

世界超高清视频产业联盟标准

T/UWA XXXXX—2025

LED 影院菁彩影像发行母版技术规范

Digital cinema distribution master technical specification of LED auditorium

（征求意见稿）

（本草案完成时间：20250815）

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

2025 – XX – XX 发布

2025 – XX – XX 实施

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

4 缩略语 2

5 LED 影院菁彩影像发行母版技术要求 2

 5.1 制版环境 2

 5.2 制版监视用基准 LED 放映系统 2

 5.3 图像特性 2

 5.4 音频特性 4

 5.5 字幕 4

6 LED 影院菁彩影像数据包技术要求 4

 6.1 峰值码率 4

 6.2 通用声音和图像轨迹文件 4

 6.3 沉浸式音频轨迹文件 5

 6.4 MXF JPEG2000 应用 5

 6.5 MXF 轨迹文件基本数据加密 5

 6.6 合成播放列表 5

 6.7 打包列表 5

 6.8 资产映射和文件分割 5

 6.9 立体图像轨迹文件 5

 6.10 字幕 5

 6.11 标题命名规则 5

附录 A（规范性） 色彩转换 7

 A.1 解码函数 7

 A.2 XYZ 三刺激值转换为 P3 D65 RGB 7

参考文献 8

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：

本文件主要起草人：

LED 影院菁彩影像发行母版技术规范

1 范围

本文件规定了LED影院菁彩影像发行母版的制作环境和制版监视用基准LED放映系统要求、无压缩图像特性、必要的音频特性，以及LED影院菁彩影像数据包的打包要求。

本文件可用于指导LED影院菁彩影像发行母版制作和打包实验室的运行维护、技术管理和相关设备的安装。

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 20147.3—2023 色度学 第3部分：CIE三刺激值

DY/T 2.3—2020 数字电影打包 第3部分：MXF轨迹文件基本数据加密

DY/T 2.4—2020 数字电影打包 第4部分：合成播放列表

DY/T 2.5—2020 数字电影打包 第5部分：打包列表

DY/T 2.6—2020 数字电影打包 第6部分：资产映射和文件分割

DY/T 2.7—2020 数字电影打包 第7部分：立体图像轨迹文件

DY/T 8—2023 数字电影LED影厅技术要求和测量方法

GY/T 292.1—2015 数字电影发行母版 第1部分：图像特性

GY/T 292.2—2015 数字电影发行母版 第2部分：音频特性

GY/T 293.1—2015 数字电影打包 第1部分：声音和图像轨迹文件

GY/T 293.2—2015 数字电影打包 第2部分：MXF JPEG2000应用

GY/T 309—2017 数字电影数据包（DCP）标题命名与载体标识技术规范

GY/T 311—2017 电影院视听环境技术要求和测量方法

T/CSMPTE 35—2024 数字电影沉浸式音频发行母版技术要求

ISO 26428-7 数字电影发行母版 第7部分：字幕（Digital cinema (D-cinema) distribution master. Part 7. Subtitle）

SMPTE 429-5 数字电影打包 定时文本轨道文件（D-Cinema Packaging - Timed Text Track File

SMPTE 429-18 数字电影打包 沉浸式音轨文件（D-Cinema Packaging-Immersive Audio Track File）

SMPTE 429-19 数字电影打包 沉浸式音频的DCP操作约束（D-Cinema Packaging-DCP Operational Constraints for Immersive Audio）

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

LED 影院菁彩影像发行母版

采用支持菁彩影像的LED放映系统作为制作显示系统的数字影院发行母版。

3.2

LED 影院菁彩影像数据包

将LED影院菁彩影像发行母版的图像、声音、字幕进行压缩、加密、封装打包后用于数字影院发行放映的电影数据文件。

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 LED 影院菁彩影像发行母版技术要求

5.1 制版环境

制作环境要求如下：

- a) 环境光：应 $\leq 0.5\text{ lx}$ ；
- b) 观看位置：宜在制版监视用基准 LED 放映系统的中心轴线；
- c) 声学环境：宜符合 GY/T 311—2017 的要求。

5.2 制版监视用基准 LED 放映系统

制版监视用基准LED放映系统的光学性能技术要求符合DY/T 8—2023表1中HDR的要求。

5.3 图像特性

5.3.1 图像结构

像素阵列应使用同等取样的三刺激值来表示每个像素。水平和垂直像素数量的最大值应不超过表1的规定。像素宽高比应为1:1，图像数据不应有任何变形或其他几何畸变。

表 1 像素要求

序号	最大水平像素数量	最大垂直像素数量
1	4096	2160
2	2048	1080

5.3.2 像素定位和编号

符合GY/T 292.1—2015中3.1的要求。

5.3.3 帧速率

帧速率应符合表2的规定。

表 2 帧速率要求

序号	分辨率	帧速率 (fps)
----	-----	-----------

序号	分辨率	帧速率（fps）
1	4K（3D）	24、48、60
2	4K（2D）	24、48、60、96、120
3	2K（3D）	24、48、60
4	2K（2D）	24、48、60、96、120

