



中国电子技术标准化研究院
China Electronics Standardization Institute

超高清视频显示终端产品 标准符合性质量分析报告 (2023版)

中国电子技术标准化研究院
国家数字音视频及多媒体产品质量检验检测中心
2023年5月

前 言

《超高清视频产业发展行动计划（2019-2022 年）》发布实施三年多来，在政产学研用各方的共同努力下，我国近超高清视频取得长足发展，基本完成了阶段性预设目标。终端方面，由于超高清显示技术的不断探索和理念的推陈出新，市场上的显示产品种类丰富，多种技术兼容并蓄，显示类产品市场更加开放和多元。整体上，终端已经完成 4K 超高清普及，8K 超高清渗透率也稳步提升。

国家数字音视频及多媒体产品质量检验检测中心（以下简称“音视频国检中心”）作为国家级检测机构，结合自身日常检测工作，对目前的 LED 大屏显示系统、计算机显示器以及超高清显示系统的显示性能、数字接口性能进行了分析。

从分析结果看：

1) LED 大屏显示系统的各项性能指标逐步提升，体现在小间距产品占比增加、8K 超高清产品占比增加、HDR 技术逐渐普及并更新升级等方面；

2) 目前市面上的中高端类显示器不仅在常规显示性能上表现优异，在观看体验上也有不俗表现；

3) 超高清显示系统的 HDMI 接口 4K 超高清支持率达到近 90%，8K 支持率也超过 10%。

检测结果显示，截止目前，4K 超高清显示终端，不论是大屏系统，

还是桌面显示器，以及配套的接收设备，已经基本完成普及并发展成熟。其在基本的性能方面如亮度、清晰度、对比度、色域覆盖率以及数字接口（HDMI）等都较好满足了消费需求。

消费类电子产品质量关系到拉动信息消费政策的实施，关系到质量强国战略的达成，关系到广大消费者的生活体验和消费质量。后续音视频国检中心将继续以社会责任为己任，持续关注音视频领域内相关产品质量，适时发布质量分析报告，对产品质量共性问题发出预警，服务研发生产企业和广大消费者。

版权声明

本报告版权属于中国电子技术标准化研究院，并受法律保护。转载、摘编或利用其它方式使用本白皮书文字或者观点的，应注明“来源：中国电子技术标准化研究院《超高清视频显示终端产品标准符合性质量分析报告（2023 版）》”。违反上述声明者，将追究其相关法律责任。

编制人员：

齐琪 许哲 冯南飞 阮向远 史培宁 周阳翔 陈仁伟 成曦 刘春生 刘景润 刘鑫楠 黄剑榕

王涛 乐鹏辉 董桂官

Email: qiqi@cesi.cn

网址: <http://www.cesi.cn>



微信搜一搜

音视频国检中心

目 录

前言	I
版权声明	III
一、基本情况	1
二、超高清视频显示产业发展情况	3
三、LED 大屏检测及分析	5
四、显示器产品检测及分析	17
五、超高清传输接口检测及分析	26
附 1 关于国家数字音视频及多媒体产品质量检验检测中心	41
附 2 关于国家虚拟现实/增强现实产品质量检验检测中心	44

一、 基本情况

（一） 背景介绍

显示技术的多元化组合，最终目的是呈现更高水平的显示质量，画质是显示产品的立项之本，也是消费者最为关注的重点。在超高清显示技术的全方位、全领域的发展态势下，显示产品及其配套系统的呈现质量将会直接影响超高清的规模化推广应用和快速发展。公开、公平、公正的显示质量检测工作意义重大，检测结果可作为客观衡量显示效果的标尺，同时检测结果的积累又可推动超高清显示标准的制定，从而规范、促进显示产品市场的蓬勃发展。

（二） 工作意义

《超高清视频显示终端产品标准符合性质量分析报告（2023 版）》是基于国家数字音视频及多媒体产品质量检验检测中心近些年超高清显示产品检测工作基础上对检测情况、检测数据进行汇总、分析、归纳形成。超高清显示产品质量分析工作主要目的及工作意义包含：

1. 通过摸底检测超高清显示产品，了解产业发展现状，为新型显示技术标准的编制提供技术支持及数据支撑，同时通过检测工作与企业开展良性互动，吸引更多企业加入到标准制定工作中，以期形成更为完善、科学的标准，规范产品生产与测试，最终提升产品质量，引导市场的健康发展；

2. 作为第三方检测机构，立场客观，以检测结果分析为主要内容，

形成的质量分析报告可作为政府机构和企事业单位了解、研究超高清显示技术水平及分析产业发展问题的参考材料，也可作为企业内部自检的比对材料；

3. 《超高清视频显示终端产品标准符合性质量分析报告（2023 版）》作为公益性报告，通过关键性指标的检测结果分析，可引导消费者结合自身需求选购产品。

二、超高清视频显示产业发展情况

2019 年由工业和信息化部、国家广播电视总局、中央广播电视总台日前联合印发《超高清视频产业发展行动计划（2019-2022 年）》（简称“行动计划”），明确将按照“4K 先行、兼顾 8K”的总体技术路线，大力推进超高清视频产业发展和相关领域的应用。

发布实施三年多来，在政产学研用各方的共同努力下，我国近超高清视频取得长足发展，基本完成了阶段性预设目标。根据中商产业研究院披露数据，我国 2022 年超高清视频产业总体规模超过 3 万亿元。到 2022 年，我国 4K 产业生态体系基本完善，8K 关键技术产品研发和产业化取得突破，形成了一批具有国际竞争力的企业。

终端方面，由于超高清显示技术的不断探索和理念的推陈出新，市场上的显示产品种类丰富，多种技术兼容并蓄，显示类产品市场更加开放和多元。终端已经完成 4K 超高清普及，2021 年我国 4K 电视机出货占比达到 72%；8K 电视的最低价已经下探到 3000 元/台。

节目和前端方面，根据国家广播电视总局公布的信息，截至 2023 年，全国各级播出机构经批准开办 4K 超高清频道 8 个；2022 年初，中央广播电视总台 CCTV—8K 超高清频道开播。同时主要的视频平台包括腾讯视频、爱奇艺、咪咕视频主要热播剧集配备 4K 版本；腾讯视频在 2021 年 2 月上线了 8K 专区。2022 年 6 月，国家广播电视总局印发《关于进一步加快推进高清超高清电视发展的意见》，要求到 2025 年底，高清电视成为电视基本播出模式，超高清电视频道

和节目供给形成规模。广播电视传输覆盖网络对超高清电视承载能力显著增强，超高清电视接收终端基本普及。

随着人们对超高清认知度的不断提高、超高清频道的相继开通，以及国家相关政策的陆续出台，以 4K 为代表的超高清视频产业将进入进一步成熟发展期，超高清视频节目进入千家万户已不再是梦想。随着 8K 技术与产业的不断成熟，8K 超高清视频显示也正加速普及。

三、 LED 大屏检测及分析

（一） 产品分析

LED 大屏由多个 LED 模组面板组成。当前 LED 显示屏凭借其高亮度、高色域、高可视角等优势，已逐步成为商用显示屏的主要类型之一。尤其是在公共区域大屏显示领域，LED 显示屏凭借其可拼接的优势，已经占据户外大屏显示的半壁江山，广泛应用于商业传媒、文化演出、体育场馆、信息传播、新闻发布、证券交易等应用场景，可以满足不同环境的需要。

LED 大屏检测与传统 LCD 电视和显示器检测的不同之处包括：

- 检测环境不同：LED 大屏需要将数个箱体挂接在专门的安装架上，通常在有暗室的工厂测试；
- 检测项目不同：LED 显示大屏由数个箱体拼接而成，需要对其平整度、水平和垂直相对错位、墨色一致性等指标进行测试；
- 检测结果不同：LED 显示屏的对比度、色域覆盖率、亮度可视角等指标一般都高于 LCD 显示设备。

（二） 检测条件

检测主要依据如下标准或技术认证规范：

- SJ/T 11281-2017 《发光二极管(LED)显示屏测试方法》
- CESI/TS 006-2020 《超高清显示认证技术规范》
- CESI/TS 009-2018 《LED 显示屏绿色健康分级认证技术规范》

- CESI/TS 008-2019 《HDR 显示认证技术规范》3.0 版
- CESI/TS 011-2018 《显示设备色彩品质认证技术规范》
- TUWA 012.8—2022 《“百城千屏”超高清公共显示屏系统（户外）测试方法》等。

除特殊规定外，检测条件按下列要求进行：

- 样品条件：样品需按照标准规定大小进行测试，如拼接或组装成标准 2K/4K/8K 大小，所有箱体校正到同一状态；
- 环境条件：暗室环境，杂散光照度小于或等于 0.1 lx；
- 状态条件：样品图像设置恢复到出厂状态，如无出厂状态则调整到“标准”或与之相对应的状态；
- 仪器条件：测试用仪器设备的测量精度、测量范围等应满足标准要求，精密仪器应按照规定进行计量校准，在计量有效期内进行测试；
- 人员条件：测试工程师应满足实验室上岗要求，检测结果与检测报告由具有资质的技术负责人或质量负责人审核。

