

USB 2.0 电气一致性测试

用户手册

CN01A



目录

1	引言	6
2	测试项目	7
3	测试设备	9
3.1	鼎阳提供	9
3.2	其余设备	9
4	夹具	10
4.1	检查装箱物品	10
4.2	功能模块介绍	11
4.2.1	信号板	11
4.2.2	负载板	11
4.2.3	测试点位	12
5	一致性测试软件	14
5.1	测试配置	14
5.2	结果查看	18
5.3	报告生成设置	19
6	USB IF 官方应用软件	20
7	主机	22
7.1	高速下行信号质量 (EL_2, EL_3, EL_6, EL_7)	22
7.1.1	测试步骤	22
7.1.2	测试结果参考	24
7.2	高速下行包参数 (EL_21, EL_22, EL_23, EL_25, EL_55)	25
7.2.1	测试步骤	25
7.2.2	测试结果参考	28
7.3	高速下行啁啾时序测试 (EL_33, EL_34, EL_35)	31
7.3.1	测试步骤	31
7.3.2	测试结果参考	34
7.4	高速下行挂起和恢复 (EL_38 EL_39, EL_41)	37
7.4.1	测试步骤	37
7.4.2	测试结果参考	40
7.5	高速下行无驱动时的电平值 (EL_8, EL_9)	41
7.5.1	测试步骤	41

7.5.2	测试结果参考.....	44
7.6	全速下行信号质量.....	46
7.6.1	测试步骤.....	46
7.6.2	测试结果参考.....	47
7.7	低速下行信号质量.....	48
7.7.1	测试步骤.....	48
7.7.2	测试结果参考.....	48
7.8	VBus 跌落.....	50
7.8.1	测试步骤.....	50
7.8.2	测试结果参考.....	51
7.9	VBus 瞬态跌落.....	51
7.9.1	测试步骤.....	51
7.9.2	测试结果参考.....	52
8	设备.....	53
8.1	高速上行信号质量 (EL_2, EL_4/EL_5, EL_6, EL_7).....	53
8.1.1	测试步骤.....	53
8.1.2	测试结果参考.....	53
8.2	高速上行包参数 (EL_21, EL_22, EL_25).....	55
8.2.1	测试步骤.....	55
8.2.2	测试结果参考.....	55
8.3	高速上行啁啾时序测试 (EL_28, EL_29, EL_31).....	57
8.3.1	测试步骤.....	57
8.3.2	测试结果参考.....	58
8.4	高速上行挂起和恢复 (EL_38 EL_39, EL_40 EL_41).....	59
8.4.1	测试步骤.....	59
8.4.2	测试结果参考.....	60
8.5	从高速进行重置 (EL_27, EL_29, EL_31).....	61
8.5.1	测试步骤.....	61
8.5.2	测试结果参考.....	62
8.6	从挂起进行重置 (EL_28, EL_29, EL_31).....	64
8.6.1	测试步骤.....	64
8.6.2	测试结果参考.....	65
8.7	高速上行无驱动时的电平值 (EL_8, EL_9).....	67

8.7.1	测试步骤.....	67
8.7.2	测试结果参考.....	68
8.8	全速上行信号质量.....	69
8.8.1	测试步骤.....	69
8.8.2	测试结果参考.....	70
8.9	低速上行信号质量.....	71
8.9.1	测试步骤.....	71
8.9.2	测试结果参考.....	72
8.10	背板电压.....	73
8.10.1	测试步骤.....	73
8.11	浪涌电流.....	74
8.11.1	测试步骤.....	74
8.11.2	测试结果参考.....	75
9	集线器下行端口.....	76
9.1	高速下行信号质量 (E_L2, EL_6, EL_7, EL_47).....	76
9.1.1	测试步骤.....	76
9.1.2	测试结果参考.....	76
9.2	高速下行包参数 (EL_21, EL_22, EL_23, EL_25, EL_55).....	78
9.2.1	测试步骤.....	78
9.2.2	测试结果参考.....	78
9.3	高速下行啁啾时序测试 (EL_33, EL_34, EL_35).....	81
9.3.1	测试步骤.....	81
9.3.2	测试结果参考.....	82
9.4	高速下行挂起和恢复 (EL38 EL_39, EL_41).....	84
9.4.1	测试步骤.....	84
9.4.2	测试结果参考.....	85
9.5	高速下行无驱动时的电平值 (EL_8, EL_9).....	86
9.5.1	测试步骤.....	86
9.5.2	测试结果参考.....	87
9.6	高速中继下行 (EL_42, EL_43, EL_44, EL_45, EL_48).....	88
9.6.1	测试步骤.....	88
9.6.2	测试结果参考.....	88
9.7	全速下行信号质量.....	91

9.7.1	测试步骤.....	91
9.7.2	测试结果参考.....	92
9.8	低速下行信号质量.....	93
9.8.1	测试步骤.....	93
9.8.2	测试结果参考.....	93
9.9	VBus 跌落（自供电）.....	95
9.9.1	测试步骤.....	95
9.9.2	测试结果参考.....	96
9.10	VBus 跌落（总线供电）.....	96
9.10.1	测试步骤.....	96
9.10.2	测试结果参考.....	96
9.11	VBus 瞬态跌落.....	97
9.11.1	测试步骤.....	97
9.11.2	测试结果参考.....	97
10	集线器上行端口.....	99
10.1	高速上行信号质量（EL_2, EL_6, EL_7, EL_46）.....	99
10.1.1	测试步骤.....	99
10.1.2	测试结果参考.....	99
10.2	高速上行包参数（EL_21, EL_22, EL_25）.....	101
10.2.1	测试步骤.....	101
10.2.2	测试结果参考.....	101
10.3	高速上行啁啾时序测试（EL_28, EL_29, EL_31）.....	103
10.3.1	测试步骤.....	103
10.3.2	测试结果参考.....	104
10.4	高速上行挂起和恢复（EL_38 EL_39, EL_40 EL_41）.....	105
10.4.1	测试步骤.....	105
10.4.2	测试结果参考.....	106
10.5	从高速进行重置（EL_27, EL_29, EL_31）.....	107
10.5.1	测试步骤.....	107
10.5.2	测试结果参考.....	108
10.6	从挂起进行重置（EL_28, EL_29, EL_31）.....	110
10.6.1	测试步骤.....	110
10.6.2	测试结果参考.....	111

10.7	高速上行无驱动时的电平值 (EL_8, EL_9)	113
10.7.1	测试步骤	113
10.7.2	测试结果参考	114
10.8	高速中继上行 (EL_42, EL_43, EL_44, EL_45, EL_48)	116
10.8.1	测试步骤	116
10.8.2	测试结果参考	116
10.9	全速上行信号质量	119
10.9.1	测试步骤	119
10.9.2	测试结果参考	120
10.10	背板电压	121
10.10.1	测试步骤	121
10.11	浪涌电流	122
10.11.1	测试步骤	122
10.11.2	测试结果参考	123

1 引言

FX-USB2 是配合 SDS7000A 数字示波器的 USB 2.0 一致性测试功能而推出的测试夹具, 两者配合能够方便快捷地完成 USB-IF 关于主机、设备、集线器的所有电气项目测试。本手册包括 FX-USB2 的介绍, 并包括 USB 2.0 一致性测试的介绍。

2 测试项目

FX-USB2 配合 SDS7000A 的 USB 2.0 一致性测试功能支持以下 USB 2.0 电气一致性测试项目：

▶ 主机测试

- 高速下行信号质量 (EL_2, EL_3, EL_6, EL_7)
- 高速下行包参数 (EL_21, EL_22, EL_23, EL_25, EL_55)
- 高速下行啁啾时序测试 (EL_33, EL_34, EL_35)
- 高速下行挂起和恢复 (EL_38 EL_39, EL_41)
- 高速下行无驱动时的电平值 (EL_8, EL_9)
- 全速下行信号质量
- 低速下行信号质量
- VBus 跌落
- VBus 瞬态跌落

▶ 设备 (Device)

- 高速上行信号质量 (EL_2, EL_4/EL_5, EL_6, EL_7)
 - 带线缆的远端设备 (EL_5)
 - 不带线缆的近端设备 (EL_4)
- 高速上行包参数 (EL_21, EL_22, EL_25)
- 高速上行啁啾时序测试 (EL_28, EL_29, EL_31)
- 高速上行挂起和恢复 (EL_38 EL_39, EL_40 EL_41)
- 从高速进行重置 (EL_27, EL_29, EL_31)
- 从挂起进行重置 (EL_28, EL_29, EL_31)
- 高速上行无驱动时的电平值 (EL_8, EL_9)
- 高速上行接收器灵敏度 (EL16, EL17, EL18)
- 全速上行信号质量
- 低速上行信号质量
- 背板电压

浪涌电流

► 集线器（集线器）

高速信号质量

下行端口：EL_2, EL_6, EL_7, EL_47

上行端口：EL_2, EL_6, EL_7, EL_46

高速包参数

下行端口：EL_21, EL_22, EL_23, EL_25, EL_55

上行端口：EL_21, EL_22, EL_25

高速啁啾时序测试

下行端口：EL_33, EL_34, EL_35

上行端口：EL_28, EL_29, EL_31

高速挂起和恢复

下行端口：EL_38 EL_39, EL_41

上行端口：EL_38 EL_39, EL_40 EL_41

上行端口从高速进行重置（EL_27, EL_29, EL_31）

上行端口从挂起进行重置（EL_28, EL_29, EL_31）

高速无驱动时的电平值

下行/上行端口：EL_8, EL_9

高速中继上行（EL_42, EL_43, EL_44, EL_45, EL_48）

高速中继下行（EL_42, EL_43, EL_44, EL_45, EL_48）

高速上行接收器灵敏度

全速信号质量（上行/下行端口）

低速信号质量（上行/下行端口）

VBus 跌落

VBus 瞬态跌落

浪涌电路

背板电压

3 测试设备

完整的 USB 2.0 一致性测试需要用到以下的设备。

3.1 鼎阳提供

▶ 示波器 (SDS7000A): 带宽>2GHz, 开启了 USB 2.0 一致性选件 (SDS7000A-CT-USB2), 作为 USB 2.0 电气一致性分析工具。

▶ 夹具 (FX-USB2): USB 2.0 电气一致性测试夹具, 引导设备和集线器进入相关测试状态, 并提供测试点。

▶ 差分探头 (SAP2500D 或 SAP5000D): 2GHz 及以上, 用于高速测试。

▶ 单端探头 (SAP2500): 2GHz 及以上, 用于高速/全速/低速测试。

▶ 低带宽探头: 500MHz, 用于高速 (除包参数测试) 全速/低速测试。

▶ 电流探头: 仅用于上行端口的浪涌电流测试。

▶ 信号源 (SDG7000A): 仅用于高速触发器灵敏度。

3.2 其余设备

▶ 经过认证的自供电高速集线器 (×4): 用于全速/低速测试。

▶ 经过认证的自供电全速集线器: 用于全速/低速测试。

▶ 5 米长 type-A 转 type-B 的 USB 线缆 (×6): 用于全速/低速测试。

▶ 1 米长 type-A 转 type-B 的 USB 线缆 (数量与测试项目有关): 用于高速/全速/低速测试。

▶ 经过认证的低速设备 (如: 鼠标): 用于低速测试。

▶ 经过认证的全速设备: 用于全速测试。

▶ 经过认证的高速设备 (如: U 盘): 用于高速测试。

▶ 计算机 (安装 USBHSET): 用于高速主机测试。

4 夹具

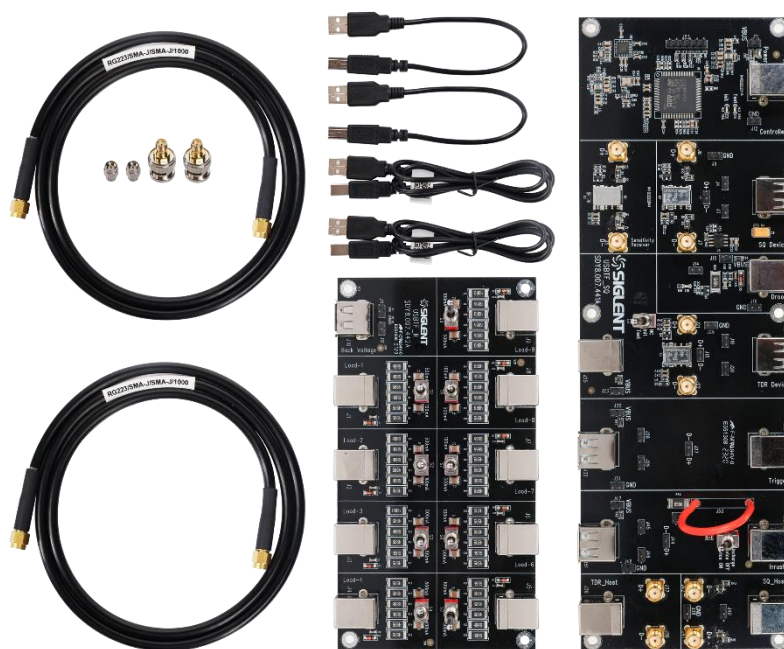
FX-USB2 是配合 SDS7000A 的 USB 2.0 一致性测试功能而推出的测试夹具，板上的处理器会按照使用者的测试需求，控制设备和集线器进入测试模式、复位、挂起等状态，简化测试过程。

主机的测试需要待测主机自主进入测试状态，相关软件请查阅“USB IF 官方应用软件”章节。

4.1 检查装箱物品

FX-USB2 放置在黑色手提箱内部，检验装箱清单上列明的所有物品都已经交付，如有遗漏或缺失，请及时与鼎阳客户服务中心或全国经销商联系，如果在发生遗漏或损坏时未能立即与我们联系，我们概不负责更换。

物品名称	数量
用户手册	1
信号板 (USBTF_SQ)	1
负载板 (USBTF_R)	1
SMA 线缆	2
BNC-SMA 转接头	2
短的 Type-A 转 Type-B 线缆	2
1 米 Type-A 转 Type-B 线缆	2
50Ω 端接器 (SMA)	2

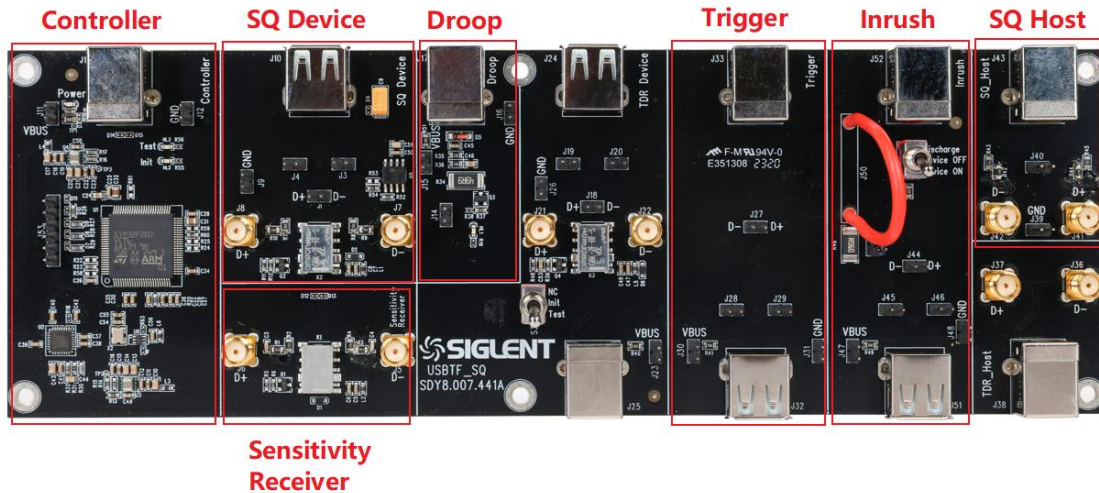


4.2 功能模块介绍

FX-USB2 分为两个单板，分别为信号板（USBTF_SQ），负载板（USBTF_SR）。

4.2.1 信号板

下图所示是信号板的各个模块，接下来大致介绍各个模块在一致性测试中发挥的作用。



▶ Controller: 在设备与集线器测试中，控制待测设备或集线器进入测试模式、复位、挂起等状态，同时是整个夹具的供电端口。

▶ SQ Device: 上行端口的高速信号质量、包参数、挂起、复位、无驱动 J/K 电压测试模块。

▶ Sensitivity Receiver: 上行端口触发机灵敏度测试中，外部信号输入点。

▶ Droop: 为下行端口 VBus 瞬态跌落提供 100mA 动态负载。

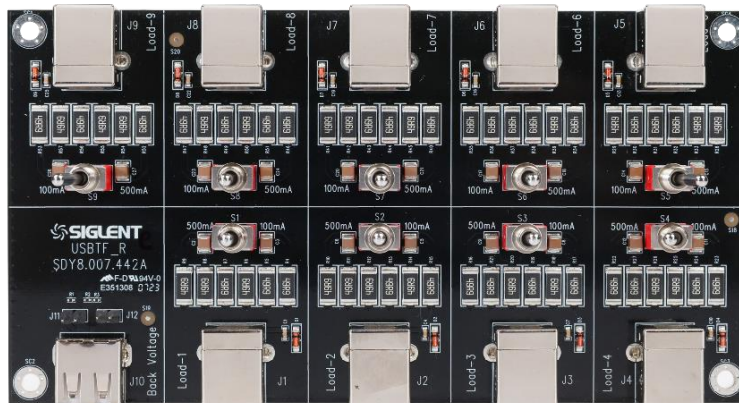
▶ Trigger: 为下行端口包参数、挂起、复位、中继、全速、低速、VBus 跌落提供测试点。

▶ Inrush: 上行端口浪涌电流测试模块，并且辅助 Trigger 模块完成全速、低速测试。

▶ SQ Host: 下行端口高速信号质量测试模块。

4.2.2 负载板

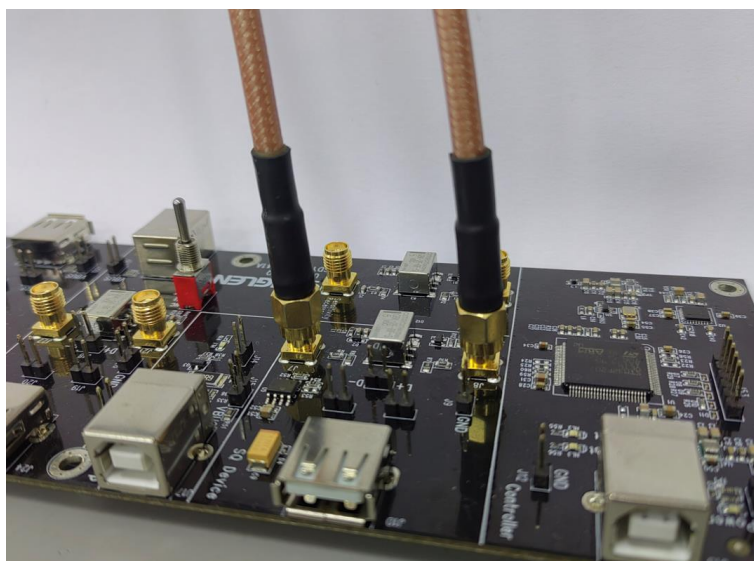
负载板分为两大部分，9 个由扭子开关控制的 100mA/500mA 负载，用于 VBus 跌落和 VBus 瞬态跌落测试；Back Voltage 用于上行端口的背板电压测试。



4.2.3 测试点位

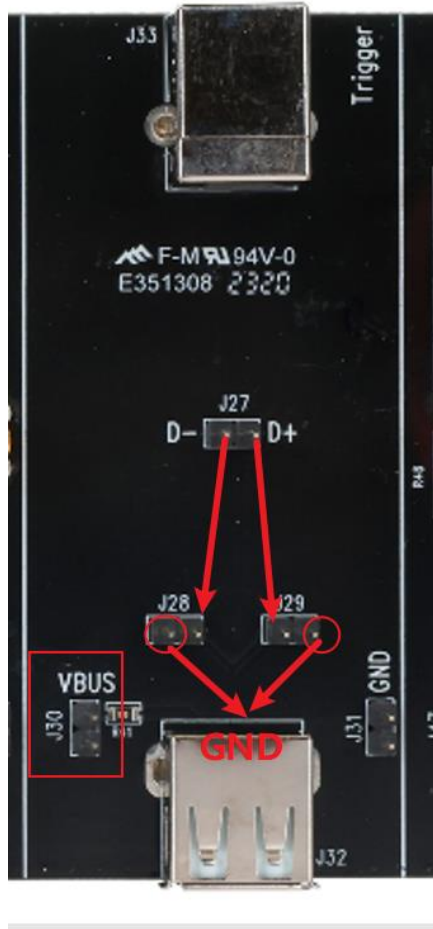
在夹具的各个模块中，都有提供对应的测试点位，接下来简单介绍各个测试点位的作用。

► SMA 接口：信号板上的 SMA 接口，与 D+、D-相连，通过 SMA 线缆与示波器相连，完成信号质量的测试。



► 测试探针：分别置于 D+、D-、VBus 中，如下图所示：

J27 连接 D+、D-，为差分探头提供测试点，J29 连接 D+、J28 连接 D-的同时，也预留了一个 GND 接地点，方便单端探头的连接；J30 连接了 VBus，方便测量其电压。



5 一致性测试软件

SDS7000A 提供 USB 2.0 一致性测试功能，按照 分析 > 一致性测试 > 协议类型选择 USB2.0 > 点击 ON ，即可打开一致性测试功能；其分为三大部分：测试项配置、结果查看、报告生成设置。



5.1 测试配置

点击测试项配置会弹出具体的测试窗口，如下图所示，根据测试流程分为：设置、测试项选择、配置、连接、启动测试、结果六个步骤。

► 设置

- 提供配置的“调出”、“上一次”、“保存”三个功能。
- 在“DUT 类型”中选择待测设备的类型，其中集线器还需要区分“下行”、“上行”。
- 在“速率选择”中选择待测设备的速率。



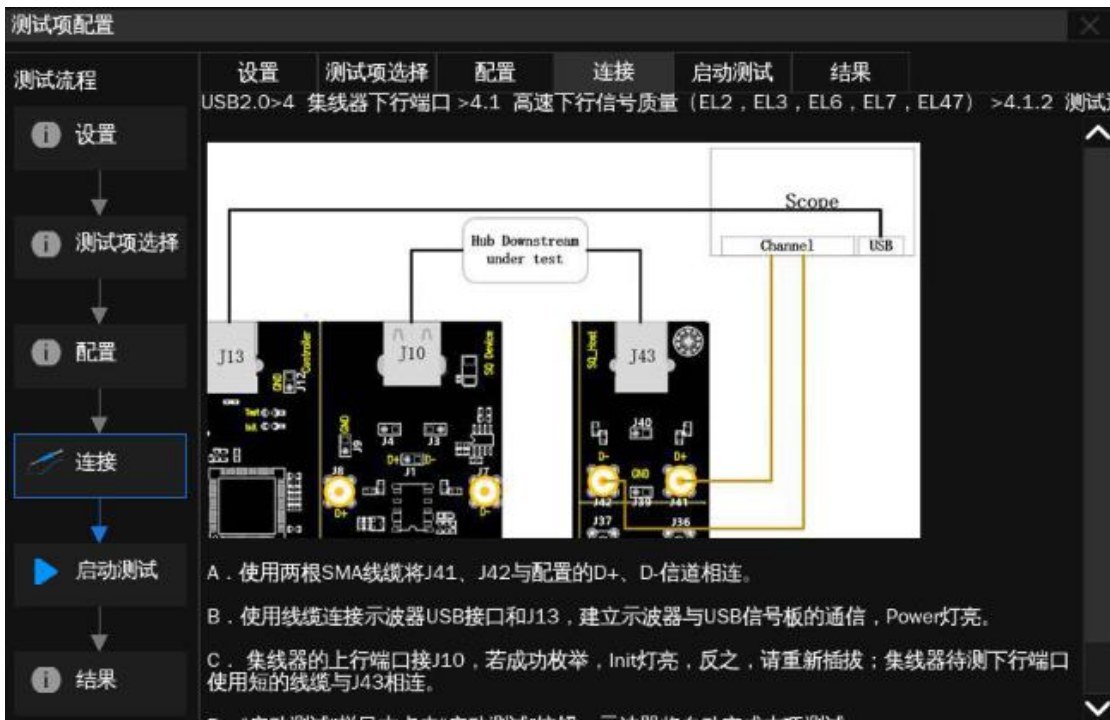
- ▶ 测试项选择：在本栏目中选择需要测试的项目。



- ▶ 配置：前面选择的测试项目在本栏目会高亮提示，点击即可对相应的测试项进行配置，设置好示波器测量的信道。



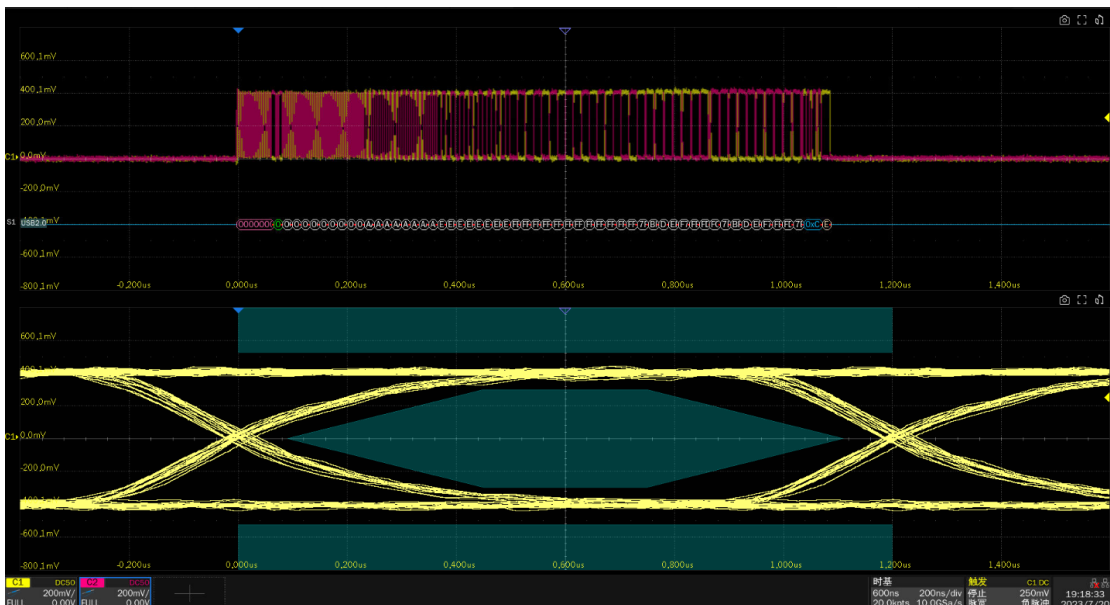
▶ 连接：本栏目显示测试接线图与测试步骤，若一次性选择了多个测试项目，只会显示第一个待测项的信息，其他测试项接线图会在上一个测试项结束后有单独的页面弹窗提示。



▶ 启动测试

- A、测试失败时，支持“继续”和“中止”两种选择
- B、对于本轮测试的结果，提供测试结果的保存形式

点击右下角的启动测试即可开始本轮测试。



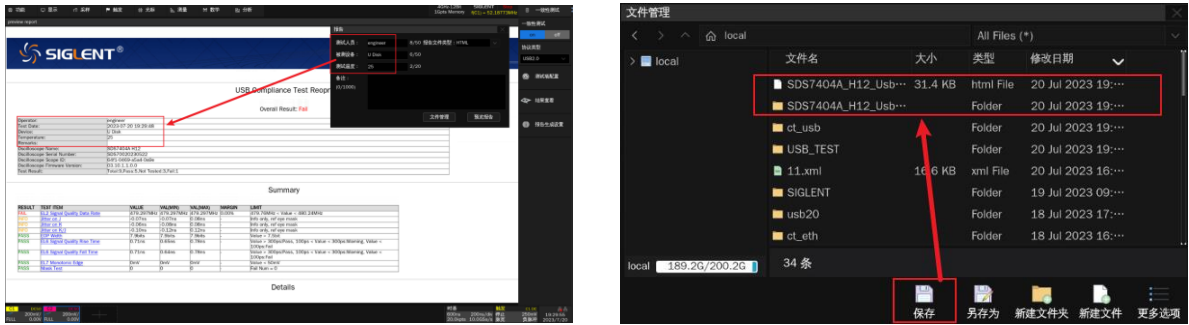
在接下来的测试过程中，按照弹窗提示完成测试即可，测试项全部完成后会弹出测试结果。

若一轮测试中选择了多个测试项目，进行到下一个项目时会有弹窗提示该项目的接线方式，支持中途返回“配置”栏目修改该测试项的信源，修改后点击弹窗中的“启动测试”即可继续测试。

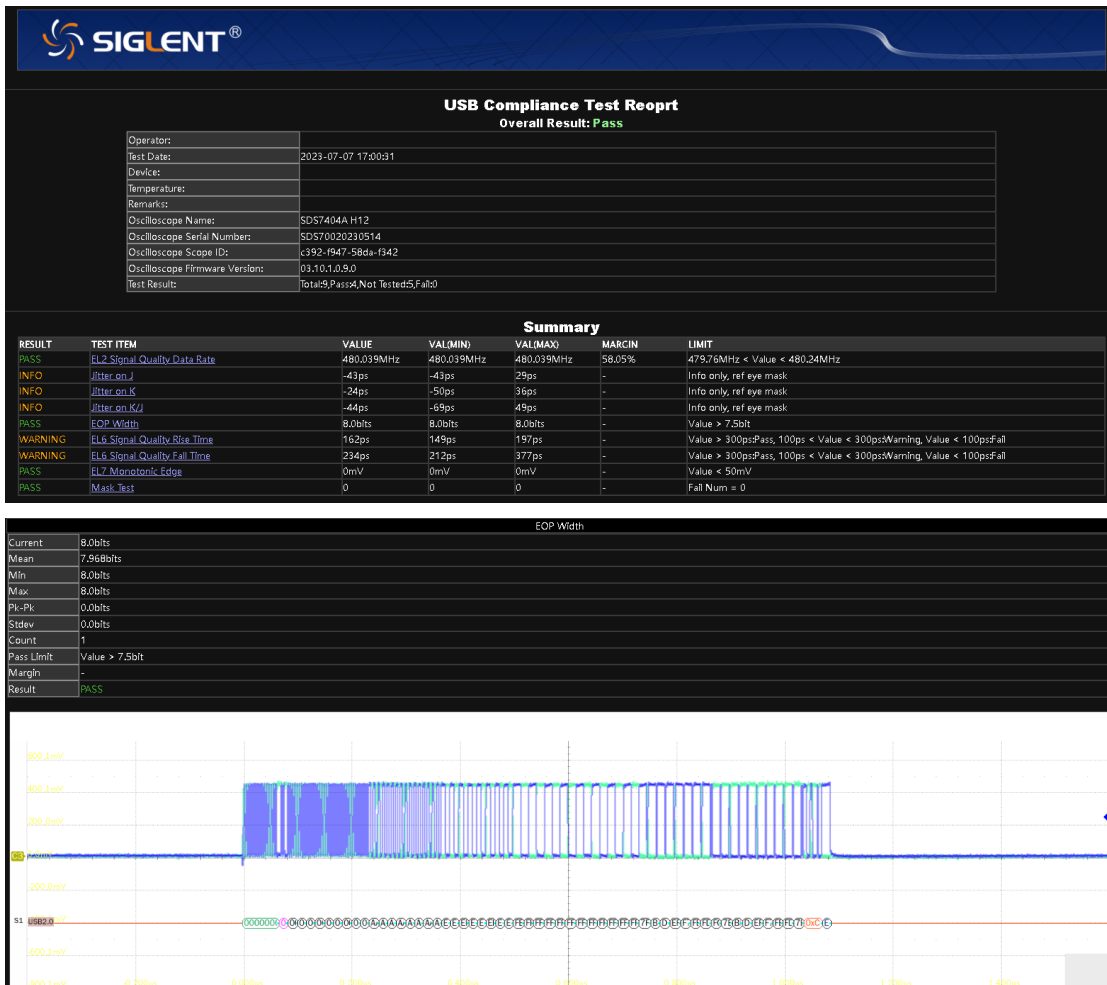
5.3 报告生成设置

点击“报告生成设置”，填入有关的测试信息，选择报告类型；“预览报告”可以提前查看生成报告的效果；“文件管理”中选择保存的路径，点击“保存”即可保存测试结果。

注意：保存成 HTML 格式时，会生成一个文件夹与 HTML 文件，如需拷贝，需要把两者都拷走，并保持两者在同一路径下。



测试报告包括所有测试结果的摘要表，其中具有到详细信息页面的超链接，详细信息页面包括一个相关测试的屏幕截图。



6 USB IF 官方应用软件

USB IF 提供软件辅助进行 USB 2.0 电气一致性测试。

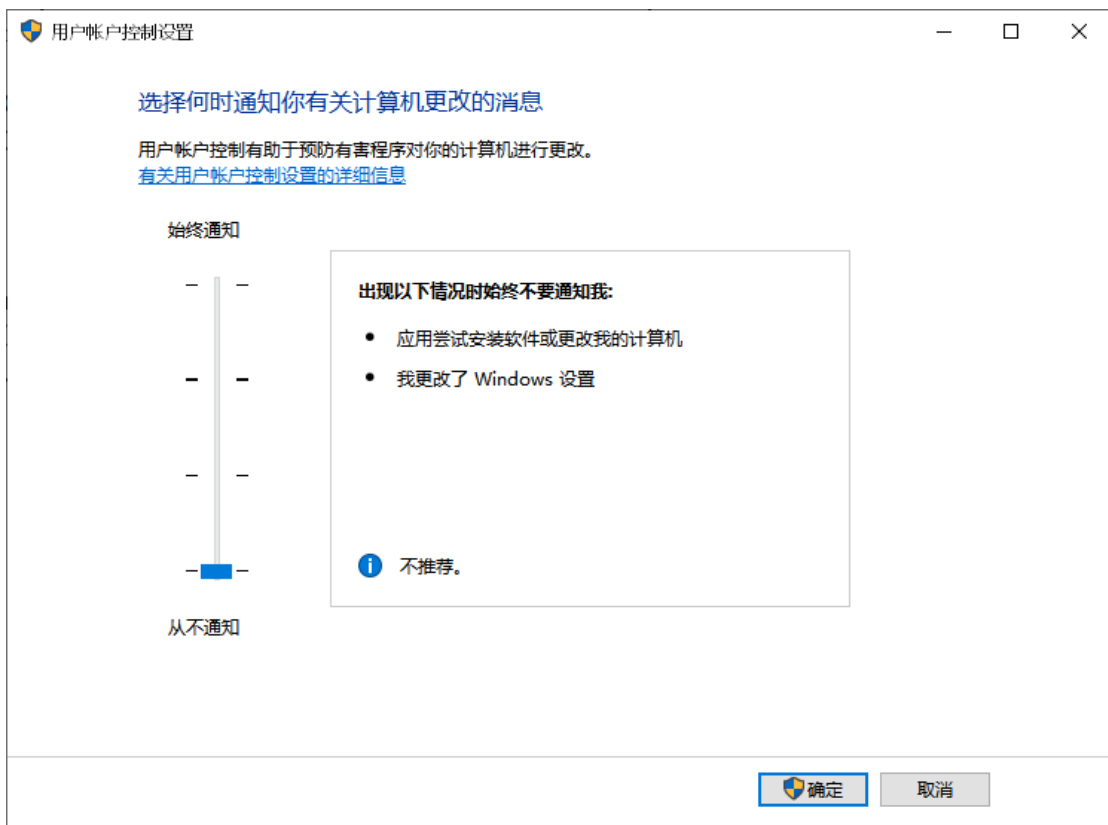
► USBET20: USB IF 官方的电气分析工具，主要用途是对示波器抓取的信号数据进行分析，包括信号质量分析，冲击电流分析

下载地址: <https://www.usb.org/document-library/usbet20>

► USBHSET: USB High-speed Electrical Test Tool 的缩写，USB IF 提供的配置软件，能够控制待测设备进入测试模式、发包、挂起、复位。

下载地址: <https://www.usb.org/document-library/usbhset-ehci-64-bit>

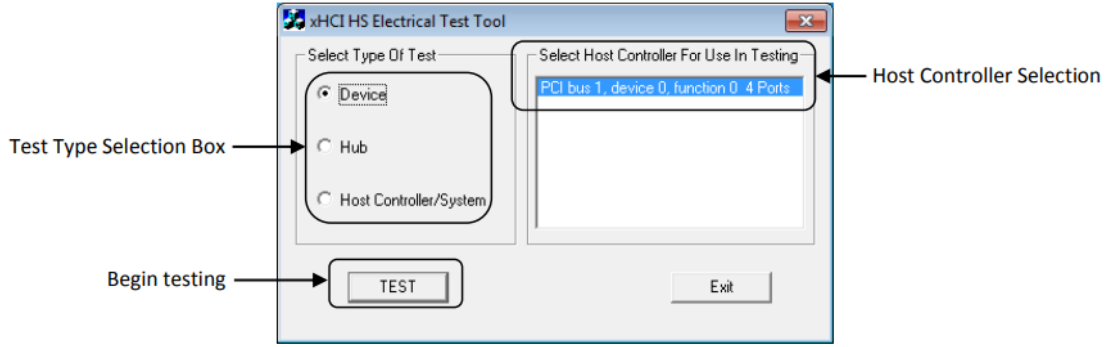
USBHSET 适用 Windows7 和 Windows7 专业版，安装前，应禁用 Windows 中的“用户账户控制”，选择开始 > 控制面板 > 用户账户与家庭安全 > 用户账户 > 更改用户账户控制设置，设置为“从不通知”，点击“确定”，然后重启计算机。



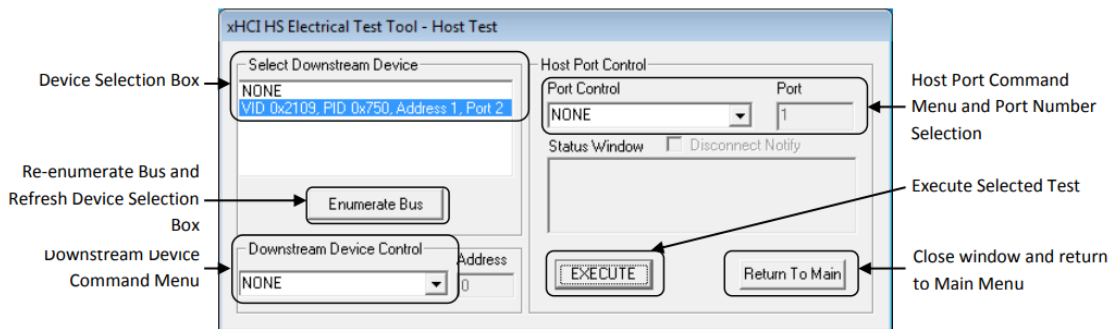
注意：使用 USBHSET 软件时，相应的 USB 集线器会被占用，其外界的设备将无法正常使用。

USBHSET 的主界面如下所示，左侧提供设备、集线器、主机三种选择，本手册只会介绍主机相关的内容，若想深入了解，请前往以下网址查看。

https://www.usb.org/sites/default/files/HSETT_Instruction_0_4_1.pdf



选择“Host Controller/System”，点击“Test”按钮进入主机测试菜单。



主机控制菜单提供了将主机控制器或连接到该控制器的设备进入电气测试模式的选项。从根端口或下游设备命令下拉菜单中选择适当的命令。对于根端口测试，用户还必须选择被测端口的端口号。

若测试项与设备相关，通过观察 PID/MID，从设备选择框中选择连接的设备，然后点击“EXECUTE”，若找不到设备，请将设备断开，插入后重新点击“Enumerate Bus”。

► USB Implementers Forum 网站提供 USB 2.0 开发人员文档，请前往以下网址查看。

<https://www.usb.org/documents>

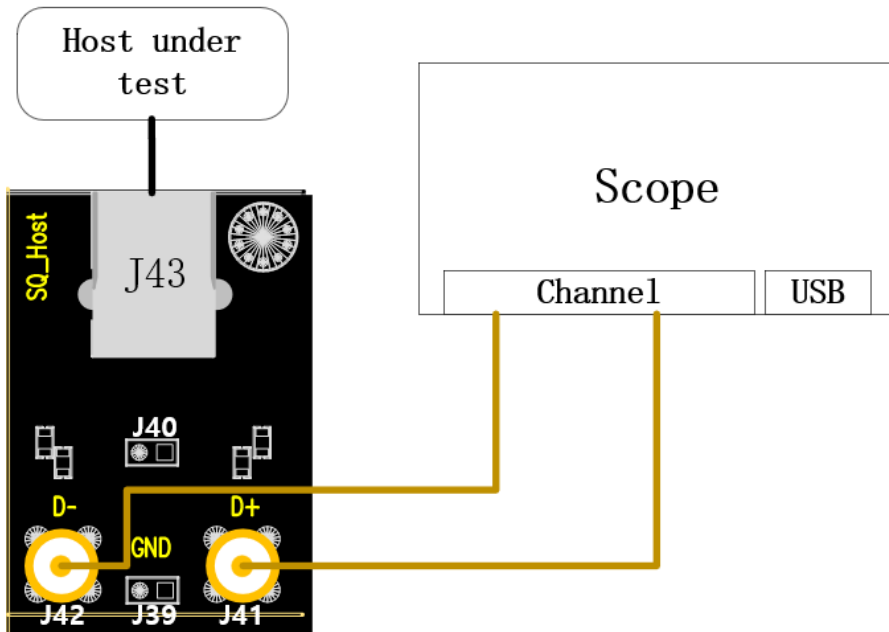
7 主机

进行 USB 2.0 主机相关测试时，请根据测试需求，正确配置 SDS7000A 一致性测试软件。

7.1 高速下行信号质量 (EL_2, EL_3, EL_6, EL_7)

7.1.1 测试步骤

7.1.1.1 测试环境搭建



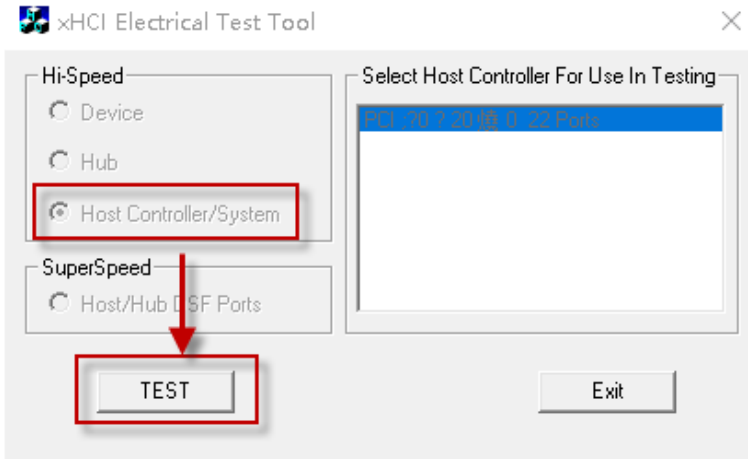
- A. 使用两根等长的 SMA 线缆将 J41、J42 与配置的 D+、D- 信道相连。
- B. J43 中接入待测主机。
- C. “启动测试”栏目中点击“启动测试”按钮，进入测试界面，会弹出使用 HSETT 软件发包具体步骤的弹窗；若使用的是 HSETT 软件，请按照弹窗提示发包，若是自行发包，则可以忽略该弹窗内容；在发包完成后，观察到示波器接收到波形后，点击“启动测试”，示波器将完成信号分析。

7.1.1.2 HSETT 发包设置

若使用的是 HSETT 软件，请按照以下步骤的提示发包。

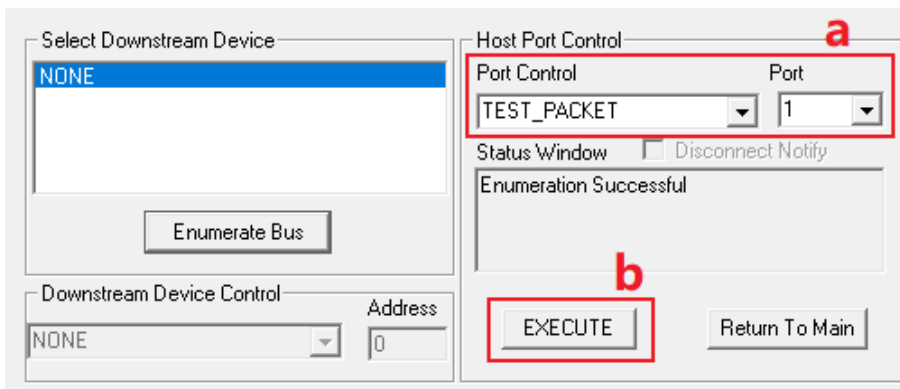
若是自行发包，请在观察示波器捕捉到波形后，点击“启动测试”。

以下是 HSETT 的操作步骤：

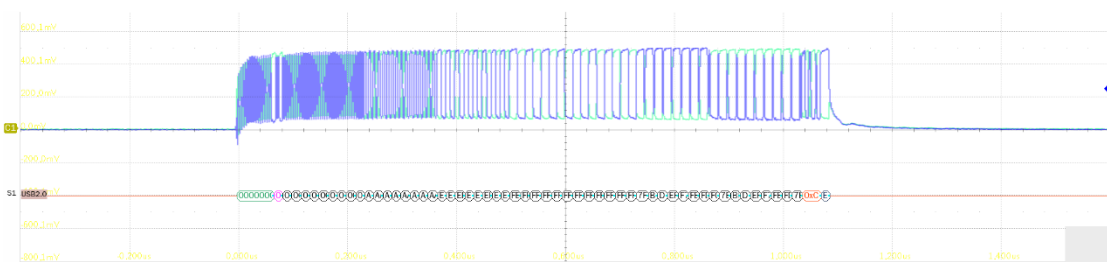


- 打开 High-speed Electrical Test Tool 软件，进入软件主菜单。
- 测试类型选择[Host Controller/System]，然后点击[TEST]进入 Host Test 菜单。

xHCI HS Electrical Test Tool - Host Test

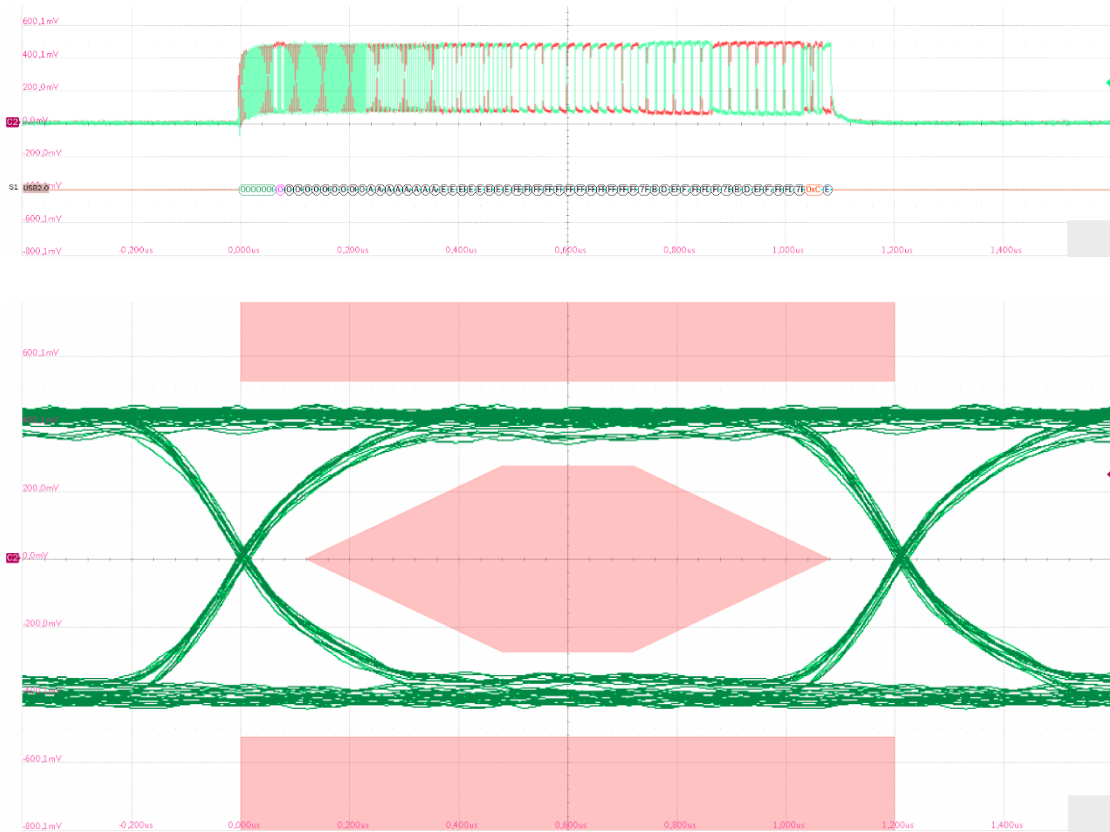


- Port Control 的下拉菜单中选择[TEST_PACKET]，在 Port 中输入待测设备测试端口的端口号。
 - 点击[EXECUTE]。
- C. 观察示波器采集到波形后，参考波形如下图所示，点击“启动测试”。如果示波器没有捕捉到波形或与参考波形差异较大，请检查接线是否正确，从步骤 A 重新开始。



7.1.2 测试结果参考

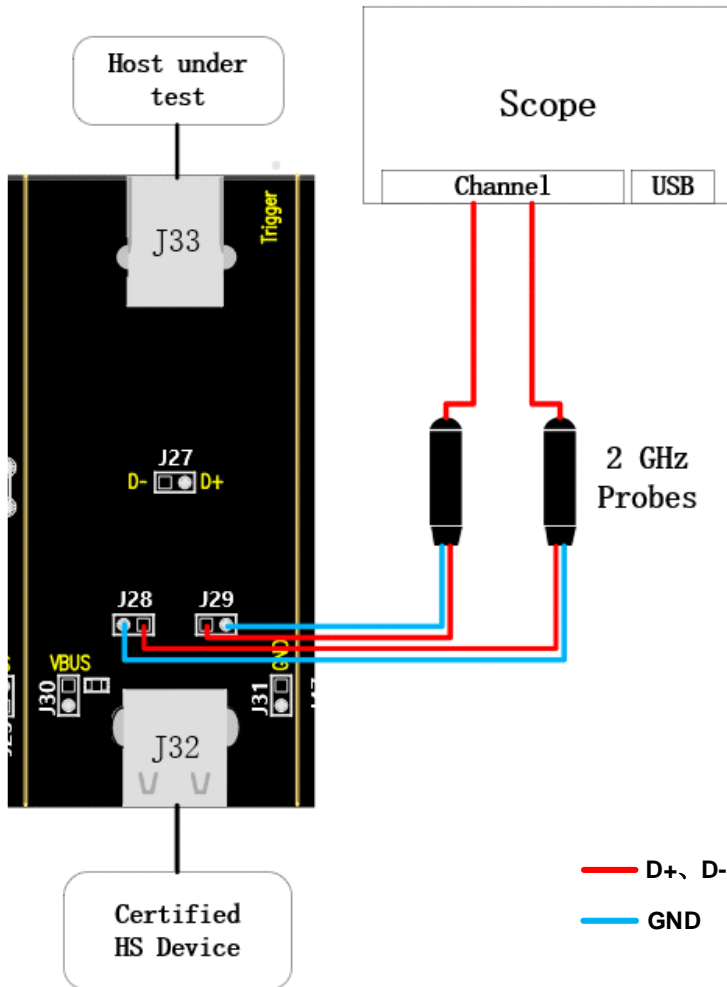
- ▶ EL_2: USB 2.0 高速数据速率为 480 Mb/s \pm 0.05%。
- ▶ EL_3: USB 2.0 所有的下行端口测试采用眼图模板 1，测试点在 TP2.。
- ▶ EL_6: USB 2.0 高速信号的上升沿和下降沿时间（10%~90%）需要大于 300ps。
- ▶ EL_7: USB 2.0 高速驱动必须在适当眼图模板的指定垂直开口有单调的数据转换，小于 50mV。