5.3.4 色度

由于LED影院菁彩影像发行母版中包含了在所有母版制作过程中产生的调色结果，而这些色彩是在一个受控的母版制作环境中通过基准LED放映系统确定的，其影像状态是输出的基准，因此定义图像色彩特性是为了在数字电影LED影厅中达到预期的放映效果。

5.3.4.1 三刺激值

三刺激值X，Y，Z应符合GB/T 20147.3—2023的要求。

5.3.4.2 比特深度

色彩分量的每个编码值的像素比特深度应为12 bit。

5.3.4.3 色坐标值

每个图像像素应由一组编码值（ $CV_{X''}$ ， $CV_{Y''}$ ， $CV_{Z''}$ ）组成。由于量化误差，图像像素的白、红、绿、蓝色坐标值只能近似表3的要求。

表 3 色坐标值要求

序号	颜色	色坐标值
1	白	(Y, x, y)=(300, 0.3127, 0.3290)
2	红	(x, y)=(0.6800, 0.3200)
3	绿	(x, y)=(0.2650, 0.6900)
4	蓝	(x, y)=(0.1500, 0.0600)

色彩空间对应于[SMPTE 2113]中指定的P3色彩空间，白点色度坐标(x, y)对应于D65白点。

5.3.4.4 编码函数

编码值（ $CV_{X''}$ ， $CV_{Y''}$ ， $CV_{Z''}$ ）是根据XYZ三刺激值计算，范围在[0，4095]内的12 bit无符号整数。转换公式¹⁾见式1。

$$CV_{X''} = floor\left(\frac{1}{2} + k_1 X''\right)$$
$$CV_{Y''} = floor\left(\frac{1}{2} + k_1 Y''\right)$$
$$CV_{Z''} = floor\left(\frac{1}{2} + k_1 Z''\right) \cdots \cdots \cdots (1)$$

式中：

$$X'' = EOTF^{-1}\left(\frac{X}{k_0}\right)$$

1) floor运算符返回不大于其参数的最大整数。EOTF⁻¹对应于[SMPTE 2084]中规定的逆EOTF。

$$Y'' = EOTF^{-1}\left(\frac{Y}{k_0}\right)$$

$$Z'' = EOTF^{-1}\left(\frac{Z}{k_0}\right)$$

$$EOTF^{-1}(L) = \left(\frac{c_1 + c_2 L^{m_1}}{1 + c_3 L^{m_1}}\right)^{m_2}$$

$$k_0=10000, k_1=4095, m_1 = \frac{2610}{4096} \cdot \frac{1}{4}, m_2 = \frac{2523}{4096} \cdot 128, c_1 = c_3 - c_2 + 1, c_2 = \frac{2413}{4096} \cdot 32, c_3 = \frac{2392}{4096} \cdot 32。$$

5.3.4.5 编码值

根据式1计算得出白、红、绿、蓝的编码值，应符合表4的规定。

表 4 编码值要求

序号	颜色	$CV_{X''}$	$CV_{Y''}$	$CV_{Z''}$
1	白	2524	2546	2583
2	红	2234	1925	68
3	绿	1988	2387	1327
4	蓝	1871	1525	2565

5.4 音频特性

5.4.1 通用音频特性

应符合GY/T 292.2—2015的要求。

5.4.2 沉浸式音频特性

应符合T/CSMPTE 35—2024的要求。

5.5 字幕

应符合ISO 26428-7的要求。

6 LED 影院菁彩影像数据包技术要求

6.1 峰值码率

峰值码率应符合表5的规定。

表 5 峰值码率要求

序号	帧速率（fps）	2D峰值码率（Mbps）	3D峰值码率（Mbps）
1	24	500	500
2	48	500	1000
3	60	625	1250
4	96	1000	---
5	120	1250	---

6.2 通用声音和图像轨迹文件

应符合GY/T 293.1—2015的要求。

6.3 沉浸式音频轨迹文件

应符合SMPTE 429-18和SMPTE 429-19的要求。

6.4 MXF JPEG2000 应用

应符合GY/T 293.2—2015的要求。

6.5 MXF 轨迹文件基本数据加密

应符合DY/T 2.3—2020的要求。

6.6 合成播放列表

应符合DY/T 2.4—2020的要求。

6.7 打包列表

应符合DY/T 2.5—2020的要求。

6.8 资产映射和文件分割

应符合DY/T 2.6—2020的要求。

6.9 立体图像轨迹文件

应符合DY/T 2.7—2020的要求。

6.10 字幕

应符合SMPTE 429-5的要求。

6.11 标题命名规则

标题内容示例见图1。

PianMing_FTR-3D-48_S-239_CMN-QMS-EN_51_2K_HDR-Vivid-LED_DATE_Facility_SMPTE_OV
① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⑩ ⑪