所有样品均在同一检测条件下进行检测，各项检测严格按照标准要求 and 条件执行。

(三) 检测项目

根据检测标准和市场技术热点及现状，检测项目涵盖 LED 显示屏的物理性能、显示性能、电性能、视觉健康等方面，具体检测项目见表 1。

表 1 LED 大屏检测项目表

类别	测试项目
物理性能	像素中心距相对偏差
	平整度
	水平/垂直相对错位
显示性能	亮度
	对比度
	色域覆盖率
	色度可视角
	亮度可视角
	亮度均匀性
	清晰度
	峰值亮度
	黑色亮度
	EOTF 曲线拟合度
	动态范围
	色坐标偏差
	色彩还原
电性能	显示屏刷新率
	电源平均效率
视觉健康	蓝光辐射能量

(四) 总体情况分析

赛西实验室作为行业内的国家级检测机构，结合自身国家抽检工作和日常检测工作，自 2019 年以来，累计已完成对 20 余家企业的 40 余款 LED 大屏的检测工作。企业包括：



利亚德光电股份有限公司

Unilumin 洲明

深圳市洲明科技股份有限公司

Abgen

深圳市艾比森光电股份有限公司

AOTO 奥拓

深圳市奥拓电子股份有限公司

 **联建光电**
LianTronics

深圳市联建光电股份有限公司

HIKVISION[®]

杭州海康威视数字技术股份有限公司

 **dahua**
TECHNOLOGY

浙江大华技术股份有限公司

 **南京洛普**

南京洛普股份有限公司

AET[®]

东莞阿尔泰显示技术有限公司

 **JEZETEK 九洲**

深圳市九洲光电科技有限公司

SANSI 三思

上海三思电子工程有限公司

 **高鼎通**
GAODINGTONG

北京高鼎通信息科技有限公司



深圳雷曼光电科技股份有限公司



深圳蓝普视讯科技有限公司



广州市保伦电子有限公司



成都尚光电子有限公司

自 2019 年以来，被测样品点间距有逐渐减小的趋势，且点间距在 0.9mm 及以下的产品较 2019-2020 年有大幅增加，具体数据见表 2。点间距即像素中心距，指的是邻像素中心之间的距离。LED 显示屏的密度越高，图像越清晰，最佳视距也越小。

表 2 LED 测试样品点间距测试结果分析

点间距 (mm)	2019 年	2020 年	2021 年	2022 年
≤0.9	—	1	4	2
0.9~1.0	—		2	2
1.0~1.25	1		6	6
1.25~1.5	4	4	1	1
≥1.5	2	—	1	—

检测结果显示，LED 大屏显示产品的各项性能指标在逐步提升，例如小间距产品占比增加、8K 超高清产品占比增加、HDR 技术逐渐普及并更新升级等。由此可见，当前 LED 显示行业正呈现高速发展态势。

(五) 分项分析

1. 亮度

亮度是衡量 LED 显示屏类产品关键性能指标之一。由于 LED 类显示屏经常被用于室内或室外的大屏展示，其所处环境照度通常较高，如果产品峰值亮度不够高，会使人看不清显示内容，大幅降低观看体验。

测试依据 CESI/TS 006-2015《超高清显示认证技术规范》进行，标准规定：亮度 $\geq 250\text{cd/m}^2$ 。

11 款检测样品均达到标准，检测结果汇总如下表所示：

表 3 亮度测试结果

亮度范围 (cd/m^2)	款数
250~450	3
450~650	5
650~850	2
≥ 850	1

从检测结果来看，所测产品目前都能满足标准规定。其中，亮度范围在 $450\text{cd/m}^2\sim 650\text{cd/m}^2$ 的 LED 显示屏类产品较多，占比达到 45.5%。此外，亮度范围在 $250\text{cd/m}^2\sim 450\text{cd/m}^2$ 的样机有 3 款，占比 27.3%；亮度范围在 $650\text{cd/m}^2\sim 850\text{cd/m}^2$ 的样机有 2 款，占比 18.2%；亮度范围在 850cd/m^2 以上的样机有 1 款，占比 9.1%。

2. 清晰度

CESI/TS 006-2015《超高清显示认证技术规范》标准规定：信号分辨率达到 3840×2160 为 4K 超高清，达到 7680×4320 为 8K

超高清。

11 款样品中有 9 款样品达到 8K 超高清，2 款样品达到 4K 超高清，检测结果汇总如下：

表 4 清晰度测试结果

清晰度	款数
4K 超高清	2
8K 超高清	9

通过检测结果可以看出，4K 超高清占比 18.2%，8K 超高清占比 81.8%，不少 LED 显示屏类产品已经迈进 8K 超高清领域。

当前 LED 显示屏行业由于其可拼接的技术特点，较传统显示终端更易达到 8K 超高清清晰度。清晰度作为超高清显示的重要指标之一，我们也将按照“4K 先行、兼顾 8K”的总体技术路线，助力企业积极推进超高清视频技术创新和应用，促进 4K/8K 超高清视频产业迭代创新和融合发展。

3. 对比度

CESI/TS 006-2015《超高清显示认证技术规范》标准规定：“对比度 $\geq 200:1$ ”。

11 款检测样品均达到标准，检测结果汇总如下：

表 5 对比度测试结果

对比度范围	款数
200:1-400:1	2
400:1-600:1	6
600:1-800:1	2
$\geq 800:1$	1

其中，对比度范围在 200:1~400:1 的样机有 2 款，占比 18.2%；

对比度范围在 400:1~600:1 的样机有 6 款，占比 54.5%；对比度范围在 600:1~800:1 的样机有 2 款，占比 18.2%；对比度范围在 800:1 以上的样机有 1 款，占比 9.1%。

对比度对视觉效果的影响非常关键，一般来说对比度越大，图像越清晰，色彩越艳丽；对比度越小，图像越模糊，色彩就越不艳丽。高对比度对于图像的清晰度、细节表现、灰度层次表现都有很大帮助，可以使观影者很轻松的捕捉到更多的画面细节，带来更好的观影体验。近几年厂家也越来越关注该项指标，通过改善芯片大小使黑区面积变大、采用倒装结构、采用 COB 集成封装技术等方式，使对比度指标有了质的提升，给消费者们带来了更好的用户体验。

4. 亮度可视角

CESI/TS 006-2015《超高清显示认证技术规范》标准规定：“亮度视角(水平) $\geq 90^\circ$ ”。

11 款检测样品均可达到标准，且部分产品达到测试极限 170° 。

亮度可视角是观察方向的亮度下降到 LED 显示屏法线方向亮度三分之一时，同一平面两个观察方向与法线方向所成的夹角，是评估 LED 显示产品质量高低的重要标准之一。显然，对一款高质量的 LED 显示产品而言，可视角度越大，暗区就越少，用户从不同角度观看的视角效果也就更好。LED 显示屏的一大特点就是可视角度大，一般可以达到 $140^\circ\sim 170^\circ$ 。

5. 色域覆盖率

CESI/TS 006-2015《超高清显示认证技术规范》标准规定：“色

域覆盖率 $\geq 36\%$ ”。

11 款检测样品均可达到标准，检测结果汇总如下：

表 6 色域覆盖率测试结果

色域覆盖率范围 (%)	款数
40~45	0
45~47	3
47~49	6
49~50	2

其中，色域覆盖率范围在 45%~47%的样机有 3 款，占比 38.7%；在 47%~49%的样机有 6 款，占比 21.3%；40%~50%的样机有 2 款，占比 40.0%。

色域覆盖率是作为衡量产品色彩表现力的一个指标，其测量的是产品三基色 R、G、B 用色坐标包围的三角形面积与规定的色空间面积的百分比。因此，色域覆盖率高的产品代表着广色域，更丰富的色彩表现力。由于 LED 显示产品的技术特性，可以拥有比液晶显示更高更准的色彩表现能力。从结果来看，大部分测试样品的色域覆盖率都集中在 45%-50%这个区间。

6. 蓝光辐射能量

CESI/TS 009-2018 《LED 显示屏绿色健康分级认证技术规范》标准规定：“蓝光辐射能量 $\leq 20 \times 10^{-3} \text{W/sr}$ ”。

8 款检测样品有 1 款未达到标准，其余 7 款均可达到标准，检测结果汇总如下：

表 7 蓝光辐射能量测试结果

蓝光辐射能量范围 (W/sr)	款数
$\geq 20 \times 10^{-3}$	1
$10 \times 10^{-3} \sim 20 \times 10^{-3}$	4
$5 \times 10^{-3} \sim 10 \times 10^{-3}$	0
$\leq 5 \times 10^{-3}$	3

其中蓝光辐射能量范围 $\geq 20 \times 10^{-3}$ 的样机有 1 款，占比 12.5%；范围 $10 \times 10^{-3} \sim 20 \times 10^{-3}$ 的样机有 4 款，占比 50%；范围 $\leq 5 \times 10^{-3}$ 的样机有 3 款，占比 37.5%。

蓝光辐射能量是影响显示产品视觉健康的重要因素之一，蓝光危害指的是：当波长主要介于 400nm~500nm 的辐射照射后引起的光化学作用，导致视网膜损伤的潜能。检测结果显示，87.5%的被测样品蓝光辐射能量通过了测试，12.5%的被测样品没有通过测试，表明当前 LED 显示产品的辐射能量相对规范的要求还有提升空间，期待各个厂家对视觉健康给予更多的关注。

7. EOTF 曲线拟合度

EOTF 曲线拟合度用于测量显示设备是否支持 PQ/HLG 高动态范围 EOTF 曲线，是样机对 PQ 或 HLG 伽玛曲线实现一致的图像再现能力的考量，是 HDR 技术重要的参数指标。拟合度越高，表明产品越能在亮度方面真实还原图像。

