

世界超高清视频产业联盟标准

T/UWA 005.3-7-2024

高动态范围（HDR）视频技术 第 3-7 部分：

技术要求和测试方法 投影显示设备

High Dynamic Range Video Technology Part 3-7: Technical Requirement and
Test Method - Projector Display Device

（征求意见稿）

xxxx-xx-xx 发布（Calibri/黑体四号）

xxxx-xx-xx 实施

世界超高清视频产业联盟

目 次

前 言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
3.1 HDR Vivid	1
3.2 HDR Vivid 播放设备	1
3.3 HDR Vivid 显示设备	1
3.4 统计信息模式	1
3.5 曲线参数模式	1
4 缩略语	1
5 技术要求	2
5.1 接口	2
5.2 支持信号格式	2
5.3 解码功能要求	2
5.4 功能要求	2
5.5 显示性能要求	2
5.6 动态元数据处理要求	3
6 测试条件	3
6.1 环境条件	3
6.2 测试信号	4
6.3 测试仪器	4
6.4 测试接口	4
6.5 标准工作状态的调整	5
6.6 测试前调整	5
7 测试方法	6
7.1 接口测试	6
7.2 支持信号格式测试	6
7.3 解码功能测试	7
7.4 功能要求测试	7
7.5 显示性能测试	8
7.6 动态元数据处理测试	14
附录 A 动态元数据配置参数	19
A.1 统计信息模式配置	19
A.2 曲线参数模式配置	19
A.3 直通映射曲线配置	20
A.4 用于同步性测试的曲线参数配置	21

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》给出的规则起草。

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。

本文件主要起草单位：。

本文件主要起草人：。

高动态范围（HDR）视频技术 第3-7部分： 技术要求和测试方法 投影显示设备

1 范围

本技术规范规定了支持 HDR Vivid 技术的投影显示设备或系统（以下简称“显示设备”）HDR 显示技术要求和测试方法。

本技术规范适用于支持 HDR Vivid 技术的投影显示设备或系统。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改版本）适用于本文件。

SJ/T 11324 数字电视显示设备术语

GY/T 307-2017 超高清清晰度电视系统节目制作和交换参数值

GB/T 41808—2022 高动态范围电视节目制作和交换图像参数值

T/UWA 005.1-2022 高动态范围（HDR）视频技术 第1部分：元数据及适配

T/UWA 005.2-1-2022 高动态范围（HDR）视频技术 第2-1部分：应用指南 系统集成

3 术语和定义

SJ/T 11324 和 T/UWA 005.1 界定的和下列术语和定义适用于本文件。

3.1 HDR Vivid

系指 T/UWA 005.1 规定的 HDR 技术规范，及配套衍生技术的代称。

3.2 HDR Vivid 播放设备

系指能够进行视频解码并依据 T/UWA 005.1 完成元数据和相应图像处理，最后通过数字视频接口进行输出的设备。

3.3 HDR Vivid 显示设备

系指能够依据 T/UWA 005.1 完成元数据和相应图像处理，并进行图像显示的设备。

3.4 统计信息模式

动态元数据中仅包含了统计信息的模式。

3.5 曲线参数模式

动态元数据中，除统计信息外，还包含了基础曲线参数、参考亮度、修正曲线参数、三次样条调整等信息的模式。

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

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

HDR 高动态范围 (High Dynamic Range)

HLG 基于混合对数伽马量化方法 (Hybrid Log-Gamma)

OETF 光电转换函数 (Opto-Electrical Transfer Function)

PQ 基于人眼特性的感知量化方法 (Perceptual Quantizer)

5 技术要求

5.1 接口

显示设备应至少具备数字视频输入接口、视频流输入接口或视频文件输入接口中一种。

5.2 支持信号格式

显示设备应至少支持表1规定的信号格式。

表 1 支持信号格式要求

序号	信号格式	单位	技术要求
1	分辨率	像素	3840×2160
2	帧率	Hz	50和60
3	扫描模式	—	逐行
4	量化精度	bit	10
5	色域	—	支持 GY/T 307-2017 的3.3
6	转换函数	—	支持 GB/T 41808—2022的4.4规定的 PQ和HLG系统参考非线性转换函数
7	元数据	—	支持T/UWA 005.1

5.3 解码功能要求

若有视频流或文件输入接口，则应支持HEVC或AVS2等格式的HDR Vivid码流解码。

5.4 功能要求

显示设备的功能要求见表2。

表 2 设备功能要求

序号	功能要求	技术要求
1	HDR Vivid显示模式自动切换	出厂状态下，显示设备接收到HDR Vivid信号应自动适配HDR Vivid显示。
2	HDR Vivid视觉识别	1) 显示设备接收到HDR Vivid信号并适配HDR Vivid显示后，显示一次 UWA-TC-HDR-302规定的标识，且显示时长不少于3s； 2) 未收到HDR Vivid信号，或未进入HDR Vivid显示模式，都不应显示HDR Vivid标识。
3	多格式视频信号切换	在HDR Vivid与非HDR Vivid格式内容切换时，显示设备应保持画面稳定，不出现可察觉的闪烁或者其他异常效果。

5.5 显示性能要求

显示设备的显示性能要求见表3。

表 3 显示性能要求

序号	基本参数	单位	技术要求
1	峰值亮度（10%白窗）	cd/m ²	≥200
2	对比度	—	≥ 100:1
3	最小黑色亮度	cd/m ²	≤0.5
4	亮度动态范围	%	≥26
5	色域重合度（BT.2020）	%	≥50
6	D65白平衡	—	$\Delta u \leq 0.02$ $\Delta v \leq 0.02$
7	显示量化精度	Bit	≥8 bit

5.6 动态元数据处理要求

动态元数据处理要求见表4。

表 4 动态元数据处理要求

序号	项目		单位	技术要求	
1	统计信息模式	亮度偏差	%	输入亮度 (L_0/nit) <100	≤20%
				$100 \leq L_0 < 1000$	≤15%
				$1000 \leq L_0 \leq 4000$	≤10%
2	曲线参数模式	亮度偏差	%	输入亮度 (L_0/nit) <100	≤20%
				$100 \leq L_0 < 1000$	≤15%
				$1000 \leq L_0 \leq 4000$	≤10%
	色度偏差 ($\Delta u'$ 、 $\Delta v'$)	—	肤色	≤0.02	
			天空色	≤0.04	
			植物色	≤0.04	
3	元数据同步性		—	支持	
4	HDMI接口测试	HDMI EDID信息要求	—	VS-VDB中模式标识正确	

