

世界超高清视频产业联盟团体标准

T/UWA XXXX—XXXX

超高清裸眼 3D 显示设备显示性能技术规范

Technical specification for display performance of ultra-high-definition naked-eye
3D display devices

（征求意见稿）

XXXX – XX – XX 发布

XXXX – XX – XX 实施

目 次

前 言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 缩略语	2
5 技术要求	3
6 测试条件	3
6.1 测试状态	3
6.2 环境条件	3
6.3 电源	4
6.4 环境照度	4
6.5 测试工作状态	4
6.6 测试设置	4
6.7 测试设备及模型要求	6
6.8 测试信号	6
7 主观评价要求	9
7.1 测试条件	9
7.2 评价人员	9
8 测量方法	9
8.1 3D 亮度	9
8.2 3D 亮度均匀性	10
8.3 3D 白色色度	10
8.4 3D 白色色度均匀性	11
8.5 3D 对比度	11
8.6 显示设备像素总数	12
8.7 显示设备信息密度	12
8.8 视点密集度	13
8.9 单视图有效信息量	14
8.10 两视图光学系统串扰	15
8.11 两视图串扰	17
8.12 3D 图像出屏距离	17
8.13 景深	18
8.14 3D 连续观看角度	18
8.15 亮度摩尔纹可视度	19
8.16 彩色摩尔纹可视度	20
附 录 A （资料性） CIE 照明体在 CIE1931 标准色度观察者下的三刺激值和色品坐标	22
附 录 B （资料性） 人脸模型尺寸示意图	23

附 录 C （资料性） 主观评价结果的筛选 24

附 录 D （规范性） 出屏距离和入屏距离计算 25

附 录 E （资料性） 3D 连续观看空间测试方法 27

参 考 文 献 30

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。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本文件由世界超高清视频产业联盟提出并归口。

本文件起草单位：北京视延科技有限公司、京东方科技集团有限公司、中国电子技术标准化研究院、海信视像科技股份有限公司、TCL华星光电技术有限公司、深圳创维-RGB电子有限公司、广州视源电子科技股份有限公司、深圳光峰科技股份有限公司、工业和信息化部电子第五研究所、上海数字电视国家工程研究中心有限公司、青岛海尔多媒体有限公司、

本文件主要起草人：

超高清裸眼 3D 显示设备显示性能技术规范

1 范围

本文件规定了超高清裸眼3D显示设备显示性能要求，描述了对应的测量方法。

本文件适用于超高清裸眼3D显示设备的设计、生产、试验和应用。

本文件适用于采用柱状棱镜或光栅的超高清裸眼3D显示设备，其他类型超高清裸眼3D显示设备可参考使用。

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 7921-2008 均匀色空间和色差公式

GB/T 9056-2004 金属直尺

GB/T 10000-2023 中国成年人人体尺寸

GY/T 413-2024 超高清清晰度电视综合测试图

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

超高清 3D ultra high definition 3D

单视图3D图像分辨率至少满足4K分辨率。其中4K分辨率是3840×2160。

注：有些超高清3D图像的衍生分辨率，例如4096×2160，5120×2160，分辨率大于4K，也属于超高清3D的范畴。

3.2

裸眼 3D 显示设备 naked-eye 3D display device

能正确显示双眼视差图像、使观看者无需任何辅助装置可以观看到3D图像的3D显示设备。

注：这并不一定意味着3D显示设备只提供双眼视差，其他深度信息也可从3D显示设备获得。所谓“正确显示”是指将左右像对分别显示给观看者的左右眼睛。

3.3

超高清裸眼 3D 显示设备 ultra high definition naked-eye 3D display device

能正确显示双眼视差图像、使观看者无需任何辅助装置可以观看到超高清3D图像的裸眼3D显示设备。

3.4

视图 view

从一个特定位置观看（或相机拍摄）的关于3D场景的图像。

3.5

视点 view point

超高清裸眼3D显示设备每一幅视图所设定的观看区域或角度。

3.6

主瓣角 main lobe angle

对称中心线与显示设备的法线方向相一致或相接近的不出现重复视点的角度总和。

3.7

视点密集度 view point density

主瓣角与主瓣角内所能容纳的视点数目之比。

3.8

多视图超高清裸眼 3D 显示设备 multi-view ultra high definition naked-eye 3D display device

能显示超过2个以上视图，从而能够提供超过2个以上视点的超高清裸眼3D显示设备。

3.9

两视图超高清裸眼 3D 显示设备 two-view ultra high definition naked-eye 3D display device
提供两个视图，使观看者可以在一定的视角范围内观看到3D图像的超高清裸眼3D显示设备。

3.10

人眼追踪超高清裸眼 3D 显示设备 eye-tracking ultra high definition naked-eye 3D display device

通过动态跟踪观看者人眼位置、从而能够给观看者正确显示双眼视差的图像对的超高清裸眼3D显示设备。

注：人眼位置并不局限于跟踪观看者人眼的位置，也包括跟踪观看者的头部，瞳孔，眉心等技术。

3.11

显示设备像素总数 Total number of pixels of the display device

超高清裸眼3D显示设备中有效显示区内水平方向像素数和垂直方向像素数的乘积。

3.12

显示设备信息密度 Information density of the display device

显示设备每显示面积（平方英寸）所容纳的像素总数。

3.13

3D 分辨率 3D resolution

观看者单眼所能观看到的3D有效信息数量。

3.14

最佳观看距离 optimum viewing distance

观看超高清裸眼3D显示设备时，可观看到最佳3D图像品质的位置。

3.15

串扰 crosstalk

超高清裸眼3D显示设备所显示的某一视图中混进去其他视图的现象。

3.16

光学系统串扰 optical system crosstalk

超高清裸眼3D显示设备光学系统所引起的某一视图中混进去其他视图的现象。

3.17

3D 图像出屏距离 3D image out of screen distance

从人类工程学角度出发，3D图像在显示设备前方能形成图像融合的最大立体深度。

3.18

3D 景深 3D depth of field

从人类工程学角度出发，能形成图像融合的最大立体深度的范围。

3.19

3D 连续观看角度 3D continuous viewing zone

最佳观看距离下3D图像不出现跳变的观看角度。

3.20

3D 连续观看空间 3D viewing space

3D图像满足所规定串扰阈值的观看区域。

3.21

摩尔纹 moire

超高清裸眼3D显示设备显示的亮度或色彩在空间或角度上呈现出的不规则周期变化的条纹。

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

DID：显示设备信息密度（Display Device Information Density）

DOF：景深（Depth of Field）

DUT: 被测显示设备 (Display Under Test)

LMD: 光测量设备 (Light Measuring Device)

5 技术要求

5.1 3D 亮度

超高清裸眼3D显示设备的3D亮度应满足 $\geq 450 \text{cd/m}^2$ 。

5.2 3D 亮度均匀性

超高清裸眼3D显示设备的3D亮度均匀性应满足 $\geq 80\%$ 。

5.3 3D 白色色度

超高清裸眼3D显示设备的3D白色色度应满足 $\Delta x = x_n \pm 0.02$, $\Delta y = y_n \pm 0.02$ 。不同色温对应的色品坐标参照附录A。

5.4 3D 白色色度均匀性

超高清裸眼3D显示设备的3D白色色度均匀性应满足 $\Delta u'v' < 0.02$ 。

5.5 3D 对比度

超高清裸眼3D显示设备的3D对比度应满足 $\geq 800:1$ 。

5.6 显示设备像素总数

超高清裸眼3D显示设备的像素总数应满足 ≥ 1.3 亿。

5.7 显示设备信息密度

超高清裸眼3D显示设备的DID应满足每平方英寸 ≥ 30 万, 其中1英寸=25.4mm。

5.8 视点密集度

超高清裸眼3D显示设备的视点密集度应满足 $< 1^\circ$ 。

5.9 单视图有效信息量

超高清裸眼3D显示设备的单视图有效信息量应满足 ≥ 800 万像素。

5.10 两视图光学系统串扰

超高清裸眼3D显示设备的两视图光学系统串扰应满足 $< 5\%$ 。

5.11 两视图串扰

超高清裸眼3D显示设备的两视图串扰应满足 $< 5\%$ 。

5.12 3D 图像出屏距离

超高清裸眼3D显示设备的3D图像出屏距离在被测样品的最佳观看距离下应满足 $\geq$ 最佳观看距离的40%。

5.13 景深

超高清裸眼3D显示设备的DOF在被测样品的最佳观看距离下应满足 $\geq$ 最佳观看距离的150%。

5.14 3D 连续观看角度

超高清裸眼3D显示设备的3D连续观看角度应满足 $\geq 50^\circ$ 。

5.15 亮度摩尔纹可视度

超高清裸眼3D显示设备的亮度摩尔纹可视度应满足 $< 1\%$ 。

5.16 彩色摩尔纹可视度

超高清裸眼3D显示设备的彩色摩尔纹可视度应满足 < 0.012 。

6 测试条件

6.1 测试状态

除非另有规定, 音频部分和视频部分工作状态设置为出厂状态。如果有根据环境光自动调节对比度和亮度的功能时, 将其调整为关闭状态; 如有2D与3D转换功能, 根据测试项目, 将其调整为对应的2D状态或者3D状态。如设置与出厂状态不同, 应在测量结果中予以说明。

