按设置软键。在“USB 信号质量”菜单中：

- a 按下测试连接软键，选择是使用单端（带 SMA 电缆）还是差分探头连接。
- b 如果使用差分连接，请按下源软键，选择连接到差分探头的模拟输入源通道。

如果使用单端（SMA 电缆）连接，请按下 DP SMA 软键，选择连接到 D+ 信号的模拟输入源通道。然后，按下 DN SMA 软键，选择连接到 D- 信号的模拟输入源通道。

在 4 通道示波器上，将强制您对 D+ 和 D- 信号使用不同的通道对。这将提供最大采样率。（通道 1 和 2 是一对，通道 3 和 4 是另一对。）

2 通道示波器不支持使用单端 SMA 电缆连接进行高速测试，因为采样率不符合所需的 5 GSa/s。

### c 按下测试类型软键，选择近端或远端。

术语“近端”和“远端”基于相对于被测设备，测试装置所连接的电缆的那一端。进行测量的点指定要使用的眼睛模板。

### 8 按下自动设置软键可针对选定的测试自动设置示波器。

要获得最佳测试结果，您可以对自动设置进行调整。一般情况下，需要在示波器显示屏上显示一个数据包数据，以及每端一位的时间。此外，应调整垂直定标和偏移，使信号占六个垂直格而不会被裁剪。

您应看到示波器上传输的测试数据包，如下所示。



## 9 按下**运行测试**软键以运行选定的信号质量测试。

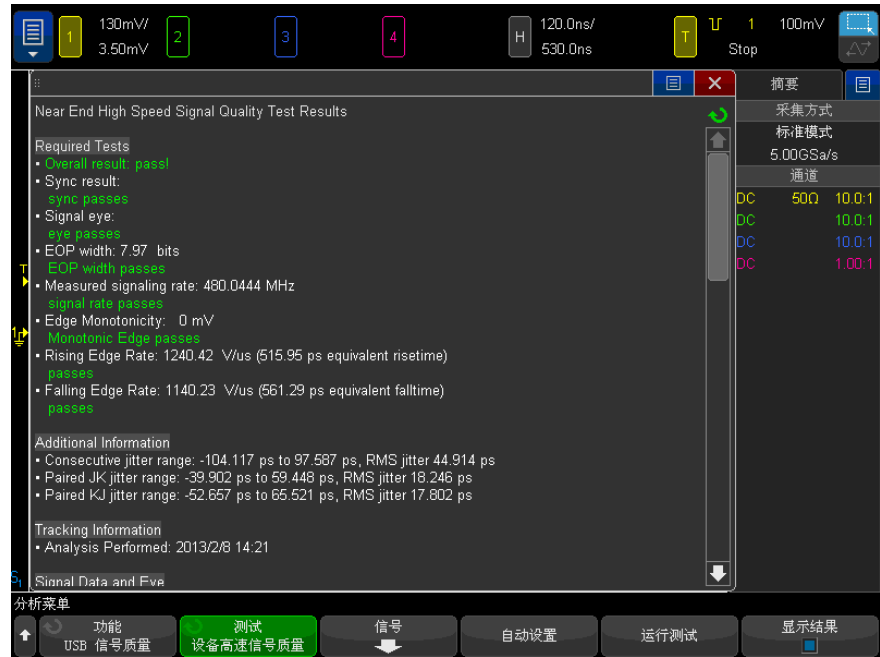
在运行测试时，示波器将停止采集（如果正在运行），分析屏幕上的数据，然后显示结果。

### 注意

测试需要几分钟来运行，开始后就不能取消。

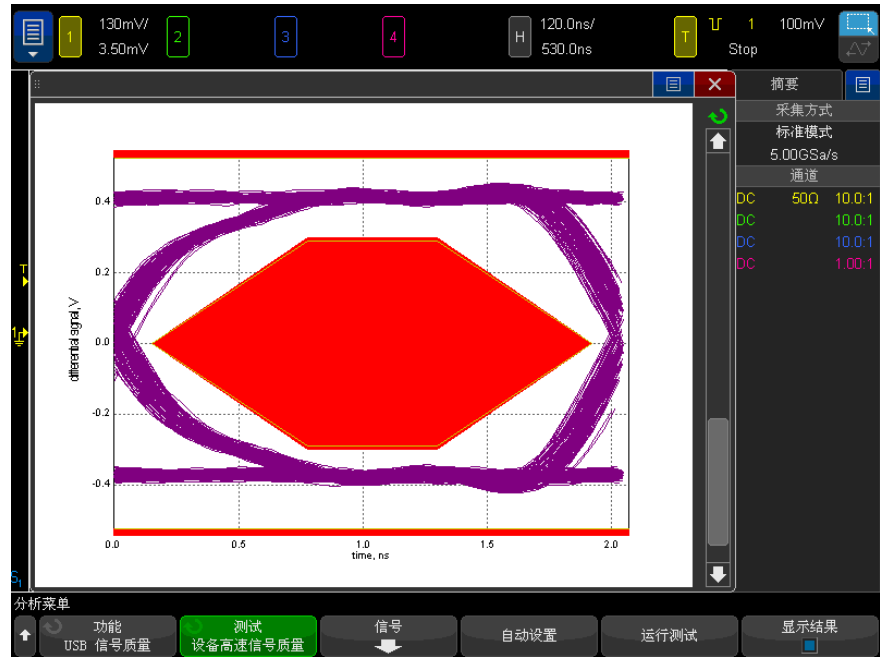
测试完成后，将自动显示结果。您可以按下**显示结果**软键禁用或重新启用测试结果显示。

## 2 设备信号质量测试





## 2 设备信号质量测试



分析的采集将保留在屏幕上，您可以通过移动或退出结果对话框来查看它。

可以在示波器停止后运行测试。这对内置主机的情况（和其他情况）很有用，在这些情况下，无法轻松地将被测设备（DUT）置于测试模式中，并且您要分析已采集的数据。

另请参见 • **第 6 章**，“将测试结果保存到 HTML 文件，”（从第 79 页开始）

### 设备高速连接 - 差分探头

执行下列连接步骤：

- 1 将 5V 电源连接到 E2649-66401 设备高速信号质量测试装置的 J5 端口。

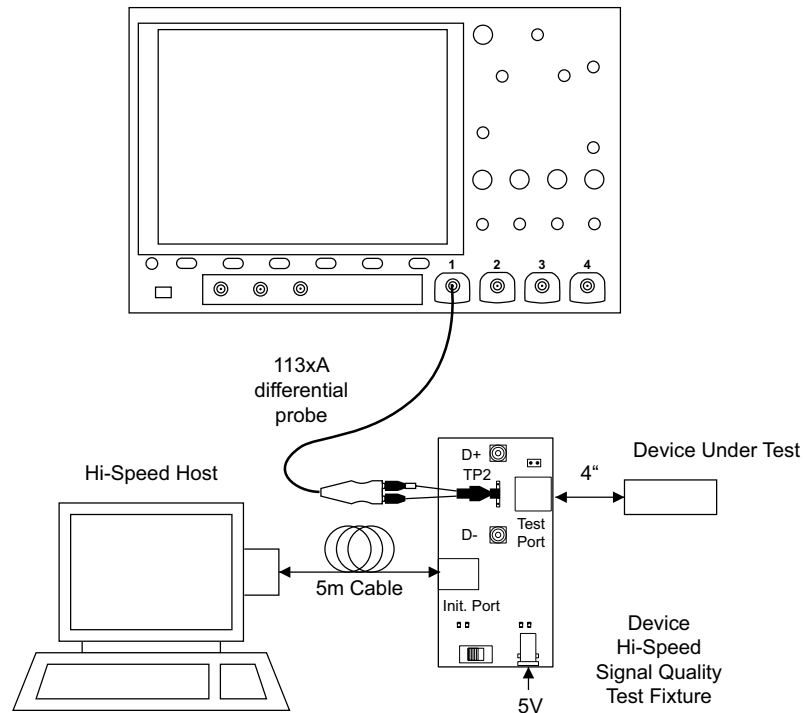
将 TEST 开关保持在 OFF 位置上。

验证绿色 POWER LED 亮起，黄色 TEST LED 未点亮。

- 2 使用 4" USB 电缆将设备高速信号质量测试装置的 [TEST PORT] 连接到被测设备的上行端口。



- 3 使用 USB 电缆将测试装置的 [INIT PORT] 连接到测试台计算机的支持高速的端口。
- 4 对设备供电。
- 5 将差分探头连接到测试装置上的 TP2 的 D+/D-。确保探头上的 + 极与 D+ 对准。
- 6 将装置的 SMA 连接器连接到 50 Ohm 终端连接器。

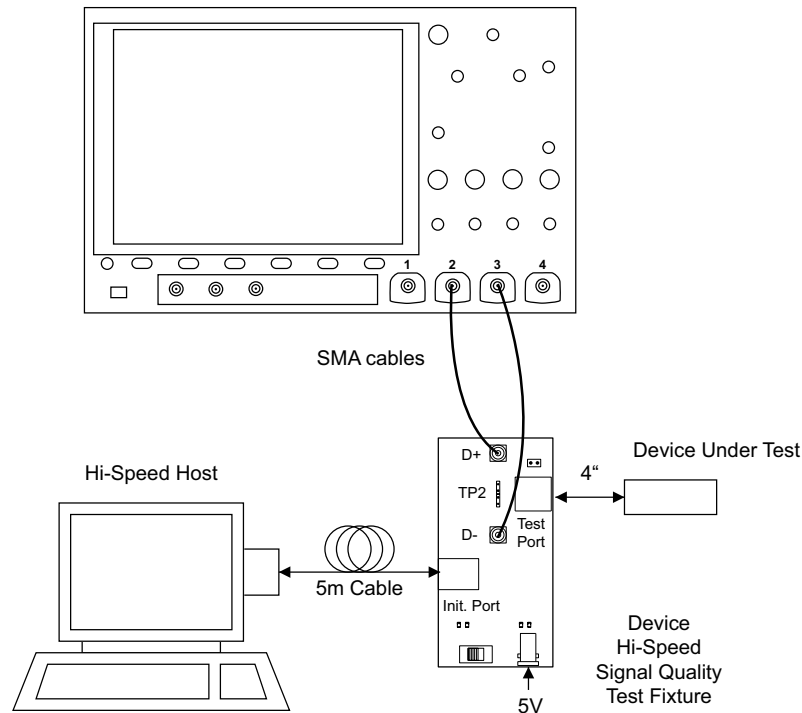


## 设备高速连接 - SMA 电缆

- 1 将 5V 电源连接到 E2649-66401 设备高速信号质量测试装置的 J5 端口。  
将 TEST 开关保持在 OFF 位置上。  
验证绿色 POWER LED 亮起，黄色 TEST LED 未点亮。

## 2 设备信号质量测试

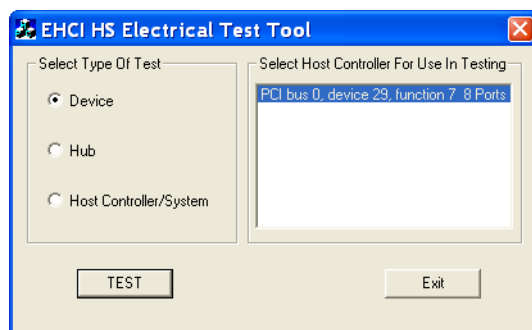
- 2 使用 4" USB 电缆将设备高速信号质量测试装置的 [TEST PORT] 连接到被测设备的上行端口。
- 3 使用 5 米 USB 电缆将测试装置的 [INIT PORT] 连接到测试台计算机的支持高速的端口。
- 4 对设备供电。
- 5 将 SMA 电缆连接到测试装置上的 SMA 连接器 D+ 和 D-。



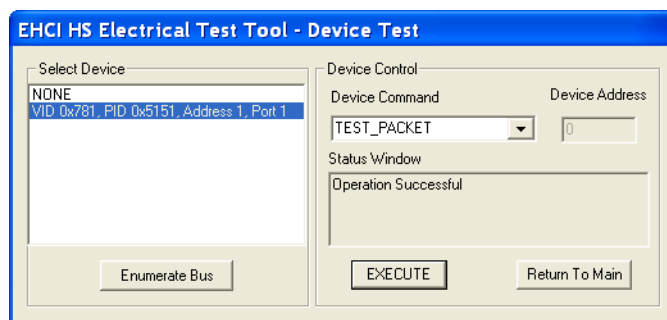
### 设备高速合规性测试数据包

要将主计算机设置为传输合规性测试数据包，请执行下列步骤：

- 1 调用高速电气测试台计算机上的 HS 电气测试工具软件。
- 2 选择**设备**，然后单击 **TEST** 按钮以打开“设备测试”对话框。



- 3 在“设备测试”对话框中，应使用与设备所连接的根端口一起显示的设备 VID 对被测设备进行枚举。
- 4 从**设备命令**下拉菜单中选择 **TEST\_PACKET**，然后单击 **EXECUTE**。这将强制被测设备持续传输测试数据包。



## 设备全速信号质量测试

**表 4** 在上行全速信号质量测试中使用的设备

数量	项目	说明 / 型号
1	示波器	Keysight 3000T/4000/6000 X 系列
3	无源探头	使用示波器附带的探头就足够了。

表 4 在上行全速信号质量测试中使用的设备 (continued)

数量	项目	说明 / 型号
1	注册测试台计算机	具有 Windows XP、Windows 7 或 Windows 8 操作系统以及高速 USB 端口的任何计算机。
1	SQIDD 板	Keysight E2646A/B
1	全速 USB 设备	Intel Create and Share USB 相机，部件号 735147-001，型号：CS330
5	USB 自供电集线器	在 USB-IF 网站中列出的任何集线器
6	5 米 USB 电缆	在 USB-IF 网站中列出的任何集线器

设置和运行设备全速信号质量测试：

- 1 连接 USB 设备、测试装置和设备。请参见 “设备全速连接”（第 30 页）。
- 2 设置要分析的测试信号 / 数据包。

要设置测试数据包以进行合规性测试，请参见 “设备全速合规性测试数据包”（第 31 页）。

- 3 在示波器前面板上，按下 [Analyze] 分析 键。
- 4 在 “分析菜单” 中，按下功能软键，选择 USB 信号质量。
- 5 按下测试软键，选择设备全速信号质量测试。
- 6 按设置软键。在 “USB 信号质量” 菜单中：
  - a 按下 D+ 源软键，选择连接到 D+ 信号的模拟输入源通道（前面的连接说明中的通道 2）。
  - b 按下 D- 源软键，选择连接到 D- 信号的模拟输入源通道（前面的连接说明中的通道 3）。