依据T/UWA 005.1-2022，HDR Vivid的动态元数据包括两种模式，即统计信息模式和曲线参数模式。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T/UWA 005.1-2022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（即曲线参数模式优先级更高）。

6 测试条件

6.1 环境条件

6.1.1 大气环境条件

在下列测试用标准大气条件下进行测试。

T/UWA 005.3-7-2024

- 温度：15℃~35℃；
- 湿度：25% RH~75% RH；
- 气压：86kPa~106kPa。

6.1.2 电源

测试显示设备的特性应在额定电源电压条件下，测试时电源电压的变化不应超过±2%；当采用交流电网供电时，电源频率的波动应不超出±2%，谐波分量不超出±5%。

6.1.3 稳定时间

为了确保在测试开始后，显示设备的特性不随时间而有明显的变化，显示设备开机后在出厂状态下热机15min，以使显示设备性能稳定。

6.1.4 测试条件

显示性能测试应在暗室中进行，被测显示设备关闭时，显示屏表面的杂散光照度应小于或等于0.01lx。

6.2 测试信号

测试信号应符合5.2规定，测试码流应符合5.3规定的解码要求。

6.3 测试仪器

6.3.1 亮度计

亮度计测试屏幕上小面积的亮度，其范围至少满足 $0.001\text{cd}/\text{m}^2\sim 5000\text{cd}/\text{m}^2$ 。

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') 。
推荐采用分光型亮度计进行测试。

6.3.2 视频测试信号发生器

视频测试信号发生器应能产生6.2规定的测试信号，接口应满足5.1要求。

6.4 测试接口

当被测设备具备多种信号输入接口时，测试接口分为主测试接口和验证测试接口。选择其中一种接口为主测试接口，主测试接口选择顺序为：1) 视频文件输入接口；2) 视频流输入接口；3) 数字视频输入接口。验证测试接口为：数字视频输入接口。

当被测只有一种测试接口时，只测量该接口相关的测试项目。

各项目对应的测试接口应满足表5规定。

表 5 测试接口

序号	测试项目		测试接口
1	接口		全部接口
2	支持信号格式		1) 主测试接口, 2) 验证测试接口
3	解码功能		文件输入接口或视频流输入接口
4	功能要求	HDR Vivid 显示模式自动切换	1) 数字视频输入接口, 2) 视频流输入接口
		HDR Vivid 视觉识别要求	1) 主测试接口, 2) 验证测试接口。
		多格式内容切换效果	
5	显示性能		主测试接口
6	动态元数据	统计信息模式	1) 主测试接口测试全部场景, 2) 验证接口测试场景 2
		曲线参数模式	
		元数据同步性	1) 主测试接口, 2) 验证测试接口
		HDMI 接口测试	1) 数字视频输入接口

6.5 标准工作状态的调整

标准工作状态的调整如下:

- a) 采用投影机标配镜头, 输入与投影机固有分辨率一致的测试信号;
- b) 将投影机进行初始化操作或重置到出厂默认值状态。如没有重置选项, 则将投影机的开机状态视为默认状态;
- c) 调整投影机的位置, 使投影画面呈矩形;
- d) 如是可变焦镜头, 需将投影机镜头焦距调至广角端;
- e) 调整投影机聚焦, 使投影画面清晰可辨;
- f) 图像模式、色温及其他选项的设置, 应根据产品规范或说明书进行设置调整, 如果没有设置说明, 则按照默认状态;
- g) 应关闭所有与环境光自适应相关设置;
- h) 在整个测试过程中, 若有重新调整或更换输入信号的操作, 则应使产品稳定工作至少 5 min, 然后进行测试;
- i) 音频通道应不接入音频信号, 如有音频输出需将音量调整置最小音量;
- j) 此状态为标准工作状态, 在整个测试过程中该状态应保持不变, 在测试记录中需记录相关的设置内容及投影机状态。

6.6 测试前调整

测试前的调整如下:

- a) 检查并记录投影光源的使用时间;
- b) 将信号发生器与投影机连接, 测试框图见图 1;

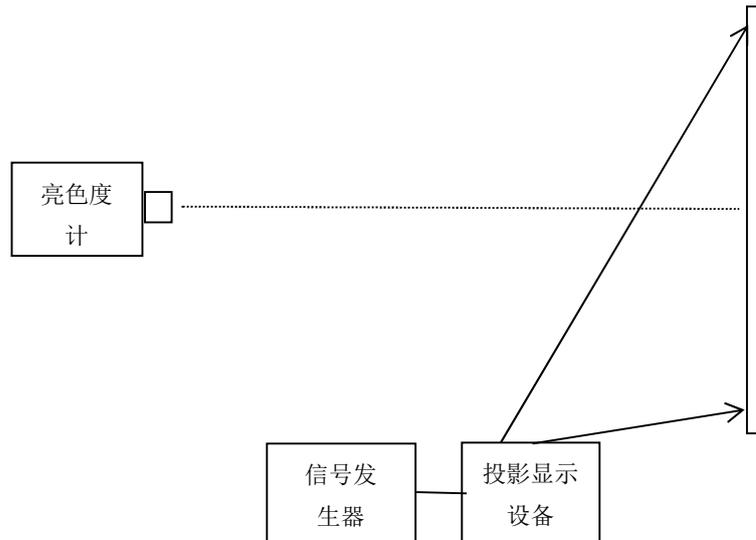


图 1 测试仪器位置图

- c) 按说明书中明示的最佳投影尺寸进行测试，若无明示则推荐 80 吋，需在报告中体现投影尺寸；
- d) 若投影机配备幕布，则使用投影机标配幕布进行测试，若未提供幕布，则使用标准幕布进行测试；
- e) 输入彩条信号至投影机；
- f) 在正式开始测试前，应使投影机预热不少于 15 min；
- g) 测试时，亮度计与投影画面正交垂直。

7 测试方法

7.1 接口测试

7.1.1 概述

本条用于测试显示设备支持的接口类型。

7.1.2 测试条件

视频测试信号发生器：通过 5.1 接口形式输出彩条测试信号。
测试接口：全部接口。

7.1.3 测试步骤

- a) 将显示设备调整到 6.5 规定的测试工作状态；
- b) 通过视频测试信号发生器按照 5.1 接口形式分别输入彩条测试信号；
- c) 检查显示设备是否正常显示。