6.2 环境条件

应在下列温度、湿度和气压条件范围内进行测试:

- 环境温度: $(25\pm 10)^{\circ}\text{C}$;
- 相对湿度: $(50\pm 25)\%\text{RH}$;
- 大气压力: $86\text{kPa}\sim 106\text{kPa}$ 。

6.3 电源

- 应在下列范围内的电源条件下进行测试:
- 电源电压: $\text{AC } 220\text{V}\pm 10\%$;
 - 电源频率: $50\text{Hz}\pm 2\%$;
 - 谐波分量: 不超过5%。

6.4 环境照度

测试应在暗室中进行, DUT屏幕表面的杂散光照度小于或等于 1lx 。即DUT在关闭模式下, 屏幕表面的照度小于或等于 1lx 。

6.5 测试工作状态

- 测试状态设置如下:
- 为了确保在测量开始后, DUT的特性不随时间而有明显的变化。DUT应在标准工作状态下工作不少于 60min , 以使DUT性能稳定。
 - 测试状态应调整至标准状态, 应符合下面要求:
 - a) 默认Gamma设置;
 - b) 默认亮度设置;
 - c) 默认色温设置。

6.6 测试设置

6.6.1 点测量 LMD

采用点测量LMD的测试布局见图1, 点测量LMD的光轴应与DUT的表面正交垂直, 测试距离为超高清裸眼3D显示设备的最佳观看距离, 即显示设备厂商说明书上推荐的观看距离。

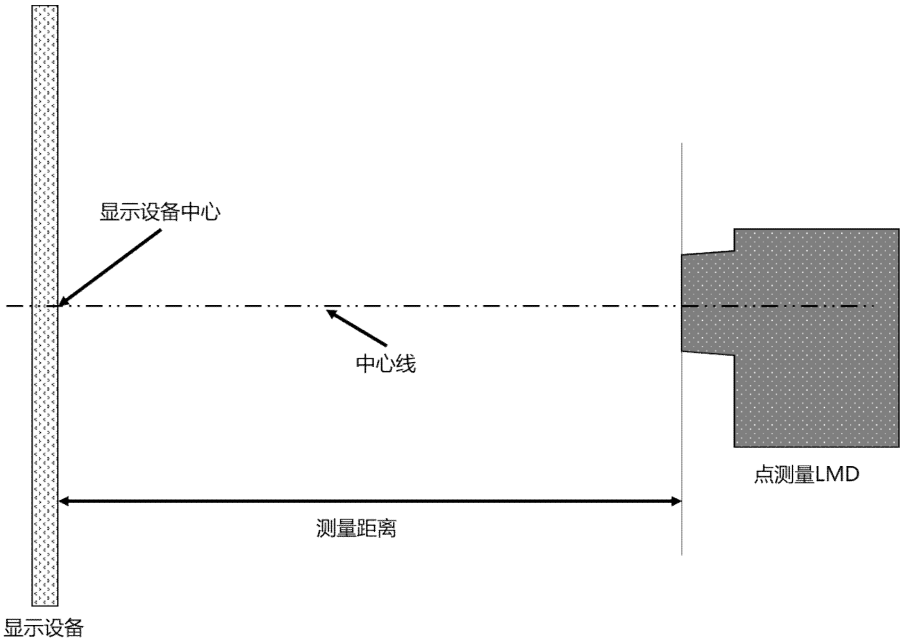


图 1 点测量 LMD 测试布局图

点测量LMD依赖于观看方向的测量, 相关规范或者测量方法中规定了在垂直方向或者水平方向测量屏幕中心点的特性, 如图2和图3所示。点测量LMD在水平或者垂直方向旋转, 如图2(a)和图3(a)所示。

可将DUT在水平或者垂直方向旋转，以代替移动点测量LMD，如图2(b)和图3(b)所示。设备制造商应在相关规范中规定水平和垂直测量的角度范围和精度，并在测量报告中注明。

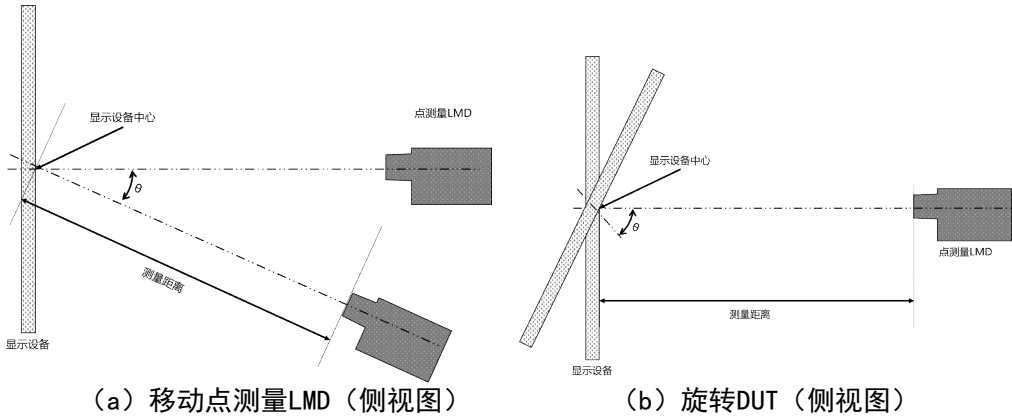


图 2 依赖于水平观看方向的测量布局

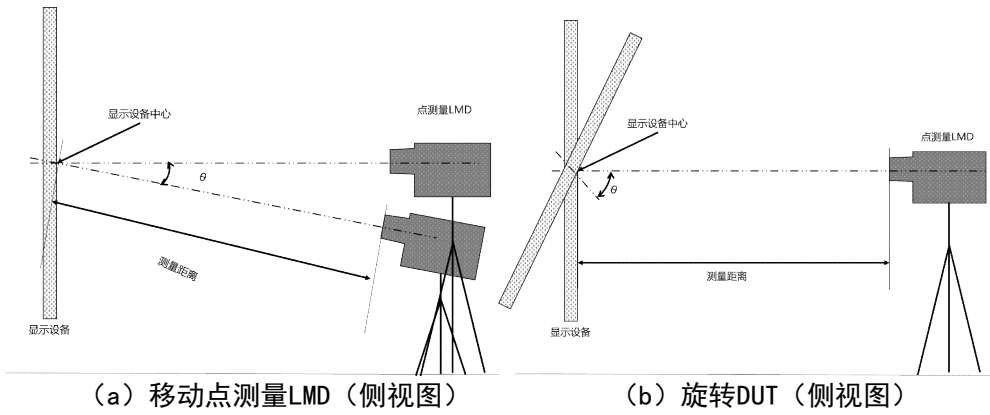


图 3 依赖于垂直观看方向的测量布局

6.6.2 二维测量 LMD

采用二维测试LMD搭载锥光镜头的测试布局见图4，二维测试LMD搭载锥光镜头的光轴应与DUT表面正交垂直，测试距离为二维LMD锥光镜头设备制造商规定的测量距离。

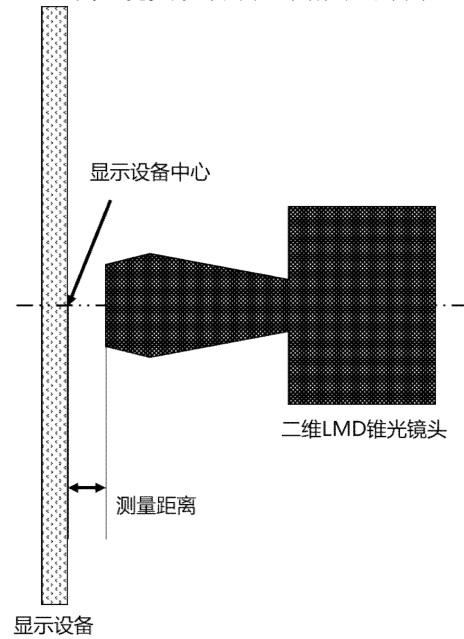


图 4 二维测量 LMD 搭载锥光镜头测试布局图

6.7 测试设备及模型要求

6.7.1 金属直尺

使用符合GB/T 9056-2004的金属直尺，其测量范围不低于1000mm。使用者可以选择更高精度的测试设备。在量距时，需要保持金属直尺水平，并避免金属直尺扭曲或弯曲。确保金属直尺的起点和终点与被测物体的起点和终点对齐，以及保持金属直尺与DUT之间的距离适当。使用后，需要对测量结果进行检查和校验，以确保测量结果的准确性。

