

世界超高清视频产业联盟团体标准

T/UWA 044—2026

家庭 3D 应用系统质量要求及测试方法

Quality requirements and test methods for residential 3D application systems

2026-1-30 发布

2026-1-30 实施

世界超高清视频产业联盟 发布

目 次

前 言	III
引 言	IV
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 缩略语	1
5 显示终端性能指标	2
5.1 刷新率	2
5.2 亮度	2
5.3 色彩空间覆盖率与色度均匀性	2
5.4 分辨率	2
5.5 对比度	2
5.6 帧相位稳定性	2
5.7 灰阶跳转串扰率	2
6 显示接口要求	3
7 3D 视频转换设备要求	3
7.1 3D 视频解码与 3D 模式播放	3
7.2 视频帧率适配性	3
7.3 2D/3D 片源自动识别与模式切换播放	4
7.4 3D 同步功能	4
8 3D 眼镜性能指标要求	4
9 家庭 3D 应用质量体验指标	4
9.1 快门式 3D 播放稳定性	4
9.2 3D 显示清晰度	4
9.3 3D 显示亮度	4
9.4 3D 显示有效动态范围	4
9.5 3D 显示串扰	5
9.6 3D 显示亮度均匀性	5
9.7 3D 显示色度均匀性	5
9.8 3D 显示亮度闪烁	5
10 显示终端性能指标分级	5
11 显示终端 3D 质量性能测试方法	6
11.1 显示分辨率测试	错误!未定义书签。
11.2 显示亮度测试	6
11.3 色彩空间覆盖率测试	6
11.4 帧扫描相位稳定性测试	6
11.5 逐行扫描电刷新率测试	7
11.6 3D 显示亮度均匀性测试	7

11.7	3D 显示色度均匀性测试	7
11.8	灰阶跳转串扰率测试.....	7
11.9	3D 显示亮度闪烁测试	8
附录 A (资料性)	附录 A 标题	9
A.1	灰阶跳转串扰率测量示例说明.....	9
参 考 文 献.....		10

前　　言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件由世界超高清视频产业联盟视频体验工作组、AI2H专题组提出。

本文件由世界超高清视频产业联盟归口。

本文件起草单位：中国移动通信集团江苏有限公司、中国电信股份有限公司山西分公司、中国移动通信集团天津有限公司、中移（杭州）信息技术有限公司、咪咕文化科技有限公司、联通视频科技有限公司、天翼数字生活科技有限公司、新国脉数字文化股份有限公司、华为技术有限公司、上海数字电视国家工程研究中心有限公司、中兴通讯股份有限公司、上海艾策通讯科技股份有限公司、海信视像科技股份有限公司、深圳创维-RGB电子有限公司、深圳创维显示科技有限公司、TCL华星光电技术有限公司、北京数字电视国家工程实验室有限公司、北京市博汇科技股份有限公司、深圳TCL新技术有限公司、上海交通大学、南京图格医疗科技有限公司、中国电子技术标准化研究院。

文件主要起草人：王小霞、张骏、楼思嘉、冷志敏、李庆昆、朱坤、潘亿、许一骅、李康敬、毕蕾、林琳、甄林、奚溪、宋冬、胡杰、陆建勋、常泽山、邹冰、高艺洋、殷惠清、王旭升、黄成、王良家、赵益、刘文泉、刘卫东、吉宏远、徐遥令、徐小清、冯振华、龚倩、黄卫东、崔兴宇、毛珂、赵霞飞、郭忠武、张家斌、吴有肇、岳春波、宋利、程正雪、汪彦刚 王磊、赵晓莺。