7.1.4 结果表示

测试结果用是否支持来表示。

7.2 支持信号格式测试

7.2.1 概述

本条用于测试显示设备支持显示的信号格式。

7.2.2 测试条件

视频测试信号发生器：设置输出符合 5.2 规定信号格式的彩条测试信号。

测试接口：1) 主测试接口，2) 验证测试接口。

7.2.3 测试步骤

- a) 将显示设备调整到 6.5 规定的测试工作状态；
- b) 设置视频测试信号发生器，分别输出符合 5.2 规定信号格式的彩条测试信号；
- c) 检查显示设备是否正常显示。

7.2.4 结果表示

测试结果用是否支持来表示。

7.3 解码功能测试

7.3.1 概述

本条用于测试显示设备对 HDR 码流的解码能力。

7.3.2 测试条件

视频测试信号：视频码流，符合 5.3 规定。
测试接口：文件输入接口或视频流输入接口。

7.3.3 测试步骤

- a) 将显示设备调整到 6.5 规定的测试工作状态；
- b) 优先选择视频文件输入接口，逐一播放视频码流；
- c) 检查显示设备是否支持该码流的播放并正常解码显示。

7.3.4 结果表示

测试结果用是否支持来表示。

7.4 功能要求测试

7.4.1 HDR Vivid 显示自动适配

7.4.1.1 概述

本条用于测试显示设备接收到 HDR Vivid 信号源时自动适配 HDR Vivid 显示的能力。

7.4.1.2 测试条件

视频测试信号：符合 5.3 规定的 HDR Vivid 信号源与非 HDR Vivid 信号源。
测试接口：1) 数字视频输入接口，2) 视频流输入接口。

7.4.1.3 测试步骤

- a) 将显示设备调整到 6.5 规定的测试工作状态；
- b) 通过 5.1 规定的接口形式输入非 HDR Vivid 信号源，稳定后切换至 HDR Vivid 信号源；
- c) 主观评测设备是否自动适配 HDR Vivid 显示，并有相关提示。

7.4.1.4 结果表示

测试结果用是否支持来表示。

7.4.2 HDR Vivid 视觉识别

7.4.2.1 概述

本条用于测试显示设备接收到 HDR Vivid 信号源时是否具备视觉识别的功能。

7.4.2.2 测试条件

视频测试信号：符合 5.3 规定的 HDR Vivid 信号源与非 HDR Vivid 信号源。

测试接口：1) 主测试接口，2) 验证测试接口。

7.4.2.3 测试步骤

- a) 将显示设备调整到 6.5 规定的测试工作状态；
- b) 通过测试接口输入 HDR Vivid 信号源；
- c) 检查被测设备是否显示“HDR Vivid”的标识，且显示时长不少于 3s。

7.4.2.4 结果表示

测试结果用是否支持来表示。

7.4.3 多格式内容切换

7.4.3.1 概述

本条用于测试显示设备在 SDR、PQ-HDR 和 HLG-HDR 格式视频内容依次切换成 HDR Vivid 视频内容时，切换过程的视觉效果。

7.4.3.2 测试条件

视频测试信号：符合 5.2 规定的 HDR Vivid 信号源与 SDR、PQ-HDR 和 HLG-HDR 信号源。

测试接口：1) 数字视频输入接口，2) 视频流输入接口或文件输入接口。

7.4.3.3 测试步骤

- a) 将显示设备调整到 6.5 规定的测试工作状态；
- b) 通过 5.1 规定的接口形式输入包含多种视频格式切换的视频信号；
- c) 显示设备需要能够正常播放输入信号，且各种视频格式切换时，画面显示平稳，没有明显的闪烁、黑屏等现象。

7.4.3.4 结果表示

测试结果用是否支持表示，并记录测试现象。

7.5 显示性能测试

7.5.1 峰值亮度

7.5.1.1 概述

本条是测试显示设备的亮度极限能力。

7.5.1.2 测试条件

视频测试信号：面积 10% 白窗口测试图，窗口亮度 3987.99 cd/m^2 (码值：923/923/923)，背景 0 cd/m^2 (码值：0/0/0)。

元数据设置：采用直通映射曲线，具体参数见章节 A.3。

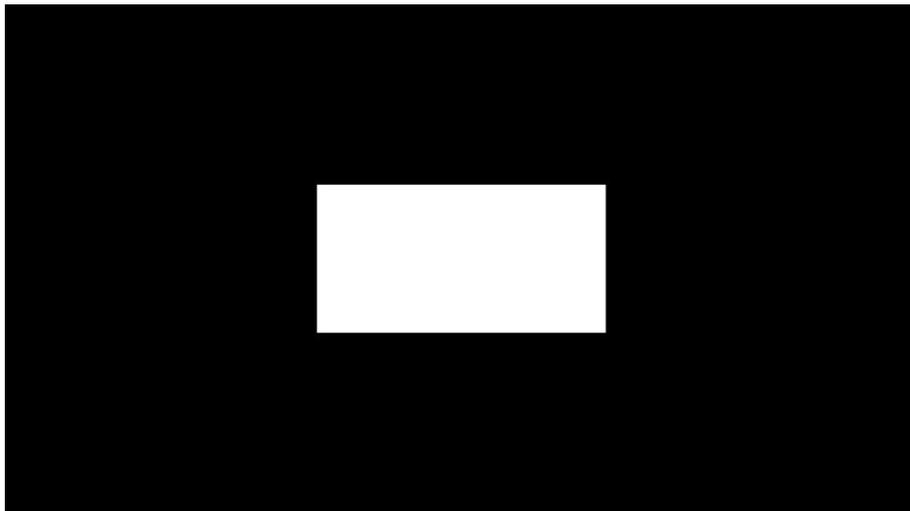


图2 10%窗口信号示意图

测试接口：主测试接口。

7.5.1.3 测试步骤

测试步骤如下：

- a) 将显示设备调整到 6.5 规定的测试工作状态；
- b) 输入黑场测试图，稳定显示 30s 以上；
- c) 切换至 10%面积白窗口测试图，测试屏幕中心点亮度；
- d) 取测试的 3 个亮度值中最大记为峰值亮度。

