

GY

中华人民共和国广播电视和网络视听行业标准

GY/T 371—2023

超高清清晰度电视节目制播用监视器技术要求 和测量方法

Technical requirements and measurement methods for UHD TV video monitors in
program production and broadcasting

2023 - 06 - 03 发布

2023 - 06 - 03 实施

国家广播电视总局 发布

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 超高清监视器分级.....	2
5.1 通则.....	2
5.2 1级超高清监视器	2
5.3 2级超高清监视器	3
5.4 3级超高清监视器	3
6 技术要求.....	3
6.1 4K超高清监视器技术要求	3
6.2 8K超高清监视器技术要求	5
7 测量方法.....	7
7.1 测量环境.....	7
7.2 测量仪器.....	7
7.3 其他测量条件.....	7
7.4 测试信号.....	8
7.5 测量步骤.....	13
参考文献.....	20

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专利的责任。

本文件由全国广播电影电视标准化技术委员会（SAC/TC 239）归口。

本文件起草单位：国家广播电视总局广播电视规划院、中央广播电视总台、海信视像科技股份有限公司、福州京东方光电科技有限公司、中国传媒大学、北京市广播电视局、北京小米电子产品有限公司、利亚德光电股份有限公司、深圳市康维讯视频科技有限公司。

本文件主要起草人：刘汉源、姜文波、徐进、王惠明、赵贵华、宁金辉、李岩、蔺飞、欧臻彦、张乾、秦旭东、周立、甄占京、谢婧、潘乐、孙子瀚、李敏华、石雅彬、王宏雄、武延兵、赵坤、张俊、杨冬、鲁猛、余海龙、刁凯、金梦、王静萱、丁磊、朱伟、白建军、郑珺。

超高清晰度电视节目制播用监视器技术要求和测量方法

1 范围

本文件规定了超高清晰度电视节目制播用监视器（以下简称“超高清监视器”）的技术要求和测量方法。

本文件适用于超高清监视器的研发、生产、验收、测试、运行和维护。

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 41808—2022 高动态范围电视节目制作和交换图像参数值

GB/T 41809—2022 超高清晰度电视系统节目制作和交换参数值

GY/T 284—2014 节目制播用高清晰度电视监视器技术要求和测量方法

GY/T 326—2019 监视器亮度和对比度校准用PLUGE测试信号规范及校准步骤

GY/T 347.3—2021 超高清晰度电视信号实时串行数字接口 第3部分：单链路和多链路6Gbit/s、12Gbit/s和24Gbit/s光和电接口

ITU-R BT.500-14 电视图像质量主观评价方法 (Methodology for the subjective assessment of the quality of television pictures)

3 术语和定义

GY/T 284—2014界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

同时对比度 simultaneous contrast

监视器显示标准黑白窗口图像时所呈现的最大亮度与最小亮度之比。

注：同时对比度又称同屏对比度。

[来源：GY/T 284—2014，3.1.1]

3.2

顺序对比度 sequential contrast

监视器先后显示标准白窗图像和黑场图像时所呈现的最大亮度与最小亮度之比。

注：顺序对比度又称全屏对比度。

[来源：GY/T 284—2014，3.1.2]

3.3

灰度等级色调重现 grey scale reproduction

监视器显示不同亮度的灰度信号时，各灰度信号的色坐标与基准白色坐标的偏离程度。

[来源：GY/T 284—2014，3.1.3，有修改]

3.4

色域覆盖率 area coverage of the color gamut

CIE 1976色空间 $u'v'$ 坐标系上, 屏幕三基色(R、G、B)色度点组成的三角形面积占BT. 2020色域对应CIE 1976色空间三角形面积的百分比。

3.5

响应时间 response time

屏幕各像素点在激励信号作用下, 亮度由暗变亮和由亮变暗所需的时间, 以上升时间和下降时间之和计。

注: 输入信号从黑场变为白窗时, 屏幕中心亮度从10%上升到90%所需的时间为上升时间。输入信号从白窗变为黑场时, 屏幕中心亮度从90%下降到10%所需的时间为下降时间。

3.6

BT. 2020 色域 BT. 2020 color gamut

GB/T 41809—2022中规定的三基色(R、G、B)色坐标所构成的三角形。

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

CIE 国际照明委员会(International Commission on Illumination)

EOTF 电光转换函数(Electro-Optical Transfer Function)

HDMI 高清晰度多媒体接口(High Definition Multimedia Interface)

HDR 高动态范围(High Dynamic Range)

HLG 混合对数伽马(Hybrid Log-Gamma)

LUT 查找表(Look-Up-Table)

OOTF 光光转换函数(Opto-Optical Transfer Function)

PLUGE 图像校准信号发生器(Picture Line Up Generating Equipment)

PQ 感知量化(Perceptual Quantization)

3Gbps-SDI 3Gb/s串行数字接口(3Gb/s Serial Digital Interface)

12Gbps-SDI 12Gb/s串行数字接口(12Gb/s Serial Digital Interface)

5 超高清监视器分级

5.1 通则

本文件结合实际产品性能和应用需求, 将超高清监视器分为1级、2级和3级, 其中1级分为1A级和1B级, 相关要求应符合5.2~5.4和第6章的规定。监视器的级别以其所有指标测量结果中的最低级别而定。

5.2 1级超高清监视器

1级超高清监视器主要用于节目拍摄、制作或播出工作流程中对图像进行高质量监看。典型应用场景包括: 视觉调控、调色、图像质量评估等场合。

本文件将1级超高清监视器分为1A级和1B级, 1B级相比1A级在色彩和亮度等方面的要求有所降低。

1级超高清监视器应客观呈现图像真实效果, 不得产生其他伪像; 参数设置应可调整且可锁定(授权后才可调整); 应支持GB/T 41808—2022规定的HLG和PQ两种信号的显示; 宜支持高清视频信号的监看, 能够再现信号的原始扫描模式(即逐行扫描或隔行扫描); 不应使用运动插值。

当1级超高清监视器不能完整显示GB/T 41808—2022规定的色彩范围，默认情况下，应在保持GB/T 41808—2022规定的白点的同时，按照可用色彩体积对线性显示信号进行硬削波，而不是软削波。

5.3 2级超高清监视器

2级超高清监视器主要用于不需要显示完整亮度范围，但对色彩还原要求较高的场合。典型应用场景包括：预览、监视墙、编辑间、导控室等的图像监看。

5.4 3级超高清监视器

3级超高清监视器相对于2级超高清监视器在色彩和亮度等方面的要求有所降低，不用于空间分辨率、色彩或动态范围的质量评估。典型应用场景包括：音频制作、评论员席以及演播室内场景的图像监看。

