ICS 33.160.25
CCS M74

UHD World Association
世界超高清视频产业联盟

世 界 超 高 清 视 频 产 业 联 盟 标 准

T/UWA 038.4-1—2026

菁彩影院技术 第 4-1 部分：LED 菁彩影厅光学技术规范

Vivid cinema technology Part 4-1：
Optical technical specifications for LED vivid auditoria

2026－11－23 发布　　2026－11－23 实施

世界超高清视频产业联盟　　发布

目　　次

前言 II
1 范围 1
2 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
6 测量方法 2
6.1 测量设备 2
6.2 测量信号 3
6.3 测量环境和测量条件 6
6.4 测量步骤 6
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。

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：中国电影科学技术研究所（中央宣传部电影技术质量检测所）、华夏电影发行有限责任公司、华为技术有限公司、华夏利亚德（北京）电影科技有限公司、深圳市洲明科技股份有限公司、中影光峰激光影院技术（北京）有限公司、深圳光峰科技股份有限公司、西安诺瓦星云科技股份有限公司、深圳市奥拓电子股份有限公司。

本文件主要起草人：李娜、高峰、董强国、邢占宇、燕兴、王加志、董志刚、张鹏昊、古俊豪、杨城、王勇、王晋芳、徐涛、龚波、肖令权、郝效荣、黄一辰、高鹏、贾波、林先萌、王景宇、刘昕、李虹珊、严振航、何晓、林俊杰、王文强、郑舒航。

菁彩影院技术 第4-1部分：
LED菁彩影厅光学技术规范

1 范围

本文件规定了LED菁彩影厅的光学性能技术要求，描述了相应的测量方法。

本文件适用于LED菁彩影厅光学系统的运行维护、检测认证、技术管理以及相关设备的安装、调试和验收，LED影院菁彩影像数据包的发行参照执行。

2 范性引用文件

本文件没有规范性引用文件。

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

LED菁彩影厅 LED Vivid auditoria

采用LED菁彩影像放映系统和菁彩电影声还音系统进行电影放映的影厅。

3.2

LED菁彩影像放映系统 HDR Vivid LED system

用来实现数字电影菁彩影像节目解包解密、解码播放与LED数字放映的系统。

注：系统主要由菁彩电影LED放映用集成媒体模块、视频控制模块、高格式LED显示屏组成。

3.3

最小有效黑电平 minimum active black level

当LED菁彩影像放映系统输入5.2.3条款规定的信号编码值时，高格式LED显示屏输出的对应亮度。

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

HDR：高动态范围（High Dynamic Range）

LED：发光二极管（light-emitting diode）

5 技术要求

光学性能技术要求应符合表1的规定。

表1　光学性能技术要求

序号	参数	技术要求
1	显示分辨率	宜≥4096×2160，应≥2048×1080

表 1　光学性能技术要求（续）

序号	参数	技术要求			
2	中心亮度	(299.6±9.0) cd/m^2 （中间排中心、第一排和最后排中心、中间排最左端和最右端）			
3	最小有效黑电平	(0.005±0.001) cd/m^2			
4	顺序对比度	≥48500:1			
5	亮度均匀度（四边和四角）	(299.6±9.0) cd/m^2			
6	亮度均匀度（模组）	相邻模组的98%～102%			
7	中心色彩还原	白：x=0.3128±0.006，y=0.3290±0.006 红：x=0.6800±0.01，y=0.3200±0.01 绿：x=0.2650±0.02，y=0.6900±0.02 蓝：x=0.1500+0.01/-0.03，y=0.0600+0.02/-0.04（中间排中心）			
		与中心色度标准值的$\Delta u'v'$为0～0.007（第一排和最后排中心、中间排最左端和最右端）			
8	色度均匀度（四边和四角）	x=0.3128±0.015，y=0.3290±0.015			
9	色度均匀度（模组）	与相邻模组的$\Delta u'v'$为0～0.002			
10	电光转换函数	Y≤0.02 cd/m²：Y的80%～120% 0.02 cd/m²＜Y≤1.0 cd/m²：Y的95%～105% 1.0 cd/m²＜Y≤299.6 cd/m²：Y的97%～103%			
11	像素可见性	观众席第一排不能观察到像素结构和像素间的明显暗区			
12	时空混叠	观众席第一排不能观察到像素多路复用或扫描产生的可见伪影			
13	抖动	观众席第一排不能观察到像素抖动			
14	像素缺陷	观众席第一排不能观察到死灯、缺色、色块、亮点、暗点、亮线、暗线、接缝、像素水平和垂直错位等像素缺陷			
15	帧速率	影片分辨率	帧速率(fps)		
		4K(2D)	48	60	—
		2K(2D)	48	60	96