7.5.1.4 结果的表示

测试结果用坎德拉每平方米 (cd/m^2) 表示。

7.5.2 对比度

7.5.2.1 概述

本条是测试显示设备的对比度。

7.5.2.2 测试条件

视频测试信号：黑白窗口信号。

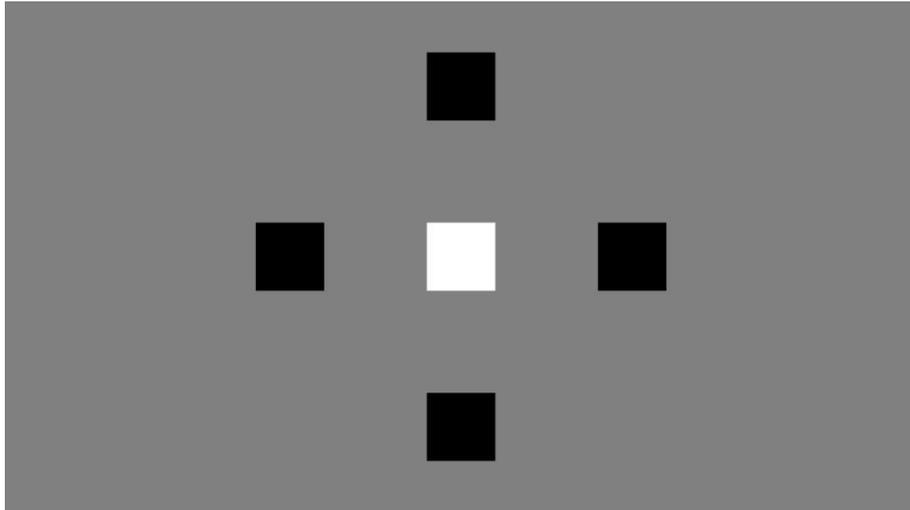


图3 黑白窗口信号

动态元数据设置：采用直通映射曲线，具体参数见章节 A.3。

测试接口：与 7.5.1 一致。

7.5.2.3 测试步骤

测试步骤如下：

- a) 将接收调整到 6.5 规定的测试工作状态；
- b) 分区背光按出厂默认状态设置；
- c) 显示图 5 所示黑白窗口信号，亮度计置于白色窗口正交垂直的线上，并测量窗口亮度值，记为 L_0 ；
- d) 亮度计分别置于 4 个黑色窗口正交垂直的线上，并测试 4 个窗口的亮度值，分别记为 L_1 , L_2 , L_3 和 L_4 。
- e) 用下式计算对比度 C_r ：

$$C_r = \frac{L_0}{L_{bw}} \dots\dots\dots (5)$$

式中：

L_{bw} 为 L_1 , L_2 , L_3 , L_4 的平均值。

7.5.2.4 结果表示

测试结果用倍表示。

7.5.3 最小黑色亮度

7.5.3.1 概述

本条是测试显示设备的黑色亮度极限能力。

7.5.3.2 测试条件

视频测试信号：2.5%面积边角窗口信号，窗口亮度：603.75 cd/m² (码值：713/713/713)，背景为 0 cd/m² (码值：0/0/0)。

动态元数据设置：采用直通映射曲线，具体参数见章节 A.3。

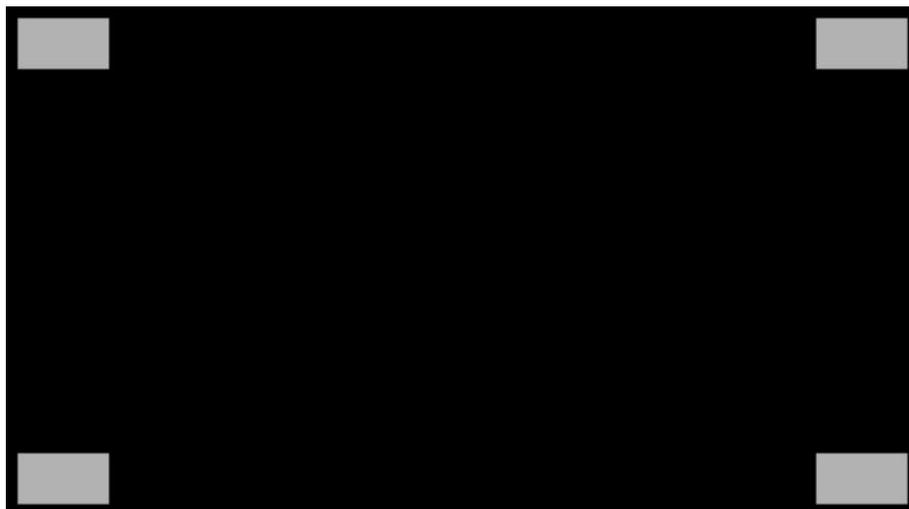


图4 2.5%边角窗口信号示意图

测试接口：与7.5.1一致。

7.5.3.3 测试步骤

测试步骤如下：

- a) 将显示设备调整到6.5规定的测试工作状态；
- b) 输入2.5%面积边角窗口信号，测试屏幕中心点亮度。

7.5.3.4 结果表示

测试结果用坎德拉每平方米 (cd/m^2) 表示。

7.5.4 色域重合度

7.5.4.1 概述

色域重合度为三基色 (R, G, B) 色度点组成的三角形色域面积，与 ITU-R BT. 2020 标准色度点组成的三角形色域面积的重叠面积，占 ITU-R BT. 2020 色域面积的比值。

7.5.4.2 测试条件

视频测试信号：全红场信号 (923/0/0) ；

全绿场信号：(0/923/0) ；

全蓝场信号。(0/0/923) ；

动态元数据设置：采用直通映射曲线，具体参数见章节A.3。

测试接口：与7.5.1一致。

7.5.4.3 测试步骤

测试步骤如下：

- a) 将显示设备调整到6.5规定的测试工作状态；
- b) 分别显示全红场、全绿场和全蓝场信号，用色度计依次测试中心点的色度坐标 (u'_r, v'_r) 、

(u'_g, v'_g) 和 (u'_b, v'_b) ，计算与 ITU-R BT. 2020 坐标形成三角形的重合面积 $S_{coincide}$ ；

- c) 用以下公式计算色域重合度 $G_{coincide}$ ；

$$G_{coincide} = \frac{S_{coincide}}{0.1118} \times 100\% \dots\dots\dots (4)$$

7.5.4.4 结果表示

测试结果用百分数（%）表示。

7.5.5 亮度动态范围

7.5.5.1 概述

本条是测试显示设备的亮度动态范围。

7.5.5.2 测试条件

按7.5.1、7.5.3条件进行测试。

7.5.5.3 测试步骤

测试步骤如下：

- a) 按 7.5.1 测试峰值亮度，按 7.5.3 测试最小黑色亮度；
- b) 按照公式（7）计算动态范围：

$$HDR_{coverage} = \frac{\lg L_W - \lg L_B}{\lg L_{Wr} - \lg L_{Br}} \times 100\% \dots\dots\dots (7)$$

