



UHD World Association
世界超高清视频产业联盟

UHD World Association

世界超高清视频产业联盟

UHD World Association
www.theuwa.com



菁彩 HDR (HDR Vivid)

技术白皮书

(V2.0)

世界超高清视频产业联盟

2022-12-15

前言

本文件由 UWA 联盟秘书处组织制订，并负责解释。

本文件发布日期：2022 年 12 月 15 日。

本文件由世界超高清视频产业联盟提出并归口。

本文件归属世界超高清视频产业联盟。任何单位与个人未经联盟书面允许，不得以任何形式转售、复制、修改、抄袭、传播全部或部分内容。

本文件主要起草单位：

世界超高清视频产业联盟、中央广播电视总台、中国电子技术标准化研究院、中国电子信息产业发展研究院、华为技术有限公司、上海海思技术有限公司、国家广播电视总局广播电视科学研究院、国家广播电视总局广播电视规划院、中国电信集团有限公司、中国移动咪咕公司、中国移动智慧家庭运营中心、中国联合网络通信集团有限公司、工业和信息化部电子第五研究所、深圳市腾讯计算机系统有限公司、北京爱奇艺科技有限公司、北京百度网讯科技有限公司、优酷信息技术（北京）有限公司、成都索贝数码有限公司、杭州当虹科技股份有限公司、FilmLight Ltd.、日本夏普株式会社、TCL 实业控股股份有限公司、康佳集团股份有限公司、海信视像科技股份有限公司、深圳创维-RGB 电子有限公司、青岛海尔多媒体有限公司、荣耀终端有限公司、OPPO 广东移动通信有限公司、北京小米电子产品有限公司、京东方科技集团股份有限公司、北京数码视讯科技股份有限公司、北京新奥特集团、联发科技股份有限公司、深圳市洲明科技股份有限公司、利亚德光电股份有限公司、北京宇田索诚科技股份有限公司、上海数字电视国家工程研究中心有限公司、上海文化广播影视集团、上海东方传媒技术有限公司、山东广播电视台

本文件主要起草人：

张文刚、李岩、马悦、刘斌、宁金辉、陈仁伟、张鸿宇、王新革、温晓军、宋籽铤、余全合、王弋川、吴东昇、袁乐、文殿杰、罗传飞、郭晓强、周芸、李琳、单华琦、郭佩佩、王琦、李康敬、许海滨、陈维、程剑、林琳、谢超平、陈勇、刘轶、张炎、邢怀飞、尤莉、查丽、李大龙、孙磊、王晨亮、罗永林、王志航、泮利、张峰、于磊、顿胜堡、周骋、杨蕊菡、张曼华、徐遥令、陈迅、韩秋峰、王烨东、韦胜钰、王亚明、戴霖、白建军、唐迅、刘莉、王斌、李艳军、郭斌、管志鹏、殷惠清、谭胜淋

免责声明：

1. 本文件免费使用，仅供参考，不对使用本文件的产品负责。
2. 本文件刷新后上传联盟官网，不另行通知。

目录

1. 背景	1
2. 菁彩 HDR 标准体系	2
3. 菁彩 HDR 技术简介	3
3.1 技术原理	3
3.2 关键技术参数	6
3.3 核心价值	7
3.3.1 技术优势	7
3.3.2 应用优势	8
4. 端到端解决方案	9
4.1 内容制作端方案	9
4.1.1 后期制作方案	9
4.1.2 直播方案	10
4.1.3 云端转码方案	10
4.2 终端处理方案	11
4.2.1 硬件解码播放	11
4.2.2 软件解码播放	12
4.3 实际效果样例	12
5. 菁彩 HDR 进展与发展建议	14
5.1 当前进展	14

5.2 发展建议.....	16
附录.....	18
附录 1: 缩略语说明.....	19
附录 2: 索贝后期制作解决方案.....	20
附录 3: Baselight 菁彩 HDR 制作方案.....	33
附录 4: 当虹 Arcvideo 在线多屏编转码方案.....	46
附录 5: 数码视讯 Sumavision 超高清实时编解码方案.....	56
附录 6: 腾讯视频菁彩 HDR 端到端方案.....	61
附录 7: 百度智能云智感超清菁彩 HDR 端到端方案.....	67
附录 8: 咪咕视频菁彩 HDR 端到端直播解决方案.....	73
附录 9: 菁彩 HDR 终端测试认证方法.....	76

1. 背景

随着 5G、光纤等网络技术的普及终端显示能力的进一步提升，“真实”、“沉浸”的超高清音视频体验时代已来。高动态范围（High-Dynamic Range，简称 HDR）作为超高清音视频产业的关键技术之一，比传统的标准动态范围（Standard Dynamic Range，简称 SDR）拥有更广的色彩容积和更高的动态范围，为图像保留更多细节。超高清 HDR 加上宽色域能让视频亮度层次和色彩的呈现更真实、更自然。HDR 的高光亮度最高是 SDR 的 100 倍，暗部亮度最低达到 0.0005cd/m^2 ，通过丰富的图像亮部、暗部细节以及更广的颜色空间，在对比度、灰度、色彩等维度上提升影像质量，使画面中所有色彩最大程度保留明暗变化的细节，让用户眼中的影像更加细腻真实，更富有感染力。

现阶段传统的静态元数据无法保证相同内容在不同终端设备上的一致化、最佳的显示效果，故而逐渐向动态元数据（Dynamic Metadata）演进。通过使用动态元数据，视频中每一帧或每一个场景中的关键特性都将被提取并传输，显示终端基于动态元数据并结合自身的显示能力对源视频进行映射处理（Tone Mapping），更好地实现场景适配。

目前支持动态元数据和 HDR/SDR 显示适配、场景适配主要为商业方案。业界面临以下挑战：（1）部分技术方案的专利费用高导致产业链成本居高不下，支持的设备未形成规模，生态呈现碎片化；（2）HDR 多种技术标准共存，标准间的兼容性较差，不能覆盖主流终端的适配、认证及测试过程，导致终端呈现效果差异明显，用户难以获得一致的视觉体验。（3）支持 HDR 的内容仍较为匮乏，工具仍需优化。因此，业界对 HDR 新技术标准存在迫切诉求。

在世界超高清视频产业联盟（UWA）的组织下，基于开放、先进、友好的原则，制定了提供动态元数据和 HDR/SDR 显示适配功能的菁彩 HDR（HDR Vivid）（简称菁彩 HDR 或 HDR Vivid）技术标准及解决方案。2020 年联盟发布技术团体标准，2022 年广电行标《高动态范围电视系统显示适配元数据技术要求》GY/T 358—2022 发布。未来将进入规模化发展阶段。

2. 菁彩 HDR 标准体系

菁彩 HDR 系列标准包括技术规范、应用指南和终端设备技术要求和测试方法，覆盖了产业链的所有相关环节。现有标准体系如下图所示：

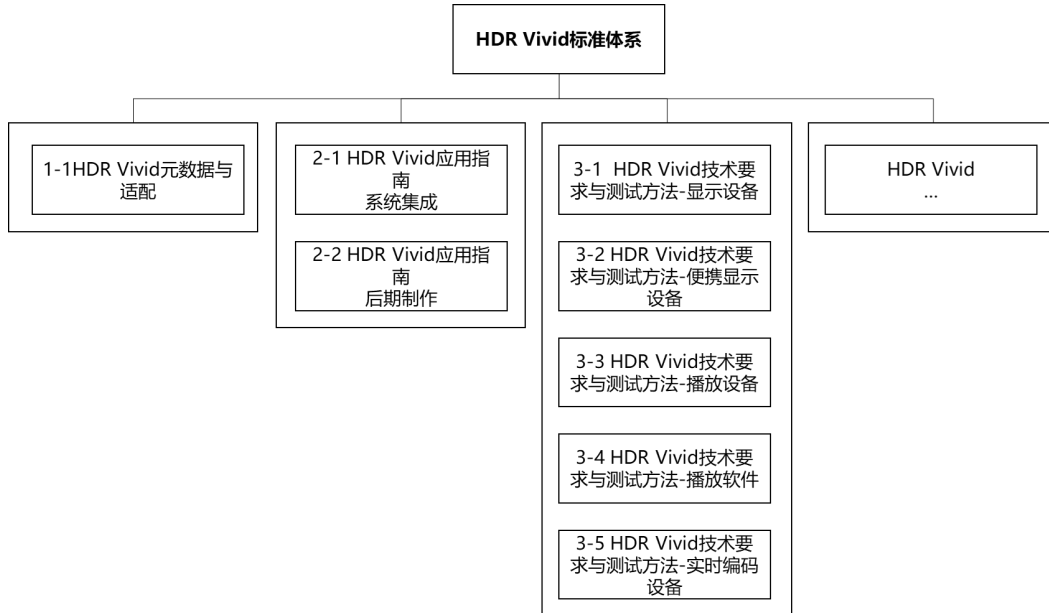


图 1 HDR 标准技术体系

截止到 2022 年 10 月，已发布标准如下：

- 1) 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
- 2) 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) T/UWA 005.2-2-2022 高动态范围 (HDR) 视频技术 第 2-2 部分：应用指南、后期制作
- 4) T/UWA 005.3-1-2022 高动态范围 (HDR) 视频技术 第 3-1 部分：技术要求和测试方法、显示设备
- 5) 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、便携显示设备

- 6) T/UWA 005.3-3-2022 高动态范围 (HDR) 视频技术 第 3-3 部分: 技术要求和测试方法、播放设备
- 7) T/UWA 005.3-4-2022 高动态范围 (HDR) 视频技术 第 3-4 部分: 技术要求和测试方法、播放软件
- 8) T/UWA 005.3-5-2022 高动态范围 (HDR) 视频技术 第 3-5 部分: 技术要求和测试方法、实时编码设备

未来标准规划包括以下类别, 详情参考联盟技术标准网站。

表 1 HDR 未来标准规划

菁彩 HDR 标准类别规划					
1、基础标准	2、通用规范	3、技术标准和测试方法	4、评价标准	5、应用指南	6、其它
术语、定义	元数据及适配	指标定义 技术要求 测试验证方法	主观评价标准 客观评价标准	系统集成 制作流程 工具指南	技术白皮书