图 1 标题内容示例

标题中每个字段的定义和要求应符合表6的规定。

表 6 标题中每个字段的定义和要求

字段序号	字段定义	字段要求
①	影片名称	符合GY/T 309—2017中4.2的要求
②	影片类型及立体属性和帧速率	符合GY/T 309—2017中4.3的要求
③	影片画幅宽高比	符合GY/T 309—2017中4.4的要求
④	音频及字幕语言	符合GY/T 309—2017中4.5的要求
⑤	声道配置	符合GY/T 309—2017中4.6的要求
⑥	图像封装分辨率	2K或4K
⑦	影片版本类型	HDR-Vivid-LED

字段序号	字段定义	字段要求
⑧	制作时间	符合GY/T 309—2017中4.9的要求
⑨	制作单位	符合GY/T 309—2017中4.10的要求
⑩	封装	符合GY/T 309—2017中4.11的要求
⑪	类型	符合GY/T 309—2017中4.12的要求

附 录 A

(规范性)

色彩转换

A.1 解码函数

XYZ三刺激值由编码值 (CV_X'' , CV_Y'' , CV_Z'') 计算获得, 转换公式²⁾见式A.1。

$$\begin{aligned} X &= k_0 EOTF(X'') \\ Y &= k_0 EOTF(Y'') \\ Z &= k_0 EOTF(Z'') \cdots \cdots \cdots (A.1) \end{aligned}$$

式中:

$$\begin{aligned} X'' &= CV_X'' / k_1 \\ Y'' &= CV_Y'' / k_1 \\ Z'' &= CV_Z'' / k_1 \\ EOTF(N) &= \left(\frac{\max \left[\frac{1}{N^{m_2}} - c_1, 0 \right]}{c_2 - c_3 N^{\frac{1}{m_2}}} \right)^{\frac{1}{m_1}} \end{aligned}$$

$$k_0=10000, k_1=4095, m_1 = \frac{2610}{4096} \cdot \frac{1}{4}, m_2 = \frac{2523}{4096} \cdot 128, c_1 = c_3 - c_2 + 1, c_2 = \frac{2413}{4096} \cdot 32, c_3 = \frac{2392}{4096} \cdot 32。$$

A.2 XYZ 三刺激值转换为 P3 D65 RGB

P3 D65 RGB码值由XYZ三刺激值计算获得, 转换公式见式A.2。

$$\begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix}_{P3} = \begin{pmatrix} 2.49349691194143 & -0.93138361791912 & -0.40271078445072 \\ -0.82948896956157 & 1.76266406031835 & 0.02362468584194 \\ 0.03584583024378 & -0.07617238926804 & 0.95688452400769 \end{pmatrix} \times \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} \cdots (A.2)$$

2) EOTF(N) 对应于[SMPTE 2084]中规定的EOTF。

参 考 文 献

- [1] DY/T 5—2021 数字电影存档母版技术规范
- [2] ITU-R BT.2100 Image parameter values for high dynamic range television for use in production and international programme exchange
- [3] SMPTE 2084:2014 High Dynamic Range Electro-Optical Transfer Function of Mastering Reference Displays
- [4] SMPTE 429-2:2020 D-Cinema Packaging — DCP Operational Constraints
- [5] DCI Digital Cinema System Specification, Version 1.4.5
此文件以PDF电子格式文件形式存放于网页（WEB）上（https://www.dcmovies.com/specification/DCI-DCSS-v145_2024-0529.pdf）
- [6] DCI Digital Cinema System Specification:Compliance Test Plan, Version 1.4.1
此文件以PDF电子格式文件形式存放于网页（WEB）上（https://www.dcmovies.com/compliance_test_plan/DCI_CTP_v1-4-1.pdf）
- [7] DCI High Dynamic Range D-Cinema Addendum, Version 1.2.1
此文件以PDF电子格式文件形式存放于网页（WEB）上（<https://documents.dcmovies.com/HDR-Addendum/release/1.2.1/High%20Dynamic%20Range%20D-Cinema%20Addendum.pdf>）
- [8] 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.dcmovies.com/Direct-View-Addendum/release/1.2/Direct%20View%20Display%20D-Cinema%20Addendum.pdf>）
-