CESI/TS 008-2019《HDR 显示认证技术规范》3.0 版标准规定：“EOTF 曲线拟合度 0.7~1.3”。

11 款检测样品均可达到标准，检测结果汇总如下：

表 8 EOTF 曲线拟合度测试结果

EOTF 曲线拟合度范围	款数
0.8~0.9	4
0.9~1.0	6
1.0~1.1	1

其中 EOTF 曲线拟合度范围在 0.8~0.9 的样机有 4 款，占比 36.4%；范围在 0.9~1.0 的样机有 6 款，占比 54.5%；范围在 1.0~1.1 的样机有 1 款，占比 9.1%。

当前 HDR 技术已广泛应用于 LED 大屏显示行业，使得 LED 显示屏可提供高动态范围影像，画面阴暗细节对比度提升明显，色域更广，色彩还原更精准。HDR 规定了片源、硬件解码、屏幕显示对于图像信号的处理要求，因此 HDR 技术的实现需要片源、硬件解码设备、显示设备联动，形成一个处理系统，共同达到理想的显示画质。

8. 峰值亮度

CESI/TS 008-2019《HDR 显示认证技术规范》3.0 版标准规定：“峰值亮度 $\geq 1000\text{cd}/\text{m}^2$ ”。

11 款检测样品均可达到标准，检测结果汇总如下：

表 9 峰值亮度测试结果

峰值亮度范围 (cd/m^2)	款数
1000~1100	8
1100~1200	1
≥ 1200	2

其中峰值亮度范围在 $1000\text{cd}/\text{m}^2 \sim 1100\text{cd}/\text{m}^2$ 的样机有 8 款，占比 72.7%；范围在 $1100\text{cd}/\text{m}^2 \sim 1200\text{cd}/\text{m}^2$ 的样机有 1 款，占比 9.1%；范围 $\geq 1200\text{cd}/\text{m}^2$ 的样机有 2 款，占比 18.2%。

峰值亮度是测量显示设备的亮度极限能力，体现 HDR 技术极限亮度更高的特点。检测结果显示，11 款样机都达到了 $1000\text{cd}/\text{m}^2$ 以上，更易应用于 HDR 技术。

四、 显示器产品检测及分析

（一） 产品分析

2016 年我国显示器产量达到顶峰，后因需求逐步饱和，低端显示器出口量持续下降，整体显示器产量也呈现下降态势。2019 年疫情爆发，受线上办公、网课、游戏产业需求提升等因素，带动了显示器产量增长。随着人们对显示器的需求和使用频率提高，大尺寸、高分辨率、高刷新率的显示器占比持续提高。

本次测试围绕显示器主要标准，开展关键指标测试验证，并对比分析显示器终端产品质量。

（二） 检测条件

检测主要根据 T/COEMA 001LCD-2021《显示器观看体验评价》以及 SJ/T 11292-2016《计算机用液晶显示器通用规范》执行。

所有样品均在同一检测条件下进行检测：

- 暗室环境 $\leq 0.1lx$ ；
- 亮度调整：将显示器的亮度调节到最大值；
- 对比度调整：系统默认状态；
- 色温和色域、颜色的调整：通常选取标准色温或者自然色温选项，如果没有上述选项，选取系统默认设置，避免设置为冷色温或暖色温模式；
- 其他设定：如带有 HDR 功能、低蓝光功能、环境光检测功能的

显示器，需要关闭上述功能。

各项检测严格按照标准要求和条件执行。

(三) 检测项目

本次主要围绕以下与成像质量相关的检测项目开展了测试：

- 1) 亮度
- 2) 色域覆盖率 (NTSC)
- 3) 亮度均匀性
- 4) 色度均匀性
- 5) 亮度视角
- 6) 对比度衰减速率
- 7) 视场 Gamma 变化
- 8) 色域衰减
- 9) 色度偏差

(四) 总体情况分析

赛西实验室与中国光学光电子行业协会及多家显示器相关企业共同编制发布了 T/COEMA 001LCD-2021《显示器观看体验评价》。目的是依托此标准形成“S+”显示器产品认证，为消费者购买优质、放心的产品提供指导意见。

检测样品共 25 款，均为中高端类显示器，依据 T/COEMA 001LCD-2021《显示器观看体验评价》标准进行检测，25 款显示器

产品均达到了技术要求。从检测数据中可以看出，目前市面上的中高端类显示器不仅在常规显示性能上表现优异，在观看体验上也有不俗表现。

(五) 分项分析

1. 亮度

亮度是衡量终端显示类产品的关键性能指标之一。人们在看屏幕时，都希望亮度越高越好，这样画面更艳丽，细节表现更出色。显示器观看距离在 50cm~70cm 左右，亮度在 $200\text{cd}/\text{m}^2\sim 600\text{cd}/\text{m}^2$ 的产品就完全可以满足观看需要。过分追求亮度不但使显示器的耗电量增加，更容易引发眼睛疲劳，不利于眼睛的保护。

SJ/T 11292-2016《计算机用液晶显示器通用规范》行业标准规定：“亮度 $\geq 150\text{cd}/\text{m}^2$ ”，而 T/COEMA 001LCD-2021《显示器观看体验评价》团体标准规定：“亮度 $\geq 200\text{cd}/\text{m}^2$ ”。依据团标要求，25款检测样品均达到标准。技术要求的提升一方面反映了这些年显示器产业技术水平的提升，一方面反映了消费者对产品需求的提升。检测结果如下：

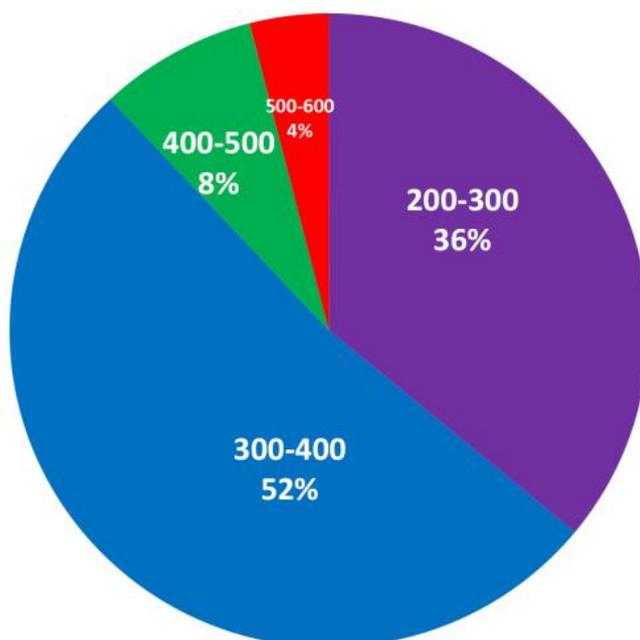


图 1 亮度检测结果占比

其中，亮度范围 $200\text{cd/m}^2\sim 300\text{cd/m}^2$ 的样机有 9 款，占比 36.0%；亮度范围在 $300\text{cd/m}^2\sim 400\text{cd/m}^2$ 的样机有 13 款，占比 52.0%；亮度范围在 $400\text{cd/m}^2\sim 500\text{cd/m}^2$ 的样机有 2 款，占比 8.0%；亮度范围 $> 500\text{cd/m}^2$ 的样机有 1 款，占比 4.0%。

2. 色域覆盖率 (NTSC)

色域覆盖率是作为衡量产品色彩表现力的一个指标，其测量的是产品三基色 R、G、B 用色坐标包围的三角形面积与规定的色空间面积的百分比。显示器色域覆盖越多，百分比数值越高，意味着其能显示的色彩越丰富，效果自然更好。因此，消费者在挑选产品时可根据自己的使用需求，尽量挑选高色域的产品。

SJ/T 11292-2016《计算机用液晶显示器通用规范》行业标准规定：“色域覆盖率 $\geq 32\%$ ”，而 T/COEMA 001LCD-2021《显示器观看体验评价》标准规定：“色域覆盖率 (NTSC) $\geq 72\%$ ”。依据团标

要求，25 款检测样品均达到标准。检测结果如下：

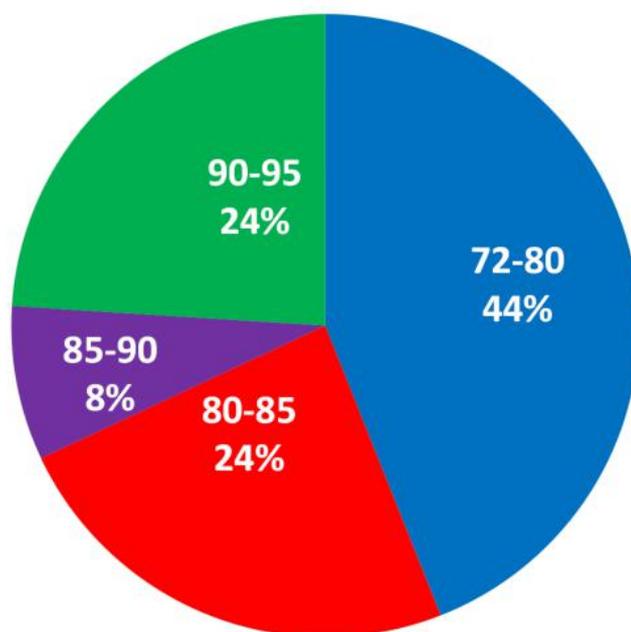


图2 色域覆盖率(NTSC)检测结果占比

其中，色域覆盖率(NTSC)范围在 72%~80%的样机有 11 款，占比 44.0%；在 80%~85%的样机有 6 款，占比 24.0%；在 85%~90%的样机有 2 款，占比 8.0%；90%以上的样机有 6 款，占比 24.0%。