3. 菁彩 HDR 技术简介

3.1 技术原理

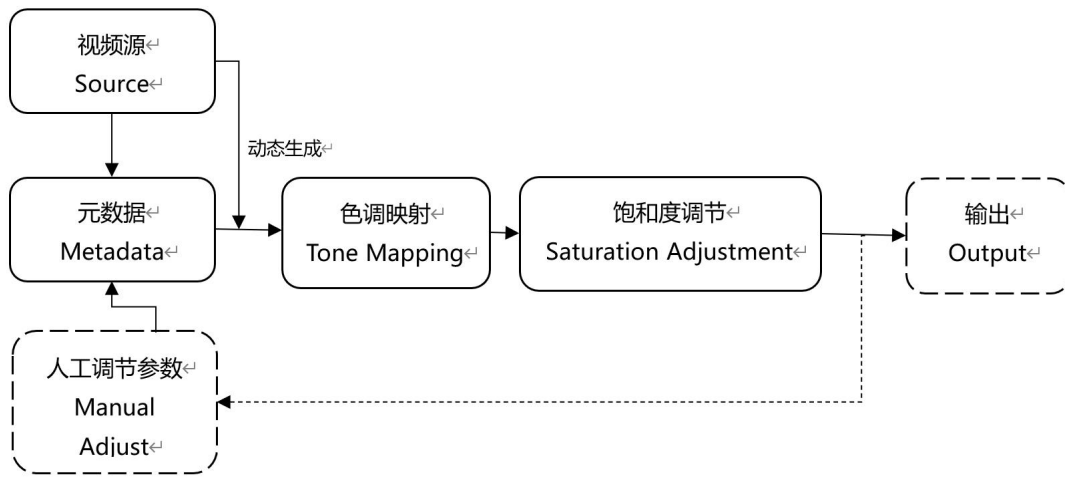


图 2 菁彩 HDR 技术原理解析

菁彩 HDR 技术原理可简要分解如下：首先需要针对输入视频源进行分析，生成动态元数据；再基于动态元数据、终端设备的显示能力进行色调映射和饱和度调节；最终在不同设备上达到一致的显示效果。因此，对于菁彩 HDR 来说，主要有三大核心的技术点：一是动态元数据 (Dynamic Metadata)，二是色调映射 (Tone Mapping)，三是饱和度调节 (Saturation Adjustment)。

1) 动态元数据 (Dynamic Metadata)

相比于对整个视频源都应用同一元数据的静态元数据策略，动态元数据可以体现出每一帧或者每一个场景的特征信息，鲁棒性更强，效果更优。同时，从内容制作的角度来说，动态元数据也为调色师创造了更大的空间，调色师可以根据个人喜好，有针对性地对某些场景进行元数据手动调节，实现二次创作，形成属于自己的专属风格。

2) 色调映射 (Tone Mapping)

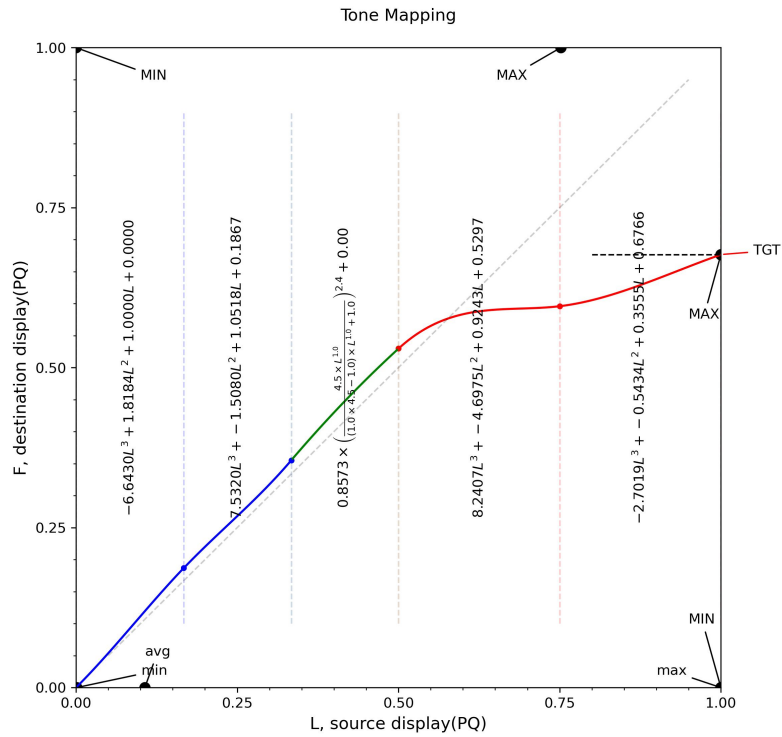


图 3 元数据映射

色调映射以动态元数据为基础，根据对不同特征场景的分析以及对终端设备最大显示能力的兼顾，按照菁彩 HDR 标准规定的适配流程产生出不同的映射曲线，这种方式较好地保证了在不同设备上效果的一致性，最大化地还原了创作者的意图。具体而言，菁彩 HDR 的 Tone Mapping 曲线可以包括基础曲线和样条优化曲线两个部分。其中，基础曲线是根据人眼视觉感知模型设计的，决定了 Tone Mapping 的整体风格；样条优化曲线则可以进一步优化 Tone Mapping 的效果，通过一次样条和低亮区三次样条保护暗区，防止压得过暗，通过高亮区三次样条最大化地保留高亮细节。

3) 饱和度调节 (Saturation Adjustment)

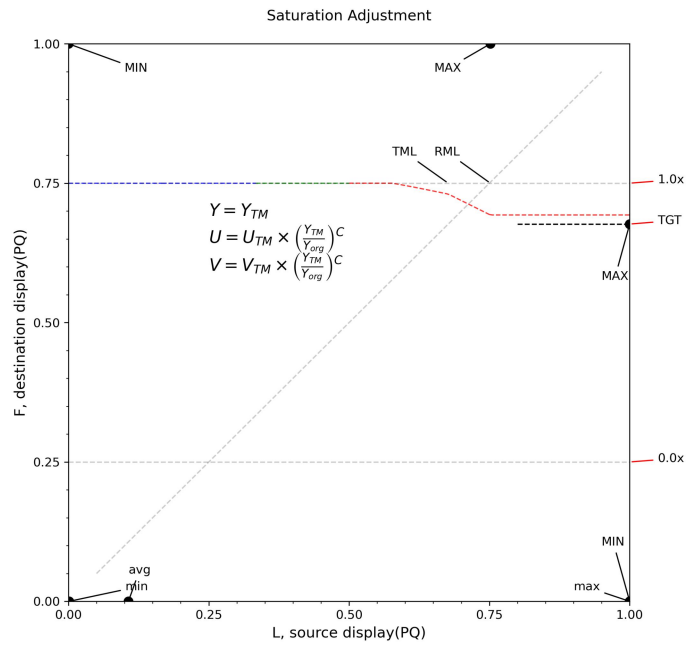


图 4 饱和度调整

亮度改变带来的最大问题就是会同时造成饱和度的改变。因此，菁彩 HDR 技术在进行色调映射后，还会进行颜色校正即饱和度调节，保证其色彩与映射前的源主观效果一致。

3.2 关键技术参数

菁彩 HDR 技术作为全球领先的超高清视频技术之一，在位深/色域/亮度曲线/动态元数据/元数据调节等多项技术参数上均有较大优势，具体对比如下：

表 2 标准参数列表

	HDR Vivid	HDR 10	SDR
位深	10/12bit	默认 10bit	8bit
色域	BT.2020 或 DCI-P3	BT.2020	BT.709
亮度曲线	支持 PQ、HLG	PQ	/

动态元数据	是	否	否
HDR/SDR 兼容性	高	中	否
开放性	好	低	低

3.3 核心价值

3.3.1 技术优势

菁彩 HDR 主要有 5 大优势：

1) 兼容性强。不具备菁彩 HDR 支持能力的存量显示设备（如手机，PAD，电视等）接收到菁彩 HDR 信号后，可直接将元数据丢弃，按 HDR10 格式进行显示。

2) 一致性强。菁彩 HDR 采用动态元数据方案，根据不同显示终端的显示能力，分别生成适配不同亮度的映射曲线，使得同一画面在不同终端上的显示效果基本保持一致，最大化还原创作者意图。

3) 灵活性高。除了支持自动化的动态元数据提取方案之外，菁彩 HDR 技术还支持根据创作意图，个性化地对元数据进行手动调整，形成属于自己的专属风格。

4) 应用场景适应性好。菁彩 HDR 支持多种场景的应用需求，如网络视听、节目制播、短视频、游戏、教育、医疗等，且同时支持 PQ 和 HLG 格式。

5) 开放性高。菁彩 HDR 是一个完全开放的标准，从标准代码到实施规范等全部资源均可通过指定渠道免费获取。

3.3.2 应用优势

菁彩 HDR 坚持技术标准与实际产业应用紧密结合的理念，坚持“高质量 HDR 呈现定义、完善的端到端标准、高效的制播工具以及产业应用友好”四大价值主张，促进技术标准方便、快捷地应用到产业，带来实际商业价值。

1) 高质量 HDR 呈现定义

菁彩 HDR 技术标准公开、完整地阐述了菁彩 HDR 定义，从源头上确保高质量。

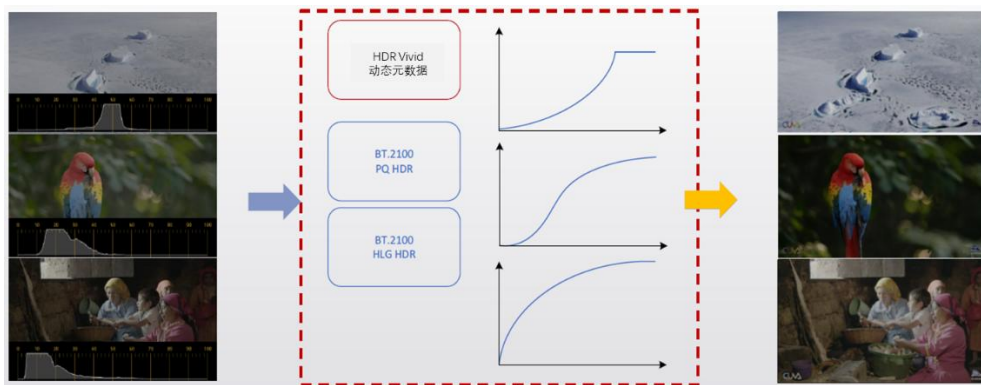


图 5 元数据定义

2) 完善的端到端标准

菁彩 HDR 标准体系已经完成端到端技术规范、应用集成规范、认证测试规范等，并持续进行标准演进，以实现快速、可持续、高质量的发展。

3) 高效的制播工具

菁彩 HDR 技术提供高效的制作工具，在制作端不修改已有的 PQ (ST2084) 和 HLG HDR 制作流程，只增加了动态元数据产生环节，提供了自动化动态元数据生成工具和实现个性化创作意图的手动调节工具，采用符合调色习惯的图形界面。