式中：

- L_W —峰值亮度；
- L_B —最小黑色亮度；
- L_{Wr} —10000 cd/m² (SMPTE ST. 2084) ；
- L_{Br} —0.000001 cd/m² (SMPTE ST. 2084)

7.5.5.4 结果表示

测试结果用百分数（%）表示。

7.5.6 D65 白平衡

7.5.6.1 概述

本条是测试显示设备的白平衡能力。

7.5.6.2 测试条件

视频测试信号：视频内容为 10%窗口信号，其中背景为 0 cd/m²（对应的全范围 PQ 非线性 RGB 信号码字分别为 0/0/0），窗口信号各分量输入值按如表 5 所示的信号依次变换。

表 6 亮度测试信号（全范围 PQ 非线性 RGB 信号）

亮度测试信号		PQ 域 RGB 码值（10-bit, BT. 2020 色域）		
序号[k]	输入亮度（cd/m ² ）	R 信号	G 信号	B 信号
1	100.2301	520	520	520
2	199.1536	592	592	592

3	401.5059	668	668	668
4	998.9344	769	769	769

动态元数据设置：采用直通映射曲线，具体参数见章节A.3。

测试接口：与7.5.1一致。

7.5.6.3 测试步骤

测试步骤如下：

- 将显示设备调整到6.5规定的测试工作状态；
- 分别输入不同亮度测试码流，测量中心点色坐标，以 (u', v') 表示；
- 分别计算各亮度下的色坐标与D65的色坐标 $(u' = 0.1978, v' = 0.4683)$ 差值的绝对值 $\Delta u'$ ， $\Delta v'$ 。

7.5.6.4 结果表示

以各亮度下 $\Delta u'$ 的最大值和 $\Delta v'$ 的最大值为结果。

7.5.7 显示量化精度

7.5.7.1 概述

本条是测试显示设备的量化精度在显示设备峰值亮度范围内是否产生严重等高线显示误差。

7.5.7.2 测试条件

视频测试信号：条带灰阶信号，第二条为从660/660/660以1为步进至675/675/675的16阶灰阶信号，第四条为从660/660/660以4为步进至672/672/672的4阶灰阶信号。

动态元数据设置：采用直通映射曲线，具体参数见章节A.3。

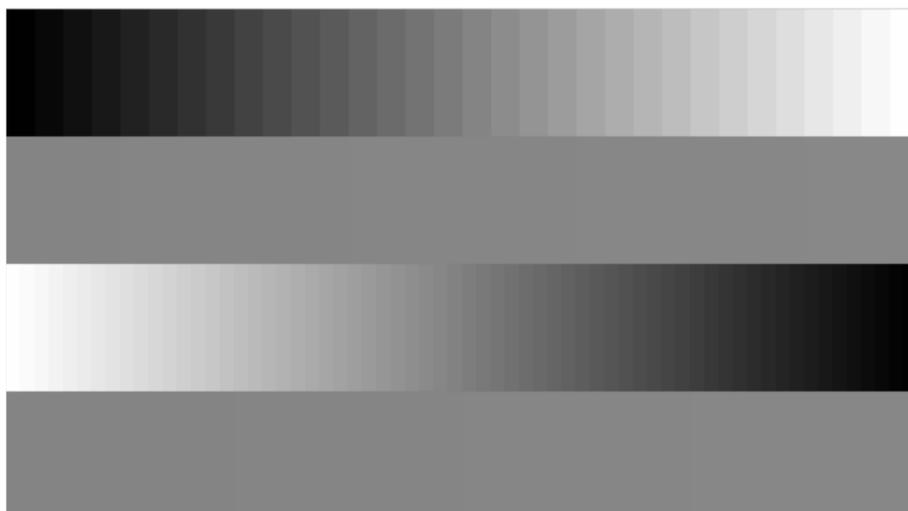


图5 显示量化精度示意图

测试接口：与7.5.1一致。

7.5.7.3 测试步骤

测试步骤如下：

- 将显示设备调整到6.5规定的测试工作状态；
- 输入条带灰阶信号，稳定30s；

- c) 观察显示屏上第二条产生可视灰阶数量；
- d) 若灰阶数量大于 4 阶为 10 比特，等于四阶为 8 比特；
- e) 若有渐变效果但不分阶，则观察第四条灰阶；
- f) 若第四条灰阶能分辨出 4 阶，则为 10 比特，否则为 8 比特。

7.5.7.4 结果表示

结果以比特数表示。

7.6 动态元数据处理测试

7.6.1 统计信息模式

7.6.1.1 概述

本条是测试当动态元数据值包含数据统计信息时，显示设备使用统计信息模式对 HDR Vivid 所定义的色调映射处理流程的一致性。

7.6.1.2 亮度测试条件

视频测试信号：视频内容为 10% 面积窗口信号，其中背景为 0 cd/m^2 （码字为 0/0/0），窗口信号各分量输入值按如表 7。

表 7 亮度测试信号（全范围 PQ 非线性 RGB 信号）

亮度测试信号		PQ 域 RGB 码值（10-bit, BT. 2020 色域）		
序号[k]	输入亮度 (cd/m^2)	R 信号	G 信号	B 信号
1	49.7907	450	450	450
2	100.2301	520	520	520
3	199.1536	592	592	592
4	401.5059	668	668	668
5	998.9344	769	769	769
6	3987.9926	923	923	923