6.7.2 显微镜

调整显微镜的物镜放大倍率，确保显微镜视野下水平方向和垂直方向均至少包含被测显示设备的10个像素。显微镜精度至少满足0.5μm。

6.7.3 点测量 LMD

点测量LMD的镜头聚焦在被测显示设备的表面上，测量视场角 $\leq 0.2^\circ$ 。被测显示设备样品旋转角度及点测量LMD旋转角度 $\leq 0.2^\circ$ 。

6.7.4 二维成像 LMD 锥光镜头

二维成像LMD搭载锥光镜头视角 $\geq \pm 60^\circ$ ，角分辨率 $\leq 0.05^\circ$ 。

6.7.5 人脸模型

人脸模型符合参考标准GB/T 10000-2023中5.1章节表3头部测量项目P50要求，详细参照附录B人脸模型尺寸示意图。

6.8 测试信号

6.8.1 全白场信号

所有视图白信号（视图里所有像素输入100%亮度水平），如图5所示。



图 5 全白场信号

6.8.2 全黑场信号

所有视图黑信号（视图里所有像素输入0%亮度水平），如图6所示。

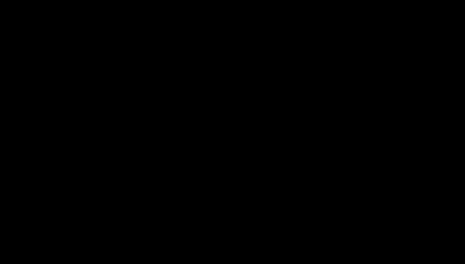


图 6 全黑场信号

6.8.3 i^{th} 视图白信号

i^{th} 视图白信号表示第 i 个视图所有像素被输入100%亮度水平，其他像素被输入0%亮度水平，如图7所示。

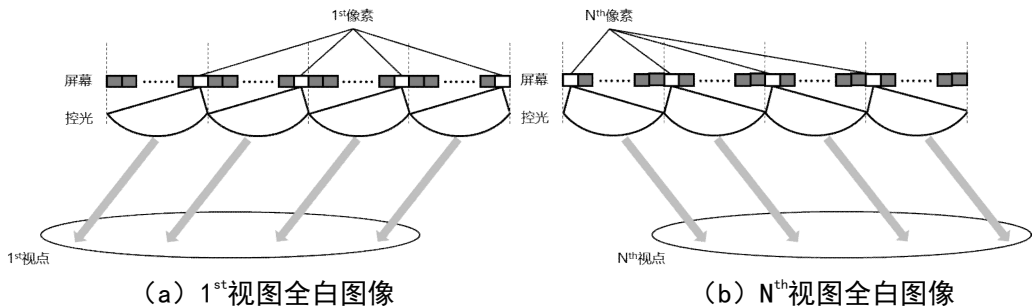


图 7 在多视图显示设备中(N 个视图)像素和控光器件关系的示意图

6.8.4 两视图信号

两视图信号是由两种类型的像素即左视图像素和右视图像素实现左图像和右图像。左视图白信号表示左视图所有像素被输入100%亮度水平，右视图被输入0%亮度水平。同样的，右视图白信号表示右视图所有像素被输入100%亮度水平，左视图被输入0%亮度水平，如图8所示。

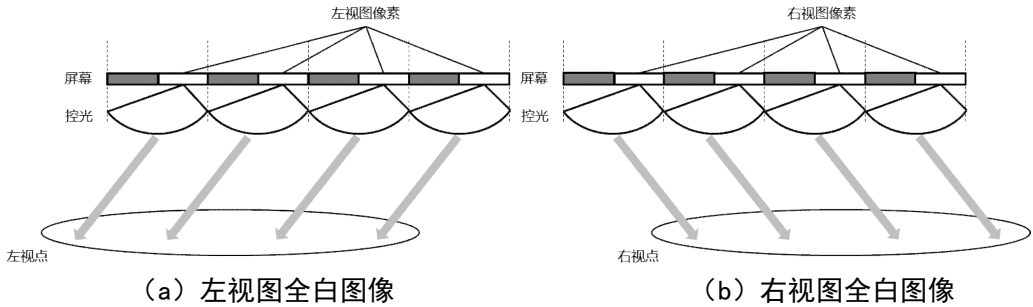


图 8 两视图像素和控光器件关系的示意图

6.8.5 单视图有效信息量测试图

单视图有效信息量测试图如图9所示。采用GY/T 413-2024中5.1章节4K图图样，制作成零视差面左右视图。信号种类和位置详见表1。

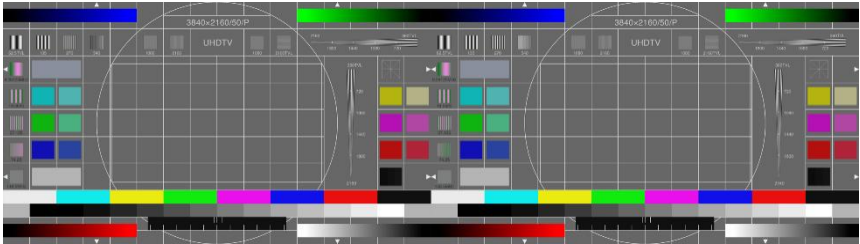


图 9 单视图有效信息量测试图

表 1 主观评价测试条件

序号	信号种类	信号位置
1	灰底格子背景信号	有效图像的背景
2	圆信号	有效图像的中心位置
3	亮度多波群信号	垂直第 2 格/水平第 1、2、3、4、6、7、10、11 格
4	彩色多波群信号	垂直第 3、4、5、6、7 格/水平第 1 格
5	水平清晰度楔形条信号	垂直第 3、4、5、6、7 格/水平第 13、14 格
6	垂直清晰度楔形条信号	垂直第 2 格/水平第 12、13、14、15、16 格
7	亮度阶梯信号	垂直第 8 格/水平第 2、3、4、5、6、7、8、9、10、11、12、13、14、15 格的下半格

8	亮度斜波信号	垂直第 9 格/水平第 12、13、14、15、16 格
9	红色斜波信号	垂直第 1 格/水平第 1、2、3、4、5 格
10	绿色斜波信号	垂直第 1 格/水平第 12、13、14、15、16 格
11	蓝色斜波信号	垂直第 9 格/水平第 1、2、3、4、5 格
12	100%HLG 彩条信号	垂直第 8 格/水平第 1、2、3、4、5、6、7、8、9、10、11、12、13、14、15、16 格的上半格
13	BT. 2020 色域的 75%白色块信号	垂直第 7 格/水平第 2、3 格
14	BT. 2020 色域的 75%黄色块信号	垂直第 4 格/水平第 2 格
15	BT. 2020 色域的 75%青色块信号	垂直第 4 格/水平第 15 格
16	BT. 2020 色域的 75%绿色块信号	垂直第 5 格/水平第 2 格
17	BT. 2020 色域的 75%品色块信号	垂直第 5 格/水平第 15 格
18	BT. 2020 色域的 75%红色块信号	垂直第 6 格/水平第 2 格
19	BT. 2020 色域的 75%蓝色块信号	垂直第 6 格/水平第 15 格
20	BT. 709 色域的 75%黄色块信号	垂直第 4 格/水平第 3 格
21	BT. 709 色域的 75%青色块信号	垂直第 4 格/水平第 16 格
22	BT. 709 色域的 75%绿色块信号	垂直第 5 格/水平第 3 格
23	BT. 709 色域的 75%品色块信号	垂直第 5 格/水平第 16 格
24	BT. 709 色域的 75%红色块信号	垂直第 6 格/水平第 3 格
25	BT. 709 色域的 75%蓝色块信号	垂直第 6 格/水平第 16 格
26	肤色块信号	垂直第 3 格/水平第 2、3 格
27	3 黑色块信号	垂直第 7 格/水平第 15 格
28	线序测试信号	垂直第 3 格/水平第 15 格
29	音像同步指示信号	垂直第 9 格/水平第 6、7、8、9、10、11 格的上半格
30	有效图像边框识别信号	有效图像的四边，每边各有两个白色等腰三角形
31	测试图名称	垂直第 1 格的下半格/水平第 7、8、9、10 格和垂直第 2 格/水平第 8、9 格
32	声道识别信号和测试图像序列	垂直第 3、4、5、6、7 格/水平第 5、6、7、8、9、10、11、12 格