3. 亮度均匀性

亮度均匀性受产品发光原理、背光工艺、屏幕材质等多方面因素，其检测的是屏幕上多个位置的均匀性。亮度均匀性偏低的产品，会导致屏幕有较大的明暗差异，我们的眼球在处理这种明暗差异时会比平时消耗更多的能量，因此我们在使用亮度不均匀的液晶显示屏时眼睛会特别容易疲劳。

SJ/T 11292-2016《计算机用液晶显示器通用规范》行业标准规定：“亮度均匀性 $\geq 66.7\%$ ”，而 T/COEMA 001LCD-2021《显示器观看体验评价》团体标准规定：“亮度均匀性 $\geq 75\%$ ”。依据团标要求，

25 款检测样品均达到标准。检测结果如下：

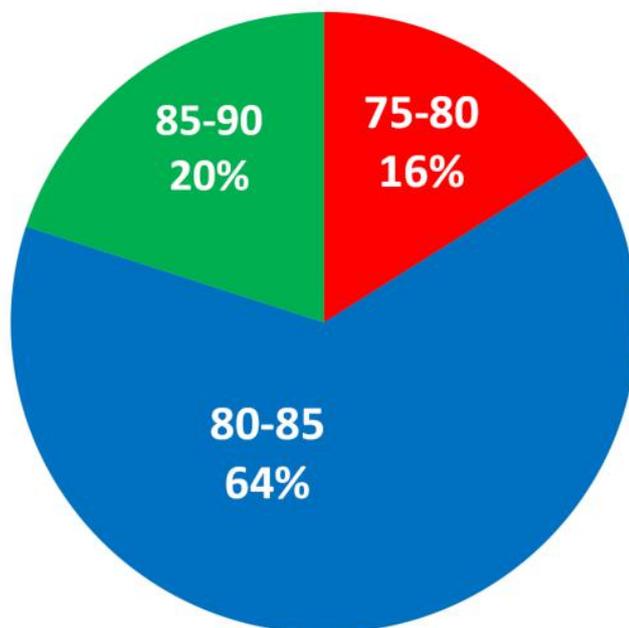


图 3 亮度均匀性检测结果占比

其中,亮度均匀性范围在 75%~80%的样机有 4 款,占比 16.0%;在 80%~85%的样机有 16 款,占比 64.0%;在 85%~90%的样机有 5 款,占比 20.0%。

4. 色度均匀性

T/COEMA 001LCD-2021《显示器观看体验评价》标准规定：“色度均匀性 ≤ 0.01 ”。

25 款检测样品均达到标准。其范围在 0.002~0.007。

色度均匀性偏低的产品,会使用户感觉到明显的色差,降低图像还原度,严重影响观看体验。

5. 亮度视角

T/COEMA 001LCD-2021《显示器观看体验评价》标准规定：“亮度视角 $\geq 60^\circ$ ”。

25 款检测样品均达到标准。检测结果汇总如下：

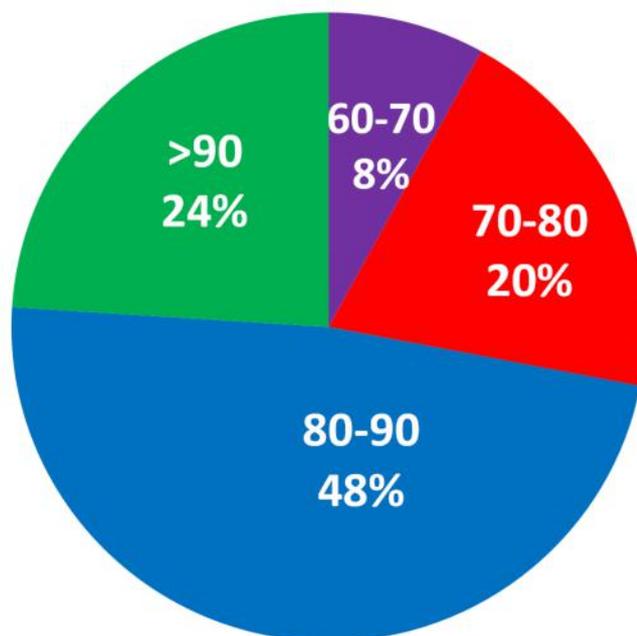


图 4 亮度视角检测结果占比

其中，亮度视角范围 60°~70°的样机有 2 款，占比 8.0%；在 70°~80°的样机有 5 款，占比 20.0%；在 80°~90°的样机有 12 款，占比 48.0%；90°以上的样机有 6 款，占比 24.0%。

亮度视角合格的产品从不同角度观看屏幕时，不会产生明显的亮度变化影响观看体验。从检测结果来看，所有样品在该项目的测试中均符合技术要求，满足显示器的正常使用要求。

6. 对比度衰减速率

对比度对视觉效果的影响非常关键，一般来说对比度越大，图像越清晰醒目，色彩也越鲜明艳丽。高对比度对于图像的清晰度、细节表现、灰度层次表现都有很大帮助，可以使观影者很轻松的捕捉到更多的画面细节，带来更好的观影体验。对比度衰减速率是指对比度随角度变化的比率，该项指标相对于对比度更贴近用户的使用需求。

T/COEMA 001LCD-2021《显示器观看体验评价》标准规定：“对比度衰减速率 $\leq 50/\text{度}$ ”。

25 款检测样品均达到标准。检测结果汇总如下：

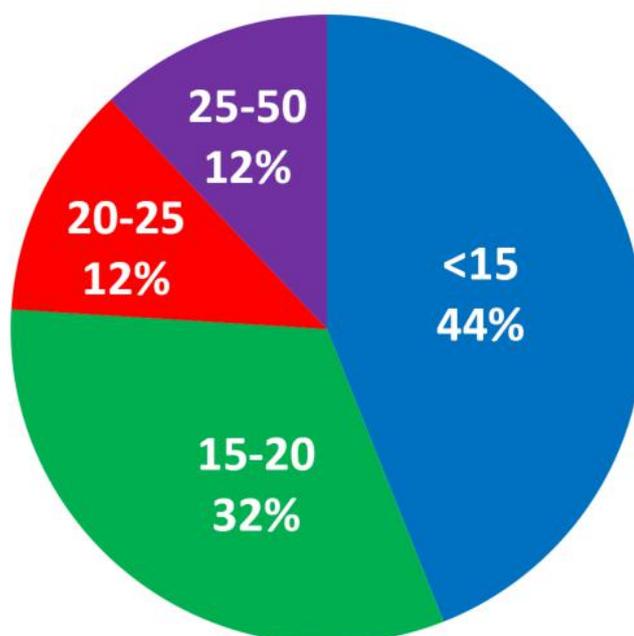


图 5 对比度衰减速率检测结果占比

其中，对比度衰减速率范围 25/度~50/度的样机有 3 款，占比 12.0%；在 20/度~25/度的样机有 3 款，占比 12.0%；15/度~20/度的样机有 8 款，占比 32.0%；15/度以下的样机有 11 款，占比 44.0%。

7. 视场 Gamma 变化

视场 Gamma 变化检测的是显示器在不同角度观看时 Gamma 平均值的波动情况，而 Gamma 值反应了输出图像对输入信号的失真关系；因此当该项指标过大时，表示变化角度观看时，屏幕失真变大，图像还原度降低，无法满足实际使用要求。

T/COEMA 001LCD-2021《显示器观看体验评价》标准规定：

“视场 Gamma 变化 $\leq 5\%$ ”。

25 款检测样品均达到标准。其范围在 $0.1\% \sim 0.7\%$ 。

8. 色域衰减

色域衰减检测的是显示器在不同角度观看时色域衰减的幅度，而色域体现了显示器的色彩表现广度。因此当该项指标过大时，表示变化角度观看时，屏幕颜色表现广度变弱，图像还原度降低，无法满足实际使用要求。

T/COEMA 001LCD-2021《显示器观看体验评价》标准规定：

“色域衰减 $\leq 1\%$ ”。

25 款检测样品均达到标准。其范围在 $-2.3\%^{\text{注}} \sim 0.3\%$ 。

注：负值表示比正面观看时的色域更大。

9. 色度偏差

色度偏差检测的是显示器在不同角度观看时色度坐标变化，而色度体现了显示器的色彩表现准确度。因此当该项指标过大时，表示变化角度观看时，屏幕颜色失真，图像还原度降低，无法满足实际使用要求。

T/COEMA 001LCD-2021《显示器观看体验评价》标准规定：

“色度偏差 ≤ 0.01 ”。

25 款检测样品均达到标准。其范围在 $0.002 \sim 0.008$ 。

近几年厂家也越来越关注观看体验指标，通过改善背光设计、优化算法、尝试新的显示方式等，使显示性能有了质的提升，给消费者们带来了更好的用户体验。

五、超高清传输接口检测及分析

（一）产品分析



图 6 HDMI 规格标识

自 2002 年 HDMI 规范推出以来，截止到 2022 年 HDMI 产品出货量累计达到近 110 亿台。据 HDMI 协会发布的信息表明，至 2025 年超高清(4K/8K)电视和显示器持续稳定增长，全球范围内超高清内容的供给和分发持续提升，创造出更多 4K/8K 消费需求。