6　测量方法

6.1　测量设备

6.1.1　分光辐射亮度计

分光辐射亮度计应符合以下要求：

——测量范围：≥0.001 cd/m^2～5000 cd/m^2；

——接收角度：≤1°；

——精度：≤±2%。

6.1.2 分光辐射色度计

分光辐射色度计应符合以下要求：

——波长范围：380 nm～780 nm；

——测量带宽：≥2.5 nm～20 nm；

——接收角度：≤1°；

——色度精度 x，y：≤±0.002。

6.2 测量信号

6.2.1 分辨率测量信号

2K：整幅图像分辨率为2048×1080，底色为黑（信号编码值X″=0，X″=0，X″=0），以图像的左上角为起点排布16×16条带块和16×16像素块组成，图像底部56个像素由相同的16×16像素块和8×8像素块构成，如图1所示。每个条带块是一个64×64像素阵列，由单像素彩色线和单像素黑线交替组成。彩色线在奇数行中垂直排列，在偶数行中水平排列，如图2所示。图像外围有一圈单像素白边。2K分辨率图像如图3所示。条带块从左至右按以下颜色顺序编码为棕色、红色、橙色、黄色、绿色、蓝色、紫色和灰色。像素块从左至右按以下颜色顺序编码为红色、绿色、蓝色、黄色、品红、青色、白色和灰色。

4K：整幅图像分辨率为4096×2160，底色为黑（信号编码值X″=0，X″=0，X″=0），以图像的左上角为起点排布32×33个条纹区块和32×33个像素区块组成，图像底部48个像素由相同的16×16像素块构成。图像外围环绕着一圈单像素白色边框。4K分辨率图像如图4所示。

