

世界超高清视频产业联盟标准

T/UWA 049—2026

移动终端超高清解码渲染显示技术规范

Technical specification for ultra high-definition decoding, rendering and display on
mobile terminals

2026 - 4 - 21 发布

2026 - 4 - 21 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	1
5 技术要求	1
5.1 支持的信号格式	1
5.2 解码渲染功能要求	2
5.3 HDR Vivid 适配要求	2
5.4 显示性能要求	2
6 测试条件要求	3
6.1 环境条件	3
6.1.1 大气环境条件	3
6.1.2 供电方式	3
6.1.3 稳定时间	3
6.1.4 测试条件	3
6.2 测试信号	3
6.3 测试仪器	3
6.4 测试播放软件	3
6.5 测试工作状态	4
6.5.1 初始化状态	4
6.5.2 自动环境调整	4
6.6 测试仪器位置	4
7 测试方法	4
7.1 支持信号格式	4
7.2 解码渲染功能	4
7.3 HDR Vivid 适配	4
7.4 显示性能测试	4
7.4.1 屏幕 PPI	4
7.4.2 HDR 峰值亮度 (10%白窗)	4
7.4.3 HDR 最小黑色亮度	5
7.4.4 HDR EOTF 曲线拟合度	6
7.4.5 HDR 色域重合度	6
7.4.6 HDR 白点色温	6
7.4.7 HDR 色彩准确性	6
7.4.8 HDR 屏幕显示位深	6
7.4.9 HDR 暗部层次	7

7.4.10 SDR 白点色温	7
7.4.11 SDR 色彩准确性	7
7.4.12 SDR EOTF gamma	8
7.4.13 HDR 和 SDR 的亮度比	8
7.4.14 HDR 和 SDR 的色温一致性	8
参 考 文 献	9

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。

本文件由世界超高清视频产业联盟提出并归口。

本文件起草单位：国家广播电视总局广播电视规划院、世界超高清视频产业联盟、中国电子技术标准化研究院、腾讯科技（深圳）有限公司、北京爱奇艺科技有限公司、优酷信息技术（北京）有限公司、湖南快乐阳光互动娱乐传媒有限公司、咪咕文化科技有限公司、荣耀终端有限公司、OPPO广东移动通信有限公司、维沃控股有限公司、中移（杭州）信息技术有限公司、国家广播电视总局广播电视科学研究院、中广电广播电影电视设计研究院有限公司、天翼数字生活科技有限公司、寰宇信任（北京）技术有限公司、上海数字电视国家工程研究中心有限公司、浪潮智能终端有限公司、华为终端有限公司、马栏山音视频实验室、北京抖音科技有限公司。

本文件主要起草人：宁金辉、王惠明、商鹏、张鸿宇、陈仁伟、李大龙、郑涛、崔艳春、徐洁、陈小波、毕蕾、沙源、张乾、郭晓强、王嘉、赵鹏、陈勇华、李厦、殷惠清、房兰涛、张秀峰、欧臻彦、马学睿、高小猛、刘洁、泮利、丁凌、王倩男、缪云海、周芸、宋冬、郑梦洁、张莉、李都尹、刘文翰、修志远、张帅超、于婧、于明、郑欣、赵世杰。

移动终端超高清解码渲染显示技术规范

1 范围

本文件规定了移动终端（如手机、平板电脑、车载平板显示屏等）的超高清解码渲染显示技术要求，同时描述了相应的测试方法。

本文件适用于移动终端超高清解码渲染显示能力的测试和评估。

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 GB/T 46269.1—2025 高动态范围 (HDR) 视频技术 第1部分:元数据及适配

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

SJ/T 11844—2022 电视接收设备高动态范围HDR显示规范

T/UWA 005.3-2-2022 高动态范围 (HDR) 视频技术 第 3-2 部分: 技术要求和测试方法 便携式显示设备

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

色域重合度 Color gamut overlap

CIE1976均匀色空间 u' v' 坐标系色度图上，三基色 (R, G, B) 色度点组成的三角形色域面积，与 BT. 2020标准色度点组成的三角形色域面积的重叠面积，占BT. 2020色域面积的比值。

