

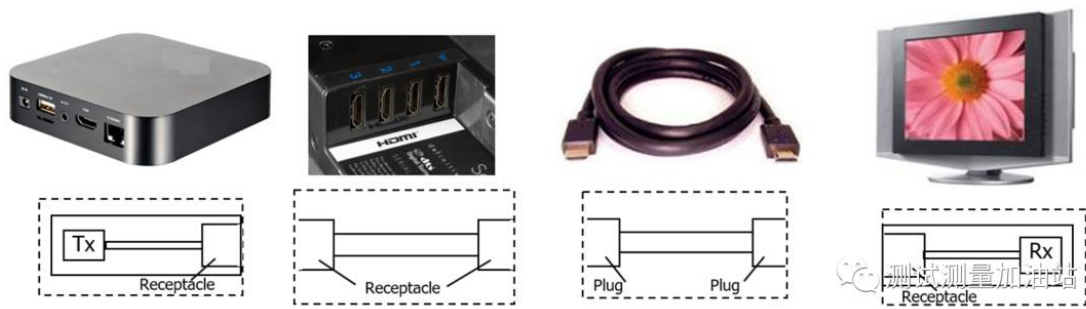
科技助冬奥，高清要实测

2022 北京冬奥脚步越来越近，北京冬奥将首现 8K 转播，8K 超高清直播技术将首次得到应用，通过超高清视频技术为电视机前的观众带来“身临其境”般的超高清奥运观赛体验，更好为世界各地的观众呈现冬奥精彩赛事。

高清看奥运，需要高清数字电视节目源、高清机顶盒、高清电视机，把高清数字电视机顶盒的 HDMI 输出端口连接到高清电视，然后才能观看高清电视节目。HDMI 接口作为最新一代的高清显示数字接口，由于可以同时传输视频和音频数据，且连接简单，兼容性好等特点，广泛应用于各种消费类电子产品上，不管是电视机、机顶盒、DVD 碟机、个人电脑、电视棒、高清播放机、还是投影仪、数码摄像机、液晶显示器、以及蓝光 DVD 和 HD DVD，都少不了 HDMI 高清多媒体接口的身影。

HDMI:同时支持非压缩视频流和压缩/非压缩音频

- 1) 源端:机顶盒/电脑/电视棒
- 2)中继设备:功放/sound bar
- 3) 线缆:Cat1/2/3
- 4) 接收端:电视/显示器



下面的视频详细介绍了 HDMI1.4b 和 HDMI2.0 源端物理层一致性测试，后续将发布 HDMI2.1 的技术和实测视频，敬请期待。

[HDMI 2.0 源端物理层一致性测试 \(10 分 34 秒, 点击查看\)](#)

[HDMI 1.4 源端物理层一致性测试 \(10 分 5 秒, 点击查看\)](#)