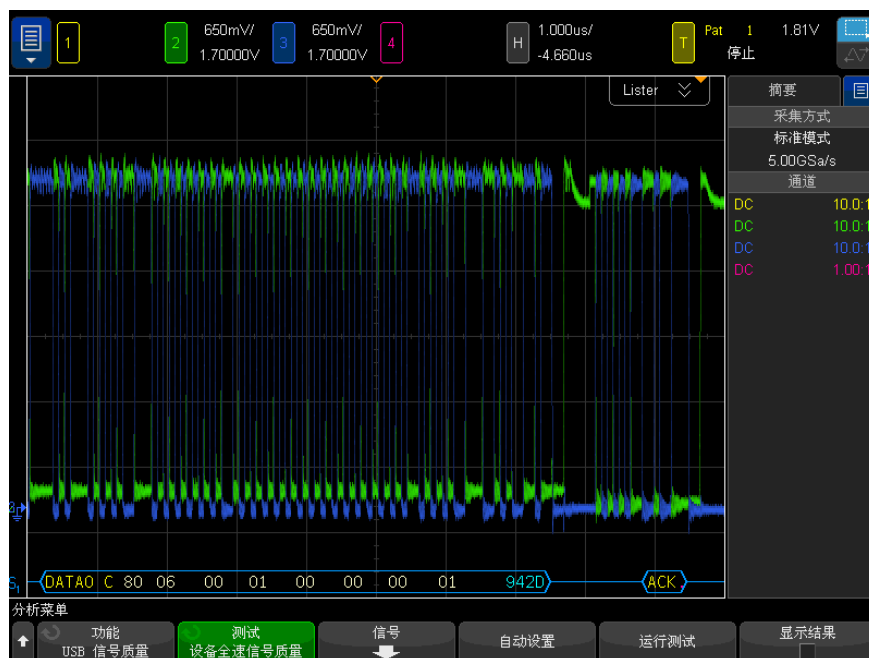
在 4 通道示波器上，将强制您对 D+ 和 D- 信号使用不同的通道对。这将提供最大采样率。（通道 1 和 2 是一对，通道 3 和 4 是另一对。）

在 2 通道示波器上运行全速测试时，在测试结果中将包括有关欠采样的分析数据的说明。

- c 按下 调整 D+ 源软键，选择连接到相邻 D+ 信号的模拟输入源通道（前面的连接说明中的通道 1）。
- 7 按下自动设置软键可针对选定的测试自动设置示波器。

要获得最佳测试结果，您可以对自动设置进行调整。一般情况下，需要在示波器显示屏上显示一个数据包数据，以及每端一位的时间。此外，应调整垂直定标和偏移，使信号占六个垂直格而不会被裁剪。

您应看到示波器上传输的测试数据包，如下所示。



## 8 按下**运行测试**软键以运行选定的信号质量测试。

在运行测试时，示波器将停止采集（如果正在运行），分析屏幕上的数据，然后显示结果。

### 注意

测试需要几分钟来运行，开始后就不能取消。

测试完成后，将自动显示结果。您可以按下**显示结果**软键禁用或重新启用测试结果显示。

分析的采集将保留在屏幕上，您可以通过移动或退出结果对话框来查看它。

可以在示波器停止后运行测试。这对内置主机的情况（和其他情况）很有用，在这些情况下，无法轻松地将被测设备（DUT）置于测试模式中，并且您要分析已采集的数据。

另请参见 • **第 6 章**，“将测试结果保存到 HTML 文件，”（从第 79 页开始）

### 设备全速连接

执行下列连接步骤：

- 1 将无源探头连接到示波器的通道 2、通道 3 和通道 1 输入。
- 2 将 SQiDD 板连接到 5 个自供电集线器和 1 个主机系统末端的两个 USB 端口。集线器 1 必须是高速集线器，集线器 2 必须是全速集线器。其余集线器可以是高速集线器，也可以是全速集线器。

#### 注意

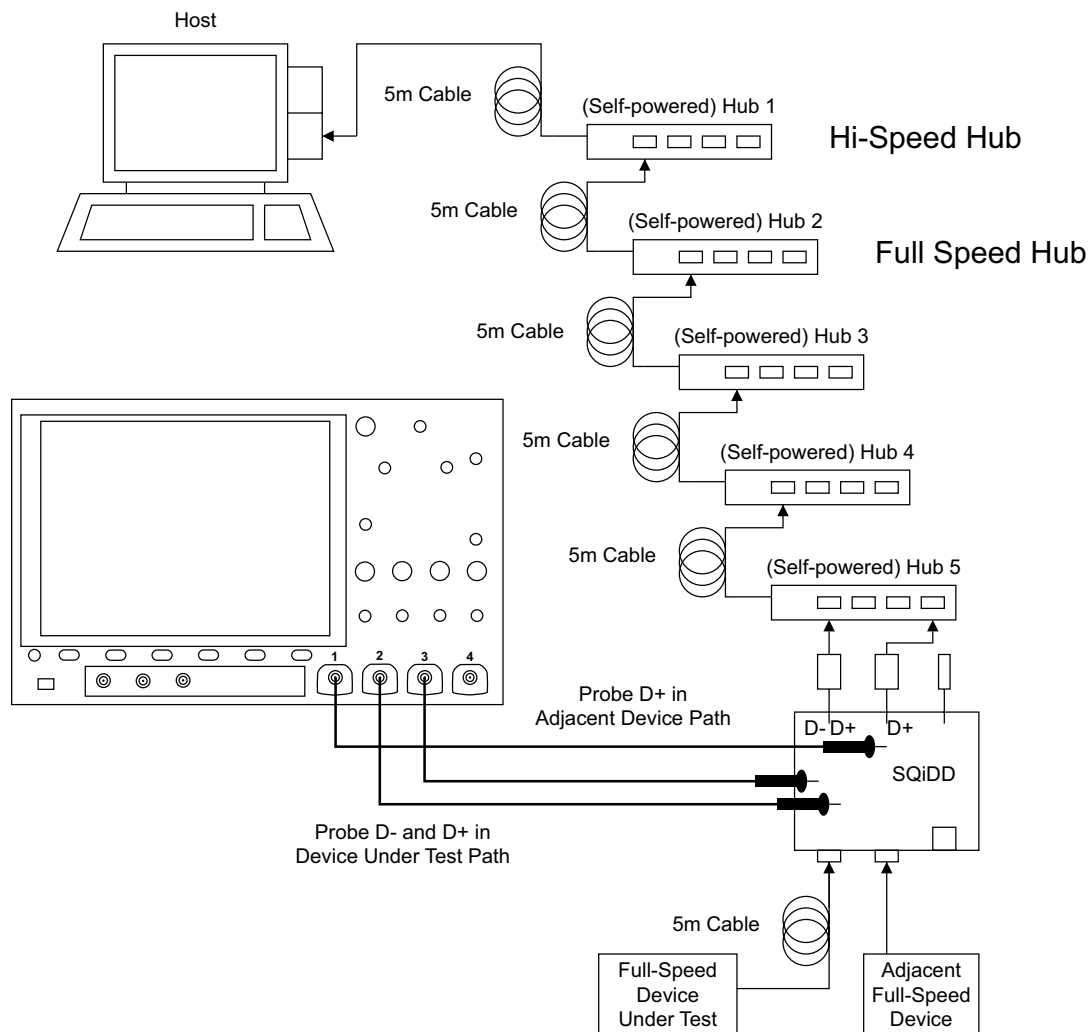
将全速和 / 或高速设备放置在全速集线器的下行端口上会强制这两个集线器以高速模式运行。

- 3 将全速被测设备连接到 SQiDD 板的相同部分。如果该部分有一个交换机，应将其设置为 ON。
- 4 将另一个全速设备连接到 SQiDD 板的相邻部分。这用于进行触发。

#### 注意

如果被测设备有内置集线器功能，应使用全速集线器。否则，示波器将进行错误触发。

- 5 将示波器通道 2 探头连接到被测设备部分的 D+ 探头处。将示波器通道 3 探头连接到被测设备部分的 D- 探头处。将示波器通道 1 探头连接到 SQiDD 板的相邻设备部分的 D+ 探头处。

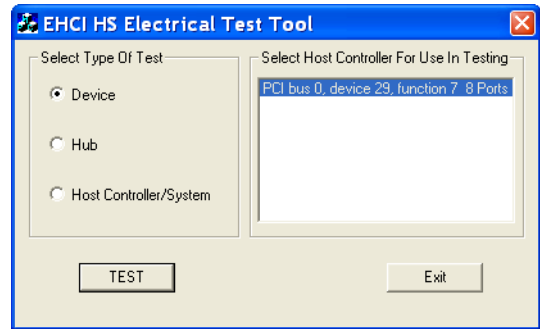


## 设备全速合规性测试数据包

要将主计算机设置为传输合规性测试数据包，请执行下列步骤：

- 1 调用高速电气测试台计算机上的 HS 电气测试工具软件。
- 2 选择**设备**，然后单击 **TEST** 按钮以打开“设备测试”对话框。

## 2 设备信号质量测试



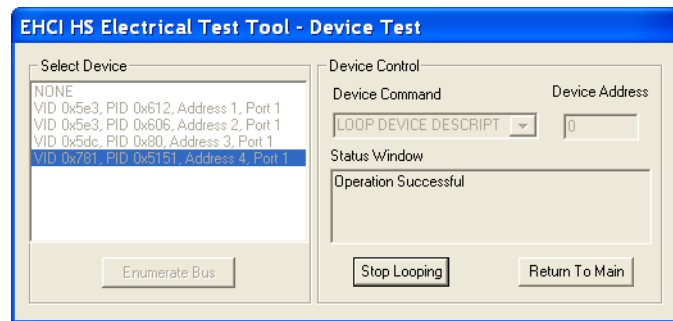
3 在“设备测试”对话框中，单击 **Enumerate Bus** 一次。

连接到主机控制器的所有设备应显示在设备枚举列表中。

如果不知道哪个 VID/PID 属于被测设备，可拆下被测设备，枚举总线一次。然后重新连接被测设备，再次枚举，此时要注意所连接的新设备。

4 突出显示被测设备，从**设备命令**下拉菜单中选择 **LOOP DEVICE DESCRIPTOR**。

5 单击 **EXECUTE** 一次。





设备低速信号质量测试

表 5 在上行低速信号质量测试中使用的设备

数量	项目	说明 / 型号
1	示波器	Keysight 3000T/4000/6000 X 系列
3	无源探头	使用示波器附带的探头就足够了。
1	注册测试台计算机	具有 Windows XP、Windows 7 或 Windows 8 操作系统以及高速 USB 端口的任何计算机。
1	SQiDD 板	Keysight E2646A/B
1	低速 USB 设备	任何 USB 鼠标
5	USB 自供电集线器	在 USB-IF 网站中列出的任何集线器
6	5 米 USB 电缆	在 USB-IF 网站中列出的任何集线器

设置和运行设备低速信号质量测试：

- 1 连接 USB 设备、测试装置和设备。请参见 “设备低速连接”（第 35 页）。
- 2 设置要分析的测试信号 / 数据包。  
  
要设置测试数据包以进行合规性测试，请参见 “设备低速合规性测试数据包”（第 36 页）。
- 3 在示波器前面板上，按下 [Analyze] 分析 键。
- 4 在 “分析菜单” 中，按下功能软键，选择 USB 信号质量。
- 5 按下测试软键，选择设备低速信号质量测试。
- 6 按设置软键。在 “USB 信号质量” 菜单中：
  - a 按下 D+ 源软键，选择连接到 D+ 信号的模拟输入源通道（前面的连接说明中的通道 2）。
  - b 按下 D- 源软键，选择连接到 D- 信号的模拟输入源通道（前面的连接说明中的通道 3）。
  - 在 4 通道示波器上，将强制您对 D+ 和 D- 信号使用不同的通道对。这将提供最大采样率。（通道 1 和 2 是一对，通道 3 和 4 是另一对。）
  - c 按下 调整 D- 源软键，选择连接到相邻 D- 信号的模拟输入源通道（前面的连接说明中的通道 1）。

7 按下**自动设置**软键可针对选定的测试自动设置示波器。

要获得最佳测试结果，您可以对自动设置进行调整。一般情况下，需要在示波器显示屏上显示一个数据包数据，以及每端一位的时间。此外，应调整垂直定标和偏移，使信号占六个垂直格而不会被裁剪。

您应看到示波器上传输的测试数据包，如下所示。



8 按下**运行测试**软键以运行选定的信号质量测试。

在运行测试时，示波器将停止采集（如果正在运行），分析屏幕上的数据，然后显示结果。

注意

测试需要几分钟来运行，开始后就不能取消。

测试完成后，将自动显示结果。您可以按下**显示结果**软键禁用或重新启用测试结果显示。

分析的采集将保留在屏幕上，您可以通过移动或退出结果对话框来查看它。

可以在示波器停止后运行测试。这对内置主机的情况（和其他情况）很有用，在这些情况下，无法轻松地将被测设备（DUT）置于测试模式中，并且您要分析已采集的数据。

另请参见 • **第 6 章**，“将测试结果保存到 HTML 文件，”（从第 79 页开始）

## 设备低速连接

执行下列连接步骤：

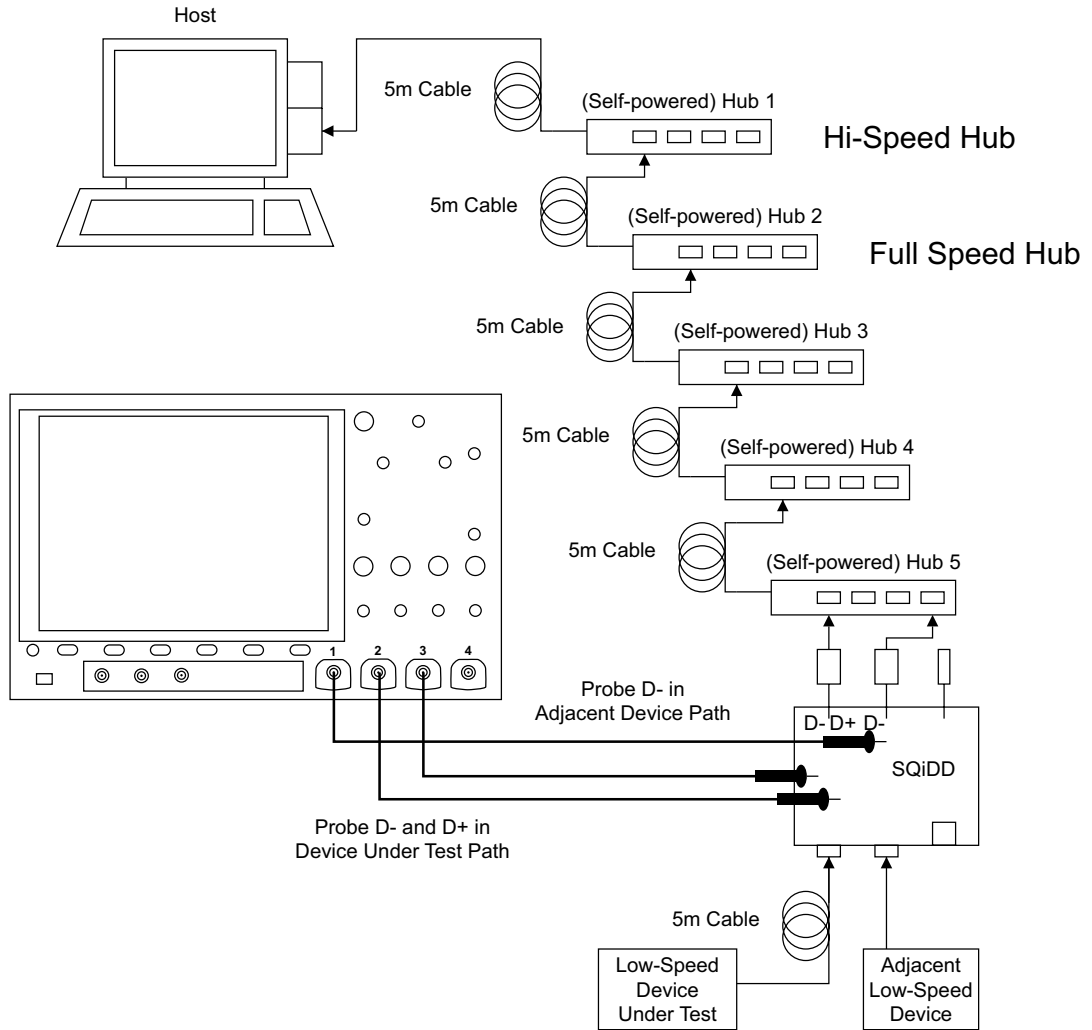
- 1 将无源探头连接到示波器的通道 2、通道 3 和通道 1 输入。
- 2 将 SQiDD 板连接到 5 个自供电集线器和 1 个主机系统末端的两个 USB 端口。集线器 1 必须是高速集线器，集线器 2 必须是全速集线器。其余集线器可以是高速集线器，也可以是全速集线器。