4) 友好的产业应用

作为中国主导的 HDR 标准，菁彩 HDR 拥有开放、安全、知识产权政策友好等应用优势。

4. 端到端解决方案

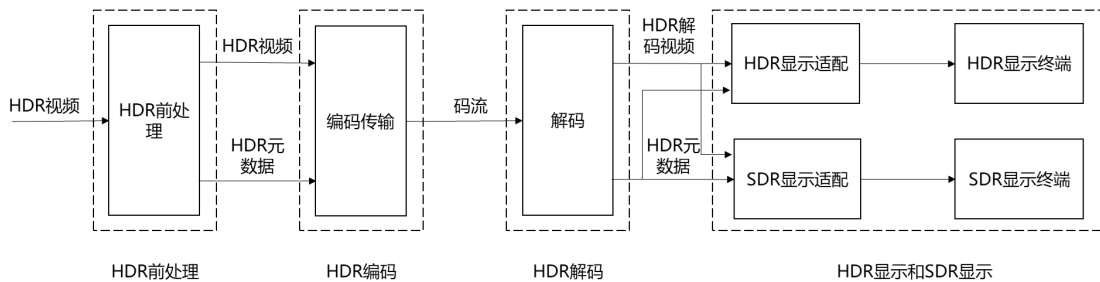


图 6 菁彩 HDR 端到端解决方案

为了保证最优的显示效果，准确地把握每一个环节的要点与要求，菁彩 HDR 构筑了端到端解决方案。首先，源端输入为 PQ/HLG 格式的 HDR 视频；前处理模块可以基于 HDR 视频进行分析，生成静态元数据与动态元数据；编码传输模块可以将 HDR 视频与元数据进行编码封装，输出菁彩 HDR 码流；解码模块可以对码流进行解码分析，得到 HDR 解码视频与元数据；HDR 和 SDR 显示模块会结合元数据与目标显示终端参数，对 HDR 视频进行相应的显示适配处理，并在显示终端上正确显示。

下面将分别介绍内容制作端与终端处理方案。

4.1 内容制作端方案

4.1.1 后期制作方案

菁彩 HDR 精品内容需要通过后期制作来实现。目前菁彩 HDR 技术已经集成于多种后期制作工具中，专业制作者可以在原有熟悉的生产环境下，结合自身对艺术的感知与表达，

通过调整菁彩 HDR 动态元数据，传递出独有的菁彩 HDR 内容风格。

4.1.2 直播方案

目前菁彩 HDR 已经支持在直播端的内容生成方案，具体形式为直播编码器对原始 HDR 码流 (PQ/HLG 格式) 进行实时分析与动态元数据提取，再将元数据按照菁彩 HDR 封装标准要求进行封装，形成菁彩 HDR 码流后进行后续分发与传输。

4.1.3 云端转码方案

云端智能处理场景是利用云端算力，对菁彩 HDR 视频进行转码处理，以及自动化生成菁彩 HDR 的重要手段。目前云端已具备带有将菁彩 HDR 元数据进行解析和透传的能力。云端转码的处理流程包括对输入文件格式的解析、解码、处理、编码、输出文件格式生成等步骤。

端到端的自动化云端 HDR 媒资生产过程主要有：

(1) 菁彩 HDR 元数据修改后直接透传。先将元数据解析成文本格式 (如 XML 或者 JSON 格式)，进一步修改后，再根据标准嵌入到媒体流中。通过元数据的直接透传，可将原视频的元数据信息直接写入转码后的视频，保证原始作者的创作意图。

(2) 非菁彩 HDR 视频转换后修改再透传。如果输入的原始视频是不带有菁彩 HDR 元数据的 HDR 视频，那么可以根据标准自动生成元数据并嵌入视频流。

(3) 对于输入源视频为 SDR 视频的情况，可先将 SDR 视频转换为 HDR 视频，转换方式可采用传统逆色调映射 (Inverse Tone Mapping) 或者基于 AI 技术进行转换，转换

后对原始画质进行提升重建，然后进行元数据的自动化生成和写入。

4.2 终端处理方案

接收端播放设备在接收到菁彩 HDR 码流后，需要先进行视频解码，分析出其中的动态元数据并基于此进行 HDR 渲染，最终呈现出高质量的画面内容。这里的菁彩 HDR 码流可以是经过后期制作的精品内容，也可以是直播场景中的实时码流等。一般可以将解码方式分为两种：硬件解码和软件解码，具体实现方式下面分别说明，解码播放的基本流程如下图所示：

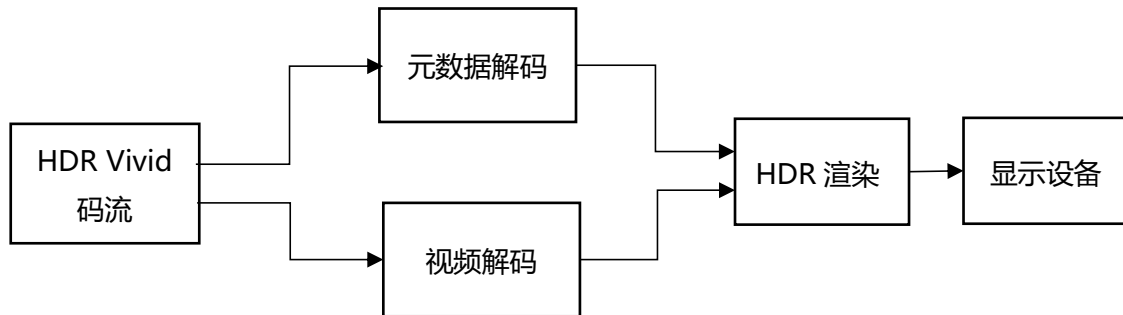


图 7 终端处理流程

4.2.1 硬件解码播放

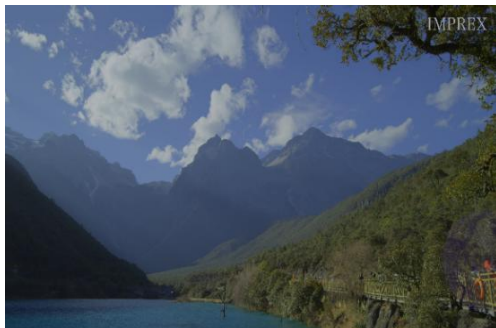
硬件解码播放是指终端显示设备利用自身具备的硬件解码能力，从菁彩 HDR 码流中解析出动态元数据并根据元数据进行动态映射及色彩校正，最终在设备上正确显示的过程。目前，支持硬件解码播放菁彩 HDR 的设备日趋多元化，包括且不限于相应品牌电视、手机、平板电脑等。即使是尚不具备硬件解码能力的显示设备，也可能通过支持软件解码播放的 APP、播放器等，观看到菁彩 HDR 内容。若以上解码能力皆不具备，终端显示设备会将元数据丢弃，按原始码流格式正常播放（HDR10/HLG），这也体现了菁彩 HDR 良好的后向兼容性。

4.2.2 软件解码播放

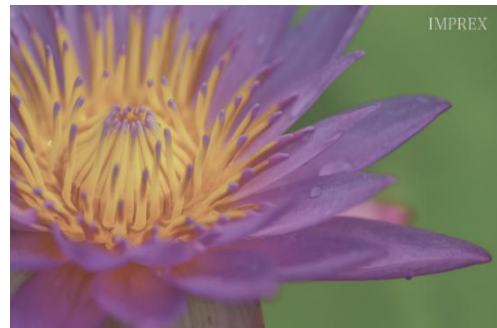
软件解码播放是指依靠软件解码能力将动态元数据从菁彩 HDR 码流中解析出来，并基于此在终端设备上进行动态映射及色彩校正并正确显示的过程。目前，应用的具体形式包括且不限于智能手机、平板电脑、智能电视上的 APP 以及 PC 上的视频播放器等。由于该方案不受硬件设备支持的限制，一定程度上对大范围地推广优质菁彩 HDR 内容有着积极的影响，有利于促进菁彩 HDR 产业链的形成与发展，也可以看作对硬件解码播放场景一个较好的补充。

4.3 实际效果样例

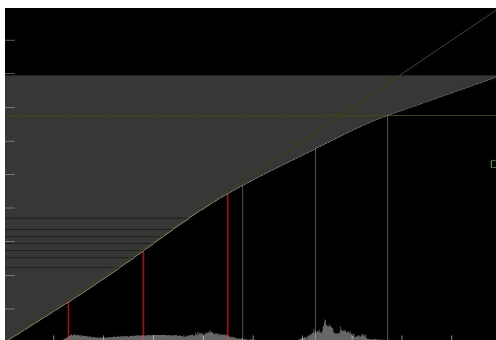
菁彩 HDR 采用动态元数据映射方案，可以根据不同场景的特点，结合终端的最大显示能力，生成不同的映射曲线，更好地还原创作者的原始意图。以下示例高山场景和鲜花场景均对应了不同的映射曲线。