HDMI 接口类型

Type A: 目前通用 HDMI 的接口

Type B: Dual Channel 的接口

Type C: Mini HDMI 接口

Type D: Micro HDMI 接口（相对于 Type C 更加紧凑）

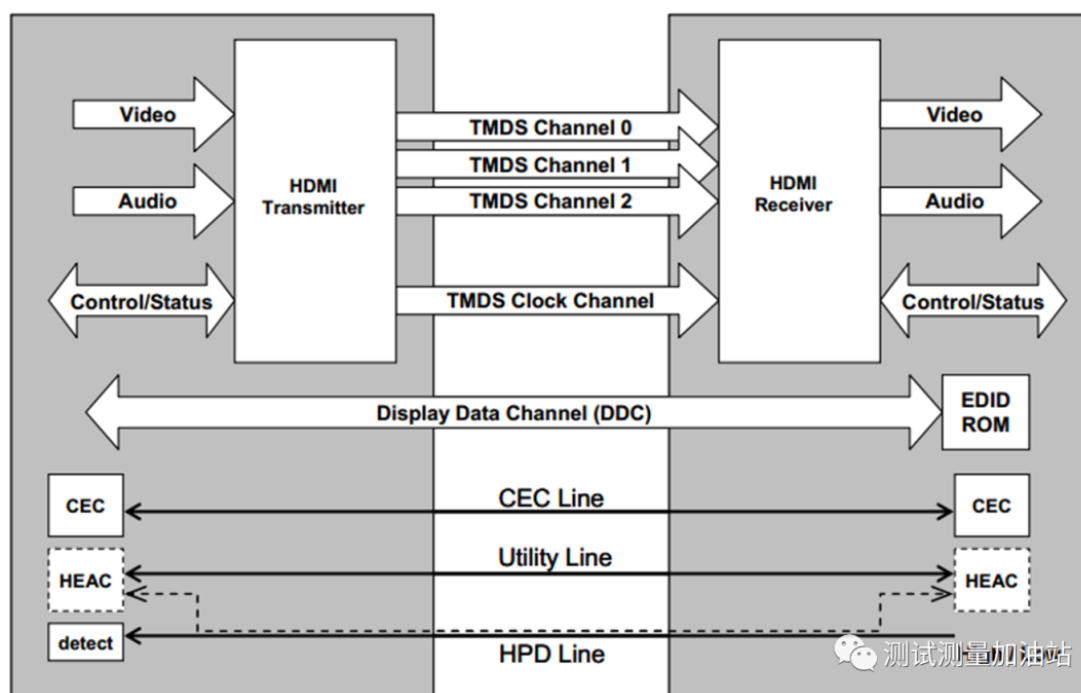
Type E: 汽车电子专用 HDMI 接口

HDMI 版本演进

HDMI 版本	1.0	1.4	2.0	2.1
最大分辨率 24位/像素	1920x1200 @60Hz	4K@30Hz	4K@60Hz	8K@60Hz 10K@60Hz
最大时钟频率(MHz)	165	340	148.5	嵌入式
最大数据速率/通道 (Gbps)	1.65	3.4	6	12
最大总带宽 (Gbps)	4.95	10.2	18	48
最多色深 (位/像素)	24	48	48	48
YCbCr 4:2:0 支持	否	否	是	是

HDMI 2.0 简介

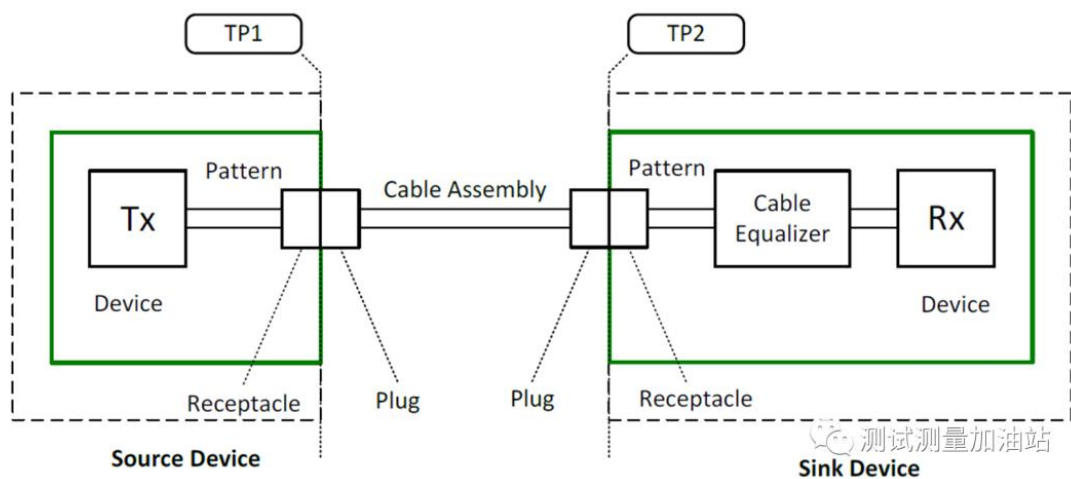
HDMI (High Definition Media Interface, 高清多媒体接口)。HDMI 系统可以划分 4 个种类: Source、Sink、Cable 和 Repeater。HDMI 接口使用 TMDS 编码技术, 从下图可以看到, 共有四对 TMDS 差分信号, 其中 TMDS Clock channel 作为独立的时钟信号, 用于同步和信号采集; TMDS Channel 0、1、2 作为数据通道, 用来传输视频和音频数据。HDMI2.0 定义了每个 Channel 最高 6Gbps 的速率, 接口的总带宽最高为 $3 \times 6\text{Gbps} = 18\text{Gbps}$, 刚好满足 4Kp60Hz 需要的 17.82Gbps 的带宽。DDC (Display Data Channel) 使用 I2C 协议, Source 通过 DDC 读取 Sink 产品的 EDID (包含 Sink 支持的分辨率, 最高速率等信息), 确认最佳分辨率的输出。



HDMI1.4b/2.0 的测试挑战

1. 一些方案端接电压需要外接电源提供，或者端接电压不可调，无法验证极限情况。
2. 测试信号速率随着分辨率变化，需要手动设置分辨率，测试无法自动化。
3. 单端测试和差分测试信号采集需要更改硬件连接，过程繁琐耗时。