引　　言

随着人们物质生活水平的提升与文化娱乐需求的不断增长，家庭视听体验正加速迈向高品质、个性化和沉浸式的发展方向。在众多沉浸式体验技术中，3D 显示作为家庭视觉体验的重要形态，正迎来新的发展契机。家庭 3D 体验解决方案，以网络为基础，打造高速、稳定的 3D 视频流传输通道，以全光组网光纤到房间（FTTR）光网络终端作为家庭网络和 3D 应用的核心枢纽，通过高刷新率 2D 显示终端（包含电视机大屏、显示器中屏等）搭配液晶快门式 3D 眼镜，低成本地实现家庭 3D 播放，为用户带来低门槛、高沉浸感的新体验。2025 年 5 月，全国各地的运营商纷纷发布了万兆套餐，在多场发布会上，家庭 3D 方案作为亮点应用进行了展示，吸引了大量用户的关注与兴趣。用户对于这种新的家庭 3D 体验表现出了极大的热情，运营商也对该方案做出了高度评价，认为其展示了未来家庭生态的新趋势。

家庭3D体验及其舒适性，受到内容源、网络传输和终端呈现等多个环节的综合影响，各环节的优化直接关系到最终用户的体验感受和满意度。因此，制定面向家庭3D体验质量要求及相应测试方法显得尤为重要，其不仅有助于明确各环节在体验保障中的关键指标，还能够为产业链各方提供统一的参考依据。通过标准化的评估方法，运营商、设备制造商和显示终端提供方能够科学地、客观地衡量家庭3D的显示效果和整体体验水平，为家庭3D应用的规模化推广、商业应用以及体验的持续性优化提供坚实基础和有力支撑。

家庭 3D 应用系统质量要求及测试方法

1 范围

本文件规定了家庭快门3D应用的体验质量要求及测试方法，以及对快门3D系统的显示终端的显示性能分级方法。本文件适用于对家庭快门3D应用的显示终端效果做出分级，用于为提供家庭快门3D应用业务的产品提供参考。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- GB/T 15609—2008 彩色显示器色度测量方法
- GB/T 18910—2020 液晶显示器件通用规范
- SJ/T 11593—2016 主动快门式立体眼镜技术规范
- GB/T 32635—2016 立体电视图像质量测试方法

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

帧率 frame rate

在一秒钟内显示的图像帧数。

注：帧率是衡量图像流畅度和流畅度的重要指标。

3.2

分辨率 resolution

图像或视频中可显示的细节数量。

注：通常以像素为单位表示。

3.3

串扰 crosstalk

泄漏光亮度与目标光亮度的比率在显示左（或右）眼图像时，右（或左）眼位置测得的亮度（即不该出现的泄漏亮度）与原本应该显示的亮度之比。

[来源：GB/T 32635—2016，3.1，有修改]