### 注意

将全速和 / 或高速设备放置在全速集线器的下行端口上会强制这两个集线器以高速模式运行。

- 3 将低速被测设备连接到 SQiDD 板的相同部分。如果该部分有一个交换机，应将其设置为 ON。
- 4 将另一个低速设备连接到 SQiDD 板的相邻部分。这用于进行触发。
- 5 将示波器通道 2 探头连接到被测设备部分的 D+ 探头处。将示波器通道 3 探头连接到被测设备部分的 D- 探头处。将示波器通道 1 探头连接到 SQiDD 板的相邻设备部分的 D- 探头处。

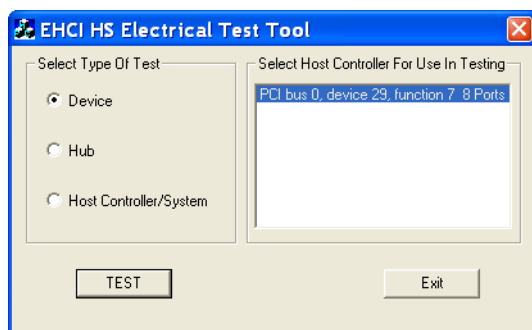
## 2 设备信号质量测试



### 设备低速合规性测试数据包

要将主计算机设置为传输合规性测试数据包，请执行下列步骤：

- 1 调用高速电气测试台计算机上的 HS 电气测试工具软件。
- 2 选择**设备**，然后单击 **TEST** 按钮以打开“设备测试”对话框。



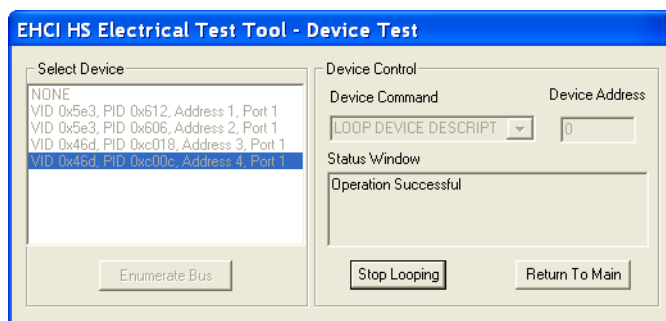
3 在“设备测试”对话框中，单击 **Enumerate Bus** 一次。

连接到主机控制器的所有设备应显示在设备枚举列表中。

如果不知道哪个 VID/PID 属于被测设备，可拆下被测设备，枚举总线一次。然后重新连接被测设备，再次枚举，此时要注意所连接的新设备。

4 突出显示被测设备，从**设备命令**下拉菜单中选择 **LOOP DEVICE DESCRIPTOR**。

5 单击 **EXECUTE** 一次。



## 2 设备信号质量测试

### 3 主机信号质量测试

主机高速信号质量测试 / 39  
主机全速信号质量测试 / 45  
主机低速信号质量测试 / 49

#### 主机高速信号质量测试

表 6 在主机高速信号质量测试中使用的设备

数量	项目	说明 / 型号
1	示波器	Keysight 4000/6000 X 系列 >1.5 GHz 带宽型号
1	示波器探测解决方案:	
	• 差分探头	带 E2678A 或 E2669A 的 Keysight 113xA
	• SMA 电缆	Keysight 15443A 匹配的电缆对或等效电缆
1	注册测试台计算机	具有 Windows XP、Windows 7 或 Windows 8 操作系统以及高速 USB 端口的任何计算机。
1	主机高速信号质量测试装置和 4" USB 电缆	Keysight E2649-66402
1	5V 电源	Keysight 0950-2546 或等效设备

设置和运行主机高速信号质量测试:

1 连接 USB 设备、测试装置和设备:

- 如果使用差分探头探测测试装置, 请参见 “主机高速连接 - 差分探头” (第 42 页)。

### 3 主机信号质量测试

- 如果使用 SMA 电缆探测测试装置，请参见“主机高速连接 - SMA 电缆”（第 43 页）。

#### 2 设置要分析的测试信号 / 数据包。

要设置测试数据包以进行合规性测试，请参见“主机高速合规性测试数据包”（第 43 页）。

#### 3 在示波器前面板上，按下 [Analyze] 分析 键。

#### 4 在“分析菜单”中，按下功能软键，选择 USB 信号质量。

#### 5 按下测试软键，选择主机高速信号质量测试。

#### 6 按设置软键。在“USB 信号质量”菜单中：

- a 按下测试连接软键，选择是使用单端（带 SMA 电缆）还是差分探头连接。
- b 如果使用差分连接，请按下源软键，选择连接到差分探头的模拟输入源通道。

如果使用单端（SMA 电缆）连接，请按下 DP SMA 软键，选择连接到 D+ 信号的模拟输入源通道。然后，按下 DN SMA 软键，选择连接到 D- 信号的模拟输入源通道。

在 4 通道示波器上，将强制您对 D+ 和 D- 信号使用不同的通道对。这将提供最大采样率。（通道 1 和 2 是一对，通道 3 和 4 是另一对。）

2 通道示波器不支持使用单端 SMA 电缆连接进行高速测试，因为采样率不符合所需的 5 GSa/s。

#### c 按下测试类型软键，选择近端或远端。

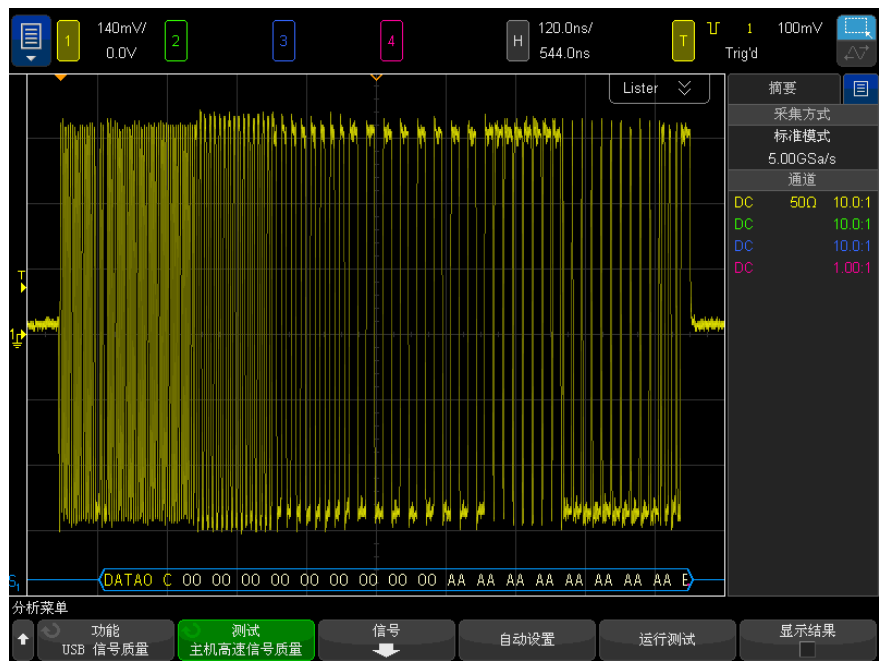
术语“近端”和“远端”基于相对于被测设备，测试装置所连接的电缆的那一端。进行测量的点指定要使用的眼睛模板。

#### 7 按下自动设置软键可针对选定的测试自动设置示波器。

要获得最佳测试结果，您可以对自动设置进行调整。一般情况下，需要在示波器显示屏上显示一个数据包数据，以及每端一位的时间。此外，应调整垂直定标和偏移，使信号占六个垂直格而不会被裁剪。

您应看到示波器上传输的测试数据包，如下所示。





8 按下**运行测试**软键以运行选定的信号质量测试。

在运行测试时，示波器将停止采集（如果正在运行），分析屏幕上的数据，然后显示结果。

注意

测试需要几分钟来运行，开始后就不能取消。

测试完成后，将自动显示结果。您可以按下**显示结果**软键禁用或重新启用测试结果显示。

分析的采集将保留在屏幕上，您可以通过移动或退出结果对话框来查看它。

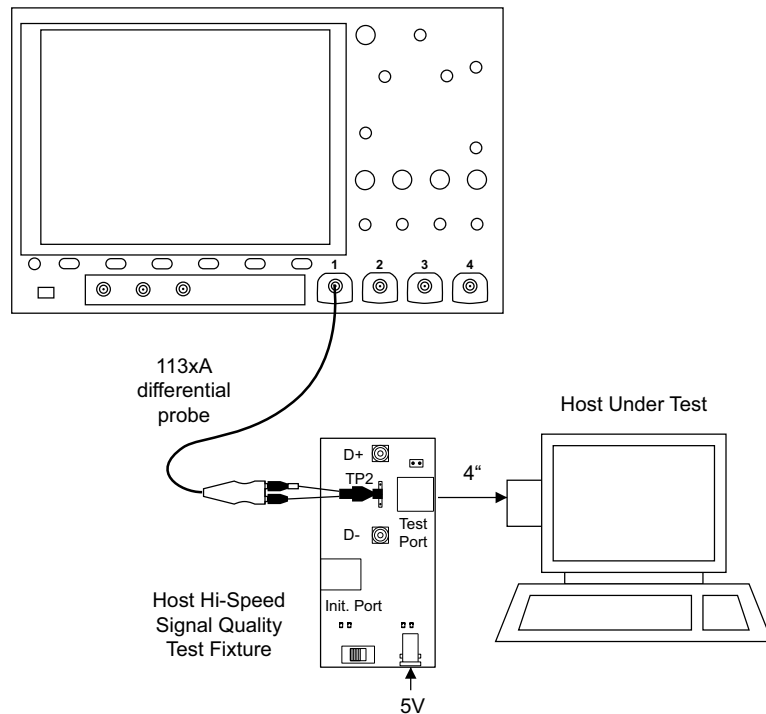
可以在示波器停止后运行测试。这对内置主机的情况（和其他情况）很有用，在这些情况下，无法轻松地将被测设备（DUT）置于测试模式中，并且您要分析已采集的数据。

另请参见 • **第 6 章**，“将测试结果保存到 HTML 文件，”（从第 79 页开始）

#### 主机高速连接 - 差分探头

执行下列连接步骤：

- 1 将 5V 电源连接到 E2649-66402 主机高速信号质量测试装置的 J5 端口，验证绿色 POWER LED 亮起。
  - a 将测试装置的 TEST 开关 (S1) 设置到 ON 位置，验证黄色 TEST LED 亮起。
- 2 将 Keysight 113xA 差分探头连接到测试装置的 TP2。确保探头上的 + 极与 D+ 对准，这是距离 USB 连接器最近的针脚。
- 3 将装置的 SMA 连接器连接到 50 Ohm 终端连接器。

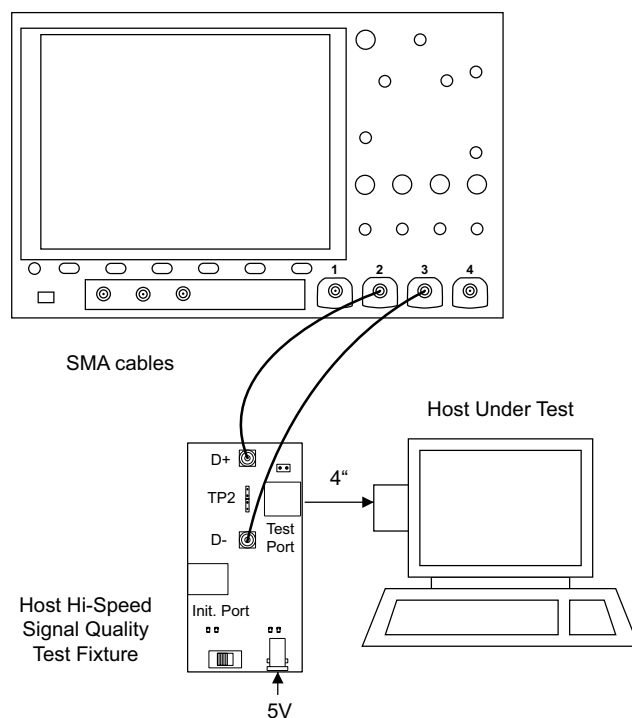


- 4 使用 4" USB 电缆将 E2649-66402 主机高速信号质量测试装置的 [TEST PORT] 连接到主机控制器的被测端口。

此处的主机控制器是指高速电气测试台计算机，其中有 HS 电气测试工具。

## 主机高速连接 - SMA 电缆

- 1 将 5V 电源连接到 E2649-66402 高速信号质量测试装置的 J5 端口。验证绿色 POWER LED 亮起。
- 2 将测试装置的 TEST 开关 (S1) 设置到 ON 位置，验证黄色 TEST LED 亮起。
- 3 将 SMA 电缆连接到测试装置上的 SMA 连接器 D+ 和 D-。