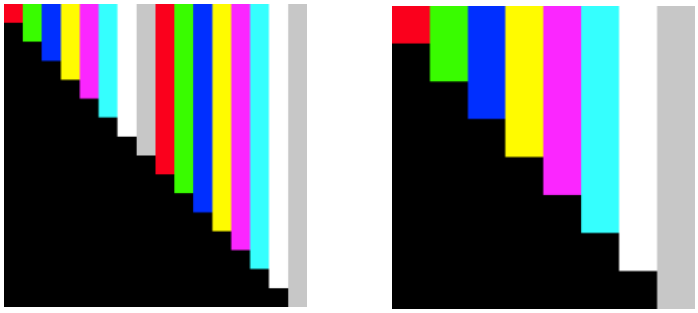

图1　16×16 像素块和 8×8 像素块

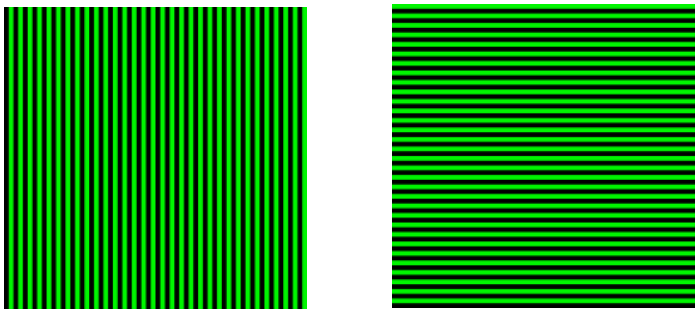

图2　64×64 条带块

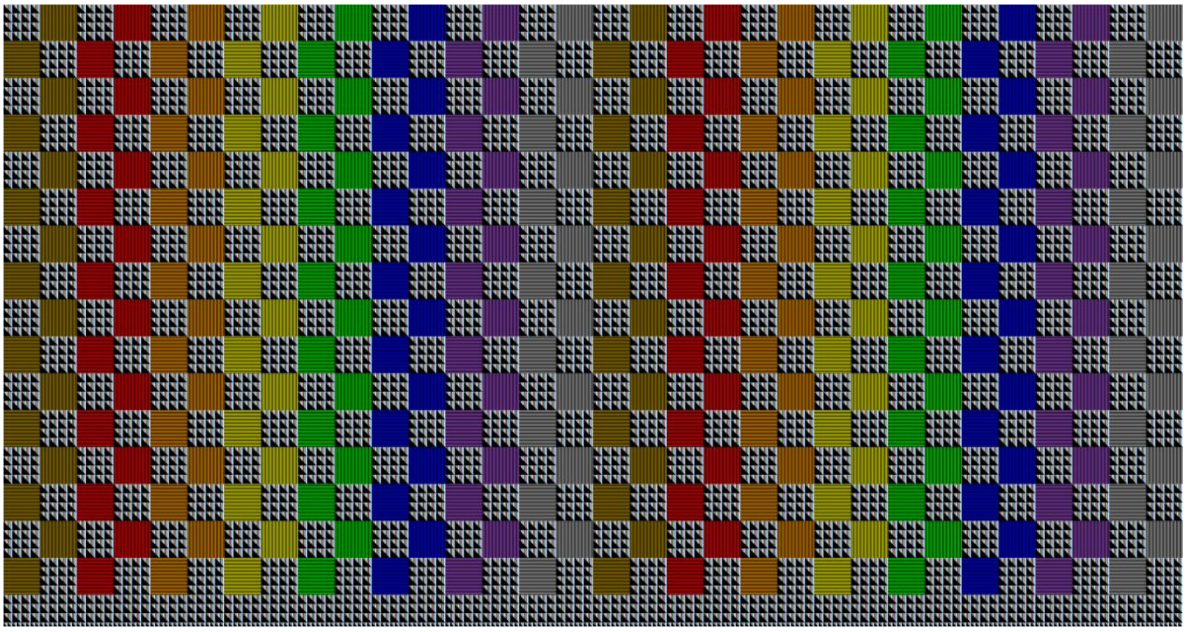

图3　2K 分辨率图像

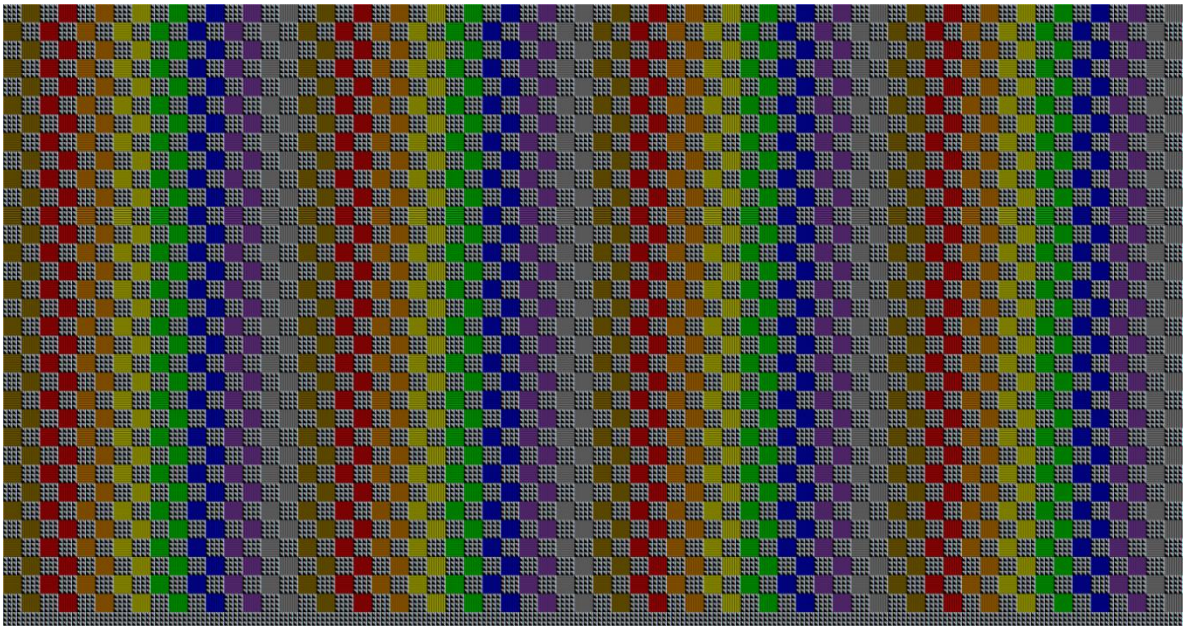

图4　4K 分辨率图像

6.2.2　白场测量信号

信号编码值为(X″=2524，Y″=2546，Z″=2583)的测量信号。

6.2.3　黑场测量信号

信号编码值为(X″=60，Y″=62，Z″=65)的测量信号。

6.2.4　红场测量信号

信号编码值为(X″=2234，Y″=1925，Z″=68)的测量信号。

6.2.5 绿场测量信号

信号编码值为(X″=1988，Y″=2387，Z″=1327)的测量信号。

6.2.6 蓝场测量信号

信号编码值为(X″=1871，Y″=1525，Z″=2565)的测量信号。

6.2.7 “黑到白”灰阶测量信号

测量信号分为10组图像，信号编码值应符合表2的规定。

表2 “黑到白”灰阶测量信号编码值要求

序号	输入信号编码值			输出色度坐标		参考输出亮度
	X″	Y″	Z″	x	y	Y(cd/m²)
1	472	481	496	0.3126	0.3292	0.50
2	603	614	632	0.3122	0.3292	1.00
3	758	771	792	0.3121	0.3293	2.00
4	1000	1015	1040	0.3124	0.3291	5.00
5	1211	1227	1255	0.3128	0.3288	9.99
6	1444	1462	1492	0.3128	0.3291	20.00
7	1783	1803	1836	0.3126	0.3292	50.01