7.2 高速下行包参数 (EL_21, EL_22, EL_23, EL_25, EL_55)

7.2.1 测试步骤

7.2.1.1 测试环境搭建



- A. “单端输入”时, J29、J28 分别是 D+、D-信号的测试点, “使用差分探头”时, 测试点是 J27。
- B. J33 中接入待测主机, J32 接入一个通过 USB 2.0 认证的高速设备。
- C. “启动测试”栏目中点击“启动测试”按钮, 进入测试界面, 会弹出使用 HSETT 软件发包具体步骤的弹窗; 若使用的是 HSETT 软件, 请按照弹窗提示发包, 若是自行发包, 则可以忽略该弹窗内容; 在发包完成后, 观察到示波器接收到波形后, 点击“启动测试”, 示波器将完成信号分析。

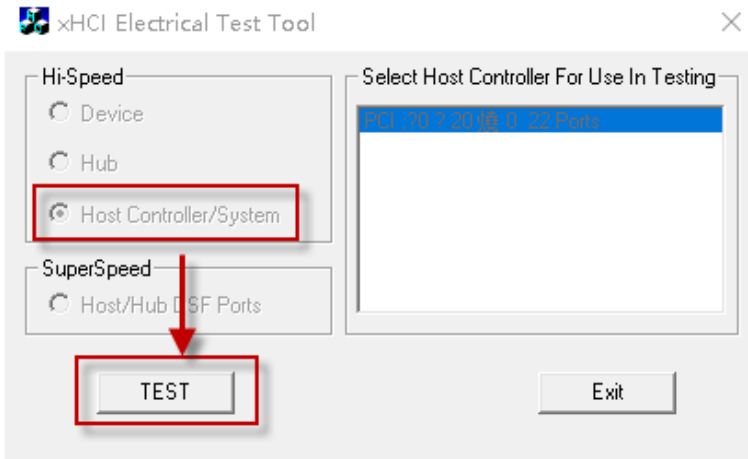
7.2.1.2 HSETT 发包设置

7.2.1.2.1 第一次发包

若使用的是 HSETT 软件，请按照以下步骤的提示发包。

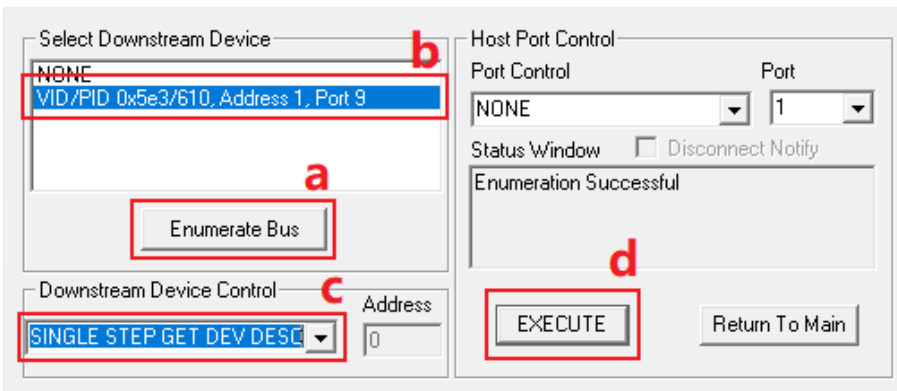
若是自行发包，请在观察示波器捕捉到波形后，点击“启动测试”。

以下是 HSETT 的操作步骤：

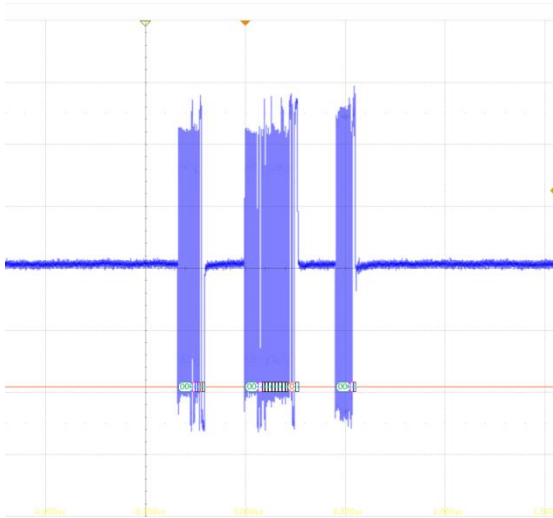


- A. 打开 High-speed Electrical Test Tool 软件，进入软件主菜单。
- B. 选择[Host Controller/System]，然后点击[TEST]进入 Host Test 菜单。

xHCI HS Electrical Test Tool - Host Test



- a. 点击[Enumerate Bus]。
 - b. 在 Select Downstream Device 中选择测试端口连接的设备。
 - c. 在 Downstream Device Control 下拉菜单中选择[SINGLE STEP GET DEV DESC]。
 - d. 点击[Execute]。
- C. 观察示波器采集到波形后，D+、D-差分波形参考如下图所示，点击“启动测试”。如果示波器没有捕捉到波形或与参考波形差异较大，请检查接线是否正确，从步骤 A 重新开始。



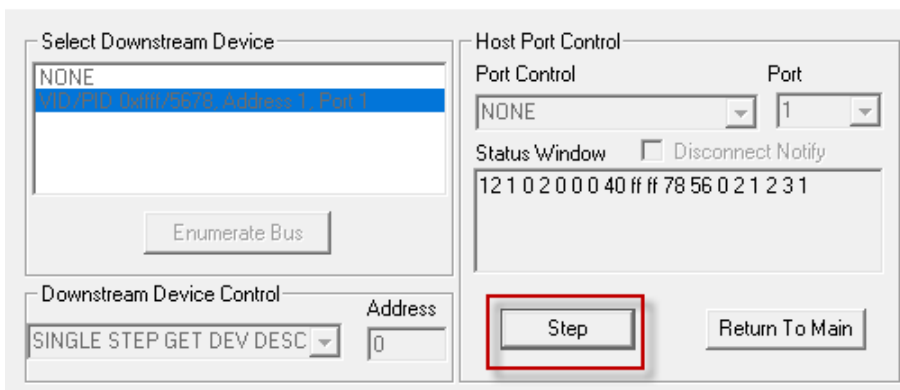
7.2.1.2.2 第二次发包

若使用的是 HSETT 软件，请按照以下步骤的提示发包。

若是自行发包，请在观察示波器捕捉到波形后，点击“启动测试”。

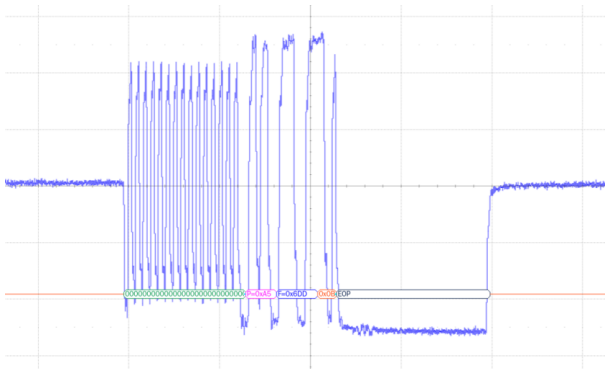
以下是 HSETT 的操作步骤：

xHCI HS Electrical Test Tool - Host Test



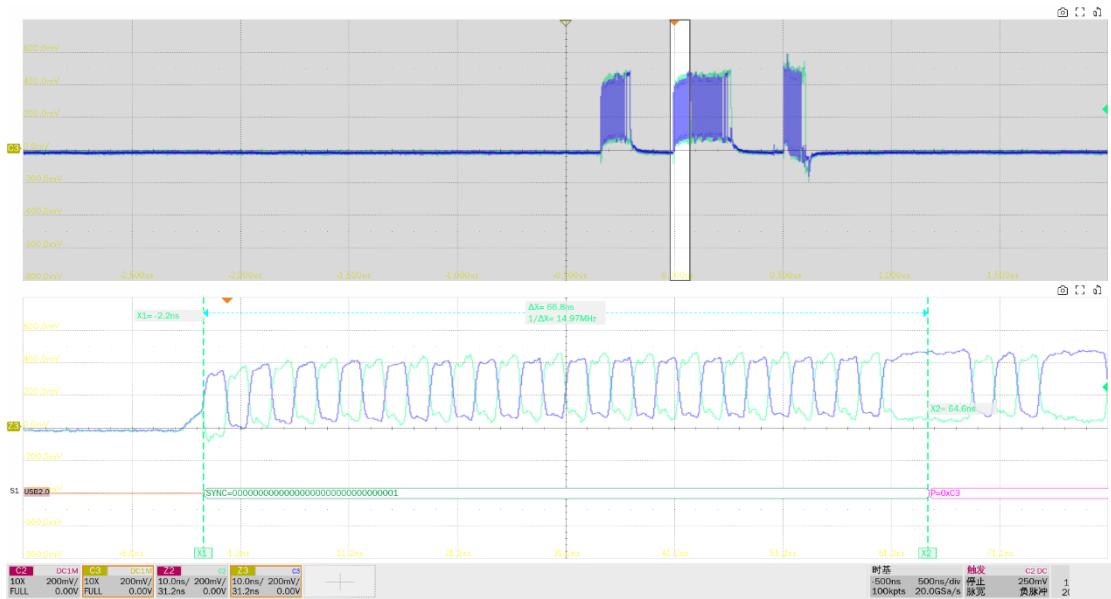
A. 点击[Step]两次，然后点击[Enumerate Bus]。

B. 观察示波器采集到波形后，D+、D-差分波形参考如下图所示，点击“启动测试”。

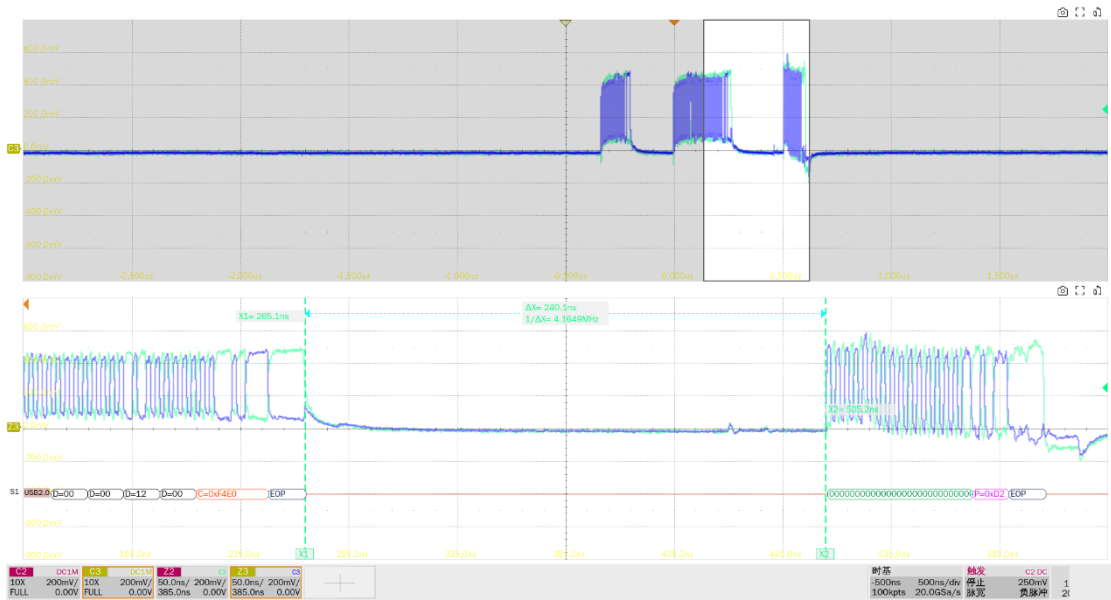


7.2.2 测试结果参考

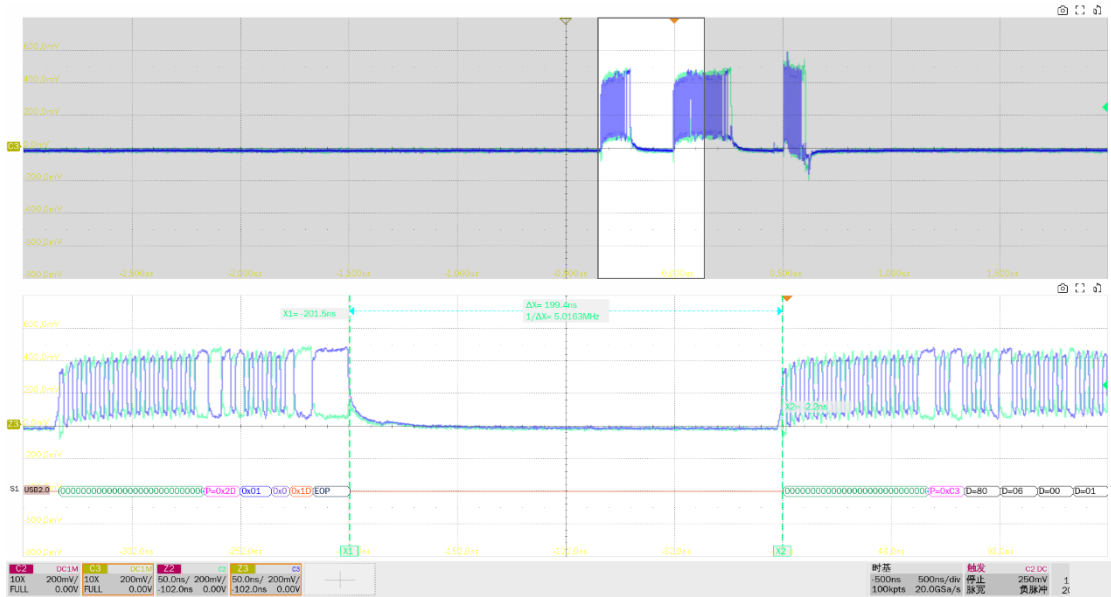
- ▶ EL_21: 所有不重复发送的包，其必须以 32bit 的 SYNC 开始。测试指标为小于 32.5bit。



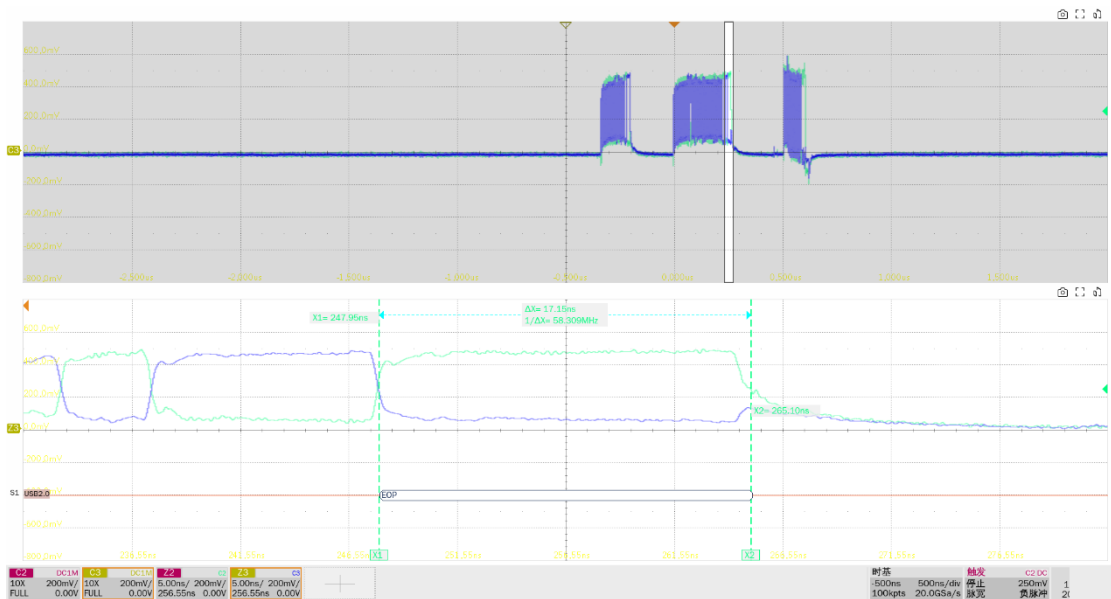
- ▶ EL_22: 当设备对主机的包产生响应时，前后两个包需要有 8bit~192bit 的包间间隙。



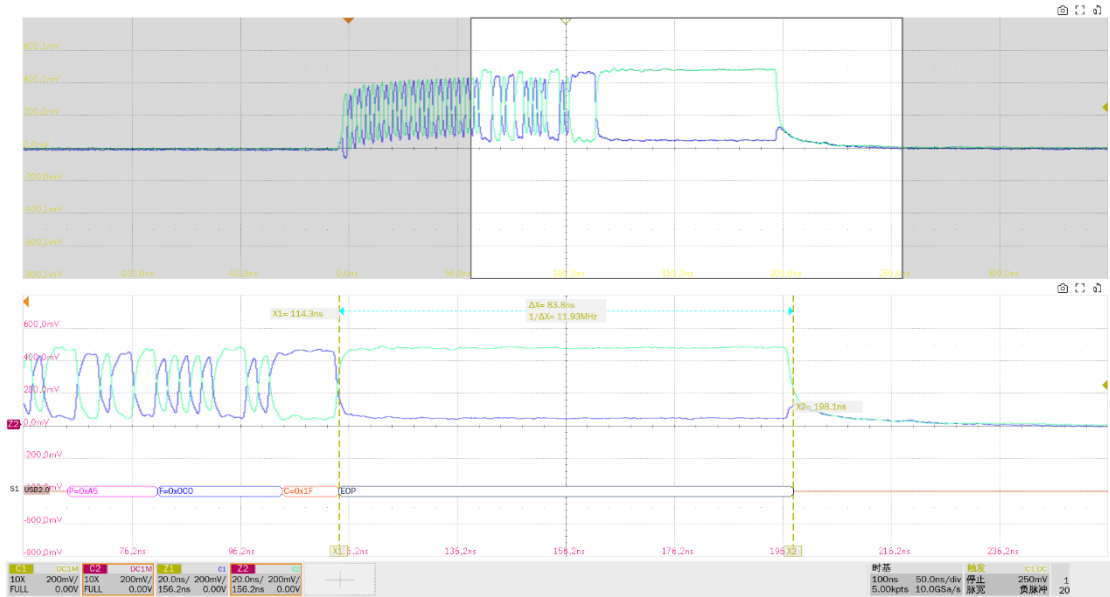
- ▶ EL_23: 主机在同一帧里传输的两个包间隙必须为 88bit~192bit。



► EL_25: 除了 SOF's, 所有发送的包的 EOP 必须是 01111111 的 8bit NRZ 字节。测试指标是大于 7.5bit。



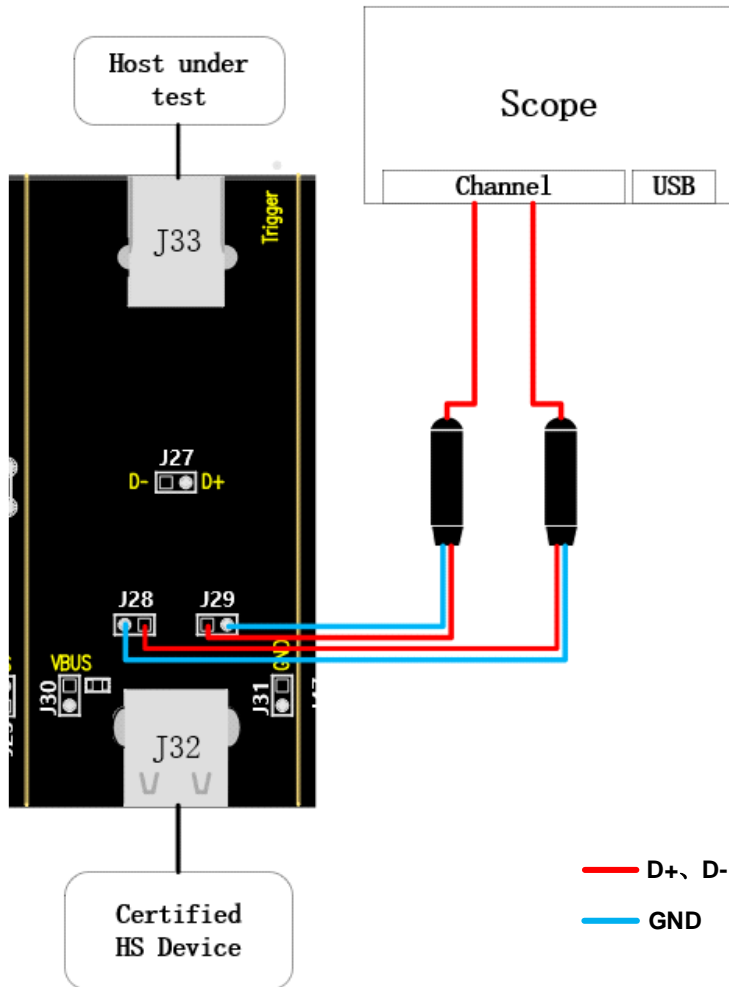
► EL_55: 主机发送的 SOF's 包必须提供一个没有位填充的 40bit EOP, 测试指标是大于 40bit。



7.3 高速下行啁啾时序测试 (EL_33, EL_34, EL_35)

7.3.1 测试步骤

7.3.1.1 测试环境搭建



- A. J29、J28 分别是 D+、D-信号的测试点。
- B. J33 中接入待测主机，J32 接入一个通过 USB 2.0 认证的高速设备。
- C. “启动测试”栏目中点击“启动测试”按钮，进入测试界面，会弹出使用 HSETT 软件发包具体步骤的弹窗；若使用的是 HSETT 软件，请按照弹窗提示发包，若是自行发包，则可以忽略该弹窗内容；在发包完成后，观察到示波器接收到波形后，点击“启动测试”，示波器将完成信号分析。

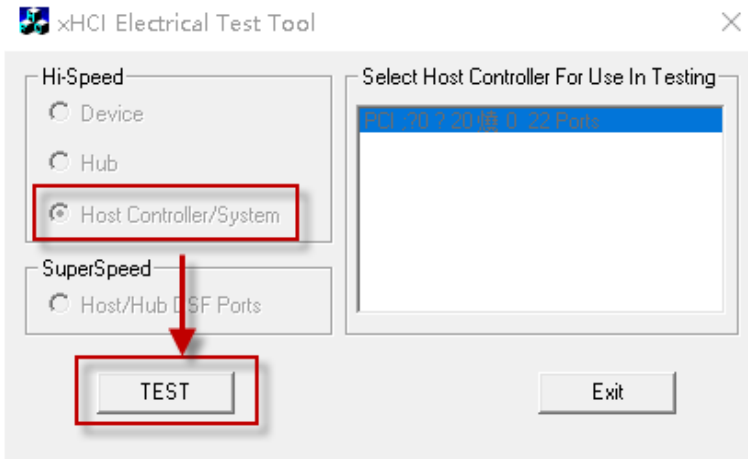
7.3.1.2 HSETT 发包设置

7.3.1.2.1 第一次发包

若使用的是 HSETT 软件，请按照以下步骤的提示发包。

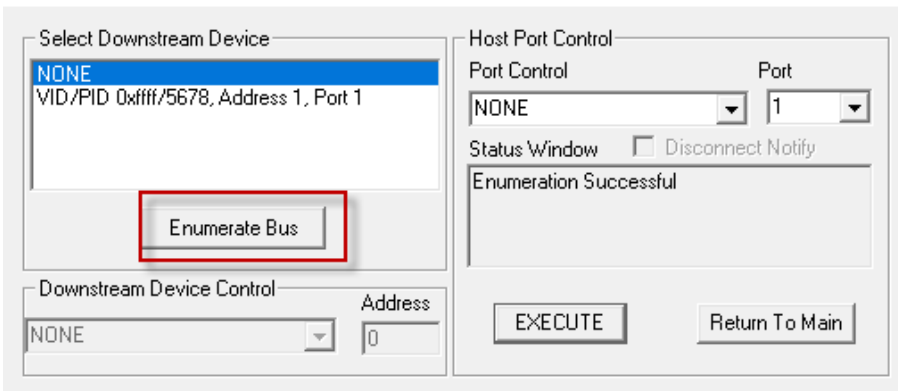
若是自行发包，请在观察示波器捕捉到波形后，点击“启动测试”。

以下是 HSETT 的操作步骤：

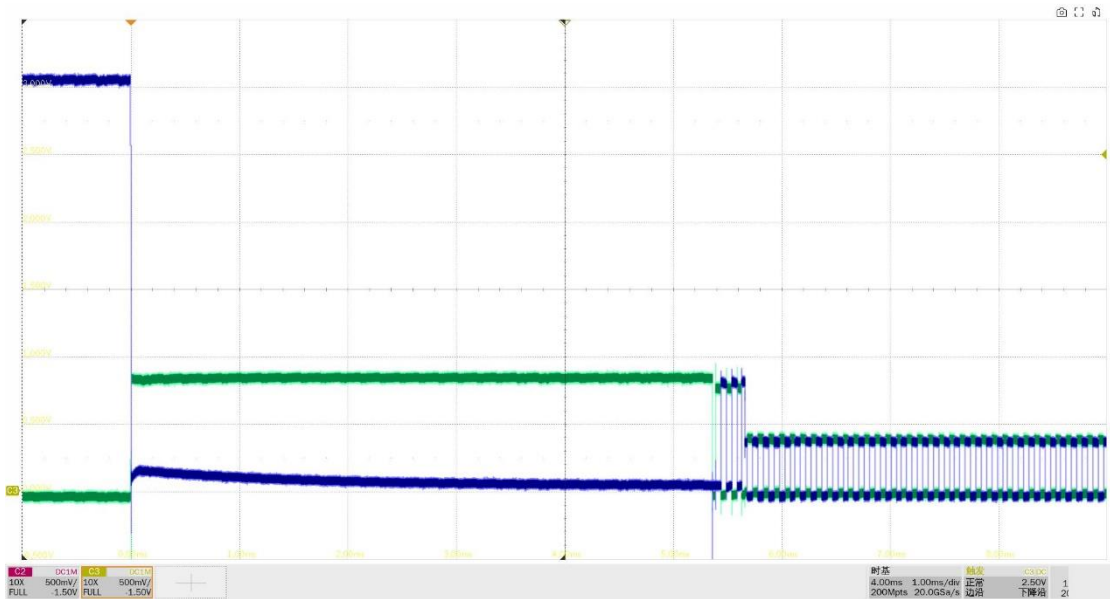


- A. 打开 High-speed Electrical Test Tool 软件，进入软件主菜单。
- B. 选择[Host Controller/System]，然后点击[TEST]进入 Host Test 菜单。

xHCI HS Electrical Test Tool - Host Test



- C. 点击[Enumerate Bus]。
- D. 观察示波器采集到波形后，参考波形如下图所示，点击“启动测试”。如果示波器没有捕捉到波形或与参考波形差异较大，请检查接线是否正确，从步骤 A 重新开始。



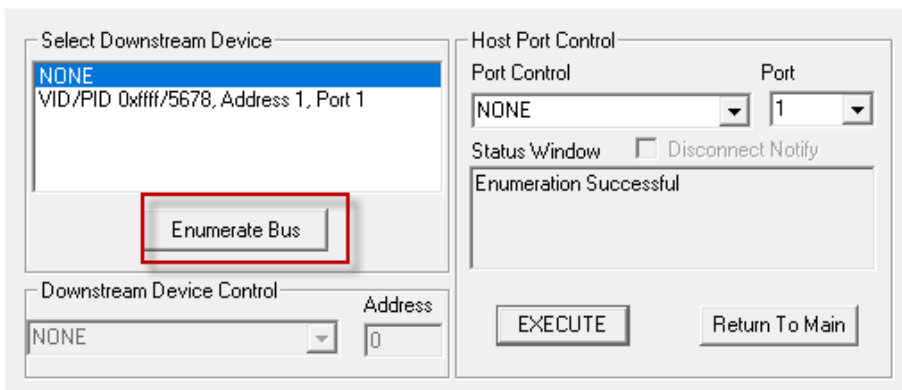
7.3.1.2.2 第二次发包

若使用的是 HSETT 软件，请按照以下步骤的提示发包。

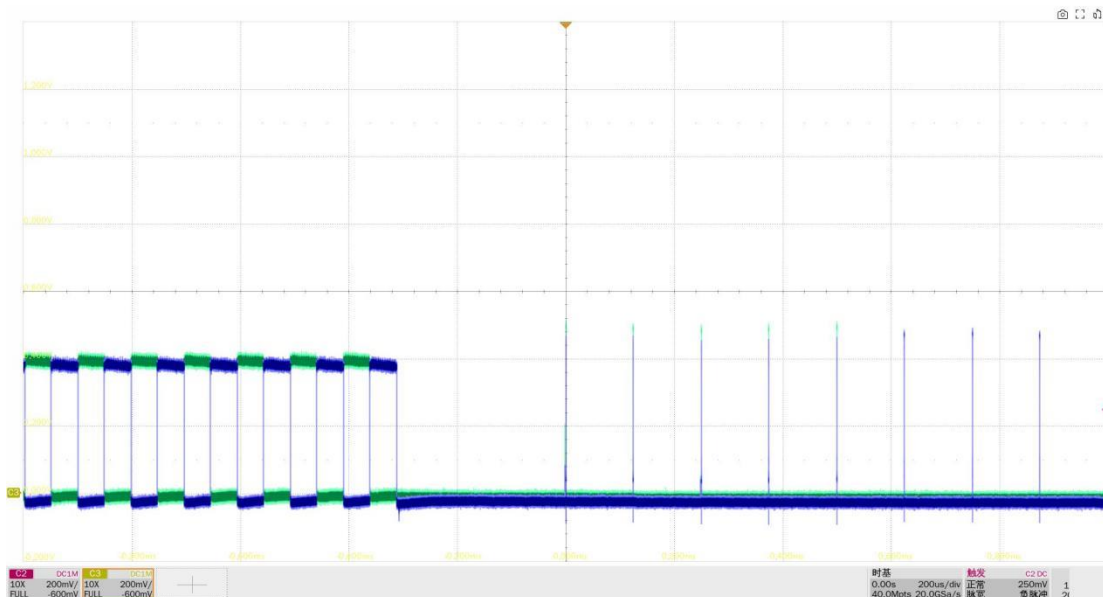
若是自行发包，请在观察示波器捕捉到波形后，点击“启动测试”。

以下是 HSETT 的操作步骤：

xHCI HS Electrical Test Tool - Host Test

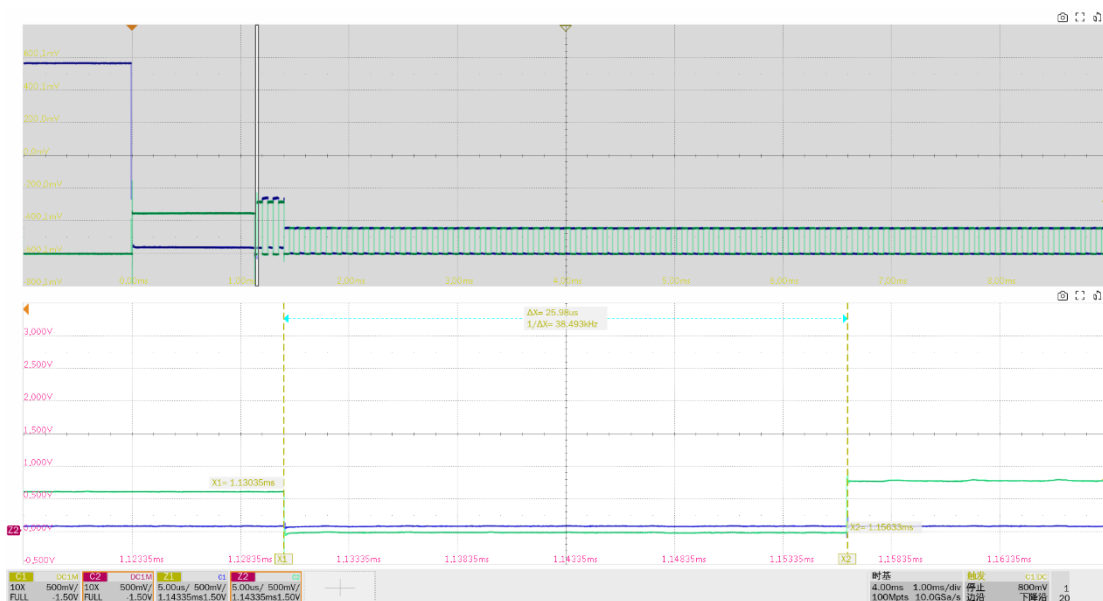


- A. 点击[Enumerate Bus]。
- B. 观察示波器采集到波形后，参考波形如下图所示，点击“启动测试”。如果示波器没有捕捉到波形或与参考波形差异较大，请检查接线是否正确，从步骤 A 重新开始。

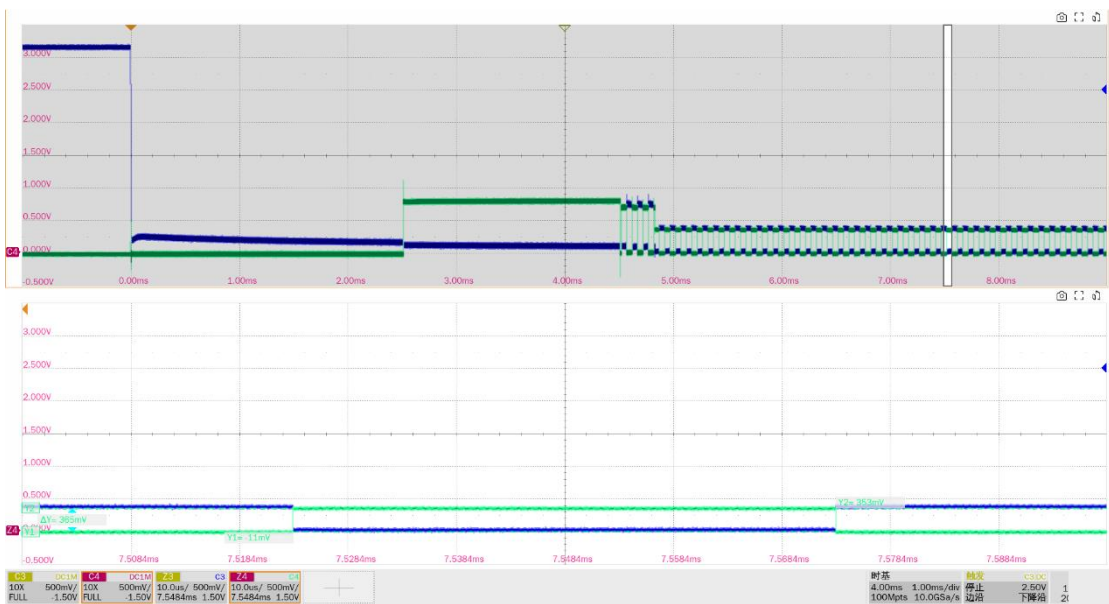
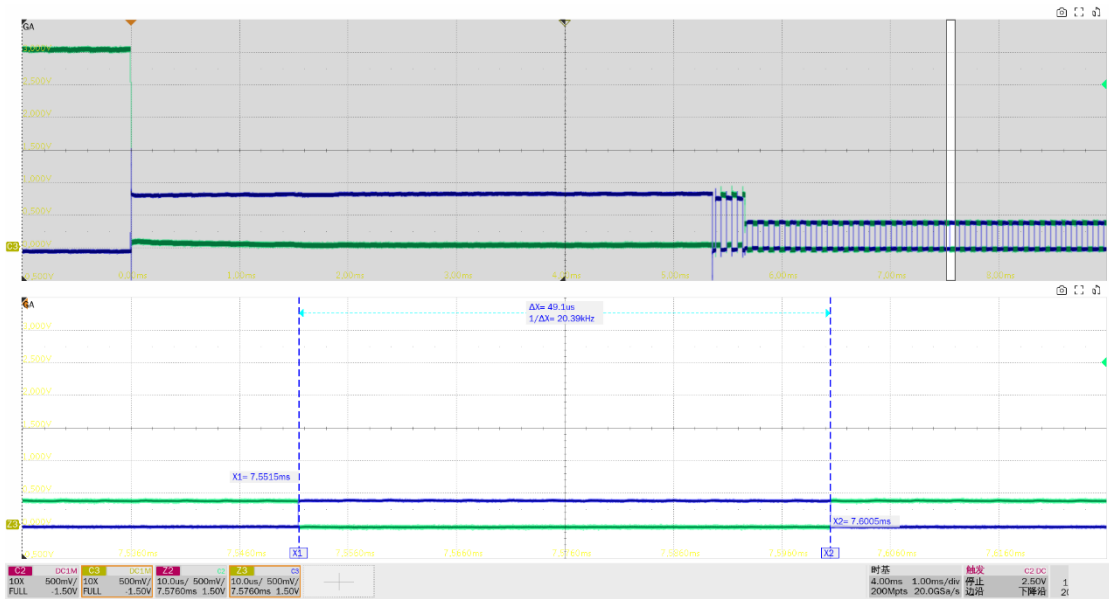


7.3.2 测试结果参考

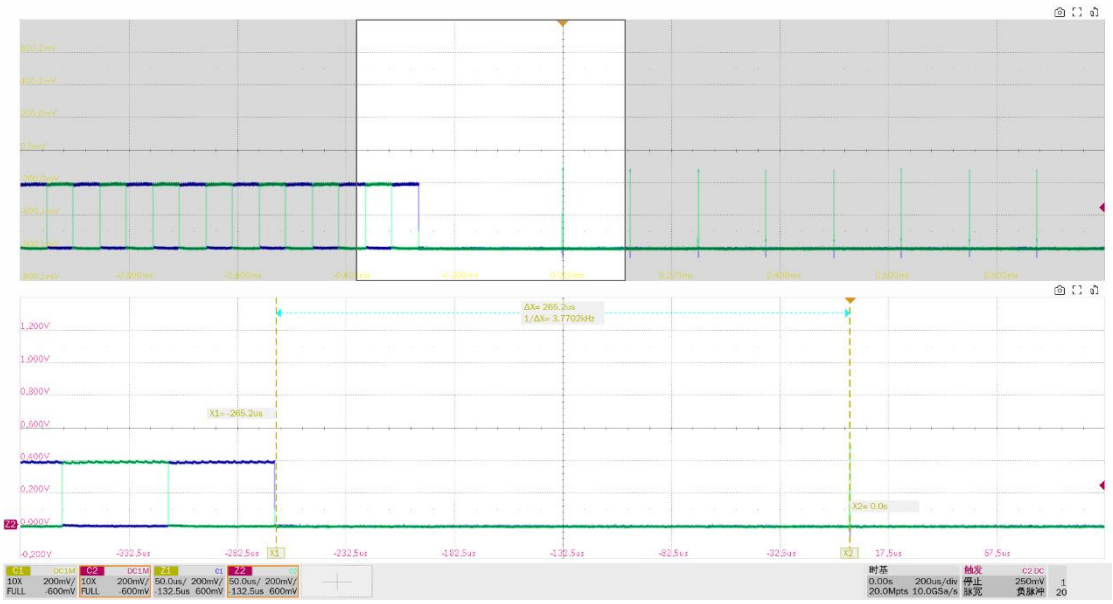
- ▶ EL_33: 在设备的啁啾 K 结束后，下行端口需要在 100us 内发送啁啾 K、啁啾 J 序列。



- ▶ EL_34: 下行端口发送的啁啾 K 和啁啾 J 的持续时间为 40us~60us，本项测试中同时测量了啁啾 J、啁啾 K 的幅度。



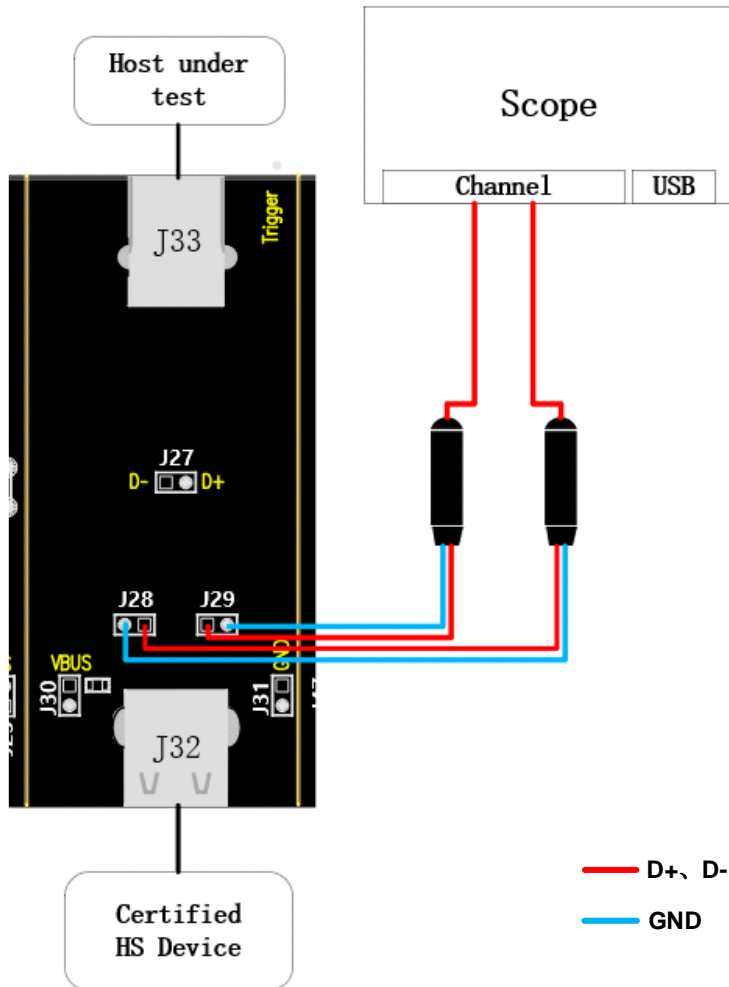
- ▶ EL_35: 在最后一个啁啾 J/K 结束后，下行端口必须在 100us 到 500us 内发送 SOF's。



7.4 高速下行挂起和恢复 (EL_38 EL_39, EL_41)

7.4.1 测试步骤

7.4.1.1 测试环境搭建



- A. J29、J28 分别是 D+、D-信号的测试点。
- B. J33 中接入待测主机，J32 接入一个通过 USB 2.0 认证的高速设备。
- C. “启动测试”栏目中点击“启动测试”按钮，进入测试界面，会弹出使用 HSETT 软件发包具体步骤的弹窗；若使用的是 HSETT 软件，请按照弹窗提示发包，若是自行发包，则可以忽略该弹窗内容；在发包完成后，观察到示波器接收到波形后，点击“启动测试”，示波器将完成信号分析。

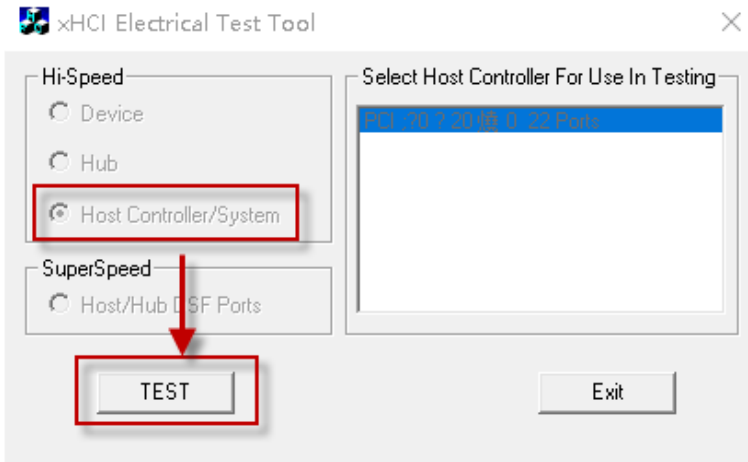
7.4.1.2 HSETT 发包设置

7.4.1.2.1 挂起发包设置

若使用的是 HSETT 软件，请按照以下步骤的提示发包。

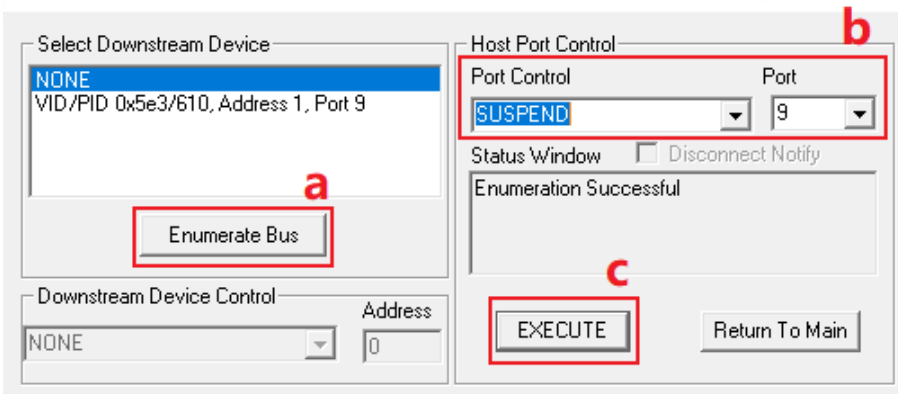
若是自行发包，请在观察示波器捕捉到波形后，点击“启动测试”。

以下是 HSETT 的操作步骤：

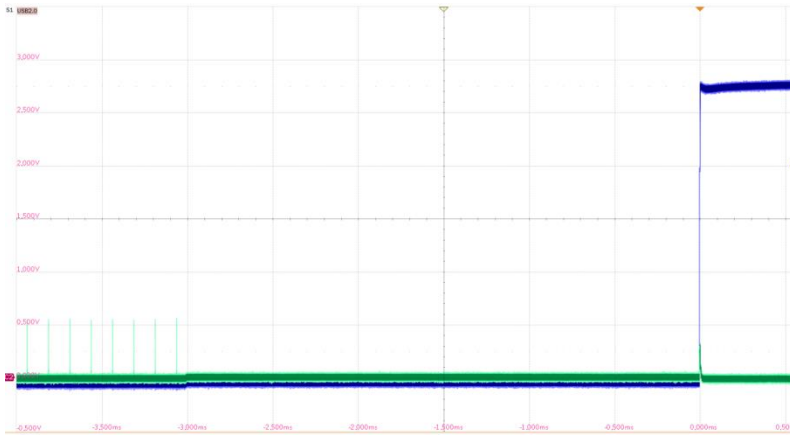


- A. 打开 High-speed Electrical Test Tool 软件，进入软件主菜单。
- B. 选择[Host Controller/System]，然后点击[TEST]进入 Host Test 菜单。

xHCI HS Electrical Test Tool - Host Test



- a. 点击[Enumerate Bus]。
 - b. Port Control 选择[SUSPEND]，在 Port 中输入待测设备测试端口的端口号。
 - c. 点击[EXECUTE]。
- C. 观察示波器采集到波形后，参考波形如下图所示，点击“启动测试”。如果示波器没有捕捉到波形或与参考波形差异较大，请检查接线是否正确，从步骤 A 重新开始。

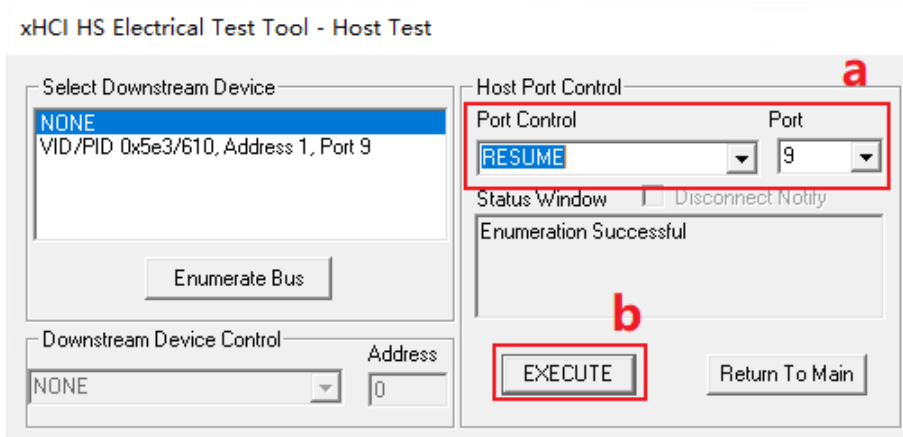


7.4.1.2.2 恢复发包设置

若使用的是 HSETT 软件，请按照以下步骤的提示发包。

若是自行发包，请在观察示波器捕捉到波形后，点击“启动测试”。

以下是 HSETT 的操作步骤：



a. Port Control 选择[RESUME]，在 Port 中输入待测设备测试端口的端口号。

b. 点击[EXECUTE]。

观察示波器采集到波形后，参考波形如下图所示，点击“启动测试”。如果示波器没有捕捉到波形或与参考波形差异较大，请检查接线是否正确，Port Control 设置 [SUSPEND]，点击 [EXECUTE]，接着 Port Control 设置 [RESUME]，点击 [EXECUTE] 后重新开始本项测试。



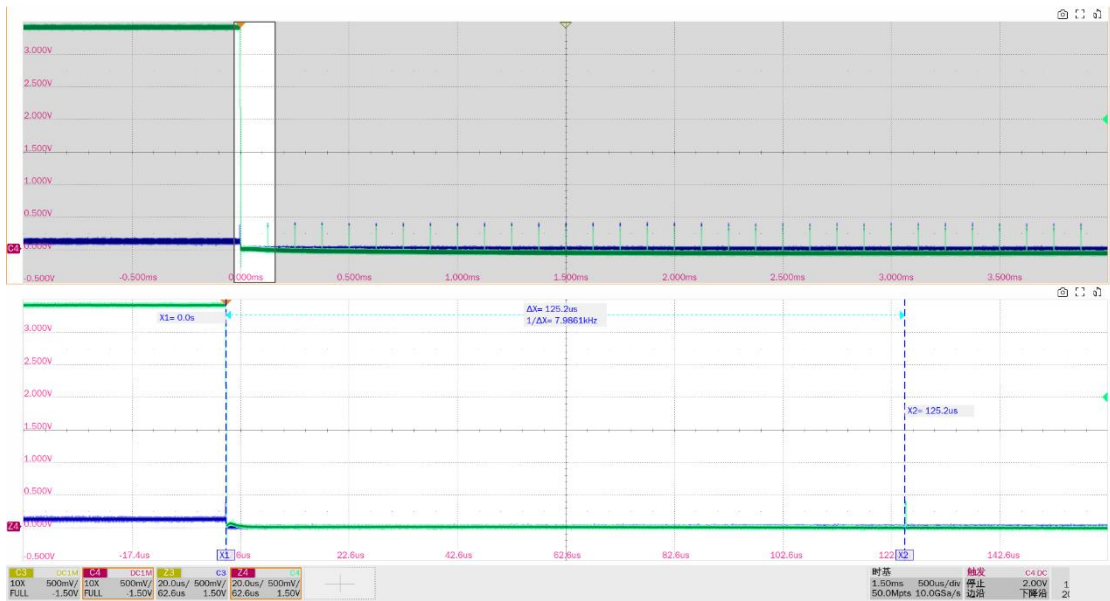
7.4.2 测试结果参考

▶ EL_38: 在总线上出现 3ms 的空闲后，设备必须要在 125us 内恢复到全速，则总的的时间是 3ms~3.125ms。测量从高速的最后一个 SOF's 到挂起的时间间隔。