动态元数据配置：本条测试使用三组动态元数据见附录 A.1 中场景 1、场景 2 和场景 3。

测试接口：1) 主测试接口，2) 验证测试接口。其中主测试接口测试三个场景，验证接口只测试场景 2。

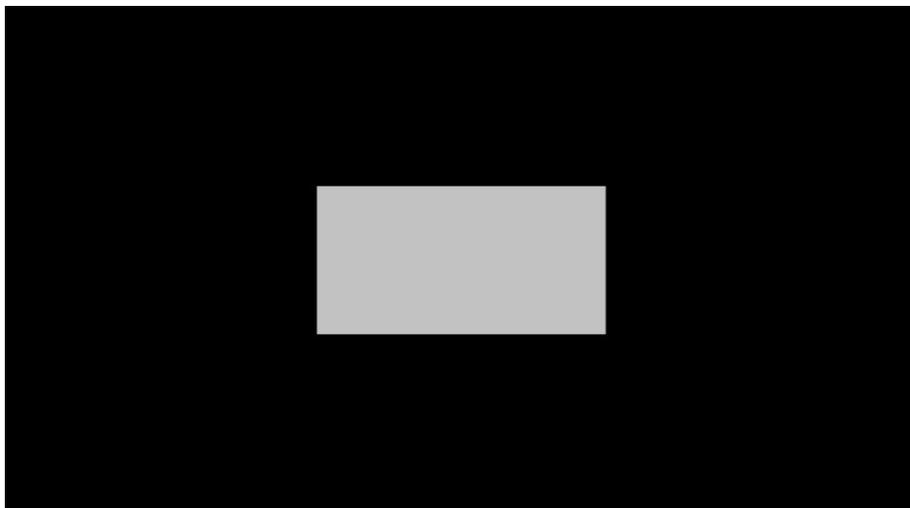


图 6 49.7907 cd/m²输入亮度示意图

7.6.1.3 亮度测试步骤

测试步骤如下：

- a) 将被测设备调整到 6.5 规定的工作状态；
- b) 输入测试码流，测试中心点亮度；
- c) 记录对应 6 个输入亮度所测的测试值分别为 $M[k]$ ； $\{k=1, \dots, 6\}$ ；
- d) 使用测试码流所对应的元数据、被测设备中配置的最大显示亮度 P_s 和最小显示亮度、以及 6 个输入亮度值作为输入，依据 T/UWA 005.1-2022 第 9 章、第 10 章的图像处理流程，计算并得到每个输入亮度所对应的预期值亮度，分别为 $P[k]$ ； $\{k=1, \dots, 6\}$ ；
- e) 根据送测整机提供的配置设备最高显示亮度与按照 7.5.2 测量所得稳定峰值亮度 P_m ，计算屏幕亮度调整系数 S 如下：

$$S = \frac{P_m}{P_s}$$

- f) 计算输出预期亮度与实际测试值的相对误差 $A[k]$ ：

$$A[k] = \frac{\left| P[k] - \frac{M[k]}{S} \right|}{P[k]} \times 100\%$$

7.6.1.4 结果表示

取统计信息模式下表4规定的各输入亮度区间所有场景结果 $A[k]$ 的最大值，为该输入亮度区间最终结果。

7.6.2 曲线参数模式

7.6.2.1 概述

本条是测试当动态元数据包含曲线参数信息时（基础曲线参数+参考亮度+修正曲线参数+表达三次样条的调整信息），被测设备使用曲线参数模式对 HDR Vivid 所定义的色调映射处理流程的一致性。曲线参数模式使用三组动态元数据测试用例见附录 A.2 中场景 4、场景 5 和场景 6。

7.6.2.2 亮度测试条件

曲线参数模式下的亮度测试条件与统计信息模式下的亮度测试条件一致，具体参考章节 7.6.1.2 。

7.6.2.3 亮度测试步骤

曲线参数模式下的亮度测试步骤与统计信息模式下的亮度测试步骤一致，具体参考章节 7.6.1.3 。

7.6.2.4 亮度测试结果表示

曲线参数模式下的亮度测试结果表示与统计信息模式下的亮度测试结果表示步骤一致，具体参考章节 7.6.1.4 。

7.6.2.5 色度测试条件

视频测试信号：视频内容为 10%窗口信号，其中背景为 0 cd/m^2 （对应的全范围 PQ 非线性 RGB 信号码字分别为 0/0/0），窗口信号各分量输入值按如表 6 所示的信号依次变换。

表 8 色度测试信号（全范围 PQ 非线性 RGB 信号）

色彩测试信号		PQ 域 RGB 码值（10-bits, BT.2020 色域）		
序号[k]	类型	R 信号	G 信号	B 信号
1	1 号肤色	441	409	389
2	2 号肤色	449	413	381
3	3 号肤色	465	449	437
4	天空色	477	550	622
5	植物色	518	602	233

本测试使用三组动态元数据测试用例见附录 A.2 中场景 4、场景 5 和场景 6。

测试接口：1) 主测试接口，2) 验证测试接口。其中主测试接口测试三个场景，验证接口只测试场景 5。

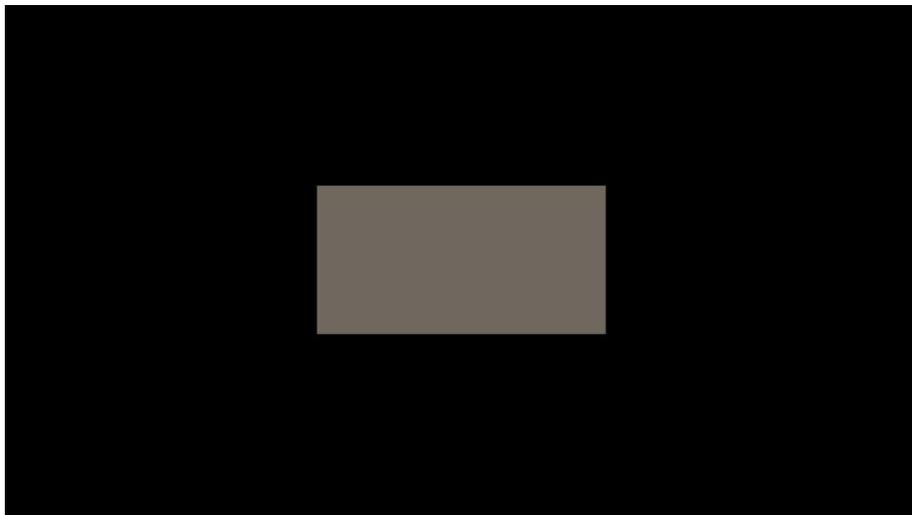


图 7 2 号肤色输入色度示意图

7.6.2.6 色度测试步骤

测试步骤如下：

- 将被测设备调整到 6.5 规定的工作状态；
- 输入测试码流，测试中心点色坐标（ u' ， v' ）；
- 记录对应 5 个输入色度所测的实际测试值为 $M[k, j]$ ； $\{k=1, \dots, 5; j=1, 2\}$ ，其中 $j=1, 2$ 分别表示 u' 和 v' 分量；
- 使用测试码流所对应的元数据、被测设备中配置的设备最高显示亮度、以及 5 个输入色度作为输入，依据 T/UWA 005.1-2022 第 9 章、第 10 章的图像处理流程，计算并得到每个输入色度所对应的输出色彩期望值，以 RGB 分量表示，并将 RGB 分量转换为 u' 、 v' 分量，分别记录为 $P[k, j]$ ； $\{k=1, \dots, K; j=1, 2\}$ ，其中 $j=1, 2$ 分别表示 u' 、 v' 分量；
- 计算输出色度期望值与实际测试值的绝对误差 $A[k]$ ：