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

HDR 高动态范围 (High Dynamic Range)

PPI 每英寸像素数 (Pixels Per Inch)

PQ 感知量化 (Perceptual Quantization)

SDR 标准动态范围 (Standard Dynamic Range)

5 技术要求

5.1 支持的信号格式

移动终端应至少支持输入表1规定的信号格式。

表1 支持信号格式要求

序号	信号格式	技术要求
1	分辨率	3840×2160
2	帧率	50Hz 和 60Hz
3	扫描模式	逐行
4	量化精度	10bit
5	色域	支持 GB/T 41809—2022 的 4.3
6	转换函数	至少支持 GB/T 41808—2022 规定的 PQ 转换函数
7	元数据	优先支持 GB/T 46269.1-2025

5.2 解码渲染功能要求

移动终端应支持4K超高清视频码流的2倍速播放，同时宜保留性能余量以支撑播出平台常见业务功能。

5.3 HDR Vivid 适配要求

移动终端应支持HDR Vivid码流解码，功能要求应符合表2的规定，动态元数据处理要求应符合表3的规定。

表2 功能要求

序号	项目	技术要求
1	HDR Vivid 显示模式自动切换	出厂状态下，移动终端接收到 HDR Vivid 信号应自动切换至 HDR Vivid 显示模式
2	HDR Vivid 视觉识别	应提供菜单或其他方式检查当前信号是否为 HDR Vivid 信号

表3 动态元数据处理要求

序号	项目		技术要求		
1	统计信息模式	亮度偏差	输入亮度 L_0 (nit)	$L_0 < 100$	$\leq 20\%$
				$100 \leq L_0 < 1000$	$\leq 15\%$
				$1000 \leq L_0 \leq 4000$	$\leq 10\%$
2	曲线参数模式	亮度偏差	输入亮度 L_0 (nit)	$L_0 < 100$	$\leq 20\%$
				$100 \leq L_0 < 1000$	$\leq 15\%$
				$1000 \leq L_0 \leq 4000$	$\leq 10\%$
	色度偏差 ($\Delta u'$ 、 $\Delta v'$)	肤色	≤ 0.02		
		天空色	≤ 0.02		
3	元数据同步性测试		植物色	≤ 0.02	
			< 1 帧		

统计信息模式下，元数据以统计信息的方式表示及传输，终端设备接收到该统计信息后，根据GB/T 46269.1—2025所规定方法，产生色调映射曲线并处理相应的图像。曲线参数模式下，元数据以色调映射曲线的方式表示及传输。当动态元数据中包含了曲线参数时，统计信息模式将被忽略（即曲线参数模式有更高优先级）。

5.4 显示性能要求

移动终端的显示性能要求见表4。

表4 显示性能要求

序号	项目		技术要求
1	屏幕 PPI ^a	手机	≥ 350
2		平板电脑	≥ 250

序号	项目	技术要求	
3	车载平板显示屏	≥ 175	
4	HDR	峰值亮度(10%白窗)	不低于 $1000\text{cd}/\text{m}^2$
5		最小黑色亮度	$\leq 0.05\text{cd}/\text{m}^2$
6		EOTF 曲线拟合度	0.8~1.2
7		色域重合度	$\geq 70\%$ BT. 2020 色域@CIE1976
8		白点色温	6000K~7500K
9		色彩准确性	$\Delta u'v' \leq 0.016$
10		屏幕显示位深	$\geq 10\text{bit}$
11		暗部层次	$0.05\text{cd}/\text{m}^2$ 与 $0\text{cd}/\text{m}^2$ 内容亮度下的实测亮度差 $\geq 0.03\text{cd}/\text{m}^2$
12	SDR	白点色温	6000K~7500K
13		色彩准确性	$\Delta u'v' \leq 0.02$
14		EOTF gamma	2.05~2.35
15	HDR 和 SDR 的亮度比 (10%白窗)		≥ 1.5 倍
16	HDR 和 SDR 的色温一致性		色温差 $\leq 500\text{K}$
^a 人眼对图像的清晰度观感与视觉特性、屏幕尺寸及观看距离直接相关。在满足人眼分辨力极限的条件下,对屏幕 PPI 的要求由不同屏幕的典型观看距离确定。手机、平板电脑和车载平板显示屏的典型观看距离分别为 25cm、35cm 和 50cm。			