6 技术要求

6.1 4K超高清监视器技术要求

4K超高清监视器的技术参数和要求应符合表1的规定。

表1 4K超高清监视器技术参数和要求

序号	项目		技术要求			
			1A级	1B级	2级	3级
1	固有分辨率		不低于 3840×2160 像素，支持 3840×2160 或 4096×2160 信号的点对点显示			
2	峰值亮度 ^a		≥1000cd/m ²		≥500cd/m ²	≥300cd/m ²
3	黑电平亮度		≤0.005cd/m ²		≤0.01cd/m ²	≤0.05cd/m ²
4	同时对比度		≥20000:1		≥10000:1	≥1000:1
5	顺序对比度		≥200000:1		≥50000:1	≥6000:1
6	与基准白色温的偏差 ^b		Δu'v'≤0.003	Δu'v'≤0.006	Δu'v'≤0.010	Δu'v'≤0.020
7	色域覆盖率（相对于 CIE 1976 中的 BT. 2020 色域）		≥90%	≥75%	≥70%	≥50%
8	基色主波长	红	615nm~700nm	610nm~700nm		—
		绿	526nm~545nm	526nm~550nm		—
		蓝	460nm~468nm	460nm~473nm		—
9	HDR 彩色重现		Δu'v'≤0.010	Δu'v'≤0.040	Δu'v'≤0.060	—
10	电光转换特性	HLG 曲线	输入电平从 5%到 80%，Gamma 测量值与标准值的差异应不超过±0.025	输入电平从 5%到 80%，Gamma 测量值与标准值的差异应不超过±0.100	输入电平从 5%到 80%，Gamma 测量值与标准值的差异应不超过±0.150	支持
		PQ 曲线	从 GB/T 41808—2022 中 PQ 曲线峰值亮度的 0.33%到 28%，Gamma 测量值与标准值的差异应不超过±0.025	从 GB/T 41808—2022 中 PQ 曲线峰值亮度的 0.33%到 28%，Gamma 测量值与标准值的差异应不超过±0.100	从 GB/T 41808—2022 中 PQ 曲线峰值亮度的 0.33%到 28%，Gamma 测量值与标准值的差异应不超过±0.150	支持

表 1 (续)

序号	项目		技术要求			
			1A 级	1B 级	2 级	3 级
11	灰度等级色调重现		亮度 $\geq 1\text{cd}/\text{m}^2$ 时, $\Delta u'v' \leq 0.005$	亮度 $\geq 1\text{cd}/\text{m}^2$ 时, $\Delta u'v' \leq 0.010$	亮度 $\geq 1\text{cd}/\text{m}^2$ 时, $\Delta u'v' \leq 0.015$	亮度 $\geq 1\text{cd}/\text{m}^2$ 时, $\Delta u'v' \leq 0.030$
			亮度小于 $1\text{cd}/\text{m}^2$ 时, 色度偏离应不可见			
12	亮度不均匀性 (HDR 参考白)		$\leq 5\%$	$\leq 10\%$	$\leq 15\%$	$\leq 20\%$
13	色度不均匀性		$\Delta u'v' \leq 0.005$	$\Delta u'v' \leq 0.010$	$\Delta u'v' \leq 0.015$	$\Delta u'v' \leq 0.020$
14	视角依赖性	亮度	水平 $\pm 45^\circ$ 视角处的亮度相比法线视角亮度的变化不超过 20%	水平 $\pm 30^\circ$ 视角处的亮度相比法线视角亮度的变化不超过 50%	水平 $\pm 30^\circ$ 视角处的亮度相比法线视角亮度的变化不超过 70%	—
		色度	水平 $\pm 45^\circ$ 视角处与法线视角处的色坐标偏差 $\Delta u'v' \leq 0.015$	水平 $\pm 30^\circ$ 视角处与法线视角处的色坐标偏差 $\Delta u'v' \leq 0.020$	水平 $\pm 30^\circ$ 视角处与法线视角处的色坐标偏差 $\Delta u'v' \leq 0.025$	—
15	延迟时间		应标明, 供使用参考		如有低延时模式, 延时应小于等于 20ms	—
16	响应时间		$\leq 20\text{ms}$	$\leq 25\text{ms}$	$\leq 30\text{ms}$	$\leq 35\text{ms}$
17	像素缺陷		应无可见的像素缺陷			在显示区中心区域内无可见的像素缺陷
18	换帧频率		应不低于标称支持的视频信号帧率			—
19	输入接口	SDI	应至少具备 $4 \times 3\text{Gbps-SDI}$ 或 12Gbps-SDI 中的一种。 $4 \times 3\text{Gbps-SDI}$ 接口应支持 2SI 和 SQD; 12Gbps-SDI 接口规范应符合 GY/T 347.3—2021 的规定			可选
		IP	可选			
		HDMI	可选			应具备, 支持 HDMI 2.0b 或以上
20	系统伽马调节功能		对于 HLG 信号, 超高清监视器应支持系统伽马的调节以适配观看环境的变化, 支持超黑、超白信号透传, 调整亮度、对比度后能显示超黑、超白。			—
21	黑电平调节功能		应在可达到的最低亮度和 $1\text{cd}/\text{m}^2$ 之间可调			—
22	面板显示位深		应支持 10bit			—
23	图像显示质量主观评价 (百分制)		≥ 90 分	≥ 80 分	≥ 70 分	—
24	LUT 导入功能		可选			
25	屏幕拷贝功能		可选			

表 1 (续)

序号	项目	技术要求			
		1A 级	1B 级	2 级	3 级
26	用像素标记的方法表示显示面板原生色域之外色彩功能	可选			
注：表中的 $\Delta u'v'$ 是指在 CIE 1976 色度图中，色坐标实测值与标准值之间的偏差距离。					
^a 显示 100% 亮度信号时的屏幕亮度。采用窄域信号时，100% 亮度对应于 10bit 亮度信号的数字电平 940，黑电平对应于 10bit 亮度信号的数字电平 64；采用全域信号时，100% 亮度对应于 SDI 10bit 亮度信号的数字电平 1019，HDMI 10bit 亮度信号的数字电平 1023，黑电平对应于 SDI 10bit 亮度信号的数字电平 4，HDMI 10bit 亮度信号的数字电平 0。 ^b 应为 D65 色温，色坐标标准值应符合 GB/T 41808—2022 的规定。					