6.8.6 标准测量点

中心点和多点测量点位置如图10所示。中心点测量点 P_0 ，9点测试中9点是 $P_0 \sim P_8$ 。

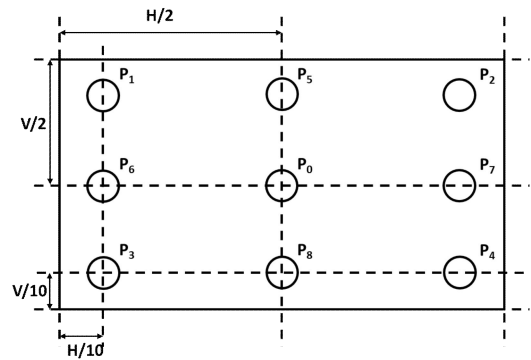


图 10 中心点和多点测量位置

6.8.7 景深测试图

DOF测试图如图11所示。背景灰阶L127信号（像素被输入50%亮度水平），中间 $H/5 \times V/5$ 灰阶L255信号（像素被输入100%亮度水平），其中H为水平像素个数，V为垂直像素个数。

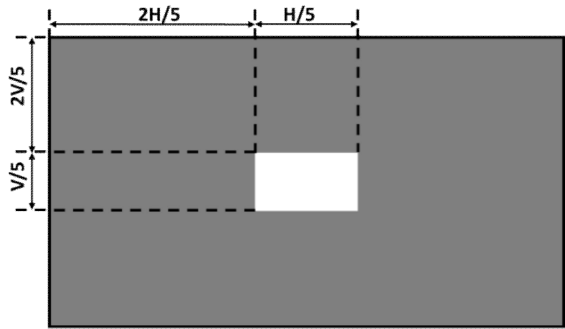


图 11 景深测试图

7 主观评价要求

7.1 测试条件

主观评价环境以及观看条件应符合表2的规定。

表 2 主观评价测试条件

项目	参考值
背景 ^a	D65中性灰
暗环境背景亮度	$\leq 5\text{cd/m}^2$
亮环境照度	200lx
室内环境光照明	避免光线落在屏幕上
观看距离 ^b	显示设备的最佳观看距离
显示设备到墙的距离	大于入屏的最大深度
^a “背景”仅针对暗环境	
^b “观看距离”3D分辨率观看距离为明视距离25cm	

7.2 评价人员

7.2.1 视力测试

评价人员应具有正常的视力（含矫正视力）和色彩视觉，应使用目前的临床视力测试方法从视敏度、色盲和立体视觉方面对评价人员进行筛选。视敏度可采用斯内伦（Snellen）视力表测试，色觉可采用 Ishihara 假同色图或等效方法，立体视觉可采用 Randot 立体图或等效方法测试。视力测试的信息应详细记录。

评价人员应熟练的掌握评价方法，具有独立的分析判断能力。

7.2.2 样本容量

评价人员对于测试系统引入的图像不具有专长，所需评价人员的数目取决于测试程序的感受度和信度，应至少30位评价人员组成。

7.2.3 3D 视觉测试

部分人群对 3D 内容的感知能力较弱，部分人群完全无法感知 3D 内容，除了常规的视力和色觉测试外，应对评价人员进行 3D 视力测试。

宜采用ITU-R BT.2021-1的附录I对评价人员进行测试。

8 测量方法

8.1 3D 亮度

8.1.1 测量条件

测量条件如下：

- a) 测试模式：3D模式；
- b) 测试信号：全白场信号；
- c) 测试位置：见图10的P₀点；
- d) 测量方向：DUT的垂直方向；

8.1.2 测量步骤

测量步骤如下：

- a) 将DUT调整到标准工作状态，并显示全白场信号；
- b) 测量图10的P₀点亮度，并记录亮度值L₀。

8.1.3 结果标识

结果用cd/m²表示，保留1位小数。

8.2 3D 亮度均匀性

8.2.1 测量条件

测量条件如下：

- a) 测试模式：3D模式；
- b) 测试信号：全白场信号；
- c) 测试位置：见图10的P₀点~P₈点；
- d) 测量方向：DUT的垂直方向；

8.2.2 测量步骤

测量步骤如下：

- a) 将DUT调整到标准工作状态，并显示全白场信号；
- b) 测量图10的P₀点~P₈点亮度，并记录亮度值L_i，i为0~8；
- c) 按公式(1)计算亮度均匀性L_{unif}。

$$L_{unif} = \frac{L_{min}}{L_{max}} \times 100\% \dots \dots \dots (1)$$

式中：

L_{min}——为L_i中最小值。

L_{max}——为L_i中最大值。

8.2.3 结果标识

结果用%表示，保留1位小数。

8.3 3D 白色色度

8.3.1 测量条件

测量条件如下：

- a) 测试模式：3D模式；

- b) 测试信号：全白场信号；
- c) 测试位置：见图10的P₀点；
- d) 测量方向：DUT的垂直方向；

8.3.2 测量步骤

测量步骤如下：

- a) 将DUT调整到标准工作状态，并显示全白场信号；
- b) 测量图10的P₀点白色色度C₀ (x, y)，并记录。

8.3.3 结果标识

结果保留4位小数。

8.4 3D 白色色度均匀性

8.4.1 测量条件

测量条件如下：

- a) 测试模式：3D模式；
- a) 测试信号：全白场信号；
- b) 测试位置：见图10的P₀点~P₈点；
- c) 测量方向：DUT的垂直方向；

8.4.2 测量步骤

测量步骤如下：

- a) 将DUT调整到标准工作状态，并显示全白场信号；
- b) 测量图10的P₀点~P₈点白色色度C_i (u', v')，并记录，其中i为0~8；
- c) 按公式(2)计算不同测试点之间的白色色度均匀性 $\Delta u'v'$ ，取最大值。

$$\Delta u'v' = \sqrt{(u'_i - u'_j)^2 + (v'_i - v'_j)^2} \dots\dots\dots (2)$$

式中：

u'_i, u'_j, v'_i, v'_j ——为P₀~P₈点白色色度,其中*i, j*为0~8, 且*i*≠*j*。

8.4.3 结果标识

结果保留2位小数。

8.5 3D 对比度

8.5.1 测量条件

测量条件如下：

- a) 测试模式：3D模式；
- b) 测试信号：全白场信号和全黑场信号；
- c) 测试位置：见图10的P₀点~P₈点；
- d) 测量方向：DUT的垂直方向；。

8.5.2 测量步骤

测量步骤如下：

- 将DUT调整到标准工作状态，并显示全白场信号；
- 测量图10的P₀点~P₈点亮度，并记录亮度值 L_{Wi} ，其中 i 为0~8。
- 将DUT调整到标准工作状态，并显示全黑场信号；
- 测量图10的P₀点~P₈点亮度，并记录亮度值 L_{Bi} ，其中 i 为0~8。
- 按照公式（3）计算3D对比度 CR_i ，取最小值，其中 i 为0~8。

$$CR_i = \frac{L_{Wi}}{L_{Bi}} \dots \dots \dots (3)$$

8.5.3 结果标识

结果保留1位小数。

8.6 显示设备像素总数

8.6.1 测量条件

测量条件如下：

- 测试模式：2D模式；
- 测试信号：全白场信号；
- 测试位置：DUT的有效显示区域。

8.6.2 测量步骤

测量步骤如下：

- 将DUT调整到标准工作状态，并显示全白场信号；
- 采用金属直尺分别测量DUT的有效显示区域的长边尺寸 D_L 和短边尺寸 D_W ，读数单位采用mm。分别测量3次取算术平均值作为测量结果。
- 采用显微镜测量DUT像素的长度 P_L 和宽度 P_W ，读数单位采用 μm 。具体地，测试显微镜视野内10个像素的总宽度和总长度计算单个像素的长度和宽度，分别测量3次取算术平均值作为测量结果。
- 按公式（4）计算水平像素数 N_H 和垂直像素数 N_V ：

$$N_H = \frac{D_L \times 1000}{P_L}, N_V = \frac{D_W \times 1000}{P_W} \dots \dots \dots (4)$$