8	2060	2081	2116	0.3127	0.3291	100.10
9	2350	2372	2408	0.3127	0.3292	200.21
10	2524	2546	2583	0.3128	0.3290	299.64

6.2.8 “黑到深灰”灰阶测量信号

测量信号分为10组图像，信号编码值应符合表3的规定。

表3 “黑到深灰”灰阶测量信号编码值要求

序号	输入信号编码值			输出色度坐标		参考输出亮度
	X″	Y″	Z″	x	y	Y(cd/m²)
1	60	62	65	0.3095	0.3296	0.0050
2	74	76	79	0.3134	0.3302	0.0075
3	86	88	92	0.3133	0.3281	0.0100
4	105	108	112	0.3124	0.3309	0.0151
5	121	124	129	0.3129	0.3293	0.0202
6	157	161	167	0.3125	0.3300	0.0352
7	185	189	196	0.3138	0.3291	0.0501
8	221	226	234	0.3131	0.3296	0.0752
9	250	255	265	0.3129	0.3279	0.0998
10	332	339	351	0.3121	0.3289	0.1997

6.2.9 帧速率测量信号

测量信号分为5组电影片段，电影片段内容不限，每组电影片段应符合表4的规定。

表4　帧速率测量信号要求

序号	影片分辨率	帧速率(fps)		
1	4K(2D)	48	60	—
2	2K(2D)	48	60	96

6.3　测量环境和测量条件

6.3.1　测量环境

测量环境要求如下：

a）　环境温度：15 ℃～35 ℃；
b）　相对湿度：10%～90%；
c）　大气压力：86 kPa～106 kPa；
d）　电压幅度：220 V±10 V AC；
e）　标称频率：50 Hz。