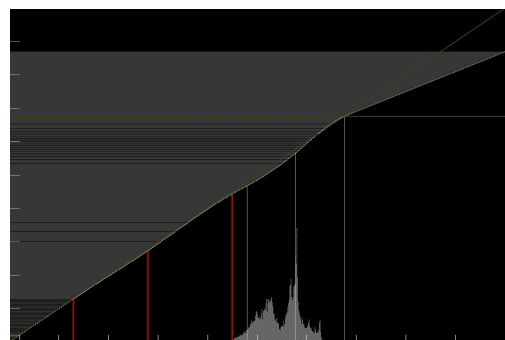
1) 高山



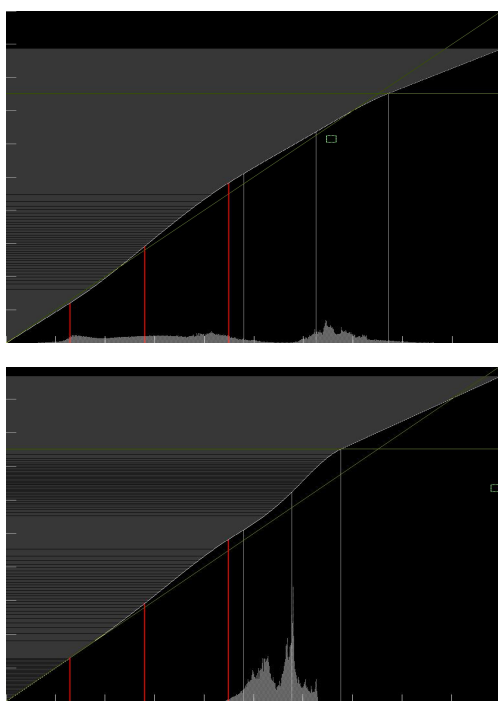
2) 鲜花



1a) 500nit



2a) 500nit



1b) 1000nit

2b) 1000nit

图 8 亮度对比

在一般的映射方案中，往往比较容易出现高光区域细节丢失的情况，也称为过曝现象。菁彩 HDR 采用动态元数据，基于对场景的分析，构建映射曲线，高亮部分得以有层次地保留；同时将终端显示设备的能力纳入考量，原始场景会得到最大程度的视觉还原。



图 9 亮区细节保护 (右图为菁彩 HDR 效果)

若仅仅考虑源中的高亮区域，为了使其正常显示而将整条映射曲线压得过低（类似 S 型曲线），最终显示设备上的暗部细节将会丢失。菁彩 HDR 通过 phoenix 分段映射曲线的

设计，针对较暗区域可实现不对其亮度进行压缩（采用直线映射），保留了原有的细节。

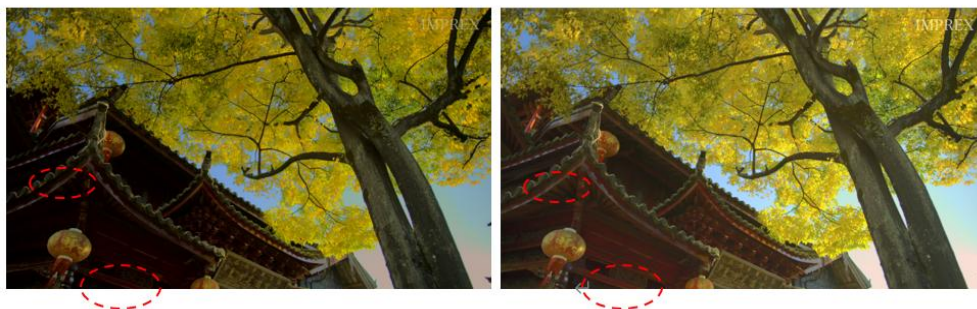


图 10 暗区细节保护（右图为菁彩 HDR 效果）

当亮度发生变化时，颜色色相往往会发生偏移失真，菁彩 HDR 方案在利用映射曲线进行亮度映射后，还会针对色相进行校正与补偿，使其更加接近片源的原始风格。



图 11 颜色校正（右图为菁彩 HDR 效果）

5. 菁彩 HDR 进展与发展建议

5.1 当前进展

菁彩 HDR 标准发布两年以来，在内容供给、制作工具、服务平台、编码传输、芯片、终端设备等产业链各环节均取得了一系列突破。

2022 年 1 月 30 日，国家广电总局发布《高动态范围电视系统显示适配元数据技术要求》（GY/T 358-2022）行业标准，该技术的核心技术已实现在超高清视频内容制作、编码、接收、解码、显示等端到端的全产业链布局，率先应用于北京冬奥会、冬残奥会的相关转播活动。

中央广播电视总台在 2021 年初开始 8K 超高清视频制播公共服务平台的建设和试播，按照“科技冬奥 8K 看奥运”的目标要求，CCTV-8K 频道于 2022 年 1 月 24 日正式开播，在全球首次实现了 CCTV-8K 频道进网入户和百城千屏 8K 公共大屏展播，菁彩 HDR 作为其中的关键技术得到了展示。

爱奇艺、腾讯视频、优酷等互联网视频内容服务公司在各自产品中都应用了 HDR 技术。爱奇艺于 2021 年 9 月实现全量 HDR 内容支持菁彩 HDR，2022 年 8 月进行了“云上北影节——HDR Vivid 展映”，大量高品质内容以菁彩 HDR 标准播出。

中国移动咪咕公司在全产业链伙伴的支持和协同下，率先在欧洲杯相关活动中进行了示范应用，并在 2022 年初的北京冬奥会、冬残奥会全程应用菁彩 HDR 直播。2022 年 8 月上线了《一叶茶，千夜话》菁彩 HDR 格式内容，引导消费者踏上一场纵贯中西的超高清世界茶文化之旅。

截至到 2022 年 10 月，电信运营商 IPTV 用户超过 3.7 亿，4K/8K 智能机顶盒支持菁彩 HDR，会为用户提供更真实的菁彩超高清视频体验。根据电信运营商 IPTV 业务规划和集采要求，中国电信 4K 智能机顶盒、移动魔百和均支持菁彩 HDR。

在百城千屏等大屏应用方面，众多屏幕厂家积极参与 UWA 联盟相关标准制定工作。通过菁彩 HDR 技术加持为户外大屏能够带来超高清晰度、超高亮度、超高对比度、高刷新率和广视角、广电级超高清画面显示。

在 2022 年 11 月卡塔尔足球世界杯，中国移动携手世界超高清视频产业联盟共同推动菁彩 HDR、Audio Vivid 商用落地，打造纤毫毕现、声临其境的视听盛宴。这也是我国自主超高清音视频标准首次用于世界杯直播，国产超高清音视频标准进入“移动端规模化商用”时代。

另外，在短视频、网络直播、VR/XR、游戏、微信视频以及在工业、农业、医疗健康行业应用领域，产业伙伴都在积极应用创新技术，菁彩 HDR 也在各种业务场景得到探索和实践。

5.2 发展建议

菁彩 HDR 技术标准在内容制播、认证、运营、编解码、终端呈现、用户体验、效果评测等领域均开始进行下一步规划。同时也呼吁产业届齐心协力，共同推动产业的规模发展。

1. 构建开放产业生态

吸引世界范围优质产业资源加入到标准体系的产业生态构建中，加快技术标准在广播电视、新媒体、影视娱乐等方面的应用推广。构建端到端产业链，推动上下游深入合作，促进标准的规模应用。

2. 以应用示范推动标准普及

以重大赛事、活动推动标准应用与普及。推动在文娱、工业制造等领域的应用，打造标杆案例。以体育、娱乐等重大活动赛事为抓手，推动标准先行先试，以具体落地案例促进产业链上下游的深度合作，提升观众认知。

3. 鼓励企业加快应用与研发

面向未来 2-3 年，通过加快部署面向个人、家庭、车载、影院、行业的应用，鼓励内容制作行业，分发平台加快内容制作和分发，加速产业链构筑，推进行业演进，构筑未来超高清视音频产业的技术和人才基础。

附录

附录 1：缩略语说明

- 元数据 metadata:

描述视频或者图像处理过程中需要的关键信息或者特征。

- 静态元数据 static metadata:

视频中保持不变的元数据。

- 动态元数据 dynamic metadata:

随一段视频或者图像变化的元数据。

- PQ HDR:

采用符合 GY/T 315-2018 PQ 格式传输的视频。

- HLG HDR:

采用 GY/T 315-2018 HLG 格式传输的视频。

附录 2：索贝后期制作解决方案

在视频内容制作流程上，需要对拍摄完的视频内容做后期的处理，使其形成完整的影片，其中借助 HDR 技术对影视内容进行后期调色是后期制作场景中最重要的一环。目前，索贝 Editmax 超高清非线性编辑系统实现了完整的菁彩 HDR 后期制作方案，包括业务流处理、编解码、素材编辑等各个环节。本节重点描述索贝端到端后期制作案例。

索贝 Editmax 非线性编辑系统目前已在制作的全流程中加入了基于 PQ 曲线的 UWA 菁彩 HDR 标准。菁彩 HDR 制作能够呈现丰富色彩及层次，提高明暗对比，还可以增强纵深感及细节，画面将更加趋近真实世界。同时，Editmax 支持菁彩 HDR 元数据参数调节，能够对画面暗部、中间调以及亮部的对比度、饱和度等画面细节进行调节，并将调节结果写进元数据，可用以适配不同显示能力的设备亮度。

1. 制作环境搭建



图 12 制作环境示例

制作环境的搭建主要包括工作站、调色系统、调色台、监视器及其他显示设备，参考案例具体推荐型号及说明见下表：

表 3 配置参数

软硬件类型	推荐型号	补充说明
工作站	索贝 Editmax11.5 非编工作站 或苹果 Mac/pro工作站 或 HP/Z8G4	取决于实际选用的软件系统 索贝工作站详细的系统配置与安装步骤见 附录 6.2.5 及 6.2.6 章节
调色系统	索贝Editmax 实现了菁彩 HDR 元数据及母版制作 Davinci/Resolve/18 调色系统, 已支持菁彩 HDR 制作 Baselight5.3 支持菁彩 HDR 制作流程 (新增)	调色系统需满足支持 PQ/HLG/HDR工作流程, 并支持 709/P3/Rec2020 与 OETF 间切换组合, 并对 ACES 流程提供完善支持
调色台	Tangent/Element 调色台或更高配置	——
HDR 监视器	监视器型号 Apple/XDR/Canon/DPV-2420、DPV-3020、DPV-2410/Sony/BVM-X300、BVM-HX310/康维讯 KUM-3120QD/Ezio/CG3146/Postium/OBM-N310-NB/TVlogic/LUM-310X/Dolby-4220/pulsar	支持 ST2084/HLG/OETF 具备至少 1000nit 峰值 亮度 200000: 1 对比度 监视器 HDR 模式经过严格校准 GrayScale/DeltaE2000<2 色域范围需完全覆盖 P3, Rec2020 模式下至少覆盖 90%/Rec/2020色彩空间 工作环境需满足18%灰度暗室, 并提供显色性 90%以上的 P3 光源监视器需定期校准
SDR 基准目标监视器	——	满足标准 Rec709色彩空间覆盖 平均 DeltaE-2000<1 至少 1000: 1 对比度 亮度 100nit±5 支持 Legal 信号
参考显示设备 (手机、平板、电视)	通过菁彩 HDR 认证的型号请参见官网	通过菁彩 HDR 认证