- 4 使用 4" USB 电缆将 E2649-66402 主机高速信号质量测试装置的 [TEST PORT] 连接到主机控制器的被测端口。

此处的主机控制器是指高速电气测试台计算机，其中有 HS 电气测试工具。

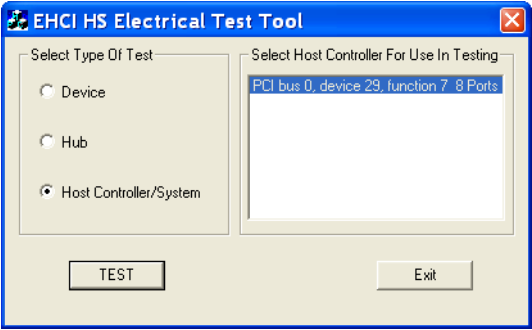
## 主机高速合规性测试数据包

要将主计算机设置为传输合规性测试数据包，请执行下列步骤：

- 1 调用高速电气测试台计算机上的 HS 电气测试工具软件。

3 主机信号质量测试

2 选择**主机控制器 / 系统**，然后单击 **TEST** 按钮以打开 “主机测试” 对话框。

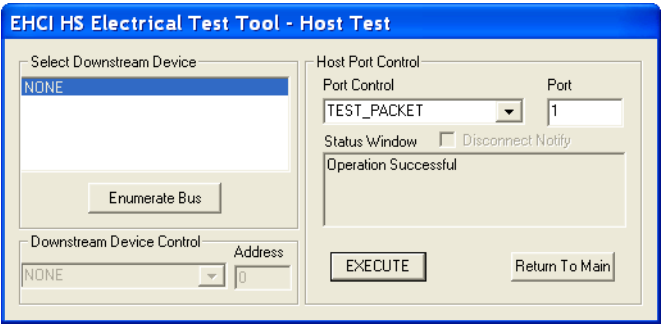


3 在 “主机测试” 对话框中，从**端口控制**下拉菜单中选择 **TEST\_PACKET**。

4 输入被测端口的端口号。

5 单击 **EXECUTE**。

这将强制被测端口持续传输测试数据包。



主机全速信号质量测试

表 7 在主机下行全速信号质量测试中使用的设备

数量	项目	说明 / 型号
1	示波器	Keysight 3000T/4000/6000 X 系列
2	无源探头	使用示波器附带的探头就足够了。
1	注册测试台计算机	具有 Windows XP、Windows 7 或 Windows 8 操作系统以及高速 USB 端口的任何计算机。
1	SQiDD 板	Keysight E2646A/B
1	全速 USB 设备	Intel Create and Share USB 相机，部件号 735147-001，型号：CS330
5	USB 自供电集线器	在 USB-IF 网站中列出的任何集线器
6	5 米 USB 电缆	在 USB-IF 网站中列出的任何集线器

设置和运行主机全速信号质量测试：

- 1 连接 USB 设备、测试装置和设备。请参见 “主机全速连接”（第 47 页）。
- 2 设置要分析的测试信号 / 数据包。

要生成总线流量，应将已知有效的全速设备连接到被测端口，捕获全速 SOF 以执行眼睛模式分析。

- 3 在示波器前面板上，按下 [Analyze] 分析 键。
- 4 在 “分析菜单” 中，按下功能软键，选择 USB 信号质量。
- 5 按下测试软键，选择主机全速信号质量测试。
- 6 按设置软键。在 “USB 信号质量” 菜单中：
  - a 按下 D+ 源软键，选择连接到 D+ 信号的模拟输入源通道（前面的连接说明中的通道 2）。
  - b 按下 D- 源软键，选择连接到 D- 信号的模拟输入源通道（前面的连接说明中的通道 3）。

在 4 通道示波器上，将强制您对 D+ 和 D- 信号使用不同的通道对。这将提供最大采样率。（通道 1 和 2 是一对，通道 3 和 4 是另一对。）

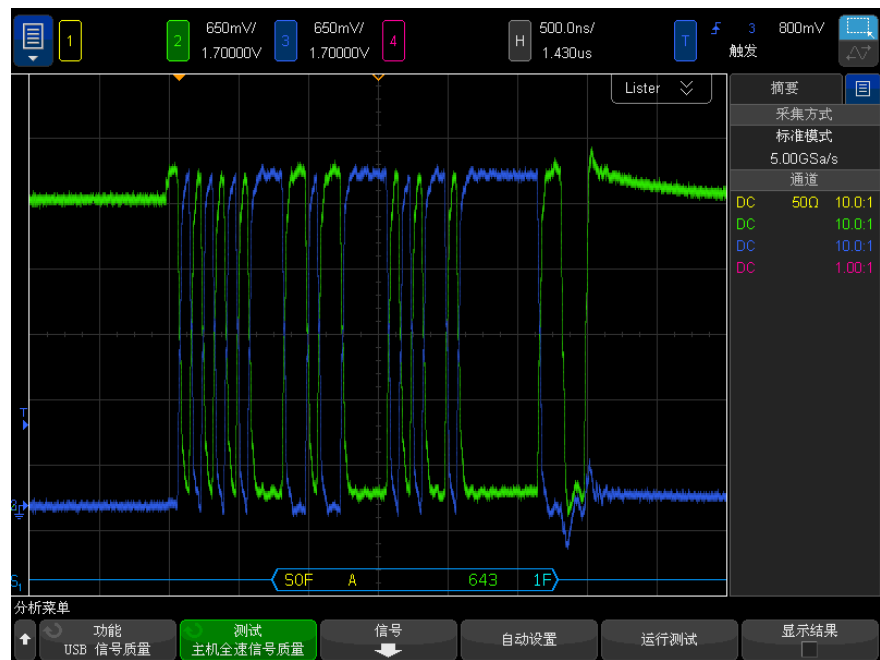
### 3 主机信号质量测试

在 2 通道示波器上运行全速测试时，在测试结果中将包括有关欠采样的分析数据的说明。

7 按下**自动设置**软键可针对选定的测试自动设置示波器。

要获得最佳测试结果，您可以对自动设置进行调整。一般情况下，需要在示波器显示屏上显示一个数据包数据，以及每端一位的时间。此外，应调整垂直定标和偏移，使信号占六个垂直格而不会被裁剪。

您应看到示波器上传输的测试数据包，如下所示。



8 按下**运行测试**软键以运行选定的信号质量测试。

在运行测试时，示波器将停止采集（如果正在运行），分析屏幕上的数据，然后显示结果。

#### 注意

测试需要几分钟来运行，开始后就不能取消。

测试完成后，将自动显示结果。您可以按下**显示结果**软键禁用或重新启用测试结果显示。

分析的采集将保留在屏幕上，您可以通过移动或退出结果对话框来查看它。

可以在示波器停止后运行测试。这对内置主机的情况（和其他情况）很有用，在这些情况下，无法轻松地将被测设备（DUT）置于测试模式中，并且您要分析已采集的数据。

另请参见 • **第 6 章**，“将测试结果保存到 HTML 文件，”（从第 79 页开始）

## 主机全速连接

执行下列连接步骤：

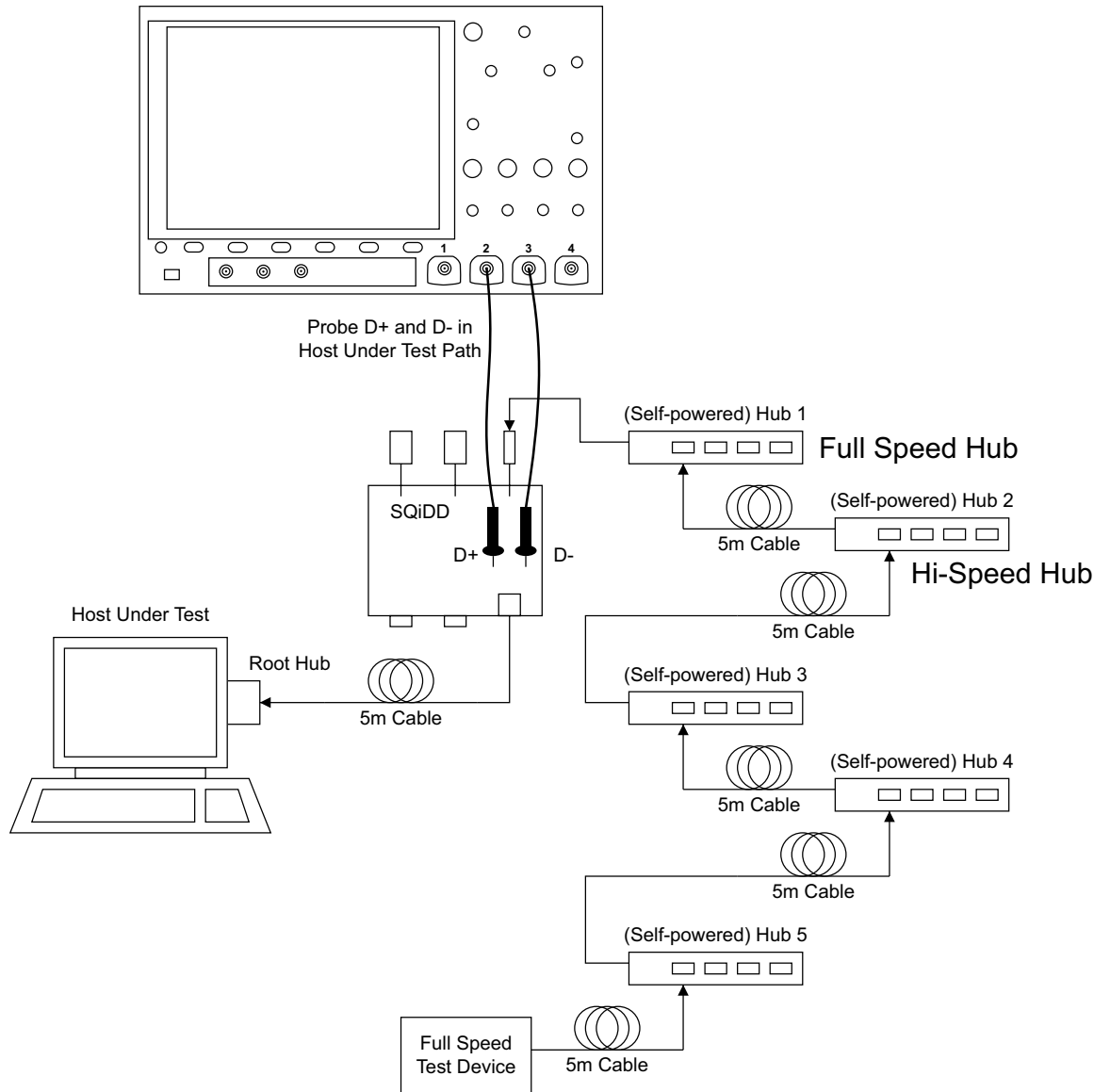
- 1 将无源探头连接到示波器的通道 3 和通道 2 输入。
- 2 将 SQiDD 板连接到被测主机上的根集线器。
- 3 将 5 个自供电集线器和 1 个全速设备连接到 SQiDD 板的相同部分。如果该部分有一个交换机，应将其设置为 ON。集线器 1 必须是全速集线器，集线器 2 必须是高速集线器。其余集线器可以是全速集线器，也可以是高速集线器。

### 注意

将全速和 / 或高速设备放置在全速集线器的下行端口上会强制这两个集线器以高速模式运行。

- 4 将示波器通道 2 探头连接到被测设备部分的 D+ 探头处。将示波器通道 3 探头连接到被测设备部分的 D- 探头处。
- 5 如果已启动，请退出 HS 电气测试工具。

3 主机信号质量测试





主机低速信号质量测试

表 8 在主机下行低速信号质量测试中使用的设备

数量	项目	说明 / 型号
1	示波器	Keysight 3000T/4000/6000 X 系列
2	无源探头	使用示波器附带的探头就足够了。
1	注册测试台计算机	具有 Windows XP、Windows 7 或 Windows 8 操作系统以及高速 USB 端口的任何计算机。
1	SQiDD 板	Keysight E2646A/B
1	低速 USB 设备	任何 USB 鼠标

设置和运行主机低速信号质量测试：

- 1 连接 USB 设备、测试装置和设备。请参见 “主机低速连接”（第 51 页）。
- 2 设置要分析的测试信号 / 数据包。

要生成总线流量，应将已知有效的低速设备连接到被测端口，捕获低速数据包以执行眼睛模式分析。

- 3 在示波器前面板上，按下 [Analyze] 分析 键。
- 4 在 “分析菜单” 中，按下功能软键，选择 USB 信号质量。
- 5 按下测试软键，选择主机低速信号质量测试。
- 6 按设置软键。在 “USB 信号质量” 菜单中：

- a 按下 D+ 源软键，选择连接到 D+ 信号的模拟输入源通道（前面的连接说明中的通道 2）。
- b 按下 D- 源软键，选择连接到 D- 信号的模拟输入源通道（前面的连接说明中的通道 3）。

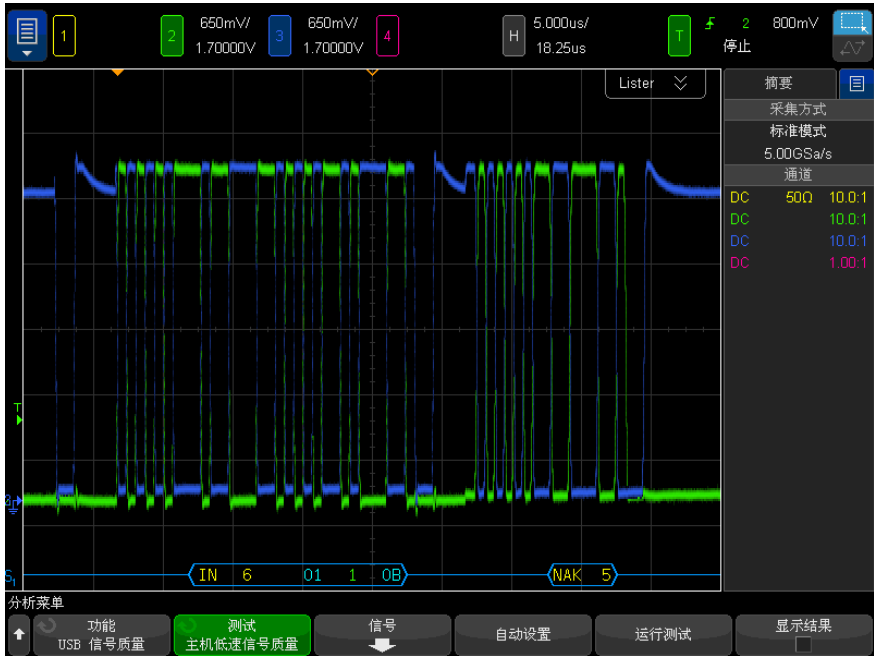
在 4 通道示波器上，将强制您对 D+ 和 D- 信号使用不同的通道对。这将提供最大采样率。（通道 1 和 2 是一对，通道 3 和 4 是另一对。）