6.2 8K 超高清监视器技术要求

8K 超高清监视器的技术参数和要求应符合表 2 的规定。

表 2 8K 超高清监视器的技术参数和要求

序号	项目	技术要求				
		1A 级	1B 级	2 级	3 级	
1	固有分辨率	不低于 7680×4320 像素，支持 7680×4320 或 8192×4320 信号的点对点显示				
2	峰值亮度 ^a	$\geq 1000 \text{cd/m}^2$		$\geq 500 \text{cd/m}^2$	$\geq 300 \text{cd/m}^2$	
3	黑电平亮度	$\leq 0.005 \text{cd/m}^2$		$\leq 0.01 \text{cd/m}^2$	$\leq 0.05 \text{cd/m}^2$	
4	同时对比度	$\geq 20000:1$		$\geq 10000:1$	$\geq 1000:1$	
5	顺序对比度	$\geq 200000:1$		$\geq 50000:1$	$\geq 6000:1$	
6	与基准白色温的偏差 ^b	$\Delta u'v' \leq 0.003$	$\Delta u'v' \leq 0.006$	$\Delta u'v' \leq 0.010$	$\Delta u'v' \leq 0.020$	
7	色域覆盖率（相对于 CIE 1976 中的 BT. 2020 色域）	$\geq 90\%$	$\geq 75\%$	$\geq 70\%$	$\geq 50\%$	
8	基色主波长	红	615nm~700nm	610nm~700nm	—	
		绿	526nm~545nm	526nm~550nm	—	
		蓝	460nm~468nm	460nm~473nm	—	
9	HDR 彩色重现	$\Delta u'v' \leq 0.010$	$\Delta u'v' \leq 0.040$	$\Delta u'v' \leq 0.060$	—	
10	电光转换特性	HLG 曲线	输入电平从 5% 到 80%，Gamma 测量值与标准值的差异应不超过 ± 0.025	输入电平从 5% 到 80%，Gamma 测量值与标准值的差异应不超过 ± 0.100	输入电平从 5% 到 80%，Gamma 测量值与标准值的差异应不超过 ± 0.150	支持
		PQ 曲线	从 GB/T 41808—2022 中 PQ 曲线峰值亮度的 0.33% 到 28%，Gamma 测量值与标准值的差异应不超过 ± 0.025	从 GB/T 41808—2022 中 PQ 曲线峰值亮度的 0.33% 到 28%，Gamma 测量值与标准值的差异应不超过 ± 0.100	从 GB/T 41808—2022 中 PQ 曲线峰值亮度的 0.33% 到 28%，Gamma 测量值与标准值的差异应不超过 ± 0.150	支持

表 2 (续)

序号	项目		技术要求			
			1A 级	1B 级	2 级	3 级
11	灰度等级色调重现		亮度 $\geq 1\text{cd}/\text{m}^2$ 时, $\Delta u'v' \leq 0.005$	亮度 $\geq 1\text{cd}/\text{m}^2$ 时, $\Delta u'v' \leq 0.010$	亮度 $\geq 1\text{cd}/\text{m}^2$ 时, $\Delta u'v' \leq 0.015$	亮度 $\geq 1\text{cd}/\text{m}^2$ 时, $\Delta u'v' \leq 0.030$
			亮度小于 $1\text{cd}/\text{m}^2$ 时, 色度偏离应不可见			
12	亮度不均匀性 (HDR 参考白)		$\leq 5\%$	$\leq 10\%$	$\leq 15\%$	$\leq 20\%$
13	色度不均匀性		$\Delta u'v' \leq 0.005$	$\Delta u'v' \leq 0.010$	$\Delta u'v' \leq 0.015$	$\Delta u'v' \leq 0.020$
14	视角依赖性	亮度	水平 $\pm 45^\circ$ 视角处的亮度相比法线视角亮度的变化不超过 20%	水平 $\pm 30^\circ$ 视角处的亮度相比法线视角亮度的变化不超过 50%	水平 $\pm 30^\circ$ 视角处的亮度相比法线视角亮度的变化不超过 70%	—
		色度	水平 $\pm 45^\circ$ 视角处与法线视角处的色坐标偏差 $\Delta u'v' \leq 0.015$	水平 $\pm 30^\circ$ 视角处与法线视角处的色坐标偏差 $\Delta u'v' \leq 0.020$	水平 $\pm 30^\circ$ 视角处与法线视角处的色坐标偏差 $\Delta u'v' \leq 0.025$	—
15	延迟时间		应标明, 供使用参考		应标明, 供使用参考; 如有低延时模式, 延时应小于等于 20ms	—
16	响应时间		$\leq 20\text{ms}$	$\leq 25\text{ms}$	$\leq 30\text{ms}$	$\leq 35\text{ms}$
17	像素缺陷		应无可见的像素缺陷			在显示区中心区域内无可见的像素缺陷
18	换帧频率		应不低于标称支持的视频信号帧率			—
19	输入接口	4× 12Gbps-SDI	应具备, 应符合 GY/T 347.3—2021 的规定, 支持 2SI 和 SQD。			可选
		IP	可选			
		HDMI	可选			应具备, 支持 HDMI2.1
20	系统伽马调节功能		对于 HLG 信号, 超高清监视器应支持系统伽马的调节以适配观看环境的变化, 支持超黑、超白信号透传, 调整亮度、对比度后能显示超黑、超白			—
21	黑电平调节功能		应在可达到的最低亮度和 $1\text{cd}/\text{m}^2$ 之间可调			—
22	面板显示位深		应支持 10bit			—
23	图像显示质量主观评价 (百分制)		≥ 90 分	≥ 80 分	≥ 70 分	—
24	LUT 导入功能		可选			
25	屏幕拷贝功能		可选			

表 2 (续)

序号	项目	技术要求			
		1A 级	1B 级	2 级	3 级
26	用像素标记的方法表示显示面板原生色域之外色彩功能	可选			
注：表中的 $\Delta u'v'$ 是指在 CIE 1976 色度图中，色坐标实测值与标准值之间的偏差距离。					
<p>^a 显示 100%亮度信号时的屏幕亮度。采用窄域信号时，100%亮度对应于 10bit 亮度信号的数字电平 940，黑电平对应于 10bit 亮度信号的数字电平 64；采用全域信号时，100%亮度对应于 SDI 10bit 亮度信号的数字电平 1019，HDMI 10bit 亮度信号的数字电平 1023，黑电平对应于 SDI 10bit 亮度信号的数字电平 4，HDMI 10bit 亮度信号的数字电平 0。</p> <p>^b 应为 D65 色温，色坐标标准值应符合 GB/T 41808—2022 的规定。</p>					