6 测试条件要求

6.1 环境条件

6.1.1 大气环境条件

在下列条件下进行测试。

- 温度: 15°C ~ 35°C , 优选 20°C ;
- 相对湿度: 25%RH~75%RH;
- 气压: 86kPa~106kPa。

6.1.2 供电方式

测量过程中采用电池方式供电,同时电池电量不低于50%;若采用外部供电,测试时电源电压的变化不应超过被测设备标称电压 $\pm 2\%$ 。

6.1.3 稳定时间

为了确保在测试开始后,移动终端的特性不随时间而有明显的变化,移动终端开机后在出厂状态下热机10 min,以使移动终端性能稳定。

6.1.4 测试场景

显示性能测试应在暗室中进行,被测移动终端关闭时,显示屏表面的杂散光照度小于或等于 0.01lx 。

6.2 测试信号和码流

测试信号应符合5.1规定,测试码流应符合5.2规定的解码要求。

6.3 测试仪器

亮度计测试屏幕上小面积的亮度,其范围至少满足 $0.001\text{cd}/\text{m}^2 \sim 2000\text{cd}/\text{m}^2$ 。

色度计应能够在亮度低于 $2\text{cd}/\text{m}^2$ 时,测试屏幕上小面积色度坐标 (x, y) 或 (u', v') 。宜采用分光型色度计。

6.4 测试播放软件

测试可采用设备自带的视频播放软件；若采用其他软件需进行标明。

6.5 测试工作状态

6.5.1 初始化状态

将被测移动终端的图像设置恢复到出厂状态。

如无出厂状态，将图像模式调整到“标准”模式，其它菜单设置为开机后的设置。

若有自动亮度调整，应关闭自动亮度调整，并调整背光或亮度至最大。

除特殊规定外，在全屏显示（不必充满屏幕）状态下进行测试。

6.5.2 自动环境调整

在测试前由测试人员手动关闭被测移动终端的自动环境调整功能，包括但不限于环境光自适应（根据观看环境亮度自动调整屏幕亮度）和环境色温自适应（根据观看环境色温自动调整屏幕色温）。

6.6 测试仪器位置

光学测试仪器的光轴应与显示屏中心区域正交垂直。采用分光型亮度计时，测试距离应为50 cm。

7 测试方法

7.1 支持信号格式

测试信号：符合 5.1 规定的活动图像序列编码码流。

测试步骤如下：

- a) 采用 6.4 规定的播放软件播放测试码流；
- b) 检查被测终端是否正常显示，测试结果用是否支持表示。

7.2 解码渲染功能

测试信号：符合 5.1 规定的活动图像序列编码码流，测试码流的码率不低于 6 Mbps。

测试步骤如下：

- a) 采用 6.4 规定的播放软件逐一播放测试码流；
- b) 检查被测终端是否支持该码流的正常解码及流畅播放显示，测试结果用是否支持表示。

7.3 HDR Vivid 适配

按照 T/UWA 005.3-2-2022 第 7.4 和 7.6 的相关规定进行测试。

7.4 显示性能测试

7.4.1 屏幕 PPI

根据产品说明书或技术规格文件标识的屏幕尺寸和分辨率按公式（1）计算屏幕PPI。

$$P = \sqrt{X^2 + Y^2} / Z \dots\dots\dots(1)$$

式中：

- P ——屏幕PPI；
- X ——水平像素数；
- Y ——垂直像素数；
- Z ——屏幕对角线尺寸，单位为英寸。

7.4.2 HDR 峰值亮度（10%白窗）

测试条件如下：

- a) 测试信号：面积 10%白窗口信号（见图 1）；PQ 格式；窗口亮度 3987.99cd/m^2 （10bit 全范围 RGB 码值：923/923/923），背景 0cd/m^2 （10bit 全范围 RGB 码值：0/0/0）；不携带动态元数据。
- b) 测试仪器：亮度计。