TMDS 链路测试点



时钟 vs 数据速率

Coding	444	444	444	420 DC 24	420 DC 30	420 DC 36	420 DC 48
Resolution	1080p	4K 30Hz	4K 60Hz	4K 60Hz	4K 60Hz	4K 60Hz	4K 60Hz
CLK	148.5MHz	297MHz	148.5MHz	297MHz	92.81MHz	111.37MHz	148.5MHz
CLK/Data ration	1:10	1:10	1:40	1:10	1:40	1:40	1:40
Data Rate Gbps	1.485G	2.97G	5.94	2.97G	3.71	4.454	5.94

HDMI1.4b/2.0 源端测试项目

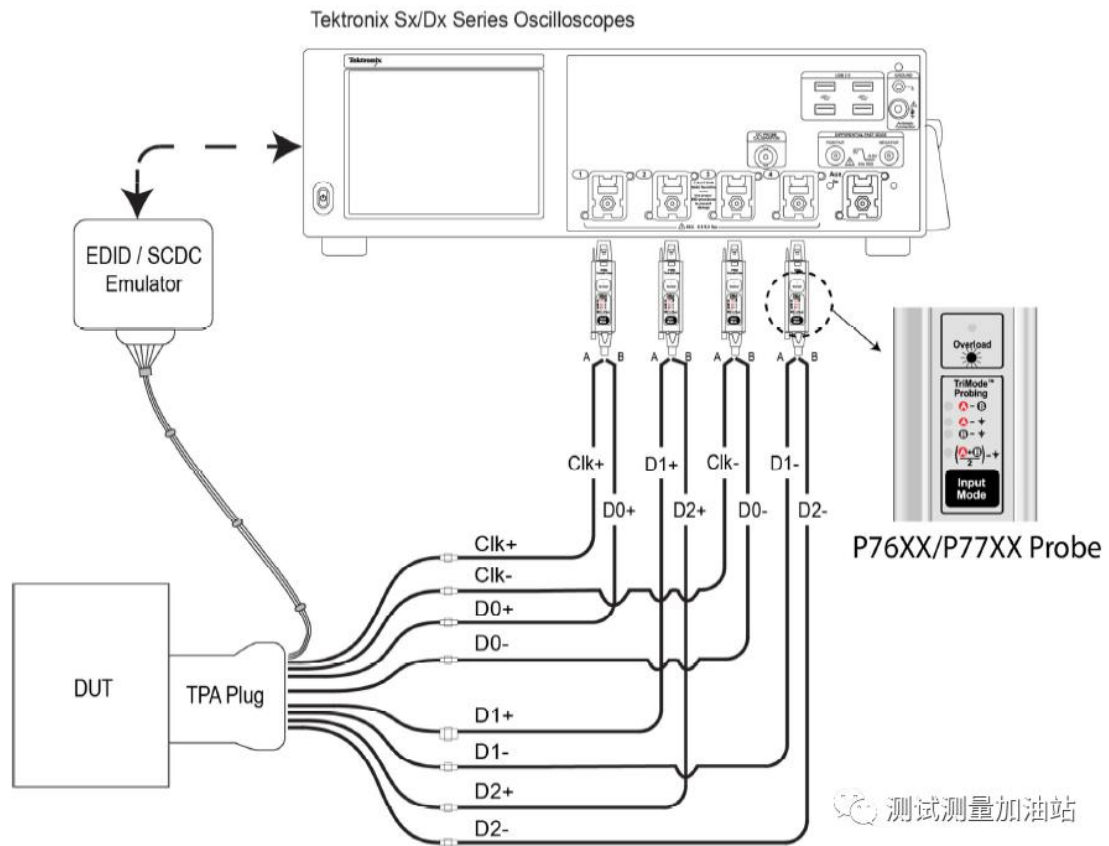
HDMI 1.4			HDMI 2.0		
Test ID	Test point	Test Mode	Test ID	Test point	Test Mode
7-2 TMDS VL	TP1	Single-ended	HF1-1 VL and Vswing	TP1	Single-ended
7-4 TMDS Rise and Fall Times		Differential	HF1-2 Rise and Fall times	TP1	Differential
7-6 TMDS Inter pair skew		Differential	HF1-3 Inter pair skew	TP1	Differential
7-7 TMDS Intra-pair skew		Single-ended	HF1-4 Intra-pair skew	TP1	Single-ended
7-8 TMDS Clock Duty cycle		Differential	HF1-6 Clock Duty cycle	TP1	Differential
7-9 TMDS Clock Jitter		Differential	HF1-7 Clock Jitter	TP2_EQ	Differential
7-10 TMDS Data Eye diagram		Differential	HF1-8 Data Eye Diagram	TP1	Differential
7-3 Voff		Single-ended	HF1-5 Differential Voltage	TP1	Differential