4 缩略语

2D：二维平面（Two Dimensional）

3D：三维立体（Three Dimensional）

EDR：有效动态范围（Effective Dynamic Range）

HDR：高动态范围（High Dynamic Range）

LCD：液晶显示（Liquid Crystal Display）

OLED：有机发光二极管显示（Organic Light Emitting Diodes）

VRR：可变刷新率（Variable Refresh Rate）

VSync：垂直同步信号（Vertical Synchronization）

5 显示终端性能指标

5.1 刷新率

显示终端逐行扫描模式下刷新率应满足 $\geq 100\text{ Hz}$ 。

5.2 亮度

显示亮度是指在特定显示条件下，单位面积沿特定方向发出的光强度。

峰值亮度是指显示器在特定情况下（如显示高光画面、播放HDR内容或开启户外模式时）所能达到的最高亮度值，单位为尼特（nits）。

稳态亮度指显示器在连续工作条件下能够长期稳定维持的亮度值。

亮度均匀性指显示器不同位置亮度的一致性程度。对于亮度的要求在表6以及9.6章节中做出推荐要求。

5.3 色彩空间覆盖率与色度均匀性

色彩空间覆盖率是显示设备能显示的色彩范围与某个色彩空间的标准范围的重合率。

色度均匀性指显示器不同区域的色度一致性程度，通常以 $\Delta u'v'$ 表示。具体要求见9.7。

5.4 分辨率

分辨率是显示器在水平和垂直方向上可显示的有效像素数量，通常表示为“水平像素数×垂直像素数”。

单眼分辨率达到1080p标准以上画质效果可描述为高清，单眼分辨率达到4K观看效果可描述为超高清。显示分辨率的分级评价指标，见表6。

5.5 对比度

对比度是指显示器显示最大亮度与最小亮度之比，通常用峰值亮度除以全黑亮度表示。具体要求见第8章。

5.6 帧相位稳定性

帧相位稳定性是指显示终端显示视频帧内容时刷新位置在帧周期内的相对位置的稳定性。帧相位不稳定现象在信号与显示终端刷新不同步时会出现，又可以称为帧扫描相位漂移。

若采用撕裂线测量或者不同位置亮度变化时间测量的方法测量漂移速度，且以行数/秒为单位，漂移速度 >0 则认为有相位漂移。若比较帧切换时间与输入信号的VSync时间差，时间差在统计时间内单调变化，则认为有相位漂移。

帧相位漂移的存在将导致固定时钟的同步信号发射装置与快门眼镜与显示器存在不稳定的相对时延，这一不稳定的相对时延的变化将会导致左右眼之间的显示串扰。

帧相位稳定性的测试方法见11.4。扫描相位的稳定性要求：

- 1) 显示屏幕顶部与屏幕底部波形跃迁的时间差 Δt_{scan} 的RMS抖动（RMS/P-P） $<$ 帧周期的2%。
- 2) Δt_{scan} 最大值 $<1.5 \times$ 帧间隔。
- 3) 长期漂移速率 $dT/T < 0.00012$ （dT为相邻帧顶部探头上升沿的间隔与周期期望值T的偏差）。

5.7 灰阶跳转串扰率

灰阶跳转串扰率在快门式3D显示场景下可表示为显示器亮度响应曲线在一个时间窗口内积分的相对偏差：对于屏幕任一位置上的某一像素，若在连续两帧灰阶跳转过程中，在两个长度小于等于帧周期、间隔等于帧周期的时间窗口内，测量起始帧光亮度（单位：nit）的时间积分和目标帧光亮度时间积分，

即在连续稳定显示起始帧或目标帧灰阶的情况下，测量同样时间位置和长度的时间窗口内起始帧灰阶和目标灰阶的亮度时间积分。

测量灰阶跳转时起始帧光亮度和目标帧光亮度时间积分，即在以高刷新率交替显示起始帧和目标帧灰阶的情况下，测量同样时间位置和长度的时间窗口内起始帧灰阶和目标灰阶的亮度时间积分。用

“灰阶变化时目标亮度与稳定显示时目标亮度的时间积分偏差占稳定显示时目标亮度的时间积分的比例”这一参量来表征由于上一灰阶对目标灰阶的感知亮度影响，即灰阶跳转串扰率。由于当前显示面板背光和驱动设计的多样性，屏幕的光学响应不仅由单像素的LCD调光响应或OLED发光响应时间决定，还受背光驱动控制等因素影响，因此要对不同显示原色间的灰阶跳转进行测量。

灰阶跳转串扰的测试方法见11.8章节。

6 显示接口要求

显示接口应满足HDMI 2.0, HDMI 2.1, DP 1.4 (Display Port 1.4), DP 2.0/2.1, USB-C (DP Alt) 中任一标准规范。

支持 ≥ 100 FPS的输入信号源的内容稳定刷新显示是支持快门3D播放的必要条件。

7 3D 视频转换设备要求

7.1 3D 视频解码与 3D 模式播放

3D 转换设备可以将表 1 和表 2 中列出格式的 3D 视频解码，分离出左帧和右帧，分别拉伸至输出显示设备的全屏分辨率，并按照 100 Hz 或以上的帧率将左右子帧依次顺序刷新显示播放。

表1 1080P 高清 3D 视频分辨率参数表

3D 格式	全/半	视频分辨率	输出分辨率	码率	必备/可选
SBS(左右拼接)	半宽	1920×1080	960×1080	6 Mbps~15 Mbps	必备
SBS(左右拼接)	全宽	3840×1080	1920×1080	10 Mbps~20 Mbps	可选
TAB(上下拼接)	半高	1920×1080	1920×540	6 Mbps~15 Mbps	可选
TAB(上下拼接)	全高	1920×2160	1920×1080	10 Mbps~20 Mbps	可选