等)		
----	--	--

2.业务流处理

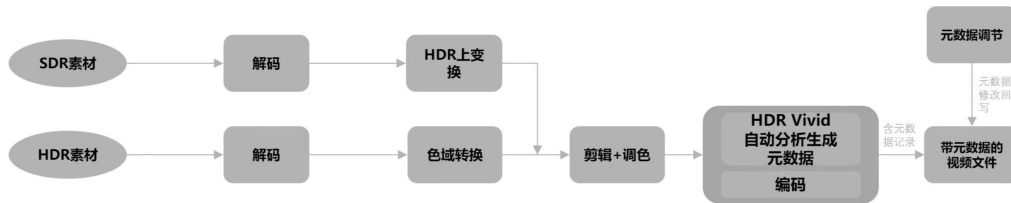


图 13 业务流程

在素材输入部分，SDR/HDR 视频素材在索贝后期制作工作站点进行视频编辑、调色、调音等一系列后期制作流程后，可直接在 Editmax11.5 非线性编辑软件中自动分析生成带菁彩 HDR 元数据的视频文件，输出完成后，还可进入导演模式对菁彩 HDR 视频文件的亮度、对比度和饱和度等细节微调，并将调节结果实时回写进素材文件的元数据中，实时反馈在监看画面中，最终输出完整的带菁彩 HDR 元数据的节目视频文件。

3.编解码

支持 XAVC MXF 和 H265 MP4 格式，菁彩 HDR 元数据保存于视频文件内部。

4.操作步骤

1) .建立 PQ 域时间线。

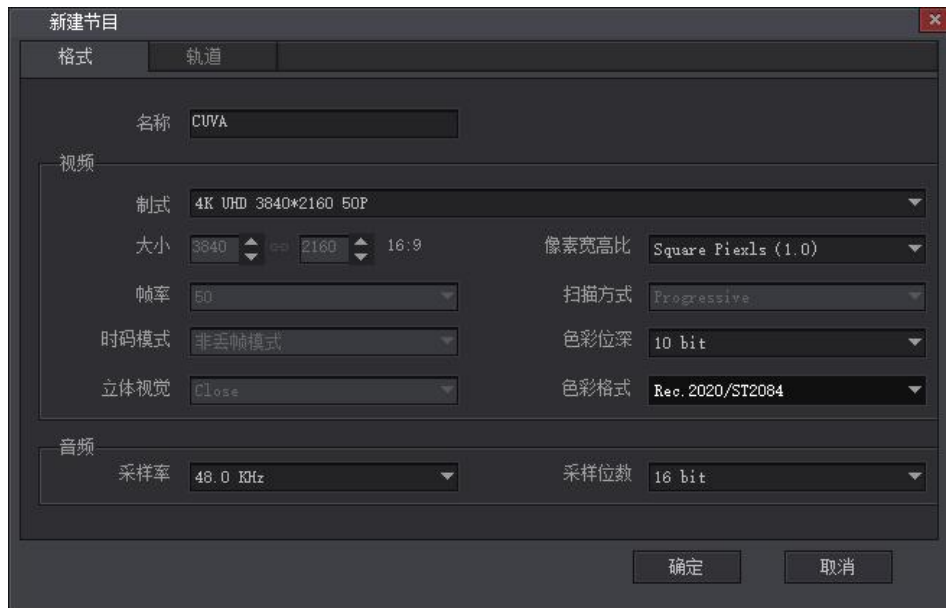


图 14 PQ 操作示例

2) 时间线上素材进行剪辑和调色。

详情请参考<Sobey_Editmax11_v11.5.0_超高清非线性编辑系统用户手册>

3) 生成带元数据的视频素材。

4K 素材生成参数配置：



图 15 素材参数配置

高清素材生成参数配置:



图 16 输出参数配置

4) 动态元数据调节。

时间上已生成视频素材，右键点击“动态元数据调节”，进入元数据调节窗口，可对画面暗部、中间调以及亮部的对比度、饱和度等细节进行调整，并通过“回写文件”将调节结果实时回写进素材文件的元数据中。

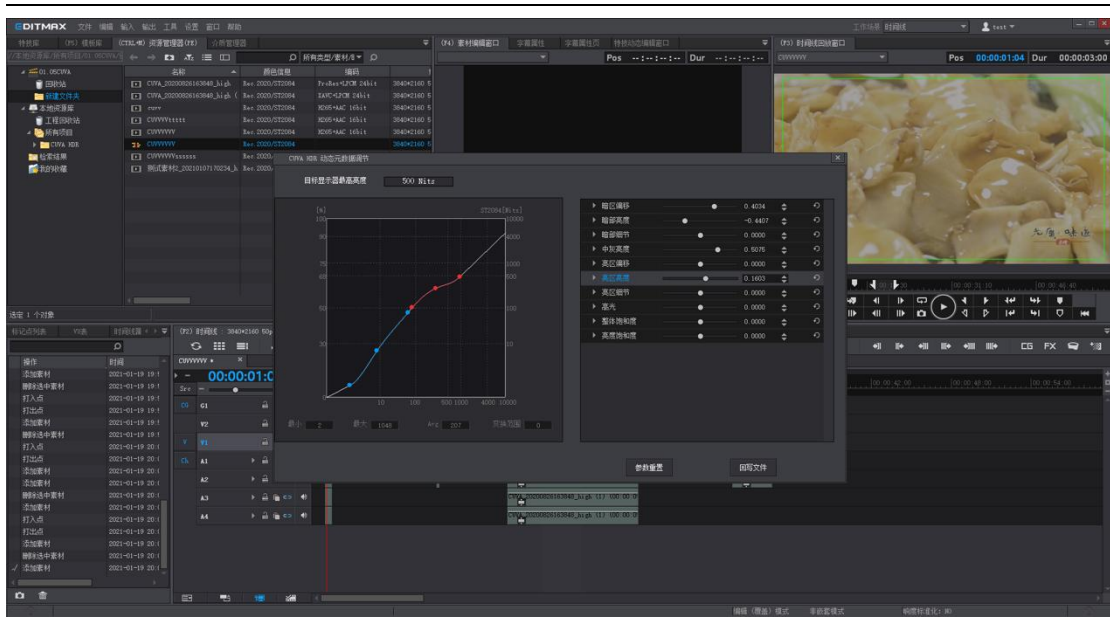


图 17 调节配置

5.系统配置

表 4 系统配置表

Editmax1 1.5 非编 工作站 HP/Z8G4	CPU	Intel/Xeon/6226R/2.9GHz (16 核) ×2
	内存	8GB/DDR4-2933/ECC 内存×24 (共 192GB)
	系统盘	480/GB/SATA/Enterprise/SSD 固态硬盘×1
	数据盘	内置数据盘：2TB/7200/rpm/SATA 硬盘*1 可选：4TB/7200/rpm/SATA 硬盘 可选：6TB/7200/rpm/SATA 硬盘 可选：8TB/7200/rpm/SATA 硬盘 可选盘个数 1~3 块
	显卡	NVIDIA/Geforce/RTX/2080Ti/11GB 显存高端图形显卡
	显示器	支持 2560*1440 27 寸宽屏液晶显示器×2 (双屏)
	监听	立体声耳机或音箱 若需要 5.1/7.1 监听，需要选配以下两种设备的其中之一

		种： 1、携带外置音频 USB 音效引擎的 5.1/7.1 声道耳机 2、支持 5.1/7.1 声道输出的声卡与对应数量的扬声器单元 1) 7.1 声道输出声卡可选配：RME/Fireface-802 2) 立体声输出声卡可选配：Focusrite/18i8（自带话放）
	操作系统	Windows/10/Pro/for/Workstations/64bit
	I/O 卡	1) 索贝 MG6000E/4K 超高清/高清/标清兼容广播级数字 I/O 卡 (3G-SDI×4) 2) Blackmagic/DeckLink/4K/Extreme/12G (12G-SDI) 3) Blackmagic/DeckLink/8K/Pro (12G-SDI*4)
	电源	1125 瓦
	软件	Editmax11.5.0

6.安装步骤

➤ 安装软件运行环境

- a) 运行安装包【Sobey_软件运行环境_3.2.2017.0925.exe】:
- b) 在其他向导页，直接点击“下一步”，直至完成安装。
- c) 重启计算机。