7 测量方法

7.1 测量环境

测量环境要求如下。

- a) 电源要求：
 - 电压：AC 220V±22V；
 - 频率：50Hz±1Hz。
- b) 环境温度：15℃~35℃。
- c) 相对湿度：20%~80%。
- d) 测量应在暗室中进行（室内照度应不大于 0.01lux）。
- e) 应减少表面光反射对测量结果的影响。

7.2 测量仪器

测试信号源输出的信号应符合 GB/T 41809—2022 和 GB/T 41808—2022 的规定，量化比特数应不低于 10bit，可输出本文件规定的所有测试信号，输出信号的图像格式、图像内容和信号样值应符合本文件的相应要求。测量时测试信号源和被测超高清监视器信号接口应优先采用 4×3Gbps-SDI、12Gbps-SDI 和 4×12Gbps-SDI，信号数据范围优先采用窄范围。

亮度计的测量范围应至少满足 $0.0005\text{cd}/\text{m}^2 \sim 10000\text{cd}/\text{m}^2$ 。

色度计在亮度为 $0.05\text{cd}/\text{m}^2$ 及以下时，仍可测到色度数据。优选分光型色度计。

7.3 其他测量条件

为了确保测量的完整性和可重复性，应遵守以下条件：

- a) 对于所有分级监视器的测量方法相同；
- b) 除专门说明外，对于 4K、8K 监视器的测量方法相同；
- c) 除专门说明外，4K 超高清监视器的测量距离为 1.5 倍图像高度，8K 超高清监视器的测量距离为 0.75 倍图像高度；
- d) 除视角相关项目以外，所有的测量都保证测量仪器的光轴与超高清监视器的表面垂直；
- e) 设备的指示灯等进行适当遮挡，以减小光线对测量结果的影响；
- f) 将超高清监视器的基准白色温设置为厂家预设的 6500K，所有的图像区域都可见；

- g) 超高清监视器先显示一个亮度为 $15\text{cd}/\text{m}^2$ 的灰场信号预热 30min;
- h) 测量时注意防止灼伤屏幕，可通过适时切换灰场信号进行保护。