6.3.2　测量条件

测量条件要求如下：

a）　所有测量应在影厅正常观影环境下进行；
b）　所有设备应处于正常稳定工作状态，或按测量要求进行配置；
c）　所有测量信号应由菁彩电影 LED 放映用集成媒体模块播放输出至高格式 LED 显示屏；
d）　测量光学系统时，应在高格式 LED 显示屏的光输出稳定(热稳定时间不低于 20 min)后进行；
e）　测量光学系统时，光学测量仪器架设在观影厅座位区中心点，距选定的座椅地面 1.15 m 高度的位置，测量镜头对准高格式 LED 显示屏的中心，并对焦清晰；
f）　光学系统图像数据内部传输过程中应具有安全保护装置，应具有院线电影数字水印功能；
g）　光学系统测量应在 LED 菁彩影像放映系统色彩还原合格的范围内进行。

6.4　测量步骤

6.4.1　显示分辨率

测量步骤如下：

a）　放映分辨率测量信号；
b）　查看高格式 LED 显示屏的像素和测量信号的像素是否一一对应，且能完整显示接收的图像信号。

6.4.2　中心亮度

测量步骤如下：

a）　开启分光辐射亮度计；
b）　放映白场测量信号；
c）　在中间排中心位置，测量并记录白场中心亮度值；
d）　再次放映白场测量信号；
e）　在观众区第一排和最后一排中心座椅位置，中间排最左端和最右端座椅位置，测量并记录白场中心亮度值。

6.4.3　最小有效黑电平

测量步骤如下：

a） 开启分光辐射亮度计；

b） 放映黑场测量信号；

c） 测量并记录黑场中心亮度值。

6.4.4 顺序对比度

测量步骤如下：

a） 按照 6.4.3 测量白场中心亮度值；

b） 放映“黑到深灰”灰阶测量信号，从第一阶开始，在输出色度坐标满足±0.006 允差的条件下，测量中心亮度值；若第一阶输出色度坐标不满足该允差，则切换至第二阶进行测量，以此类推，直至输出色度坐标满足允差，测量并记录此时灰阶对应的亮度值；

c） 白场中心亮度值与该灰阶中心亮度值的比值即为顺序对比度。

6.4.5 亮度均匀度（四边和四角）

测量步骤如下：

a） 开启分光辐射亮度计；

b） 放映白场测量信号；

c） 分别测量和记录白场上下左右边缘和四角的亮度值，四边缘的测量位置为邻近屏幕边缘 5%屏幕宽度的中心点位置，四角的测量位置为邻近屏幕边缘 5%屏幕宽度的位置。

6.4.6 亮度均匀度（模组）

测量步骤如下：

a） 开启分光辐射亮度计；

b） 放映白场测量信号；

c） 将全屏平均分成 8×6 个区域，每个区域内离散抽取 2×2 个模组；

d） 分别测量每个模组的亮度值L_m；

e） 按照公式（1），计算并记录相邻模组的亮度均匀度U_{im}，取最差值为亮度均匀度测量结果。

$$U_{im} = L_m / L_{am} \times 100\% \cdots\cdots (1)$$

式中：

U_{im} —— 亮度均匀度（模组）；

L_m —— 每个模组的亮度值；

L_{am} —— 相邻模组的亮度值。

6.4.7 中心点色彩还原

测量步骤如下：

a） 开启分光辐射色度计；

b） 分别放映白场、红场、绿场、蓝场测量信号；

c） 在中间排中心位置，测量并记录每个颜色的中心色度坐标值(x，y)；

d） 再次分别放映白场、红场、绿场、蓝场测量信号；

e） 在观众区第一排和最后一排中心座椅位置，中间排最左端和最右端座椅位置，测量每个颜色的中心色度坐标值(u'，v')，

f） 按照公式（2），分别计算并记录每个颜色中心色度坐标值(u'，v')与中心色度标准坐标值(u'_0，v'_0)的色差$\Delta u'v'$；

$$\Delta u'v' = \sqrt{(u' - u'_0)^2 + (v' - v'_0)^2} \quad (2)$$

式中：

$\Delta u'v'$ —— 色度均匀度；

$(u'，v')$ —— 白场、红场、绿场、蓝场中心色度坐标值；

$(u'_0，v'_0)$ —— 白场、红场、绿场、蓝场中心色度标准坐标值，取值见表5。

表5 中心色度标准坐标值

序号	颜色	x	y	u'_0	v'_0
1	白	0.3128	0.3290	0.1979	0.4683
2	红	0.6800	0.3200	0.4964	0.5255
3	绿	0.2650	0.6900	0.0986	0.5777
4	蓝	0.1500	0.0600	0.1754	0.1579