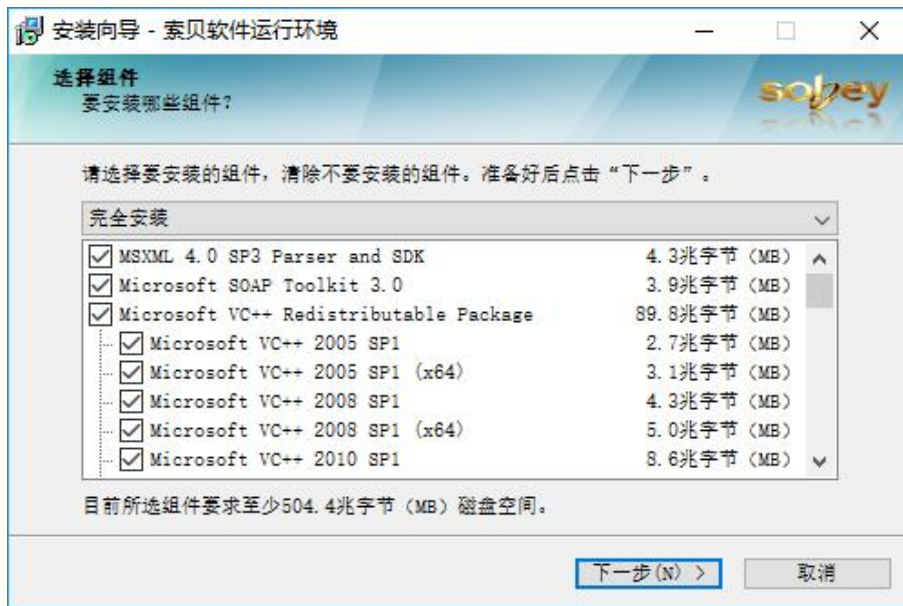


图 18 安装环境

➤ 安装 Editmax11.5 非编软件

运行安装包【Sobey_Editmax11_v11.5_Setup (64bit) .exe】

- 欢迎界面，直接点击下一步；
- 在许可证协议窗口，选择“我接受许可证协议中的条款”，点击下一步；
- 选择安装路径，使用默认路径：C:\Sobey>Editmax；
- 弹出提示框中选择“Yes”，点击“前进”：

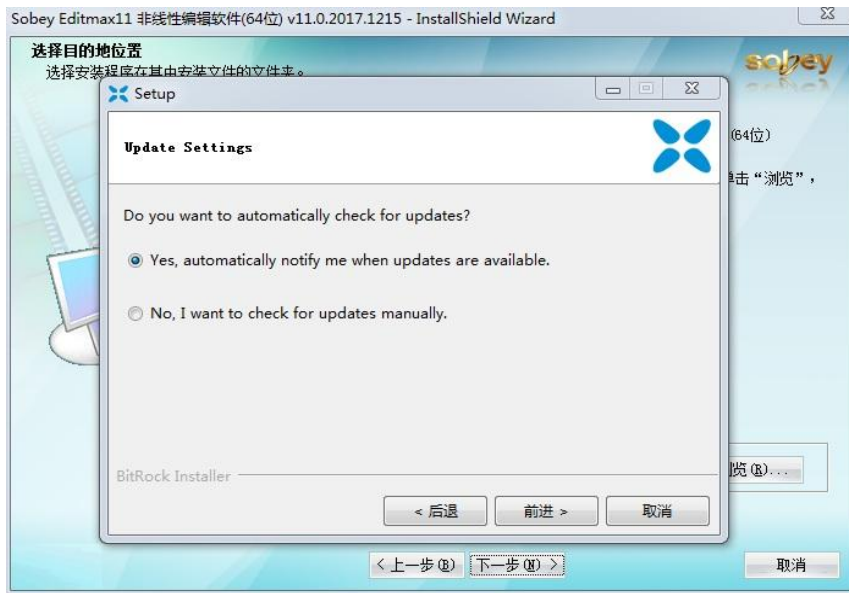


图 19 安装设置

e) 勾选上三项媒体类型，点击“前进”：



图 20 参数设置

f) 依次点击下一步，直至安装完成。

➤ **安装 Vernox 数据库**

安装服务端

- a) 运行安装包【Vernox 数据库_Server_v1.1_Setup.exe】，安装步骤如下：
- b) 选择安装路径，点击安装按钮，等待数据库安装；
- c) 安装完成后，找到 C:\Sobey\Vernox\Bin\VernoxConfiguration.exe，双击启动，点击“启动数据库”，启动后 Vernox 数据库服务状态显示运行中。

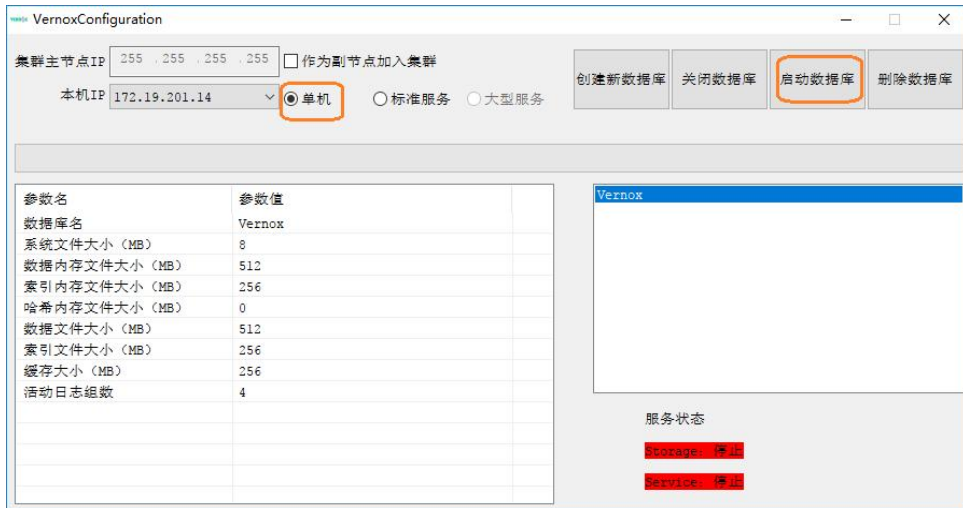


图 21 数据库启动设置

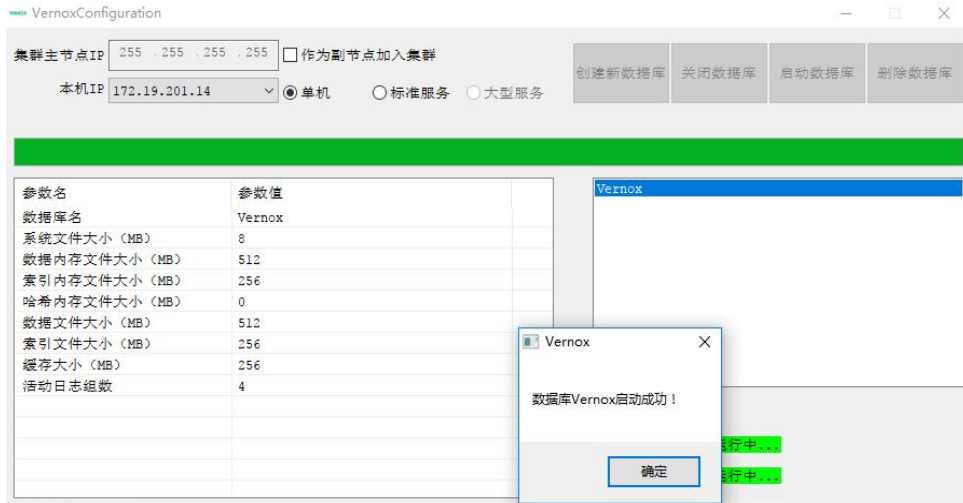


图 22 数据库启动设置

- 保证操作系统有可读写的 X 盘符，该路径是出厂默认配置。
- 对于单机使用，安装服务端即可；网络化使用，除安装客户端外，需首先进入服务端机器的 C:\Sobey\EX\MaterialList\bin\ETLocalDBSettingU.exe 进部门及用户设置：