7.4 测试信号

7.4.1 固有分辨力信号图

固有分辨力信号图包含若干组水平方向和垂直方向的黑白条纹，每个条纹宽度为一像素，图像四周带有边界标识。以4K为例，4K超高清固有分辨率信号示意图见图1。

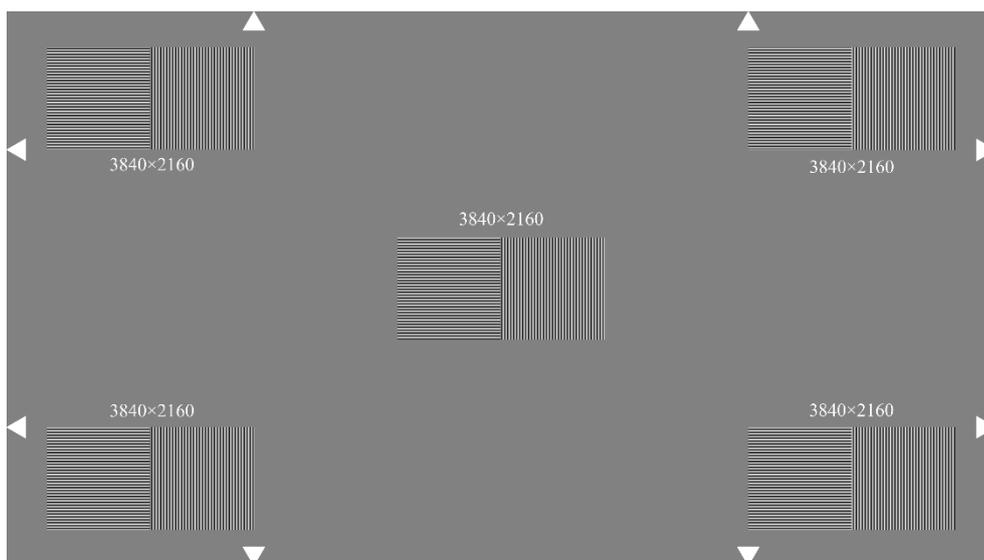


图1 4K 超高清固有分辨力信号示意图

7.4.2 白场信号图、HDR 参考白信号图和黑场信号图

白场信号、HDR参考白信号和黑场信号是全场平坦的亮度信号，其亮度电平分别为100%、75%HLG（或58%PQ）、0%。

7.4.3 白窗信号图

白窗信号图的背景为黑场，画面中心为一个100%电平的正方形窗口，窗口面积为全屏面积的1%。白窗信号示意图见图2。

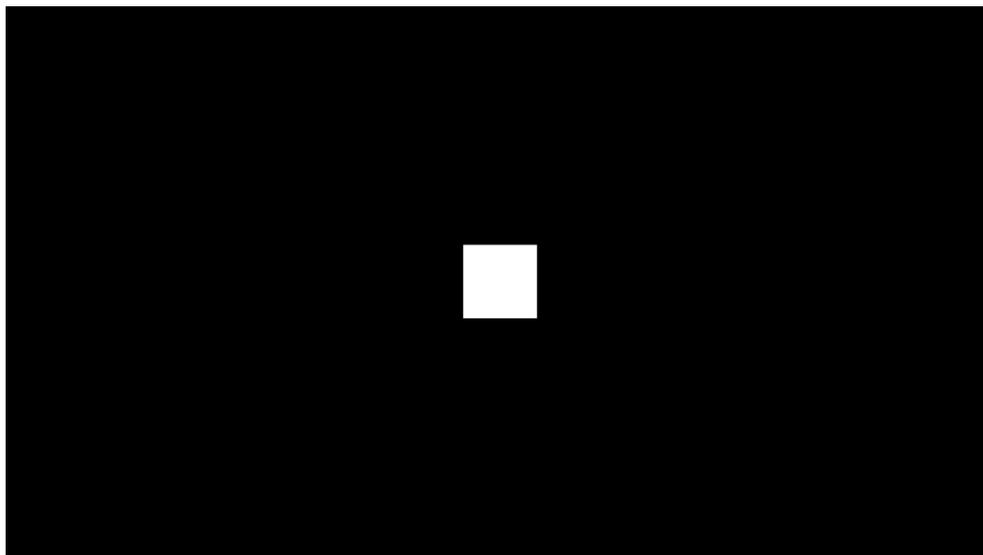


图2 白窗信号示意图

7.4.4 边角窗口信号

边角窗口信号图的背景为黑场，四个边角均为100%电平的矩形，每个矩形宽高比为16:9，面积为全屏面积的2.5%。边角窗口信号示意图见图3。

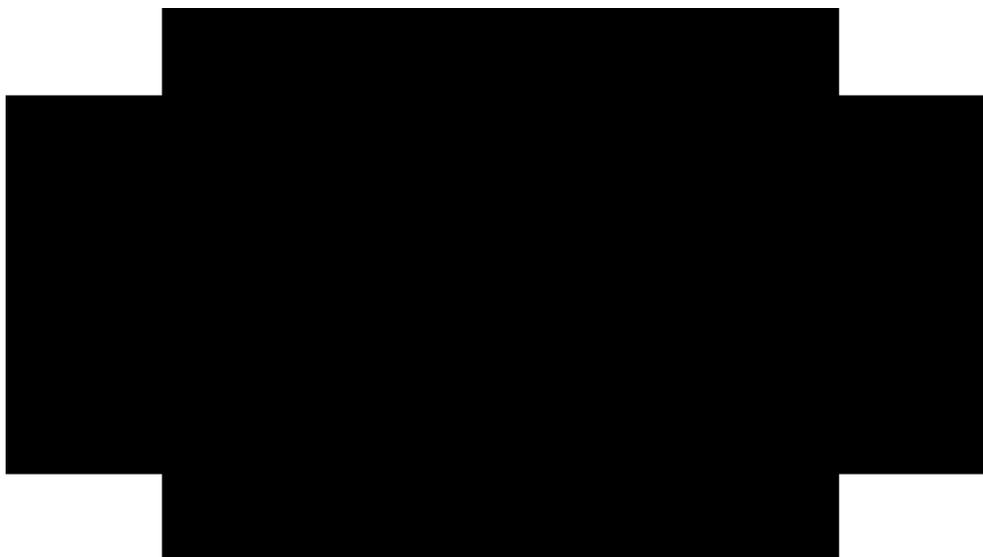


图3 边角窗口信号示意图

7.4.5 黑白窗口信号图

黑白窗口信号图是在40%电平的灰色背景上有一个白色正方形窗口和四个黑色正方形窗口，其电平分别为100%和0%，黑白窗口信号示意图见图4，窗口坐标应符合表3的规定。

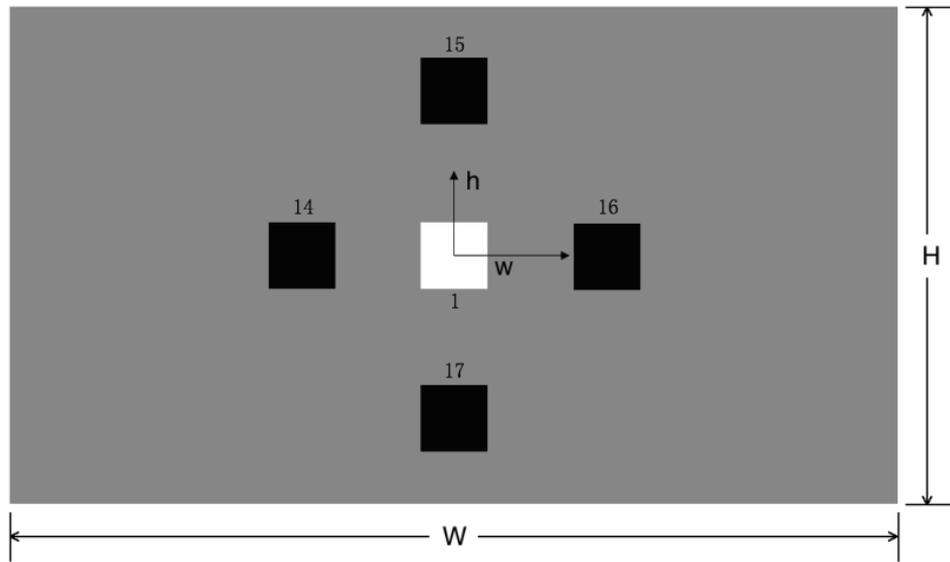


图4 黑白窗口信号示意图

表3 黑白窗口信号图的窗口坐标

窗口编号	窗口 ^a 中心坐标（相对于屏幕中心）	
	w	h
1	0.00	0.00
15 和 17	0.00	$\pm 0.33H^b$
14 和 16	$\pm 0.19W^b$	0.00

^a 每个窗口是边长为 $H/7.50$ 的正方形。
^b H 为超高清电视图像高度， W 为超高清电视图像宽度。

7.4.6 基色信号图

基色信号图分为红、绿、蓝三种场信号。各基色信号电平值（10bit窄范围）应符合表4的规定，示意图见图5。

表4 基色信号电平值

基色	信号电平（10bit）		
	R'	G'	B'
红	940	64	64
绿	64	940	64
蓝	64	64	940



图5 基色信号示意图

7.4.7 HDR 彩色信号图

HDR彩色信号图共包含10种彩色信号，各HDR彩色信号电平值（10bit窄范围）应符合表5的规定，示意图见图6。

表5 HDR 彩色信号电平值

序号	HDR彩色信号名称	HLG 信号样值（基于 1000cd/m ² OOTF）		
		R'	G'	B'
1	亮橙色（Luminous Bright Orange）	786	621	258
2	康乃馨粉色（Carnation Pink）	832	780	785
3	金丝雀色（Canary）	823	772	334
4	葱绿色（Lush Green）	346	580	389
5	亮红色（Luminous Bright Red）	738	361	227
6	亮绿色（Luminous Green）	439	739	346
7	蓝紫色（Blueish Purple）	658	244	745
8	红紫色（Reddish Purple）	735	307	626
9	牛舌草色（Anchusa）	319	505	635
10	纯蓝色（True Blue）	269	287	772



图6 HDR 彩色信号示意图

7.4.8 灰窗信号图

灰窗信号图的背景为黑场，画面中心为灰色正方形窗口，窗口面积为全屏面积的1%，示意图见图7。对于HLG信号，窗口的亮度电平共19个，灰窗信号图的窗口亮度电平值应符合表6的规定。对于PQ信号，窗口的亮度电平以被测超高清监视器的标称峰值亮度为上限，以黑电平为下限，将信号电平均分为19个等级。