- 7 按下自动设置软键可针对选定的测试自动设置示波器。

要获得最佳测试结果，您可以对自动设置进行调整。一般情况下，需要在示波器显示屏上显示一个数据包数据，以及每端一位的时间。此外，应调整垂直标和偏移，使信号占六个垂直格而不会被裁剪。

### 3 主机信号质量测试

您应看到示波器上传输的测试数据包，如下所示。



#### 8 按下**运行测试**软键以运行选定的信号质量测试。

在运行测试时，示波器将停止采集（如果正在运行），分析屏幕上的数据，然后显示结果。

#### 注意

测试需要几分钟来运行，开始后就不能取消。

测试完成后，将自动显示结果。您可以按下**显示结果**软键禁用或重新启用测试结果显示。

分析的采集将保留在屏幕上，您可以通过移动或退出结果对话框来查看它。

可以在示波器停止后运行测试。这对内置主机的情况（和其他情况）很有用，在这些情况下，无法轻松地将被测设备（DUT）置于测试模式中，并且您要分析已采集的数据。

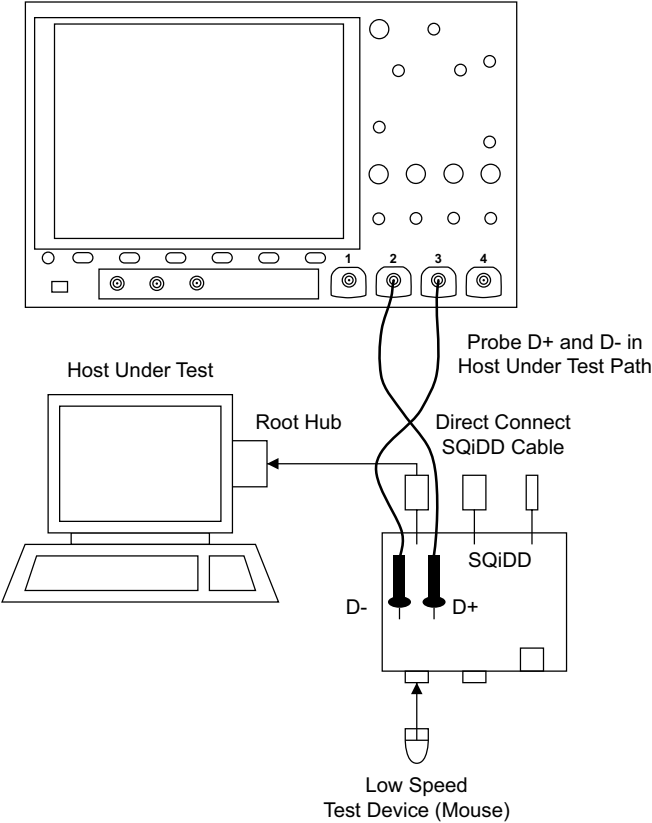
另请参见 • 第 6 章, “将测试结果保存到 HTML 文件,” (从第 79 页开始)

## 主机低速连接

执行下列连接步骤:

- 1 使用示波器附带的无源探头。
- 2 将无源探头连接到示波器的通道 3 和通道 2 输入。
- 3 将 SQiDD 板连接到被测主机上的根集线器。
- 4 将低速设备连接到 SQiDD 板的相同部分。如果该部分有一个交换机, 应将其设置为 ON。
- 5 将示波器通道 2 探头连接到 SQiDD 板的 D+ 探头。将示波器通道 3 探头连接到 SQiDD 板的 D- 探头。
- 6 如果已启动, 请退出 HS 电气测试工具。

3 主机信号质量测试



## 4 集线器上行信号质量测试

集线器上行高速信号质量测试 / 53  
集线器上行全速信号质量测试 / 59

### 集线器上行高速信号质量测试

表 9 在集线器高速信号质量测试中使用的设备 - 上行端口

数量	项目	说明 / 型号
1	示波器	Keysight 4000/6000 X 系列 >1.5 GHz 带宽型号
1	示波器探测解决方案:	
	• 差分探头	带 E2678A 或 E2669A 的 Keysight 113xA
	• SMA 电缆	Keysight 15443A 匹配的电缆对或等效电缆
1	注册测试台计算机	具有 Windows XP、Windows 7 或 Windows 8 操作系统以及高速 USB 端口的任何计算机。
1	设备高速信号质量测试装置和 4" USB 电缆	Keysight E2649-66401
1	5V 电源	Keysight 0950-2546 或等效设备

设置和运行集线器上行高速信号质量测试:

- 1 连接 USB 设备、测试装置和设备:
  - 如果使用差分探头探测测试装置, 请参见 “集线器上行高速连接 - 差分探头” (第 56 页)。

## 4 集线器上行信号质量测试

- 如果使用 SMA 电缆探测测试装置，请参见“集线器上行高速连接 - SMA 电缆”（第 57 页）。

### 2 设置要分析的测试信号 / 数据包。

要设置测试数据包以进行合规性测试，请参见“集线器上行高速合规性测试数据包”（第 58 页）。

### 3 在设备高速信号质量测试装置上，将 TEST 开关 (S1) 置于 ON 位置。

验证黄色 TEST LED 亮起。

### 4 在示波器前面板上，按下 [Analyze] 分析 键。

### 5 在“分析菜单”中，按下功能软键，选择 USB 信号质量。

### 6 按下测试软键，选择设备高速信号质量测试。

### 7 按设置软键。在“USB 信号质量”菜单中：

- a 按下测试连接软键，选择是使用单端（带 SMA 电缆）还是差分探头连接。
- b 如果使用差分连接，请按下源软键，选择连接到差分探头的模拟输入源通道。

如果使用单端（SMA 电缆）连接，请按下 DP SMA 软键，选择连接到 D+ 信号的模拟输入源通道。然后，按下 DN SMA 软键，选择连接到 D- 信号的模拟输入源通道。

在 4 通道示波器上，将强制您对 D+ 和 D- 信号使用不同的通道对。这将提供最大采样率。（通道 1 和 2 是一对，通道 3 和 4 是另一对。）

2 通道示波器不支持使用单端 SMA 电缆连接进行高速测试，因为采样率不符合所需的 5 GSa/s。

### c 按下测试类型软键，选择近端或远端。

术语“近端”和“远端”基于相对于被测设备，测试装置所连接的电缆的那一端。进行测量的点指定要使用的眼睛模板。

### 8 按下自动设置软键可针对选定的测试自动设置示波器。

要获得最佳测试结果，您可以对自动设置进行调整。一般情况下，需要在示波器显示屏上显示一个数据包数据，以及每端一位的时间。此外，应调整垂直定标和偏移，使信号占六个垂直格而不会被裁剪。

您应看到示波器上传输的测试数据包，如下所示。



9 按下**运行测试**软键以运行选定的信号质量测试。

在运行测试时，示波器将停止采集（如果正在运行），分析屏幕上的数据，然后显示结果。

注意

测试需要几分钟来运行，开始后就不能取消。

测试完成后，将自动显示结果。您可以按下**显示结果**软键禁用或重新启用测试结果显示。

分析的采集将保留在屏幕上，您可以通过移动或退出结果对话框来查看它。

可以在示波器停止后运行测试。这对内置主机的情况（和其他情况）很有用，在这些情况下，无法轻松地将被测设备（DUT）置于测试模式中，并且您要分析已采集的数据。

另请参见 • **第 6 章**，“将测试结果保存到 HTML 文件，”（从第 79 页开始）

### 集线器上行高速连接 - 差分探头

执行下列连接步骤：

1 将 5V 电源连接到 E2649-66401 设备高速信号质量测试装置的 J5 端口。

将 TEST 开关保持在 OFF 位置上。

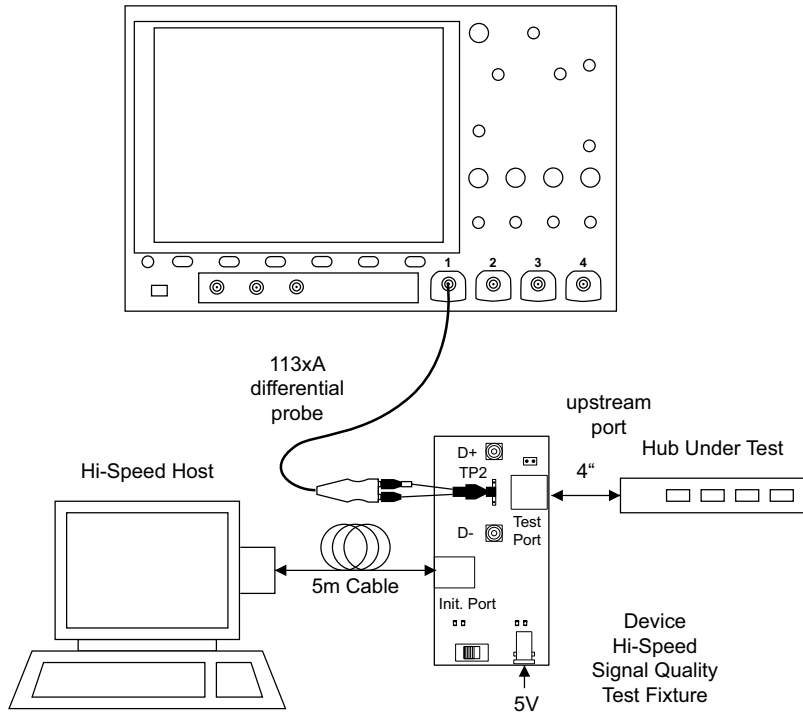
验证绿色 POWER LED 亮起，黄色 TEST LED 熄灭。

2 使用 4" USB 电缆将测试装置的 [TEST PORT] 连接到被测集线器的上行端口。

3 将测试装置的 [INIT PORT] 连接到测试台计算机的高速端口。对集线器供电。

4 将 Keysight 113xA 差分探头连接到测试装置上的 TP2 的 D+/D-。确保探头上的 + 极与装置上的 D+ 对准。

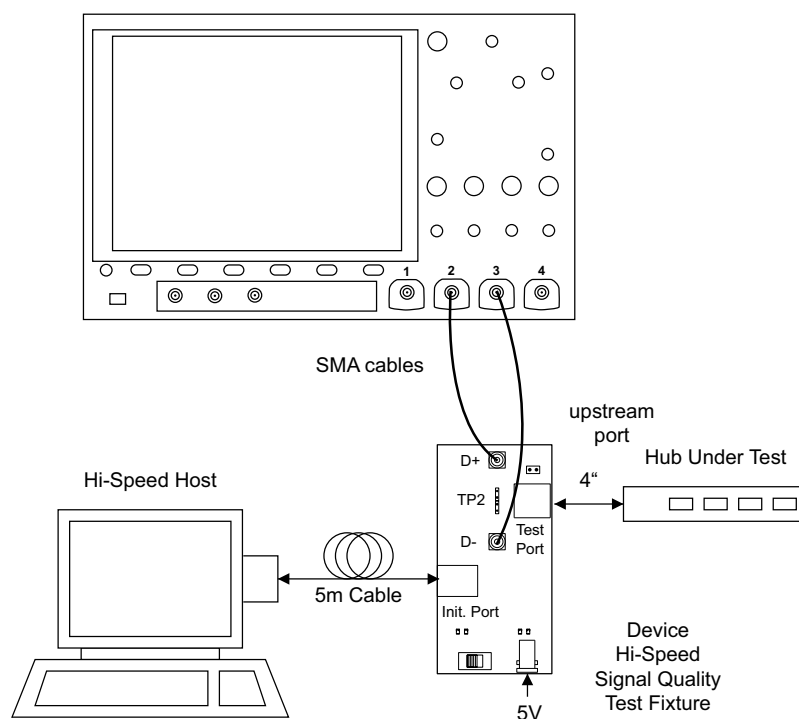
5 将装置的 SMA 连接器连接到 50 Ohm 终端连接器。





## 集线器上行高速连接 - SMA 电缆

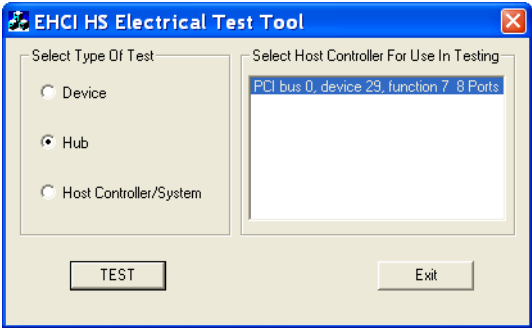
- 1 将 5V 电源连接到 E2649-66401 设备高速信号质量测试装置的 J5 端口。  
将 TEST 开关保持在 OFF 位置上。  
验证绿色 POWER LED 亮起，黄色 TEST LED 未点亮。
- 2 使用 4" USB 电缆将设备高速信号质量测试装置的 [TEST PORT] 连接到被测设备的上行端口。
- 3 使用 5 米 USB 电缆将测试装置的 [INIT PORT] 连接到测试台计算机的支持高速的端口。
- 4 对设备供电。
- 5 将 SMA 电缆连接到测试装置上 TP2 的 SMA 连接器 D+ 和 D-。



## 集线器上行高速合规性测试数据包

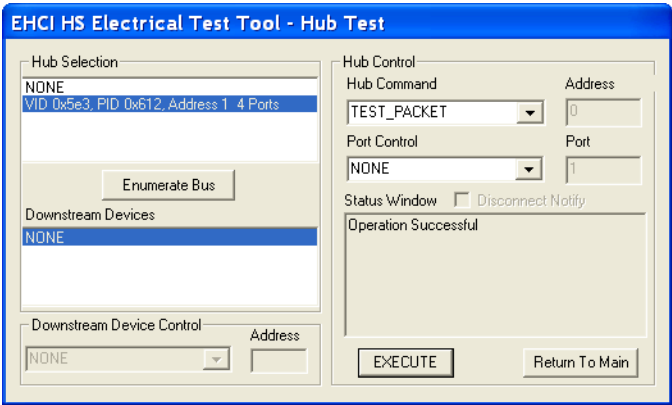
要将主计算机设置为传输合规性测试数据包，请执行下列步骤：

- 1 调用高速电气测试台计算机上的 HS 电气测试工具软件。选择**集线器**，然后单击 **TEST** 按钮以进入“集线器测试”对话框。



- 2 在“集线器测试”对话框中，应使用与 USB 地址一起显示的集线器 VID 对被测集线器进行枚举。

从**集线器命令**下拉菜单中选择 **TEST\_PACKET**。



- 3 单击 **EXECUTE**。

集线器上行全速信号质量测试

表 10 在上行全速信号质量测试中使用的设备

数量	项目	说明 / 型号
1	示波器	Keysight 3000T/4000/6000 X 系列
3	无源探头	使用示波器附带的探头就足够了。
1	注册测试台计算机	具有 Windows XP、Windows 7 或 Windows 8 操作系统以及高速 USB 端口的任何计算机。
1	SQiDD 板	Keysight E2646A/B
1	全速 USB 设备	Intel Create and Share USB 相机，部件号 735147-001，型号：CS330
5	USB 自供电集线器	在 USB-IF 网站中列出的任何集线器
6	5 米 USB 电缆	在 USB-IF 网站中列出的任何集线器