表 10 超高清产品测试占比

年份	2020 年	2021 年	2022 年
占比	81.5%	85.5%	87.7%

在工作过程中结合检测实践中发现的问题，我们对一些主要问题进行梳理与分析。可以归结到硬件类问题和软件类问题。硬件类问题主要是传输通路能够承载的信号带宽有限，以及接入线缆由于使用问题导致信号传输质量下降；软件问题主要是 EDID 问题、HDCP 问题等。希望我们梳理的主要问题能够在工作中，给大家一些建议，能有效的问题。

（二）检测条件

检测主要依据下列标准执行：

- 《 High-Definition Multimedia Interface Compliance Test Specification (Version 1.4b)》;
- 《 High-Definition Multimedia Interface Compliance Test Specification (Version 2.1)》;
- 《 High-Definition Multimedia Interface Specification (Version 1.4b)》;
- 《 High-Definition Multimedia Interface Specification (Version 2.1)》;
- 《 High-bandwidth Digital Content Protection System (Revision 1.4)》;
- 《High-bandwidth Digital Content Protection Specification Compliance Test Specification (Revision 1.2)》;
- 《 HDCP Revision 2.2 on HDMI Compliance Test Specification Revision 1.0》;
- 《 HDCP Revision 2.3 on HDMI Compliance Test Specification Revision 1.0》;
- 《 High-bandwidth Digital Content Protection System Mapping HDCP to HDMI (Revision 2.3)》。

所有样品均在由客户提供下的 CDF 与测试实际支持功能的条件下进行检测，各项检测严格按照标准要求 and 条件执行。

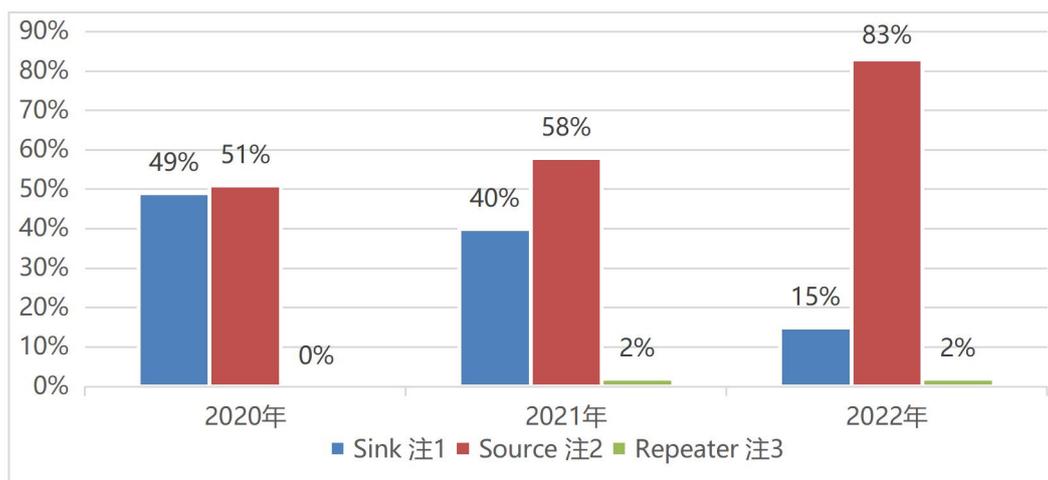
(三) 检测项目

与超高清视频质量相关的主要检测项目有：物理层、协议层、电气层、HDCP、CEC、eARC 等。

因产品类型不同，主要检测项目以规范为准。

(四) 总体情况分析

北京 HDMI 认证实验室，经 HDMI Forum 授权为认证中心，已为 HDMI 采纳者提供了超过十年的 HDMI、HDCP 检测、认证及咨询等服务，累计开展服务近千例。



注 1：输入设备，例如：显示器、投影机；

注 2：输出设备，例如：机顶盒；

注 3：同时包含输入、输出的设备，例如：功放。

图 7 近三年 HDMI 检测产品类型占比

截止到 2022 年 10 月，赛西 HDMI 接口实验室近三年检测样品 160 款，其中送测产品中支持 4K、8K 超高清产品中为 133 款，所有产品均通过测试。

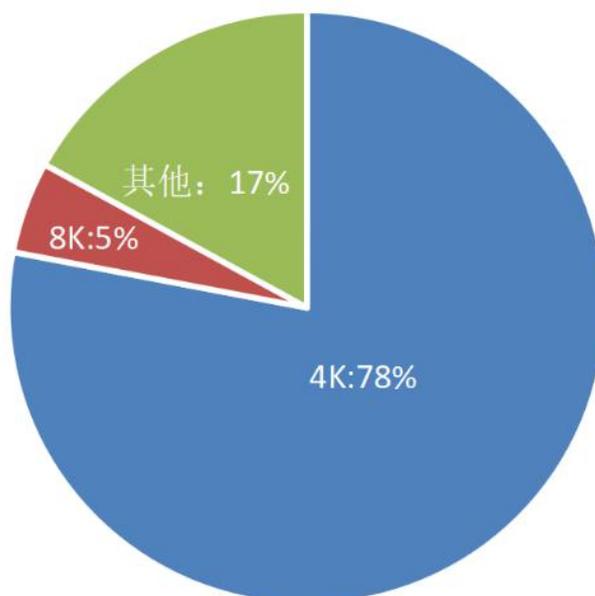


图 8 HDMI 检测产品占比

以上测试结果可以看出，经过测试验证和调试整改，通过率已经达到了 100%，印证了 HDMI 超高清功能技术在终端应用中已经比较成熟。

(五) 分项分析

1. 物理层测试

(1) HF1-8 6G 眼图

眼图测试(Source TMDS Electrical-6G-Data Eye Diagram)是一项重要的指标。通过眼图的形状特点可以快速地判断 Source 产品信号的质量。按照规范要求：每个 TMDS 差分数据对 (D0、D1、D2) 上的差分信号具有“开眼”（有效数据区域），满足或超过规范中的开眼限制。眼图的“眼睛”张开的大小反映着信号的质量；“眼睛”张的越大（且不超过限值），且眼图越端正，表示信号质量越好；

反之表示信号质量越差。

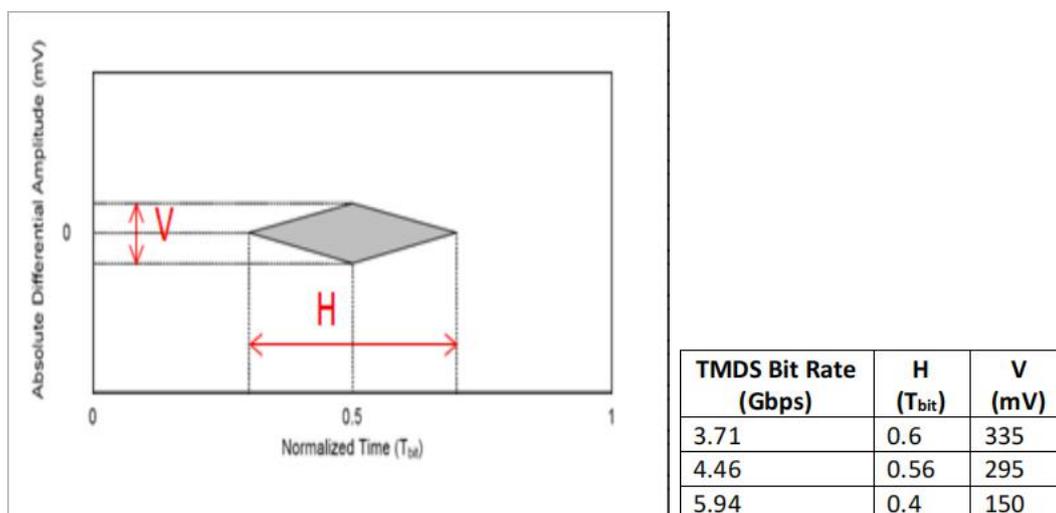


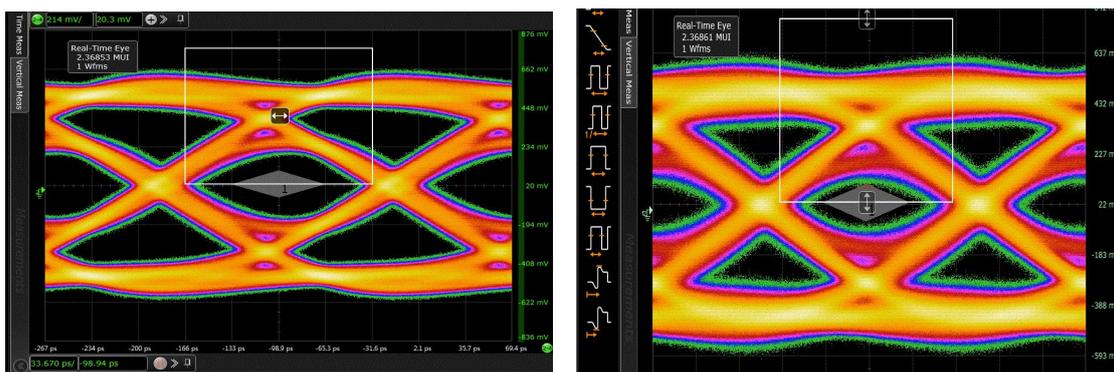
图 9 眼图测试要求

下表随机选取了今年测试样机中 10 台的 HF1-8 项的测试数据，可以看出其中 1 台初测该项目结果未通过，其余 9 台均通过首次测试，可以看出随着 HDMI2.1 方案的成熟该项目通过率也稳步提升。针对测试未通过数据，我实验室很快帮助客户定位了其问题原因，结合软件参数的调整解决了该问题。