- 按公式（5）计算显示设备像素总数 N ：

$$N = N_H \times N_V \dots \dots \dots (5)$$

8.6.3 结果标识

结果用科学计数法表示，保留3位有效数字。

8.7 显示设备信息密度

8.7.1 测量条件

测量条件如下：

- a) 测试模式：2D模式；
- b) 测试信号：全白场信号；
- c) 测试位置：DUT的有效显示区域。

8.7.2 测量步骤

测量步骤如下：

- a) DUT的长度 D_L 和宽度 D_W 尺寸按照8.6.2进行测试；
- b) 按公式（6）计算DUT的有效发光面积 S_{AA} ，其中1英寸=25.4mm。

$$S_{AA} = \frac{D_L}{25.4} \times \frac{D_W}{25.4} \dots\dots\dots (6)$$

- c) 按公式（7）计算显示设备信息密度 DID ：

$$DID = \frac{N}{S_{AA}} \dots\dots\dots (7)$$

8.7.3 结果标识

结果用万像素数每平方英寸表示（万/inch²），只保留整数部分。

8.8 视点密集度

8.8.1 测量条件

测量条件如下：

- a) 测试模式：3D模式；
- b) 测试信号：输入 i^{th} 视图白信号，其中 $i=1, 2, 3 \dots n$ ；
- c) 测试位置：DUT的中心点；
- d) 测试方向：DUT制造商规定的观看方向；
- e) 测试距离：点测量LMD采用DUT说明书推荐的最佳观看距离。二维LMD锥光镜头依据设备制造商规定的测试距离。

8.8.2 测量步骤

测量步骤如下：

- a) 依次输入每个视图 i 全白，其他视图全黑信号，测量每个单独视图随角度 θ 变化的亮度分布曲线 $Li(\theta)$ ，其中 $i=1,2,\dots,n$ ；如图12所示，图示为8视图的裸眼3D显示设备不同视图随角度变化的亮度分布曲线。

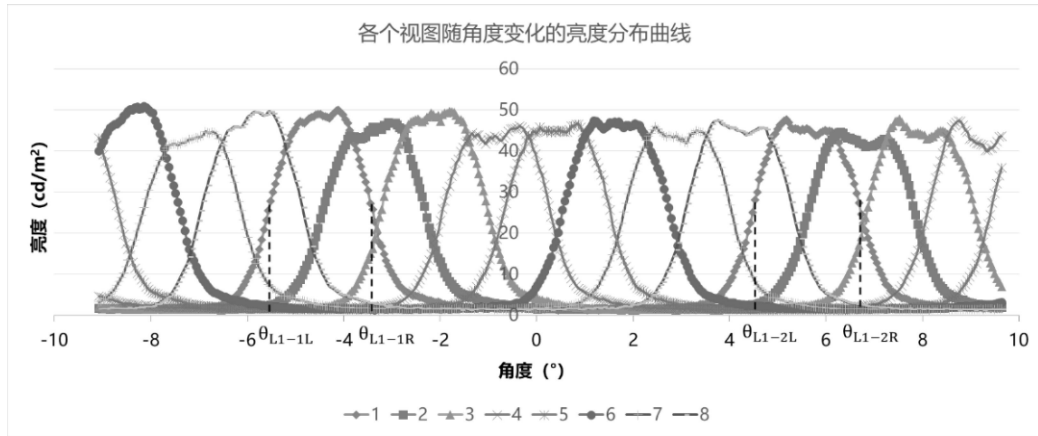


图 12 各个视图随角度变化的亮度分布曲线示意图

- b) 获得第1视图在 $\theta < 0^\circ$ 出现第一个亮度峰值50%的观看角度 θ_{L1-1L} 和 θ_{L1-1R} ，及第1视图在 $\theta \geq 0^\circ$ 出现第一个亮度峰值50%的观看角度 θ_{L1-2L} 和 θ_{L1-2R} 。按公式（8）计算主瓣角 θ_{MLA} ：

$$\theta_{MLA} = \left| \frac{\theta_{L1-1L} + \theta_{L1-1R}}{2} - \frac{\theta_{L1-2L} + \theta_{L1-2R}}{2} \right| \dots \dots \dots (8)$$

- c) 按公式（9）计算视点密集度VPD：

$$VPD = \frac{\theta_{MLA}}{n} \dots \dots \dots (9)$$

式中：

n ——为视点数。

8.8.3 结果标识

结果用角度（°）表示，保留2位小数。

8.9 单视图有效信息量

8.9.1 测量条件

测量条件如下：

- a) 测试模式：3D模式；
- b) 测试信号：单视图有效信息量测试图；
- c) 测试距离：明视距离（距离屏幕25厘米距离）；
- d) 测试方法：评价人员目视观察。

8.9.2 测量步骤

测量步骤如下：

- a) 采用单刺激法使用数值量表法判断，评价人员为每一个图像序列打分，分值范围为0~100，分值可与五级质量标度相对应，见表3；

表 3 分值与五级质量量表对应关系

分值	等级	质量术语描述
100	5	优

80	4	良
60	3	中
40	2	差
20	1	劣

- b) 左右视图输入无视差的单视图有效信息量测试图，测试信号的技术要求和用途详细参照GY/T 413-2024中6章节所述；
- c) 评价人员在明视距离下观看测试图片；
- d) 按公式（10）计算每个被测序列的平均分 $\bar{u}_{jkr}$ ；

$$\bar{u}_{jkr} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N u_{ijkr} \dots\dots\dots (10)$$

式中：

u_{ijkr} ——评价人员*i*在*j*、序列*k*、重复*r*次情况下的评分；

N ——评价人员的数量；

j ——测试条件的数目，包括基准在内；

k ——不同图块；

r ——重复次数；

- e) 按公式（11）计算每一个被测序列的标准偏差 S_{jkr} ：

$$S_{jkr} = \sqrt{\sum_{i=1}^N \frac{(\bar{u}_{jkr} - u_{ijkr})^2}{(N-1)}} \dots\dots\dots (11)$$

- f) 按公式（12）计算 δ_{jkr} 代表置信区间的半径微变量，：

$$\delta_{jkr} = 1.96 \times \frac{S_{jkr}}{\sqrt{N}} \dots\dots\dots (12)$$

- g) 95%的置信度区间为： $[\bar{u}_{jkr} - \delta_{jkr}, \bar{u}_{jkr} + \delta_{jkr}]$
- h) 按照附录C剔除掉评价人员，计算剩余评价人员的 $\bar{u}_{jkr}$ ，判断是否 ≥ 80 。

8.9.3 结果标识

结果用4K高清或非4K高清表示。

8.10 两视图光学系统串扰

8.10.1 测量条件

测量条件如下：

- a) 测试模式：3D模式；
- b) 测试信号：左右两视图；
- c) 测试位置：DUT的中心点；

- d) 测试方向：DUT制造商规定的观看方向；
- e) 测试距离：点测量LMD采用DUT说明书推荐的最佳观看距离。二维LMD锥光镜头依据设备制造商规定的测试距离。

8.10.2 测量步骤

测量步骤如下：

- a) 输入信号为左视图全白，右视图全黑，测试获得左视图随角度变化的亮度分布曲线 $LL(\theta)$ ；
- b) 输入信号为右视图全白，左视图全黑，测试获得右视图随角度变化的亮度分布曲线 $LR(\theta)$ ；
- c) 输入信号为左视图和右视图全黑，测试获得随角度变化的亮度分布曲线 $LK(\theta)$ ；
- d) 两视图串扰计算示意图如图13所示。

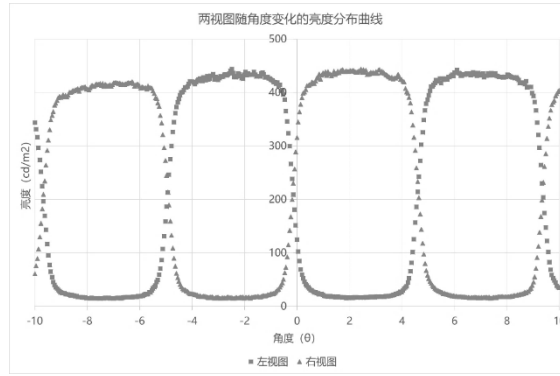


图 13 两视图串扰计算示意图

- a) 计算以左视图峰值亮度为中心在主瓣角 $\theta_{MLA}15\%$ 下对应的角度 θ_{L1} 和 θ_{L2} ，以及以右视图峰值亮度为中心在主瓣角 $\theta_{MLA}15\%$ 下对应的角度 θ_{R1} 和 θ_{R2} 。
- b) 按公式（13）～（18）计算 θ_{L1} 和 θ_{L2} 之间的左视图、右视图、全黑亮度积分 $I_{L,L}$ 、 $I_{L,R}$ 、 $I_{L,K}$ ，以及 θ_{R1} 和 θ_{R2} 之间的左视图、右视图、全黑亮度积分 $I_{R,L}$ 、 $I_{R,R}$ 、 $I_{R,K}$ 。

$$I_{L,L} = \int_{\theta_{L1}}^{\theta_{L2}} L_L(\theta) d\theta \dots\dots\dots (13)$$

$$I_{L,R} = \int_{\theta_{L1}}^{\theta_{L2}} L_R(\theta) d\theta \dots\dots\dots (14)$$

$$I_{L,K} = \int_{\theta_{L1}}^{\theta_{L2}} L_K(\theta) d\theta \dots\dots\dots (15)$$

$$I_{R,L} = \int_{\theta_{R1}}^{\theta_{R2}} L_L(\theta) d\theta \dots\dots\dots (16)$$

$$I_{R,R} = \int_{\theta_{R1}}^{\theta_{R2}} L_R(\theta) d\theta \dots\dots\dots (17)$$

$$I_{R,K} = \int_{\theta_{R1}}^{\theta_{R2}} L_K(\theta) d\theta \dots\dots\dots (18)$$