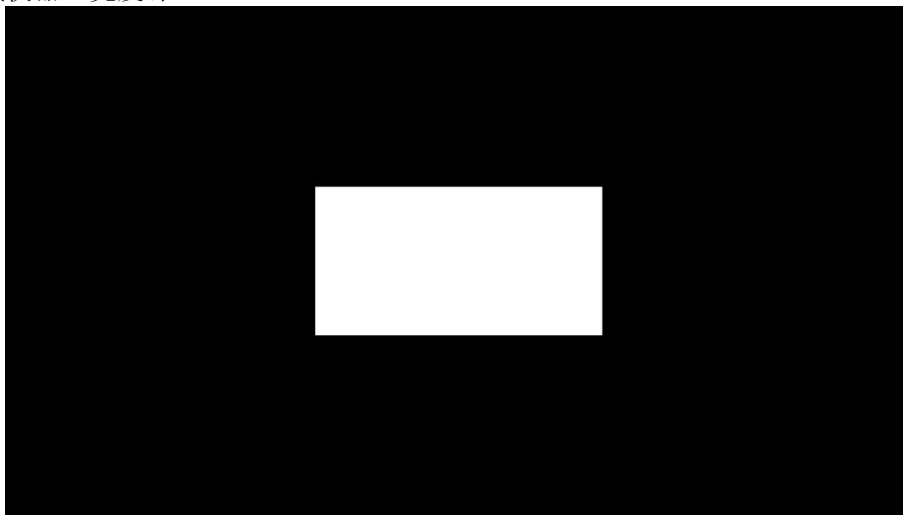


图 1 10%白窗口信号示意图

测试步骤如下：

- a) 输入测试信号；
- b) 用亮度计测量屏幕中心白窗的亮度，记为峰值亮度。

7.4.3 HDR 最小黑色亮度

测试条件如下：

- a) 测试信号：面积 2.5%边角灰窗口信号（见图 2）；PQ 格式；窗口亮度： 603.75cd/m^2 （10bit 全范围 RGB 码值：713/713/713），背景 0cd/m^2 ；每个边角窗口大小为 2.5%面积，窗口比例为 16:9，同时与相邻两边距离为 50 像素；不携带动态元数据。
- b) 测试仪器：亮度计。