▶ EL_39: 设备必须支持挂起状态。



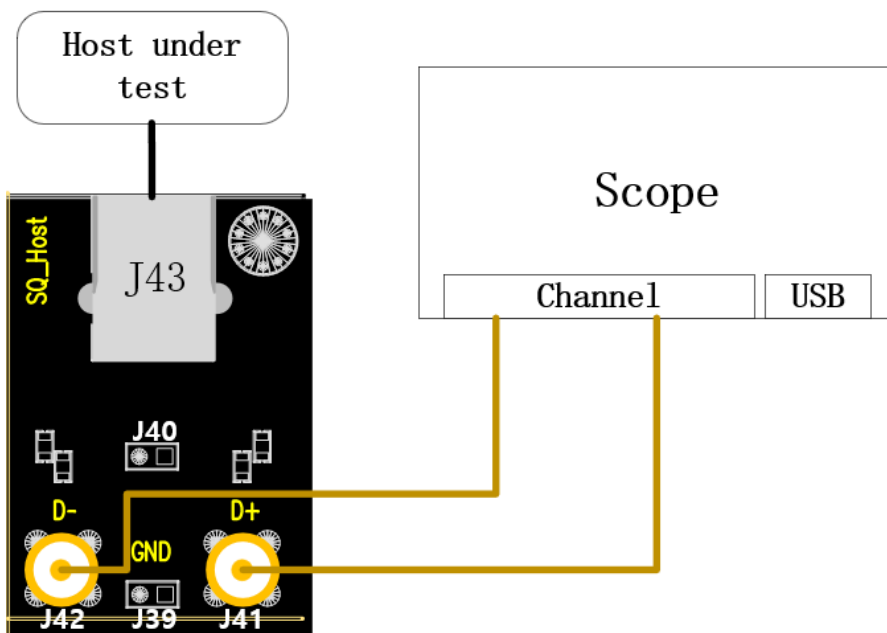
▶ EL_41: 在重置端口后，主机必须在空闲状态开始后的 3ms 内发送 SOF's。



7.5 高速下行无驱动时的电平值 (EL_8, EL_9)

7.5.1 测试步骤

7.5.1.1 测试环境搭建



- A. 使用两根 SMA 线缆将 J41、J42 与前面配置的 D+、D-信道相连。
- B. J43 中接入待测主机。

- C. “启动测试”栏目中点击“启动测试”按钮，进入测试界面，会弹出使用 HSETT 软件发包具体步骤的弹窗；若使用的是 HSETT 软件，请按照弹窗提示发包，若是自行发包，则可以忽略该弹窗内容；在发包完成后，观察到示波器接收到波形后，点击“启动测试”，示波器将完成信号分析。

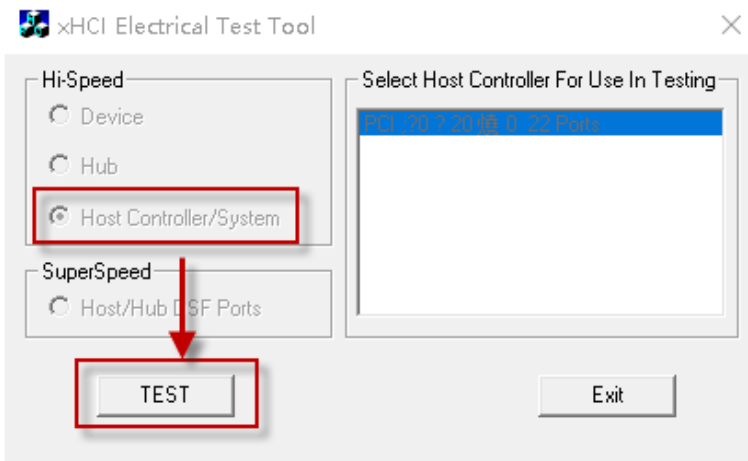
7.5.1.2 HSETT 发包测试

7.5.1.2.1 TEST_J 发包设置

若使用的是 HSETT 软件，请按照以下步骤的提示发包。

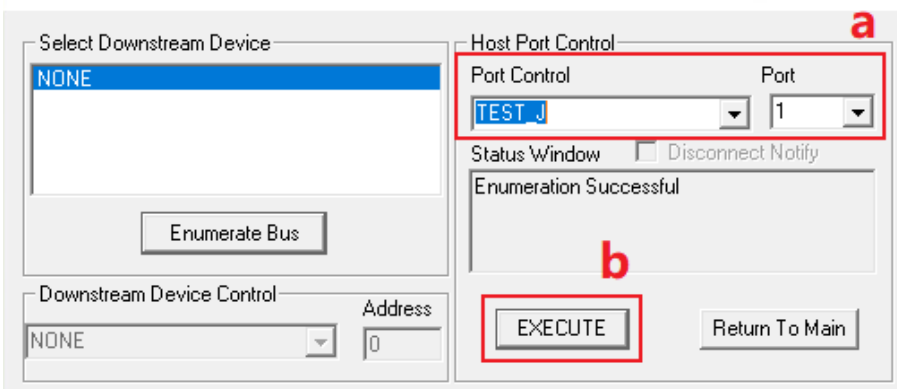
若是自行发包，请在观察示波器捕捉到波形后，点击“启动测试”。

以下是 HSETT 的操作步骤：



- A. 打开 High-speed Electrical Test Tool 软件，进入软件主菜单。
 B. 选择[Host Controller/System]，然后点击[TEST]进入 Host Test 菜单。

xHCI HS Electrical Test Tool - Host Test



- a. Port Control 选择[TEST_J]，在 Port 中输入待测设备测试端口的端口号。
 b. 点击[EXECUTE]。

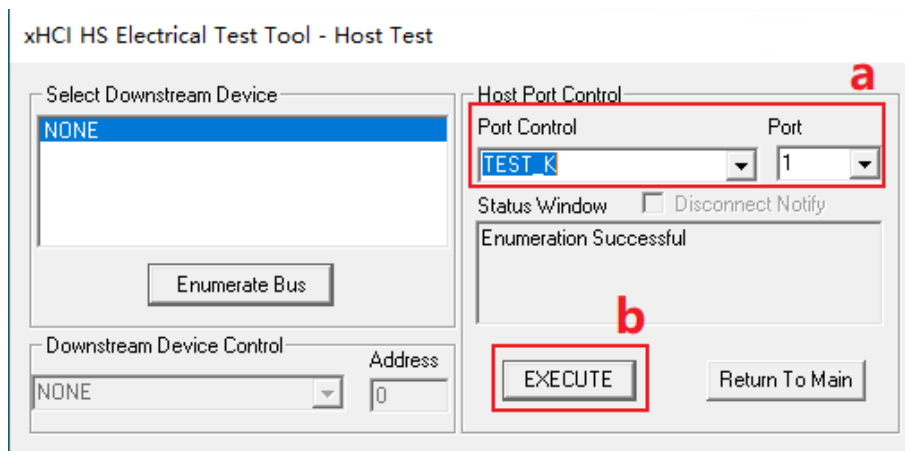
- C. 观察示波器采集到波形后，点击“启动测试”。如果示波器没有捕捉到波形，或 D+不为高电平，D-不为低电平，请检查接线是否正确，检查 Port Control 中是否选中 [TEST_J]，确认无误后点击 [EXECUTE] 重新开始本项测试。

7.5.1.2.2 TEST_K 发包设置

若使用的是 HSETT 软件，请按照以下步骤的提示发包。

若是自行发包，请在观察示波器捕捉到波形后，点击“启动测试”。

以下是 HSETT 的操作步骤：



- a. Port Control 选择[TEST_K]，在 Port 中输入待测设备测试端口的端口号。
- b. 点击[EXECUTE]。

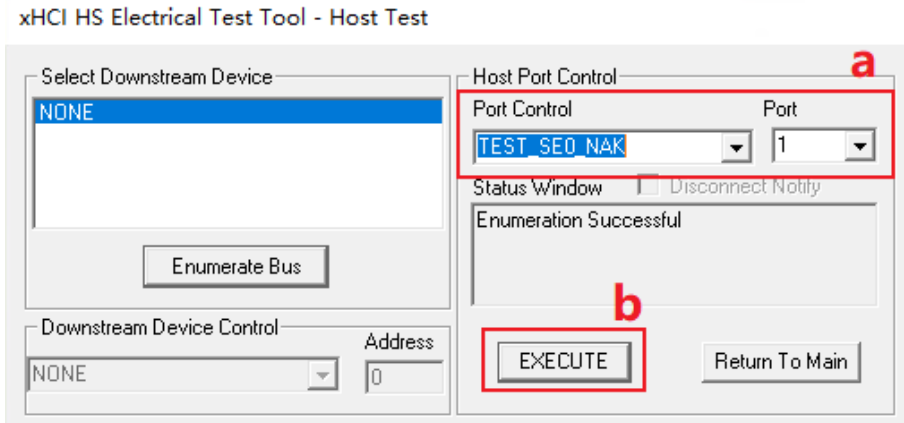
观察示波器采集到波形后，点击“启动测试”。如果示波器没有捕捉到波形，或 D+不为低电平，D-不为高电平，请检查接线是否正确，检查 Port Control 中是否选中[TEST_K]，确认无误后点击 [EXECUTE] 重新开始本项测试。

7.5.1.2.3 TEST_SE0_NAK 发包设置

若使用的是 HSETT 软件，请按照以下步骤的提示发包。

若是自行发包，请在观察示波器捕捉到波形后，点击“启动测试”。

以下是 HSETT 的操作步骤：

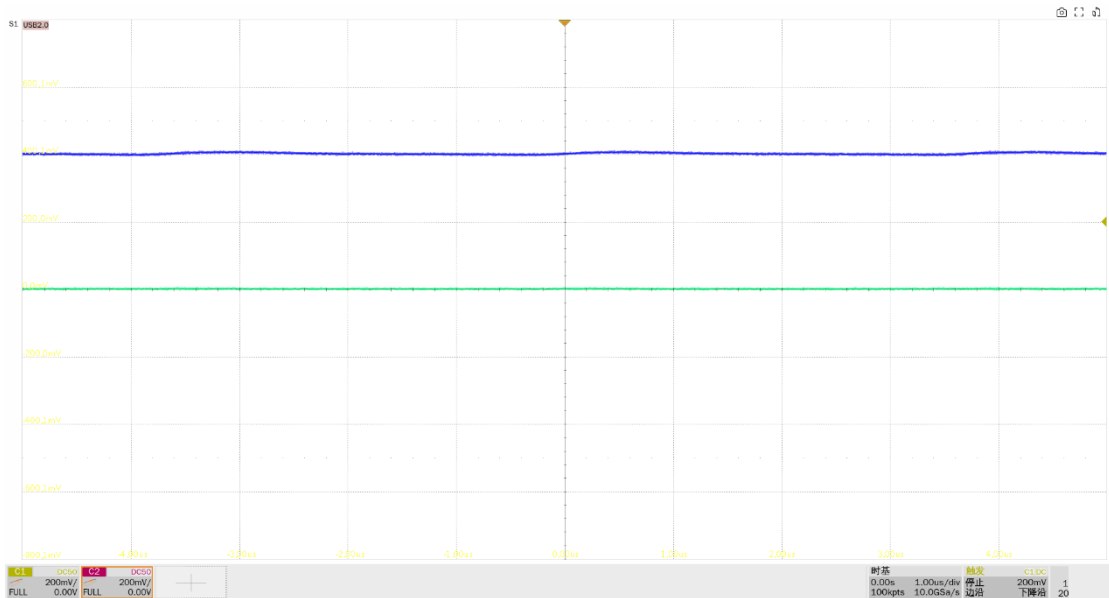


- a. Port Control 选择[TEST_SE0_NAK]，在 Port 中输入待测设备测试端口的端口号。
- b. 点击[EXECUTE]。

观察示波器采集到波形后，点击“启动测试”。如果示波器没有捕捉到波形，或 D+不为低电平，D-不为高电平，请检查接线是否正确，检查 Port Control 中是否选中[TEST_SE0_NAK]，确认无误后点击[EXECUTE] 重新开始本项测试。

7.5.2 测试结果参考

- ▶ EL_8: 测量无驱动时 J/K 的电压值 (360mV~440mV)。

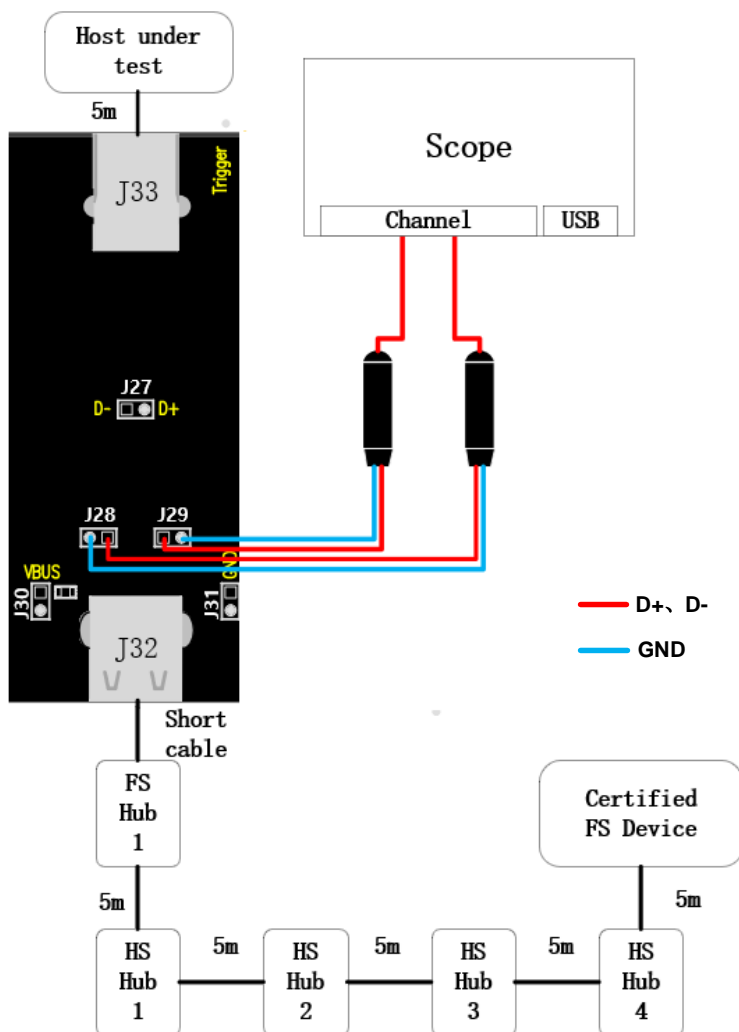


- ▶ EL_9: 当 D+、D-无驱动时，在 45ohm 端接的情况下，输出电压范围±20mV，本项测量 SE0 状态下的 D+、D-电压值。



7.6 全速下行信号质量

7.6.1 测试步骤

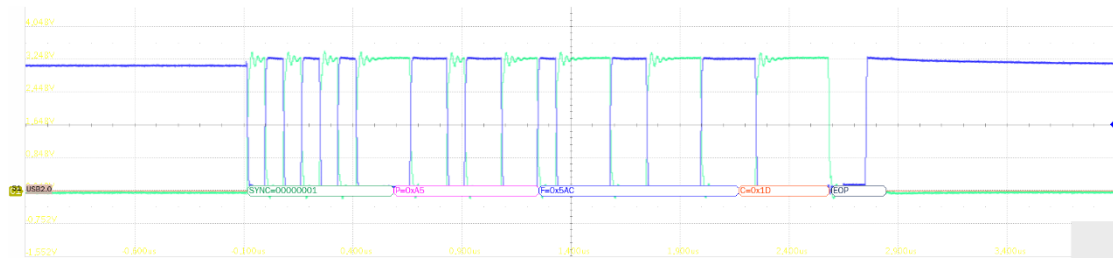


- A. J29、J28 分别是 D+、D-信号的测试点
- B. J33 通过 5m 的 USB 线缆与待测主机相连。
- C. J32 按照接线图接入全速集线器、以及四个高速集线器，其中全速集线器与 J32 通过短的线缆相连，其余用 5m 的线缆连接；在最后一级高速集线器接入通过认证的全速设备。
- D. 在进行本项测试时，请尽量为所有的自供电集线器接上外部电源供电，避免总线供电下，多级集线器连接供电不足导致测试失败。
- E. “启动测试”栏目中点击“启动测试”按钮，示波器将自动完成本项测试。

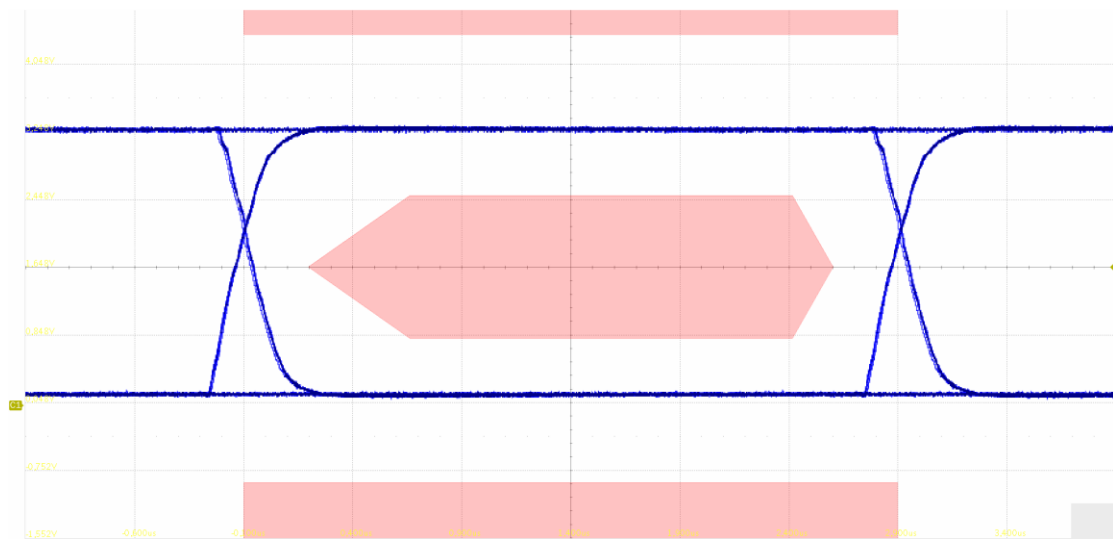
7.6.2 测试结果参考

主机的全速下行信号质量有以下的测试项目：

- ▶ 测量全速包的 EOP 宽度，要求其 EOP 宽度在 $(1.92+1)$ bit~ $(2.1+1)$ bit 之间

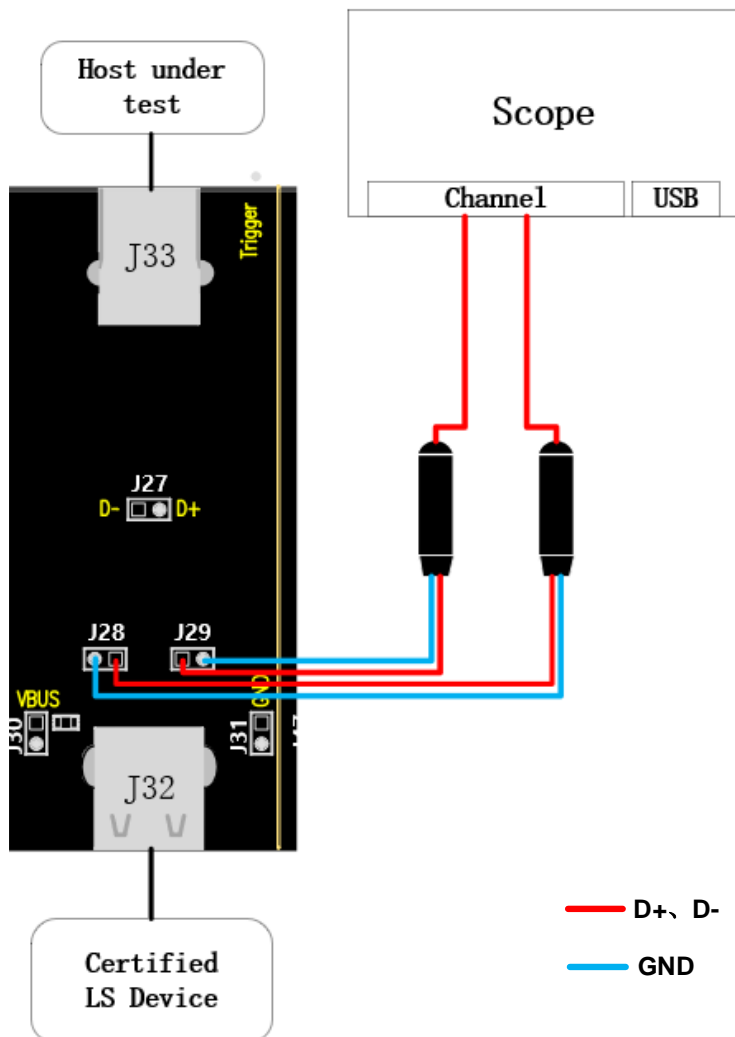


- ▶ D+、D-交叉点电压幅度测量，交叉点电压要求在 1.3V~2V 之间。
- ▶ 测量全速包的信号速率，要求其全速速率在 11.97MHz~12.03MHz 之间。
- ▶ 测量全速的 D+/D-上升、下降时间，要求其在 4ns~20ns 之间。
- ▶ 测量全速信号的边缘单调性，要求其边缘不能存在大于 500mV 的回钩。
- ▶ 附加测量 J/K 抖动，眼图的边缘宽度即是 J/K 的抖动程度。



7.7 低速下行信号质量

7.7.1 测试步骤

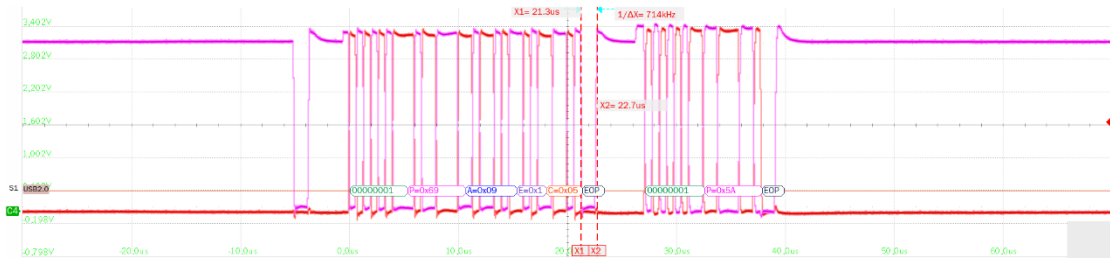


- A. J29、J28 分别是 D+、D-信号的测试点
- B. J33 与待测主机相连。
- C. J32 接入通过认证的低速设备。
- D. “启动测试” 栏目中点击 “启动测试” 按钮，示波器将自动完成本项测试。

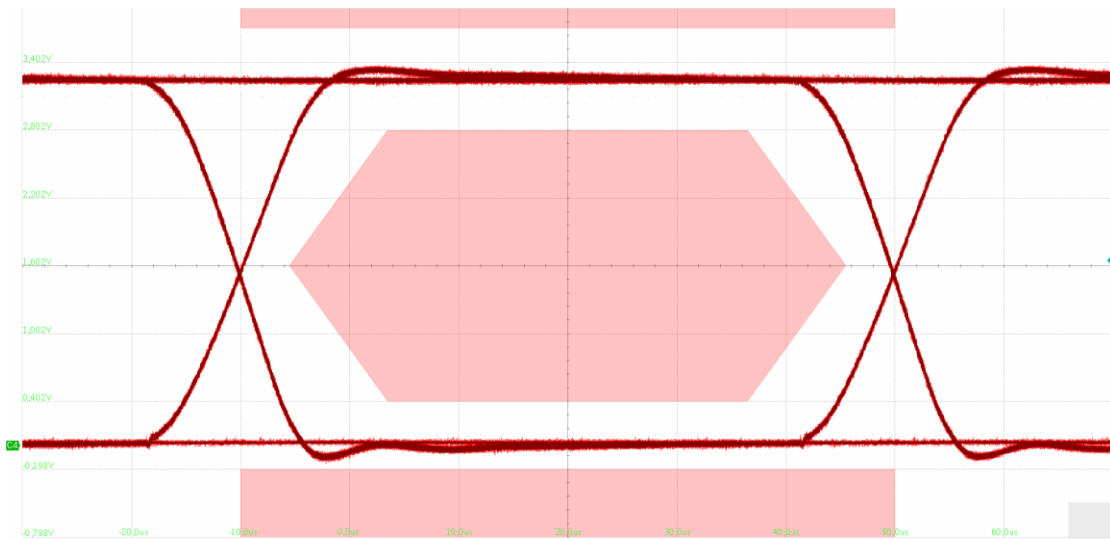
7.7.2 测试结果参考

主机的低速下行信号质量有以下的测试项目：

- ▶ 测量低速包的 EOP 宽度，要求其 EOP 宽度在 $(1.875+1)$ bit~ $(2.25+1)$ bit 之间



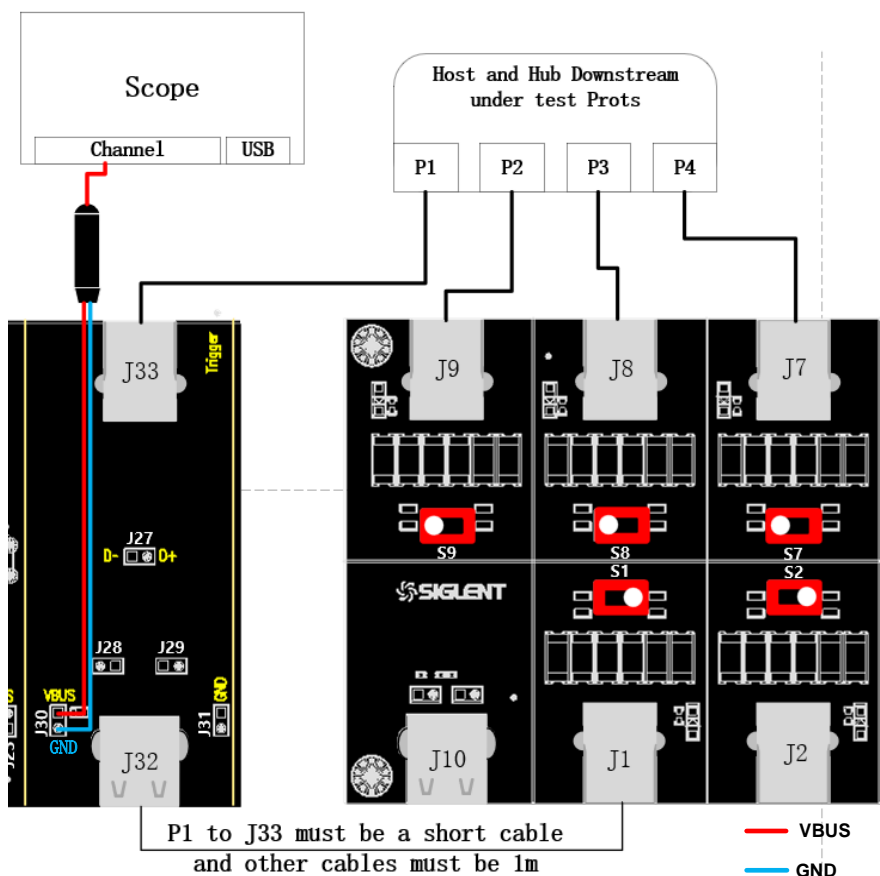
- ▶ D+、D-交叉点电压幅度测量，交叉点电压要求在 1.3V~2V 之间。
- ▶ 测量低速包的信号速率，要求其全速速率在 1.4775MHz~1.5225MHz 之间。
- ▶ 测量低速的 D+/D-上升、下降时间，要求其在 75ns~300ns 之间。
- ▶ 测量低速信号的边缘单调性，要求其边缘不能存在大于 500mV 的回钩。
- ▶ 附加测量 J/K 抖动，眼图的上升/下降沿宽度即是 J/K 的抖动程度。



7.8 VBus 跌落

7.8.1 测试步骤

7.8.1.1 测试环境搭建



- J30 是 VBus 测试点，按照配置的示波器测量信道连接号探头。
- 主机待测端口通过 1m 的线缆与信号板的 J33 相连，J32 通过短的线缆与负载板相连，其余的端口通过 1m 线缆与负载板相连。
- “启动测试”栏目中点击“启动测试”按钮，按照接下来的弹窗提示完成测试。

7.8.1.2 空载测试

请将负载板的扭子开关拨到中间，观察到示波器采集到波形后，点击“启动测试”。

7.8.1.3 带载测试

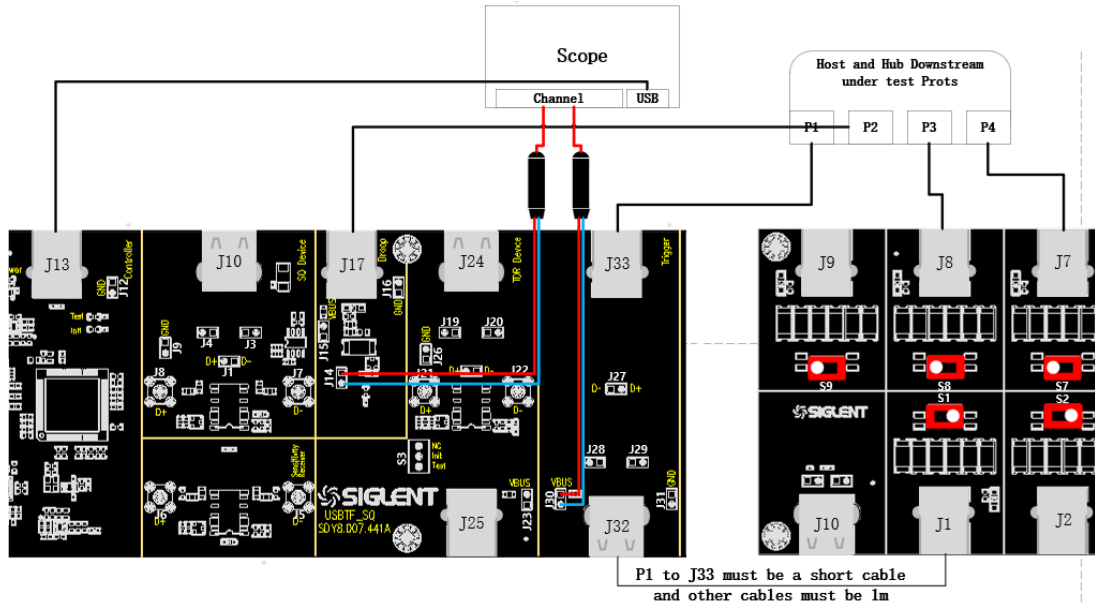
请将负载板的扭子开关拨到 500mA 处，观察到示波器采集到的波形后，点击“启动测试”。

7.8.2 测试结果参考

分别测量主机所有端口未接负载的情况下，待测端口的 VBus 电压 (4.75V~5.25V)，以及所有端口接上 500mA 负载后，待测端口的 VBus 电压 (4.75V~5.25V)。

7.9 VBus 瞬态跌落

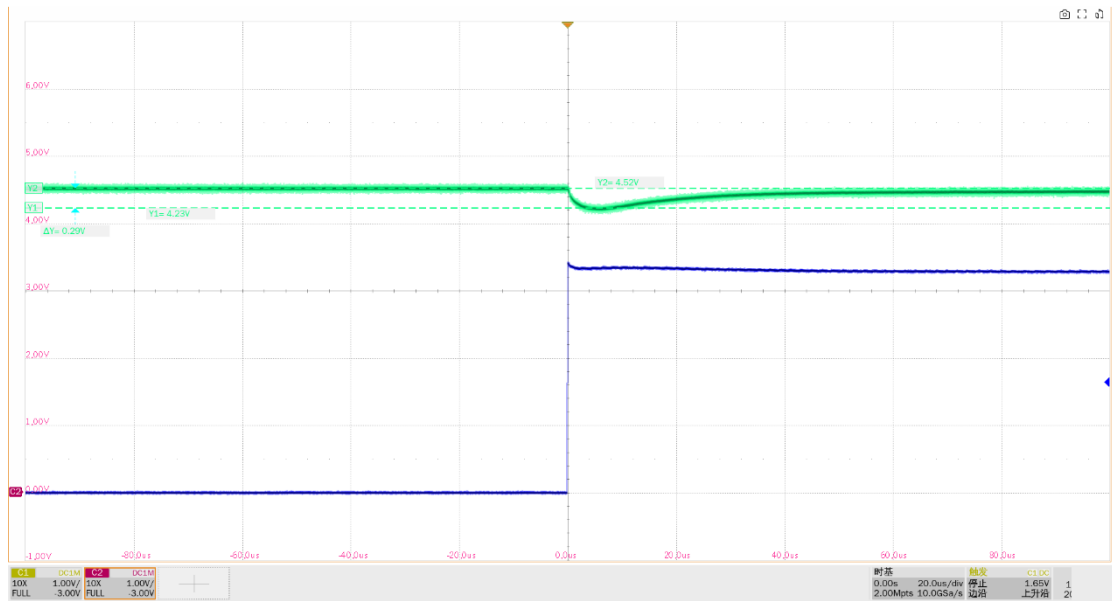
7.9.1 测试步骤



- 使用 1m 的线缆连接待测端口 (如图中的 P1) 与信号板 J33; 使用短的线缆连接信号板 J32 与负载板任意一个负载; 使用 1m 的线缆连接待测端口旁边的端口 (如图中的 P2) 和 USB 信号板 J17; 剩下的端口使用 1m 的线缆与 USB 负载板相连。
- USB 负载板上使用到的负载, 将其扭子开关拨到 100mA 处。
- 按照前面配置的信道连接好探头, J14 是负载端测试点, J30 是待测设备测试点。
- 使用线缆连接 USB 信号板 J13 和示波器, Power 灯亮。
- “启动测试”栏目中点击“启动测试”按钮, 检查线缆连接是否与弹窗提示信息相同, 点击“OK”, 示波器开始采集波形。

7.9.2 测试结果参考

要求待测端口的动态压降小于 350mV。

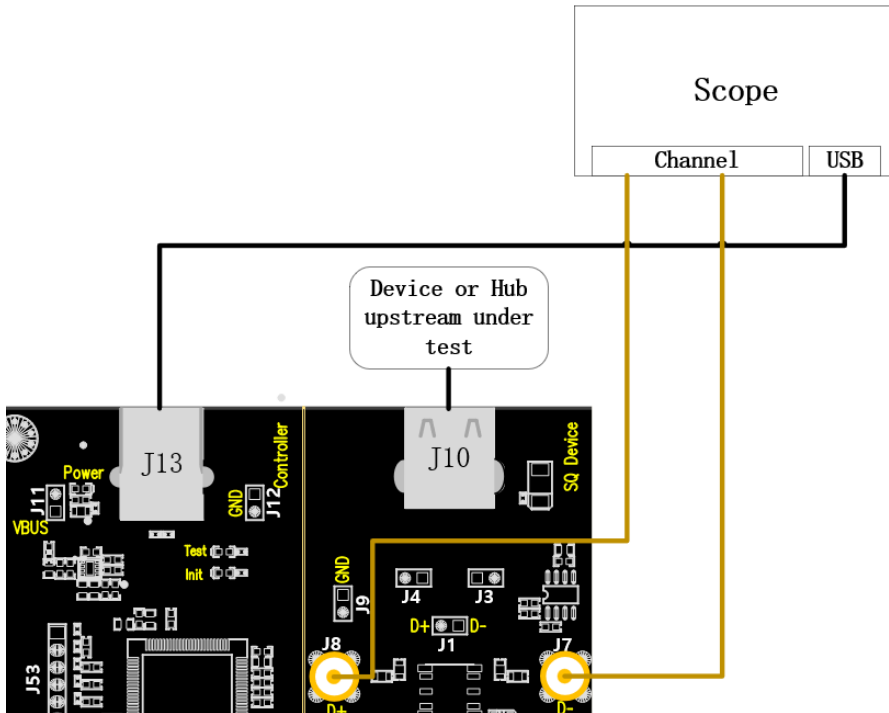


8 设备

进行 USB 2.0 设备相关测试时，请根据测试需求，正确配置 SDS7000A 一致性测试软件。

8.1 高速上行信号质量 (EL_2, EL_4/EL_5, EL_6, EL_7)

8.1.1 测试步骤



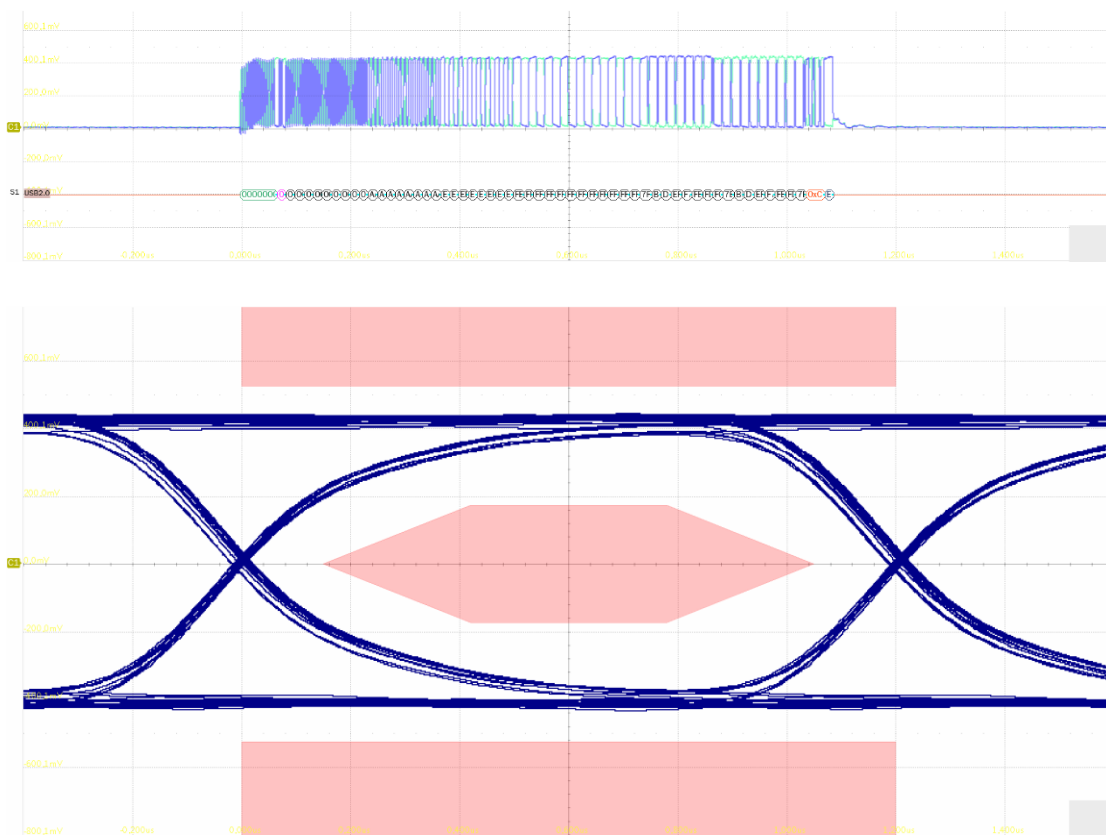
- 使用两根 SMA 线缆将 J8、J7 与配置的 D+、D- 信道相连，J13 通过线缆与示波器建立通信，**Power** 灯亮。
- J10 中接入待测设备，若成功枚举，则 **Init** 灯亮，若 Init 灯未亮，请重新插拔待测设备。
- “启动测试”栏目中点击“**启动测试**”按钮，Init 灯灭，Test 灯亮，示波器将自动完成本项测试。

8.1.2 测试结果参考

- ▶ EL_2: USB 2.0 高速数据速率为 480 Mb/s \pm 0.05%。
- ▶ EL_4/EL_5: 根据上行端口的类型选择合适的眼图模板，若不带线缆，选择“近端模板”，若带了线缆，选择“远端模板”。
- ▶ EL_6: USB 2.0 高速驱动的差分信号从 10%~90% 的上升沿和下降沿时间都必须大于 300ps。但在实际的测量中，100~300ps 给予的是警告提示，小于 100ps 则判定测试失败。

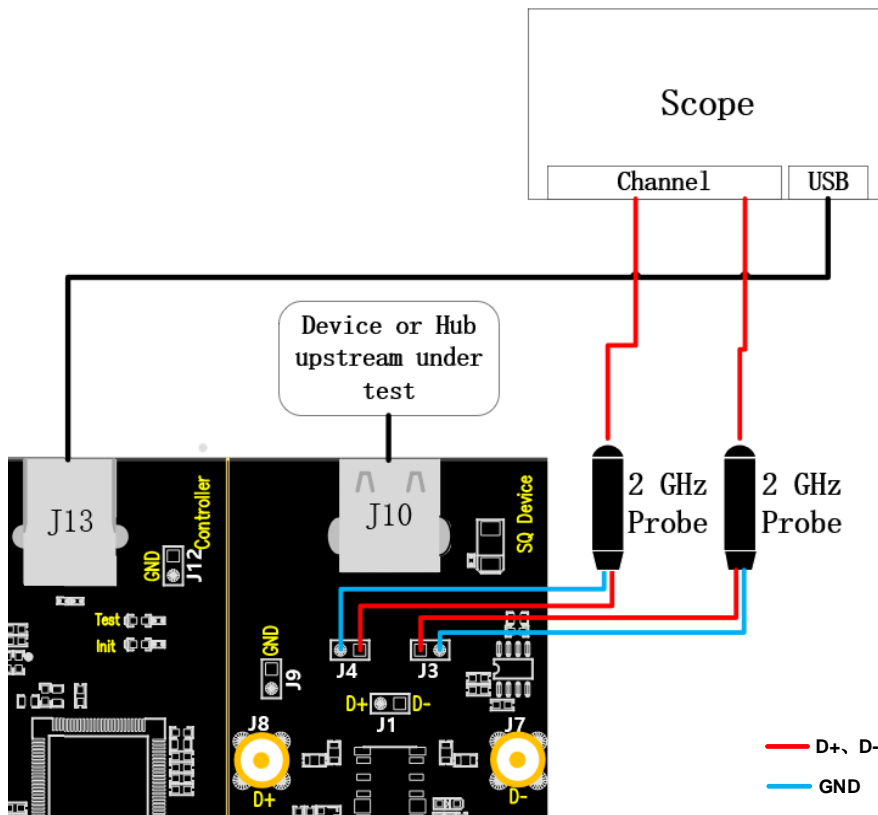
► EL_7: USB 2.0 高速驱动必须在适当眼图模板的指定垂直开口有单调的数据转换，小于 50mV。

以上所有的测试项一同进行，先捕获特定的波形后，再进行近端/远端眼图分析。



8.2 高速上行包参数 (EL_21, EL_22, EL_25)

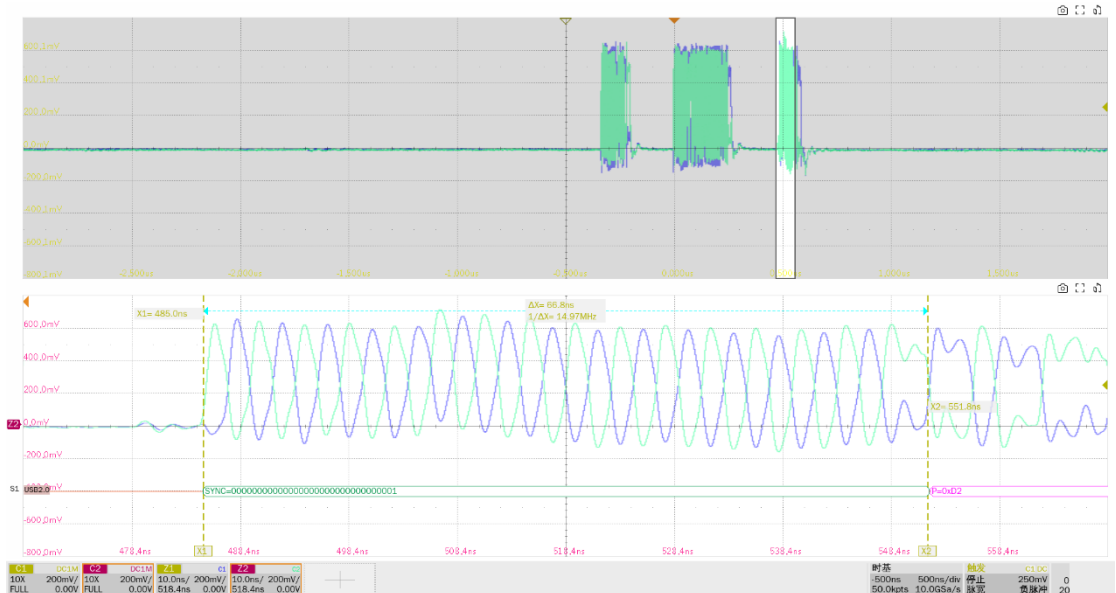
8.2.1 测试步骤



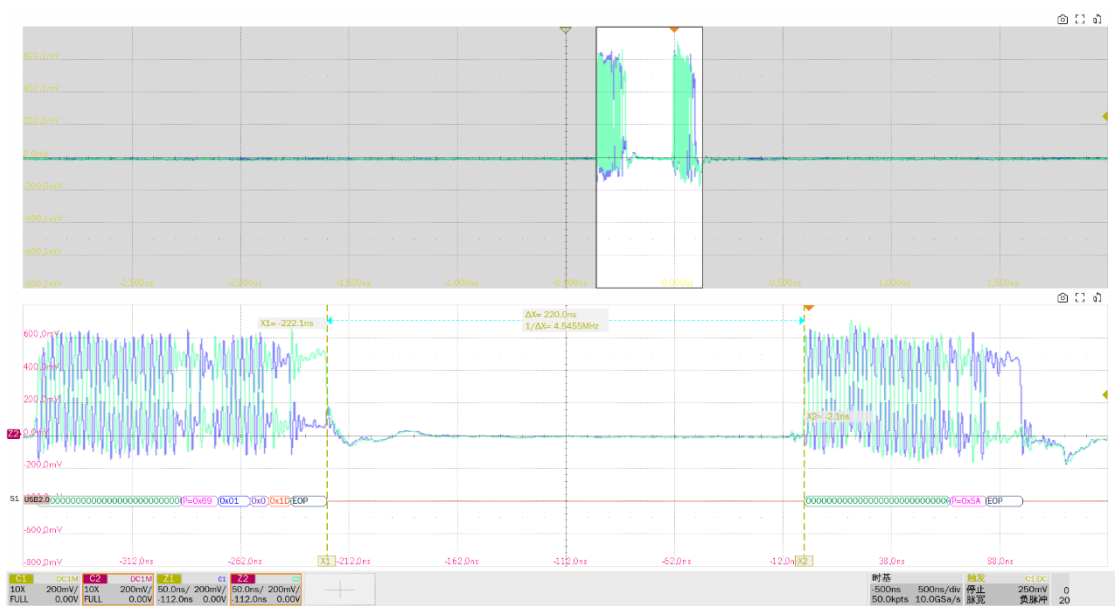
- “单端输入”时，J4、J3 分别是 D+、D-信号的测试点，“使用差分探头”时，测试点是 J1。J13 通过线缆与示波器建立通信，**Power** 灯亮。
- J10 中接入待测设备，若成功枚举，则 **Init** 灯亮，若 Init 灯未亮，请重新插拔待测设备。
- “启动测试”栏目中点击“启动测试”按钮，Init 灯灭，Test 灯亮，示波器将自动完成本项测试，测试结束后会弹出测试结果。

8.2.2 测试结果参考

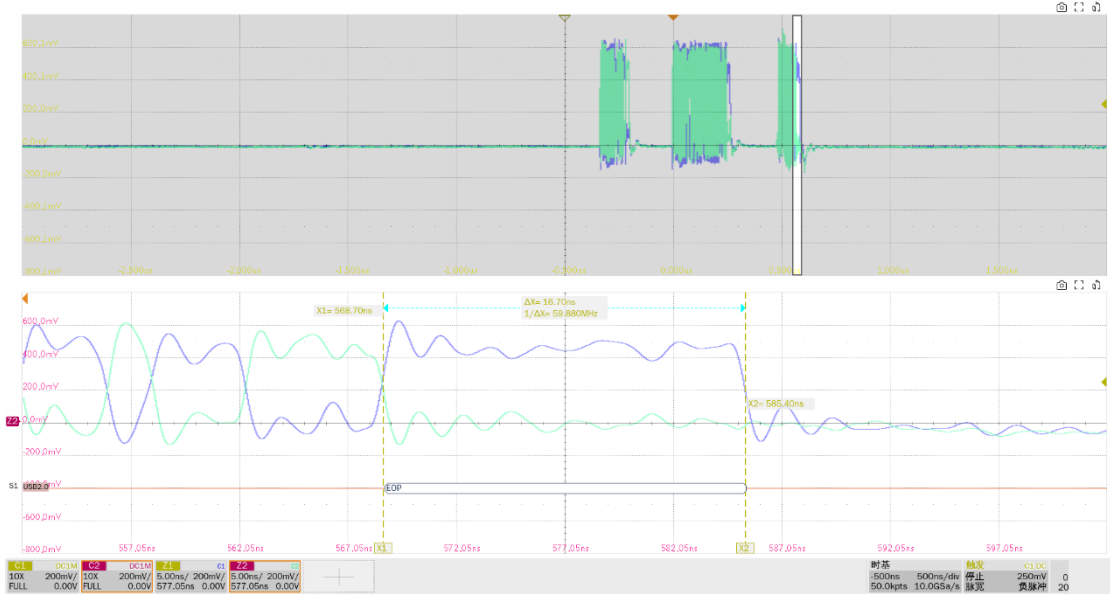
► EL_21: 发送不重复的包时，必须以 32bit 的 SYNC 开始。本项中测量 Device 应答包开头的 SYNC 数量。



► EL_22: 在接收到包后，主机和设备回复包的间隙应该为 8bit~192bit (16.64ns~399.36ns)。示波器会显示两个包，测量第一个包（主机发送）和第二个包（设备回复）的时间间隔。

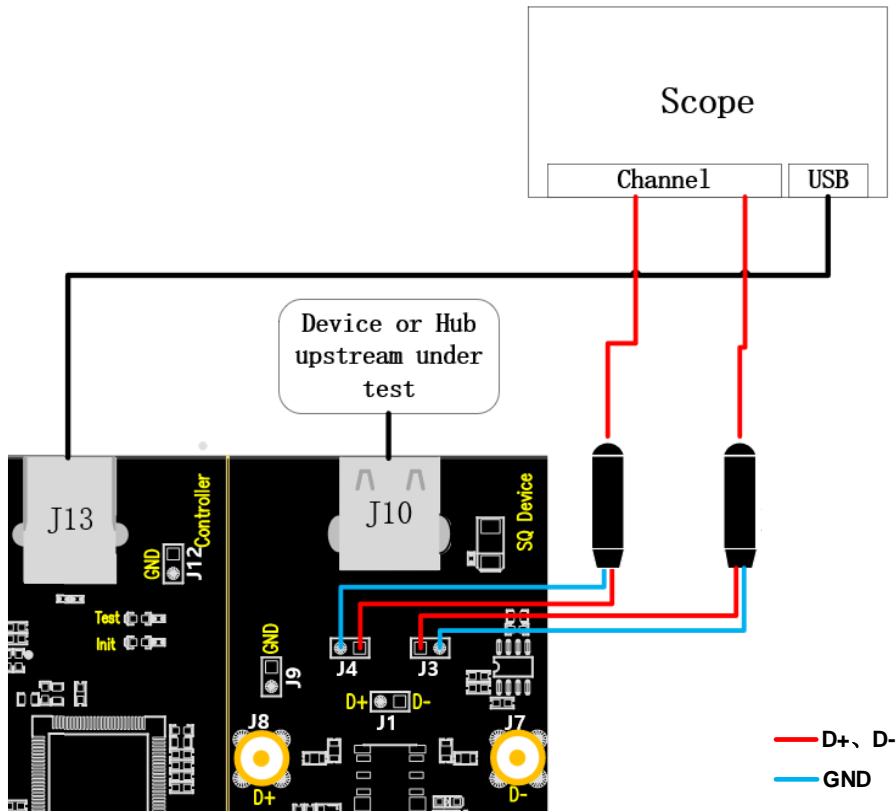


► EL_25: 除了 SOF's 外，所有包的 EOP 必须是 01111111 的 8 位 NRZ 字节。



8.3 高速上行啁啾时序测试 (EL_28, EL_29, EL_31)