表 11 物理层眼图测试结果

样品编号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
初测	通过	未通过	通过							
复测	N/A	通过	N/A							

图 10 我们列举测试实例 (5.94 Gbps)，左图为测试通过截图，右图为测试未通过截图。第一个产品的眼图就很好，有较大的余量；第二个产品眼图已经与模板发生了重叠，未通过测试。



良好的眼图

不好的眼图

图 10 眼图测试结果对比

2. 协议层测试

(1) EDID

EDID (Extended Display Identification Data) 是 VESA 定义的标准数据格式，其中包含有关监视器及其性能的参数，定义了供应商信息、最大图像大小、颜色设置、厂商预设置、频率范围的限制等信息。协议层 EDID 的交互验证，通过协议分析仪的测试，识别被测样机的 EDID 支持，并对 EDID 内容进行验证，完成测试。

EDID 测试的主要问题为：EDID 实际支持与 CDF 填写不匹配及软件编译时未按照 EDID 的编写规则填写，造成测试不通过。需要客户在送样的时候保持样品的 EDID 与 CDF 完全一致，按照 EDID 规范进行编译，进行测试。

表 12 EDID 编写示例

Block 0																
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
00	00	FF	FF	FF	FF	FF	FF	00	52	62	30	00	01	00	00	00
10	14	20	01	03	80	73	41	78	0A	CF	74	A3	57	4C	B0	23
20	09	48	4C	21	08	00	01	01	01	01	01	01	01	01	01	01
30	01	01	01	01	01	01	04	74	00	30	F2	70	5A	80	B0	58
40	8A	00	20	C2	31	00	00	1E	02	3A	80	18	71	38	2D	40
50	58	2C	45	00	20	C2	31	00	00	1E	00	00	00	FC	00	54
60	4F	53	48	49	42	41	2D	54	56	0A	20	20	00	00	00	FD
70	00	3B	46	1F	8C	3C	00	0A	20	20	20	20	20	20	01	1F

Block 1																
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
00	02	03	6F	F0	5E	5F	10	1F	14	05	13	04	20	22	3C	3E
10	12	16	03	07	11	15	02	06	01	61	5D	64	65	66	62	60
20	5E	6A	6B	2C	09	7F	05	15	07	50	57	07	01	67	04	03
30	83	01	00	00	6E	03	0C	00	10	00	B8	3C	2F	00	80	01
40	02	03	04	68	D8	5D	C4	01	78	88	0B	02	E3	05	E3	01
50	E5	0F	00	00	90	35	E3	06	0F	01	EB	01	46	D0	00	4D
60	1A	4A	A0	42	3F	B5	E5	01	8B	84	90	01	E2	00	FB	00
70	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	F8

(2) 7-29: ACR

ACR (Audio Sample Clock Capture and Regeneration) 是指: Source 产品如支持基础音频, 样品需输出具有 32 kHz、44.1 kHz 或 48 kHz PCM 双通道音频的 480P 格式的分辨率 (如果该样品不支持 480P 格式, 则需要输出 576P 格式)。以下截图上图为测试未通过结果, 下图为通过结果。

Test ID	Test Name	Duration	Status	Result
7-28	IEC 60958 / IEC 61937		✓	PASS
Iter 01	(3,2) 720x480p @ 60 Hz, Basic Audio	15 f	✓	PASS
7-29	ACR		✓	FAIL
Iter 01	(3,2) 720x480p @ 60 Hz, Basic Audio	3 s	✓	FAIL
No Audio sample found, unable to run test				
01	Verify N parameter value			PASS
02	Verify CTS parameter value			PASS
03	Verify CTS transmitting interval			PASS
7-30	Audio Sample Packet Jitter		✓	PASS
Iter 01	(3,2) 720x480p @ 60 Hz, 48 kHz 2 Channel PCM or Compressed Audio	3 s	✓	PASS
7-31	Audio InfoFrame		✓	PASS
Iter 01	(3,2) 720x480p @ 60 Hz, Basic Audio	15 f	✓	PASS
7-32	Audio Sample Packet Layout		✓	PASS
Iter 01	Any supported format, Basic Audio	15 f	✓	PASS

Test ID	Test Name	Result
Test 7-29	ACR	Pass
Iter 01	(3,2) 720x480p @ 60 Hz, Basic Audio	Pass
01	Verify N parameter value	Pass
02	Verify CTS parameter value	Pass
03	Verify CTS transmitting interval	Pass

图 11 典型测试报告示例

从上图的测试结果看来，测试设备没有正确收到音频信号。一般情况下与样机设定有关，需要客户提供样机播放音频信号的方式，然后再进行测试。另外还有一种情况也会影响测试结果，即当样品没有关闭 HDCP 功能时，在测试过程中音频信号没有正确输出。

(3)HF1-11 (Source TMDS Protocol-6G-2160p Legal Codes)

Source 产品如支持 6G 功能，需按照 CTS 2.1 要求被测机器支持任何 2160P 视频格式并且通过色深模式使其 TMDS 的时钟频率要超过 340M 且不超过 600M。

Test ID	Test Name	Result
Test HF1-11	Source TMDS Protocol - 6G Legal Codes	Fail
Iter 01	2160p Format with TMDS Character Rate above 340Mcsc	Fail
Measured TMDS rate: 296.7 Mcsc		
TMDS Rate must be above 340		

图 12 典型测试报告示例

从上图中可以看出该产品输出的是 297M 的时钟频率，测试结果未通过，是由于样机与测试设备交互出现问题，样机强制输出了

297M 的时钟频率，未按照测试要求应输出 340M 至 600M 之间的时钟频率。

Test HF1-11		Pass
Source TMDS Protocol - 6G Legal Codes		
<ul style="list-style-type: none"> • Iter 01: 2160p Format with TMDS Character Rate above 340Mscs <ul style="list-style-type: none"> ▪ Measured TMDS rate: 370.9 Mscs 		Pass
• 01: HF1-11 6 Validate 10-bit coding		Pass
• 02: HF1-11 8 Check channel coding consistency		Pass

图 13 典型测试报告示例

同样的测试项，另一产品输出的时钟频率为 370.9M，符合测试规范。由此可见，需要关掉样机的自适应功能，设置符合测试条件的输出频率来通过测试。

(4) HF1-66 (Source EDID Reading-VESSA E-EDID 1.3 4-Block)

此项测试是 HDMI2.1 中新增加的内容，主要目的是为了测试样机是否正确的交互 EDID 信息，以确保能正确的读出样机所支持的功能。如果由于被测样机与测试设备交互失败，无法设置对应的分辨率来进行测试，所造成的未通过结果，需要关掉样机的自适应功能，设置符合测试要求输出的分辨率来通过测试。

Test HF1-66		Fail
EDID Reading - VESA E-EDID 1.3 4-Block Compatibility		Fail
<ul style="list-style-type: none"> • Iter 01: 1 Block EDID (1) <ul style="list-style-type: none"> • 01: Verify the DUT comes up in one of the following VICs: [1,2,3,17,18] Pass • 02: Verify no Data Packets or Guard Bands are transmitted Fail ▪ Data Packets found 		
<ul style="list-style-type: none"> • Iter 01: 1 Block EDID (1) <ul style="list-style-type: none"> • 01: Verify the DUT comes up in one of the following VICs: [1,2,3,17,18] Pass • 02: Verify no Data Packets or Guard Bands are transmitted Pass • Iter 02: 4 Blocks, VDB in 2, Any format <ul style="list-style-type: none"> • 01: Verify the DUT transmits a CTA Video Format that is included in the CTA Extension Pass • Iter 03: 4 Blocks, VDB in 2, VIC 4 <ul style="list-style-type: none"> • 01: Verify the DUT transmits the selected CTA Video Format Pass • 02: Verify the DUT transmits Data Packets Pass • 03: Verify the DUT transmits Audio Sample Packets Pass • Iter 04: 1 Block EDID (2) <ul style="list-style-type: none"> • 01: Verify the DUT comes up in one of the following VICs: [1,2,3,17,18] Pass • 02: Verify no Data Packets or Guard Bands are transmitted Pass • Iter 05: 4 Blocks, VDB in 3, Any format <ul style="list-style-type: none"> • 01: Verify the DUT transmits a CTA Video Format that is included in the CTA Extension Pass • Iter 06: 4 Blocks, VDB in 3, VIC 4 <ul style="list-style-type: none"> • 01: Verify the DUT transmits the selected CTA Video Format Pass • 02: Verify the DUT transmits Data Packets Pass • 03: Verify the DUT transmits Audio Sample Packets Pass 		
Test HF1-66		Pass
EDID Reading - VESA E-EDID 1.3 4-Block Compatibility		Pass
<ul style="list-style-type: none"> • Iter 01: 1 Block EDID (1) <ul style="list-style-type: none"> • 01: Verify the DUT comes up in one of the following VICs: [1,2,3,17,18] Pass • 02: Verify no Data Packets or Guard Bands are transmitted Pass 		
<ul style="list-style-type: none"> • Iter 02: 4 Blocks, VDB in 2, Any format <ul style="list-style-type: none"> • 01: Verify the DUT transmits a CTA Video Format that is included in the CTA Extension Pass • Iter 03: 4 Blocks, VDB in 2, VIC 4 <ul style="list-style-type: none"> • 01: Verify the DUT transmits the selected CTA Video Format Pass • 02: Verify the DUT transmits Data Packets Pass • 03: Verify the DUT transmits Audio Sample Packets Pass • Iter 04: 1 Block EDID (2) <ul style="list-style-type: none"> • 01: Verify the DUT comes up in one of the following VICs: [1,2,3,17,18] Pass • 02: Verify no Data Packets or Guard Bands are transmitted Pass • Iter 05: 4 Blocks, VDB in 3, Any format <ul style="list-style-type: none"> • 01: Verify the DUT transmits a CTA Video Format that is included in the CTA Extension Pass • Iter 06: 4 Blocks, VDB in 3, VIC 4 <ul style="list-style-type: none"> • 01: Verify the DUT transmits the selected CTA Video Format Pass • 02: Verify the DUT transmits Data Packets Pass • 03: Verify the DUT transmits Audio Sample Packets Pass 		