表2 4K 超高清 3D 视频分辨率参数表

格式	全/半	视频分辨率	输出分辨率	码率	必备/可选
SBS(左右拼接)	半宽	3840×2160	1920×2160	20 Mbps~40 Mbps	必备
SBS(左右拼接)	全宽	7680×2160	3840×2160	30 Mbps~60 Mbps	可选
TAB(上下拼接)	半高	3840×2160	3840×1080	20 Mbps~40 Mbps	可选
TAB(上下拼接)	全高	3840×4320	3840×2160	30 Mbps~60 Mbps	可选

7.2 视频帧率适配性

对于帧率在 24 FPS ~ 60 FPS 范围内的视频，即使帧率不可被播放帧率整除，播放器也应适配帧率，最终以 ≥ 100 Hz 的前后帧形式播放输出。

7.3 2D/3D 片源自动识别与模式切换播放

转换设备可根据识别视频编码标识等方式对普通2D视频和3D视频识别区分。

对于3D视频按照6.1中快门式3D模式播放，也可根据用户选择，以2D模式播放3D视频的单目视角内容。

7.4 3D 同步功能

要求转换设备自带同步信号发射装置，或可将帧同步信号输出给外设的同步信号发射装置。视频转换设备的同步信号相位可调节。

8 3D 眼镜性能指标要求

3D眼镜的相关性能指标应符合SJ317/T 11593—2016的要求。

9 家庭3D应用质量体验指标

9.1 快门式3D播放稳定性

快门式3D稳定播放是指播放过程中屏幕不存在丢帧、黑屏、帧撕裂的现象，带上快门眼镜后能够观察到稳定的各自通道的视频画面。

快门式3D稳定播放要求显示器能够以规定的100 Hz及以上的显示帧率将输入的3D显示片源按照交替左右帧的前后帧格式播放出来，且要求显示驱动扫描方式非隔行扫描。显示相对输入的时延，眼镜快门相对于同步信号的时延，同步信号相对于输入的时延是稳定值。

9.2 3D显示清晰度

主动快门式3D显示中，3D显示清晰度是指最终单眼观察到的图像分辨率。显示终端以 ≥ 100 Hz进行播放，左右眼交替接收整幅画面，3D显示清晰度取决于显示终端以 ≥ 100 Hz播放下的分辨率。因3D显示会更加凸显内容细节，3D显示情况下对于终端分辨率有更高要求，分辨率宜 $\geq 1080p$ 。

9.3 3D显示亮度

快门式3D显示亮度主要由显示屏亮度 L_{panel} 、快门眼镜透光率 T_{glass} 和开关占空比D因素决定。3D显示亮度（感知亮度 $L_{perceived}$ ）是指透过工作状态下的快门眼镜，单位时间内到达人眼的平均亮度。

感知亮度与体验效果见表3。3D显示平均亮度宜 ≥ 50 nits。

表3 3D显示亮度与显示体验效果关系

3D模式亮度(nit)	3D体验说明
<50	暗淡，色彩失真，长时间观看易疲劳
50~80	可接受，暗场细节较差
80~120	良好，色彩还原接近2D
>120	优秀，亮度与2D接近，深度感和色彩丰富

9.4 3D显示有效动态范围

3D显示有效动态范围EDR计算公式见式(1)：

$$EDR = \frac{L_{white}}{L_{black} + L_{crosstalk}} \dots \text{式 (1)}$$

其中，

EDR取左右眼测量值较低者。为获得清晰分辨和3D沉浸感效果，EDR应 ≥ 500 。

L_{white} 和 L_{black} 均为带上快门眼镜之后3D模式下的峰值亮度，左右眼通道独立测量。

$L_{crosstalk}$ 是另一眼的泄漏亮度。

由于3D显示的最终效果是取决于两眼显示而形成的立体画面，在3D动态范围的标准化描述中，左右眼峰值亮度差应 $\leq 10\%$ ，左右眼对比度差应 $\leq 15\%$ 。3D有效动态范围与观看体验见表4。