8.3.1 测试步骤

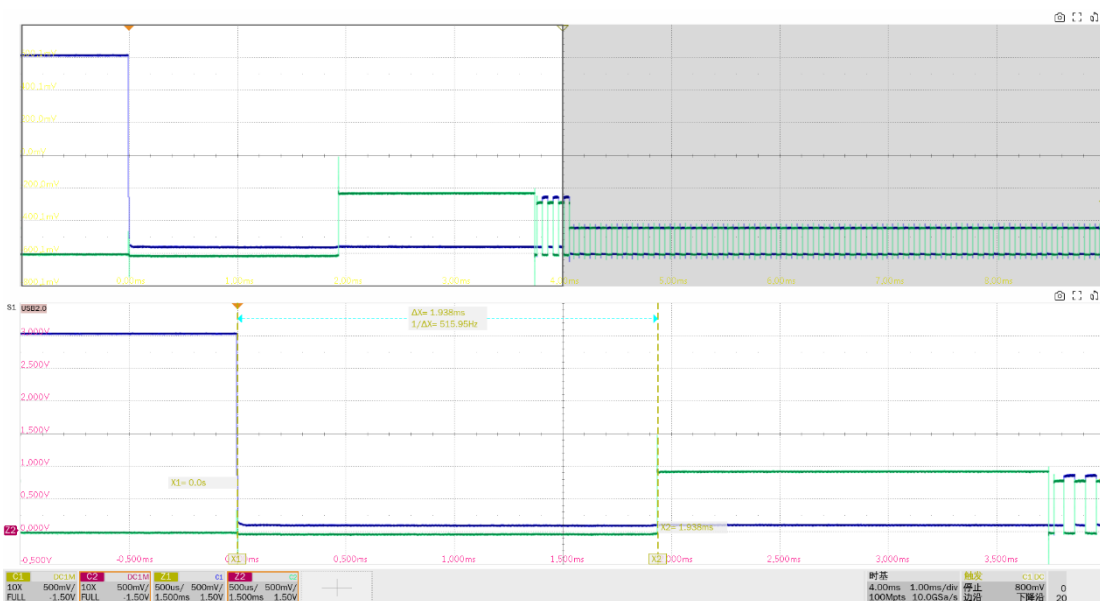


A. J4、J3 分别是 D+、D-信号的测试点，J13 通过线缆与示波器建立通信，Power 灯亮。

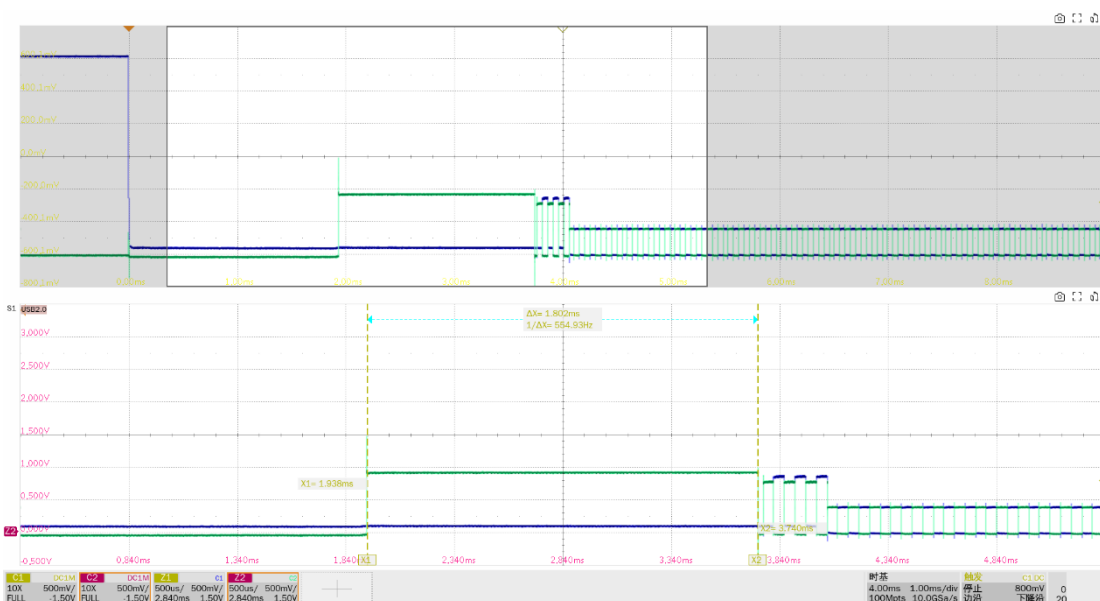
- B. J10 中接入待测设备，若成功枚举，则 Init 灯亮，若 Init 灯未亮，请重新插拔待测设备。
- C. “启动测试” 栏目中点击“启动测试”按钮，Init 灯灭，Test 灯亮，示波器将自动完成本项测试，测试结束后会弹出测试结果。

8.3.2 测试结果参考

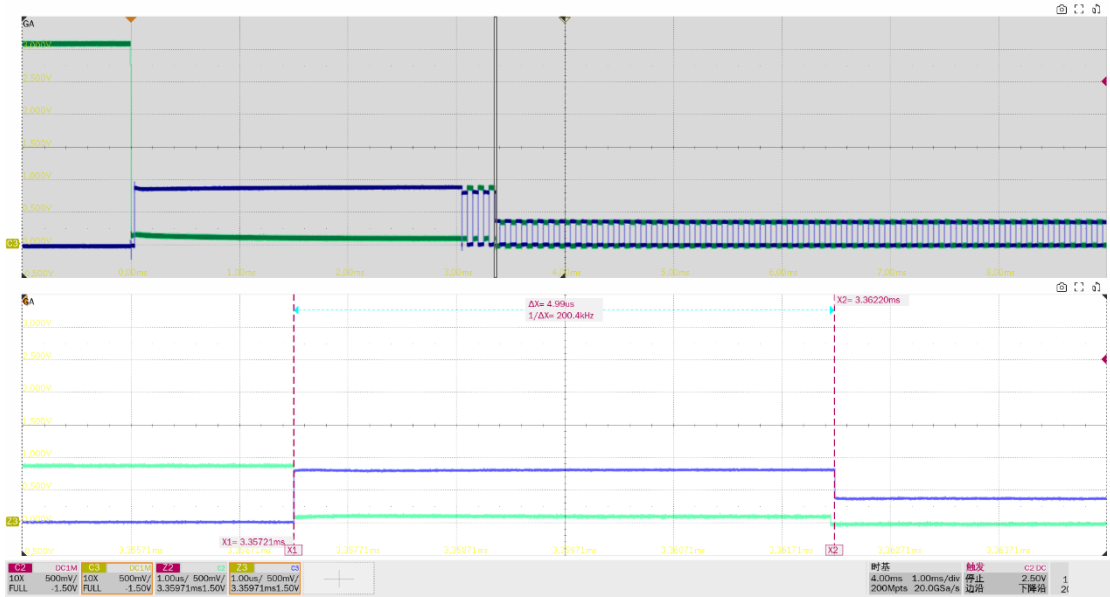
- ▶ EL_28: 设备从挂起状态复位后，必须在 2.5us~6ms 产生第一次啁啾握手信号。



- ▶ EL_29: 设备产生的啁啾握手信号必须在 1ms~7ms 之间。

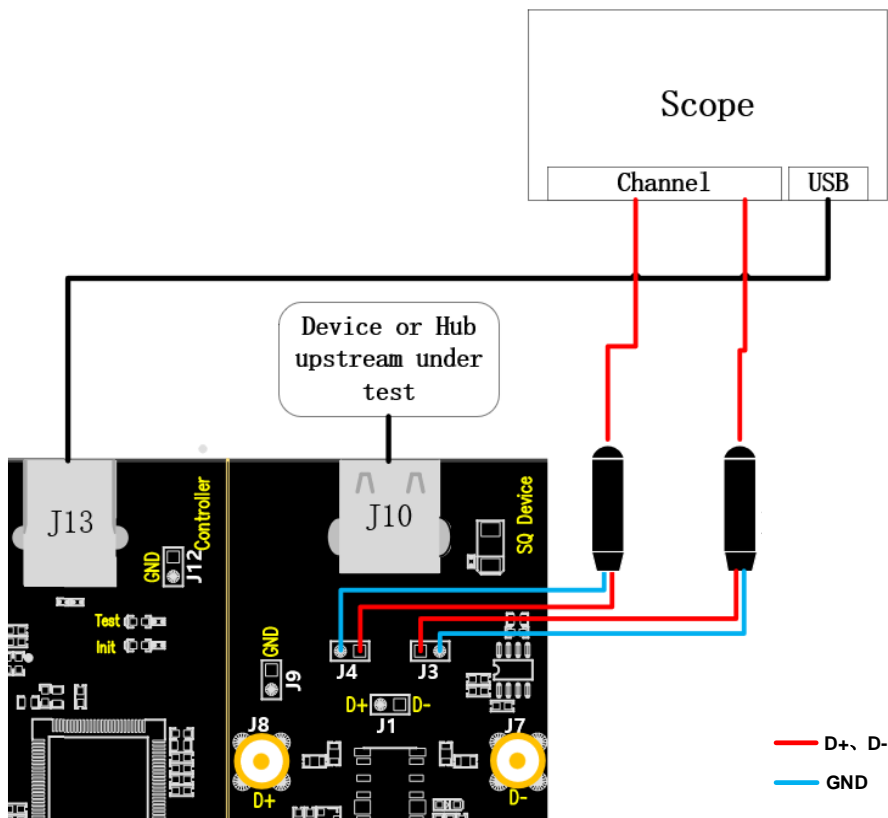


► EL_31: 设备在进行速度检测期间，当设备检测到一个有效的 K-J-K-J-K-J，设备必须断开 1.5K 上拉电阻，在 500us 内进入高速。



8.4 高速上行挂起和恢复 (EL_38 EL_39, EL_40 EL_41)

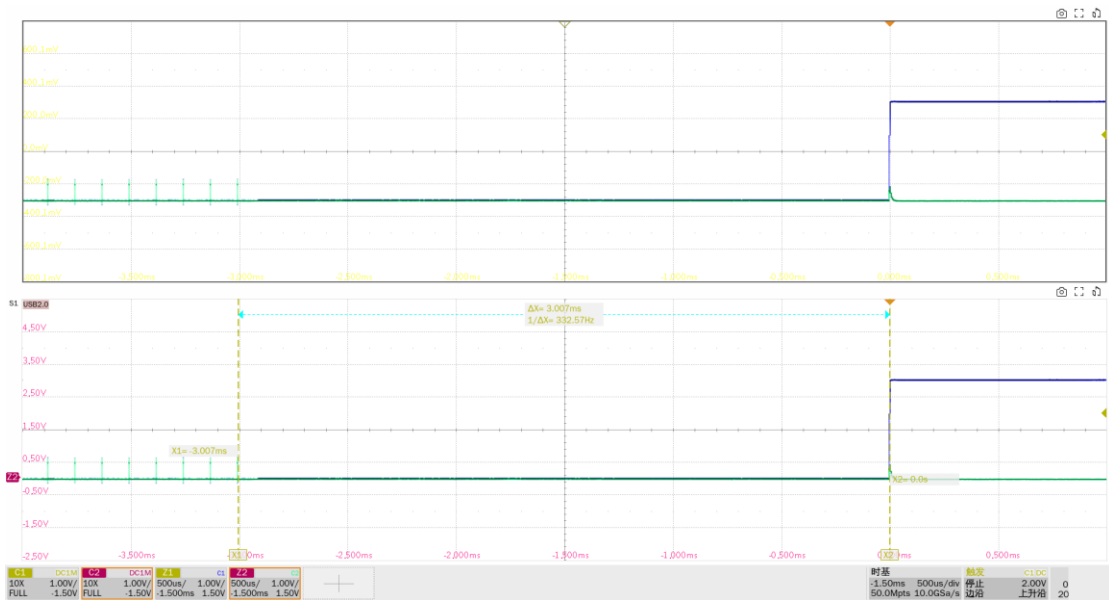
8.4.1 测试步骤



- A. J4、J3 分别是 D+、D-信号的测试点，按照配置的示波器测量信道接好探头；J13 通过线缆与示波器建立通信，**Power** 灯亮。
- B. J10 中接入待测设备，若成功枚举，则 **Init** 灯亮，若 **Init** 灯未亮，请重新插拔待测设备。
- C. “启动测试”栏目中点击“**启动测试**”按钮，**Init** 灯灭，**Test** 灯亮，示波器将自动完成本项测试，测试结束后会弹出测试结果。

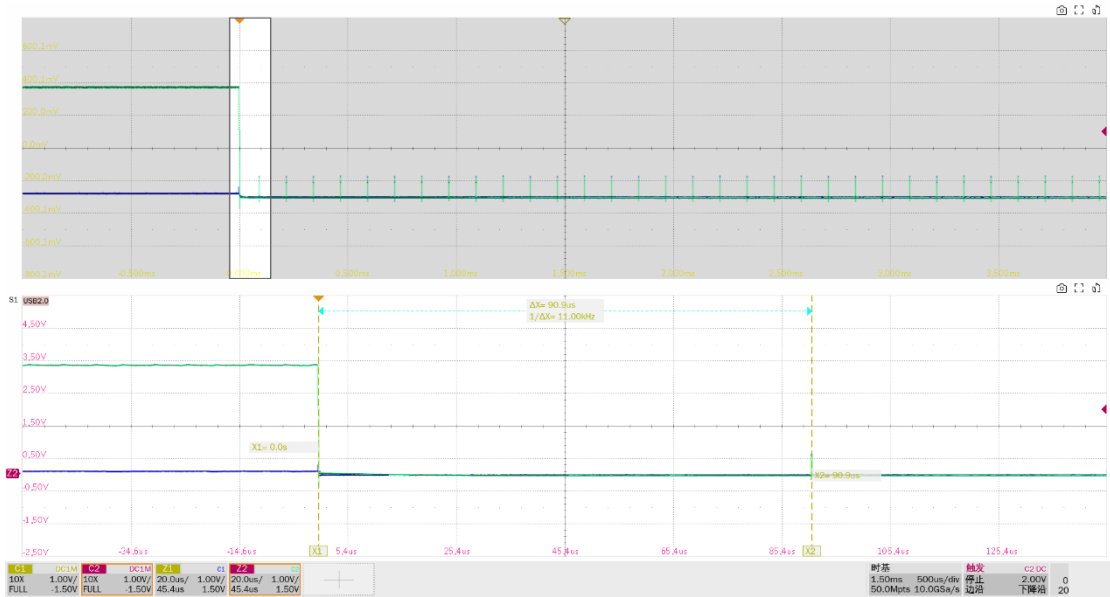
8.4.2 测试结果参考

- ▶ EL_38: 在总线上出现 3ms 的空闲后，设备必须要在 125us 内恢复到全速，则总的的时间是 3ms~3.125ms。测量从高速的最后一个 SOF's 到挂起的时间间隔。
- ▶ EL_39: 设备必须支持挂起状态。



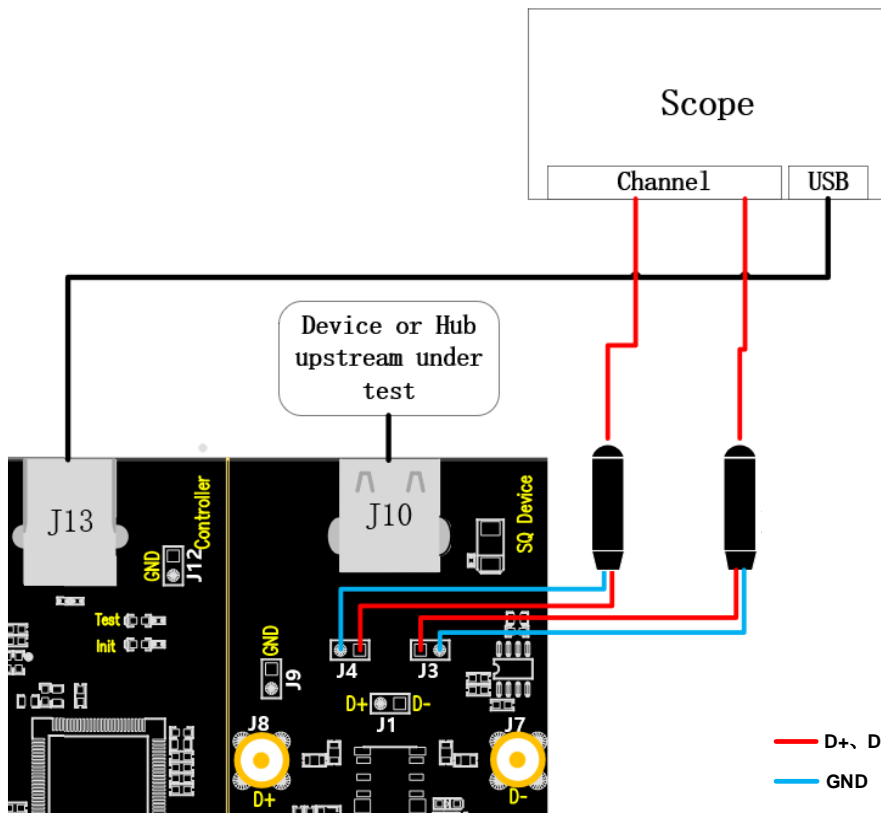
- ▶ EL_40: 如果设备处于挂起状态，并且挂起之前是高速运行，那么设备必须在复位信号结束后的两个比特时间回到高速运行。
- ▶ EL_41: 在重置端口后，主机必须在空闲状态开始后的 3ms 内发送 SOF's。

注意：EL_40 测试项是挂起的低电平到高速的低电平不好定义测量，所以只测量 EL_41。



8.5 从高速进行重置 (EL_27, EL_29, EL_31)

8.5.1 测试步骤

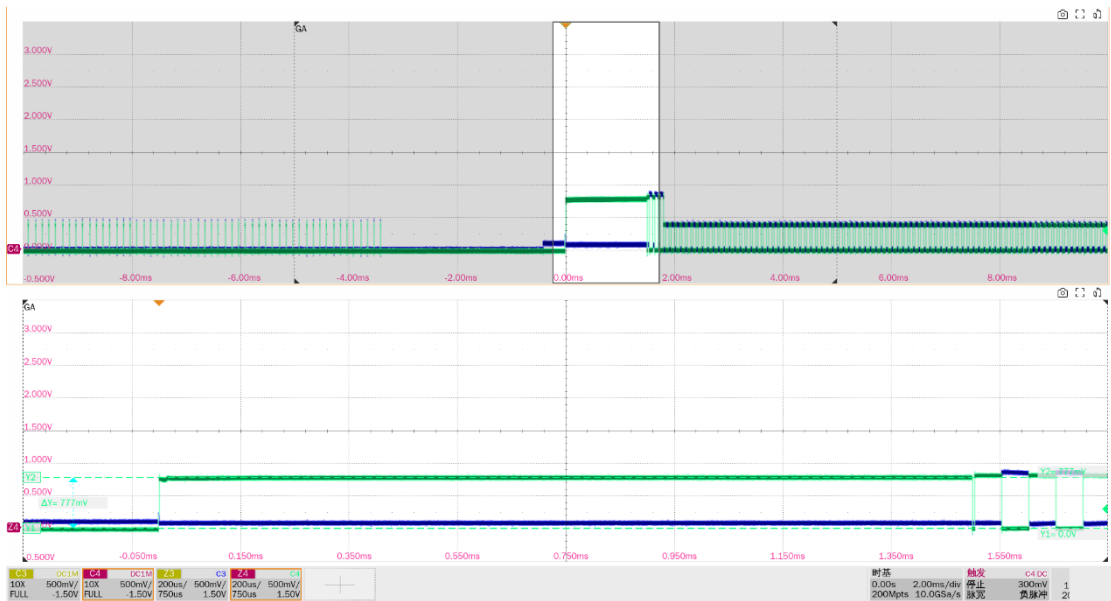
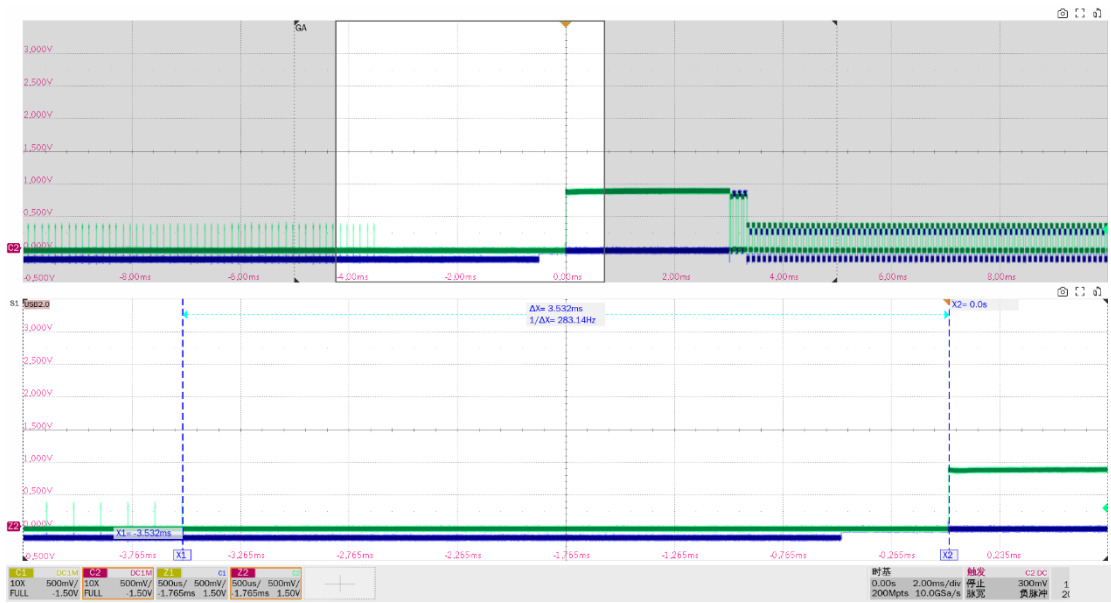


- A. J4、J3 分别是 D+、D- 信号的测试点，按照配置的示波器测量信道接好探头；J13 通过线缆与示波器建立通信，Power 灯亮。

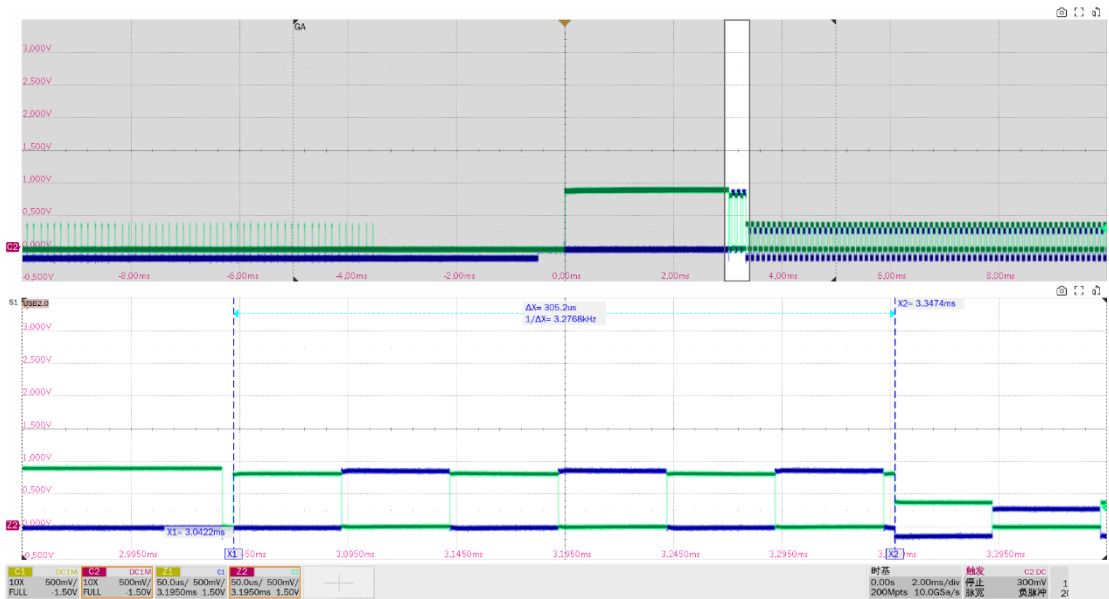
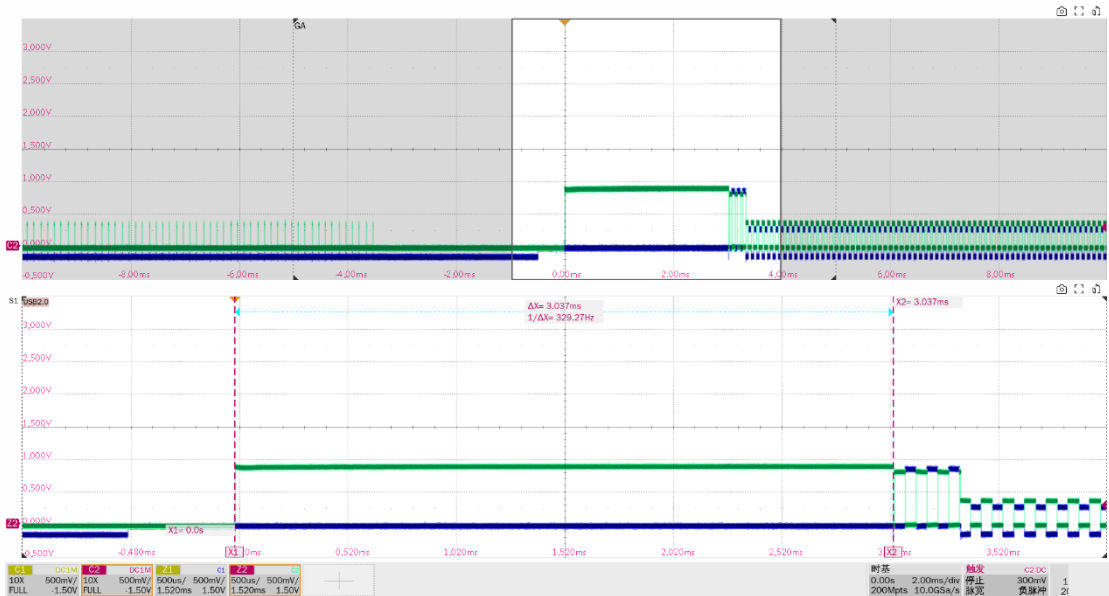
- B. J10 中接入待测设备，若成功枚举，则 Init 灯亮，若 Init 灯未亮，请重新插拔待测设备。
- C. “启动测试” 栏目中点击“启动测试”按钮，Init 灯灭，Test 灯亮，示波器将自动完成本项测试，测试结束后会弹出测试结果。

8.5.2 测试结果参考

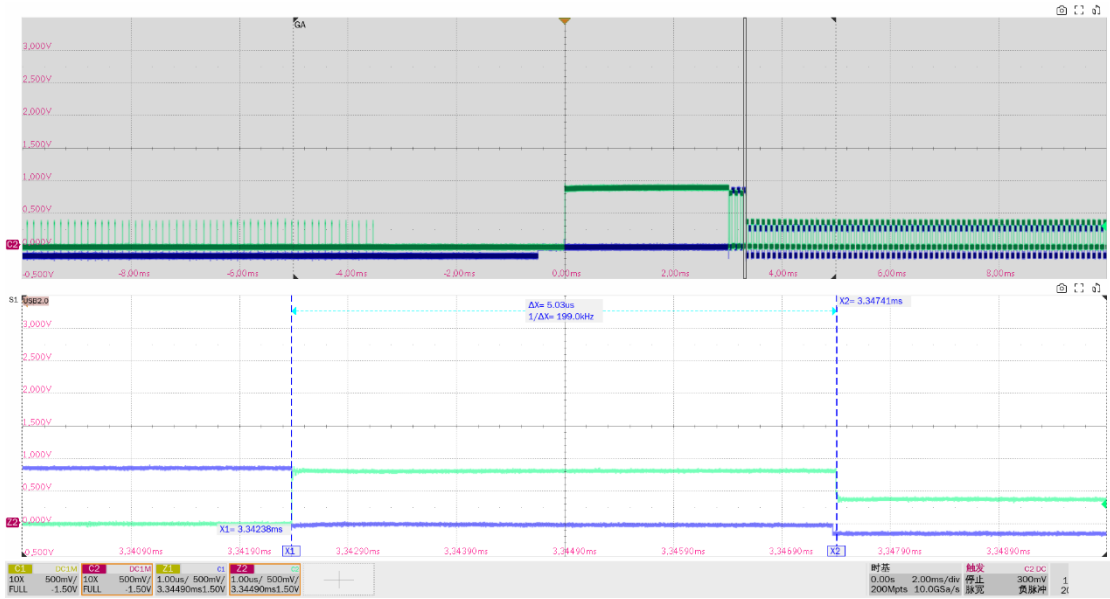
► EL_27: 测量非挂起状态下高速复位的响应时间，从高速的最后一个 SOF's 开始，到啁啾 K 产生的时间，时间间隔为 3.1ms~6ms。此部分额外测量了啁啾 K 的幅度 (720mV~880mV)。



► EL_29 要求设备生成的啁啾握手信号持续时间为 1ms~7ms。此部分额外测量了设备产生的 J/K 数量对（至少 3 对）。

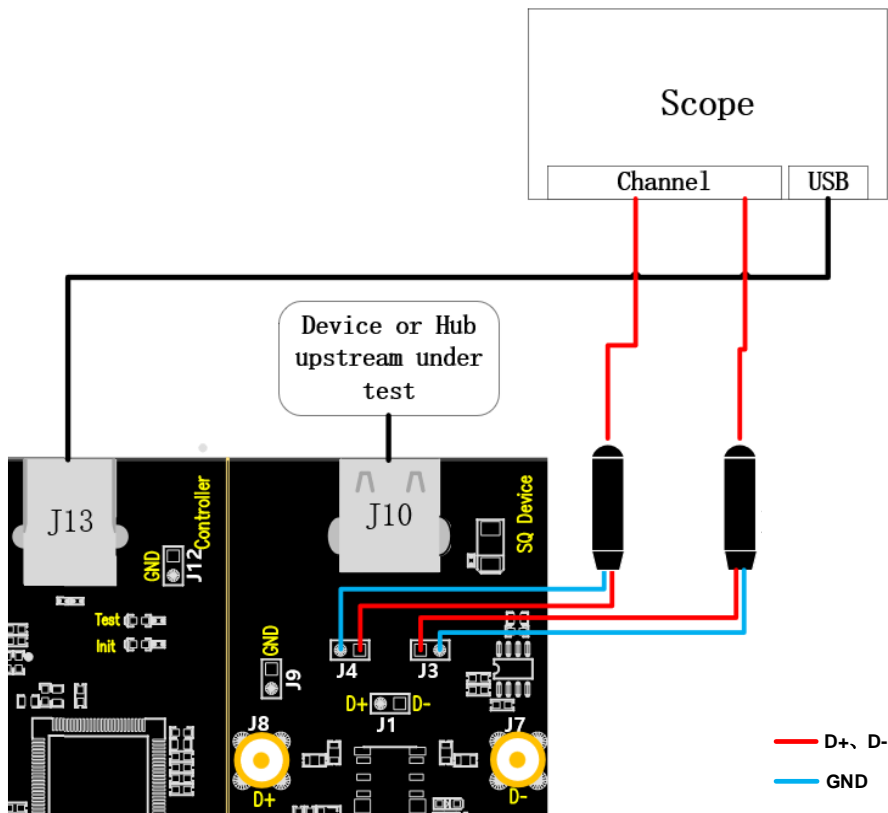


► EL_31: 设备在进行速度检测期间，当设备检测到一个有效的 K-J-K-J-K-J，设备必须断开 1.5K 上拉电阻，在 500us 内进入高速。



8.6 从挂起进行重置 (EL_28, EL_29, EL_31)

8.6.1 测试步骤

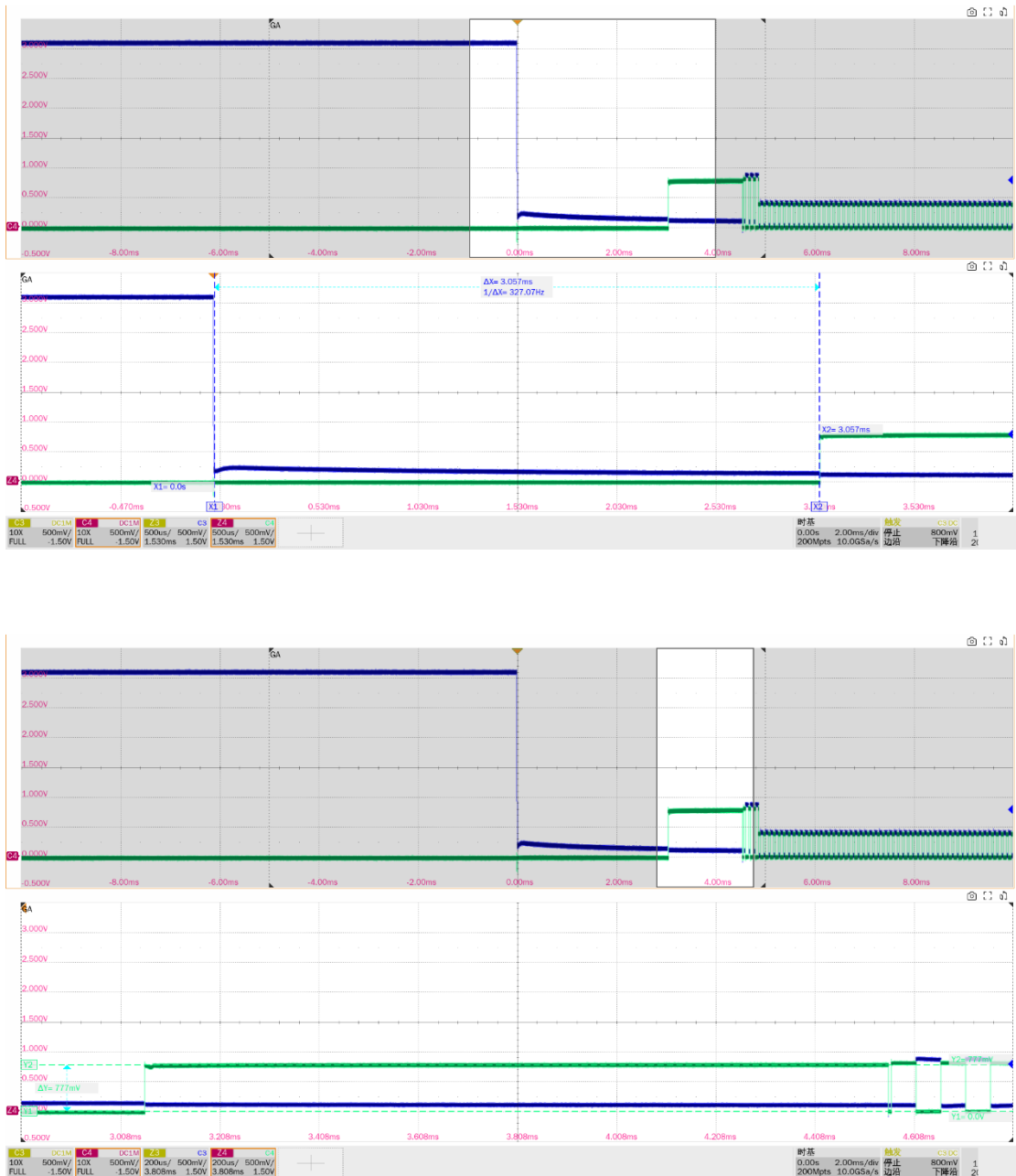


A. J4、J3 分别是 D+、D-信号的测试点，J13 通过线缆与示波器建立通信，Power 灯亮。

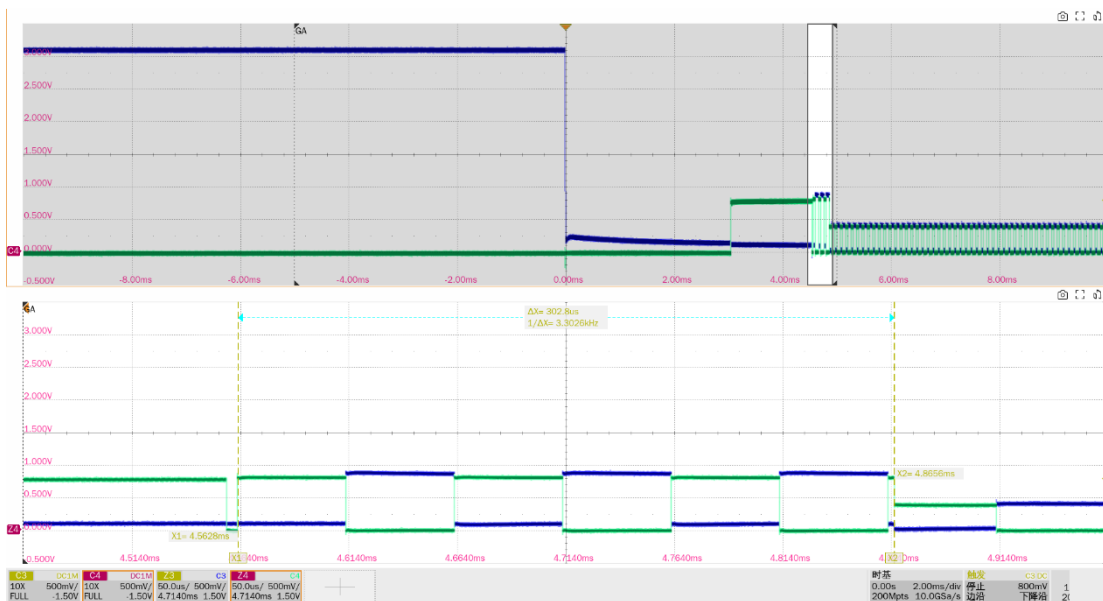
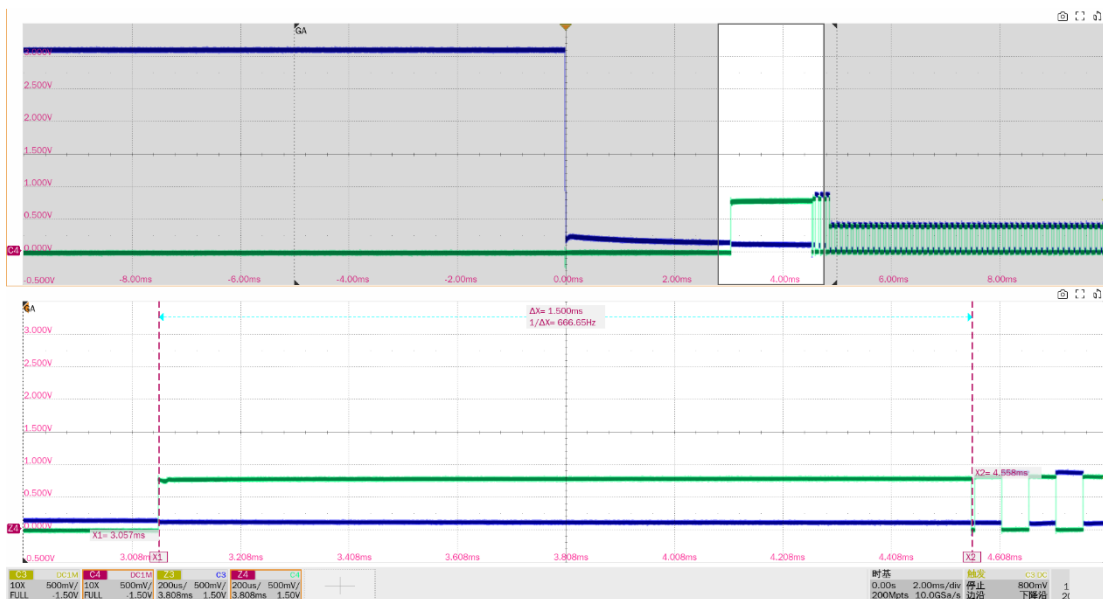
- B. J10 中接入待测设备，若成功枚举，则 Init 灯亮，若 Init 灯未亮，请重新插拔待测设备。
- C. “启动测试” 栏目中点击“启动测试”按钮，Init 灯灭，Test 灯亮，示波器将自动完成本项测试，测试结束后会弹出测试结果。

8.6.2 测试结果参考

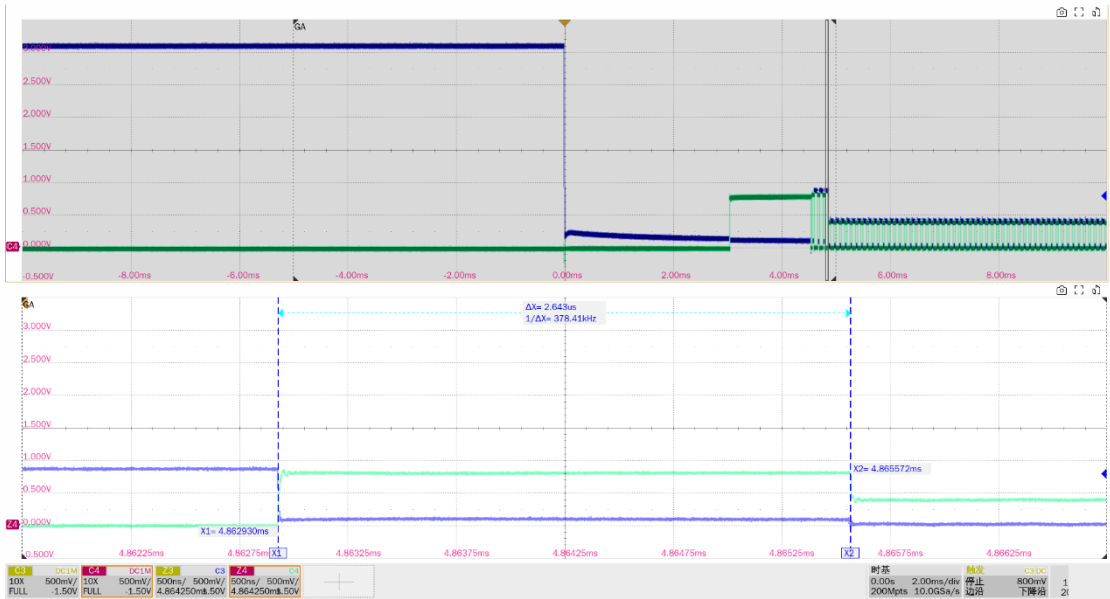
► EL_28: 从挂起状态复位时，必须在 2.5us~6ms 内发送啾啾握手信号。此部分额外测量了啾啾 K 的幅度 (720mV~880mV)。



► EL_29 要求设备生成的啁啾握手信号为 1ms~7ms。此部分额外测试了挂起重置后 K/J 的数量对 (至少 3 对)。

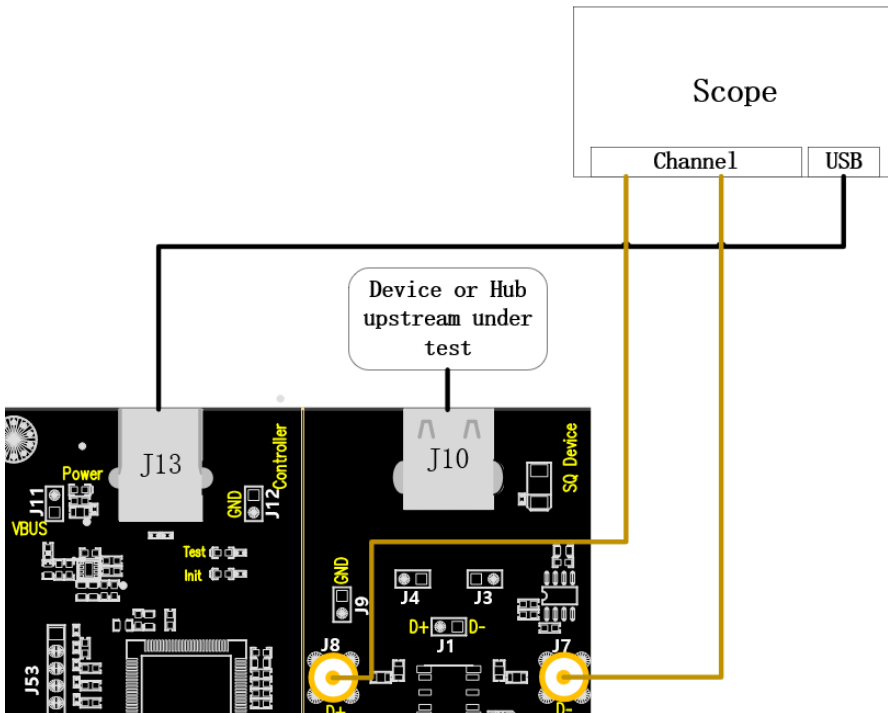


► EL_31 要求设备在进行速度检测期间,当设备检测到一个有效的 K-J-K-J-K-J,设备必须断开 1.5K 上拉电阻,在 500us 内进入高速。



8.7 高速上行无驱动时的电平值 (EL_8, EL_9)

8.7.1 测试步骤

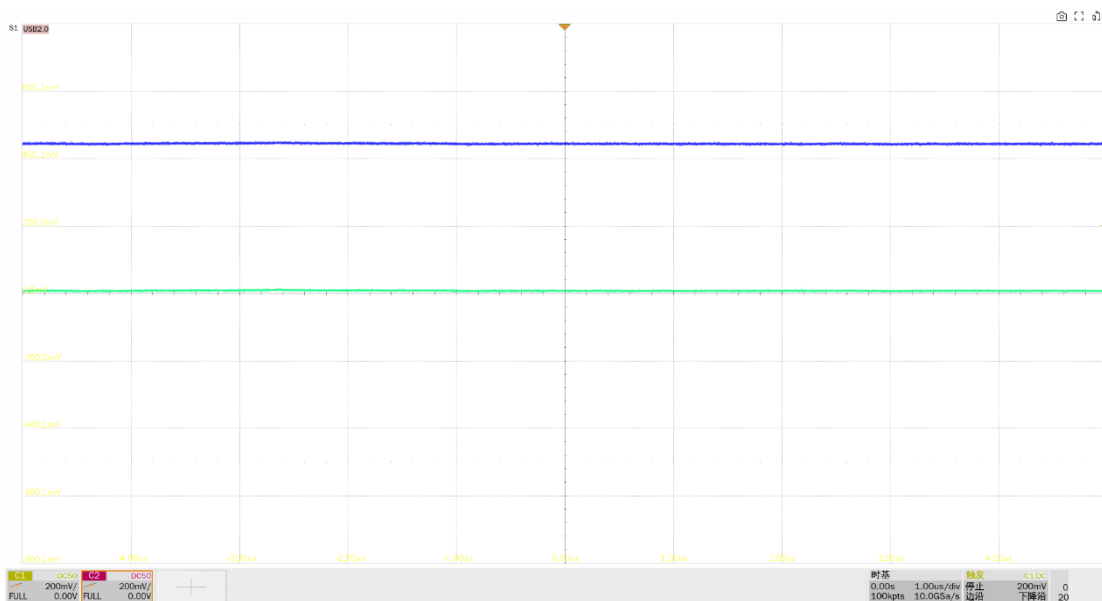


- A. 使用两根 SMA 线缆将 J8、J7 与配置的 D+、D-信道相连，J13 通过线缆与示波器建立通信，**Power** 灯亮。
- B. J10 中接入待测 Device，若成功枚举，则 **Init** 灯亮，若 Init 灯未亮，请重新插拔待测 Device。

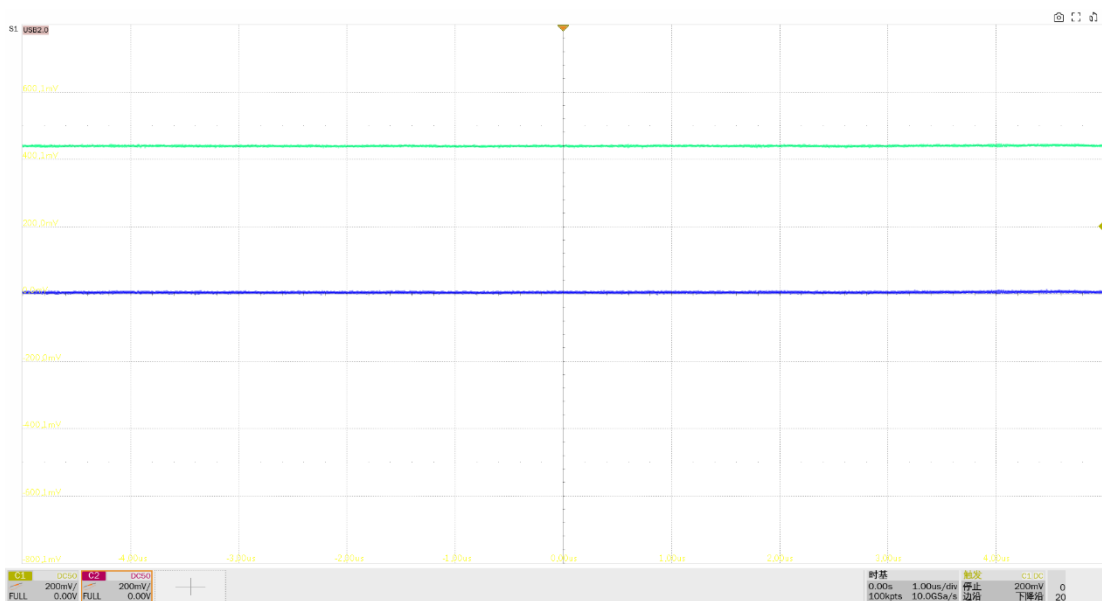
C. “启动测试” 栏目中点击“启动测试”按钮，Init 灯灭，Test 灯亮，示波器将自动完成本项测试。