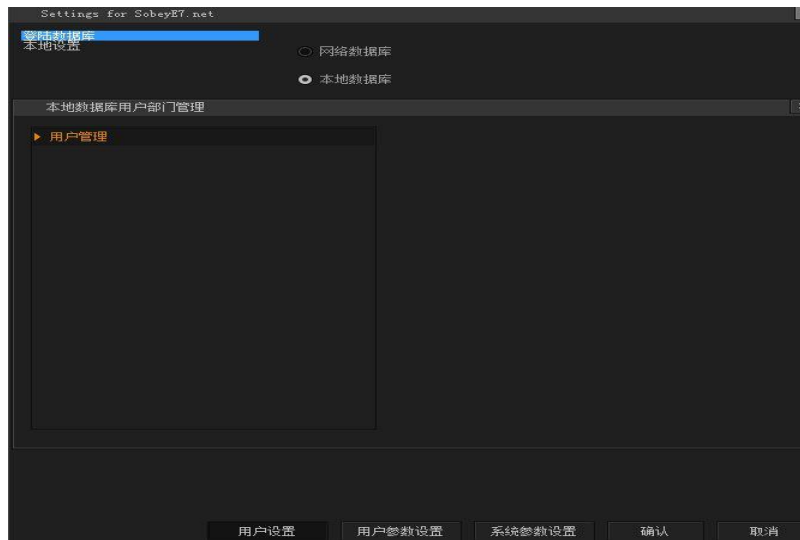


图 23 登录设置

➤ 修改配置文件，开启 HDR。

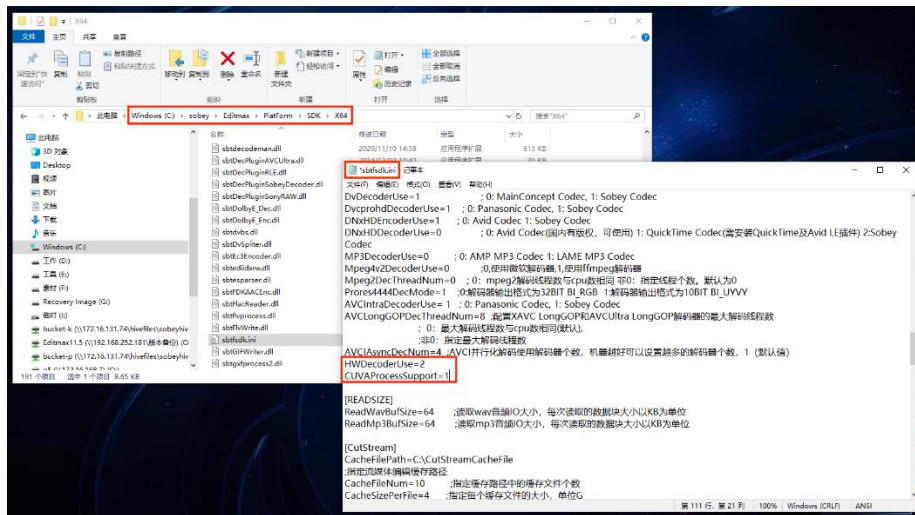


图 24 脚本设置

➤ 更新非编工作站 Nvidia 显卡驱动

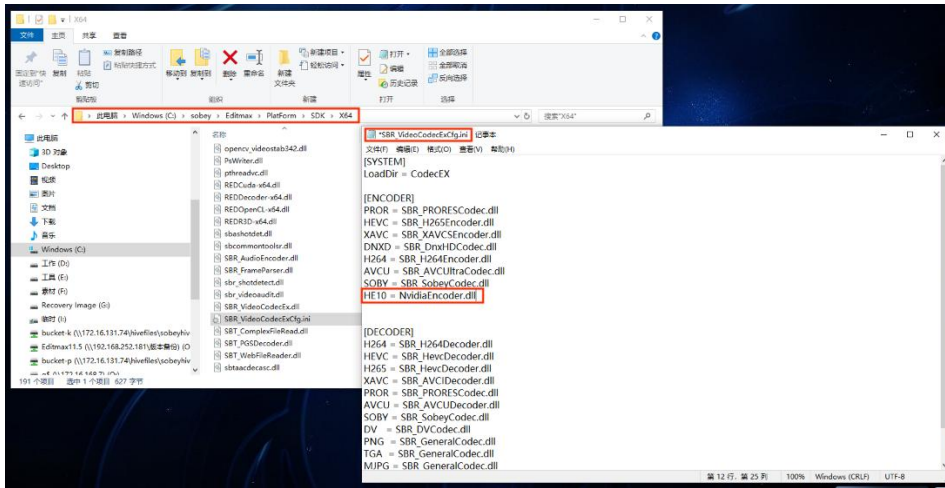


图 25 脚本显卡设置

附录 3: Baselight 菁彩 HDR 制作方案

Baselight 是 FilmLight 公司开发的业内领先的影视、广告调光调色完成系统，支持高性能的 4K/8K HDR/HFR 实时调色，为顶尖调色师提供最有力的支持，并协助他们高效的完成创意制作。Baselight 集成了优秀的 Truelight 色彩管理系统，能为用户提供从前期拍摄到后期剪辑、视效制作、调光调色等全流程的色彩管理技术。Baselight 广泛应用在世界各地的知名影视制作公司及电视制作机构中。

2022 年 4 月，FilmLight 公司宣布在其新版的 Baselight 5.3 中将支持菁彩 HDR 制作流程，开启了 FilmLight 公司与 UWA 的新的合作。随着菁彩 HDR 功能的不断迭代，目前的 Baselight 调色系统已经完全可以满足菁彩 HDR 调色及母版制作需求。

用户可以根据以下指南使用 Baselight 完成菁彩 HDR 视频制作：

1. 视频输出和连接

在本例中，使用 Baselight ONE 作为操作平台，通过视频输出链接两台监视器，一台是 Sony BVM-HX310 作为 HDR 标准母版监视器，另一台是 Sony PVM-A250 作为 SDR 标准高清监视器。为了同时获得 HDR 和 SDR 画面的实时监看，将 Baselight 的视频输出设置为立体模式，以实现两路视频能输出各自不同的色彩空间。

2. 标准 HDR 节目制作

用户首先要使用标准的 Rec. 2100: PQ / Rec. 2020 / 1000 nits 作为监看色彩空间，

然后进行各项调色操作，完成最基本的 HDR 节目调光调色。如图所示：

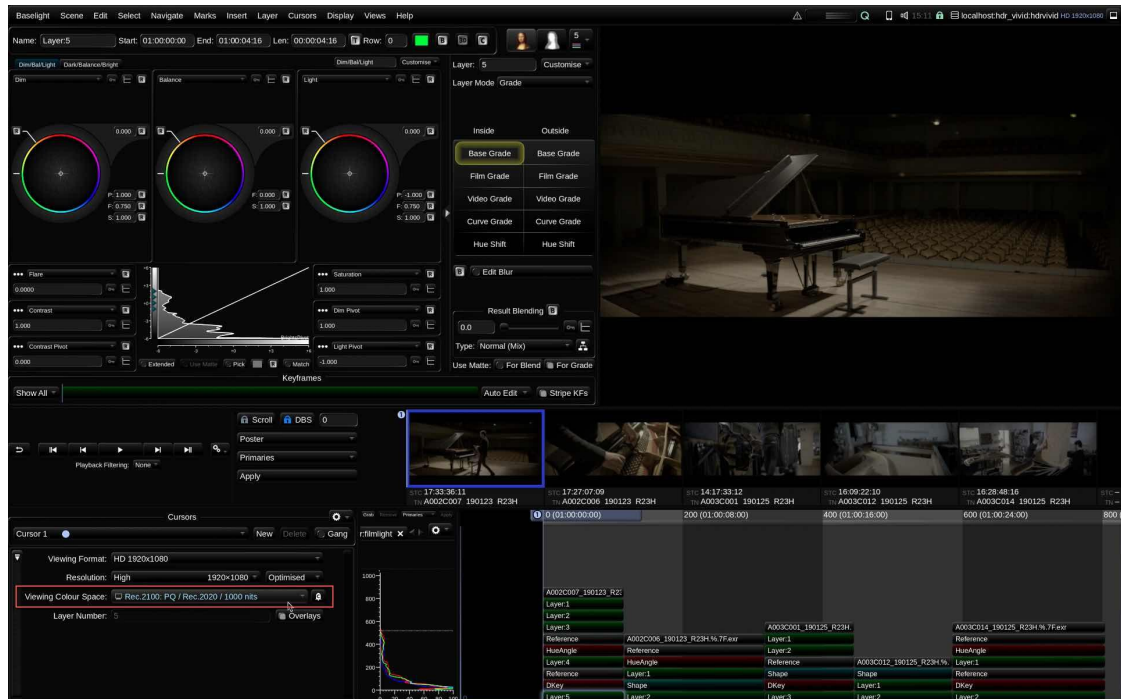


图 26 选择正确的 Viewing Colour Space

3.开启菁彩 HDR 功能

当调色在标准的 HDR 监视器下被创作人员认可后，调色师即可开始进行菁彩 HDR 的制作。首先调色师需要打开 Views 菜单下的 Scene settings，即场景设置对话框，然后打开 Format & Colour 选项，在 Advanced 高级选项下可以看到带有菁彩 HDR 标志的设置区，将“Enable 菁彩 HDR”点亮，然后根据当前调色母版监视器的亮度，选择正确的母版显示亮度 (Mastering Display Brightness)。在这里为了匹配当前 HDR 监视器的亮度，选取 1000nits，如图所示：

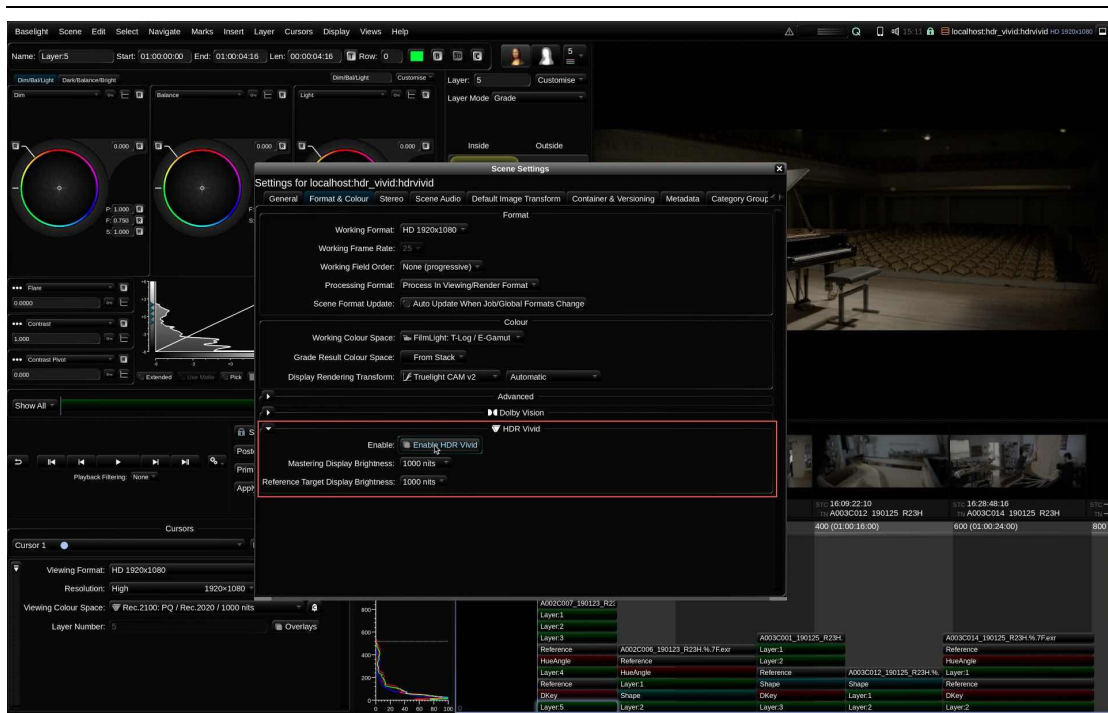


图 27 开启菁彩 HDR

当开启了菁彩 HDR 功能之后，Baselight 的 Viewing Colour Space 将自动切换为带有菁彩 HDR 标志的对应色彩空间，代表 Baselight 已经进入到菁彩 HDR 的算法制作控制中。