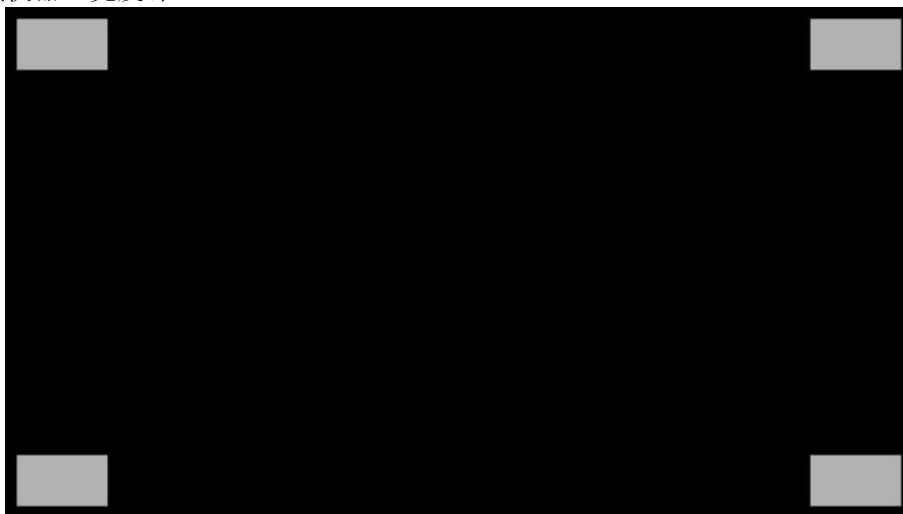


图 2 2.5%边角灰窗口信号示意图

测试步骤如下：

- a) 输入测试信号；

- b) 用亮度计测试屏幕中心的亮度（测试时，应对屏幕的边角窗口进行遮挡）。

7.4.4 HDR EOTF 曲线拟合度

按照 SJ/T 11844—2022 中 7.7PQ 曲线的测试方法进行测试。

7.4.5 HDR 色域重合度

按照 SJ/T 11844—2022 中 7.9 的方法进行测试。

7.4.6 HDR 白点色温

测试条件如下：

- a) 测试信号：窗口面积为 10% 的灰窗信号；PQ 格式；背景 0 cd/m^2 ，窗口电平包括 4 种：10bit 全范围 RGB 码值分别为（520/520/520）、（592/592/592）、（668/668/668）、（769/769/769）；不携带动态元数据。

- b) 测试仪器：色度计。

测试步骤如下：

- a) 依次输入 4 种电平的灰窗信号；
- b) 用色度计依次测试窗口区域的色温 K 值；
- c) 取 4 种电平的色温平均值作为测试结果。

7.4.7 HDR 色彩准确性

测试条件如下：

- a) 测试信号：窗口面积为 10% 的窗口信号，背景 0 cd/m^2 ，窗口内容为 1 号肤色、2 号肤色、3 号肤色、天空蓝、植物色 5 种色彩信号；PQ 格式；10bit 全范围 RGB 码值分别为（441/409/389）、（449/413/381）、（465/449/437）、（477/550/622）、（518/602/233）；不携带动态元数据。

- b) 测试仪器：色度计。

测试步骤如下：

- a) 依次输入 5 种色彩信号；
- b) 用色度计依次测试窗口区域的色度坐标 (u', v') ；
- c) 分别计算所测色度坐标与标准坐标的偏差 $\Delta u'v'$ ，5 种颜色的标准坐标分别为（0.2320, 0.4867）、（0.2377, 0.4946）、（0.2137, 0.4790）、（0.1503, 0.3960）、（0.1385, 0.5726）；
- d) 取 $\Delta u'v'$ 的最大值作为测试结果。

7.4.8 HDR 屏幕显示位深

测试信号：灰阶渐变信号（见图 3）；PQ 格式；由上下两部分组成，上半区为以 8bit 量化精度从黑到白渐变的 4 组条带信号；下半区为以 10bit 量化精度从黑到白渐变的 4 组条带信号；不携带动态元数据；

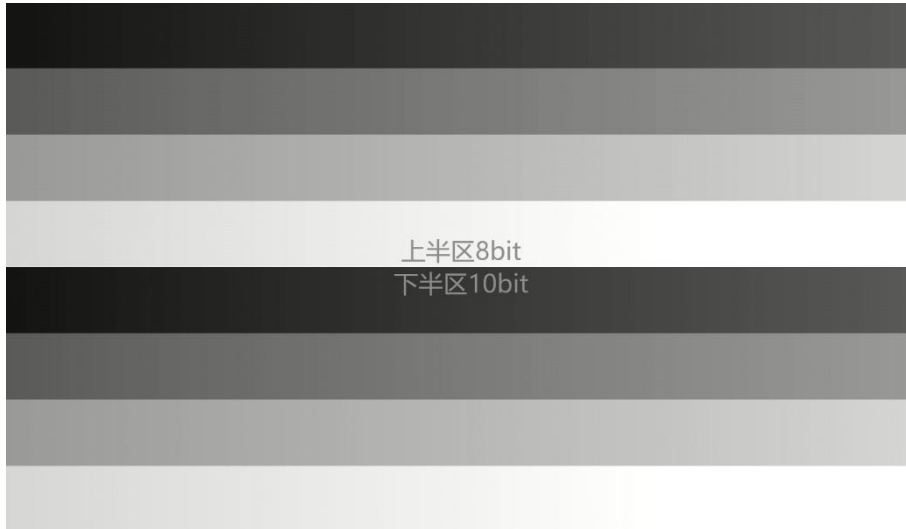


图3 灰阶渐变信号示意图

测试步骤如下：

- a) 输入灰阶渐变信号图，主观评测屏幕上半区和下半区灰阶渐变信号的过渡均匀程度；
- b) 如果上半区和下半区的渐变效果无明显区别，则认为屏幕显示位深为 8bit；
- c) 如果下半区的渐变效果优于上半区，则认为屏幕显示位深为 10bit。