表4 3D有效动态范围与观看体验

有效动态范围	3D体验说明
<500:1	暗部泛灰，立体感差，容易看到鬼影
500:1~1000:1	一般水平，亮暗层次可分辨，深度感中等
1000:1~2000:1	优秀，黑色沉稳、亮部通透，深度感好
>2000:1	接近影院立体效果，非常沉浸

9.5 3D显示串扰

3D串扰指左眼图像被右眼看到、或右眼图像被左眼看到，显示出现重影的现象。严重的串扰会引起晕眩等不适，3D串扰程度可用串扰比例（或串扰值）表示见式（2）：

$$\text{Crosstalk}(\%) = \frac{L_{leak}}{L_{intended}} \times 100\% \dots \text{式 (2)}$$

$L_{intended}$ ——另一眼图像遮挡时的亮度，该眼应看到的亮度。

L_{leak} ——另一眼图像泄漏的亮度。

表5 显示串扰与观看体验效果

串扰比例 (%)	3D体验说明
<1%	几乎无可见串扰，立体感纯净，舒适度高
1% ~ 3%	偶尔在高对比边缘看到轻微重影，但不影响沉浸感
3% ~ 7%	明显鬼影，部分观众感到干扰或轻微疲劳
>7%	鬼影显著，深度感下降，易导致眼疲劳或头晕
>10%	重影严重，3D效果失真

9.6 3D显示亮度均匀性

3D显示亮度均匀性由单眼观看到显示器上多点亮度的一致性和左右眼亮度一致性两部分组成。

单眼亮度均匀性取决于显示器的亮度均匀性，见GB/T 18910—2020《液晶显示器件通用规范》第5.6。3D观影推荐电视/显示器的亮度均匀性 $\geq 75\%$ 。大尺寸电视在背光结构及观看距离方面的特性，亮度均匀性评价应以视觉可接受性为主要依据。左右眼亮度一致性要求左右眼亮度差 $\leq 10\%$ ，左右眼亮度均匀性差 $\leq 5\%$ 。

9.7 3D显示色度均匀性

3D显示色度均匀性由单眼观看到显示器上多点色度的一致性和左右眼色度一致性两部分组成。

单眼色度均匀性是指显示器的色度坐标均匀性，见3D观影推荐电视/显示器的亮度均匀性 ≤ 0.010 。左右眼色度一致性要求左右眼色度坐标差 $\Delta u' \leq 0.006$, $\Delta v' \leq 0.006$ 。

9.8 3D显示亮度闪烁

3D显示亮度闪烁及视觉舒适性要求应符合 GB/T 18910—2020 5.7视觉舒适性对闪烁现象的限制性要求。

10 显示终端性能指标分级

显示终端性能指标分级及对应的显示效果见表6。

表6 显示终端性能指标分级及对应的显示效果

评级		A	B	C	D
性 能 指 标	显示分辨率	$\geq 1920 \times 1080\text{p}$			
	显示峰值亮度	$\geq 500 \text{ nits}$			
	色彩空间覆盖率	$\geq 45\% \text{ BT. 2020}$			
	帧相位稳定性	无相位漂移		相位漂移	
	平均灰阶跳转串扰率	$\leq 5\%$	$\leq 15\%$	$\leq 15\%$	$> 15\%$
效 果 体 验	快门 3D 播放	稳定支持	稳定支持	不稳定	稳定支持
	3D 串扰	串扰不可察觉、长期观看不眩晕	轻度串扰可察觉、长期观看不眩晕	串扰大小及观看效果不稳定	串扰大、眩晕
本表需显示器满足第5章规定的快门3D显示基本要求，即支持 $\geq 100 \text{ FPS}$ 的输入信号源的内容以 $\geq 100 \text{ Hz}$ 逐行扫描刷新率稳定显示。 表格所列出的指标为达到该评级标准的必要非充分条件，仅当某评级等级的各项必要指标项均满足时屏幕才能达到该评级。					