$$A[k] = \max (|P[k, 1] - M[k, 1]|, |P[k, 2] - M[k, 2]|) , \quad k=1, \dots, 5$$

7.6.2.7 色度测试结果表示

肤色、天空色、植物色均取曲线参数模式下所有场景结果的最大值，为该颜色最终结果。

7.6.3 元数据同步性测试

7.6.3.1 概述

本条是测试视频图像与动态元数据的同步性。

HDR Vivid 使用动态元数据，动态元数据可以每帧变化。在终端设备中，需确保每帧图像准确使用与其相对应的动态元数据。

本测试使用特殊构造的测试码流，如图 8 所示，码流中包含两个不同亮度的 10%窗口亮度信号，分别为输入图像 1 和输入图像 2，它们的窗口亮度不同，但通过使用不同的动态元数据，可输出相同亮度的窗口。当动态元数据的处理流程不与图像同步时，显示的窗口信号亮度不能保持稳定，会有明显闪烁。

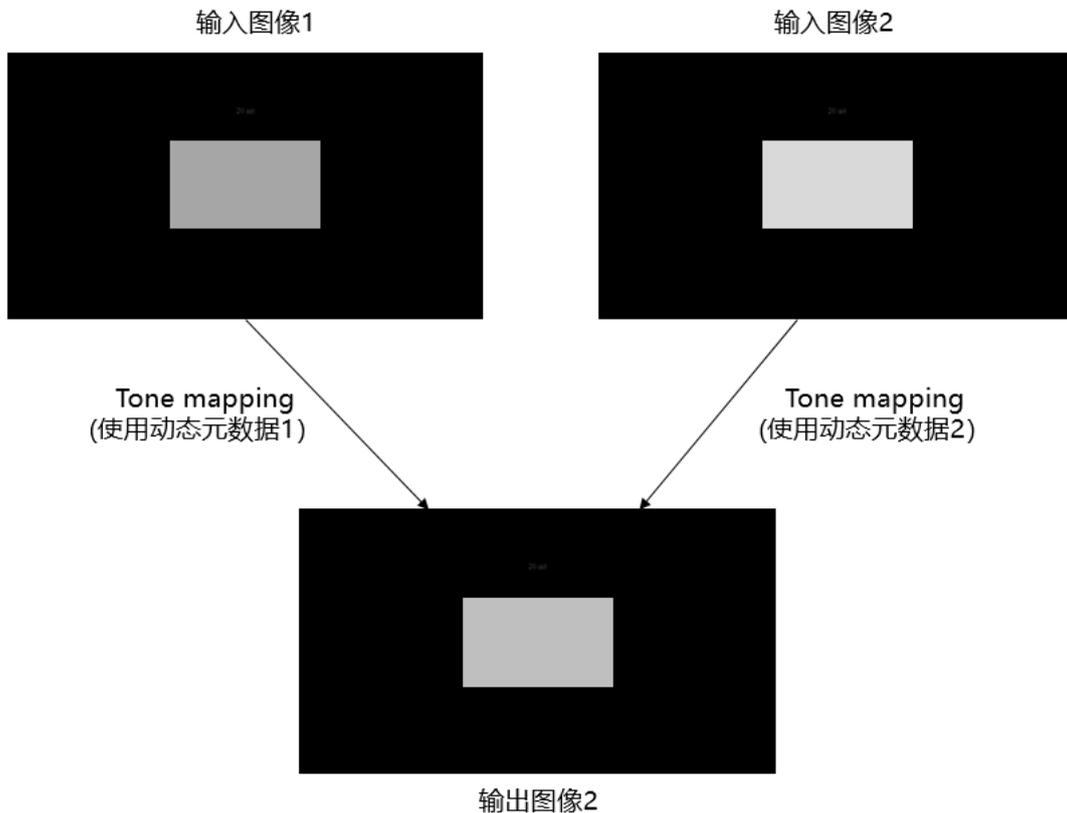


图 8 元数据同步性测试示意图

7.6.3.2 测试条件

视频测试信号：视频内容为 10%面积窗口信号，其中背景为 0 cd/m^2 (对应的全范围 PQ 非线性 RGB 信号码字分别为 0/0/0)，窗口信号各分量输入值按如表 9 所示的信号，测试图像 1 与测试图像 2 分别按 1 帧-3 帧交替显示。

表 9 同步性测试信号（全范围 PQ 非线性 RGB 信号）

PQ 域 RGB 码值 (10-bits, BT.2020 色域)			
序号[k]	R 信号	G 信号	B 信号
测试图像 1	683	683	683
测试图像 2	765	765	765

测试图像所使用的动态元数据配置参见 A.4。

测试接口：1) 主测试接口，2) 验证测试接口。

7.6.3.3 同步性测试步骤

测试步骤如下：

T/UWA 005.3-7-2024

- a) 将被测设备调整到 6.5 规定的最佳工作状态;
- b) 输入元数据同步性测试码流, 目视检查画面中窗口信号亮度是否有明显可见闪烁。

c) 结果表示

结果用是否支持表示, 并记录现象。

7.6.4 HDMI 接口测试

7.6.4.1 概述

显示设备可通过 HDMI 接口接收视频图像和动态元数据。本条用于测试显示设备 HDMI 接口对于 HDR Vivid 协议的支持情况。

7.6.4.2 HDMI EDID 测试条件

测试接口: HDMI 接口。

7.6.4.3 HDMI EDID 测试步骤

- a) 将 EDID 分析仪连接至被测设备;
- b) EDID 分析仪读取并分析被测设备 EDID;
- c) 被测设备 EDID 包含 T/UWA 005.2-1-2022 所规定的格式提供的 VS-VDB 数据块, 且 Rx_mode_support 标识等于 1, 则符合本标准, 否则不符合。