8.7.2 测试结果参考

▶ EL_8: 测量无驱动时 J/K 的电压值 (360mV~440mV)。

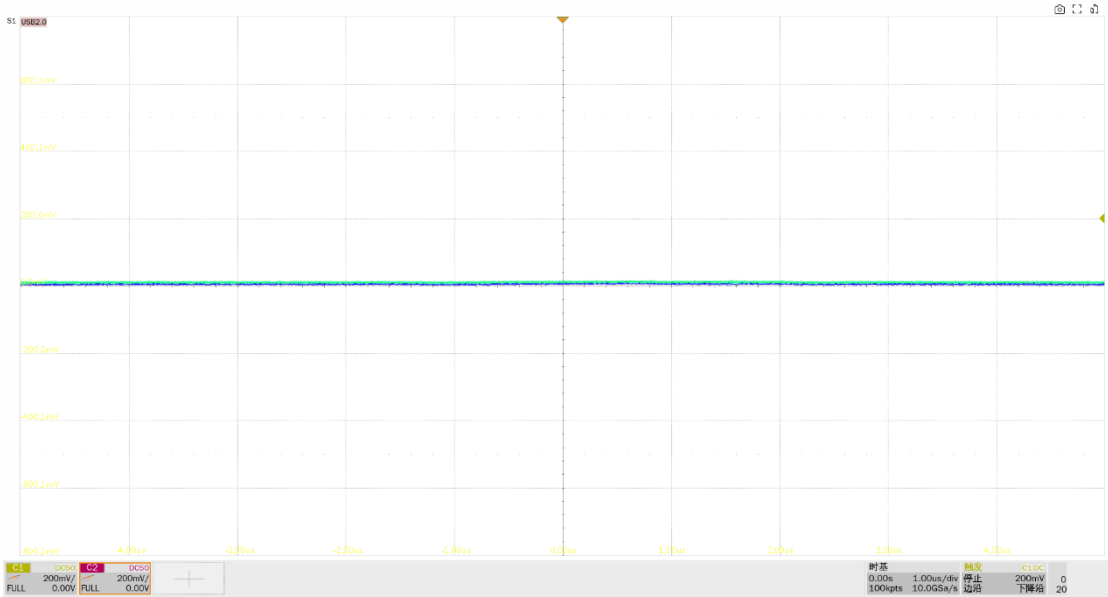


上行未驱动时 J 的电压值



上行未驱动时 K 的电压值

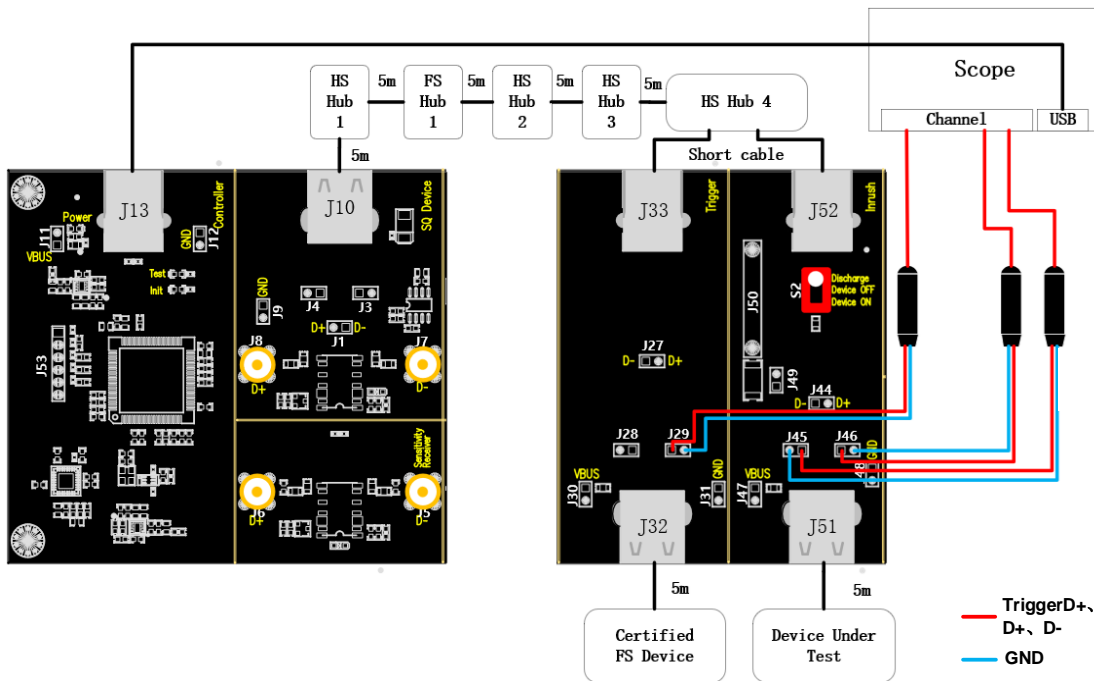
► EL_9: 当 D+、D-无驱动时，在 45ohm 端接的情况下，输出电压范围±20mV，本项测量 SE0 状态下的 D+、D-电压值。



上行 SE0_NAK 电平值

8.8 全速上行信号质量

8.8.1 测试步骤

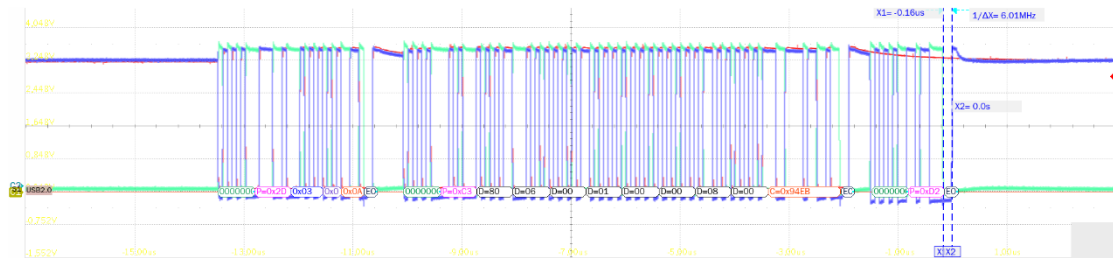


- A. J46、J45 分别是待测设备的 D+、D-信号测试点，J29 是 trigger D+的信号测试点。
- B. 使用线缆连接示波器 USB 接口和 J13，建立示波器与 USB 信号板的通信，Power 灯亮。
- C. 取一个高速集线器（图中的 HS Hub 4），根据“Port”中填写的数值，高速集线器对应位置的下行端口通过短的线缆与 J52 相连，任选另一个端口通过短的线缆与 J33 相连。
- D. J10 与 HS Hub 4 上行端口之间按照接线图接入全速集线器、以及三个高速集线器，均使用 5m 的线缆连接。
- E. J32 接入通过 USB 官方认证的全速设备，J51 接入待测设备，S2 拨到“Device ON”处。
- F. 在进行本项测试时，请尽量为所有的自供电集线器接上外部电源供电，避免总线供电下，多级集线器连接供电不足导致测试失败。
- G. “启动测试”栏目中点击“启动测试”按钮，示波器将自动完成本项测试。

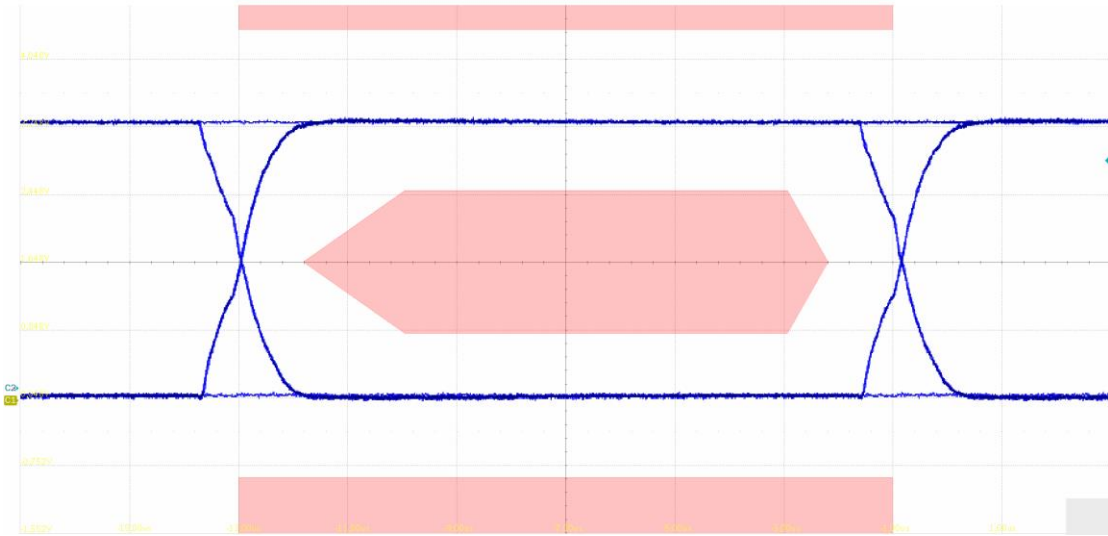
8.8.2 测试结果参考

设备的全速下行信号质量有以下的测试项目：

- ▶ 测量全速包的 EOP 宽度，要求其 EOP 宽度在 $(1.92+1)$ bit~ $(2.1+1)$ bit 之间。

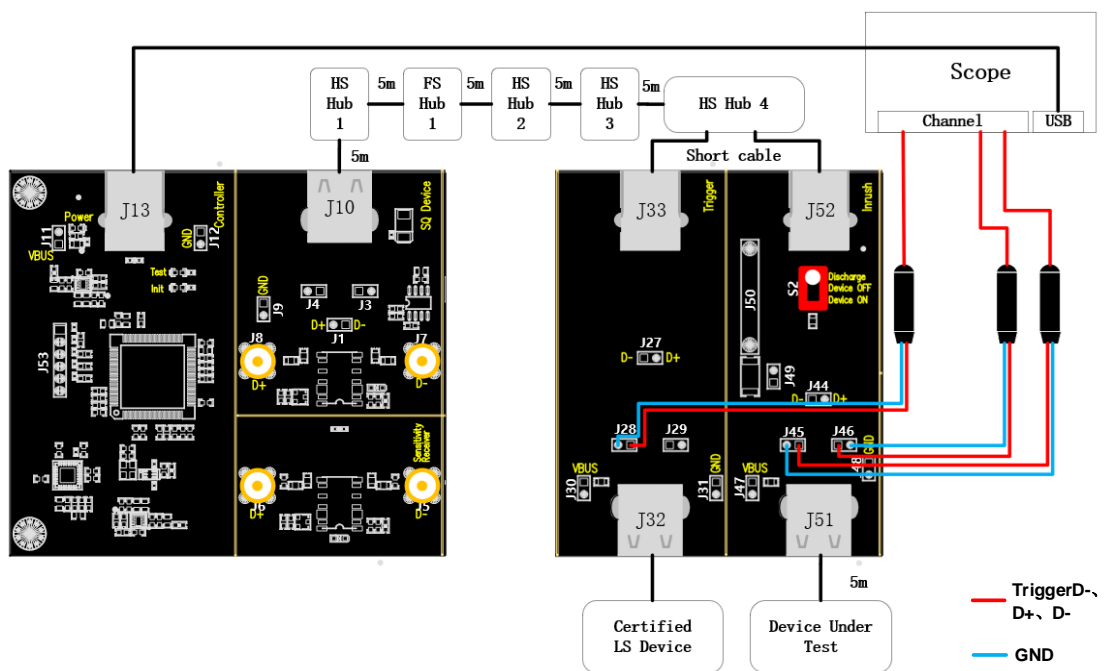


- ▶ D+、D-交叉点电压幅度测量，交叉点电压要求在 1.3V~2V 之间。
- ▶ 测量全速包的信号速率，要求其全速速率在 11.97MHz~12.03MHz 之间。
- ▶ 测量全速的 D+/D-上升、下降时间，要求其在 4ns~20ns 之间。
- ▶ 测量全速信号的边缘单调性，要求其边缘不能存在大于 500mV 的回钩。
- ▶ 附加测量 J/K 抖动，眼图的边缘宽度即是 J/K 的抖动程度。



8.9 低速上行信号质量

8.9.1 测试步骤

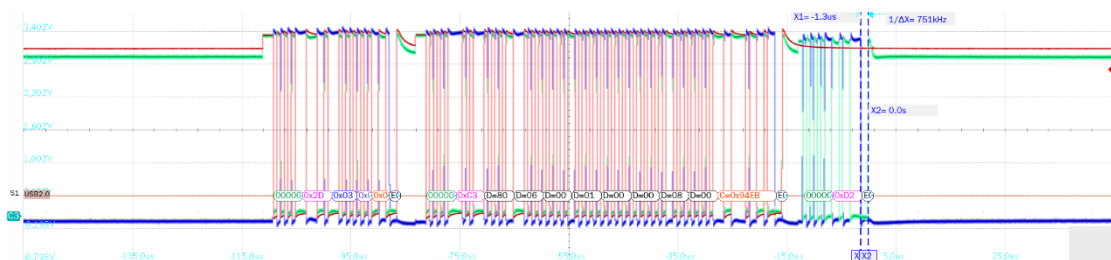


- J46、J45 分别是待测设备的 D+、D-信号测试点，J28 是 trigger D-的信号测试点。
- 使用线缆连接示波器 USB 接口和 J13，建立示波器与 USB 信号板的通信，Power 灯亮。
- 取一个高速集线器（图中的 HS Hub 4），根据“Port”中填写的数值，高速集线器对应位置的下行端口通过短的线缆与 J52 相连，任选另一个端口通过短的线缆与 J33 相连。

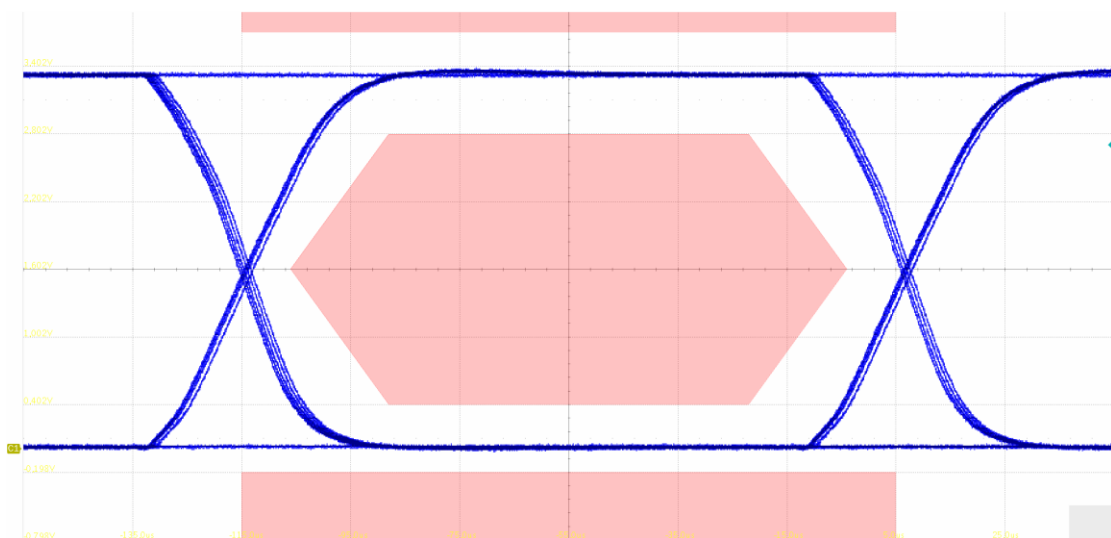
- D. J10 与 HS Hub 4 上行端口之间按照接线图接入全速集线器、以及三个高速集线器，均使用 5m 的线缆连接。
- E. J32 接入通过 USB 官方认证的低速设备，J51 接入待测设备，S2 拨到 “Device ON” 处。
- F. 在进行本项测试时，请尽量为所有的自供电集线器接上外部电源供电，避免总线供电下，多级集线器连接供电不足导致测试失败。
- G. “启动测试” 栏目中点击 “启动测试” 按钮，示波器将自动完成本项测试。

8.9.2 测试结果参考

设备的低速上行信号质量有以下的测试项目：▶ 测量低速包的 EOP 宽度，要求其 EOP 宽度在 (1.875+1) bit~ (2.25+1) bit 之间



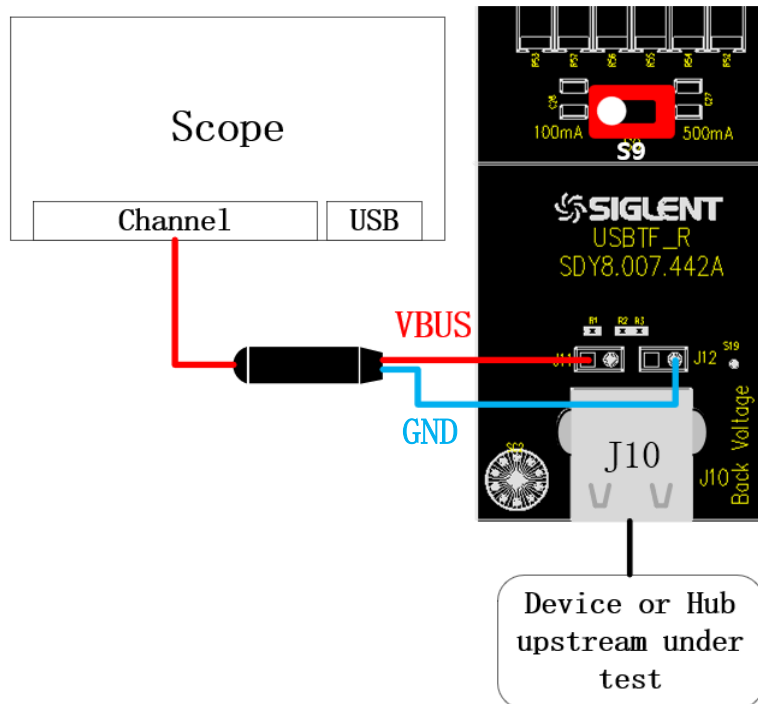
- ▶ D+、D-交叉点电压幅度测量，交叉点电压要求在 1.3V~2V 之间。
- ▶ 测量低速包的信号速率，要求其全速速率在 1.4775MHz~1.5225MHz 之间。
- ▶ 测量低速的 D+/D-上升、下降时间，要求其在 75ns~300ns 之间。
- ▶ 测量全速信号的边缘单调性，要求其边缘不能存在大于 500mV 的回钩。
- ▶ 附加测量 J/K 抖动，眼图的上升/下降沿宽度即是 J/K 的抖动程度。



8.10 背板电压

8.10.1 测试步骤

8.10.1.1 测试环境搭建



- A. 图中 J11、J12 从左到右分别是 VBus、D-、D+、GND，根据配置的 VBus、D-、D+ 信道，连接好探头。
- B. “启动测试” 栏目中点击 “启动测试” 按钮，按照接下来的弹窗内容完成测试。

8.10.1.2 枚举前电压测试

若设备是自供电设备，请为其接上外部电源，将待测设备连接到 J10 端口，点击 “启动测试”。

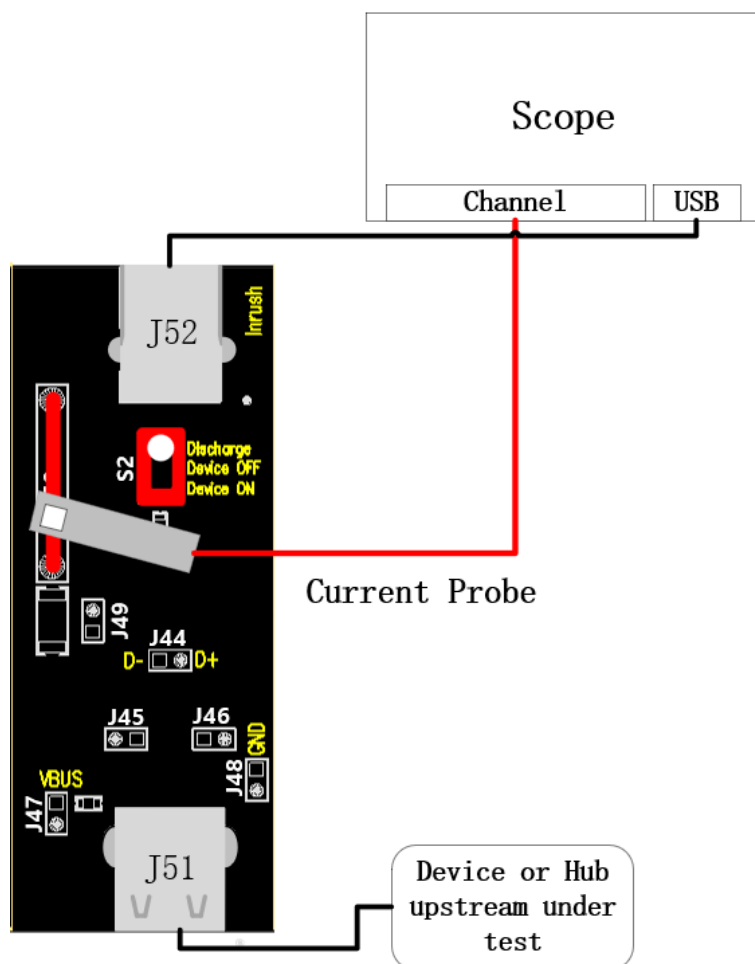
8.10.1.3 枚举后电压测试

若设备是自供电设备，请为其接上外部电源，将待测设备连接到任意一个正常的 USB 端口，使其正常枚举后，将待测设备接到 J10，点击 “启动测试”。

8.11 浪涌电流

8.11.1 测试步骤

8.11.1.1 测试环境搭建

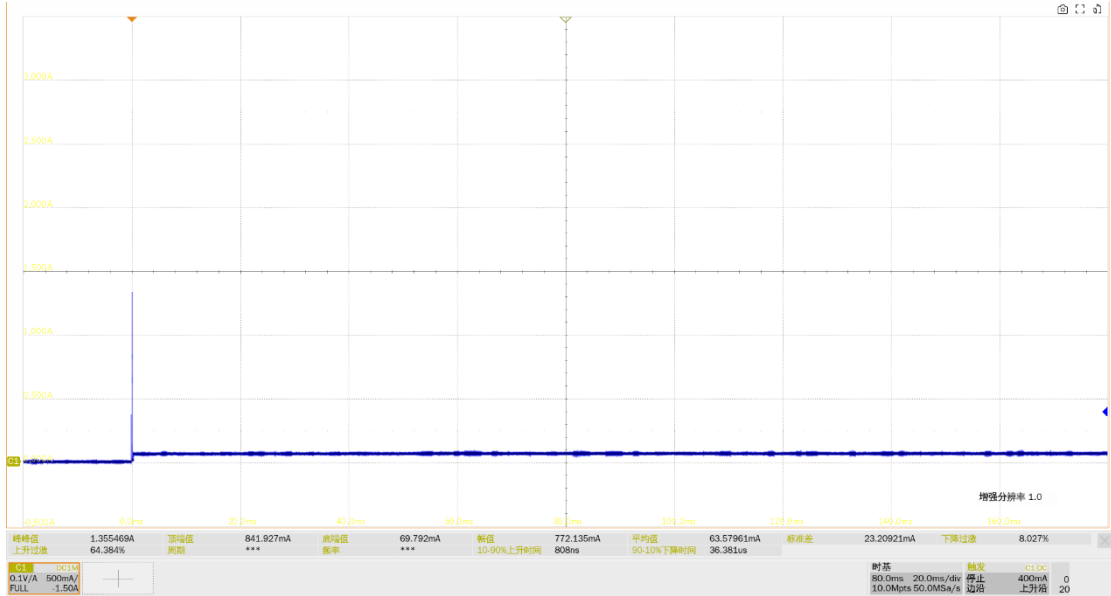


- 任选一个正常供电的 USB 接口，通过线缆将其与 J52 相连，J50 连接好电流探头。
- 在连接好电流探头后，打开前面配置的示波器测试信道，根据使用的探头手动配置该信道的电流探头倍数，通道设置为“**200mA/div**”，触发方式选择“**自动**”，然后进行探头的消磁。
- J51 接入待测设备，S2 扭子开关拨到“**Device ON**”后，查看示波器的波形是否上移，若不是说明探头连接有误，请翻转探头后再接入 J50。
- “启动测试”栏目中点击“**启动测试**”按钮。

8.11.1.2 浪涌电流测试

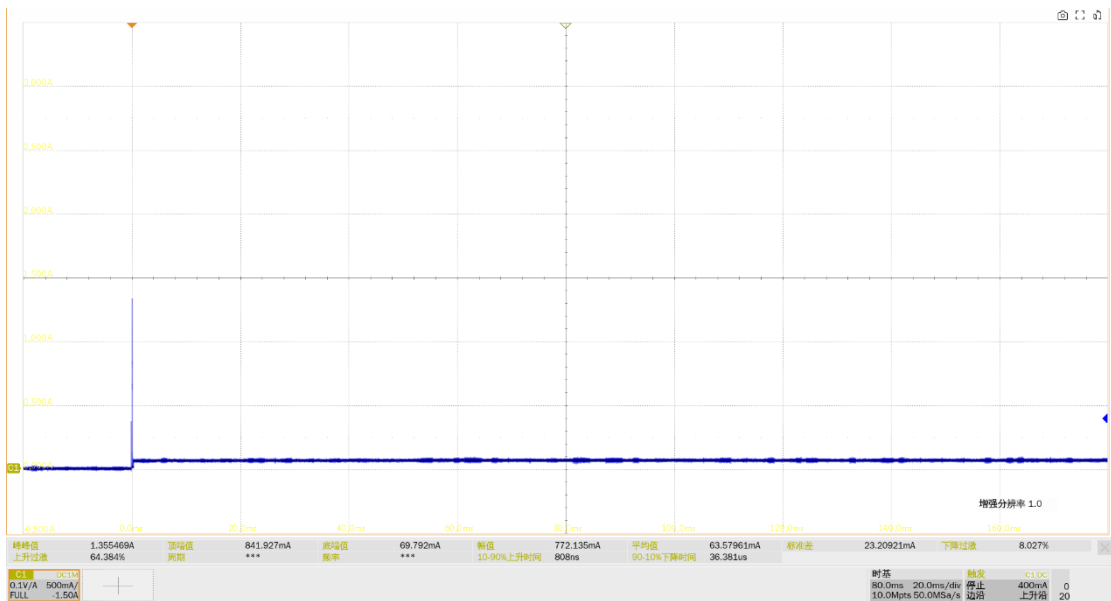
- J51 接入待测设备，将 S2 扭子开关拨到“**Discharge**”，等待一两秒后，拔掉待测设备。

- B. S2 扭子开关拨到 “Device ON” 。
- C. J51 处接入待测设备，观察到示波器采集到波形后，点击 “启动测试”，如果示波器捕捉到的波形与以下参考波形有较大差异，请检查接线是否正确，从步骤 A 重新开始。



8.11.2 测试结果参考

▶ 浪涌电流测试结果计算是以第一个 100mA 为起点，最后一个 100mA 后 100us 为终点，计算两者之间的电荷量，要求小于 50uC。

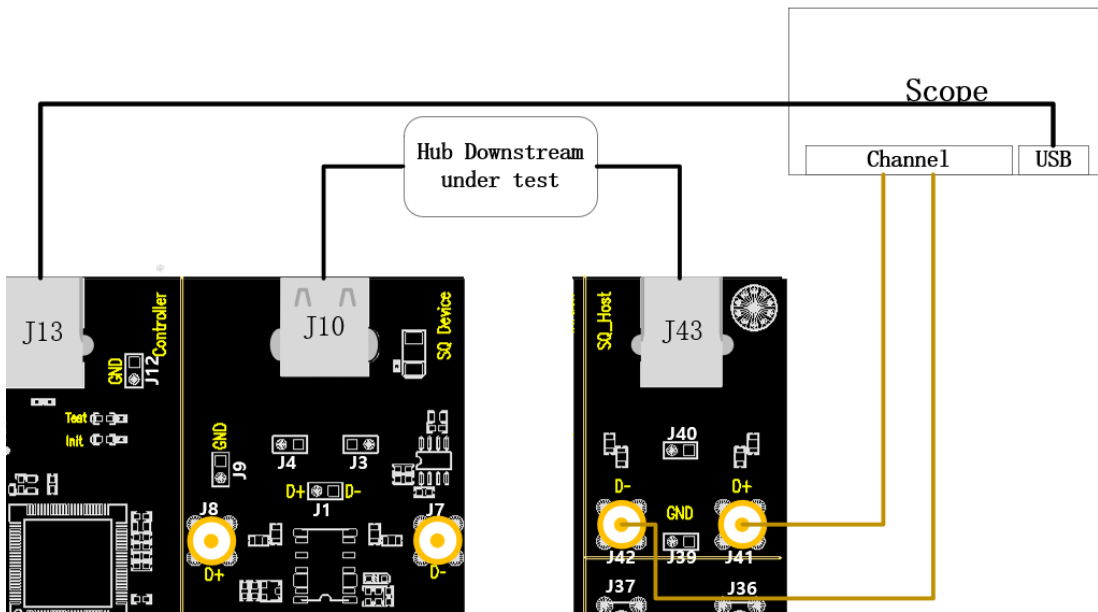


9 集线器下行端口

进行 USB 2.0 集线器下行端口相关测试时，请根据测试需求，正确配置 SDS7000A 一致性测试软件。

9.1 高速下行信号质量 (E_L2, EL_6, EL_7, EL_47)

9.1.1 测试步骤



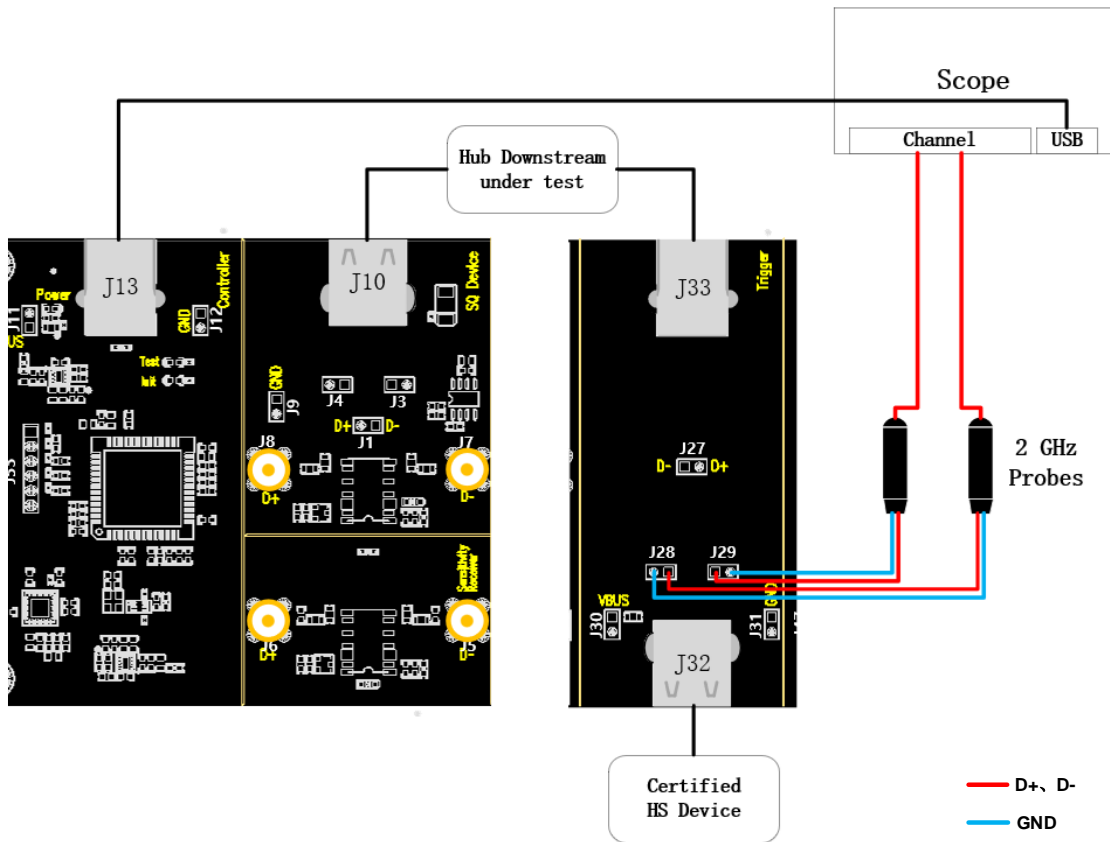
- 使用两根 SMA 线缆将 J41、J42 与配置的 D+、D-信道相连。
- 使用线缆连接示波器 USB 接口和 J13，建立示波器与 USB 信号板的通信，**Power** 灯亮。
- 集线器的上行端口接 J10，若成功枚举，**Init** 灯亮，反之，请重新插拔；集线器待测下行端口使用短的线缆与 J43 相连。
- “启动测试”栏目中点击“启动测试”按钮，示波器将自动完成本项测试。

9.1.2 测试结果参考

- ▶ EL_2: USB 2.0 高速数据速率为 $480 \text{ Mb/s} \pm 0.05\%$ 。
- ▶ EL_6: USB 2.0 高速信号的上升沿和下降沿时间 (10%~90%) 需要大于 300ps。
- ▶ EL_7: USB 2.0 高速驱动必须在适当眼图模板的指定垂直开口有单调的数据转换，小于 50mV。
- ▶ EL_47: 集线器下行端口测试采用眼图模板 1，测试点在 TP2。

9.2 高速下行包参数 (EL_21, EL_22, EL_23, EL_25, EL_55)

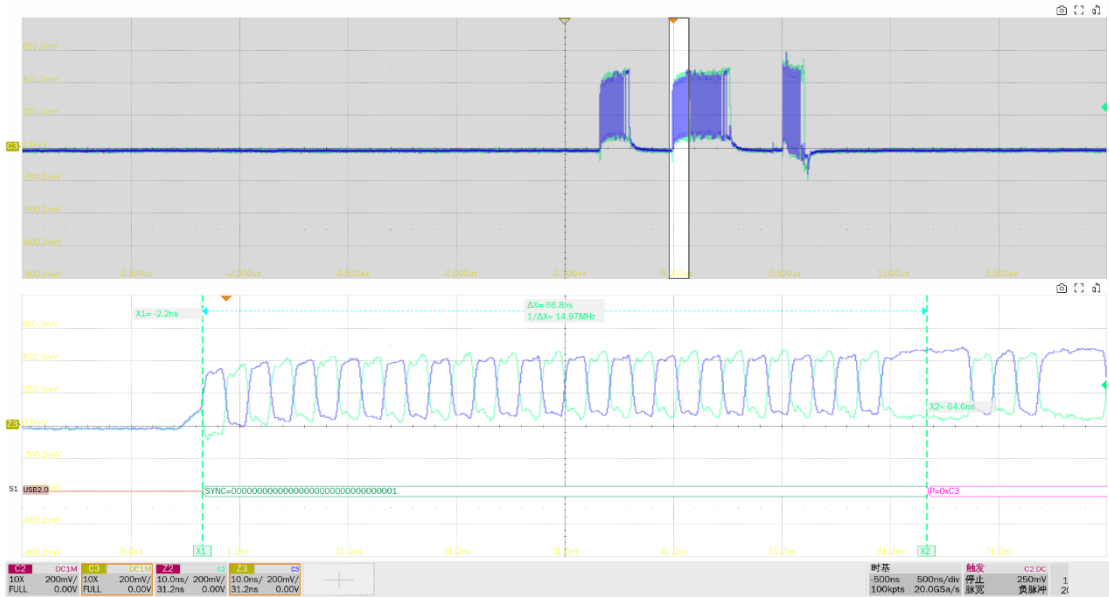
9.2.1 测试步骤



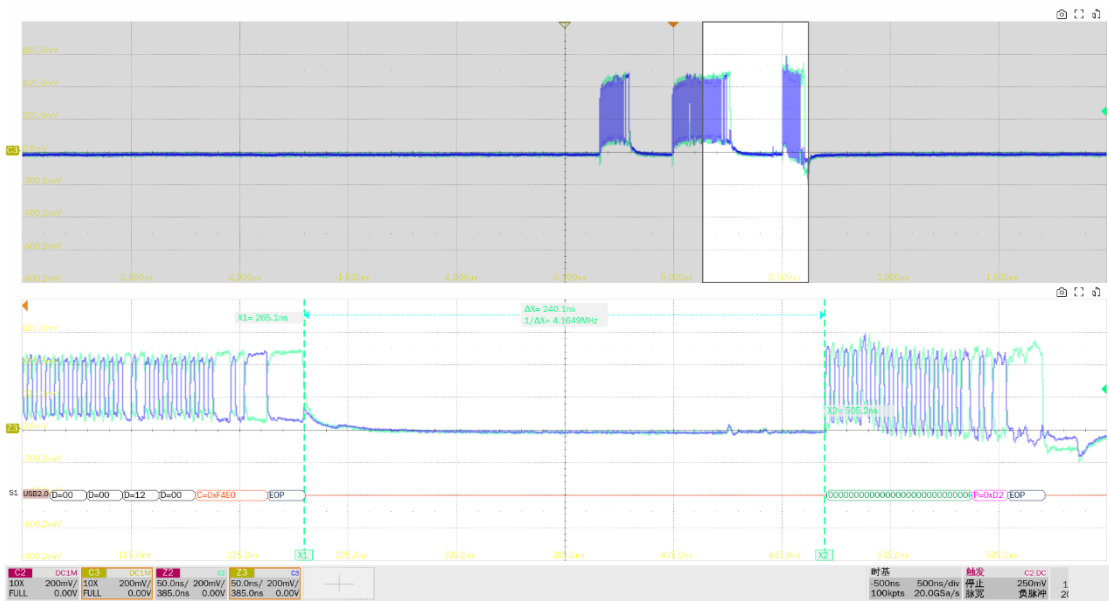
- “单端输入”时, J29、J28 分别是 D+、D-信号的测试点, “使用差分探头”时, 测试点是 J27, 按照示波器信道的配置连接好示波器和探头。
- 使用线缆连接示波器 USB 接口和 J13, 建立示波器与 USB 信号板的通信, **Power** 灯亮。
- 集线器的上行端口接 J10, 若成功枚举, **Init** 灯亮, 反之, 请重新插拔; 集线器待测下行端口使用短的线缆与 J33 相连, 在 J32 接入一个通过 USB 2.0 认证的高速设备。
- “启动测试”栏目中点击“启动测试”按钮, 示波器将自动完成本项测试。

9.2.2 测试结果参考

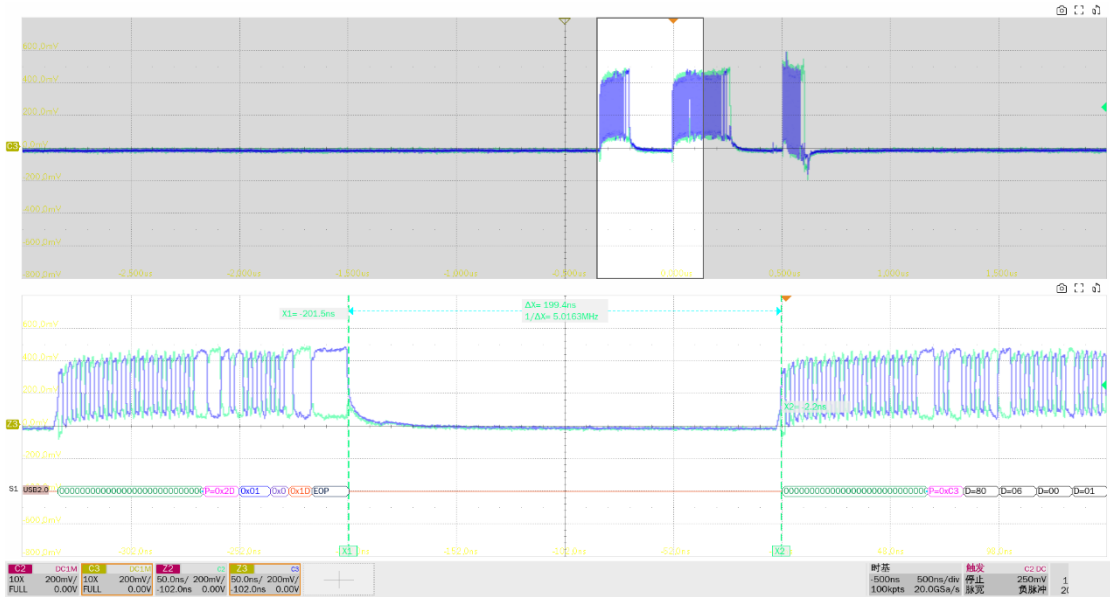
- ▶ EL_21: 所有非重复发送的包, 其必须以 32bit 的 SYNC 开始。测试指标为小于 32.5bit。



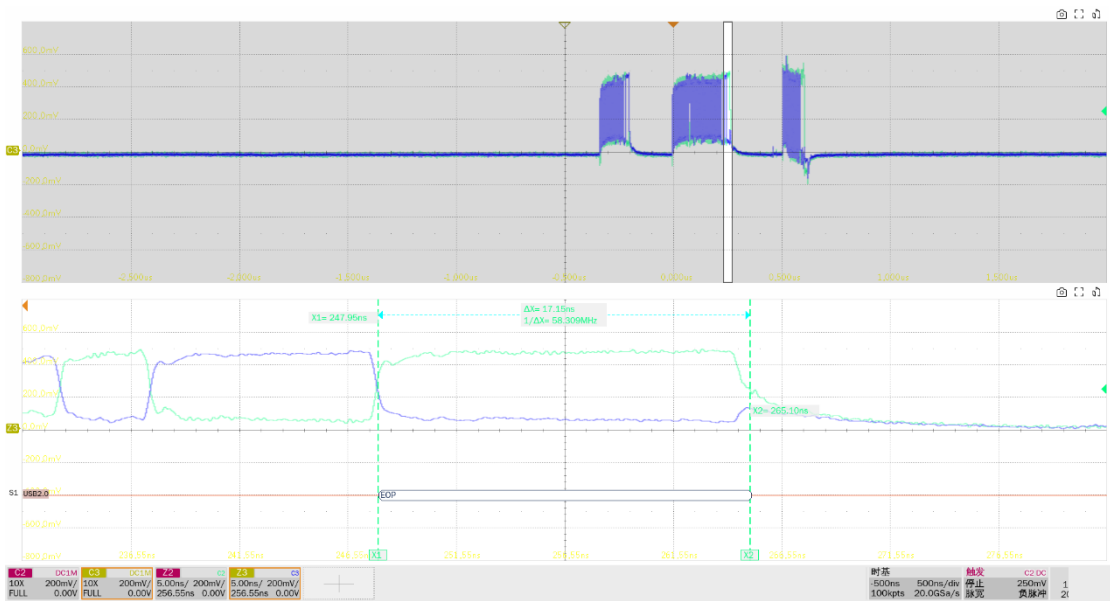
► EL_22: 当设备对主机的包产生响应时，前后两个包需要有 8bit~192bit 的包间间隙。测量第一个包（集线器下行端口发送）和第二个包（设备回复）的时间间隔。



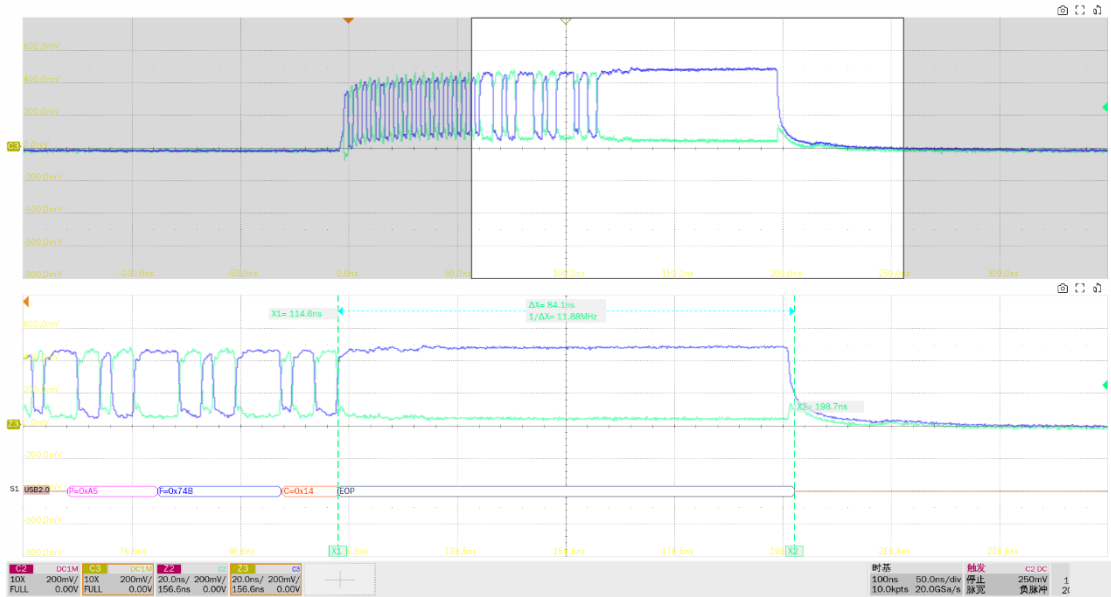
► EL_23: 主机在同一帧里传输的两个包间隙必须为 88bit~192bit。测量集线器下行端口前后发送两个包的时间间隔。



► EL_25: 除了 SOF's, 所有发送的包的 EOP 必须是 01111111 的 8bit NRZ 字节。测试指标是大于 7.5bit。

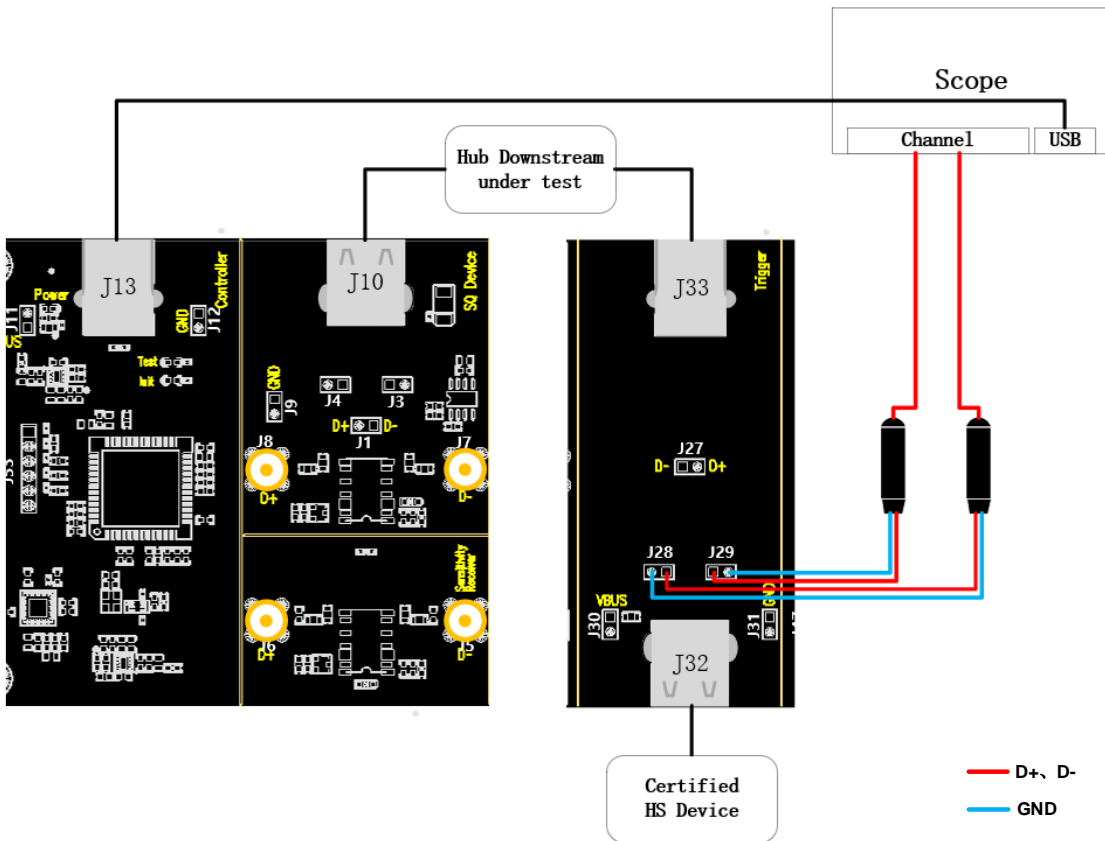


► EL_55: 主机发送的 SOF's 包必须提供一个没有位填充的 40bit EOP。测量集线器下行端口发送 SOF's 包的 EOP 位数，测试指标是大于 40bit。



9.3 高速下行啁啾时序测试 (EL_33, EL_34, EL_35)

9.3.1 测试步骤

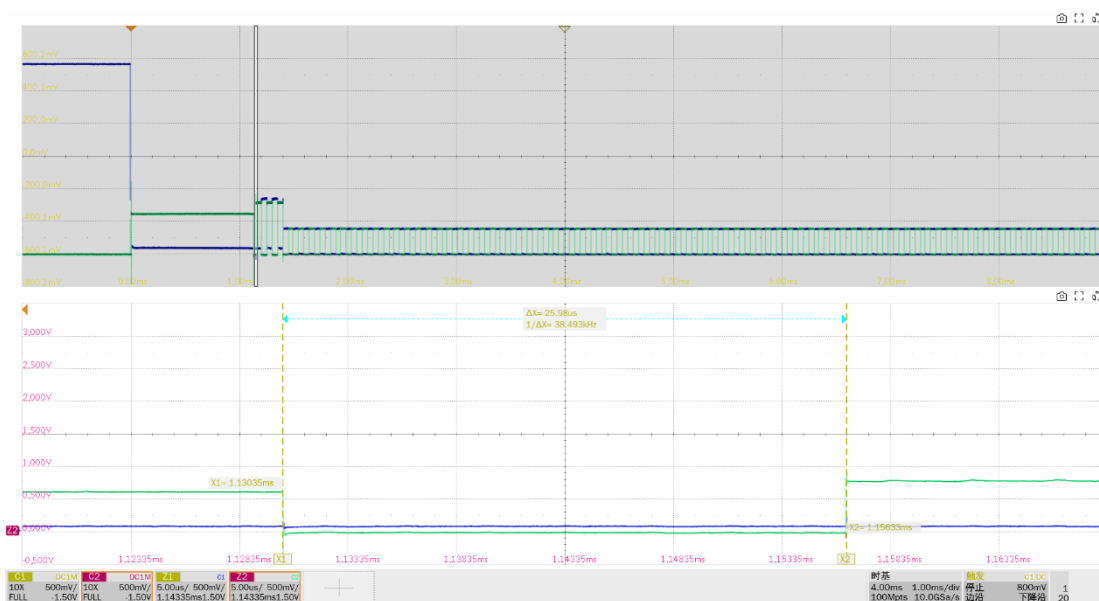


A. J29、J28 分别是 D+、D-信号的测试点，按照示波器信道的配置连接好示波器和探头。

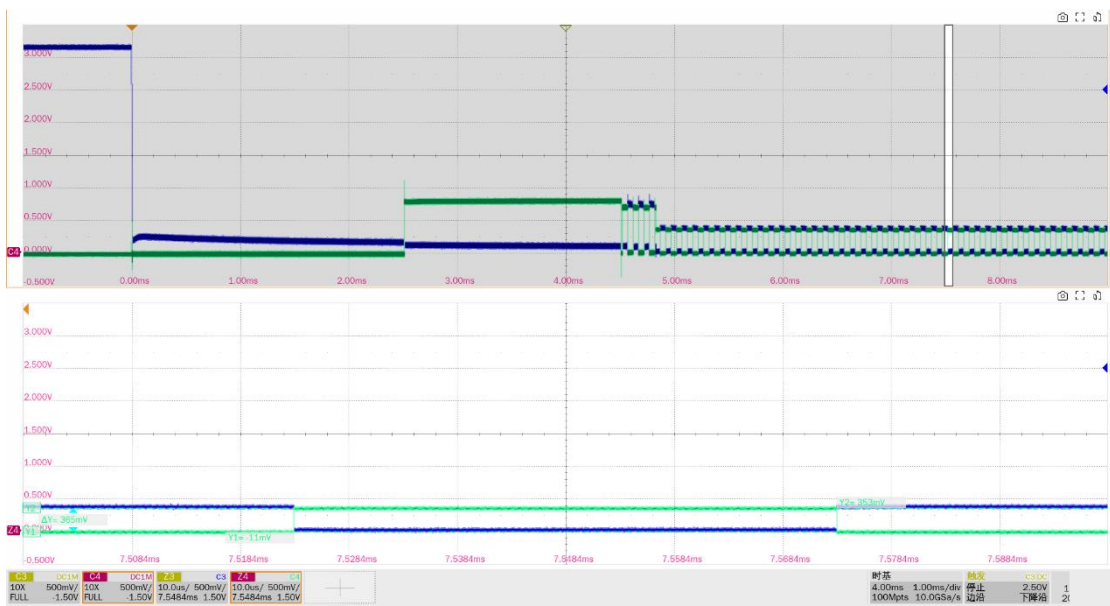
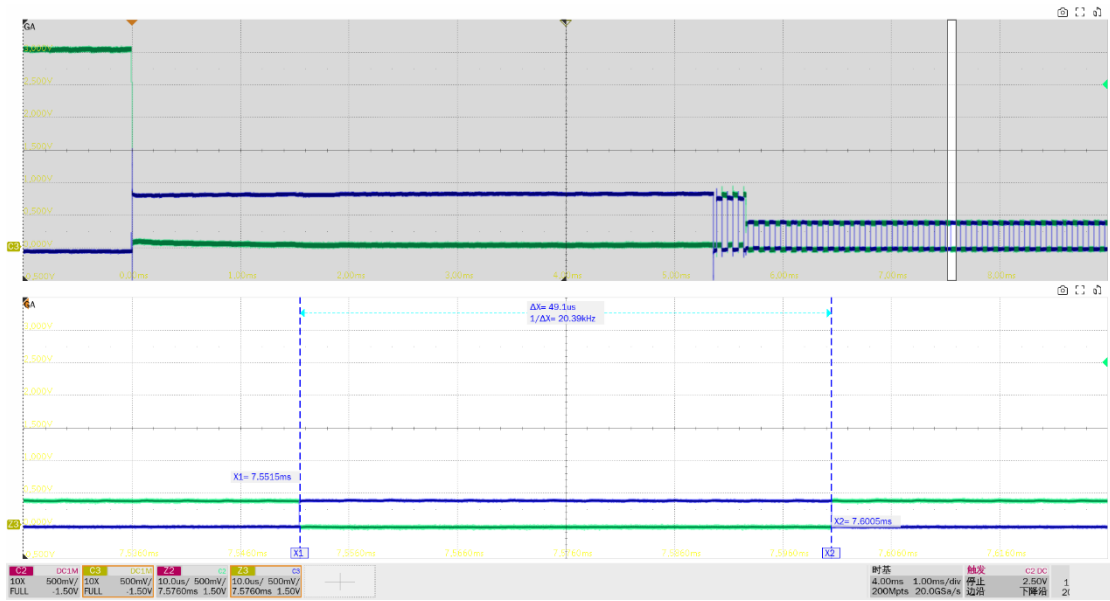
- B. 使用线缆连接示波器 USB 接口和 J13，建立示波器与 USB 信号板的通信，**Power** 灯亮。
- C. 集线器的上行端口接 J10，若成功枚举，**Init** 灯亮，反之，请重新插拔；集线器待测下行端口使用短的线缆与 J33 相连，在 J32 接入一个通过 USB 2.0 认证的高速设备。
- D. “启动测试” 栏目中点击 “**启动测试**” 按钮，示波器将自动完成本项测试。