11 显示终端 3D 质量性能测试方法

11.1 显示亮度测试

应按照GB/T 18910—2020中6.5进行测试。。

11.2 显示亮度测试

应按照GB/T 18910—2020中7.2显示器亮度和亮度均匀性的测试规程。

感知亮度按照以下步骤进行测试：

- 1) 显示器进入 3D 快门显示模式；
- 2) 在亮度计前方放置同步开启的快门眼镜；
- 3) 测量显示器输出的时间平均亮度。

11.3 色彩空间覆盖率测试

应按照ITU-R BT. 2020标准对BT. 2020色域原色、白点的定义，和GB/T 18910—2020中7.3色度特性中规定的色度坐标精、色域面积和覆盖率测试方法进行测试。

11.4 帧扫描相位稳定性测试

帧扫描的相位稳定性使用高速硅光二极管模块2个（上升时间 $< 1 \mu\text{s}$ ）和数字示波器（采样率 $\geq 100 \text{ MSa/s}$ ）测试。

测试内容与步骤如下：

- 1) 关掉屏幕的 VRR/补偿和动态背光模式等可变因素，仅保留与高帧率输入相匹配的高刷新率（ $\geq 100 \text{ Hz}$ ，如 120 Hz ）模式。
- 2) 输入设备强制输出帧率为 $f \text{ FPS}$ 的视频（ $f \geq 100 \text{ FPS}$ ）（应满足 CTV RBv2 支持 1000/1001 精确率）播放测试视频。
- 3) 两测试探头连接示波器同时测试记录，分别测量显示屏顶部与显示屏底部波形跃迁的时间差 Δt_{scan} ，代表整帧可见区扫描耗时。连续记录 ≥ 1000 帧，得到 Δt_{scan} 的均值与RMS 抖动。

- 4) 跨帧测量扫描相位漂移，从输入设备引出帧头信号作为参考，观测屏幕上/下部的探头数据上升沿相对帧头序号时间差的缓慢变化曲线。
- 5) 计算 Δt_{scan} 的RMS抖动。
- 6) 统计相邻帧顶部探头上升沿的间隔与期望值即帧周期时长的偏差dT，计算长期漂移速率：dT/T，T为帧周期时长。

11.5 逐行扫描电刷新率测试

应满足GB/T 18910-2020中6.5中规定的刷新率和扫描稳定性的测试方法进行测试。

11.6 3D 显示亮度均匀性测试

3D显示终端的亮度均匀性测试方法参考GB/T 18910-2020《液晶显示器件通用规范》第6.6，测试条件、测试信号、测试点位分布与测试步骤均与上述章节描述相同，区别在于测试装置系统中需要将正常工作在3D模式的快门眼睛置于屏幕待测区域与亮度计之间，保证快门眼镜镜片与测量光学系统的光轴垂直，且需通过光阑遮光、控制测试亮部区域大小、或控制亮度计集光孔径等方式，保证由屏幕待测点位发出的最终到达光度测试仪之中的所有光线都经过快门眼镜。透过左右镜片分别测量多测试点位亮度，将单眼镜片亮度的均值作为该眼的亮度值 I_{left} 和 I_{right} ，亮度偏差计算见式（3）：

$$\Delta I(\%) = 2 \left| \frac{I_{\text{left}} - I_{\text{right}}}{I_{\text{left}} + I_{\text{right}}} \right| \times 100\% \dots \text{式 (3)}$$