7.6.4.4 HDMI EDID 结果表示

测试结果用是否符合表示。

附录 A 动态元数据配置参数

A.1 统计信息模式配置

动态元数据中只包含统计数据信息，用于终端设备的统计信息模式下的符合性测试。元数据相关设置具体如下：

静态元数据	场景1	场景2	场景3
max_display_mastering_luminance	4000	4000	4000
动态元数据	场景1	场景2	场景3
system_start_code	1	1	1
minimum_maxrgb_pq	0	0	0
average_maxrgb_pq	1893	2309	3047
variance_maxrgb_pq	4055	3583	2103
maximum_maxrgb_pq	4094	4094	4094
tone_mapping_enable_mode	0	0	0
color_saturation_mapping_flag	1	1	1
color_saturation_num	2	2	2
color_saturation_gain[0]	38	38	38
color_saturation_gain[1]	25	25	25

A.2 曲线参数模式配置

动态元数据中包含曲线参数信息（基础曲线参数+参考亮度+修正曲线参数+表达三次样条的调整信息），用于终端设备的曲线参数模式下的符合性测试。相关设置具体如下：

静态元数据	场景4	场景5	场景6
max_display_mastering_luminance	4000	4000	4000
动态元数据	场景4	场景5	场景6
system_start_code	1	1	1
minimum_maxrgb_pq	0	0	0
average_maxrgb_pq	1893	2309	3047
variance_maxrgb_pq	4055	3583	2103
maximum_maxrgb_pq	4094	4094	4094
tone_mapping_enable_mode	1	1	1
tone_mapping_param_enable_num	1	1	0
targeted_system_display_maximum_luminance_pq[0]	2770	2770	2770
base_enable_flag[0]	1	1	1
base_param_m_p[0]	9241	8871	8217
base_param_m_m[0]	24	24	24
base_param_m_a[0]	750	723	707
base_param_m_b[0]	0	0	0

base_param_m_n[0]	10	10	10
base_param_K1[0]	1	1	1
base_param_K2[0]	1	1	1
base_param_K3[0]	1	1	1
base_param_Delta_enable_mode[0]	6	6	6
base_param_enable_Delta[0]	16	8	0
3Spline_enable_flag[0]	1	1	1
3Spline_enable_num[0]	1	1	1
3Spline_TH_enable_mode[0][0]	0	0	0
3Spline_TH_enable_MB[0][0]	224	204	176
3Spline_TH_enable[0][0][0]	368	599	1007
3Spline_TH_enable_Delta1[0][0]	267	271	139
3Spline_TH_enable_Delta2[0][0]	534	391	279
3Spline_enable_Strength[0][0]	127	127	114
3Spline_TH_enable_mode[1][0]	1	1	1
3Spline_TH_enable[1][0]	2715	2855	3499
3Spline_TH_enable_Delta1[1][0]	613	613	291
3Spline_TH_enable_Delta2[1][0]	613	613	291
3Spline_enable_Strength[1][0]	165	165	165
targeted_system_display_maximum_luminance_pq[1]	2080	2080	NA
base_enable_flag[1]	0	0	NA
3Spline_enable_flag[1]	1	1	NA
3Spline_enable_num[1]	0	0	NA
3Spline_TH_enable_mode[0][1]	1	1	NA
3Spline_TH_enable[0][1]	1973	2783	NA
3Spline_TH_enable_Delta1[0][1]	794	819	NA
3Spline_TH_enable_Delta2[0][1]	1023	491	NA
3Spline_enable_Strength[0][1]	127	127	NA
color_saturation_mapping_flag	1	1	1
color_saturation_num	2	2	2
color_saturation_gain[0]	38	38	38
color_saturation_gain[1]	25	25	25

A.3 直通映射曲线配置

直通映射曲线对被测设备中配置的设备最高显示亮度以下的内容做直通映射处理,对超过该设备最高显示亮度以上的视频内容做截断处理。该模式可用于测试显示性能、峰值亮度、色域等屏幕性能。相关设置具体如下:

静态元数据	直通映射曲线
max_display_mastering_luminance	4000
动态元数据	直通映射曲线
system_start_code	1
minimum_maxrgb_pq	0

average_maxrgb_pq	1024
variance_maxrgb_pq	1024
maximum_maxrgb_pq	2048
tone_mapping_enable_mode	1
tone_mapping_param_enable_num	0
targeted_system_display_maximum_luminance_pq[0]	2674
base_enable_flag[0]	1
base_param_m_p[0]	5734
base_param_m_m[0]	24
base_param_m_a[0]	920
base_param_m_b[0]	0
base_param_m_n[0]	10
base_param_K1[0]	1
base_param_K2[0]	1
base_param_K3[0]	1
base_param_Delta_enable_mode[0]	0
base_param_enable_Delta[0]	0
3Spline_enable_flag[0]	0
color_saturation_mapping_flag	0

A.4 用于同步性测试的曲线参数配置

动态元数据中包含曲线参数信息（基础曲线参数+参考亮度+修正曲线参数+表达三次样条的调整信息），用于终端设备的曲线参数模式。相关设置具体如下：

静态元数据	测试图像1	测试图像2
max_display_mastering_luminance	4000	4000
动态元数据	测试图像1	测试图像2
system_start_code	1	1
minimum_maxrgb_pq	0	0
average_maxrgb_pq	3046	3046
variance_maxrgb_pq	1535	1535
maximum_maxrgb_pq	4095	4095
tone_mapping_enable_mode	1	1
tone_mapping_param_enable_num	0	0
targeted_system_display_maximum_luminance_pq[0]	2770	2770
base_enable_flag[0]	1	1
base_param_m_p[0]	5734	5734
base_param_m_m[0]	24	24
base_param_m_a[0]	563	510
base_param_m_b[0]	0	0
base_param_m_n[0]	10	10
base_param_K1[0]	1	1
base_param_K2[0]	1	1

base_param_K3[0]	1	1
base_param_Delta_enable_mode[0]	0	0
base_param_enable_Delta[0]	0	0
3Spline_enable_flag[0]	1	1
3Spline_enable_num[0]	0	0
3Spline_TH_enable_mode[0][0]	0	0
3Spline_TH_enable_MB[0][0]	224	224
3Spline_TH_enable[0][0]	0	0
3Spline_TH_enable_Delta1[0][0]	511	511
3Spline_TH_enable_Delta2[0][0]	511	511
3Spline_enable_Strength[0][0]	127	127
color_saturation_mapping_flag	1	1
color_saturation_num	2	2
color_saturation_gain[0]	38	38
color_saturation_gain[1]	25	25