9.3.2 测试结果参考

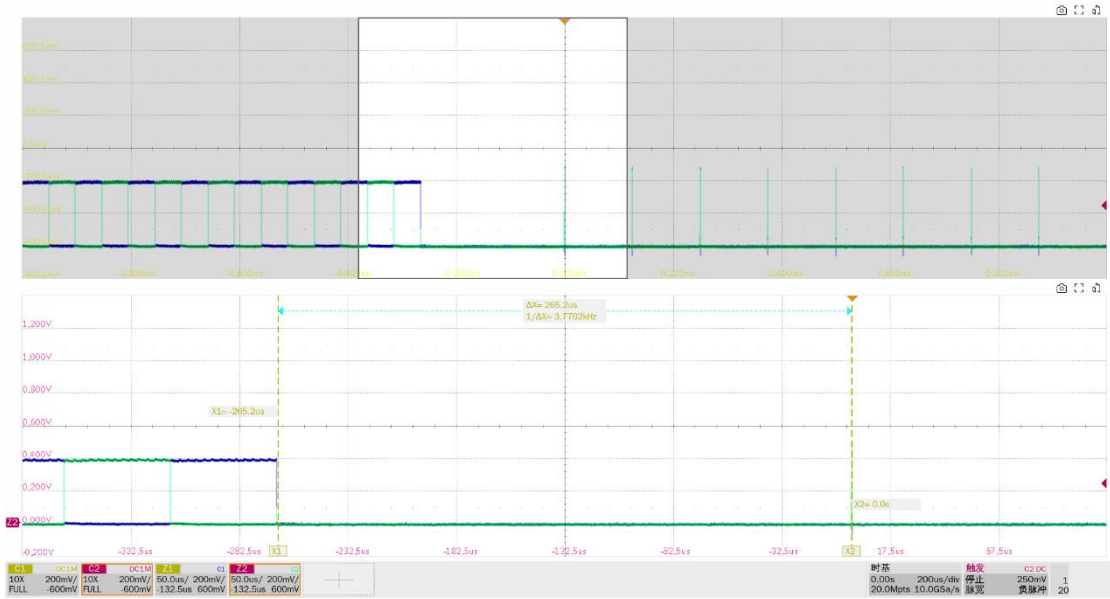
- ▶ EL_33: 在设备的啁啾 K 结束后，下行端口需要在 100us 内发送啁啾 K、啁啾 J 序列。



- ▶ EL_34: 下行端口发送的啁啾 K 和啁啾 J 的持续时间为 40us~60us，本项测试中同时测量了啁啾 J、啁啾 K 的幅度。

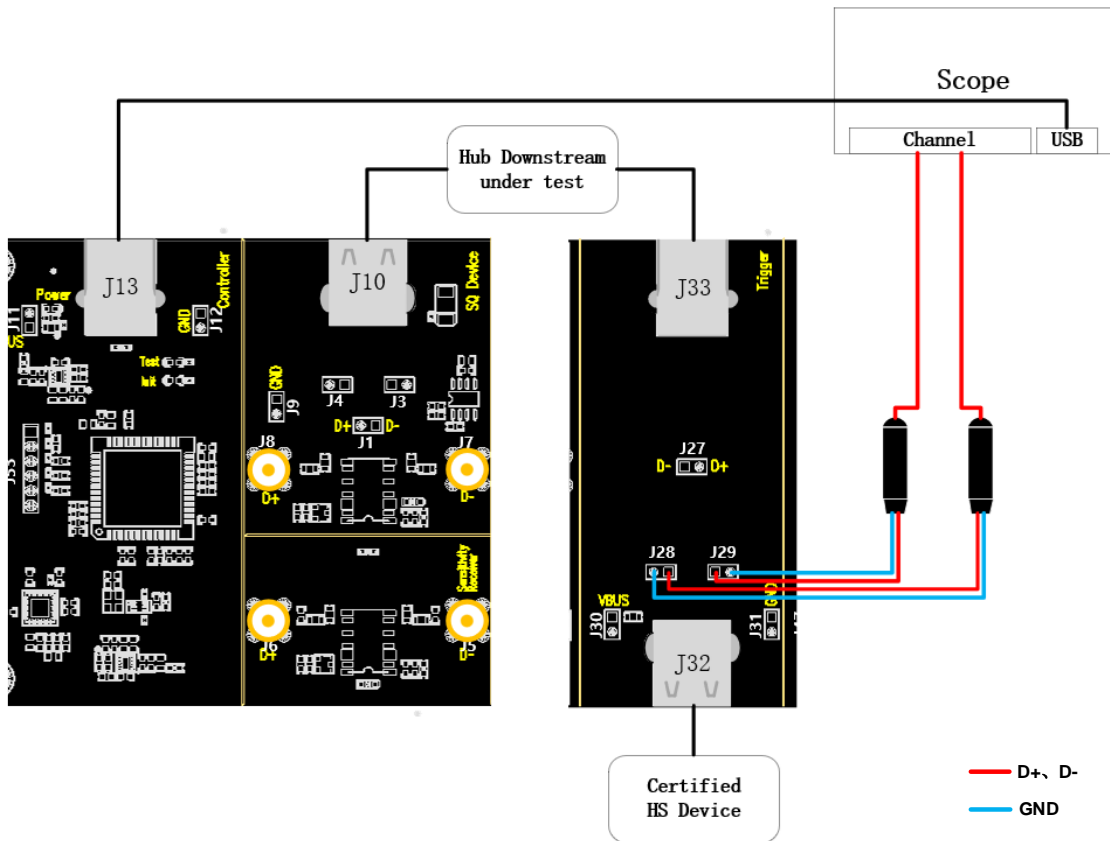


- ▶ EL_35: 在最后一个啁啾 J/K 结束后，下行端口必须在 100us 到 500us 内发送 SOF's。



9.4 高速下行挂起和恢复 (EL38 EL_39, EL_41)

9.4.1 测试步骤



A. J29、J28 分别是 D+、D-信号的测试点。

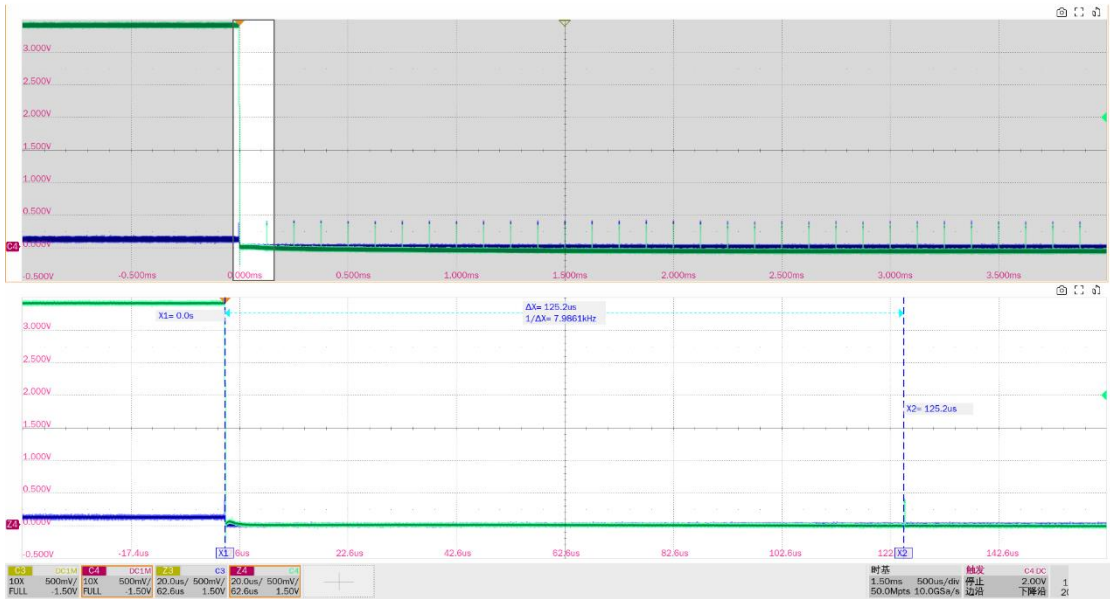
- B. 使用线缆连接示波器 USB 接口和 J13，建立示波器与 USB 信号板的通信，Power 灯亮。
- C. 集线器的上行端口接 J10，若成功枚举，Init 灯亮，反之，请重新插拔；集线器待测下行端口使用短的线缆与 J33 相连，在 J32 接入一个通过 USB 2.0 认证的高速设备。
- D. “启动测试”栏目中点击“启动测试”按钮，示波器将自动完成本项测试。

9.4.2 测试结果参考

- ▶ EL_38: 在总线上出现 3ms 的空闲后，设备必须要在 125us 内恢复到全速，则总的的时间是 3ms~3.125ms。测量从高速的最后一个 SOF's 到挂起的时间间隔。
- ▶ EL_39: 一个设备必须支持挂起状态。

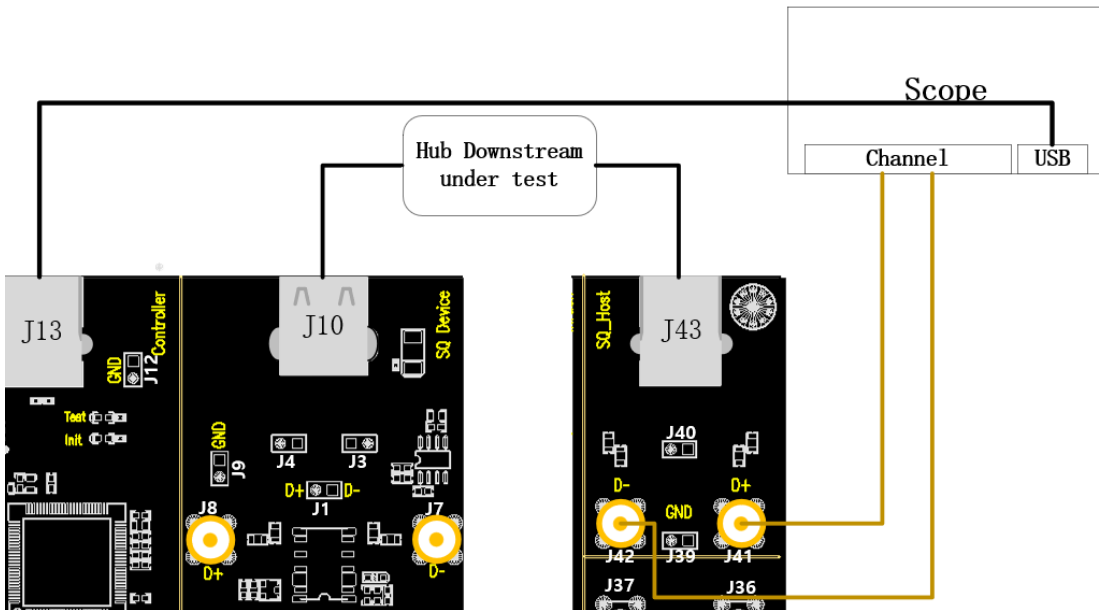


- ▶ EL_41: 在重置端口后，主机必须在空闲状态开始后的 3ms 内发送 SOF's。



9.5 高速下行无驱动时的电平值 (EL_8, EL_9)

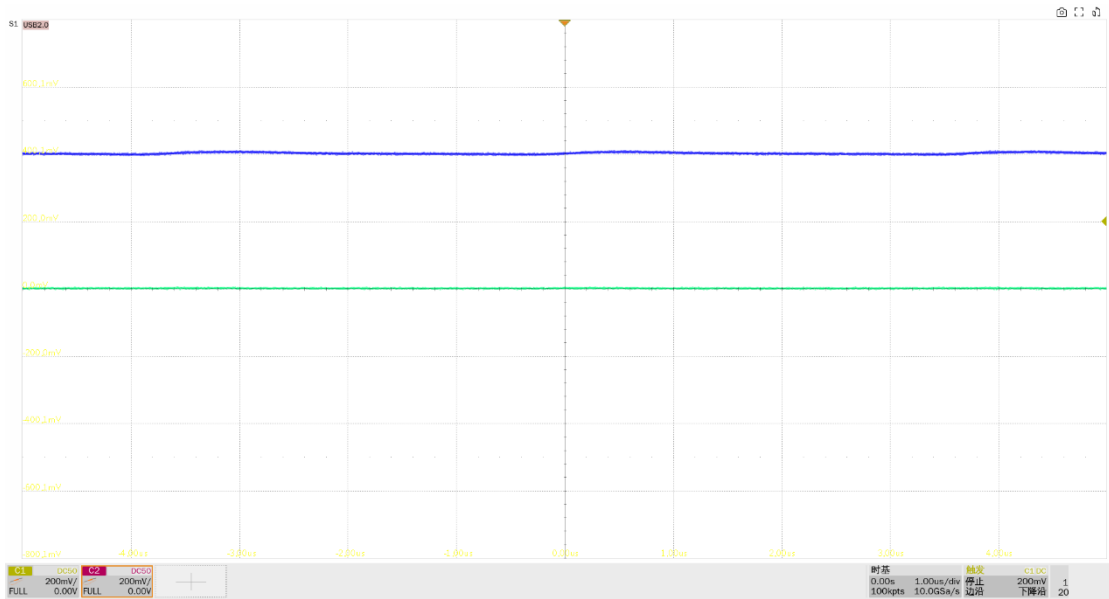
9.5.1 测试步骤



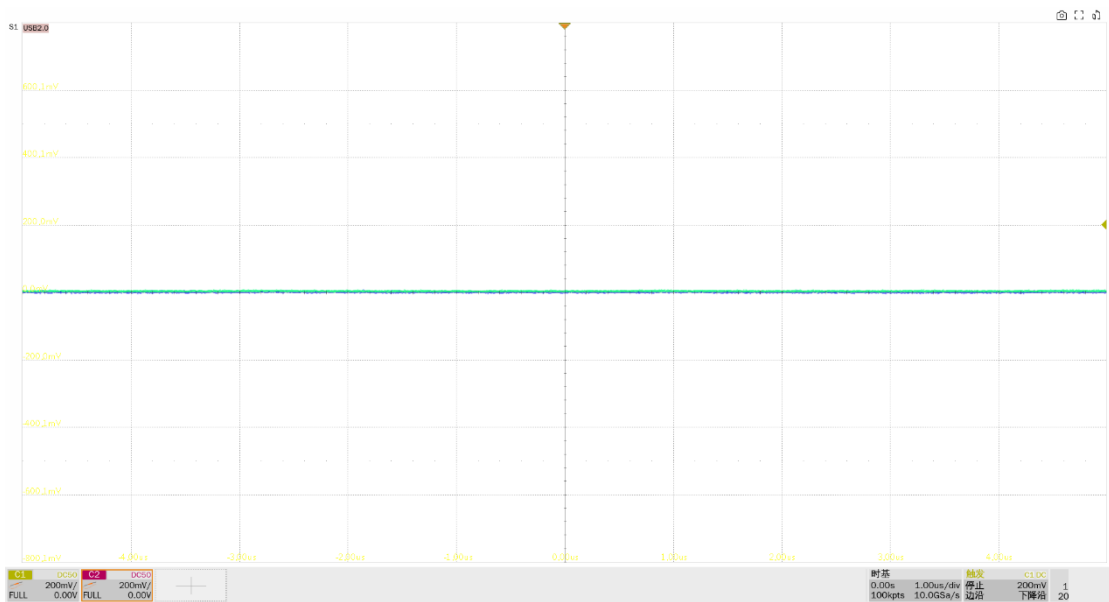
- 使用两根 SMA 线缆将 J41、J42 与前面配置的 D+、D-信道相连。
- 使用线缆连接示波器 USB 接口和 J13，建立示波器与 USB 信号板的通信，**Power** 灯亮。
- 集线器的上行端口接 J10，若成功枚举，**Init** 灯亮，反之，请重新插拔；集线器待测下行端口使用短的线缆与 J43 相连。
- “启动测试”栏目中点击“启动测试”按钮，示波器将自动完成本项测试。

9.5.2 测试结果参考

▶ EL_8: 测量无驱动时 J/K 的电压值 (360mV~440mV)。

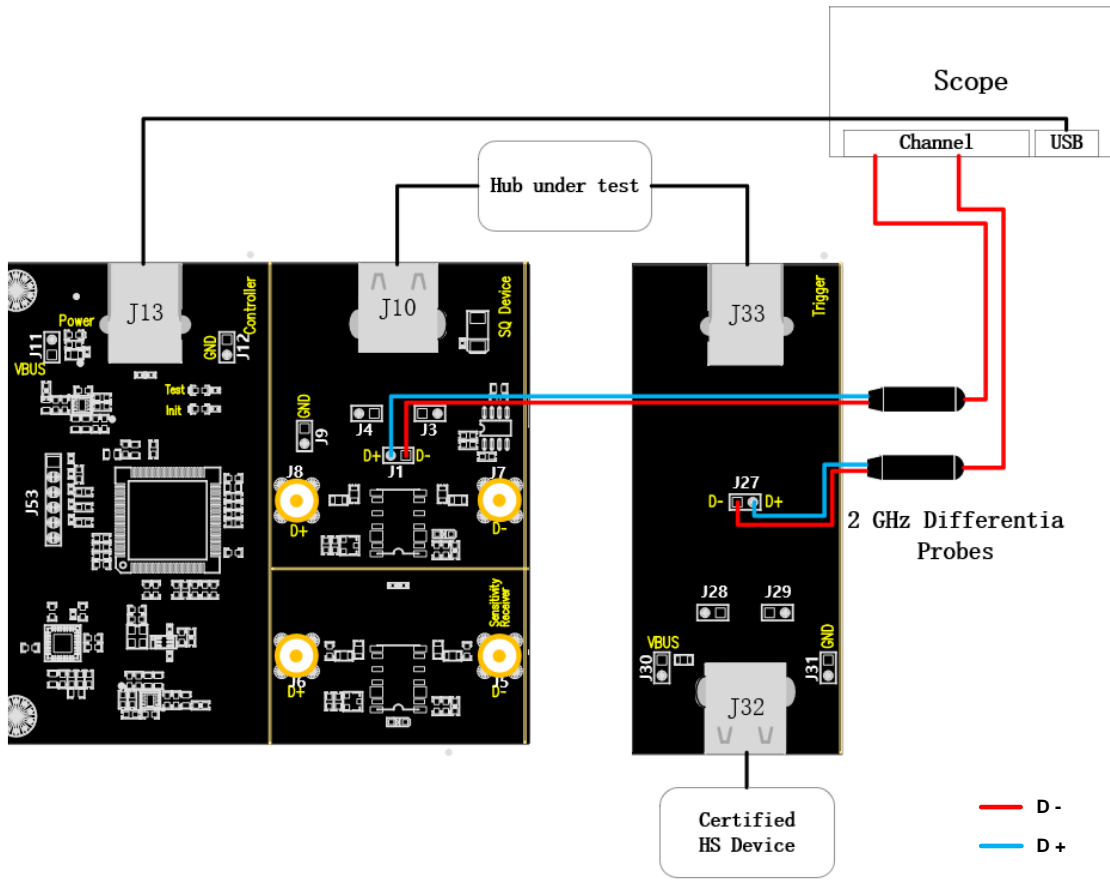


▶ EL_9: 当 D+、D-无驱动时, 在 45ohm 端接的情况下, 输出电压范围±20mV, 本项测量 SE0 状态下的 D+、D-电压值。



9.6 高速中继下行 (EL_42, EL_43, EL_44, EL_45, EL_48)

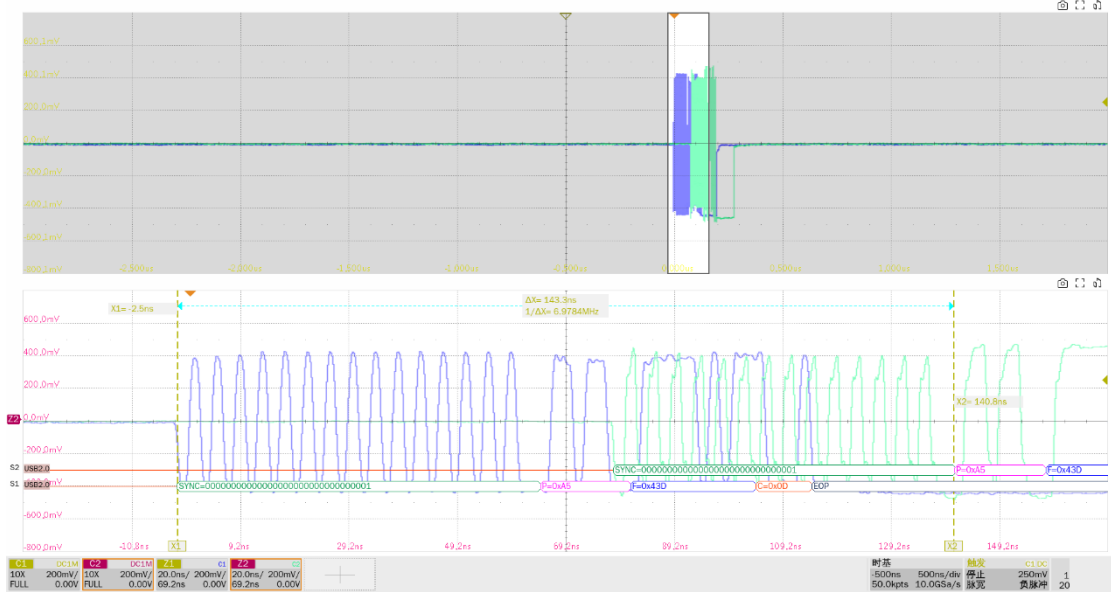
9.6.1 测试步骤



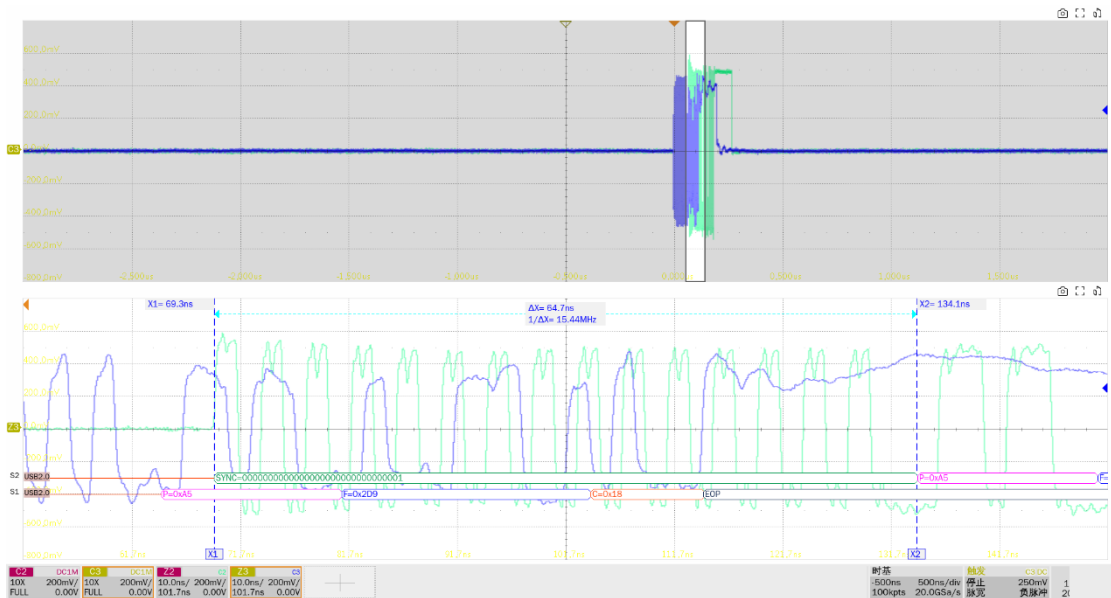
- 使用差分探头时，J1 对应中继上行测试点，J27 对应中继下行测试点；使用单端探头时，J4、J3 对应中继上行测试点的 D+、D-，J29、J28 对应中继下行测试点的 D+、D-；按照前面的示波器信道配置接好探头。
- 使用线缆连接示波器 USB 接口和 J13，建立示波器与 USB 信号板的通信，**Power** 灯亮。
- 集线器的上行端口接 J10，若成功枚举，**Init** 灯亮，反之，请重新插拔；集线器待测下行端口使用短的线缆与 J33 相连，在 J32 接入一个通过 USB 2.0 认证的高速设备。
- “启动测试”栏目中点击“启动测试”按钮，示波器将自动完成本项测试。

9.6.2 测试结果参考

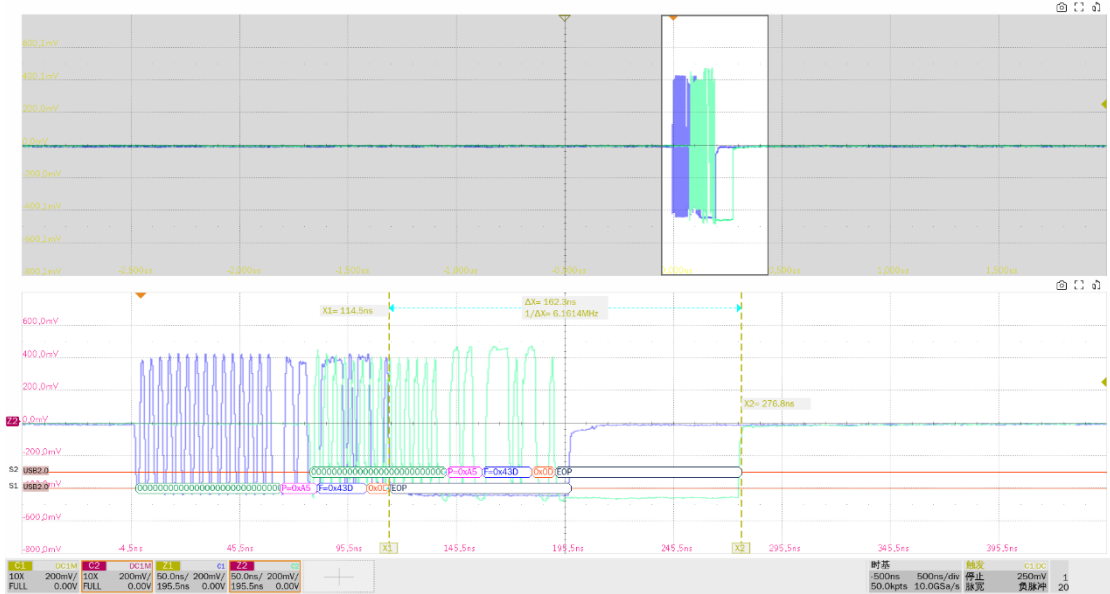
► EL_42: 集线器中继器在重复的 SYNC 模式中截断不得超过 4 位。测量一个数据包经过集线器后，其上行端口与下行端口同步域位数的差值，两者的差值不得大于 4bit。



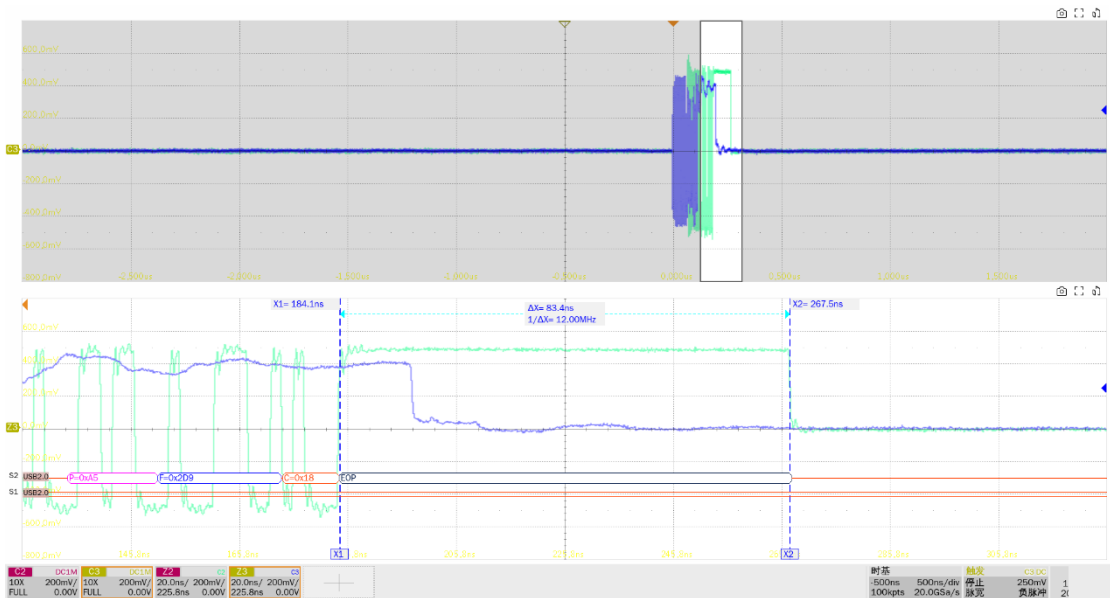
▶ EL_43: 集线器不能损坏同步域。测量集线器下行端口处的同步域，测试指标 ≥ 12 bit。



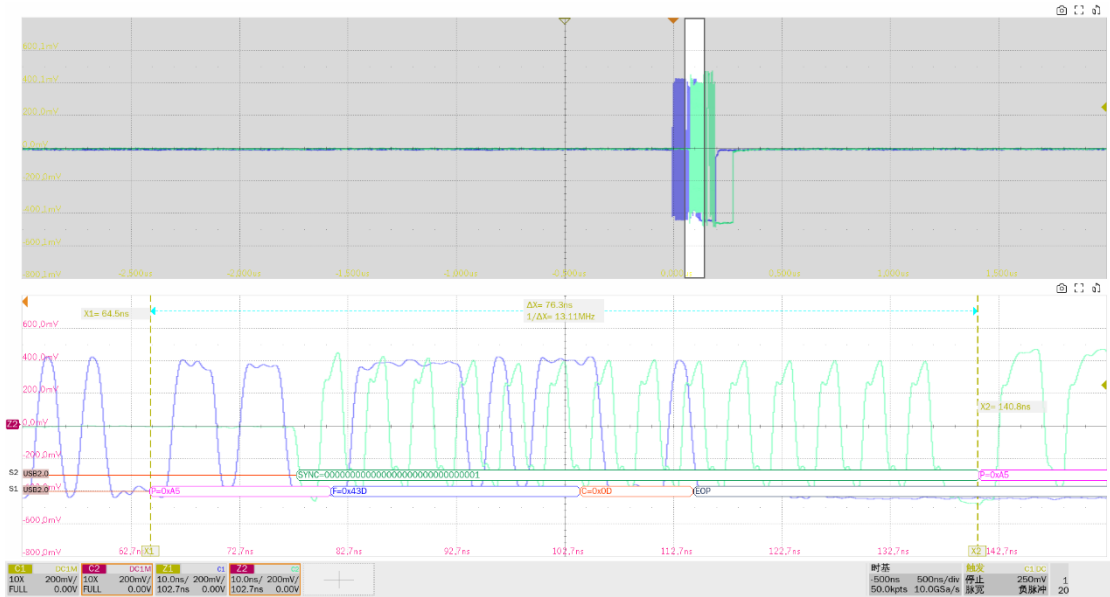
▶ EL_44: 一个集线器在重复一个数据包时，最多可以在 EOP 字段的末尾增加 4 个随机位。测量一个数据包在经过集线器后，其下行端口 EOP 位数和上行端口 EOP 位数的差值，增加的位数不得超过 4 位。



▶ EL_45: 集线器不能损坏数据包有效的 EOP 位。测量中继下行端口的 EOP, 测试指标 $\geq 8\text{bit}$ 。

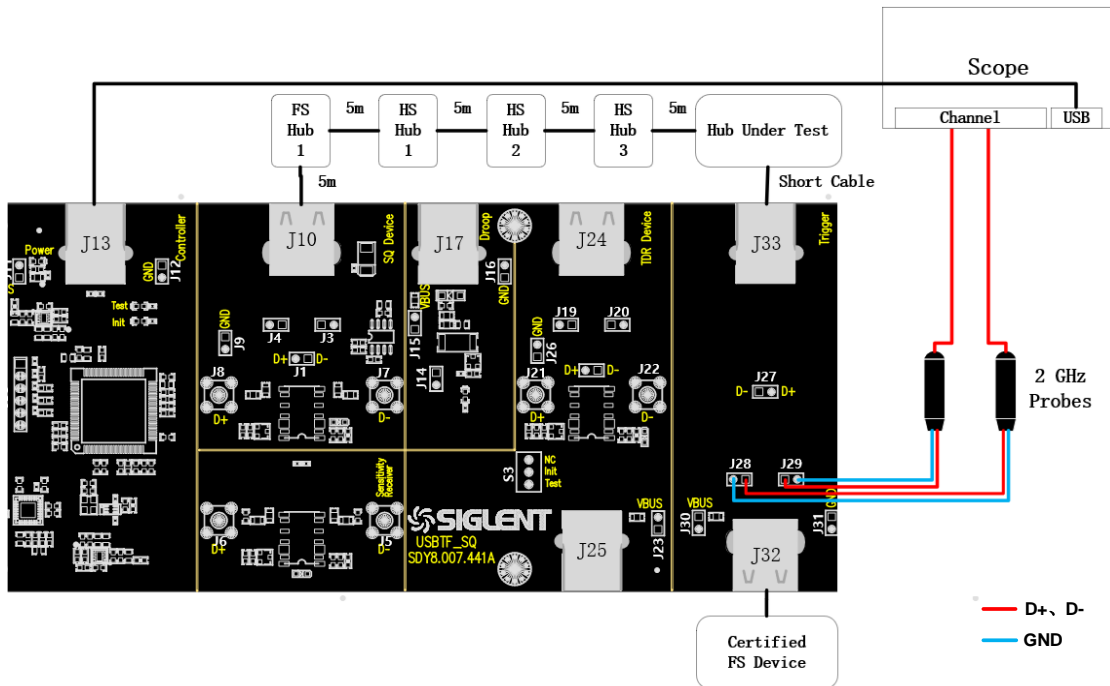


▶ EL_48: 集线器传输数据包延时不能超过 36 位 + 4ns。延时的测量方式是从集线器输入数据同步域结束开始，到输出数据同步域结束截至，两者之间的时间间隔不能超过 36 位 + 4ns。



9.7 全速下行信号质量

9.7.1 测试步骤



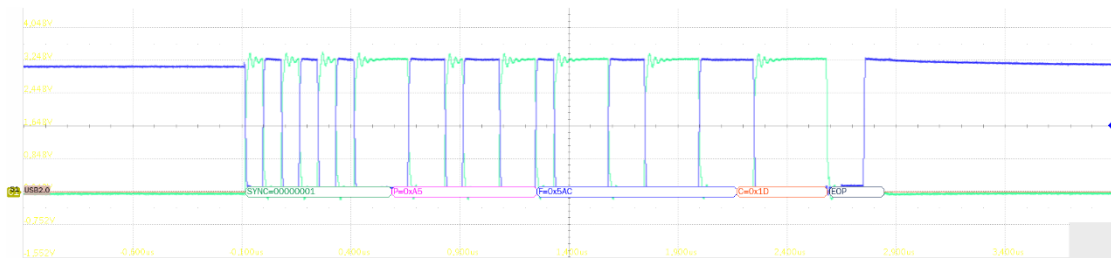
- J29、J28 分别是 D+、D-信号的测试点
- 使用线缆连接示波器 USB 接口和 J13，建立示波器与 USB 信号板的通信，**Power** 灯亮。
- J33 通过短的线缆的 USB 线缆与待测集线器下行端口相连。

- D. J10 与待测集线器上行端口之间按照接线图接入全速集线器、以及三个高速集线器，均使用 5m 的线缆连接。
- E. J32 接入通过 USB 官方认证的全速设备。
- F. 在进行本项测试时，请尽量为所有的自供电集线器接上外部电源供电，避免总线供电下，多级集线器连接供电不足导致测试失败。
- G. “启动测试” 栏目中点击 “启动测试” 按钮，示波器将自动完成本项测试。

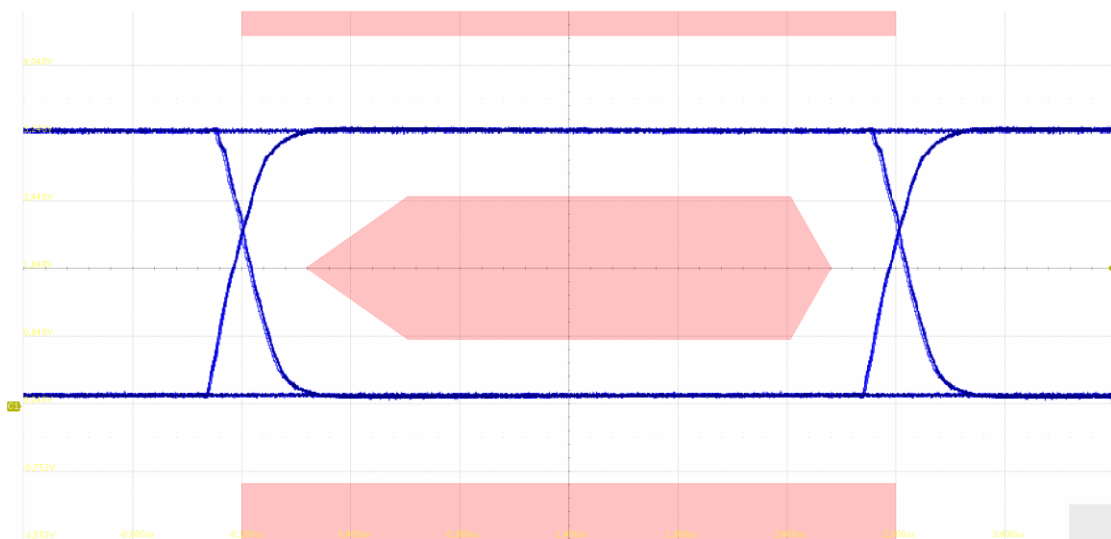
9.7.2 测试结果参考

集线器下行端口的全速信号质量有以下的测试项目：

- ▶ 测量全速包的 EOP 宽度，要求其 EOP 宽度在 $(1.92+1)$ bit~ $(2.1+1)$ bit 之间

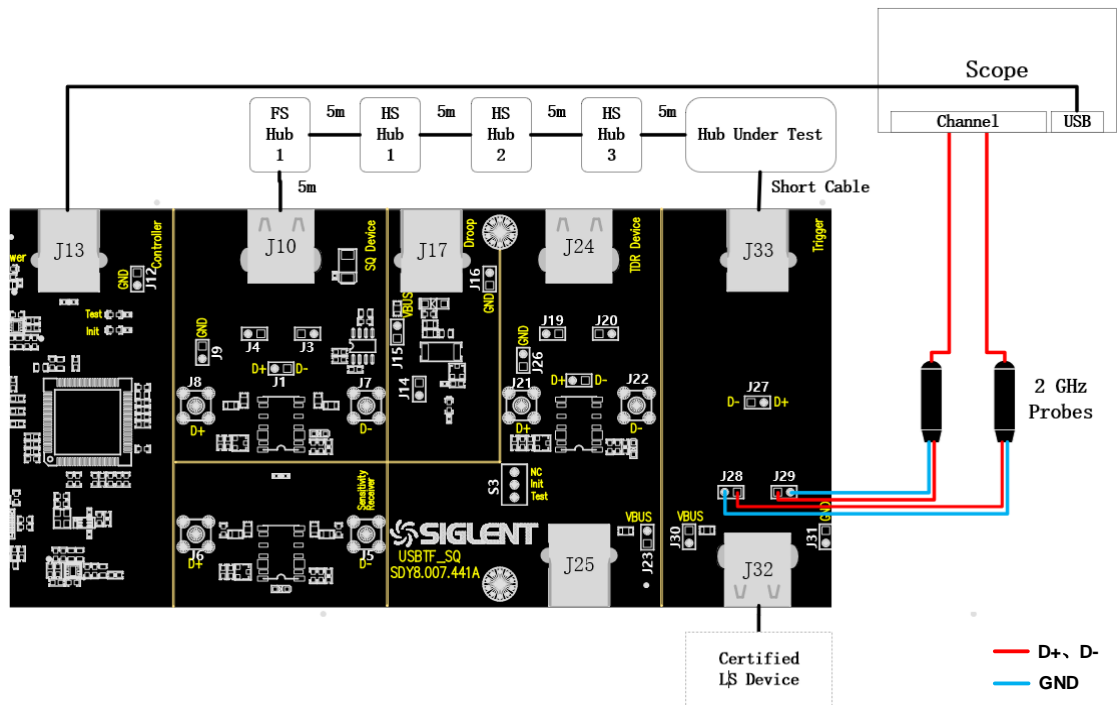


- ▶ D+、D-交叉点电压幅度测量，交叉点电压要求在 1.3V~2V 之间。
- ▶ 测量全速包的信号速率，要求其全速速率在 11.97MHz~12.03MHz 之间。
- ▶ 测量全速的 D+/D-上升、下降时间，要求其在 4ns~20ns 之间。
- ▶ 测量全速信号的边缘单调性，要求其边缘不能存在大于 500mV 的回钩。
- ▶ 附加测量 J/K 抖动，眼图的边缘宽度即是 J/K 的抖动程度。



9.8 低速下行信号质量

9.8.1 测试步骤

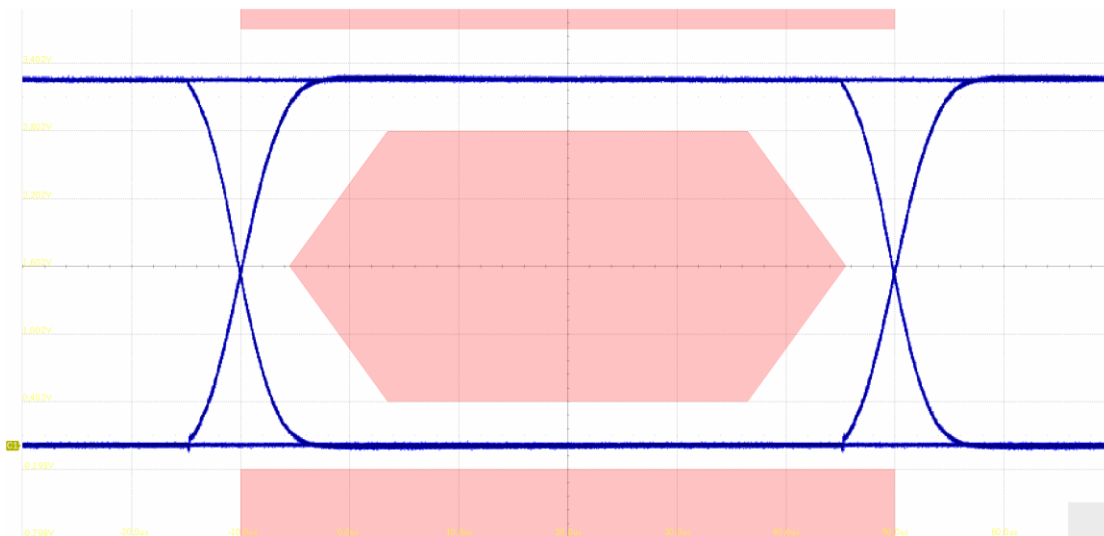


- J29、J28 分别是 D+、D-信号的测试点
- 使用线缆连接示波器 USB 接口和 J13，建立示波器与 USB 信号板的通信，**Power** 灯亮。
- J33 通过短的线缆的 USB 线缆与待测集线器下行端口相连。
- J10 与待测集线器上行端口之间按照接线图接入全速集线器、以及三个高速集线器，均使用 5m 的线缆连接。
- J32 接入通过 USB 官方认证的低速设备
- 在进行本项测试时，请尽量为所有的自供电集线器接上外部电源供电，避免总线供电下，多级集线器连接供电不足导致测试失败。
- “启动测试”栏目中点击“启动测试”按钮，示波器将自动完成本项测试。

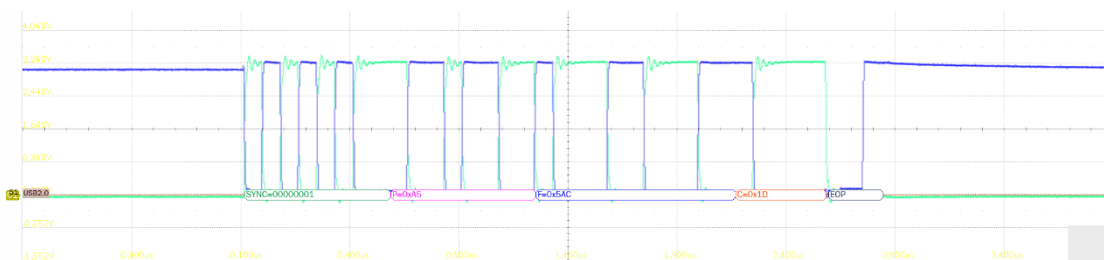
9.8.2 测试结果参考

集线器下行端口的低速信号质量有以下的测试项目：

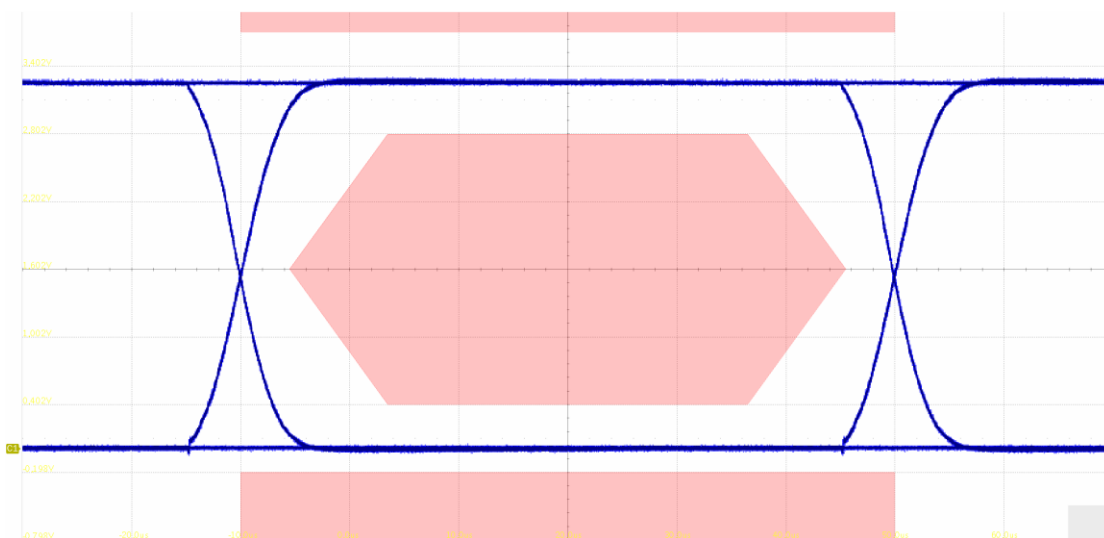
- ▶ D+、D-交叉点电压幅度测量，交叉点电压要求在 1.3V~2V 之间。



- ▶ 测量低速包的 EOP 宽度，要求其 EOP 宽度在 $(1.875+1)$ bit~ $(2.25+1)$ bit 之间



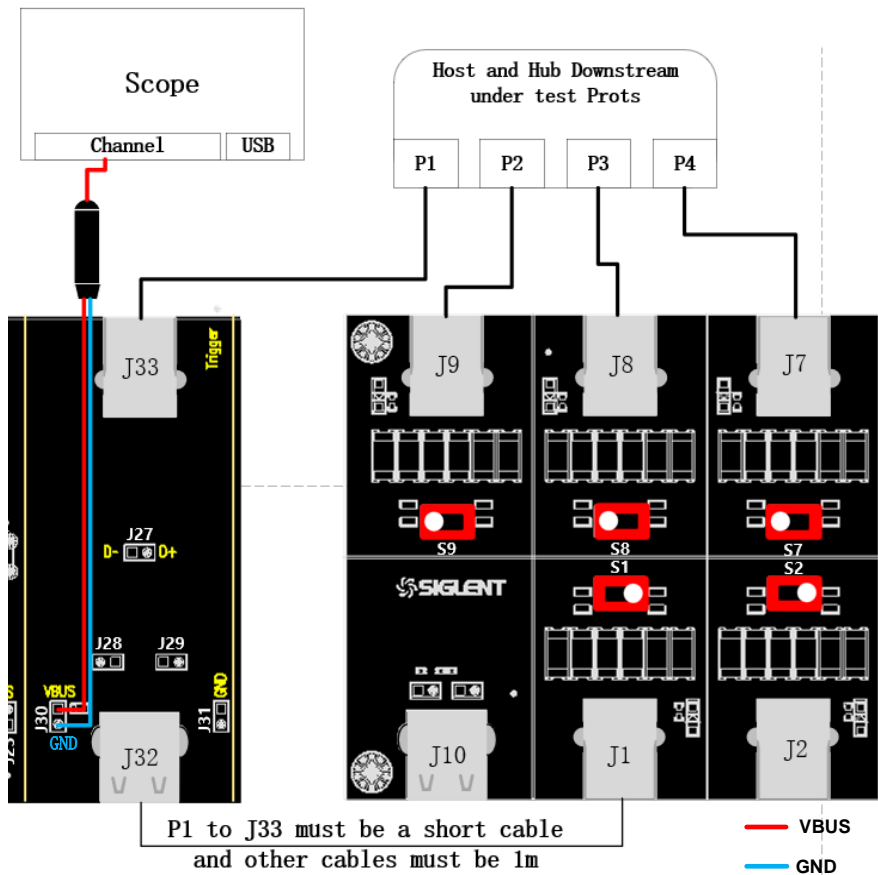
- ▶ 测量低速包的信号速率，要求其全速速率在 1.4775MHz~1.5225MHz 之间。
- ▶ 测量低速的 D+/D-上升、下降时间，要求其在 75ns~300ns 之间。
- ▶ 测量低速信号的边缘单调性，要求其边缘不能存在大于 500mV 的回钩。
- ▶ 附加测量 J/K 抖动，眼图的上升/下降沿宽度即是 J/K 的抖动程度。