设置和运行集线器上行全速信号质量测试：

- 1 连接 USB 设备、测试装置和设备。请参见 “集线器上行全速连接”（第 61 页）。
- 2 设置要分析的测试信号 / 数据包。  
要设置测试数据包以进行合规性测试，请参见 “集线器上行全速合规性测试数据包”（第 62 页）。
- 3 在示波器前面板上，按下 [Analyze] 分析 键。
- 4 在 “分析菜单” 中，按下功能软键，选择 USB 信号质量。
- 5 按下测试软键，选择设备全速信号质量测试。
- 6 按设置软键。在 “USB 信号质量” 菜单中：
  - a 按下 D+ 源软键，选择连接到 D+ 信号的模拟输入源通道（前面的连接说明中的通道 2）。
  - b 按下 D- 源软键，选择连接到 D- 信号的模拟输入源通道（前面的连接说明中的通道 3）。

在 4 通道示波器上，将强制您对 D+ 和 D- 信号使用不同的通道对。这将提供最大采样率。（通道 1 和 2 是一对，通道 3 和 4 是另一对。）

## 4 集线器上行信号质量测试

在 2 通道示波器上运行全速测试时，在测试结果中将包括有关欠采样的分析数据的说明。

c 按下**调整 D+ 源**软键，选择连接到相邻 D+ 信号的模拟输入源通道。

7 按下**自动设置**软键可针对选定的测试自动设置示波器。

要获得最佳测试结果，您可以对自动设置进行调整。一般情况下，需要在示波器显示屏上显示一个数据包数据，以及每端一位的时间。此外，应调整垂直定标和偏移，使信号占六个垂直格而不会被裁剪。

您应看到示波器上传输的测试数据包，如下所示。



8 按下**运行测试**软键以运行选定的信号质量测试。

在运行测试时，示波器将停止采集（如果正在运行），分析屏幕上的数据，然后显示结果。

### 注意

测试需要几分钟来运行，开始后就不能取消。

测试完成后，将自动显示结果。您可以按下**显示结果**软键禁用或重新启用测试结果显示。

分析的采集将保留在屏幕上，您可以通过移动或退出结果对话框来查看它。

可以在示波器停止后运行测试。这对内置主机的情况（和其他情况）很有用，在这些情况下，无法轻松地将被测设备（DUT）置于测试模式中，并且您要分析已采集的数据。

另请参见 • **第 6 章**，“将测试结果保存到 HTML 文件，”（从第 79 页开始）

## 集线器上行全速连接

执行下列连接步骤：

- 1 将无源探头连接到示波器的通道 2、通道 3 和通道 1 输入。
- 2 将 SQiDD 板连接到 5 个自供电集线器和 1 个主机系统末端的两个 USB 端口。集线器 1 必须是高速集线器，集线器 2 必须是全速集线器。其余集线器可以是高速集线器，也可以是全速集线器。

### 注意

将全速和 / 或高速设备放置在全速集线器的下行端口上会强制这两个集线器以高速模式运行。

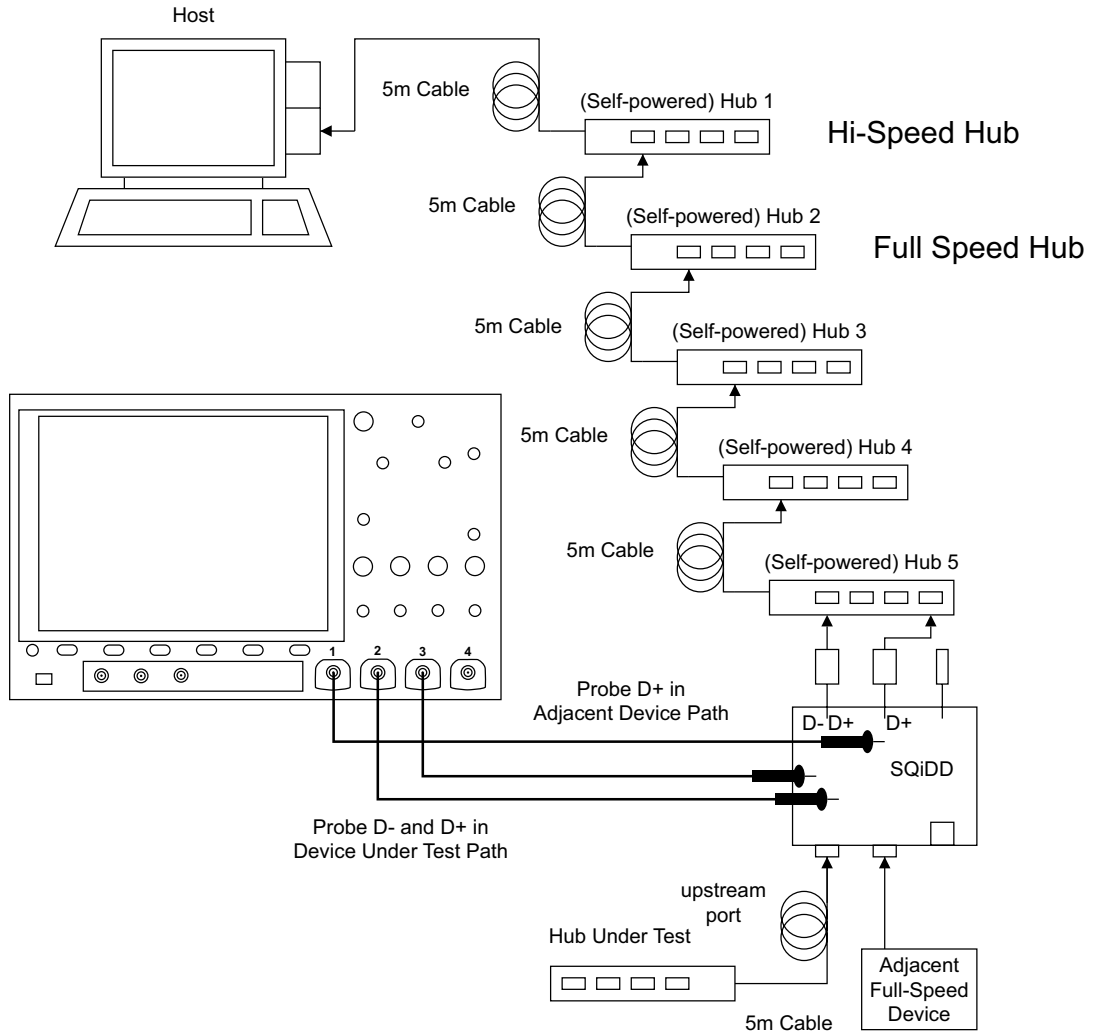
- 3 将全速被测集线器连接到 SQiDD 板的相同部分。如果该部分有一个交换机，应将其设置为 ON。
- 4 将另一个全速设备连接到 SQiDD 板的相邻部分。这用于进行触发。

### 注意

如果被测设备有内置集线器功能，应使用全速集线器。否则，示波器将进行错误触发。

- 5 将示波器通道 2 探头连接到被测集线器部分的 D+ 探头处。将示波器通道 3 探头连接到被测集线器部分的 D- 探头处。将示波器通道 1 探头连接到 SQiDD 板的相邻设备部分的 D+ 探头处。

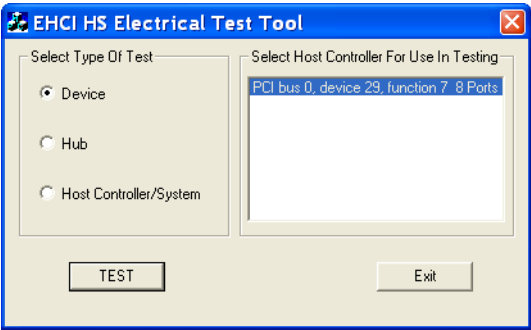
## 4 集线器上行信号质量测试



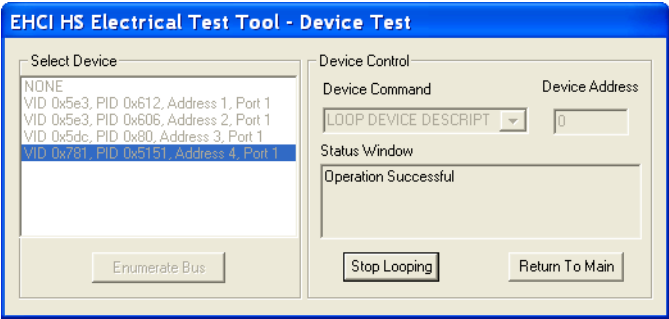
### 集线器上行全速合规性测试数据包

要将主计算机设置为传输合规性测试数据包，请执行下列步骤：

- 1 调用高速电气测试台计算机上的 HS 电气测试工具软件。
- 2 选择**设备**，然后单击 **TEST** 按钮以打开“设备测试”对话框。



- 3 在 “设备测试” 对话框中，单击 **Enumerate Bus** 一次。
- 连接到主机控制器的所有设备应显示在设备枚举列表中。
- 如果不知道哪个 VID/PID 属于被测设备，可拆下被测设备，枚举总线一次。然后重新连接被测设备，再次枚举，此时要注意所连接的新设备。
- 4 突出显示被测集线器，从**设备命令**下拉菜单中选择 **LOOP DEVICE DESCRIPTOR**。
- 5 单击 **EXECUTE** 一次。



## 4 集线器上行信号质量测试



# 5 集线器下行信号质量测试

集线器下行高速信号质量测试 / 65  
集线器下行全速信号质量测试 / 71  
集线器下行低速信号质量测试 / 75

## 集线器下行高速信号质量测试

表 11 在集线器高速信号质量测试中使用的设备 - 下行端口

数量	项目	说明 / 型号
1	示波器	Keysight 4000/6000 X 系列 >1.5 GHz 带宽型号
1	示波器探测解决方案:	
	• 差分探头	带 E2678A 或 E2669A 的 Keysight 113xA
	• SMA 电缆	Keysight 15443A 匹配的电缆对或等效电缆
1	注册测试台计算机	具有 Windows XP、Windows 7 或 Windows 8 操作系统以及高速 USB 端口的任何计算机。
1	主机高速信号质量测试装置和 4" USB 电缆	Keysight E2649-66402
1	5V 电源	Keysight 0950-2546 或等效设备

设置和运行集线器下行高速信号质量测试:

- 1 连接 USB 设备、测试装置和设备:
- 如果使用差分探头探测测试装置, 请参见 “集线器下行高速连接 - 差分探头” (第 68 页)。

## 5 集线器下行信号质量测试

- 如果使用 SMA 电缆探测测试装置，请参见“**集线器下行高速连接 - SMA 电缆**”（第 69 页）。

### 2 设置要分析的测试信号 / 数据包。

要设置测试数据包以进行合规性测试，请参见“**集线器下行高速合规性测试数据包**”（第 69 页）。

### 3 在示波器前面板上，按下 [Analyze] 分析 键。

### 4 在“分析菜单”中，按下**功能**软键，选择 **USB 信号质量**。

### 5 按下**测试**软键，选择**主机高速信号质量测试**。

### 6 按**设置**软键。在“USB 信号质量”菜单中：

- a 按下**测试连接**软键，选择是使用**单端**（带 SMA 电缆）还是**差分**探头连接。
- b 如果使用差分连接，请按下**源**软键，选择连接到差分探头的模拟输入源通道。

如果使用单端（SMA 电缆）连接，请按下 **DP SMA** 软键，选择连接到 D+ 信号的模拟输入源通道。然后，按下 **DN SMA** 软键，选择连接到 D- 信号的模拟输入源通道。

在 4 通道示波器上，将强制您对 D+ 和 D- 信号使用不同的通道对。这将提供最大采样率。（通道 1 和 2 是一对，通道 3 和 4 是另一对。）

2 通道示波器不支持使用单端 SMA 电缆连接进行高速测试，因为采样率不符合所需的 5 GSa/s。

### c 按下**测试类型**软键，选择**近端**或**远端**。

术语“近端”和“远端”基于相对于被测设备，测试装置所连接的电缆的那一端。进行测量的点指定要使用的眼睛模板。

### 7 按下**自动设置**软键可针对选定的测试自动设置示波器。

要获得最佳测试结果，您可以对自动设置进行调整。一般情况下，需要在示波器显示屏上显示一个数据包数据，以及每端一位的时间。此外，应调整垂直定标和偏移，使信号占六个垂直格而不会被裁剪。