6.4.8 色度均匀度（四边和四角）

测量步骤如下：

a) 开启分光辐射色度计；

b) 放映白场测量信号；

c) 分别测量和记录白场上下左右边缘和四角的色度值，四边缘的测量位置为邻近屏幕边缘 5%屏幕宽度的中心点位置，四角的测量位置为邻近屏幕边缘 5%屏幕宽度的位置。

6.4.9 色度均匀度（模组）

测量步骤如下：

a) 开启分光辐射色度计；

b) 放映白场测量信号；

c) 将全屏平均分成 8×6 个区域，每个区域内离散抽取 2×2 个模组；

d) 分别测量每个模组的色度坐标值$(u'_m，v'_m)$；

e) 按照公式（2），计算并记录相邻模组的色度均匀度$\Delta u'v'$，取最差值为色度均匀度测量结果。

6.4.10 电光转换特性

测量步骤如下：

a) 开启分光辐射亮度计；

b) 分别放映“黑到白”灰阶测量信号和“黑到深灰”灰阶测量信号；

c) 测量每一个灰阶的中心点亮度值；

d) 分别计算并记录每一个灰阶中心点亮度值与参考输出亮度 Y（表 2 和表 3）的百分比。

6.4.11 像素可见性

测量步骤如下：

a) 放映水印测量信号；

b) 在座位席的第一排座位，查看能否观察到高格式 LED 显示屏的像素结构和像素间的明显暗区。

6.4.12 时空混叠

测量步骤如下：

a) 放映分辨率测量信号，滚动的“黑到白”灰阶测量信号；

b） 在座位席的第一排座位，查看能否观察到高格式 LED 显示屏的像素多路复用或扫描产生的可见伪影。

6.4.13 抖动

测量步骤如下：

a） 放映分辨率信号，黑场测量信号，帧速率测量信号的静止帧；

b） 在座位席的第一排座位，查看能否观察到高格式 LED 显示屏的像素抖动。

6.4.14 像素缺陷

测量步骤如下：

a） 放映分辨率测量信号，“黑到白”灰阶测量信号，红、绿、蓝场测量信号；

b） 在座位席的第一排座位，查看能否观察到高格式 LED 显示屏的死灯、缺色、色块、亮点、暗点、亮线、暗线、接缝、像素水平和垂直错位等像素缺陷。

6.4.15 帧速率

测量步骤如下：

a） 放映帧速率测量信号；

b） 查看 LED 菁彩影像放映系统能否正常播放。

参 考 文 献

[1] GY/T 311—2017 电影院视听环境技术要求和测量方法

[2] SJ/T 11141—2025 发光二极管（LED）显示屏通用规范

[3] SJ/T 11281—2025 发光二极管（LED）显示屏测试方法

[4] T/CSMPTE 42—2025 数字影院放映用LED显示屏技术要求和测量方法

[5] T/UWA 038.2-1—2025 菁彩影院技术 第2-1部分：LED影院菁彩影像发行母版技术规范

[6] SMPTE 2084 High Dynamic Range Electro - Optical Transfer Function of Mastering Reference Displays

[7] DCI Digital Cinema System Specification: Compliance Test Plan, Version 1.6.0

此文件以PDF电子格式文件形式存放于网页（WEB）上（https://documents.dcimovies.com/CTP/release/1.6.0/Digital-Cinema-System-Specification-Compliance-Test-Plan-1.6.0.pdf）

[8] DCI High Dynamic Range D-Cinema Addendum, Version 1.2.2

此文件以PDF电子格式文件形式存放于网页（WEB）上（https://documents.dcimovies.com/HDR-Addendum/release/1.2.2/High-Dynamic-Range-D-Cinema-Addendum-1.2.2.pdf）

[9] DCI Direct View Display D-Cinema Addendum, Version 1.2

此文件以PDF电子格式文件形式存放于网页(WEB)上(https://documents.dcimovies.com/Direct-View-Addendum/release/1.2/Direct View Display D-Cinema Addendum.pdf）