- c) 按公式（19）和（20）分别计算两视图光学系统串扰 $OSCT_L$ 和 $OSCT_R$ 。

$$OSCT_L = \frac{I_{L,R} - I_{L,K}}{I_{L,L} - I_{L,K}} \times 100\% \dots\dots\dots (19)$$

$$OSCT_R = \frac{I_{R,L} - I_{R,K}}{I_{R,R} - I_{R,K}} \times 100\% \dots\dots\dots (20)$$

8.10.3 结果标识

结果以百分数（%）表示，保留1位小数。

8.11 两视图串扰

8.11.1 测量条件

测量条件如下：

- 测试模式：3D模式；
- 测试信号：左右两视图；
- 测试位置：DUT的中心点；
- 测试方向：DUT制造商规定的观看方向；
- 测试距离：点测量LMD采用DUT说明书推荐的最佳观看距离。二维LMD锥光镜头依据设备制造商规定的测试距离。

8.11.2 测量步骤

测量步骤如下：

- 按照章节8.10.2计算 $I_{L,L}$ 、 $I_{L,R}$ 、 $I_{R,L}$ 、 $I_{R,R}$ 。
- 按公式（21）和（22）分别计算两视图串扰 CT_L 和 CT_R 。

$$CT_L = \frac{I_{L,R}}{I_{L,L}} \times 100\% \dots\dots\dots (21)$$

$$CT_R = \frac{I_{R,L}}{I_{R,R}} \times 100\% \dots\dots\dots (22)$$

8.11.3 结果标识

结果以百分数（%）表示，保留1位小数。

8.12 3D 图像出屏距离

8.12.1 测量条件

测量条件如下：

- 测试模式：3D模式；
- 测试信号：景深测试图；
- 测试方法：主观评价；
- 测试距离：DUT说明书推荐的最佳观看距离。

8.12.2 测量步骤

测量步骤如下：

- 评价人员在超高清裸眼3D显示设备的最佳观看距离L下观看；
- 左右视图输入不同视差的景深测试图，出屏间隔10mm，直到显示设备规定的最佳观看距离L-250mm，出屏距离参照附录D计算；
- 对于每一位评价人员观看到不同出屏距离测试图不能融合时，记录 DO_{ij-1} ，其中， i 为评价人员， j 为出屏距离图像编号；
- 统计评价人员每个出屏距离测试图片的可融合个数 NO_j ；

- e) 计算满足公式 (23) 的 j 最大值, 其对应的出屏距离 LO 即为最大出屏距离。

$$NO_j \geq i \times 80\% \dots\dots\dots (23)$$

8.12.3 结果标识

结果以毫米 (mm) 表示, 只保留整数。

8.13 景深

8.13.1 测量条件

测量条件如下:

- a) 测试模式: 3D模式;
- b) 测试信号: 景深测试图;
- c) 测试方法: 主观评价;
- d) 测试距离: DUT说明书推荐的最佳观看距离。

8.13.2 测量步骤

测量步骤如下:

- a) 评价人员在超高清裸眼3D显示设备的最佳观看距离 L 下观看;
- b) 左右视图输入不同视差的景深测试图, 入屏间隔10mm, 入屏距离参照附录D计算;
- c) 对于每一位评价人员观看到不同入屏距离测试图不能融合时, 记录 DI_{ik-1} , 其中, i 为评价人员, k 为入屏距离图像编号;
- d) 统计评价人员每个入屏距离测试图片的可融合个数 NI_k ;
- e) 计算满足公式 (24) 的 k 最大值, 其对应的入屏距离 LI 即为最大入屏距离。

$$NI_k \geq i \times 80\% \dots\dots\dots (24)$$

- f) 按照公式 (25) 计算景深。

$$DOF = LO + LI \dots\dots\dots (25)$$

8.13.3 结果标识

结果以毫米 (mm) 表示, 只保留整数。

8.14 3D 连续观看角度

8.14.1 测量条件

测量条件如下:

- a) 测试模式: 3D模式;
- b) 测试信号: 左右两视图;
- c) 测试位置: DUT的中心点;
- d) 测试方向: DUT制造商规定的观看方向;
- e) 测试距离: 点测量LMD采用DUT说明书推荐的最佳观看距离。二维LMD锥光镜头依据设备制造商规定的测试距离。

8.14.2 测量步骤

测量步骤如下：

- a) 在最佳观看距离L处测试左视图全白，右视图全黑，获得左视图随角度变化的亮度分布曲线 $L_L(\theta)$ ，右视图全白，左视图全黑，获得右视图随角度变化的亮度分布曲线 $L_R(\theta)$ 。
- b) 按照公式（26）和（27）计算 $L_L(\theta)$ 和 $L_R(\theta)$ 以角度 θ 为中心的主瓣角 $\theta_{MLA}15\%$ 记为 $\theta_{MLA-QTR}$ 的亮度积分，获得左视图，右视图和全黑视图随角度变化的亮度分布曲线 $L_{LINT}(\theta_i)$ ， $L_{RINT}(\theta_i)$ 。其中， θ_i 代表亮度分布曲线对应的最小角度 $\theta_{min}+\theta_{MLA-QTR}/2$ 到最大角度 $\theta_{max}-\theta_{MLA-QTR}/2$ 。

$$L_{LINT}(\theta_i) = \sum_{\theta = \theta_{min} + \frac{\theta_{MLA-QTR}}{2}}^{\theta_{max} - \frac{\theta_{MLA-QTR}}{2}} L_L(\theta) \dots \dots \dots (26)$$

$$L_{RINT}(\theta_i) = \sum_{\theta = \theta_{min} + \frac{\theta_{MLA-QTR}}{2}}^{\theta_{max} - \frac{\theta_{MLA-QTR}}{2}} L_R(\theta) \dots \dots \dots (27)$$

- c) 按照公式（28）和（29）计算分别计算左右眼随角度变化的串扰曲线 $CT_{RL}(\theta)$ 和 $CT_{LR}(\theta)$ ；

$$CT_{RL}(\theta) = \frac{L_{LINT}(\theta)}{L_{RINT}(\theta)} \dots \dots \dots (28)$$

$$CT_{LR}(\theta) = \frac{L_{RINT}(\theta)}{L_{LINT}(\theta)} \dots \dots \dots (29)$$

- d) 计算小于等于7%串扰对应的角度范围 θ_{CT-L} 和 θ_{CT-R} ，如图14所示。按照公式（30）计算出3D连续观看角度。

$$\theta_{3D} = \theta_{CT-R} - \theta_{CT-L} \dots \dots \dots (30)$$

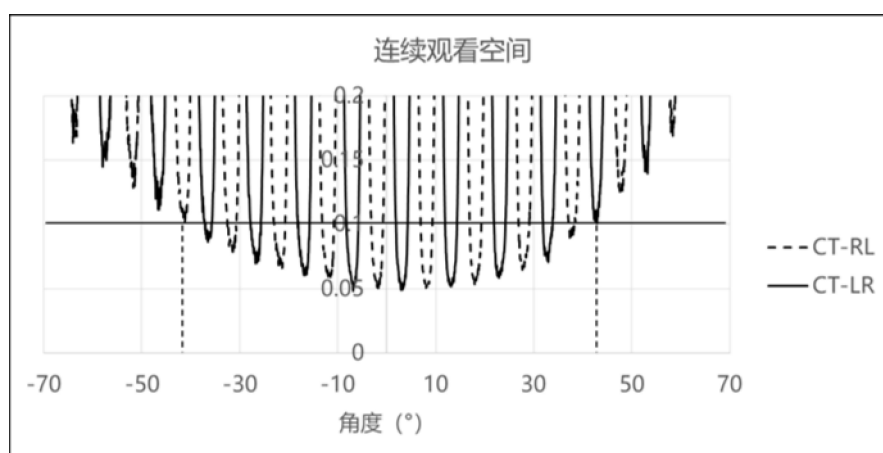


图 14 串扰对应的角度范围示意图

8.14.3 结果标识

结果以度（°）表示，保留一位小数。

8.15 亮度摩尔纹可见度

8.15.1 测量条件

测量条件如下：

- a) 测试模式：3D模式；
- b) 测试信号：全白场信号；
- c) 测试位置：显示设备中心点；
- d) 测试方向：DUT制造商规定的观看方向；

- e) 测试距离：点测量LMD采用DUT说明书推荐的最佳观看距离。二维LMD锥光镜头依据设备制造商规定的测试距离。

8.15.2 测量步骤

测量步骤如下：

- a) DUT输入全白场信号；
b) 测试随角度 θ 变化的亮度分布曲线 $L_W(\theta)$ ；
c) 按照DUT说明书推荐的最佳观看距离 L ，基于人眼4mm瞳孔按公式（31）计算孔径角度 θ_M ：