7.4.9 HDR 暗部层次

测试条件如下：

- a) 测试信号：窗口面积 10%的窗口信号，PQ 格式，背景为 $0\text{cd}/\text{m}^2$ ，窗口电平包括 2 种，10bit 全范围 RGB 码值分别为 (47/47/47)、(0/0/0)；不携带动态元数据。
- b) 测试仪器：亮度计。

测试步骤如下：

- a) 依次输入 2 种电平的窗口信号；
- b) 用色度计依次测量屏幕中心窗口的亮度记为 L_1 和 L_2 ；
- c) 计算 $L_1 - L_2$ 。

7.4.10 SDR 白点色温

测试条件如下：

- a) 测试信号：窗口面积为 10%的灰窗信号，SDR 格式，背景 $0\text{cd}/\text{m}^2$ ，窗口电平包括 4 种，10bit 全范围 RGB 码值分别为 (520/520/520)、(592/592/592)、(668/668/668)、(769/769/769)。
- b) 测试仪器：色度计。

测试步骤如下：

- a) 将被测设备调整到 SDR 显示状态；
- b) 依次输入 4 种电平的灰窗信号；
- c) 用色度计依次测试窗口区域的色温 K 值；
- d) 计算 4 种电平色温的平均值。

7.4.11 SDR 色彩准确性

测试条件如下：

- a) 测试信号：窗口面积为 10%的窗口信号，背景 $0\text{cd}/\text{m}^2$ ，窗口内容为红、绿、蓝、青、品红、黄、深肤色、浅肤色 8 种色彩信号；SDR 格式；8-bit 全范围 RGB 码值分别为 (255, 0, 0)、

(0, 255, 0)、(0, 0, 255)、(0, 255, 255)、(255, 0, 255)、(255, 255, 0)、(112, 83, 72)、(159, 133, 120)。

b) 测试仪器：色度计。

测试步骤如下：

a) 依次输入 8 种色彩信号；

b) 用色度计依次测试窗口区域的色度坐标 (u' , v')；

c) 分别计算所测色度坐标与标准坐标的偏差 $\Delta u'v'$ ，8 种颜色的标准坐标分别为 (0.4507, 0.5229)、(0.1250, 0.5625)、(0.1754, 0.1579)、(0.1384, 0.4551)、(0.3047, 0.3292)、(0.2036, 0.5529)、(0.2385, 0.4937)、(0.2210, 0.4852)；

d) 取 $\Delta u'v'$ 的最大值作为测试结果。

7.4.12 SDR EOTF γ

按照GY/T 284-2014中6.6.12的规定测量灰阶3~灰阶15的EOTF。

7.4.13 HDR 和 SDR 的亮度比

测试条件如下：

a) 测试信号：面积 10%白窗口信号图，SDR 格式，窗口电平的 10bit 全范围 RGB 码值为：(1023/1023/1023)。

b) 测试仪器：亮度计。

测试步骤如下：

a) 将被测设备调整到 SDR 显示状态；

b) 输入测试信号；

c) 用亮度计测量屏幕中心白窗的亮度；

d) 计算 7.4.2 测得的峰值亮度与步骤 c) 亮度的比值。

7.4.14 HDR 和 SDR 的色温一致性

计算 7.4.6 测得的色温平均值与 7.4.10 测得色温平均值的差值，取绝对值作为测试结果。

参 考 文 献

- [1] GY/T 371-2023 超高清晰度电视节目制播用监视器技术要求和测量方法
-