您应看到示波器上传输的测试数据包，如下所示。



8 按下**运行测试**软键以运行选定的信号质量测试。

在运行测试时，示波器将停止采集（如果正在运行），分析屏幕上的数据，然后显示结果。

注意

测试需要几分钟来运行，开始后就不能取消。

测试完成后，将自动显示结果。您可以按下**显示结果**软键禁用或重新启用测试结果显示。

分析的采集将保留在屏幕上，您可以通过移动或退出结果对话框来查看它。

可以在示波器停止后运行测试。这对内置主机的情况（和其他情况）很有用，在这些情况下，无法轻松地将被测设备（DUT）置于测试模式中，并且您要分析已采集的数据。

另请参见 • **第 6 章**，“将测试结果保存到 HTML 文件，”（从第 79 页开始）

## 集线器下行高速连接 - 差分探头

执行下列连接步骤：

1 将 5V 电源连接到 E2649-66402 主机高速信号质量测试装置的 J5 端口。

将 TEST 开关设置到 TEST 位置。

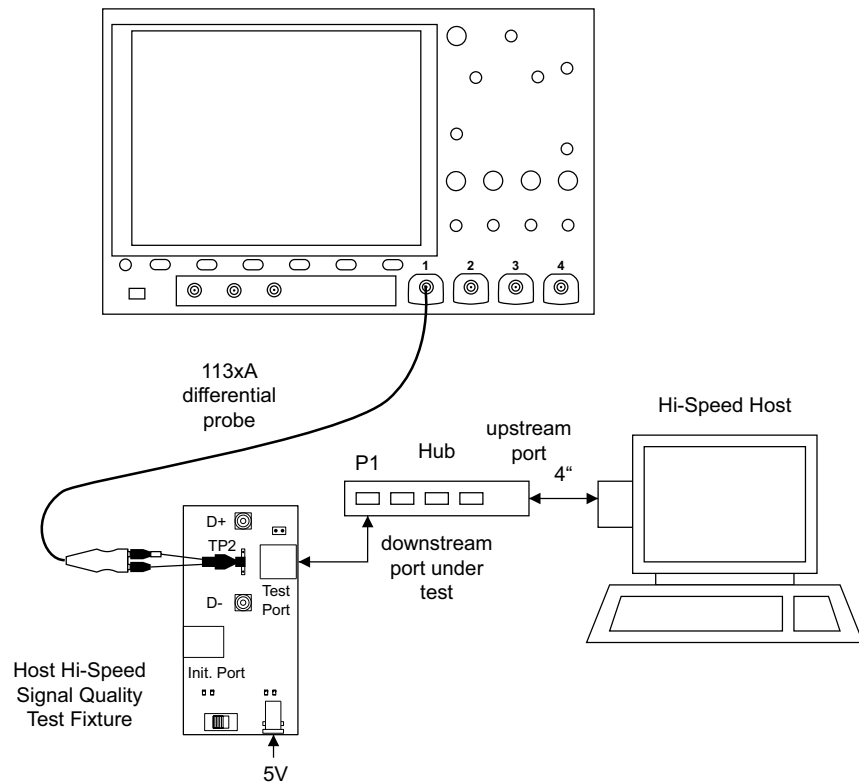
验证绿色 POWER LED 和黄色 TEST LED 都亮起。

2 将 Keysight 113xA 差分探头连接到测试装置的 TP2。确保探头上的 + 极与装置上的 D+ 对准，这是距离 USB 连接器最近的位置。

3 将集线器的上行端口连接到测试台计算机的高速根端口。

4 将测试装置的 [TEST PORT] 连接到集线器的被测下行端口。对集线器供电。

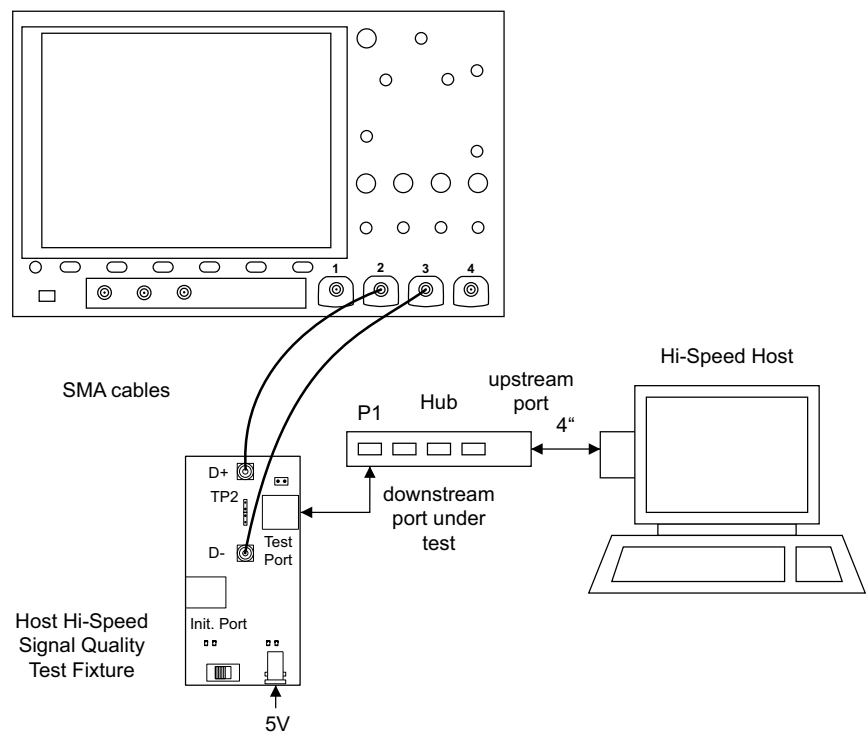
5 将装置的 SMA 连接器连接到 50 Ohm 终端连接器。



集线器下行高速连接 - SMA 电缆

执行下列连接步骤：

- 1 将 5V 电源连接到 E2649-66402 主机高速信号质量测试装置的 J5 端口。  
将 TEST 开关设置到 ON 位置。  
验证绿色 POWER LED 和黄色 TEST LED 都亮起。
- 2 将集线器的上行端口连接到测试台计算机的高速根端口。
- 3 将测试装置的 [TEST PORT] 连接到集线器的被测下行端口。对集线器供电。
- 4 将 SMA 电缆连接到测试装置上 TP2 的 SMA 连接器 D+ 和 D-。

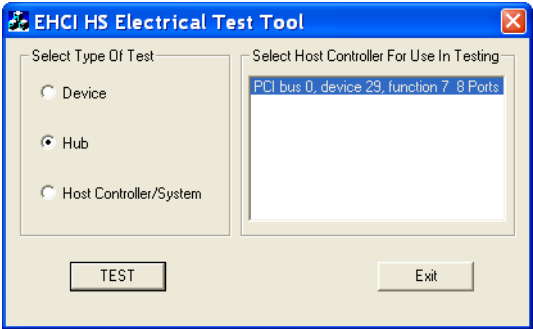


集线器下行高速合规性测试数据包

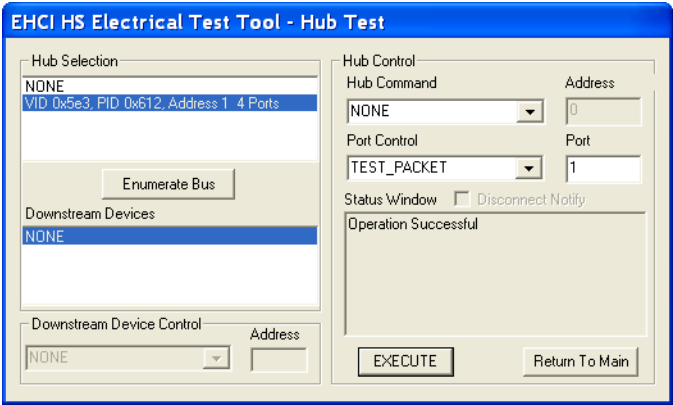
要将主计算机设置为传输合规性测试数据包，请执行下列步骤：

5 集线器下行信号质量测试

- 1 调用高速电气测试台计算机上的 HS 电气测试工具软件。选择**集线器**，然后单击 **TEST** 按钮以进入“集线器测试”对话框。



- 2 在“集线器测试”对话框中，单击 **Enumerate Bus** 按钮一次。  
将使用与 USB 地址一起显示的集线器 VID 对被测集线器进行枚举。
- 3 从**端口控制**下拉菜单中选择 **TEST\_PACKET**。
- 4 输入被测集线器端口的端口号。



- 5 单击 **EXECUTE**。

集线器下行全速信号质量测试

表 12 在集线器下行全速信号质量测试中使用的设备

数量	项目	说明 / 型号
1	示波器	Keysight 3000T/4000/6000 X 系列
2	无源探头	使用示波器附带的探头就足够了。
1	注册测试台计算机	具有 Windows XP、Windows 7 或 Windows 8 操作系统以及高速 USB 端口的任何计算机。
1	SQiDD 板	Keysight E2646A/B
1	全速 USB 设备	Intel Create and Share USB 相机，部件号 735147-001，型号：CS330
5	USB 自供电集线器	在 USB-IF 网站中列出的任何集线器
6	5 米 USB 电缆	在 USB-IF 网站中列出的任何集线器

设置和运行主机全速信号质量测试：

- 1 连接 USB 设备、测试装置和设备。请参见 “集线器下行全速连接”（第 73 页）。
- 2 设置要分析的测试信号 / 数据包。

集线器将生成可以测试的下行信号。将已知有效的全速设备连接到被测集线器，捕获全速 SOF 以执行眼睛模式分析。

- 3 在示波器前面板上，按下 [Analyze] 分析 键。
- 4 在 “分析菜单” 中，按下功能软键，选择 USB 信号质量。
- 5 按下测试软键，选择主机全速信号质量测试。
- 6 按设置软键。在 “USB 信号质量” 菜单中：
  - a 按下 D+ 源软键，选择连接到 D+ 信号的模拟输入源通道（前面的连接说明中的通道 2）。
  - b 按下 D- 源软键，选择连接到 D- 信号的模拟输入源通道（前面的连接说明中的通道 3）。

在 4 通道示波器上，将强制您对 D+ 和 D- 信号使用不同的通道对。这将提供最大采样率。（通道 1 和 2 是一对，通道 3 和 4 是另一对。）

## 5 集线器下行信号质量测试

在 2 通道示波器上运行全速测试时，在测试结果中将包括有关欠采样的分析数据的说明。

### 7 按下**自动设置**软键可针对选定的测试自动设置示波器。

要获得最佳测试结果，您可以对自动设置进行调整。一般情况下，需要在示波器显示屏上显示一个数据包数据，以及每端一位的时间。此外，应调整垂直定标和偏移，使信号占六个垂直格而不会被裁剪。

您应看到示波器上传输的测试数据包，如下所示。



### 8 按下**运行测试**软键以运行选定的信号质量测试。

在运行测试时，示波器将停止采集（如果正在运行），分析屏幕上的数据，然后显示结果。

## 注意

测试需要几分钟来运行，开始后就不能取消。



测试完成后，将自动显示结果。您可以按下**显示结果**软键禁用或重新启用测试结果显示。

分析的采集将保留在屏幕上，您可以通过移动或退出结果对话框来查看它。

可以在示波器停止后运行测试。这对内置主机的情况（和其他情况）很有用，在这些情况下，无法轻松地将被测设备（DUT）置于测试模式中，并且您要分析已采集的数据。

另请参见 • **第 6 章**，“将测试结果保存到 HTML 文件，”（从第 79 页开始）

## 集线器下行全速连接

执行下列连接步骤：

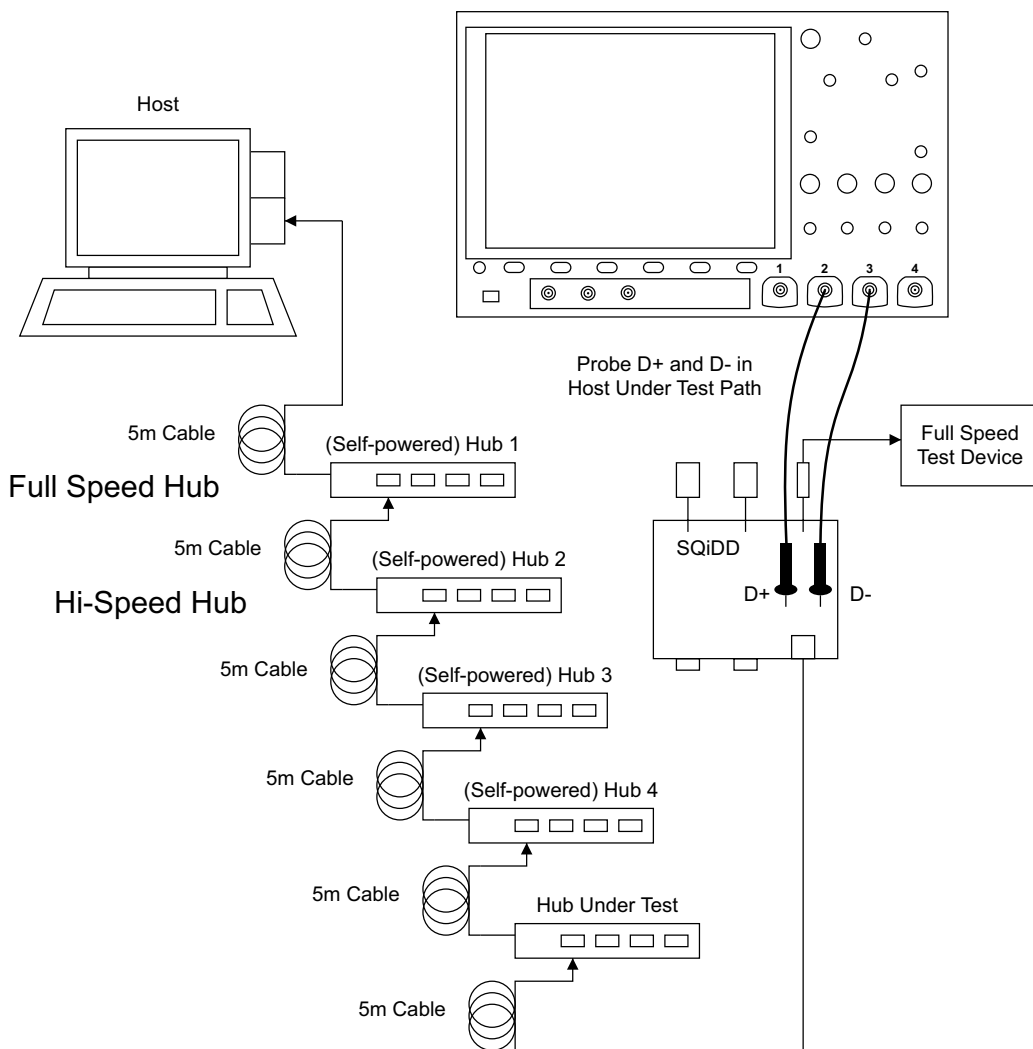
- 1 将无源探头连接到示波器的通道 3 和通道 2 输入。
- 2 将 SQiDD 板连接到被测集线器。
- 3 将被测集线器的上行端口连接到 4 个自供电集线器和 1 个主机系统的末端。集线器 1 必须是全速集线器，集线器 2 必须是高速集线器。其余集线器可以是全速集线器，也可以是高速集线器。

### 注意

将全速和 / 或高速设备放置在全速集线器的下行端口上会强制这两个集线器以高速模式运行。

- 4 将全速设备连接到 SQiDD 板的相同部分。如果该部分有一个交换机，应将其设置为 ON。
- 5 将示波器通道 2 探头连接到被测设备部分的 D+ 探头处。将示波器通道 3 探头连接到被测设备部分的 D- 探头处。
- 6 如果已启动，请退出 HS 电气测试工具。

## 5 集线器下行信号质量测试



集线器下行低速信号质量测试

表 13 在集线器下行低速信号质量测试中使用的设备

数量	项目	说明 / 型号
1	示波器	Keysight 3000T/4000/6000 X 系列
2	无源探头	使用示波器附带的探头就足够了。
1	注册测试台计算机	具有 Windows XP、Windows 7 或 Windows 8 操作系统以及高速 USB 端口的任何计算机。
1	SQiDD 板	Keysight E2646A/B
1	低速 USB 设备	任何 USB 鼠标
5	USB 自供电集线器	在 USB-IF 网站中列出的任何集线器
5	5 米 USB 电缆	在 USB-IF 网站中列出的任何集线器