11.7 3D 显示色度均匀性测试

3D显示终端的色度均匀性测试方法参考GB/T 15609-2008《彩色显示器色度测量方法》第5.3，测试条件、测试信号、测试点位分布与测试步骤均与上述章节描述相同，区别在于测试装置系统中需要将正常工作在3D模式的快门眼睛置于屏幕待测区域与色度测试仪之间，保证快门眼镜镜片与测量光学系统的光轴垂直，且需通过光阑遮光、控制测试亮部区域大小、或控制色度仪集光孔径等方式，保证由屏幕待测点位发出的最终到达光度测试仪之中的所有光线都经过快门眼镜。使用该系统按照标准描述的测试方法，测量并计算色度坐标差 $\Delta u'v'$ 。

11.8 灰阶跳转串扰率测试

应满足5.7对灰阶跳转串扰率的定义和描述，积分相对偏差的测量示例见附录A。

灰阶跳转串扰率测试使用高速硅光二极管模块2个（上升时间 $< 1 \mu\text{s}$ ）和数字示波器（采样率 $\geq 100 \text{ MSa/s}$ ）。测试步骤如下：

- a) 使用探头测量屏幕在3种显示内容下的光学响应并记录数据：
 - 1) 稳定显示起始灰阶；
 - 2) 稳定显示目标灰阶；
 - 3) 以 $\geq 100 \text{ Hz}$ 的显示刷新频率交替显示起始灰阶与目标灰阶。测量时要求有帧同步信号作为示波器的触发信号，保证3组测量数据相位对齐。
- b) 对于3组记录数据积分计算：
 - 1) 设置积分窗口：积分窗口的大小对应时间长度为 5 ms ；积分窗口以刷新周期为周期。
 - 2) 在一帧周期内滑动积分窗口对步骤a)中C的响应曲线做积分。
 - 3) 在一帧周期内找到较小灰阶的积分值最小值点或较大灰阶的积分值最大值点。
 - 4) 周期复制积分窗口的位置，对ABC三组曲线分别求取积分，5组数据取平均值作为积分结果。
- A组积分得到起始灰阶亮度 L_s ，B组积分得到目标灰阶亮度 L_t ，C组中选取对应目标灰阶的积分窗口积分值得到灰阶跳变时目标灰阶亮度记为 L 。
- c) 计算一组灰阶跳转变化的串扰率。

$$c = \frac{L - L_t}{\max \{L_s, L_t\}} \dots \text{式 (4)}$$

d) 逐个计算表7中各组灰阶跳转变化的串扰率。

表7 灰阶跳转串扰率测试方案

灰阶跳转亮度 响应积分相对 偏差	目标灰阶值								
	0	31	63	95	127	159	191	223	255
起始灰阶值	0								
	31								
	63								
	95								
	127								
	159								
	191								
	223								
	255								

e) 统计 c_{GtG} 的第一四分位值 $c_{1/4}$ 、第三四分位 $c_{3/4}$ 值、最大值 c_{MAX} 、平均值 c_{mean} , 四者之和的均值, 得到平均灰阶跳转亮度响应积分相对偏差, 及平均灰阶跳转串扰率, 见式(4) :

$$C = \frac{1}{4}(c_{1/4} + c_{3/4} + c_{MAX} + c_{mean}) \dots \dots \dots \text{式 (4)}$$

11.9 3D 显示亮度闪烁测试

3D 显示亮度闪烁测试方法按照 GB/T 18910—2020 中第 6.7 章节进行测试。

附录 A
(资料性)
附录 A 标题

A. 1 灰阶跳转串扰率测量示例说明

以120 Hz频率（单眼60 Hz）的3D工作模式为例，当前测试频率为120 Hz，测试视频为以1/120 s的周期交替显示起始灰阶纯绿色95跳转到目标灰阶纯绿色191。

图A. 1中，灰色曲线为测量的灰阶跳转光强变化曲线（如图标注为“GS=95–191”），这一变化曲线是显示器背光（图中可见的高频的背光调制）和液晶像素的控光响应的共同结果。在1. 80 ms该区域视频信号从GS191跳转至GS95，于10. 13 ms视频信号又变化至GS191，18. 46 ms变化至GS95。图A. 1中绿色曲线和蓝色曲线分别为稳定的基准目标GS191和GS95的光强曲线。