图 14 典型测试报告示例

3. 电气层测试

(1) HF2-4: Sink (TMDS Electrical-6G-Differential Impedance)

测试方法是：在 TPA-P 的 HDMI 连接器的开放端，设置一个有效的上升时间，尽可能接近 200ps，但不超过 200ps，将 50Ω 端子连接到其他未测量的 TMDS 线，同时在 DDC/CEC 接地之间的接入 5V 电源。该项目规范的要求如下：

表 13 HF2-4 测试要求

Reference	Requirement
[HDMI 2.0: Table 6-81] Sink impedance Characteristics for (3.4Gbps < R _{bit} ≤ 6.0 Gbps) at TP2	Through Connection Impedance: 100Ω±15% A single excursion is permitted out to a max/min of 100Ω± 25% and of duration less than 250 ps. Impedance from TP2 to Sink Termination Sink Termination Impedance: 90Ωto 110 Ω

阻抗的整改涉及硬件方面，整改难度较大、周期较长，一般作为最高优先级项目先行测试。图 15 罗列了两组测试结果，第一幅图为某样品测试未通过的结果，第二幅图为某样品测试通过的结果，测试数据均为 D0 管脚对应结果。

可以看出通过的样机，阻抗在标准范围之内，两条基准线设置范围是 115Ω和 85Ω。而出现未通过的产品两次出现的偏移，不符合规范要求。如果该产品只有一次偏离，并且偏移范围最大不超过 125Ω，最小不低于 75Ω且偏移持续时间小于 250Ps 也是符合规范要求的。

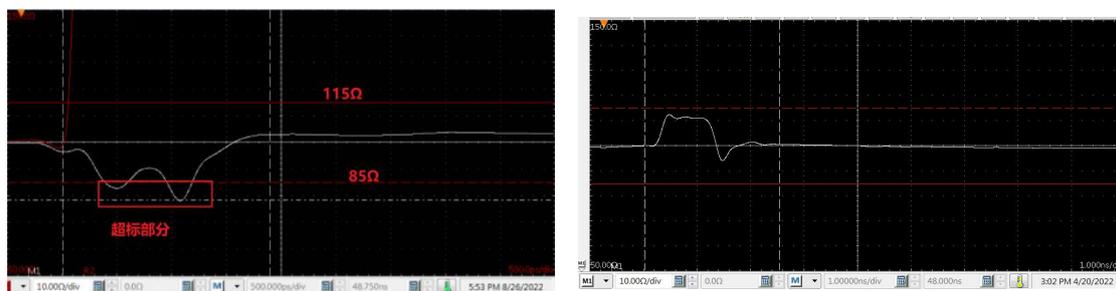


图 15 两台 Sink 阻抗测试结果对比 (D0 管脚)

4. 交互方式测试

(1) CEC (Consumer Electronic Control)

CEC 测试中容易出现的问题是 11_1_2_5，CDF 上在 Routing Change 勾选支持的话需要测试该项目。测试方法是通过遥控器控制 switch 改变当前通路（手动改变 switch router），按照 CEC 协议，switch 会发送 <Routing change> 包给配接设备，告知 router change。

```
Test case tc_11_1_2_5 (last executed on 2021/01/27 15:04:19)
ERROR: The DUT did not broadcast <Routing Change> from [1.0.0.0] to [2.0.0.0].
Statistics: 1 error(s), 0 warning(s)
Test Result: FAILED ( last 5 results: Failed Failed Failed Failed Failed )
```

图 16 典型测试报告示例

(2) eARC

eARC (Enhanced Audio Return Channel 增强型音频回传信道) 功能是之前音频回传信道(ARC)的升级版本。目前很多电视厂家已经开始支持该项功能了，下面罗列了几项常见的共性问题。