$$\theta_M = 2 * \tan^{-1} \frac{2}{L} \dots\dots\dots (31)$$

- d) 按照 θ_M 为单位重新对 L_W 进行亮度积分运算，按照公式（32）获取实际进入人眼的亮度分布曲线 $L_M(\theta_i)$ ，其中 θ_i 代表亮度分布曲线对应的最小角度 $\theta_{min} + \theta_M/2$ 到最大角度 $\theta_{max} - \theta_M/2$ ；

$$L_M(\theta_i) = \sum_{\theta_i - \frac{\theta_M}{2}}^{\theta_i + \frac{\theta_M}{2}} L_W(\theta) \dots\dots\dots (32)$$

- e) 在 L_M 中获取亮度的最大值，记为 L_{max} ，以 L_{max} 对应角度为中心获取10%主瓣角范围内的亮度最小值，记为 L_{min} ，按公式（33）计算亮度摩尔纹可视度 $Moire_L$ ：

$$Moire_L = \frac{L_{max} - L_{min}}{L_{min}} \times 100\% \dots\dots\dots (33)$$

8.15.3 结果标识

结果百分数（%）表示，保留1位小数。

8.16 彩色摩尔纹可视度

8.16.1 测量条件

测量条件如下：

- a) 测试模式：3D模式；
b) 测试信号：全白场信号；
c) 测试位置：显示设备中心点；
d) 测试方向：DUT制造商规定的观看方向；
e) 测试距离：点测量LMD采用DUT说明书推荐的最佳观看距离。二维LMD锥光镜头依据设备制造商规定的测试距离。

8.16.2 测量步骤

测量步骤如下：

- a) DUT输入全白场信号；
b) 测试随角度 θ 变化的色度分布曲线 $u'_W(\theta)$ 和 $v'_W(\theta)$ ；
c) 按照公式（34）计算不同角度间的 $\Delta u'v'(\theta_j)$ ；

$$\Delta u'v'(\theta_j) = \sqrt{(u'(\theta_j) - u'(\theta_i))^2 + (v'(\theta_j) - v'(\theta_i))^2} \dots\dots\dots (34)$$

式中：

$u'(\theta_i)$, $v'(\theta_i)$ ——为 θ_i 白色色度,其中 $i=0, \dots\dots\theta$ 最大值-0.2°；

$u'(\theta_j)$, $v'(\theta_j)$ ——为 θ_j 白色色度,其中 $j=i+0.2^\circ$ 。

- d) 获得主瓣角内最大 $\Delta u'v'(\theta_j)$ ，即为彩色摩尔纹可视度；

8.16.3 结果标识

结果保留4位小数。

附 录 A
(资料性)

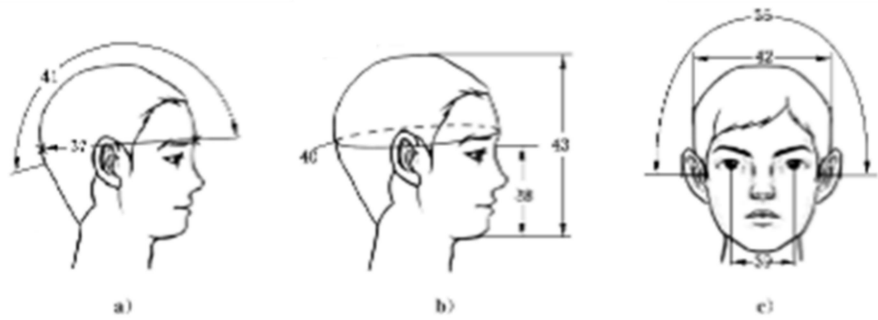
CIE 照明体在 CIE1931 标准色度观察者下的三刺激值和色品坐标

A.1 CIE 照明体在 CIE1931 标准色度观察者下的三刺激值和色品坐标, 参照 GB/T 7921-2008 均匀色空间和色差公式。

色度值	标准照明体 A	标准照明体 D65	照明体 D50	照明体 D55	照明体 D75	照明体 C
X_n	109.85	95.04	96.42	95.68	94.97	98.07
Y_n	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Z_n	35.58	108.88	82.51	92.14	122.61	118.22
x_n	0.44758	0.31272	0.34567	0.33243	0.29903	0.31006
y_n	0.40745	0.32903	0.35851	0.34744	0.31488	0.31616
u'_n	0.25597	0.19783	0.20916	0.20443	0.19353	0.20089
v'_n	0.52429	0.46834	0.48808	0.48075	0.45853	0.46089

附 录 B
(资料性)
人脸模型尺寸示意图

B.1 人脸模型尺寸示意图



- 36: 头宽;
- 37: 头长;
- 38: 形态面长;
- 39: 瞳孔间距;
- 40: 头围;
- 41: 头矢状弧;
- 42: 耳屏间弧;
- 43: 头高;

附 录 C
(资料性)
主观评价结果的筛选

首先,利用 β_2 (通过计算函数的峰态系数,即四阶中心距与二阶中心距平方的比值)确定每个测试显示的得分是否是正态分布。对于每个测试显示,计算平均分 $\bar{u}_{jkr}$ 、标准偏差 S_{jkr} 和峰度系数 β_{2jkr} , β_{2jkr} 由式(B.1)给出。

$$\beta_{2jkr} = \frac{m_4}{(m_2)^2} \quad \text{其中 } m_x = \frac{\sum_{i=1}^N (u_{ijkr} - \bar{u}_{jkr})^x}{N} \dots\dots\dots (B.1)$$

式中:

m ——中间过程量;

x ——取值为2或4;

N ——评价人员的数目;

j ——测试条件的数目,包括基准在内;

k ——测试图像或序列的数目;

r ——重复次数。

对于每一位评价人员*i*,找出每一 P_i 和 Q_i ,即:

若 $2 \leq \beta_{2jkr} \leq 4$,这个分布可以取做正态(即视为正常)。则:

$$\text{当 } u_{ijkr} \geq \bar{u}_{jkr} + 2S_{jkr} \text{ 时 } P_i = P_i + 1$$

$$\text{当 } u_{ijkr} \leq \bar{u}_{jkr} - 2S_{jkr} \text{ 时 } Q_i = Q_i + 1$$

若 $\beta_{2jkr} > 2$ 或者若 $\beta_{2jkr} > 4$,则:

$$\text{当 } u_{ijkr} \geq \bar{u}_{jkr} + \sqrt{20}S_{jkr} \text{ 时 } P_i = P_i + 1$$

$$\text{当 } u_{ijkr} \leq \bar{u}_{jkr} - \sqrt{20}S_{jkr} \text{ 时 } Q_i = Q_i + 1$$

最后,如果满足下面的计算结果,则剔除评价人员*i*。

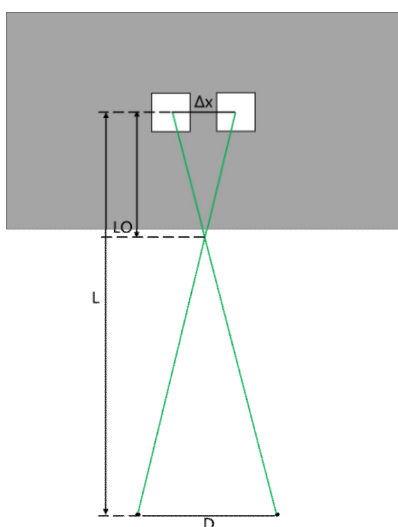
$$\frac{(P_i + Q_i)}{j \cdot k \cdot r} > 0.05, \text{ 且 } \left| \frac{(P_i - Q_i)}{P_i + Q_i} \right| < 0.3$$