设置和运行集线器下行低速信号质量测试：

1 连接 USB 设备、测试装置和设备。请参见 “集线器下行低速连接”（第 77 页）。

2 设置要分析的测试信号 / 数据包。

集线器将生成可以测试的下行信号。将已知有效的低速设备连接到被测集线器，捕获低速数据包以执行眼睛模式分析。

3 在示波器前面板上，按下 [Analyze] 分析 键。

4 在 “分析菜单” 中，按下功能软键，选择 USB 信号质量。

5 按下测试软键，选择主机低速信号质量测试。

6 按设置软键。在 “USB 信号质量” 菜单中：

a 按下 D+ 源软键，选择连接到 D+ 信号的模拟输入源通道（前面的连接说明中的通道 2）。

b 按下 D- 源软键，选择连接到 D- 信号的模拟输入源通道（前面的连接说明中的通道 3）。

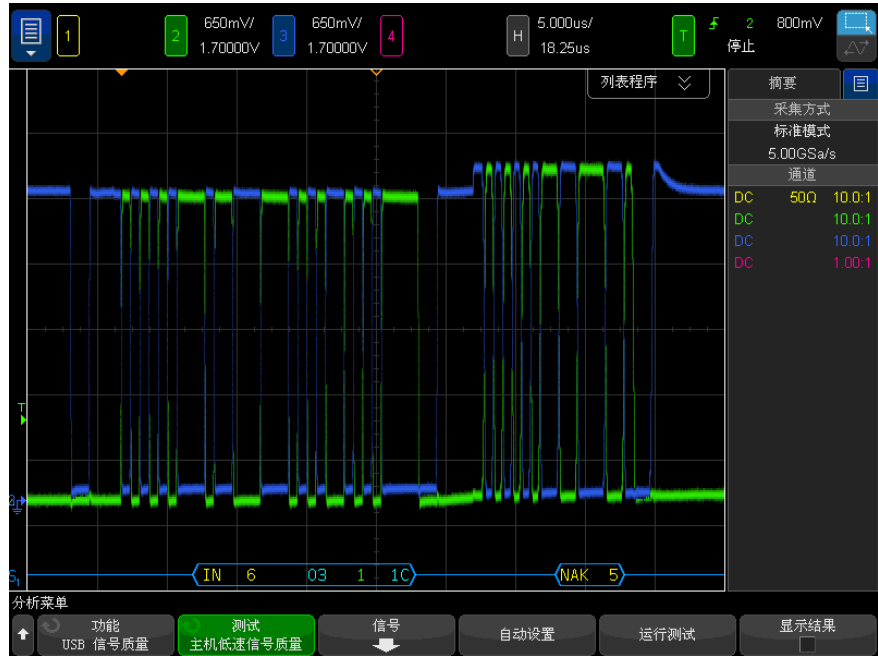
在 4 通道示波器上，将强制您对 D+ 和 D- 信号使用不同的通道对。这将提供最大采样率。（通道 1 和 2 是一对，通道 3 和 4 是另一对。）

7 按下自动设置软键可针对选定的测试自动设置示波器。

## 5 集线器下行信号质量测试

要获得最佳测试结果，您可以对自动设置进行调整。一般情况下，需要在示波器显示屏上显示一个数据包数据，以及每端一位的时间。此外，应调整垂直定标和偏移，使信号占六个垂直格而不会被裁剪。

您应看到示波器上传输的测试数据包，如下所示。



### 8 按下**运行测试**软键以运行选定的信号质量测试。

在运行测试时，示波器将停止采集（如果正在运行），分析屏幕上的数据，然后显示结果。

#### 注意

测试需要几分钟来运行，开始后就不能取消。

测试完成后，将自动显示结果。您可以按下**显示结果**软键禁用或重新启用测试结果显示。

分析的采集将保留在屏幕上，您可以通过移动或退出结果对话框来查看它。

可以在示波器停止后运行测试。这对内置主机的情况（和其他情况）很有用，在这些情况下，无法轻松地将被测设备（DUT）置于测试模式中，并且您要分析已采集的数据。

另请参见 • **第 6 章**，“将测试结果保存到 HTML 文件，”（从第 79 页开始）

## 集线器下行低速连接

执行下列连接步骤：

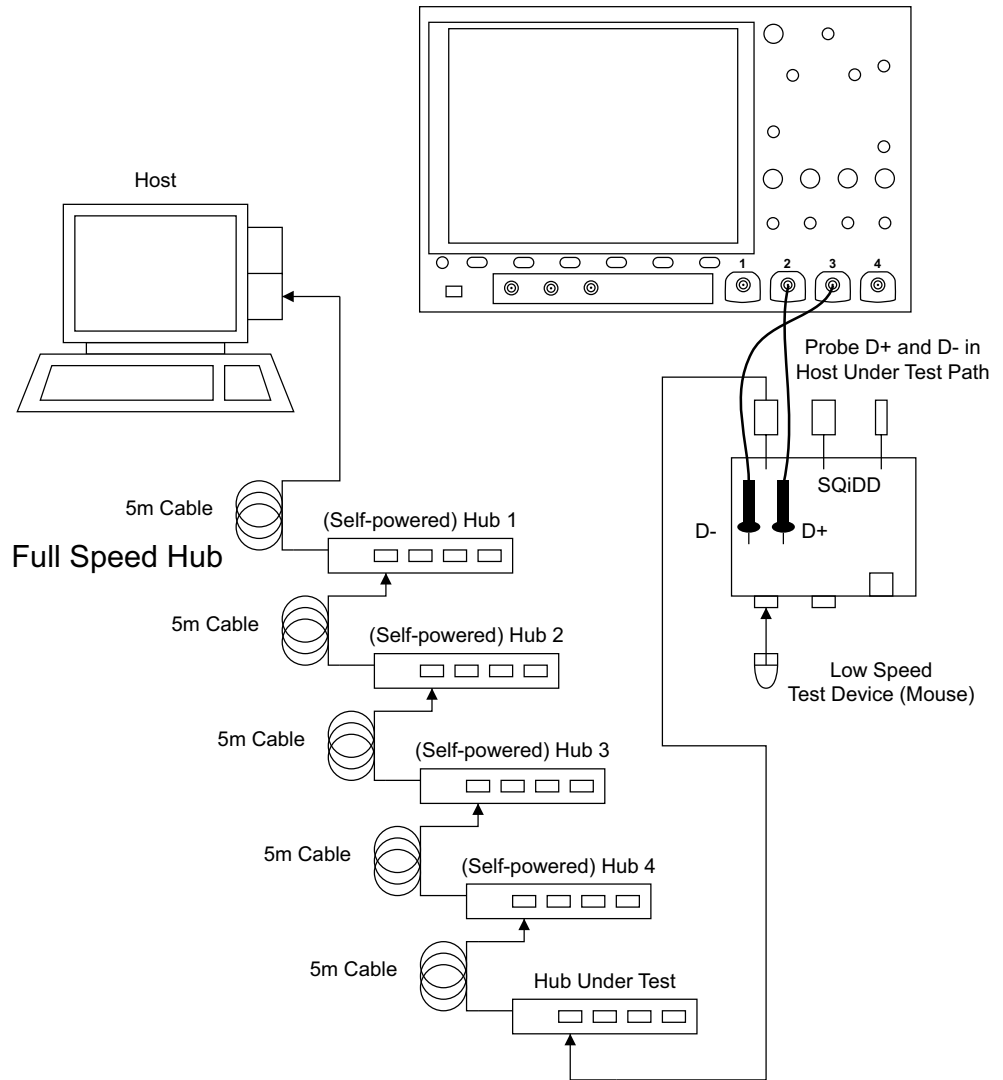
- 1 使用示波器附带的无源探头。
- 2 将无源探头连接到示波器的通道 3 和通道 2 输入。
- 3 将 SQiDD 板连接到被测集线器。
- 4 将被测集线器的上行端口连接到 4 个自供电集线器和 1 个主机系统的末端。集线器 1 必须是全速集线器。其余集线器可以是全速集线器，也可以是高速集线器。

### 注意

捕获和分析低速下行信号质量的最好方法是捕获保留的连接（低速 EOP）（如果有）和 SOF 数据包。当存在全速流量，并将其传递到低速设备时，需要集线器生成保留的连接。

- 5 将低速设备连接到 SQiDD 板的相同部分。如果该部分有一个交换机，应将其设置为 ON。
- 6 将示波器通道 2 探头连接到被测设备部分的 D+ 探头处。将示波器通道 3 探头连接到被测设备部分的 D- 探头处。
- 7 如果已启动，请退出 HS 电气测试工具。

5 集线器下行信号质量测试



## 6 将测试结果保存到 HTML 文件

保存 USB 2.0 信号质量测试结果：

- 1 将 USB 存储设备连接到示波器的一个 USB 主机端口。
- 2 在示波器的前面板上，按下 **[Save/Recall]** 保存 / 调用 > **保存** > **格式**，然后选择 **USB 信号质量** 选项。
- 3 按下第二个软键；使用文件资源管理器浏览到要保存测试结果文件的位置。
- 4 按下**文件名**软键，指定测试结果文件的名称。
- 5 按下**按下以保存**软键。

### 注意

按下 **[Save/Recall]** 保存 / 调用 > **电子邮件**，然后使用**电子邮件菜单**中的软键，也可以通过电子邮件发送测试结果。

## 6 将测试结果保存到 HTML 文件



## A 使用 SQiDD 作为馈通通过 InfiniiMode 探测高速信号

如果您需要馈通，以通过 N2750A 系列 InfiniiMode 探头探测高速信号，则可以使用 E2646A/B SQiDD 测试装置（通常用于进行全速和低速测试）和 InfiniiMode 探头。

使用板的中心部分作为馈通。使用测试点探测信号。

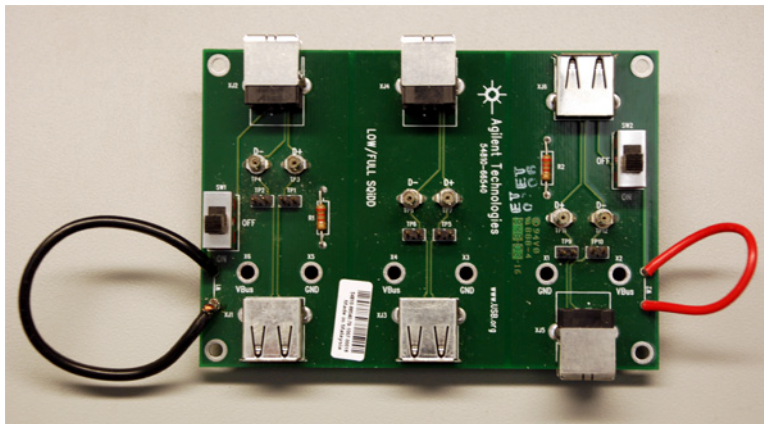


图 2 E2646A/B SQiDD 板

## A 使用 SQuDD 作为馈通通过 InfiniiMode 探测高速信号

# 索引

## Numerics

01131-68703 头适配器, 12  
3000T/4000/6000 X 系列示波器, 9

版权, 2  
保存测试结果, 79  
保修, 2  
补偿无源探头, 17  
测试结果, 保存, 79  
测试台计算机, 高速电气, 16  
测试中使用的 USB 电缆, 16  
测试中使用的 USB 设备, 16  
测试装置, USB 电气, 10  
差分探头连接, 13  
触发和解码, USB2.0, 10  
带宽 (示波器) 要求, 9  
电缆, USB, 15, 16  
电气测试台计算机, 16  
概览, 3  
概述, 3  
高速电气测试工具包软件, 17  
高速电气测试台计算机, 16  
公用接地参考, 14  
固件版本 (示波器) 要求, 9  
合规性测试, 其他设备和设置, 16  
合规性测试数据包, 集线器上行高速, 58  
合规性测试数据包, 集线器上行全速, 62  
合规性测试数据包, 集线器下行高速, 69  
合规性测试数据包, 设备低速, 36  
合规性测试数据包, 设备高速, 26  
合规性测试数据包, 设备全速, 31  
合规性测试数据包, 主机高速, 43

集线器上行高速信号质量测试, 53  
集线器上行全速信号质量测试, 59  
集线器上行信号质量测试, 53  
集线器下行低速信号质量测试, 75  
集线器下行高速信号质量测试, 65  
集线器下行全速信号质量测试, 71  
集线器下行信号质量测试, 65  
计算机, 高速电气测试台, 16  
接地参考, 公用, 14  
解码和触发, USB2.0, 10  
近端, 20, 40, 54, 66  
连接, 集线器上行高速, 差分探头, 56  
连接, 集线器上行高速, SMA 电缆, 57  
连接, 集线器上行全速, 61  
连接, 集线器下行低速, 77  
连接, 集线器下行高速, 差分探头, 68  
连接, 集线器下行高速, SMA 电缆, 69  
连接, 集线器下行全速, 73  
连接, 设备低速, 35  
连接, 设备高速, 差分探头, 24  
连接, 设备高速, SMA 电缆, 25  
连接, 设备全速, 30  
连接, 主机低速, 51  
连接, 主机高速, 差分探头, 42  
连接, 主机高速, SMA 电缆, 43  
连接, 主机全速, 47  
前提条件, 9  
设备, USB, 15, 16  
设备低速信号质量测试, 33  
设备高速信号质量测试, 19  
设备全速信号质量测试, 27  
设备信号质量测试, 19  
声明, 2

示波器、软件和附件, 9  
示波器要求, 9  
所需设备, 9  
所需设备和软件, 9  
探头, 校准, 17  
探头要求, 13  
通道对, 20, 28, 33, 40, 45, 49, 54, 59, 66, 71, 75  
头适配器, 01131-68703, 12  
无源探头, 补偿, 17  
校准, 17  
校准探头, 17  
要求, 探头, 13  
远端, 20, 40, 54, 66  
主机低速信号质量测试, 49  
主机高速信号质量测试, 39  
主机全速信号质量测试, 45  
主机信号质量测试, 39  
装置, 高速信号质量测试, 10  
装置, 全速 / 低速信号质量测试, 12

## D

D3000USBA / D4000USBA / D6000USBA USB 测试软件, 10

## E

E2646A/B SqiDD 板, 12  
E2646A/B SqiDD 测试装置, 81  
EHCI 驱动程序堆栈, 17

## N

N2750A 系列 InfiniiMode 探头, 81

## S

SMA 电缆连接, 14  
SqiDD 板, 12

## 索引

### U

USB 2.0 信号分析应用, 9

USB 电气测试装置, 10

USBHSET 软件, 17