eARC 主要在协议层出现问题，测试连接图如图 17 所示。

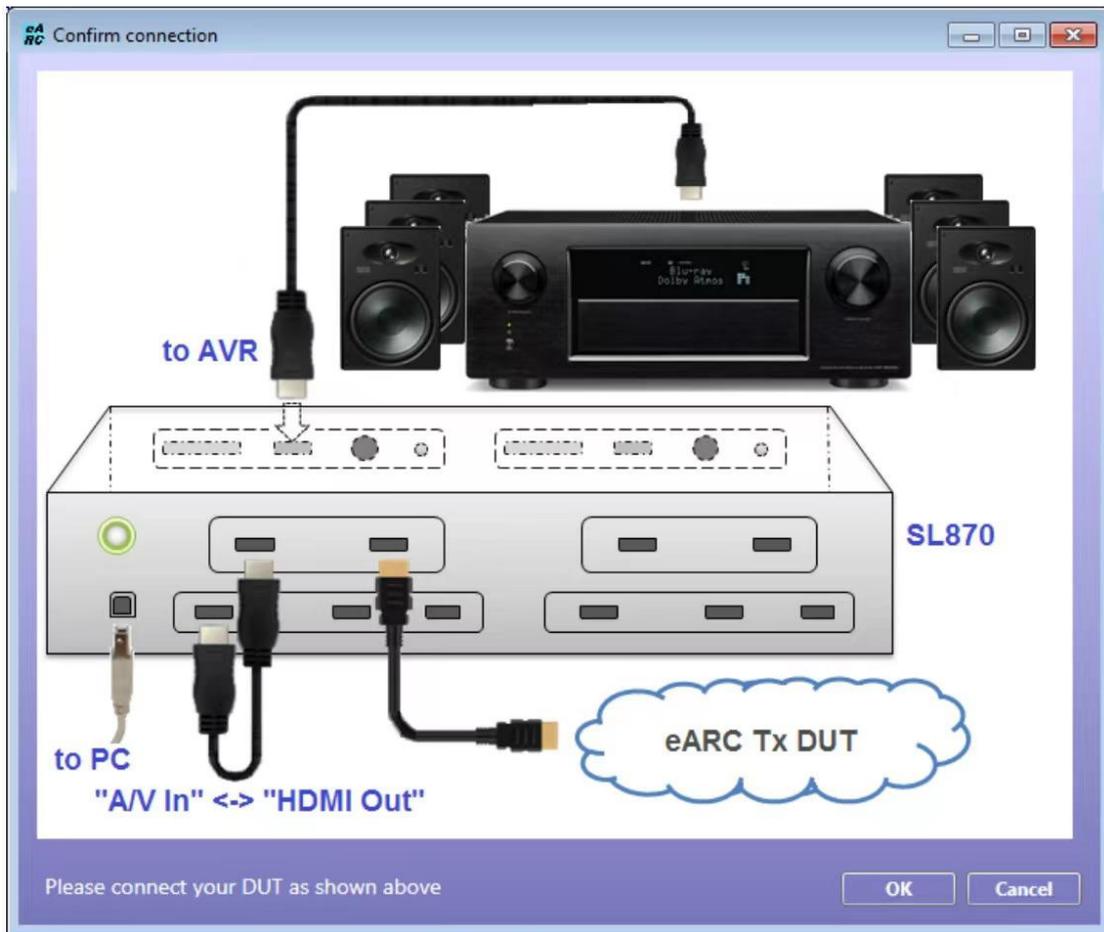


图 17 eARC 测试连接

常出现问题的是 HFR5-1-28 (eARC TX 2-channel LPCM Audio Packet Structure) 和 HFR5-1-27 (eARC TX Compressed Layout A Audio Packet Structure) 这两项。以上两项需要设置相对应的音频格式及码流输入方式, 即可解决。

```

> Ecc enable rate : 100.0 %
Channel Status Bit 146 is "0".
== Running iteration ...
reset TE for 500 ms ...
reset TE done. Pause for 5 seconds
Pause TE done.
FW discovery state ready!
CDF_EARC_OP_CONTROL_COMPRESSED_AUDIO_PROC : Operate_Comp_Audio_Procedure
running with Audio Format :
> [ Compressed LayoutA ] layout
> [ MAT ] format
> [ 48_0K ] Hz sample frequency
>
Start audio Data capture ...
clock rate = 98308 kHz ...
audio capturing ...

> audio type : Compressed
> audio layout : LoA_Compress
> audio encrypted : False
> cs [5,4,3,1,0] : 0x02
> audio mute : False
> sample frequency : CsSF_INVALID
> audio clock rate : 98307 kHz
> Ecc enable rate : 100.0 %
Audio Data has a valid sequence of Preambles.
Audio Data has V bit equal to "0".
CS Bits 0,1,3,4,5=[01000] match expected value.
Sample Rate Field is CsSF_768K
CS Bits 24,25,26,27,30,31=[100100] match expected value.
CS Bits 44,45,46,47=[00000] match expected value.
CS Bits 136,137,138,139,140,141,142,143=[00000000] match expected value.
Audio Data has correct P bits.
Audio Data has ECC enabled.
The Link Bit Rate is >= 4.096 MHz, measured rate = 98.307 MHz
== checking Mute function ...
CDF_EARC_OP_CONTROL_COMPRESSED_AUDIO_PROC : Operate_Comp_Audio_Procedure
Start audio Data capture ...
clock rate = 98308 kHz ...

> audio type : Compressed
> audio layout : LoA_Compress
> audio encrypted : False
> cs [5,4,3,1,0] : 0x02
> audio mute : False
> sample frequency : CsSF_INVALID
> audio clock rate : 98307 kHz
> Ecc enable rate : 100.0 %
Error : Channel Status Bit 146 is "0".
Start audio Data capture ...
clock rate = 98307 kHz ...

> audio type : Compressed
> audio layout : LoA_Compress
> audio encrypted : False
> cs [5,4,3,1,0] : 0x02
> audio mute : False
> sample frequency : CsSF_INVALID
> audio clock rate : 98308 kHz
> Ecc enable rate : 100.0 %
Channel Status Bit 146 is "0".

=====Test Item(HFR5-1-27) Iteration(1) Failed=====

CS Bits 0,1,3,4,5=[00000] match expected value.
Error : CS Bits 24,25,26,27,30,31=[010000] does not match expected value [011100].
CS Bits 22,23,24,25=[01100] match expected value.

```

图 18 典型测试报告示例

5. HDCP 数据保护机制的问题

通过 HDMI 传输的超高清视频数据由 HDCP 技术进行内容保护，

在其工作中，发送端及接收端根据密钥进行加密解密运算，这样的运算中还要加入一个特别的值 KSV(视频加密密钥)，同时 HDCP 的每个设备会有一个唯一的 KSV 序列号，发送端和接收端的密码处理单元会核对对方的 KSV 值，以确保连接是合规的。

在测试中，首先需要完成发送端与接收端的协议交互。如交互不成功，此时后端应无法正常显示或显示低分辨率画面，以至于测试无进行。

HDCP 测试未通过具体体现为以下 3 点：

- 测试中每一个环节都必须支持 HDCP 协议，需要确认被测产品是否烧录 key，如未烧录需进行烧录后测试；
- 测试 HDCP 时，有会出现 1.4 版本正常测试，2.3 无法进行，这是由于 firmware.le 出现异常，需要拷贝 firmware.le 和 hdcp2_tx 到对应目录并开机自动执行 hdcp2_tx；
- KSV 值填写错误是经常出现的问题，需要在送测时根据实际支持进行填写。

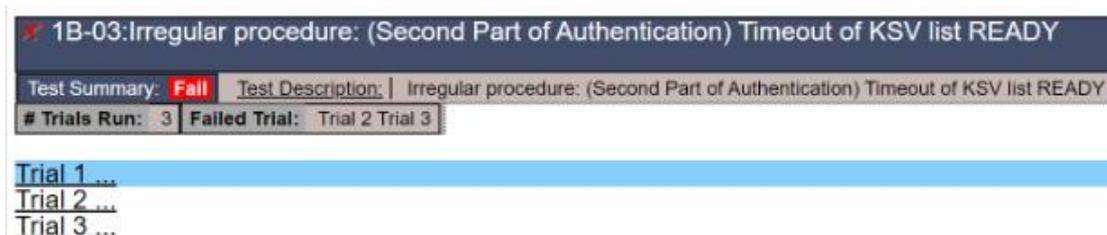


图 19 因 KSV 值填写错误导致测试未通过

附 1 关于国家数字音视频及多媒体产品质量检验检测中心

■ 国检中心资质

音视频国检中心自建成以来，在严格遵守 CNAS 等相关管理制度基础上，建立了一整套完善的内部质量管理体系，确保实验室各项工作有序运行。

- 2005 年通过 CNAS 国家实验室认可委员会的检测实验室认可；
- 2006 年获得国家认监委计量认证资质认定；
- 2007 年获得"中关村开放实验室"资质；
- 2008 年获得国家认证认可监督管理委员会国检中心授权；
- 2016 年联合建设虚拟现实/增强现实技术及应用国家工程实验室；
- 2016 年联合建设深度学习技术及应用国家工程实验室；
- 2019 年获批视听认知健康与智能影像分析评价工业和信息化部重点实验室；
- 2019 年联合西安深信科创信息技术有限公司共建人工智能测评技术创新实验室。

■ 服务能力

- 编解码：AVS2/AVS3、HEVC/H.265、HDR Vivid、Audio Vivid 编解码算法主客观验证、测试码流研制与标准符合性测试技术服务
- 终端显示：数字电视显示设备、计算机显示器、车载显示器、监视器、投影机(工程/商教/家用/微投/拼接)、超高清认证、HDR3.0

认证、绿色健康认证、高品质色彩认证、HDR Vivid 认证、HDR10+ 认证、显示设备低疲劳评价、显示器 S+评价等

- 商用显示：LED 大屏、会议终端、交互式一体机、商用显示终端等
- 新型显示：VR/AR/MR/XR、柔性显示、透明显示、3D 显示、激光显示
- 电声：扬声器、麦克风器件、音箱、耳机、功放设备、Audio Vivid 认证、EASE 扬声器测试、降噪耳机评价、HWA 评价、Audio Precision 音频分析仪原厂校准。
- 建声/扩声：会议室、视听室、体育场馆（篮球馆、体育场、游泳馆）、大型场馆（电影院，报告厅）、
- 声学主观评价：音视频编码主观评价、三维声主观评价、语音合成、语音质量 MOS 分评测
- 数字接口：HDMI 2.1/2.0/1.4、HDCP、USB、DisplayPort
- 人工智能：语音交互、文本识别、智能视频、智能化评价、人机交互、人工智能电视认证
- 媒体内容与软件评测：多媒体软件质量、媒体传输质量、多媒体系统压力测试、软件音视频性能、媒体内容质量（在线长视频及短视频）
- 网络传输：家庭网络、DLNA、物联网、三网融合、蓝牙
- 信道：ATSC、DVB-T/T2、ISDB-T、ABS-S、DTMB、DTMB-A



图 20 音视频国检中心授权测试能力

附 2 关于国家虚拟现实/增强现实产品质量检验检测中心

2020 年 3 月，国家认证认可监督管理委员会正式批准我院成立国家虚拟现实/增强现实产品质量监督检验中心，这是我国在该领域唯一的国家级产品质量监督检验中心，为我国虚拟现实/增强现实产业的发展提供质量技术保障。主要技术能力如下：

● 虚拟现实/增强现实领域资质能力

——国家虚拟现实/增强现实产品质量检验检测中心

中心是经国家认证认可监督管理委员会授权成立的虚拟现实/增强现实产品质量监督检验机构，将秉承“科学、公正、创新、服务”的理念，承担国家指定的产品质量的监督抽查检验、产品质量争议仲裁检验等，开展检验检测技术的研究和国家标准、行业标准和团体标准的制修订以及检测认证服务工作。

——虚拟现实/增强现实技术与应用国家工程实验室

我院作为虚拟现实/增强现实技术与应用国家工程实验室的核心单位，以高沉浸感、多感知多模式交互的虚拟现实/增强现实内容开发平台和虚拟现实/增强现实系统与设备为目标，在感知与理解、建模与绘制、呈现与交互、分布与协同等方面开展创新研究，着重突破多模传感、数据建模、图像处理、触觉反馈、新型显示、高效分发、评价测试等关键技术和工程方法，全面提升我国虚拟现实/增强现实全产业链的竞争实力。

——虚拟现实产业联盟标准牵头单位

我院作为虚拟现实产业联盟标准的牵头单位，在工业和信息化部

电子信息司指导下，认真落实《工业和信息化部关于加快推进虚拟现实产业发展的指导意见》，承办 2019 年世界 VR 大会标准分论坛并发布《虚拟现实标准化白皮书》、《虚拟现实行业应用优秀案例集》，对加速关键技术研究、完善应用场景解决方案、汇聚产业资源起到了积极作用。

- **虚拟现实/增强现实产品检测评价业务**

我院赛西实验室可为行业提供虚拟现实产品的基础指标、功能、性能和舒适度等方面的检验检测与评价，包括：

- 虚拟现实产品的基础性能测试（安全、绿色环保、电磁兼容、字型编码等）；
- 虚拟现实产品的功能性能测试（音视频、交互、接口、软件等）；
- 虚拟现实产品的健康舒适度评价；
- 虚拟现实产品测试仪器及测试信号开发。