如何完成 HDMI1.4b/2.0 物理层一致性测试

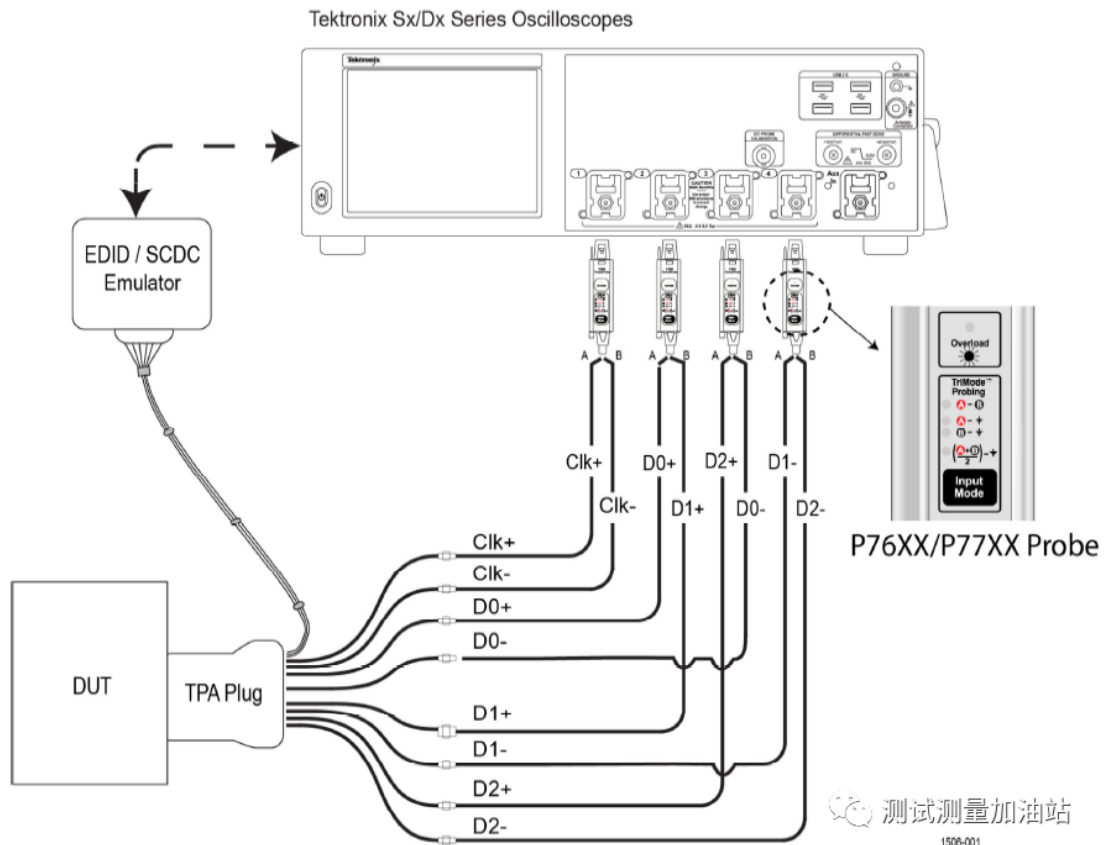
1. 在源端测试中，示波器模拟了 Sink 的行为，提供了端接电阻和端接电压。
2. EDID 仿真器模拟 Sink 的 EDID, 提供分辨率/速率信息, HDMI2.0 的 EDID 仿真器也提供 SCDC 信息，完成与 Source 的沟通，使 Source 输出需要 TMDS 信号。
3. 测试项目分为单端信号测试和差分信号测试，对应的连接方式分别为单端连接和差分连接来采集单端信号和差分信号，完成相应的测试项目，然后通过 HDMI 物理层一致性测试软件完成全自动化测试，如果利用四根三模探头，整个测试过程只需要更换一次探头前端和夹具的连接。

HDMI2.0 源端测试连接图

Trimode Probe Automation (Single Ended/Differential)



Trimode Probe Automation (Eye Diagram/Differential Voltage)



HDMI2.0 源端物理层测试参考配置

设备	描述
示波器	带宽 $\geq 16\text{GHz}$ (最低12.5GHz)
探头	P77/76 + 292MM SMA 转接头
夹具	HDMIA2-TPA-P
EDID 模拟器	模拟Sink, 提供分辨率等信息
端接电压板	提供3.3V端接电压

小结

泰克实时示波器利用通道可调端接电压、三模探头、自动化软件、HDMI 夹具、以及与 EDID 模拟器配合，实现了 HDMI1.4b/2.0 源端物理层测试的自动化，提高了测试效率，从而帮助工程师快速验证 HDMI1.4b/2.0 产品，加速客户产品市场化的过程。

更多精彩测试干货，关注测试测量加油站