9.9 VBus 跌落（自供电）

9.9.1 测试步骤

9.9.1.1 测试环境搭建



- J30 是待测端口 VBus 的电压测试点，根据前面配置的信道连接好探头。
- 集线器待测端口通过 1m 的线缆与信号板的 J33 相连，J32 通过短的线缆与负载板相连，其余的端口通过 1m 线缆与负载板相连。接着让集线器处于自供电状态。
- “启动测试”栏目中点击“启动测试”按钮，按照接下来的弹窗提示完成测试。

9.9.1.2 空载测试

请将负载板的扭子开关拨到中间，观察到示波器采集到波形后，点击“启动测试”。

9.9.1.3 带载测试

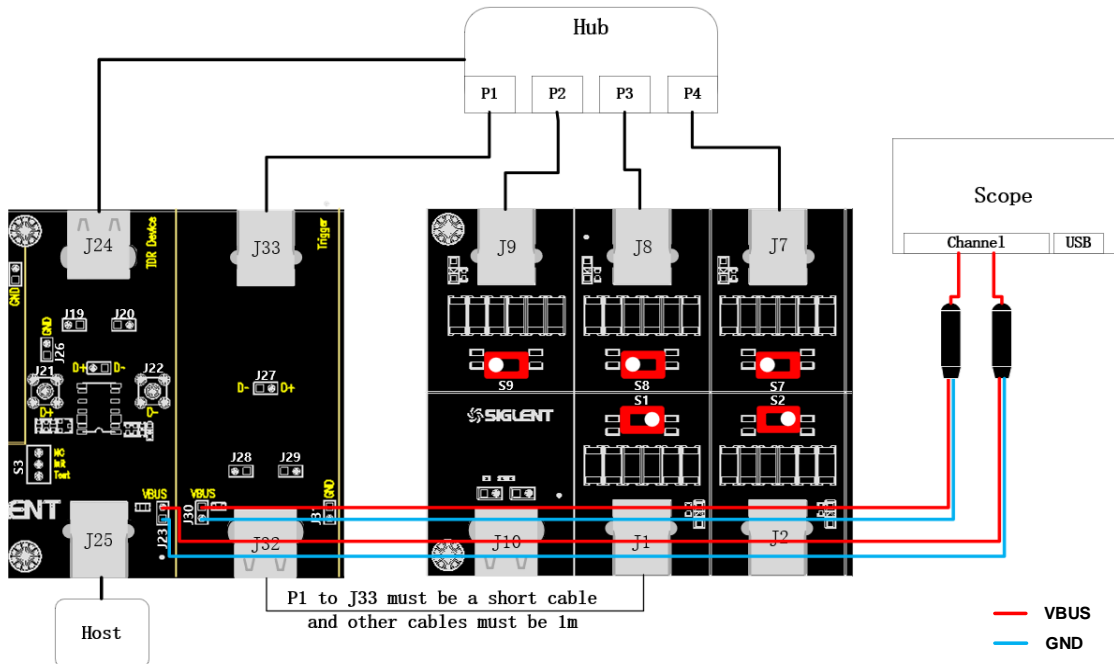
请将负载板的扭子开关拨到 500mA 处，观察到示波器采集到的波形后，点击“启动测试”。

9.9.2 测试结果参考

分别测量集线器所有端口未接负载的情况下，待测端口的 VBus 电压 (4.75V~5.25V)，以及所有端口接上 500mA 负载后，待测端口的 VBus 电压 (4.75V~5.25V)。

9.10 VBus 跌落 (总线供电)

9.10.1 测试步骤



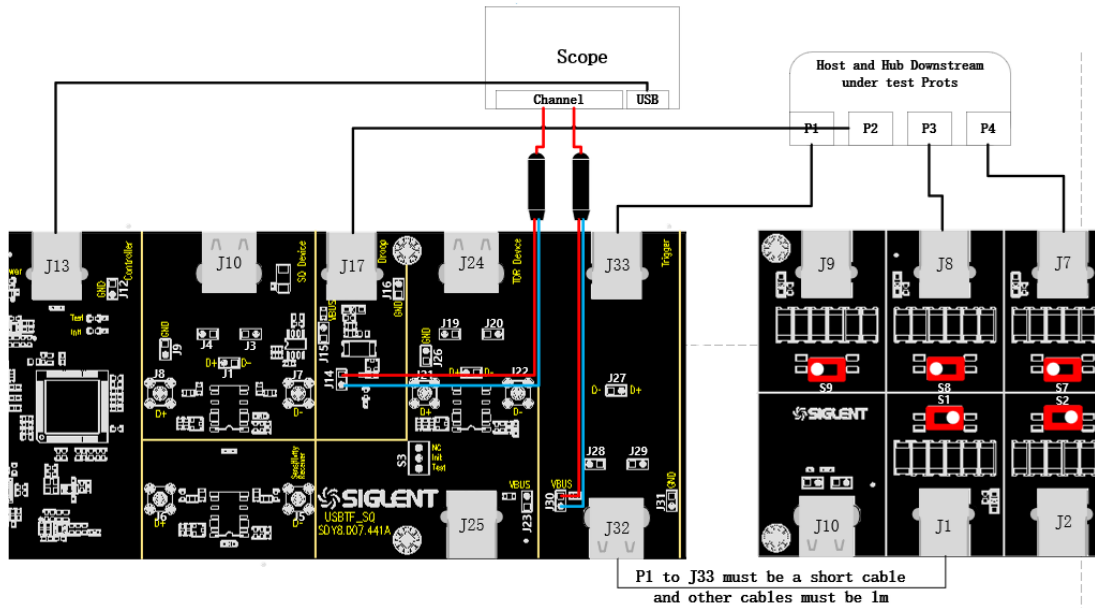
- J23 是集线器上行端口 VBus 测试点，J30 是集线器下行端口 VBus 测试点，根据前面配置的信道连接好探头。
- 寻找一个正常供电的主机，其与信号板 J25 相连，集线器上行端口与信号板 J24 相连，信号板上的 S3 扭子开关拨到 Init 位置，主机为集线器供电。
- 集线器待测端口通过 1m 的线缆与信号板的 J33 相连，J32 通过短的线缆与负载板相连，其余的端口通过 1m 线缆与负载板相连。
- 负载板上的扭子开关拨到 100mA 处。
- “启动测试”栏目中点击“启动测试”按钮，示波器将自动完成本项测试。

9.10.2 测试结果参考

在总线供电下，若集线器的负载是 100mA，要求其上行端口的电压范围为 4.75V~5.25V，下行端口总线电压为 4.40V~5.25V，两者的压降要求小于 350mV。

9.11 VBus 瞬态跌落

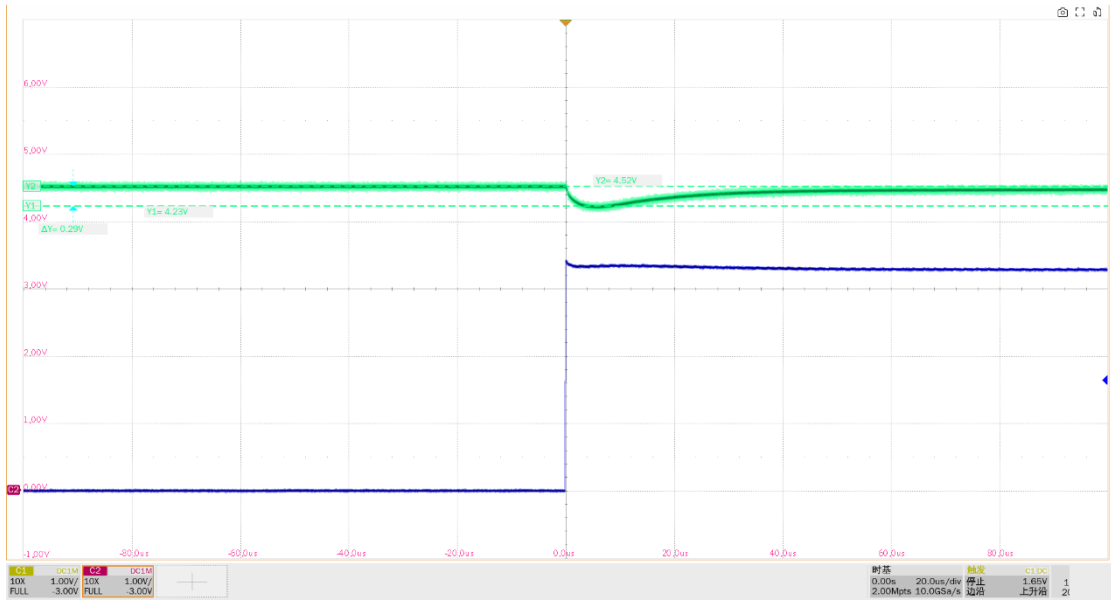
9.11.1 测试步骤



- 使用 1m 的线缆连接待测端口 P1 (如图中) 与信号板 J33; 使用短的线缆连接信号板 J32 与负载板任意一个负载; 使用 1m 的线缆连接待测端口旁边的端口 P2 和 USB 信号板 J17; 剩下的端口使用 1m 的线缆与 USB 负载板相连。
- USB 负载板上使用到的负载, 将其扭子开关拨到 100mA 处。
- 使用线缆连接 USB 信号板 J13 和示波器, **Power** 灯亮。
- “启动测试”栏目中点击“启动测试”按钮, 检查线缆连接是否与弹窗提示信息相同, 点击“OK”, 示波器开始采集波形。

9.11.2 测试结果参考

要求待测端口的瞬态压降小于 350mV。

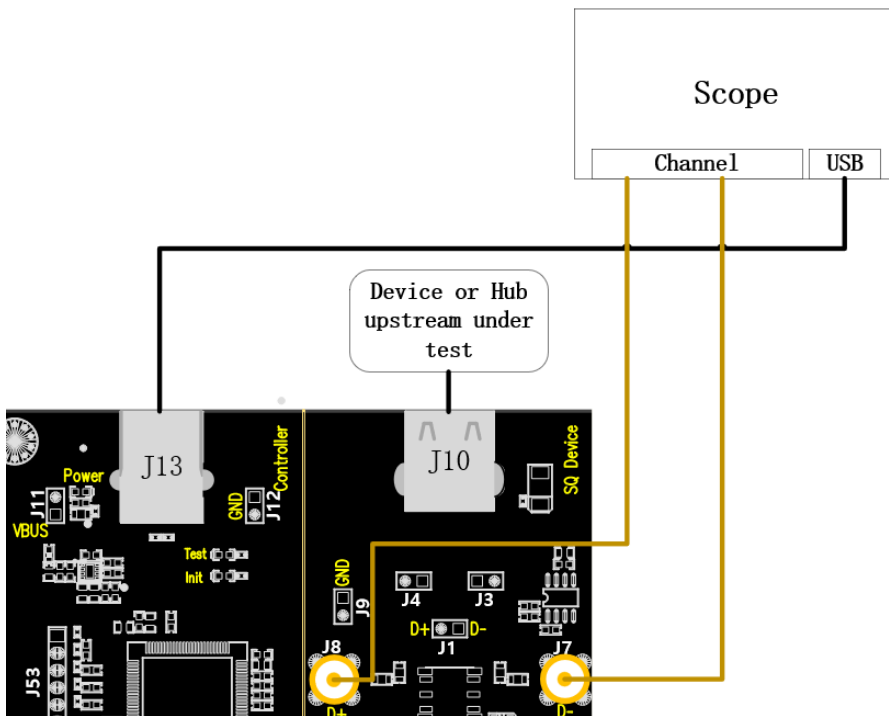


10 集线器上行端口

进行 USB 2.0 集线器上行端口相关测试时，请根据测试需求，正确配置 SDS7000A 一致性测试软件。

10.1 高速上行信号质量 (EL_2, EL_6, EL_7, EL_46)

10.1.1 测试步骤



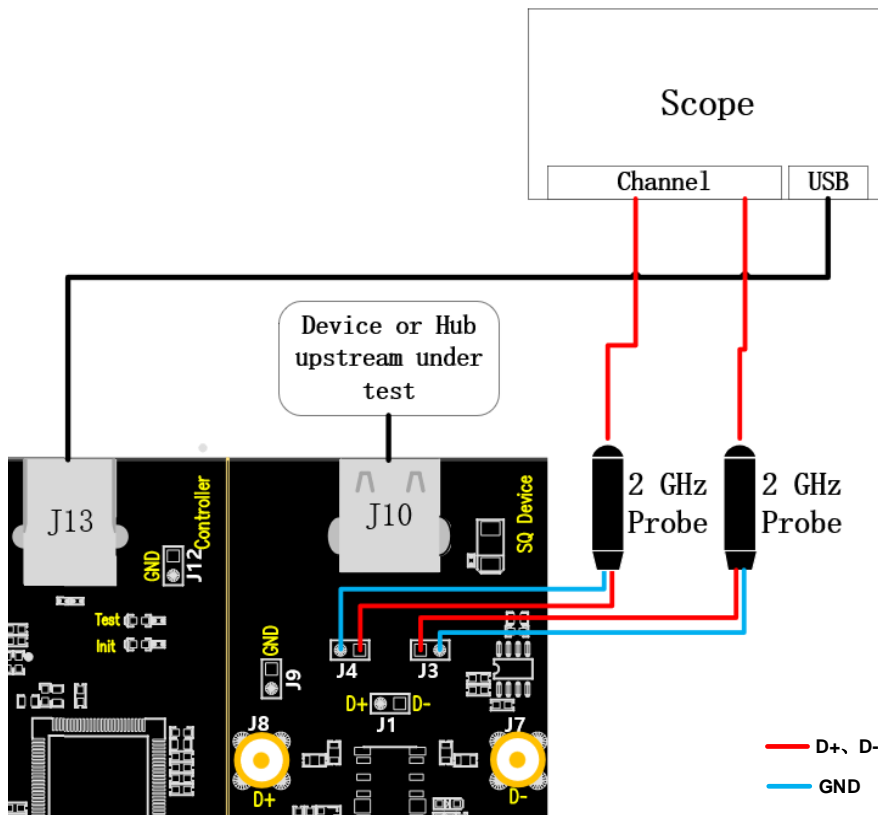
- 使用两根 SMA 线缆将 J8、J7 与前面配置的 D+、D-信道相连，J13 通过线缆与示波器建立通信，**Power** 灯亮。
- J10 中接入待测集线器上行端口，若成功枚举，则 **Init** 灯亮，若 Init 灯未亮，请重新插拔待测集线器。
- “启动测试”栏目中点击“**启动测试**”按钮，Init 灯灭，Test 灯亮，示波器将自动完成本项测试。

10.1.2 测试结果参考

- ▶ EL_2: USB 2.0 高速数据速率为 480 Mb/s \pm 0.05%。
- ▶ EL_6: USB 2.0 高速驱动的差分信号从 10%~90%的上升沿和下降沿时间都必须大于 300ps。
- ▶ EL_7: USB 2.0 高速驱动必须在适当眼图模板的指定垂直开口有单调的数据转换，小于 50mV。

10.2 高速上行包参数 (EL_21, EL_22, EL_25)

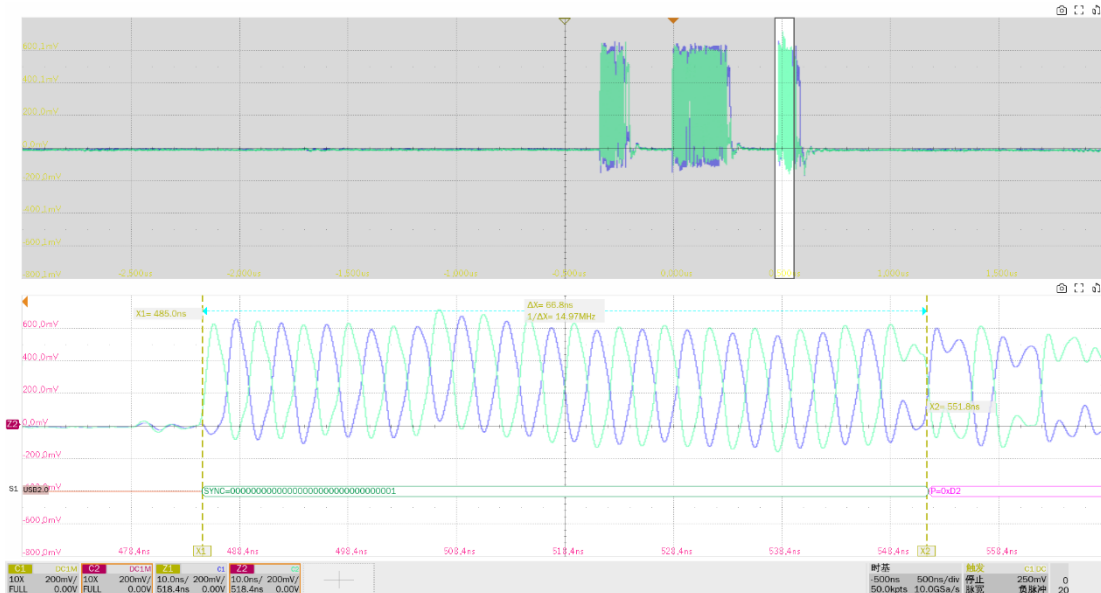
10.2.1 测试步骤



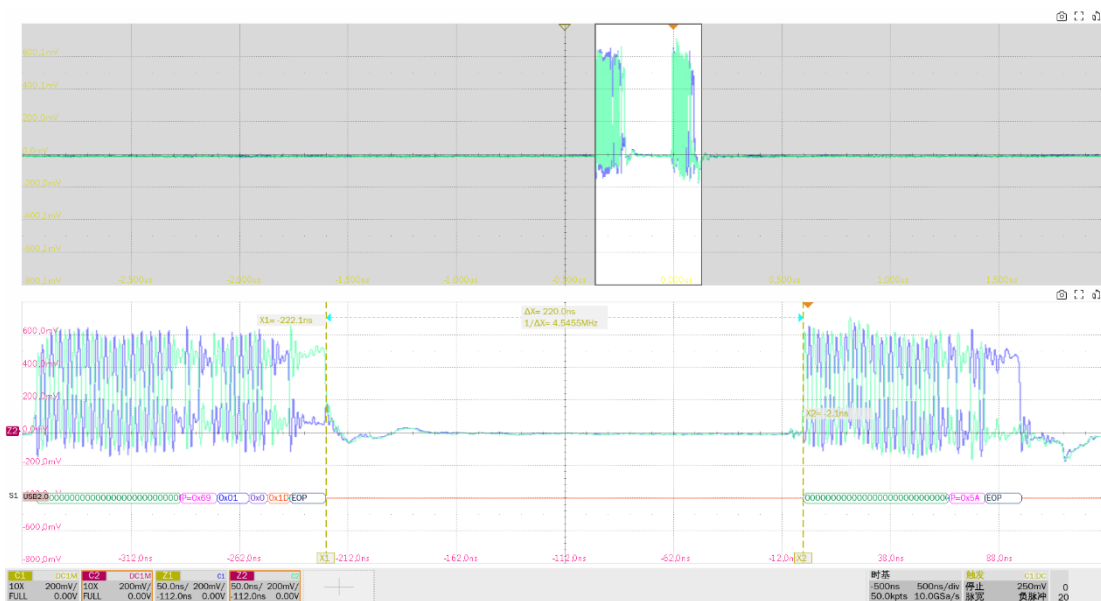
- “单端输入”时，J4、J3 分别是 D+、D-信号的测试点，“使用差分探头”时，测试点是 J1。J13 通过线缆与示波器建立通信，**Power** 灯亮。
- J10 中接入待测集线器上行端口，若成功枚举，则 **Init** 灯亮，若 Init 灯未亮，请重新插拔待测集线器。
- “启动测试”栏目中点击“**启动测试**”按钮，Init 灯灭，Test 灯亮，示波器将自动完成本项测试，测试结束后会弹出测试结果。

10.2.2 测试结果参考

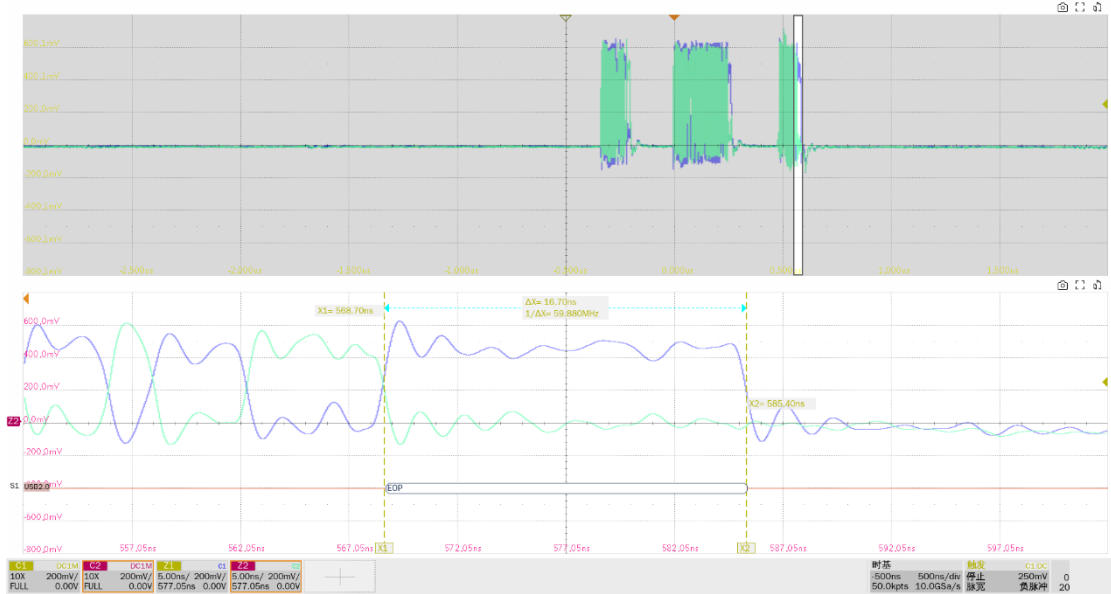
▶ EL_21: 发送不重复的包时，必须以 32bit 的 SYNC 开始。本项中测量 Device 应答包开头的 SYNC 数量。



▶ EL_22: 在接收到包后，主机和设备回复包的间隙应该为 8bit~192bit (16.64ns~399.36ns)。示波器会显示两个包，测量第一个包（主机发送）和第二个包（设备发送）的时间间隔。

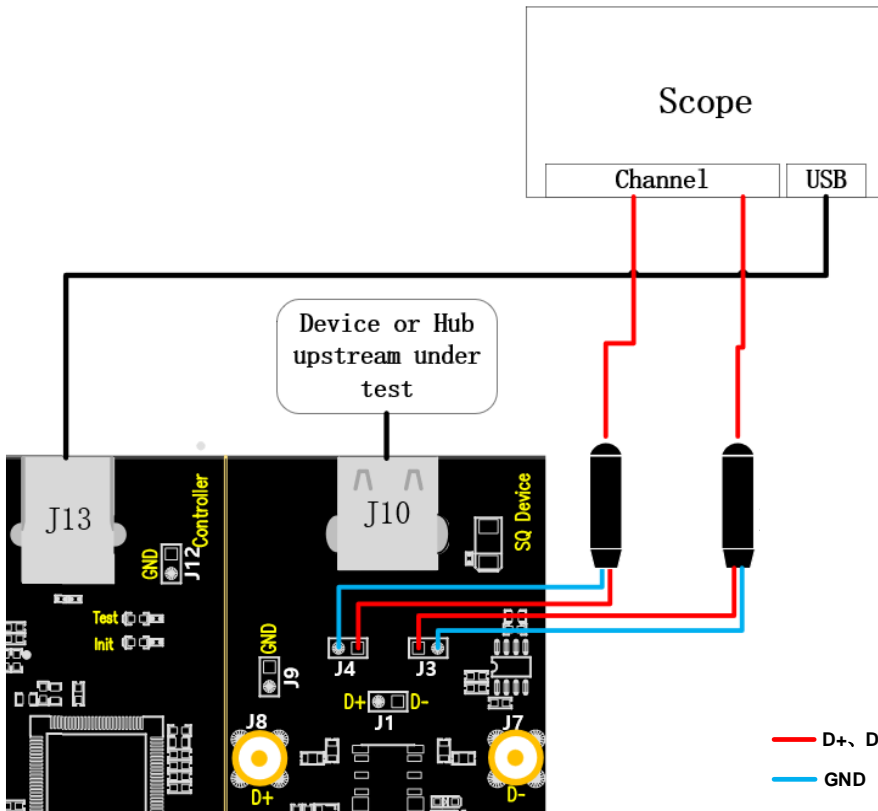


▶ EL_25: 除了 SOF's 外，所有包的 EOP 必须是 01111111 的 8 位 NRZ 字节。



10.3 高速上行啁啾时序测试 (EL_28, EL_29, EL_31)

10.3.1 测试步骤

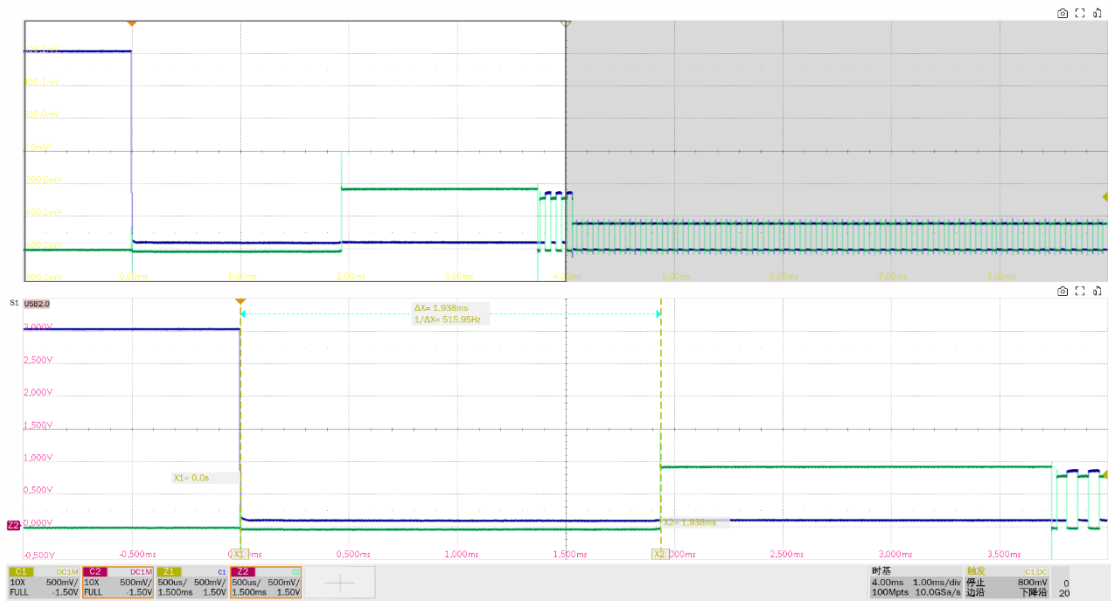


A. J4、J3 分别是 D+、D-信号的测试点，J13 通过线缆与示波器建立通信，Power 灯亮。

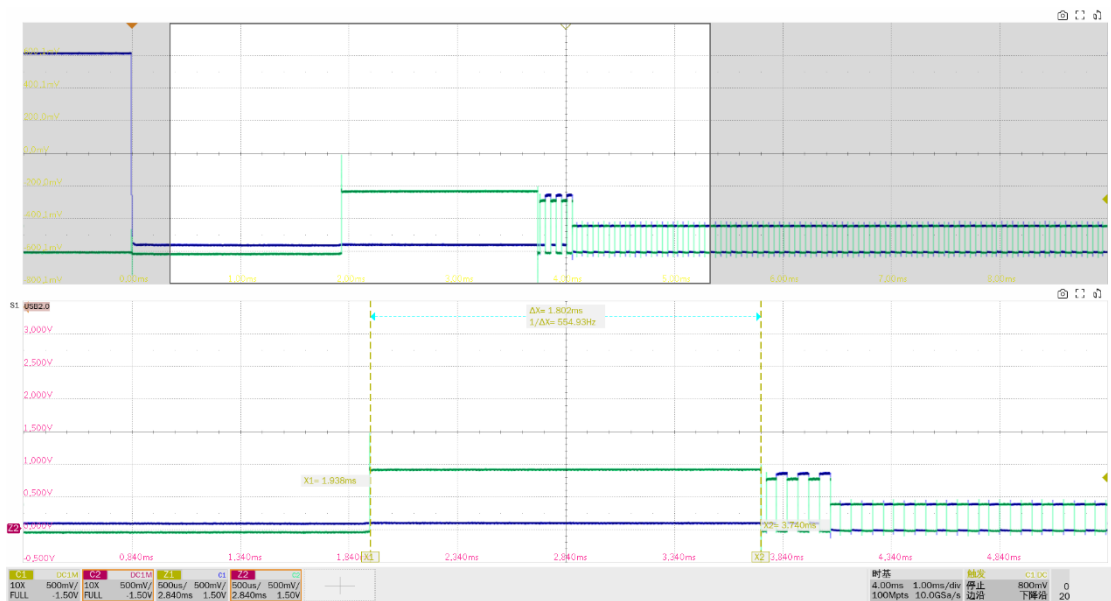
- B. J10 中接入待测集线器上行端口，若成功枚举，则 Init 灯亮，若 Init 灯未亮，请重新插拔待测集线器。
- C. “启动测试” 栏目中点击“启动测试”按钮，Init 灯灭，Test 灯亮，示波器将自动完成本项测试，测试结束后会弹出测试结果。

10.3.2 测试结果参考

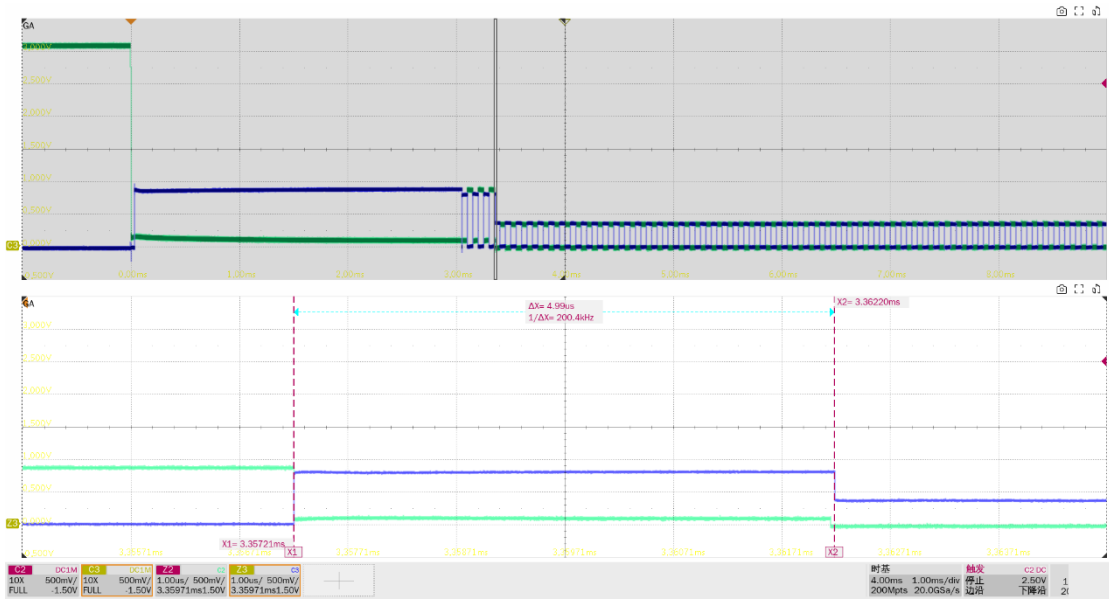
- ▶ EL_28: 设备从挂起状态复位后，必须在 2.5us~6ms 产生第一次啁啾握手信号。



- ▶ EL_29: 设备产生的啁啾握手信号必须在 1ms~7ms 之间。

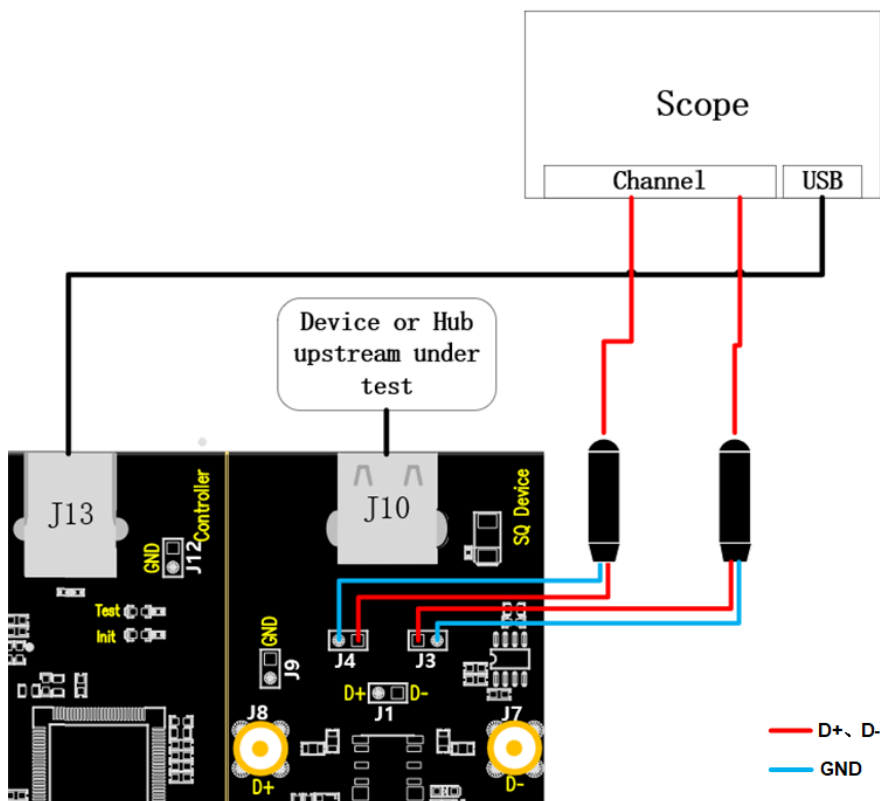


► EL_31: 设备在进行速度检测期间，当设备检测到一个有效的 K-J-K-J-K-J，设备必须断开 1.5K 上拉电阻，在 500us 内进入高速。



10.4 高速上行挂起和恢复 (EL_38 EL_39, EL_40 EL_41)

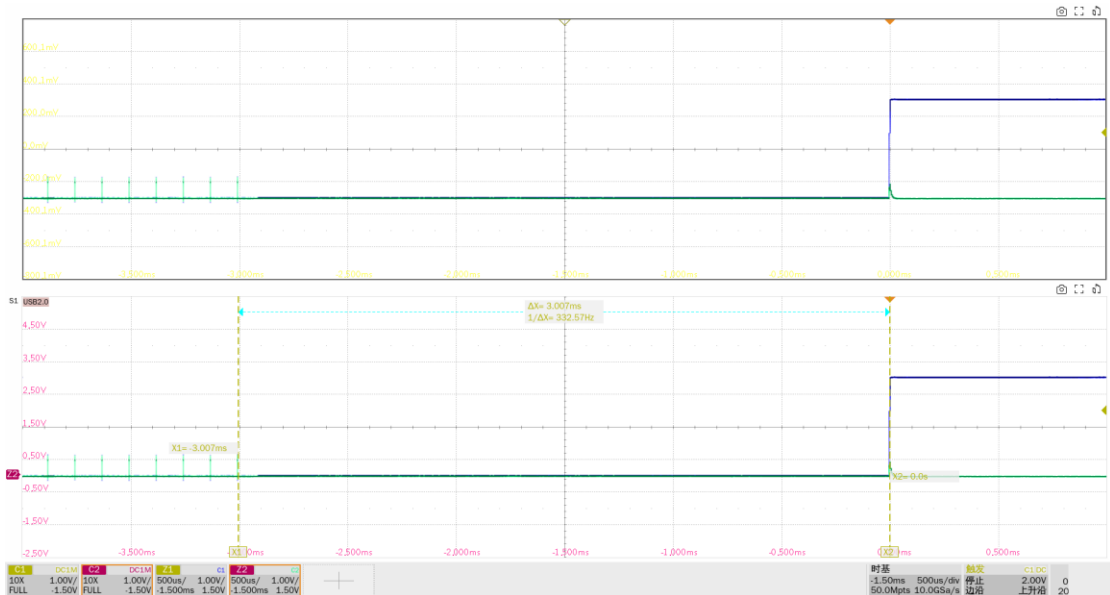
10.4.1 测试步骤



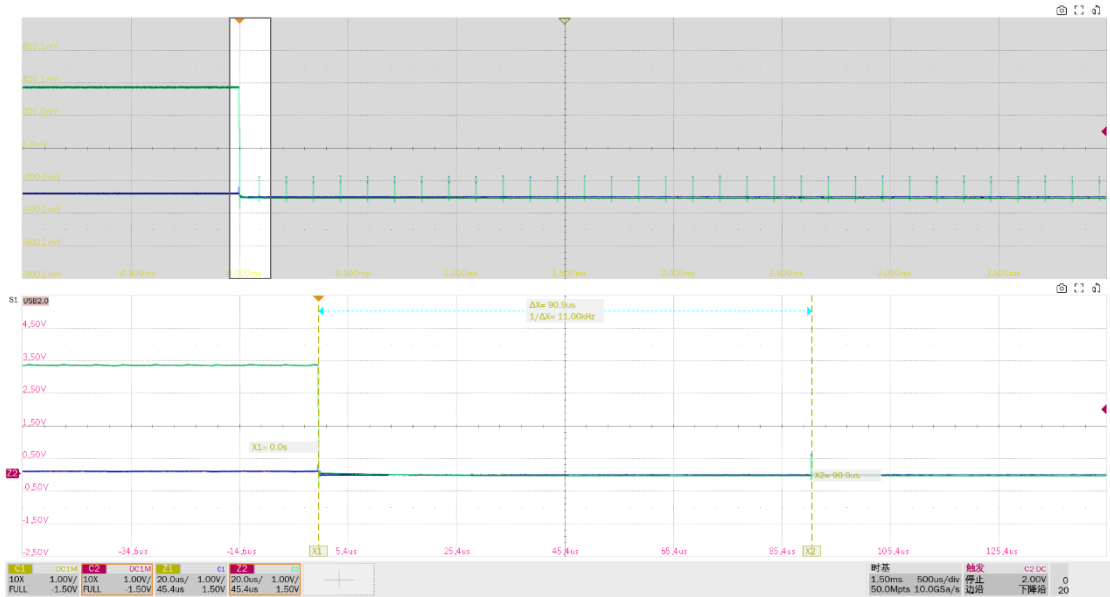
- A. J4、J3 分别是 D+、D-信号的测试点，按照配置的示波器测量信道接好探头；J13 通过线缆与示波器建立通信，**Power** 灯亮。
- B. J10 中接入待测集线器上行端口，若成功枚举，则 **Init** 灯亮，若 Init 灯未亮，请重新插拔待测集线器。
- C. “启动测试”栏目中点击“启动测试”按钮，Init 灯灭，Test 灯亮，示波器将自动完成本项测试，测试结束后会弹出测试结果。

10.4.2 测试结果参考

- ▶ EL_38: 在总线上出现 3ms 的空闲后，设备必须要在 125us 内恢复到全速，则总的的时间是 3ms~3.125ms。测量从高速的最后一个 SOF's 到挂起的时间间隔。
- ▶ EL_39: 设备必须支持挂起状态。

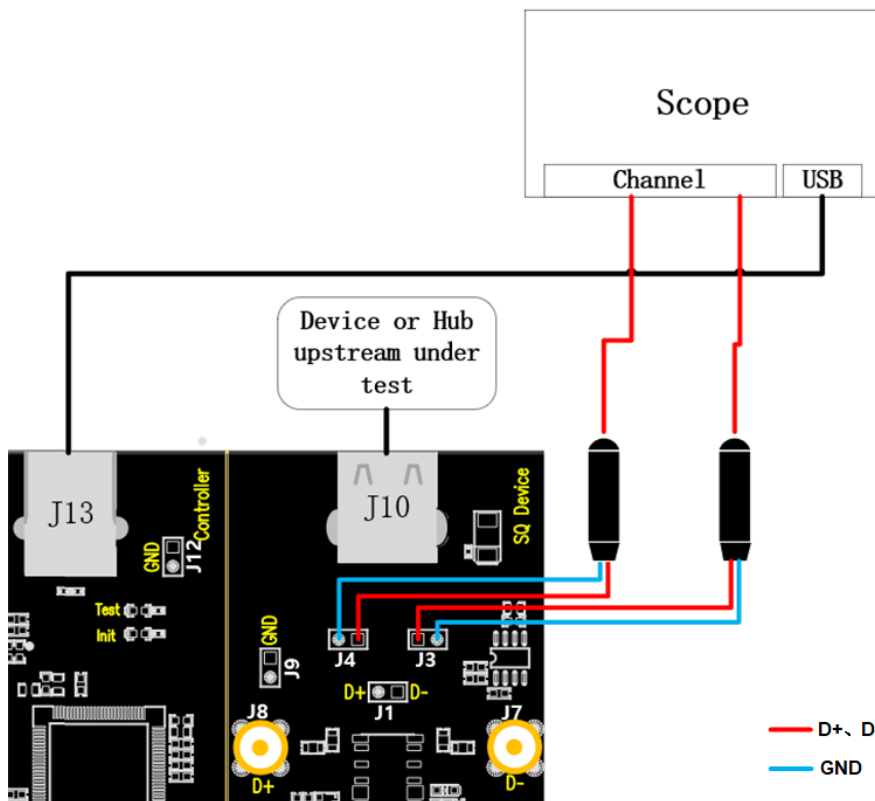


- ▶ EL_40: 如果设备处于挂起状态，并且挂起之前是高速运行，那么设备必须在复位信号结束后的两个比特时间回到高速运行。
 - ▶ EL_41: 在重置端口后，主机必须在空闲状态开始后的 3ms 内发送 SOF's。
- 注意：EL_40 测试项是挂起的低电平到高速的低电平不好定义测量，所以只测量 EL_41。



10.5 从高速进行重置 (EL_27, EL_29, EL_31)

10.5.1 测试步骤

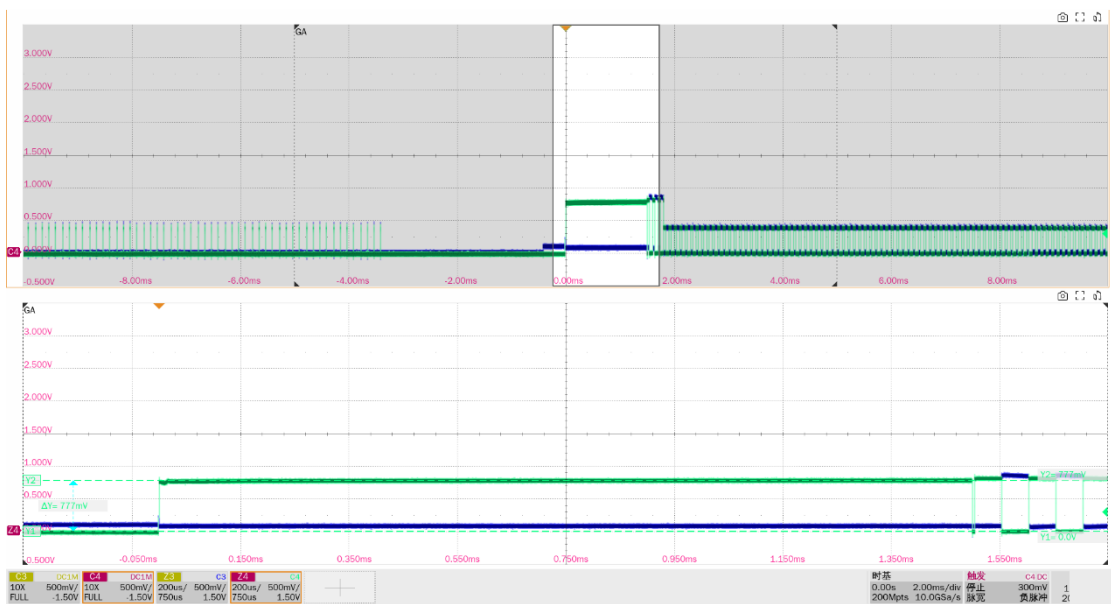
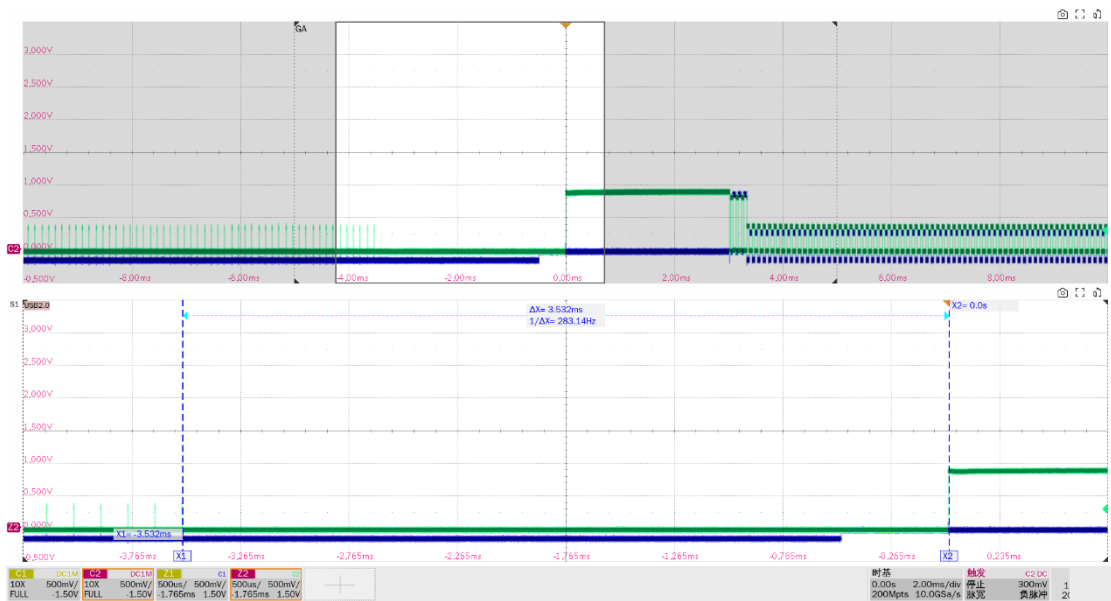


- A. J4、J3 分别是 D+、D-信号的测试点，按照配置的示波器测量信道接好探头；J13 通过线缆与示波器建立通信，**Power** 灯亮。

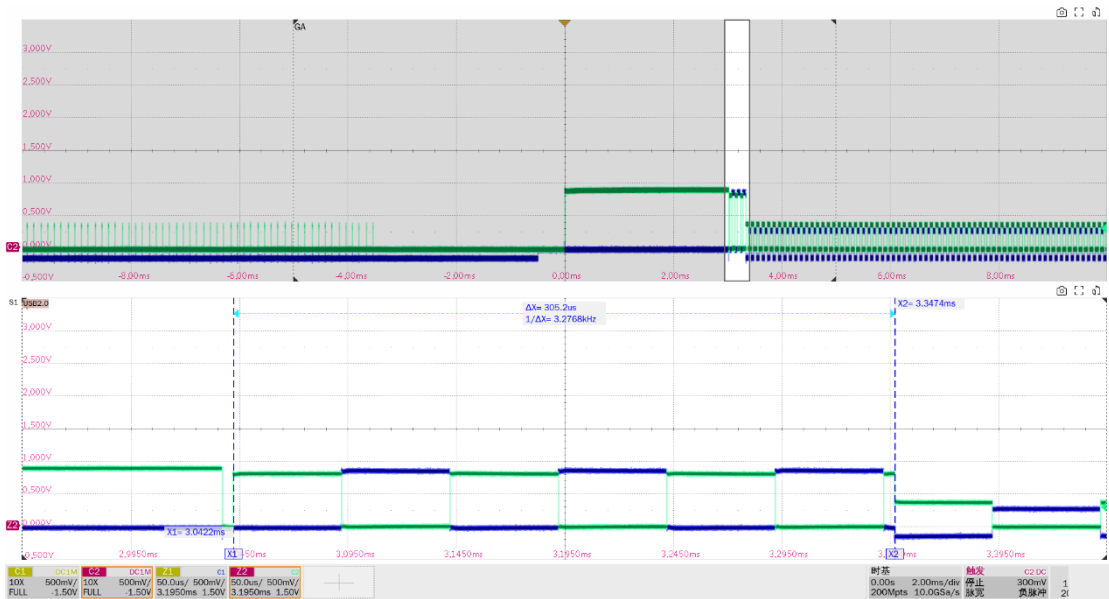
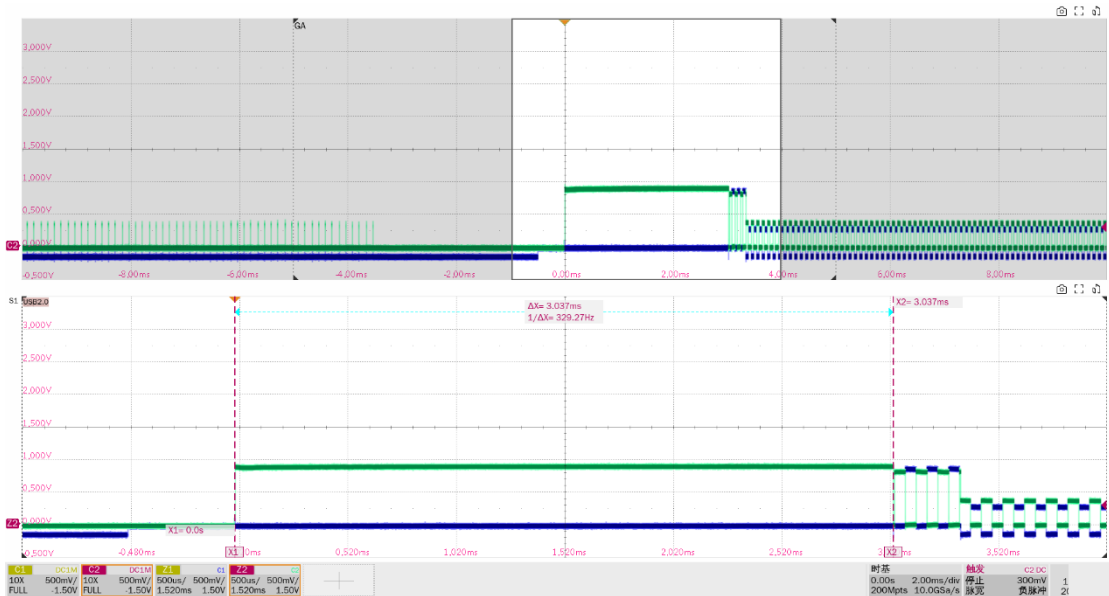
- B. J10 中接入待测集线器上行端口，若成功枚举，则 Init 灯亮，若 Init 灯未亮，请重新插拔待测集线器。
- C. “启动测试” 栏目中点击“启动测试”按钮，Init 灯灭，Test 灯亮，示波器将自动完成本项测试，测试结束后会弹出测试结果。