式中:

u_{ijkr} ——评价人员*i*的评分。

附录 D (规范性) 出屏距离和入屏距离计算

D.1 出屏距离计算示意图



出屏距离由式 (C.1) 给出。

$$LO = \frac{\Delta x \cdot L}{D + \Delta x} \dots\dots\dots (C.1)$$

式中：

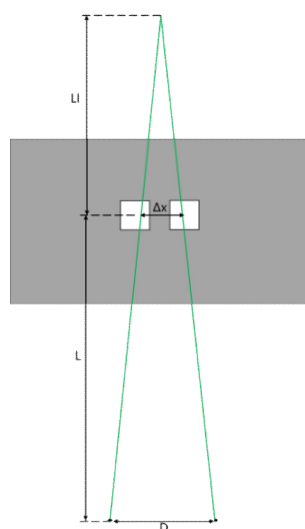
LO ——出屏距离；

Δx ——水平视差；

L ——DUT的最佳观看距离；

D ——瞳距，65mm。

D.2 入屏距离计算示意图



入屏距离由式 (C.2) 给出。

$$LI = \frac{\Delta x \cdot L}{D - \Delta x} \dots\dots\dots (C. 2)$$

式中：

LI ——入屏距离；

Δx ——水平视差；

L ——DUT的最佳观看距离；

D ——瞳距，65mm。

附录 E (资料性) 3D 连续观看空间测试方法

E.1 3D 连续观看空间测试方法可参照测试

测量条件

测量条件如下：

- a) 测试模式：3D模式；
- b) 测试信号：左右两视图；
- c) 测试位置：DUT的中心点；
- d) 测试方向：XYZ；

测量步骤

测量步骤如下：

分两种模式，不具有人眼追踪功能的超高清裸眼3D显示设备和具有人眼追踪功能的超高清裸眼3D显示设备。

测试步骤如下：

- 1) 不具有人眼追踪功能的超高清裸眼3D显示设备。

测量步骤如下：

- a) 按照8.14.2所述，计算小于等于7%串扰对应的角度范围 θ_{CT-L} 和 θ_{CT-R} 。按照公式（E.1）计算出在最佳观看距离L位置的水平可移动范围CVSN_X；

$$CVSN_X = L \times (\tan \theta_{CT-L} + \tan \theta_{CT-R}) \dots\dots\dots (E.1)$$

- b) 基于亮度分布曲线，获取 $L_L(\theta)$ 和 $L_R(\theta)$ 在主瓣角内的交点所对应角度。实际测试中交点位置 $L_L(\theta)$ 和 $L_R(\theta)$ 不一致，获取交点附近 $L_L(\theta) < L_R(\theta)$ 所对应角度 θ_{LR} 和 $L_L(\theta) > L_R(\theta)$ 所对应角度 θ_{RL} 。按公式（21）和（22）计算串扰小于等于7%的最大角度 $L_L(\theta_1)$ 、 $L_L(\theta_2)$ 、 $L_R(\theta_1)$ 和 $L_R(\theta_2)$ 。按公式（E.2）~（E.5）计算 $L_L(\theta_i)$ 和 $L_R(\theta_i)$ 所对应的观看距离。如图E-1所示。

$$L_{LRn} = \frac{\frac{PD}{2}}{\tan^{-1}(L_L(\theta_1) - \theta_{LR})} \dots\dots\dots (E.2)$$

$$L_{LRf} = \frac{\frac{PD}{2}}{\tan^{-1}(L_L(\theta_2) - \theta_{LR})} \dots\dots\dots (E.3)$$

$$L_{RLn} = \frac{\frac{PD}{2}}{\tan^{-1}(L_R(\theta_1) - \theta_{RL})} \dots\dots\dots (E.4)$$

$$L_{RLf} = \frac{\frac{PD}{2}}{\tan^{-1}(L_R(\theta_2) - \theta_{RL})} \dots\dots\dots (E.5)$$

式中：

PD ——为成年人眼瞳距，取值65mm。

L_{LRn} ——为左视图串扰小于等于7%的最近距离。

L_{LRf} ——为左视图串扰小于等于7%的最远距离。

L_{RLn} ——为右视图串扰小于等于7%的最近距离。

L_{RLf} ——为右视图串扰小于等于7%的最远距离。

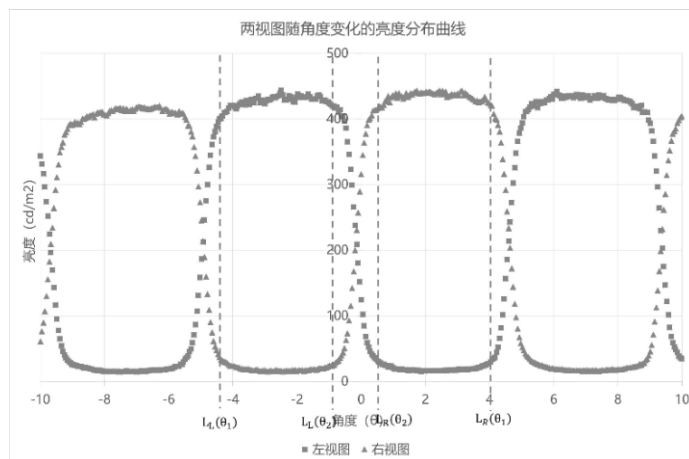


图 E-1 观看范围前后移动两视图串扰变化示意图

- c) 计算左视图的最大观看范围 $L_{LRf} - L_{LRn}$ 和右视图的最大观看范围 $L_{RLf} - L_{RLn}$ ，获取最小值为 $CVSN_Y$ ；
- d) 按照图2或图3测试沿垂直方向旋转后的随角度变化的亮度分布曲线。待测显示设备或者LMD垂直旋转角度 $\Delta\theta=1^\circ$ ，直至主瓣角内左右眼串扰不满足小于等于7%，获得垂直可旋转向上和向下角度 θ_{up} 和 θ_{down} ，根据最佳观看距离按公式（E.6）计算上下可移动范围 $CVSN_Z$ ；

$$CVSN_Z = L \times (\tan \theta_{up} + \tan \theta_{down}) \dots \dots \dots (E.6)$$

- e) 基于 $CVSN_X$ ， $CVSN_Y$ ， $CVSN_Z$ 顶点按公式（E.7）可获得3D连续观看空间 $CVSN$ ，如图E-2所示；

$$CVSN = \frac{1}{6} \times CVSN_X \times CVSN_Y \times CVSN_Z \dots \dots \dots (E.7)$$

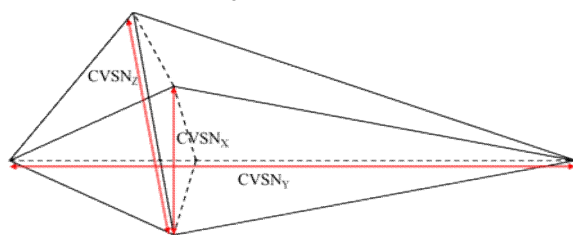


图 E-2 3D 连续观看空间示意图

- 2) 具有人眼追踪功能的超高清裸眼3D显示设备。

具有人眼追踪功能的超高清裸眼3D显示设备在使用过程中可以实时根据人脸位置渲染出对应人脸位置所需要的视点空间，在测试过程中需要针对不同位置下渲染后的左右视图进行测试。具体测量步骤如下：

- a) 人脸模型放置在DUT的最佳观看距离 L 处，眉心位置与DUT的中心共轴。分别沿着X、Y、Z三轴方向移动人脸模型，移动间隔0.05m。
- b) 根据人脸模型位置渲染出对应的左右视图，关闭人脸追踪功能。点测量LMD和二维LMD锥光镜头的中心与人脸模型眉心共轴，按照1) 计算不同位置下的左右眼串扰；
- c) 计算小于等于7%串扰对应的XYZ方向范围， CVS_X ， CVS_Y ， CVS_Z 。

- d) 基于 CVS_x , CVS_y , CVS_z 顶点按公式 (E.8) 可获得3D连续观看空间 CVS 。

$$CVS = \frac{1}{6} \times CVS_x \times CVS_y \times CVS_z \dots\dots\dots (E. 8)$$

参 考 文 献

- [1] IEC 62629-1-2-2021 3D display devices - Part 1-2: Generic - Terminology and letter symbols.
 - [2] IEC 62629-22-1-2016 3D display devices - Part 22-1: Measuring methods for autostereoscopic displays - Optical.
 - [3] IDMSv1p2 Information display measurements standard.
 - [4] The zone of comfort: Predicting visual discomfort with stereo displays.
 - [5] ITU-R BT. 2021-1 立体三维电视系统的主观评价方法。
 - [6] SJ/T 11591.1.2-2016 立体显示器件 第1-2部分：术语和定义。
 - [7] SJ/T 11591.4.2.1-2016 立体显示器件 第4-2-1部分：自由立体显示器件测量方法——光学和光电。
 - [8] SJ/T 11645-2016 裸眼立体电视通用技术要求。
 - [9] SJ/T 11646-2016 裸眼立体电视图像质量测试方法。
 - [10] SJ/T 11746-2019 超高清晰度电视机显示性能测试方法。
-