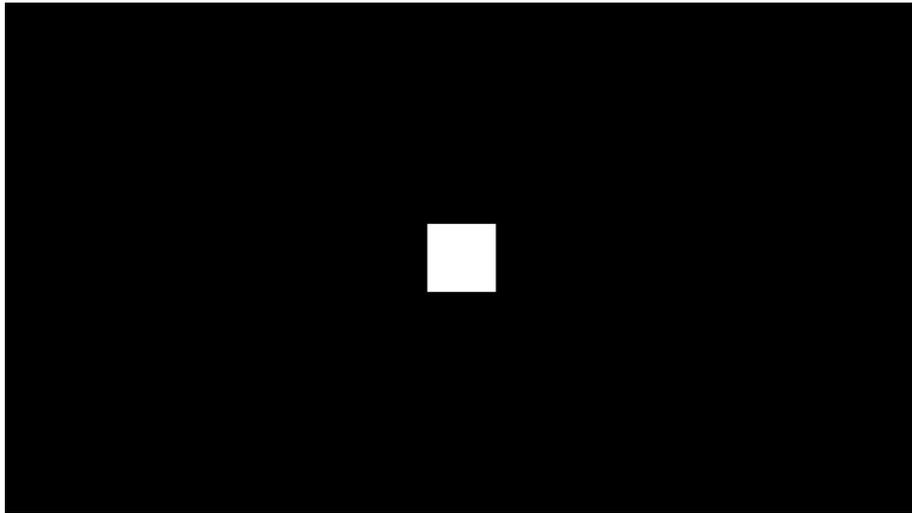


图7 灰窗信号示意图

表6 灰窗信号图的窗口亮度电平值

灰阶序号	信号亮度电平（10bit 量化）
1	64
2	86
3	138
4	190
5	242
6	294
7	346
8	398
9	450
10	502
11	554
12	606
13	658
14	710
15	762
16	814
17	866
18	918

表 6 (续)

灰阶序号	信号亮度电平 (10bit 量化)
19	940

7.5 测量步骤

7.5.1 超高清监视器测量状态调整

应采用GY/T 326—2019规定的PLUGE信号和校准步骤,对被测超高清监视器的“亮度”和“对比度”进行设置,使其处于测量状态,相关测试项目应在对应的HLG模式或PQ模式下进行。

7.5.2 固有分辨力

测试信号:固有分辨力信号图。

测量步骤:

- 输入与被测超高清监视器标称分辨率相一致的固有分辨力信号图;
- 在画面显示完整的情况下,主观检测固有分辨力信号图上的黑白条纹能否在屏幕上清晰呈现,必要时可借助放大镜等手段辅助检查。

7.5.3 峰值亮度

测量条件:

- 测试信号:白窗信号;
- 测量仪器:亮度计或分光辐射仪。

测量步骤:

- 输入白窗信号;
- 用测量仪器测量屏幕中心的亮度,记为峰值亮度。

7.5.4 黑电平亮度

测量条件:

- 测试信号:边角窗口信号图;
- 测量仪器:亮度计或分光辐射仪。

测量步骤:

- 输入边角窗口信号图;
- 用测量仪器测量屏幕中心的亮度(测量时,应对屏幕的边角窗口进行遮挡)。

7.5.5 同时对比度

同时对比度 C_S 的计算方法见公式(1)。

$$C_S = \frac{L_{max-ts}}{L_{min-ts}} \dots \dots \dots (1)$$

式中:

L_{max-ts} ——用黑白窗口测试图测得的峰值白电平对应的亮度;

L_{min-ts} ——用黑白窗口测试图测得的黑电平对应的亮度平均值。

测量条件:

- 测试信号:黑白窗口信号;

b) 测量仪器：亮度计或分光辐射仪。

测量步骤：

- a) 输入黑白窗口信号；
- b) 用测量仪器分别测量白窗口的亮度 L_{max-ts} 和四个黑窗口的亮度（测量时，应对屏幕中心白窗口进行遮挡）；
- c) 将四个黑窗口的亮度测量值进行平均得到 L_{min-ts} ；
- d) 用公式（1）计算同时对比度。

7.5.6 顺序对比度

顺序对比度 C_f 的计算方法见公式（2）。

$$C_f = \frac{L_{max-sx}}{L_{min-sx}} \dots\dots\dots (2)$$

式中：

L_{max-sx} ——用白窗信号图测得的峰值白电平对应的亮度；

L_{min-sx} ——用边角窗口信号图测得的黑电平对应的亮度平均值。

测量条件：

- a) 测试信号：白窗信号图和边角窗口信号图；
- b) 测量仪器：亮度计或分光辐射仪。

测量步骤：

- a) 按照 7.5.3 测出峰值亮度，记为 L_{max-sx} ；
- b) 按照 7.5.4 测试黑电平亮度平均值，记为 L_{min-sx} ；
- c) 用公式（2）计算顺序对比度。

7.5.7 与基准白色温的偏差

与基准白色温的偏差 $\Delta u'v'$ 的计算方法见公式（3）。

$$\Delta u'v' = \sqrt{(u' - 0.1978)^2 + (v' - 0.4683)^2} \dots\dots\dots (3)$$

式中：

u' ——用白窗信号图测得的色坐标值；

v' ——用白窗信号图测得的色坐标值。

测量条件：

- a) 测试信号：白窗信号图；
- b) 测量仪器：色度计或分光辐射仪。

测量步骤：

- a) 输入白窗信号；
- b) 用测量仪器测量屏幕中心的色坐标，并计算其与 D65 标准白之间的色坐标偏差 $\Delta u'v'$ 。

7.5.8 色域覆盖率

测量条件：

- a) 测试信号：基色信号图；
- b) 测量仪器：色度计或分光辐射仪。

测量步骤：

- a) 依次输入并显示红场、绿场、蓝场基色信号图，用测量仪器依次测量屏幕中心的 CIE 1976 色坐标值 u' 、 v' ；
- b) 以步骤 a) 所测红、绿、蓝三基色坐标为三角形顶点，计算色域面积 S_1 ；
- c) 以 BT. 2020 色域的红、绿、蓝三基色坐标为三角形顶点，计算色域面积 S_2 ；
- d) 计算 $S_1/S_2 \times 100\%$ ，记为色域覆盖率。

7.5.9 基色主波长

测量条件：

- a) 测试信号：基色信号图；
- b) 测量仪器：色度计或分光辐射仪。

测量步骤：依次输入并显示红场、绿场、蓝场基色信号图，用测量仪器依次测量屏幕中心的基色主波长。

7.5.10 HDR 色彩重现

测量条件：

- a) 测试信号：HDR 彩色信号图；
- b) 测量仪器：色度计或分光辐射仪。

测量步骤：

- a) 将超高清监视器的 EOTF 设置为 HLG 模式，色域设置为 BT. 2020 模式；
- b) 依次输入并显示 HDR 彩色信号图中的 10 种彩色信号，用测量仪器依次测量屏幕中心的色坐标，并计算每种颜色的实测色坐标与标准色坐标之间的偏差 $\Delta u'v'$ 。10 种 HDR 彩色信号的标准色坐标见表 7。