图A. 1中紫色曲线为积分窗口的位置示意，窗口位置可以移动。窗口一对应目标GS95，窗口二对应目标GS191。在时间窗口内对于跳转曲线GS95–191积分，可以测出实测的目标灰阶响应积分亮度 L ；对于稳定的基准目标灰阶曲线GS95和GS191分别积分，可以测出目标灰阶为95和191的积分亮度基准 L_0 。

相对积分偏差（串扰率）定义为 $c = \left| \frac{L - L_0}{L_0} \right|$ 。

移动窗口位置，调节至实测目标灰阶响应与目标灰阶基准的相对积分偏差至最小处，将这一相对积分偏差最小值记为该灰阶跳转的亮度响应窗口积分相对偏差。

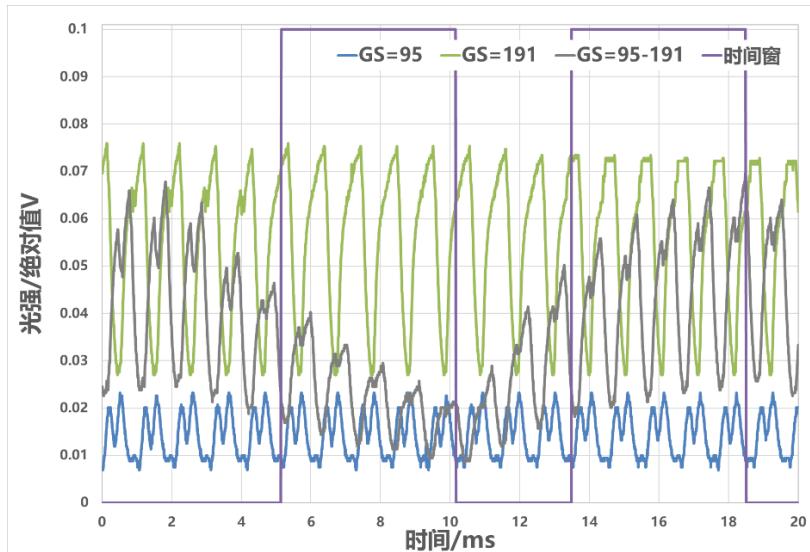


图 A. 1 灰阶跳转亮度响应曲线及窗口

要对多个颜色之间的灰阶跳转进行测量，对于起始灰阶与目标灰阶同单色、以及起始灰阶与目标灰阶为不同单色典型场景进行测试，跳转灰阶数值见表7。

测量“绿至红、绿至绿、绿至蓝、红至红、红至绿、红至蓝、蓝至红、蓝至绿、蓝至蓝”共9组颜色跳转过程表格，求平均值填入表7中。举例说明：若为同单色为绿色的跳转，起始灰阶与目标灰阶的红色、蓝色通道灰阶值均为0；若起始与目标为不同单色，例如绿色单色到蓝色单色的跳转，则起始灰阶红色、蓝色通道灰阶值为0，目标灰阶红色、绿色通道灰阶值为0。

积分时间窗口的长度<帧周期长度，宜为5 ms。

测量灰阶跳转曲线时屏幕以120 Hz刷新率显示重复的起始灰阶–目标灰阶逐帧交替的内容，使用高速硅光二极管模块（上升时间<1 μs）和数字示波器（采样率≥100 MSa/s）采集灰阶变化光学响应曲线。

参 考 文 献

- [1] GB/T 17953-2000《标准清晰度数字电视信号接口规范》第4.2章节：时序规范。
 - [2] ISO 9241-307《人-机交互作用的人类工效学》第307部分：电子可视用光学实验室方法、电子可视显示器分析和一致性试验方法。
 - [3] ITU-R Recommendation BT.2020: Parameter values for ultra-high definition television systems for production and international program exchange
 - [4] GB/T 18910-2020《液晶显示器件通用规范》第6.6章节
 - [5] GB/T 15609-2008《彩色显示器色度测量方法》第5.3章节
-