10.5.2 测试结果参考

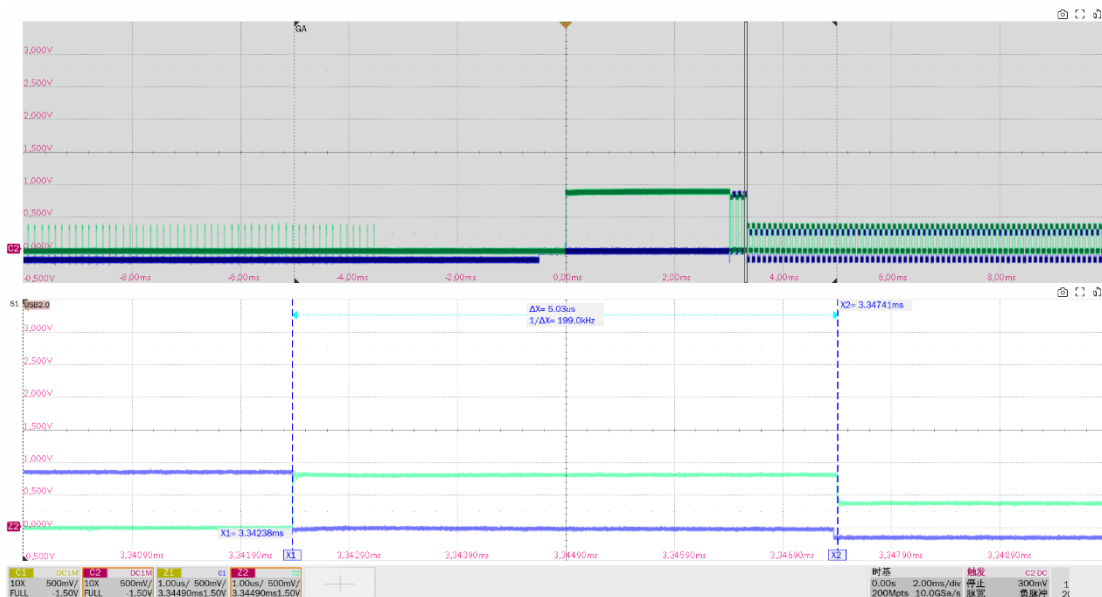
► EL_27: 测量非挂起的高速复位的响应时间，从高速的最后一个 SOF's 开始，到啁啾 K 产生的时间，时间间隔为 3.1ms~6ms。此部分额外测量了啁啾 K 的幅度 (720mV~880mV)。



► EL_29 要求设备生成的啁啾握手信号持续时间为 1ms~7ms。此部分额外测量了设备产生的 J/K 数量对（至少 3 对）。

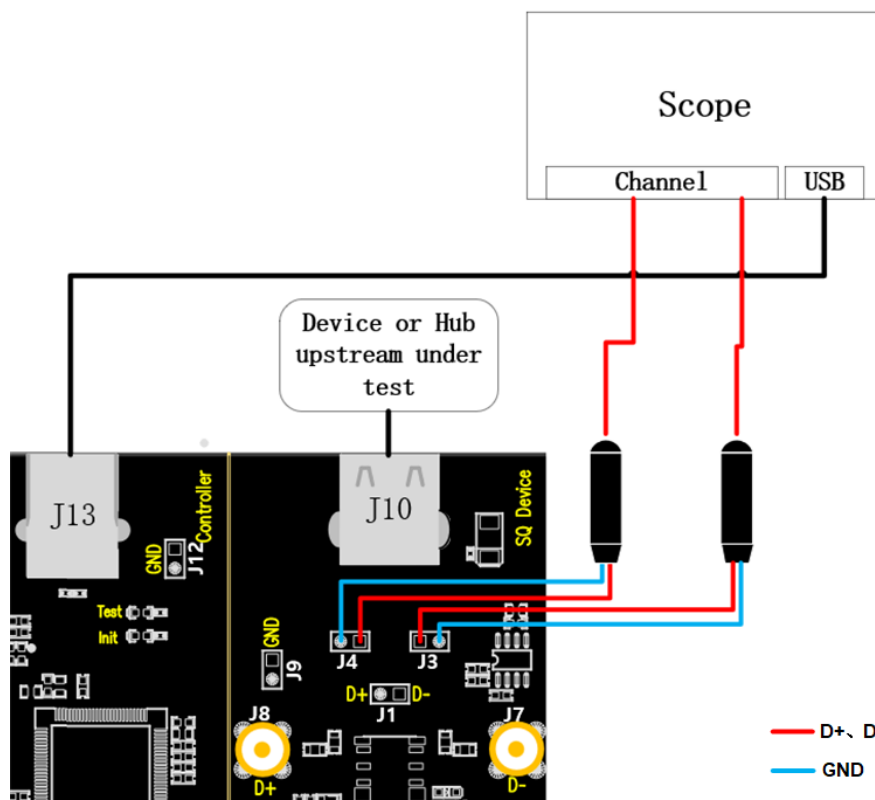


► EL_31: 设备在进行速度检测期间，当设备检测到一个有效的 K-J-K-J-K-J，设备必须断开 1.5K 上拉电阻，在 500us 内进入高速。



10.6 从挂起进行重置 (EL_28, EL_29, EL_31)

10.6.1 测试步骤

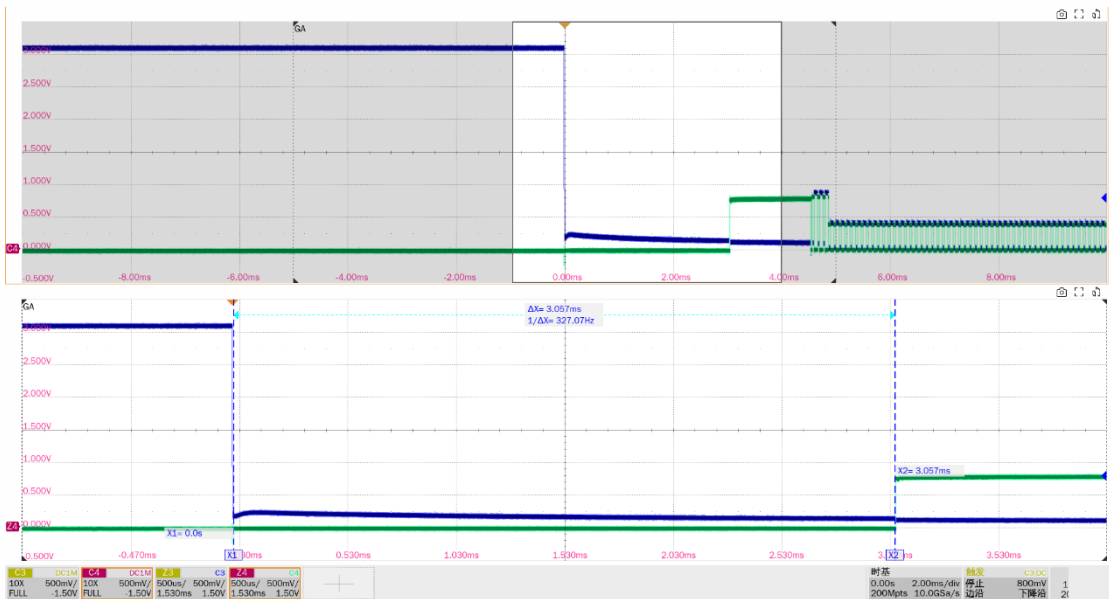


A. J4、J3 分别是 D+、D-信号的测试点，J13 通过线缆与示波器建立通信；Power 灯亮。

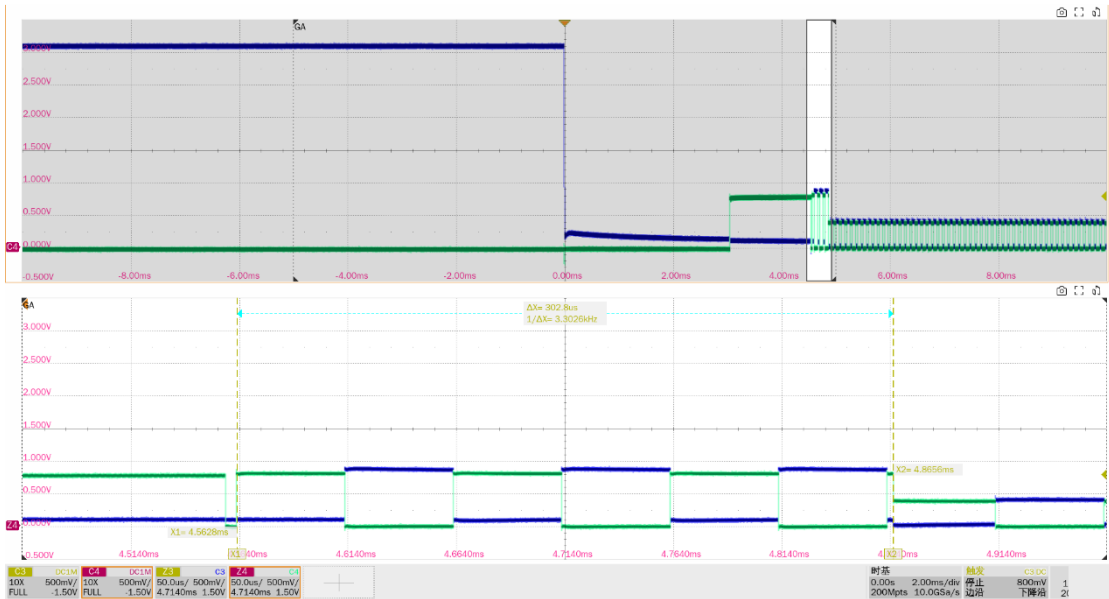
- B. J10 中接入待测集线器上行端口，若成功枚举，则 Init 灯亮，若 Init 灯未亮，请重新插拔待测集线器。
- C. “启动测试” 栏目中点击 “启动测试” 按钮，Init 灯灭，Test 灯亮，示波器将自动完成本项测试，测试结束后会弹出测试结果。

10.6.2 测试结果参考

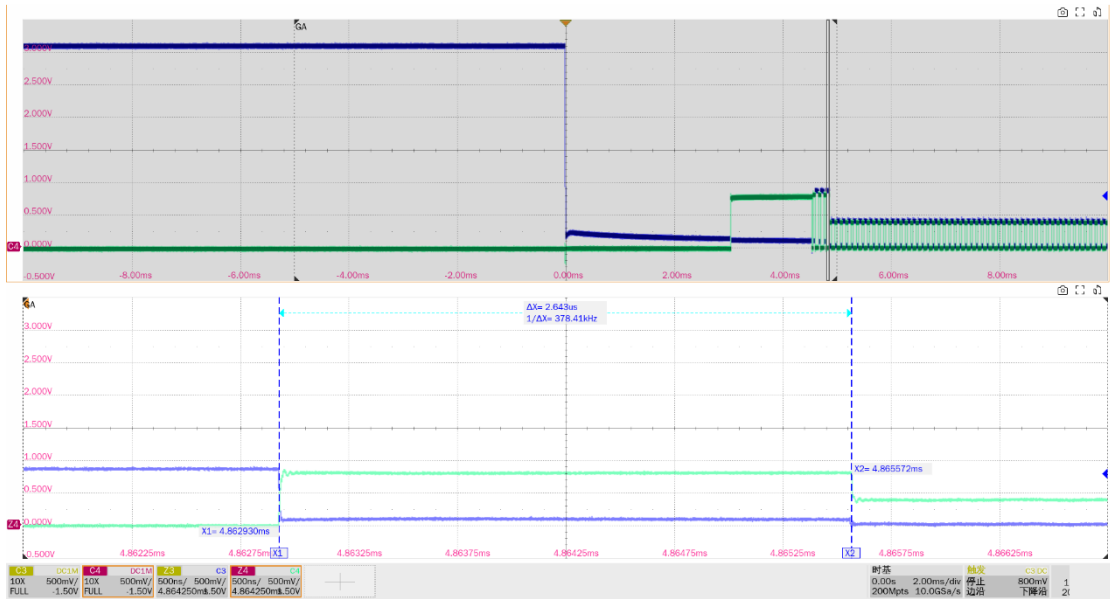
► EL_28: 从挂起状态复位时，必须在 2.5us~6ms 内发送啾啾握手信号。此部分额外测量了啾啾 K 的幅度 (720mV~880mV)。



► EL_29 要求设备生成的啾啾握手信号为 1ms~7ms。此部分额外测试了挂起重置后 K/J 的数量对 (至少 3 对)。

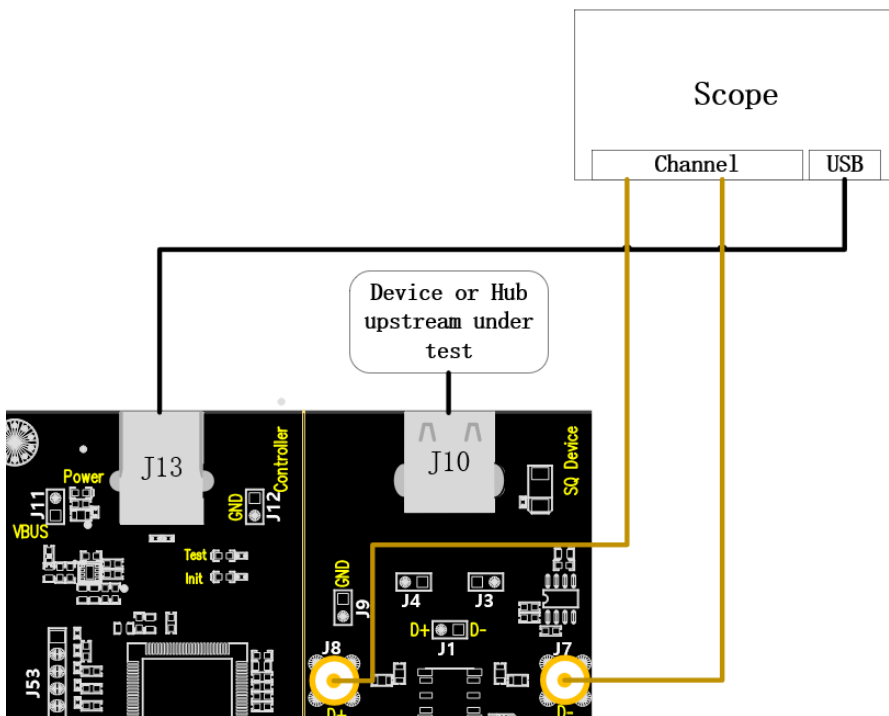


► EL_31 要求设备在进行速度检测期间,当设备检测到一个有效的 K-J-K-J-K-J,设备必须断开 1.5K 上拉电阻,在 500us 内进入高速。



10.7 高速上行无驱动时的电平值 (EL_8, EL_9)

10.7.1 测试步骤

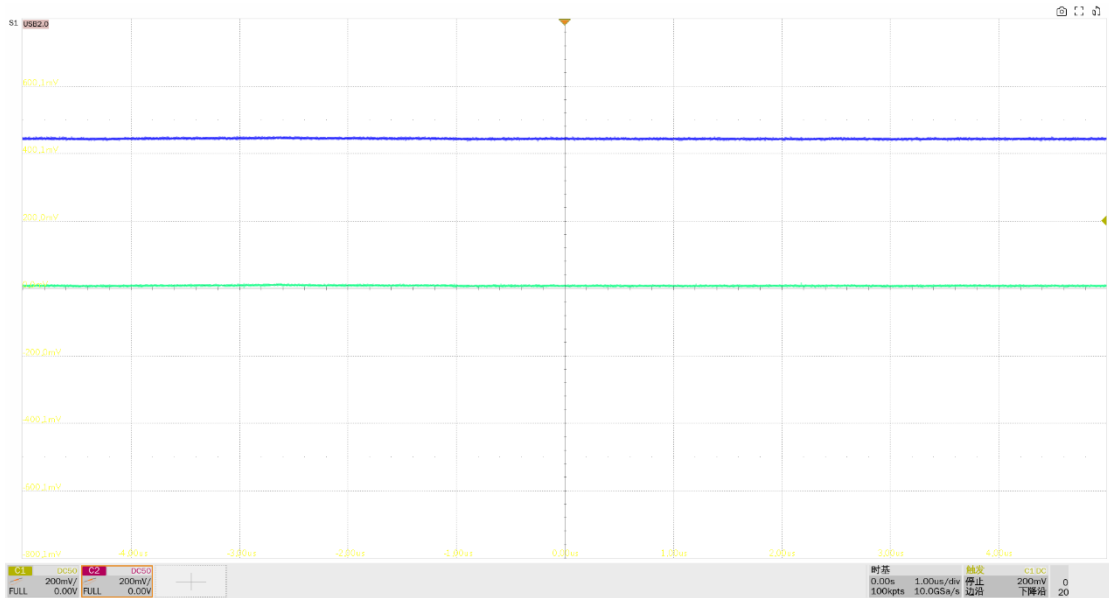


- A. 使用两根 SMA 线缆将 J8、J7 与前面配置的 D+、D-信道相连，J13 通过线缆与示波器建立通信，**Power** 灯亮。
- B. J10 中接入待测集线器上行端口，若成功枚举，则 **Init** 灯亮，若 Init 灯未亮，请重新插拔待测集线器。

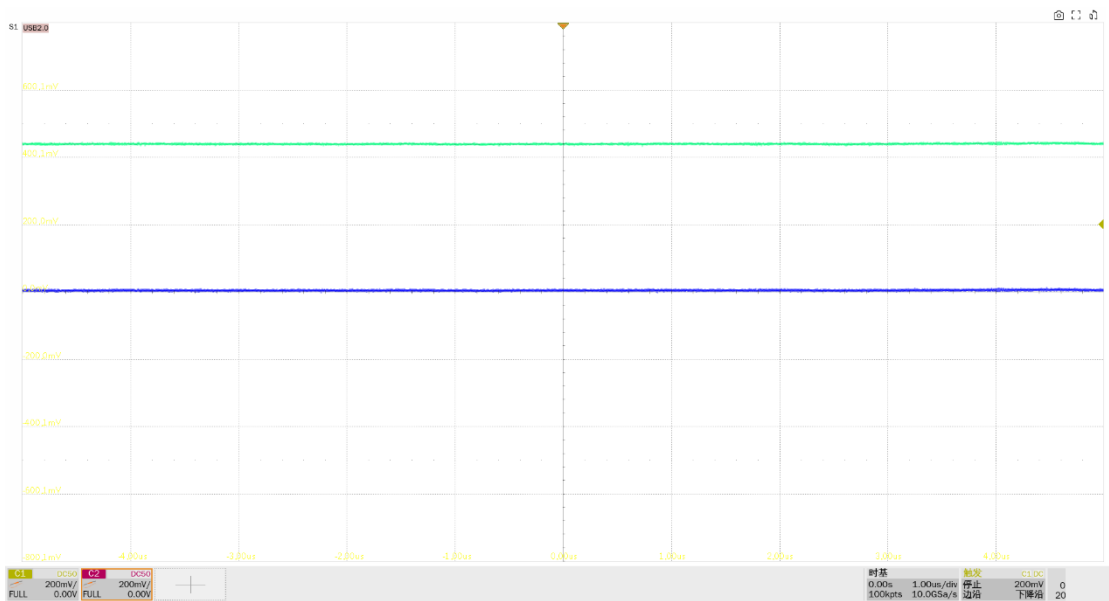
C. “启动测试” 栏目中点击“启动测试”按钮，Init 灯灭，Test 灯亮，示波器将自动完成本项测试。

10.7.2 测试结果参考

▶ EL_8: 测量无驱动时 J/K 的电压值 (360mV~440mV)

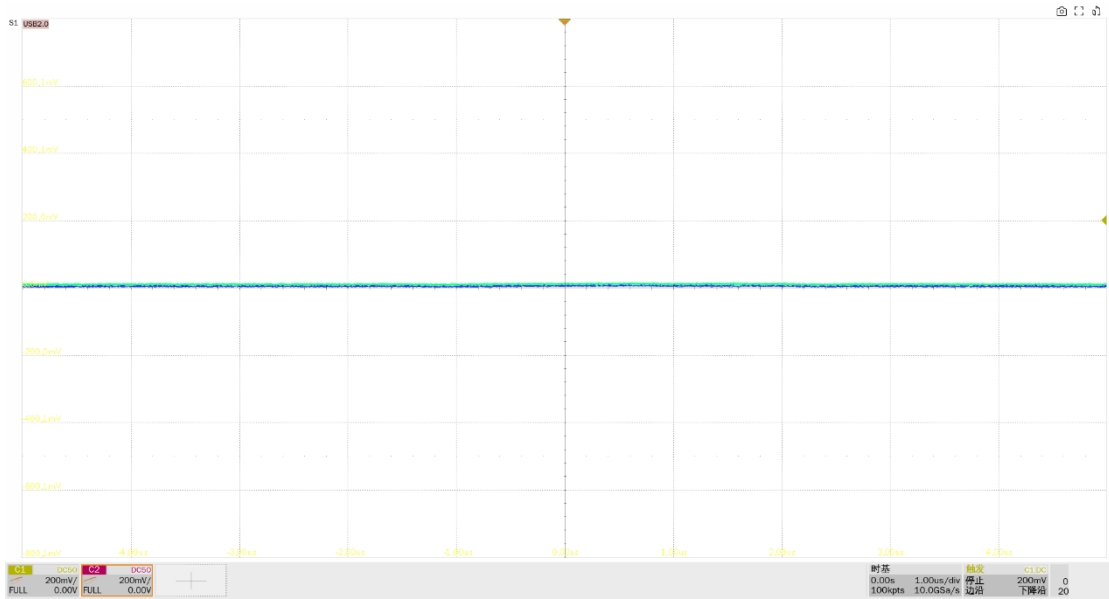


上行未驱动时 J 的电压值



上行未驱动时 K 的电压值

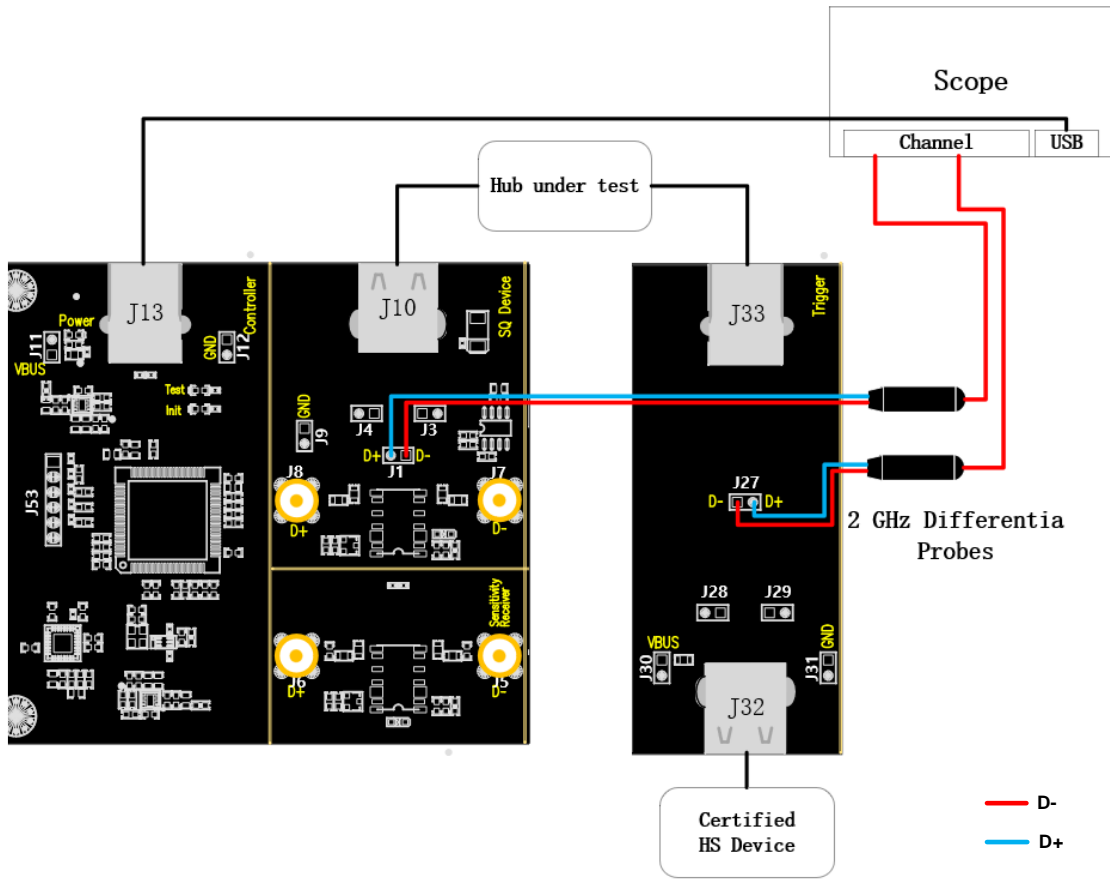
► EL_9: 当 D+、D-无驱动时, 在 45ohm 端接的情况下, 输出电压范围 $\pm 20\text{mV}$, 本项测量 SE0 状态下的 D+、D-电压值



上行 SE0_NAK 电平值

10.8 高速中继上行 (EL_42, EL_43, EL_44, EL_45, EL_48)

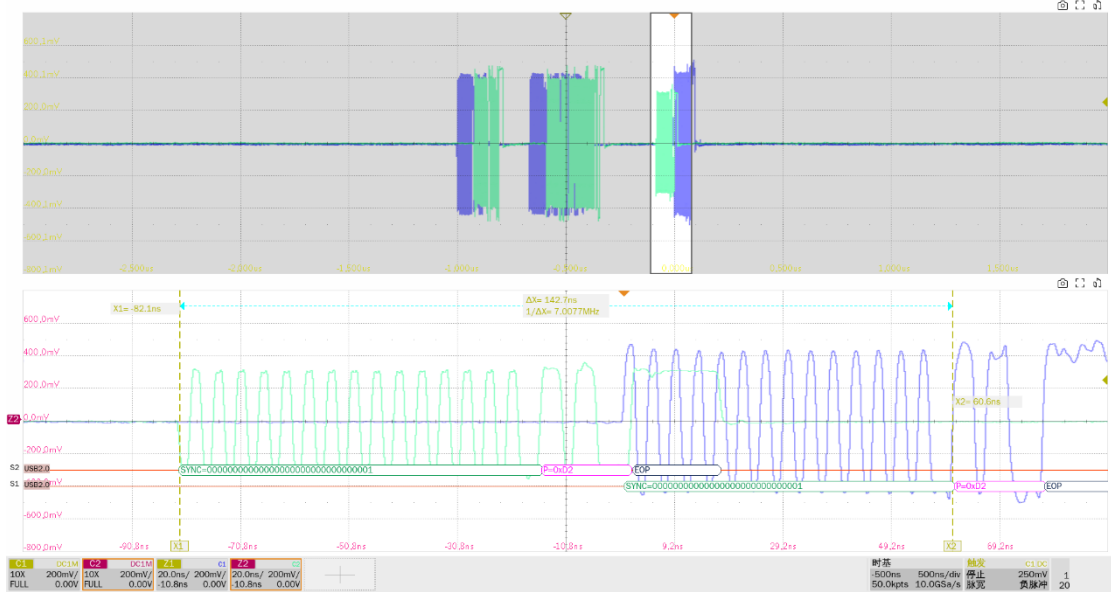
10.8.1 测试步骤



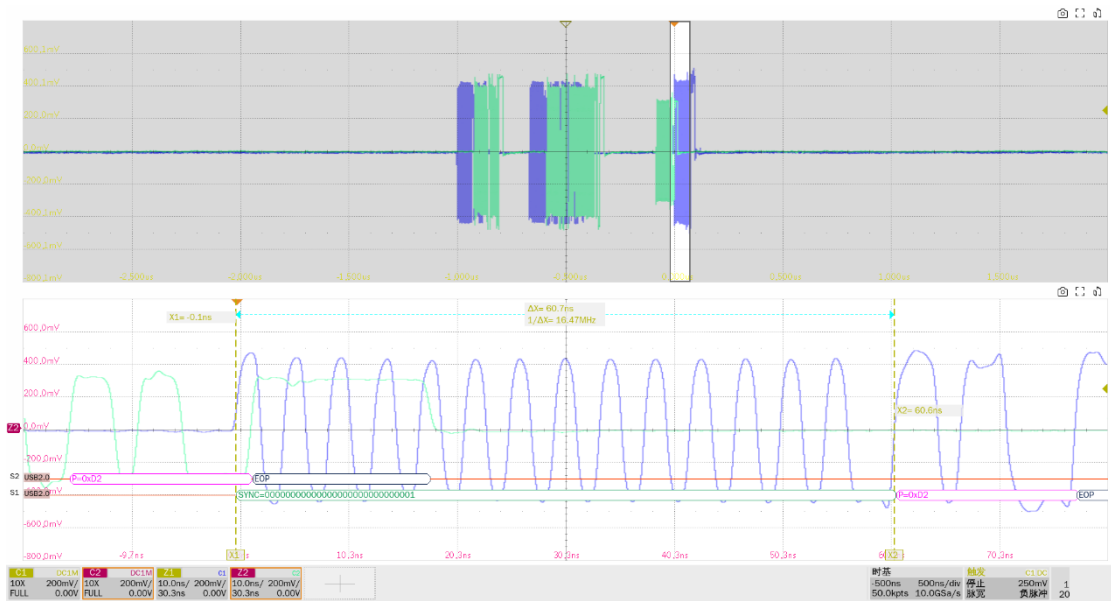
- 使用差分探头时，J1 对应中继上行测试点，J27 对应中继下行测试点；使用单端探头时，J4、J3 对应中继上行测试点的 D+、D-，J29、J28 对应中继下行测试点的 D+、D-；按照前面的示波器信道配置接好探头。
- 使用线缆连接示波器 USB 接口和 J13，建立示波器与 USB 信号板的通信，**Power** 灯亮。
- 集线器的上行端口接 J10，若成功枚举，**Init** 灯亮，反之，请重新插拔；集线器待测下行端口使用短的线缆与 J33 相连，在 J32 接入一个通过 USB 2.0 认证的高速设备。
- “启动测试”栏目中点击“启动测试”按钮，示波器将自动完成本项测试。

10.8.2 测试结果参考

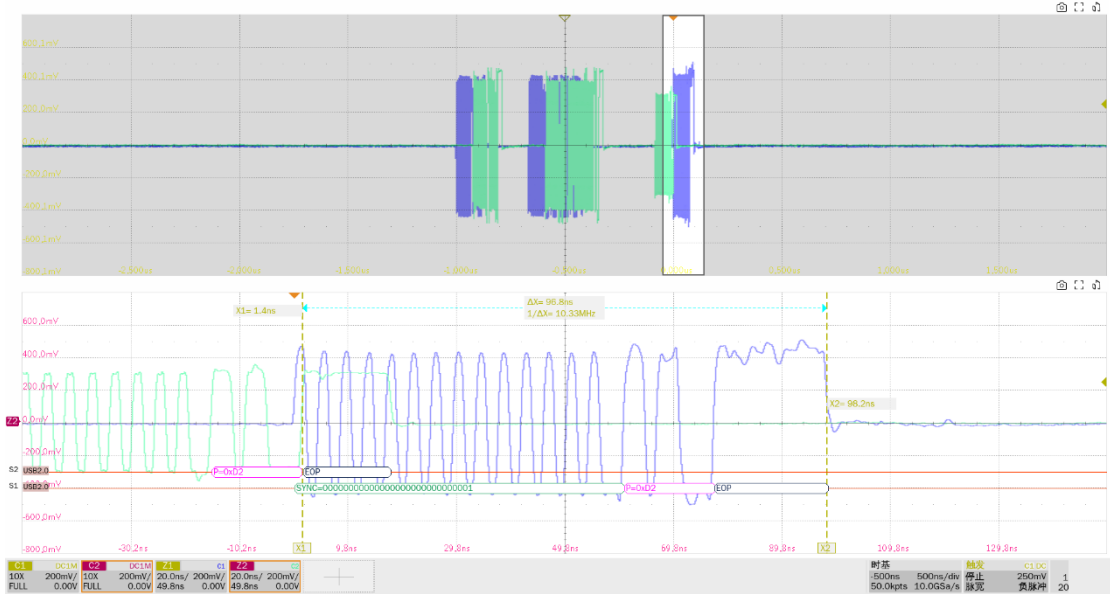
► EL_42: 集线器中继器在重复的 SYNC 模式中截断不得超过 4 位。测量一个数据包经过集线器后，其上行端口与下行端口同步域位数的差值，两者的差值不得大于 4bit。



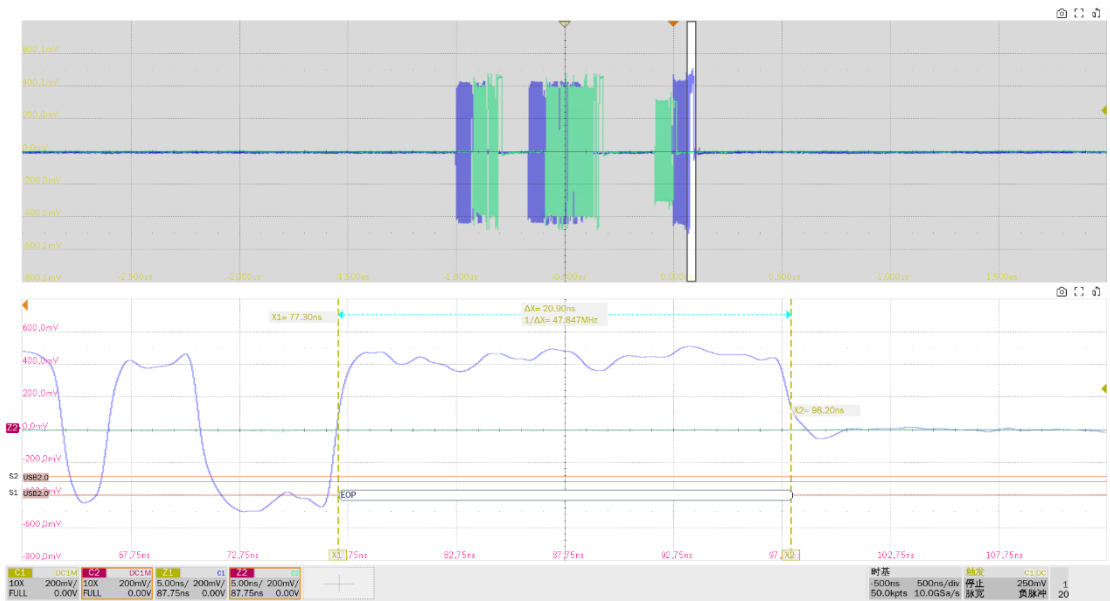
► EL_43: 集线器不能损坏同步域。测量集线器上行端口处的同步域。



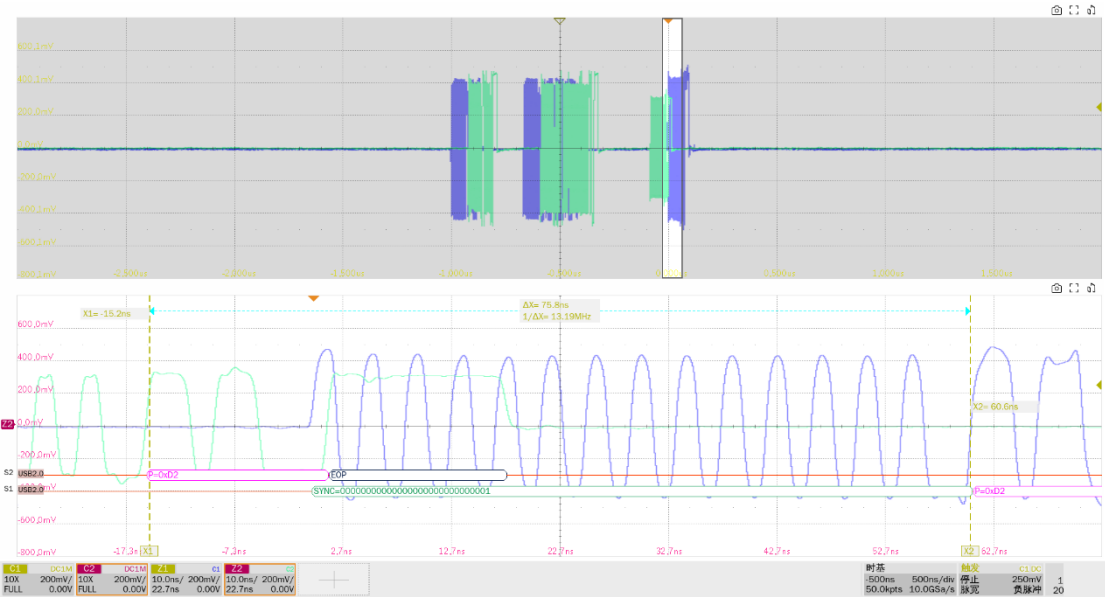
► EL_44: 一个集线器在重复一个数据包时，最多可以在 EOP 字段的末尾增加 4 个随机位。测量一个数据包在经过集线器后，其上行端口 EOP 位数和下行端口 EOP 位数的差值，增加的位数不得超过 4 位。



► EL_45: 集线器不能损坏数据包有效的 EOP 位。测量中继上行端口的 EOP。

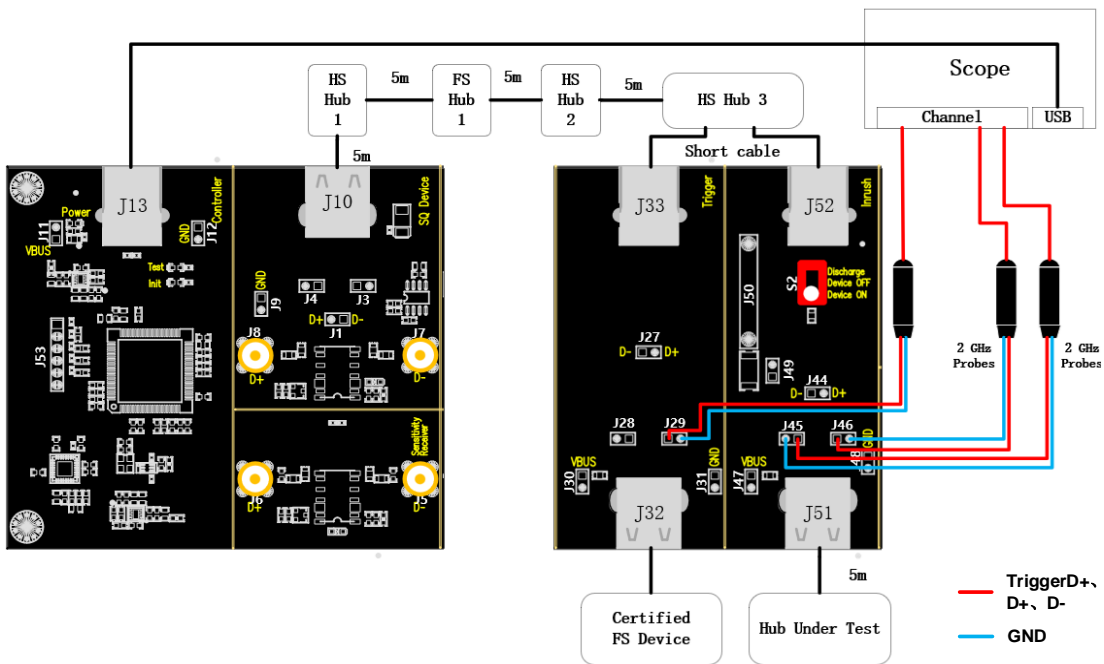


► EL_48: 集线器传输数据包延时不能超过 36 位 + 4ns。延时的测量方式是从集线器输入数据同步域结束开始，到输出数据同步域结束截至，两者之间的时间间隔不能超过 36 位 + 4ns。



10.9 全速上行信号质量

10.9.1 测试步骤

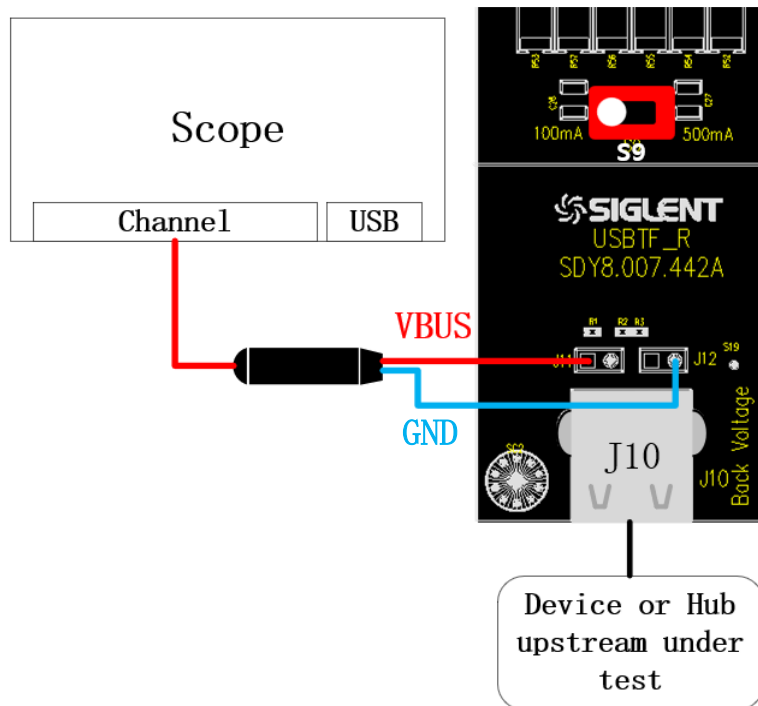


- J46、J45 分别是待测设备的 D+、D-信号测试点，J29 是 trigger D+的信号测试点。
- 使用线缆连接示波器 USB 接口和 J13，建立示波器与 USB 信号板的通信，Power 灯亮。
- 取一个高速集线器（图中的 HS Hub 3），根据“Port”中填写的数值，其对应位置的下行端口通过短的线缆与 J52 相连，任选另一个端口通过短的线缆与 J33 相连。

10.10 背板电压

10.10.1 测试步骤

10.10.1.1 测试环境搭建



- A. 图中 J11、J12 从左到右分别是 VBus、D-、D+、GND，根据配置的 VBus、D-、D+信道，连接好探头。
- B. “启动测试”栏目中点击“启动测试”按钮，按照接下来的弹窗内容完成测试。

10.10.1.2 枚举前电压测试

若设备是自供电设备，请为其接上外部电源，将待测设备连接到 J10 端口，点击“启动测试”。

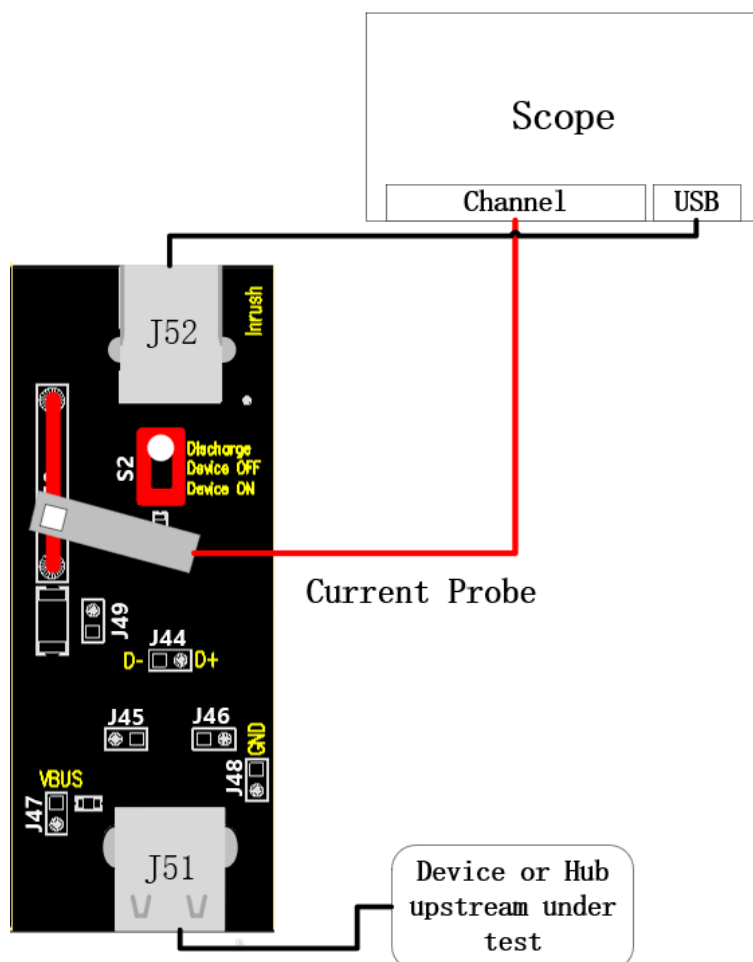
10.10.1.3 枚举后电压测试

若设备是自供电设备，请为其接上外部电源，将待测设备连接到任意一个正常的 USB 端口，使其正常枚举后，将待测设备接到 J10，点击“启动测试”。

10.11 浪涌电流

10.11.1 测试步骤

10.11.1.1 测试环境搭建

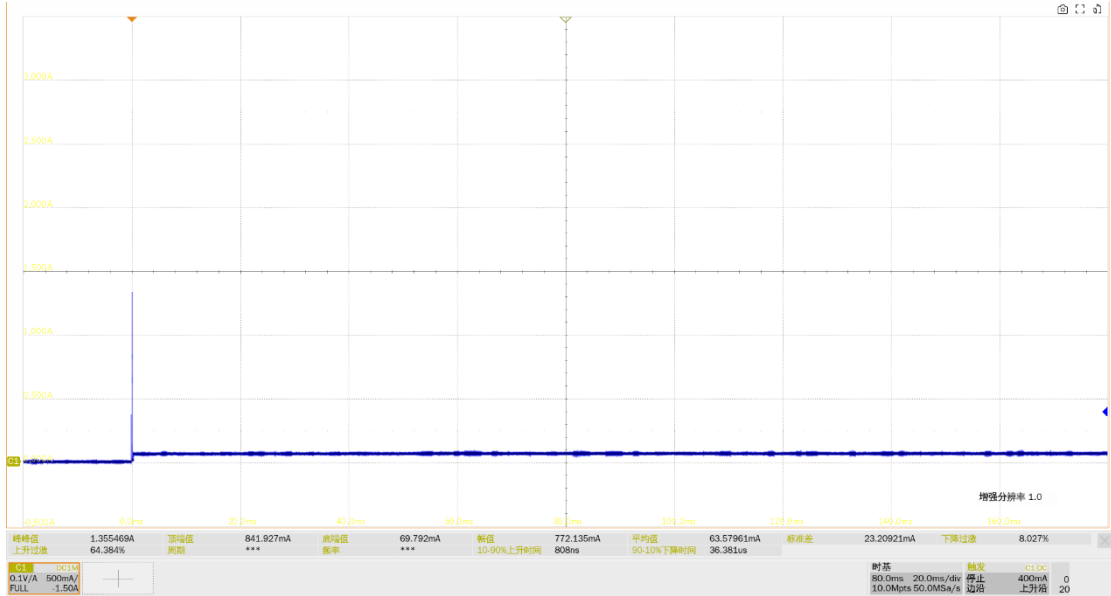


- 任选一个正常供电的 USB 接口，通过线缆将其与 J52 相连，J50 连接好电流探头。
- 在连接好电流探头后，打开前面配置的示波器测试信道，根据使用的探头手动配置该信道的电流探头倍数，通道设置为“**200mA/div**”，触发方式选择“**自动**”，然后进行探头的消磁。
- J51 接入待测设备，S2 扭子开关拨到“**Device ON**”后，查看示波器的波形是否上移，若不是说明探头连接有误，请翻转探头后再接入 J50。
- “启动测试”栏目中点击“**启动测试**”按钮。

10.11.1.2 浪涌电流测试

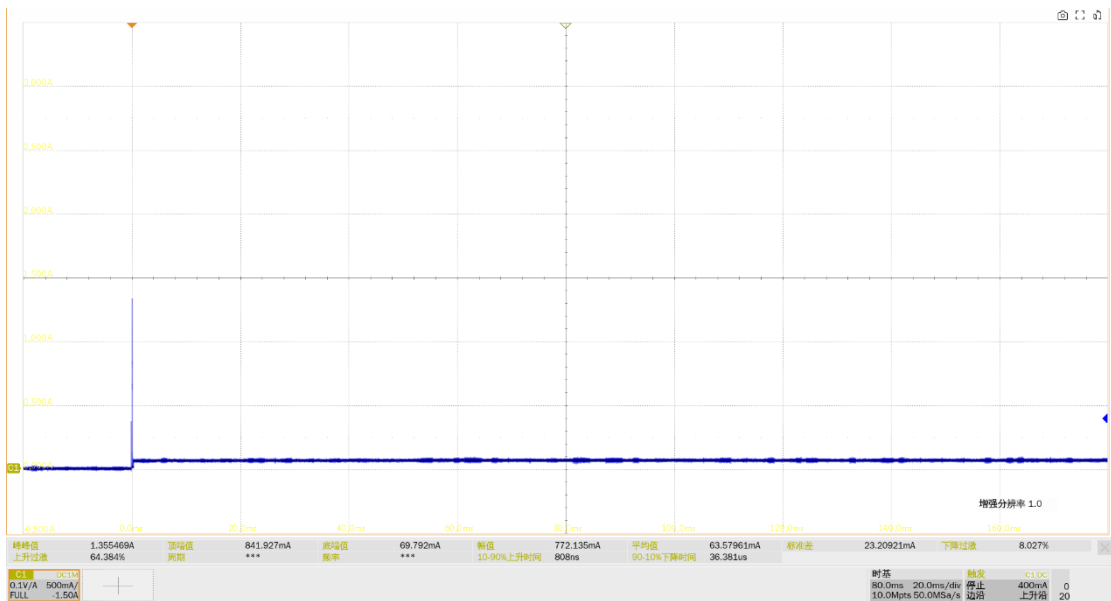
- 将 S2 扭子开关拨到“**Discharge**”，等待一两秒后，拔掉待测设备。

- B. S2 扭子开关拨到 “Device ON” 。
- C. J51 处接入待测设备，观察到示波器采集到波形后，点击 “启动测试”，如果示波器采集到的波形与以下参考波形有较大差异，请检查接线是否正确，从步骤 A 重新开始。



10.11.2 测试结果参考

► 浪涌电流测试结果计算是以第一个 100mA 为起点，最后一个 100mA 后 100us 为终点，计算两者之间的电荷量，要求小于 50uC。





关于鼎阳


鼎阳科技（SIGLENT）是通用电子测试测量仪器领域的行业领军企业，A 股上市公司。

2002 年，鼎阳科技创始人开始专注于示波器研发，2005 年成功研制出鼎阳第一款数字示波器。历经多年发展，鼎阳产品已扩展到数字示波器、手持示波表、函数/任意波形发生器、频谱分析仪、矢量网络分析仪、射频/微波信号源、台式万用表、直流电源、电子负载等基础测试测量仪器产品，是全球极少数能够同时研发、生产、销售数字示波器、信号发生器、频谱分析仪和矢量网络分析仪四大通用电子测试测量仪器主力产品的厂家之一，国家重点“小巨人”企业。同时也是国内主要竞争对手中极少数同时拥有这四大主力产品并且四大主力产品全线进入高端领域的厂家。公司总部位于深圳，在美国克利夫兰、德国奥格斯堡、日本东京成立了子公司，在成都成立了分公司，产品远销全球 80 多个国家和地区，SIGLENT 已经成为全球知名的测试测量仪器品牌。

联系我们

深圳市鼎阳科技股份有限公司
全国免费服务热线：400-878-0807
网址：www.siglent.com

声明

 是深圳市鼎阳科技股份有限公司的注册商标，事先未经过允许，不得以任何形式或通过任何方式复制本手册中的任何内容。本资料中的信息代替原先的此前所有版本。技术数据如有变更，恕不另行通告。

技术许可

对于本文档中描述的硬件和软件，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。