表7 HDR 彩色信号的标准色坐标

序号	HDR 彩色信号名称	标准色坐标	
		u'	v'
1	亮橙色 (Luminous Bright Orange)	0.3179	0.5409
2	康乃馨粉色 (Carnation Pink)	0.2271	0.4693
3	金丝雀色 (Canary)	0.2412	0.5509
4	葱绿色 (Lush Green)	0.1170	0.5244
5	亮红色 (Luminous Bright Red)	0.4345	0.5214
6	亮绿色 (Luminous Green)	0.1004	0.5617
7	蓝紫色 (Blueish Purple)	0.3000	0.3000
8	红紫色 (Reddish Purple)	0.3804	0.4103
9	牛舌草色 (Anchusa)	0.1360	0.3939
10	纯蓝色 (True Blue)	0.1650	0.2000

7.5.11 电光转换特性

测量条件：

- a) 测试信号：灰窗信号图；
- b) 测量仪器：亮度计或分光辐射仪。

测量步骤:

- a) 依次输入并显示灰窗信号图的灰阶 1 到灰阶 19, 用测量仪器依次测量屏幕中心的亮度;
- b) 计算测量值与标称值的差异。

7.5.12 灰度等级色调重现

测量条件:

- a) 测试信号: 灰窗信号图;
- b) 测量仪器: 色度计或分光辐射仪。

测量步骤:

- a) 依次输入并显示灰窗信号图的灰阶 1 到灰阶 19, 用测量仪器依次测量屏幕中心不同灰度电平所重现的亮度和色坐标值;
- b) 对于亮度大于 1cd/m²的灰阶, 计算灰阶色坐标与 D65 标准色坐标的偏差。

7.5.13 亮度不均匀性

测量条件:

- a) 测试信号: HDR 参考白信号图;
- b) 测量仪器: 亮度计或分光辐射仪。

测量步骤:

- a) 输入 HDR 参考白信号 (HLG 模式采用 75%HLG, PQ 模式采用 58%PQ) ;
- b) 按图 8, 用测量仪器分别测量屏幕不同区域 9 个点的亮度值;
- c) 测试结果用亮度不均匀性 U 来表示, 计算方法见公式 (4)。

$$U = \frac{L_{max-jy} - L_{min-jy}}{L_{avg-jy}} \dots\dots\dots (4)$$

式中:

L_{max-jy} ——屏幕测量点1~9的亮度测量最大值;

L_{min-jy} ——屏幕测量点1~9的亮度测量最小值;

L_{avg-jy} ——屏幕测量点1~9的亮度测量平均值。

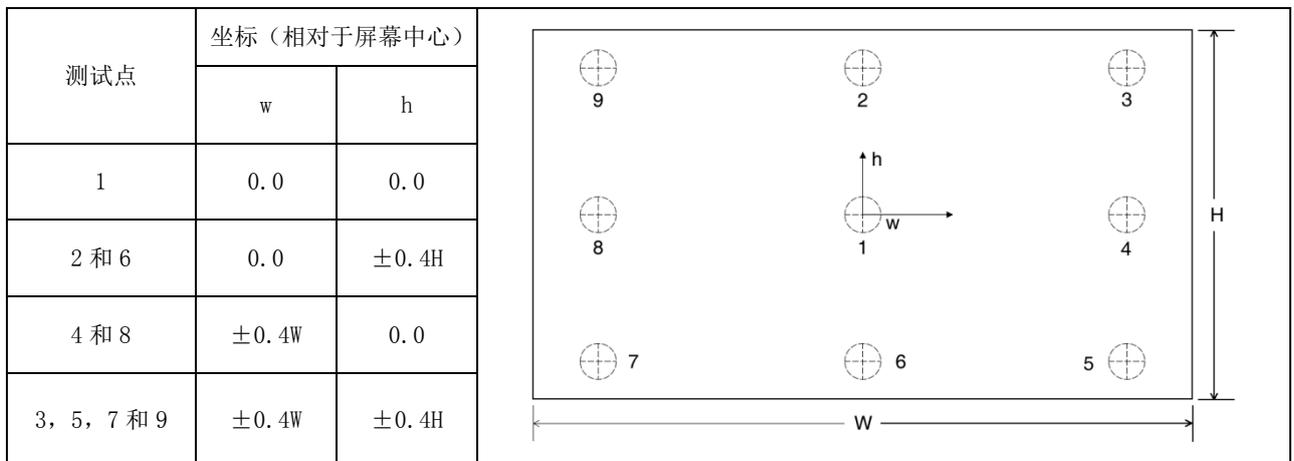


图8 屏幕均匀性测量区域

7.5.14 色度不均匀性

测量条件:

- a) 测试信号: HDR 参考白信号图;
- b) 测量仪器: 色度计或分光辐射仪。

测量步骤:

- a) 输入 HDR 参考白信号 (HLG 模式采用 75%HLG, PQ 模式采用 58%PQ);
- b) 按图 8, 用测量仪器分别测量屏幕不同区域 9 个点的色坐标;
- c) 计算各点色度测量值与屏幕中心点测量值的偏差距离 $\Delta u'v'$ 。

7.5.15 视角依赖性

测量条件:

- a) 测量信号: 白窗信号图;
- b) 测量仪器: 量角器、亮度计、色度计。

测量步骤:

- a) 输入白窗信号图;
- b) 在亮度计垂直于被测屏幕的情况下 (法线视角), 测量屏幕的亮度, 记为 L_0 , 测量并记录屏幕的色坐标;
- c) 将亮度计从屏幕法线方向向左调整至与法线夹角为 30° , 测量屏幕的亮度, 记为 L_{-30} ;
- d) 将亮度计从屏幕法线方向向左调整至与法线夹角为 45° , 测量屏幕的亮度, 记为 L_{-45} ;
- e) 将亮度计从屏幕法线方向向右调整至与法线夹角为 30° , 测量屏幕的亮度, 记为 L_{+30} ;
- f) 将亮度计从屏幕法线方向向右调整至与法线夹角为 45° , 测量屏幕的亮度, 记为 L_{+45} ;
- g) 取 L_{-30} 和 L_{+30} 中与 L_0 相差最大的值, 并与 L_0 相比计算变化百分比;
- h) 取 L_{-45} 和 L_{+45} 中与 L_0 相差最大的值, 并与 L_0 相比计算变化百分比;
- i) 将色度计从屏幕法线方向向左调整至与法线夹角为 30° , 测量屏幕的色坐标, 计算该坐标与法线视角的色坐标之间的偏差 $\Delta u'v'$;
- j) 将色度计从屏幕法线方向向左调整至与法线夹角为 45° , 测量屏幕的色坐标, 计算该坐标与法线视角的色坐标之间的偏差 $\Delta u'v'$;
- k) 将色度计从屏幕法线方向向右调整至与法线夹角为 30° , 测量屏幕的色坐标, 计算该坐标与法线视角的色坐标之间的偏差 $\Delta u'v'$;
- l) 将色度计从屏幕法线方向向右调整至与法线夹角为 45° , 测量屏幕的色坐标, 计算该坐标与法线视角的色坐标之间的偏差 $\Delta u'v'$;
- m) 记录各角度下的测量结果。

7.5.16 延迟时间

测量条件:

- a) 测试信号: 白窗信号图、黑场信号图;
- b) 测量仪器: 光电转换器、示波器。

测量步骤:

- a) 输入白窗信号图和黑场信号图交替出现的测试信号 (每 1 秒连续黑场之后为一帧白窗);
- b) 光电转换器和示波器连接;
- c) 用光电转换器拾取屏幕中心区域的光信号, 观察光电转换后的电压波形及输入视频信号的波形, 测量白窗图像亮度达到稳定值 50% 的时刻相对于其视频信号到达超高清监视器的时刻之间的延迟, 记为延迟时间。

7.5.17 响应时间

测量条件:

- a) 测试信号: 白窗信号图、黑场信号图;
- b) 测量仪器: 光电转换器、示波器。

测量步骤:

- a) 输入白窗信号图和黑场信号图交替出现的测试信号(交替间隔时间不低于2s)。
- b) 用光电转换器拾取屏幕中心区域的光信号。
- c) 用示波器观测光电转换器输出的屏幕信号波形,找到屏幕信号由暗变亮的上升沿,测量从亮度10%到90%所经历的时间,记为上升时间;找到屏幕信号由亮变暗的下降沿,测量从亮度90%到10%所经历的时间,计为下降时间。
- d) 计算上升时间和下降时间之和,记为响应时间。

7.5.18 像素缺陷

测量条件:

- a) 测试信号: 白场信号、黑场信号、红场信号、绿场信号、蓝场信号;
- b) 测量仪器: 目视检查,可用放大镜配合。

测量步骤:

- a) 依次输入并显示白场信号、红场信号、绿场信号和蓝场信号,目视检查显示屏测试区域是否存在不发亮的像素点;
- b) 输入并显示黑场信号,目视检查显示屏是否存在不熄灭的像素点;
- c) 测试结果以是否觉察到像素缺陷(数目)来表示。

7.5.19 换帧频率

测量条件:

- a) 测量信号: 黑场信号图、白场信号图;
- b) 测量仪器: 光电转换器、示波器。

测量步骤:

- a) 将信号源输出设置为被测超高清监视器所标称的分辨率、帧率的视频格式;
- b) 输入黑场与白场交替出现(一帧黑场一帧白场)的测试信号,用光电转换器拾取屏幕上四个以上相邻像素的光信号;
- c) 用示波器观测光电转换器输出的屏幕信号波形,测量该信号波形中相邻两帧图像之间的间隔时间 T ,换帧频率记为 $1/T$ 。

7.5.20 输入接口

根据表1、表2的输入接口要求,将信号源连接到相应接口,检查信号是否被正确显示。

7.5.21 系统伽马调节功能

测量步骤: 进入超高清监视器的设置菜单,检查是否具有系统伽马值的设置项,如具有,则改变系统伽马值,验证超高清监视器是否正确再现调整后的亮度值。

7.5.22 黑电平调节功能

测量步骤：进入超高清监视器的设置菜单，检查是否具有黑电平的调节选项，如具有，则改变黑电平值，验证超高清监视器是否正确再现调整后的黑电平亮度值。

7.5.23 图像显示质量主观评价

主观评价采用ITU-R BT. 500-14中的单刺激评价方法，评分标度采用百分制连续质量标度。主观评价的观看环境、评价员选择和数据统计方法按照ITU-R BT. 500-14的规定执行。

评价的质量要素包括但不限于：

- 图像清晰度；
- 色彩还原；
- 肤色还原；
- 层次表现力；
- 亮部细节；
- 暗部细节；
- 画面连续性；
- 运动拖尾。

评价用测试图像序列应具有多种场景，包括但不限于：

- 细节丰富的场景；
- 色彩丰富，饱和度高的场景；
- 含有较大面积肤色的场景；
- 层次丰富的场景；
- 整体以亮为主，附有暗部细节场景；
- 整体以暗为主，附有高亮层次场景；
- 亮度动态变化的场景；
- 快速运动场景。

7.5.24 面板显示位深

测量步骤：输入10bit量化的渐变信号，检查屏幕显示的画面是否有条带现象，如无条带现象，则判定为面板显示位深支持10bit。

7.5.25 LUT 导入功能

测量步骤：进入超高清监视器的设置菜单，检查是否具有LUT导入功能，如具有，进行LUT导入操作，并验证画面效果是否跟随变化。

7.5.26 屏幕拷贝功能

测量步骤：进入超高清监视器的功能菜单，检查是否具有屏幕拷贝功能，如具有，验证屏幕拷贝操作是否有效。

7.5.27 用像素标记的方法表示显示面板原生色域之外色彩功能

测量步骤：进入超高清监视器的功能菜单，检查是否具有用像素标记的方法表示显示面板原生色域之外色彩功能，如具有，进行用像素标记的方法表示显示面板原生色域之外色彩操作，并验证画面效果是否跟随变化。

参 考 文 献

- [1] GB/T 7400—2011 广播电视术语
 - [2] GY/T 284—2014 节目制播用高清晰度电视监视器技术要求和测量方法
 - [3] SJ/T 11348—2016 平板电视显示性能测量方法
 - [4] ITU-R BT.815:1994 Specification of a signal for measurement of the contrast ratio of displays
 - [5] ITU-R BT.2129:2008 User requirements for a Flat Panel Display (FPD) as a master monitor in an HDTV programme production environment
 - [6] EBU TECH 3320 User requirements for Video Monitors in Television Production
 - [7] EBU TECH 3325 Methods for the measurement of the performance of studio monitors
-