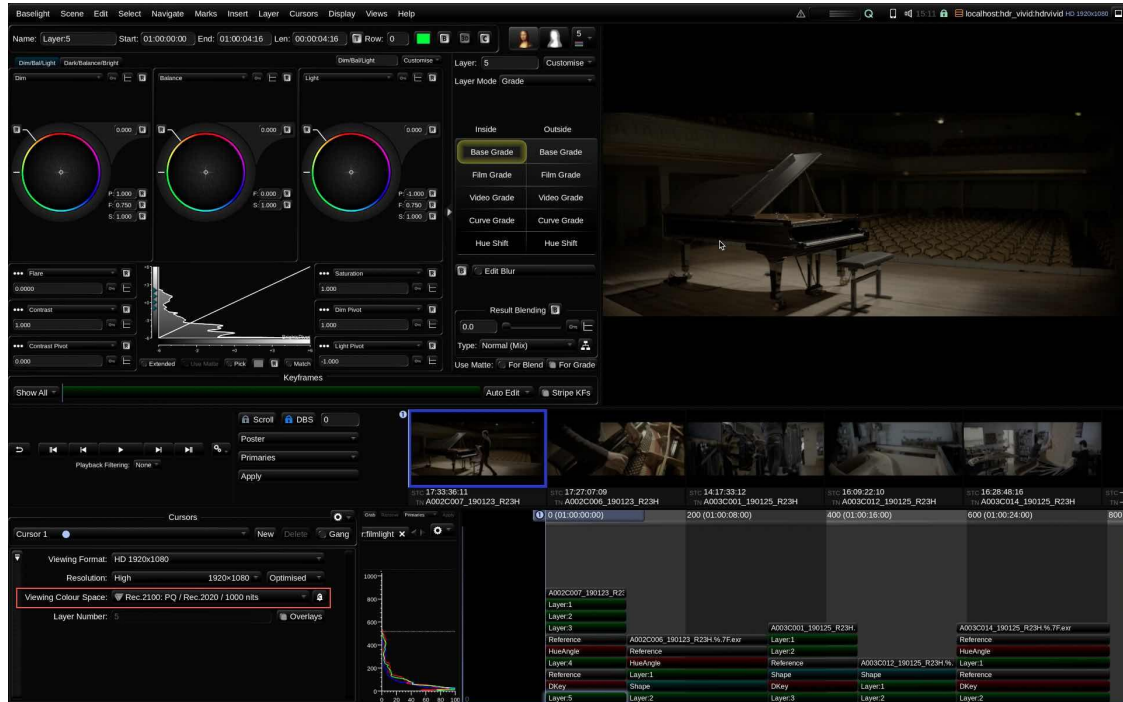


图 28 切换到带有菁彩 HDR 标志的色彩空间

4.添加菁彩 HDR 效果层

开启菁彩 HDR 功能并设置正确的母版显示亮度之后，就需要通过 Select 菜单选取所有调色堆栈的最下层，即最终的调色结果层，并通过点选 Insert 菜单中的菁彩 HDR 添加菁彩 HDR 效果，添加完毕后每个调色堆栈将有一个独立的菁彩 HDR 效果层，如图所示：

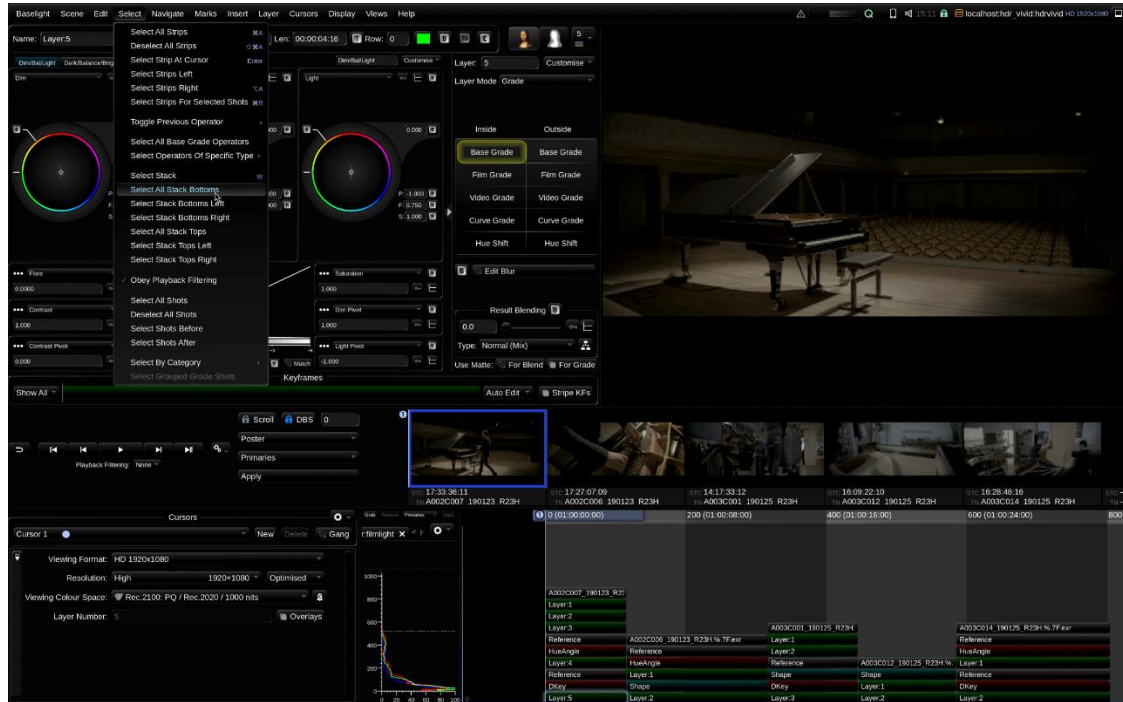


图 29 选择调色堆栈最下层

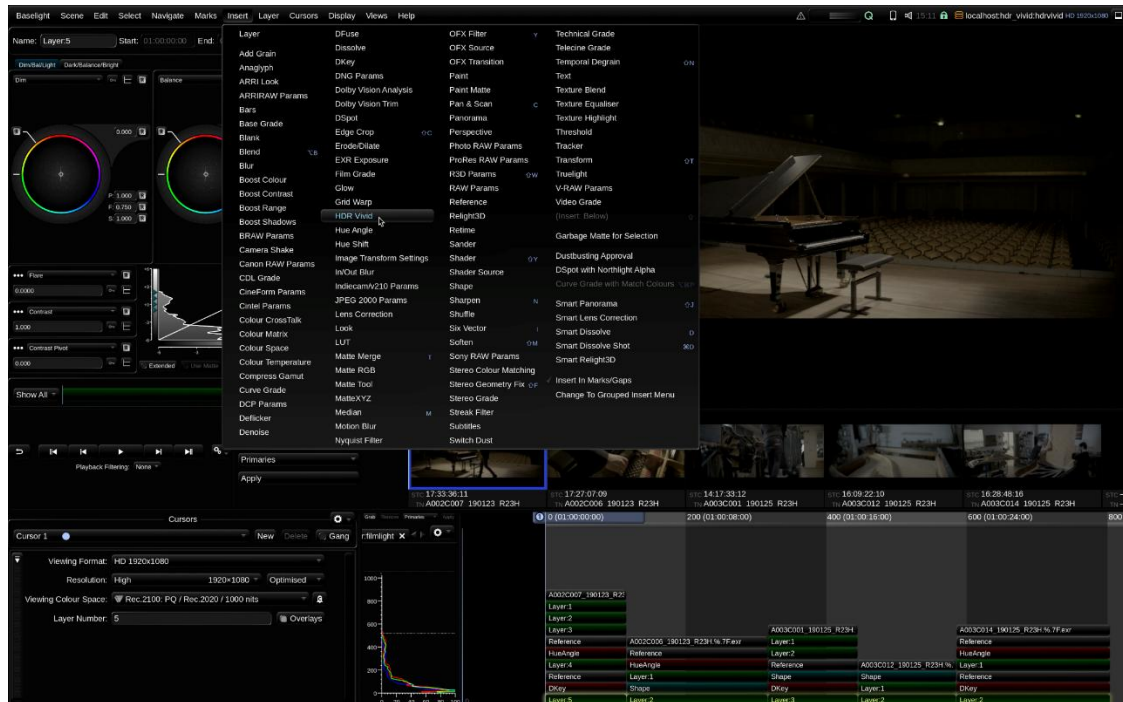


图 30 添加菁彩 HDR 效果层

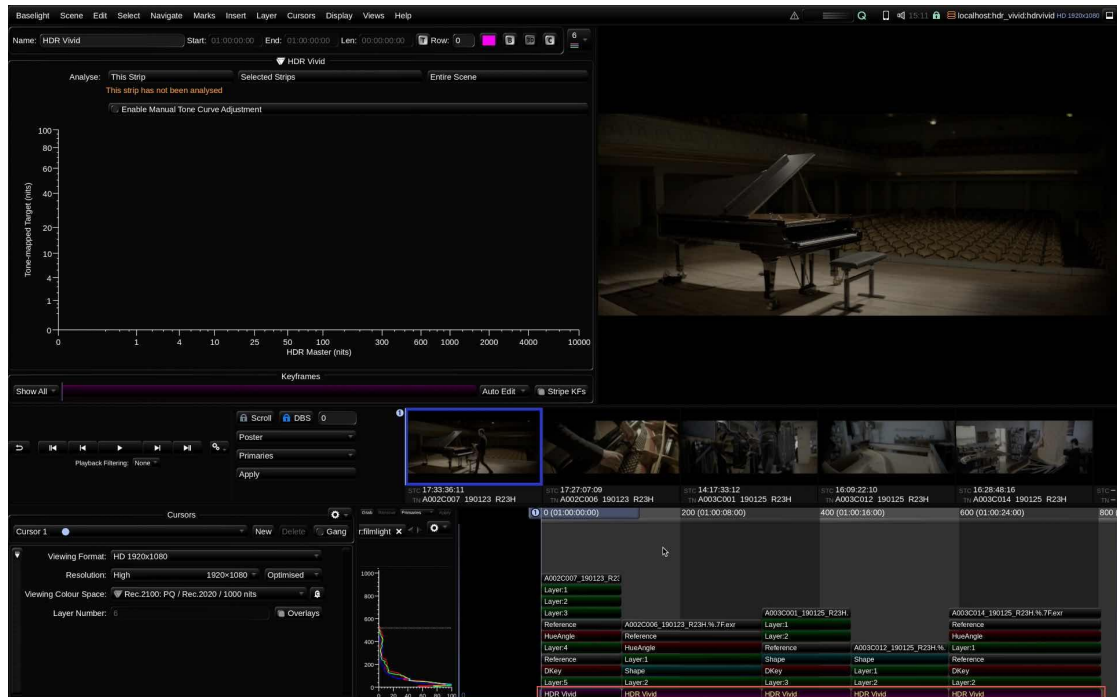


图 31 菁彩 HDR 效果层添加完毕

5. 自动分析和曲线映射

在每一个调色堆栈下添加了菁彩 HDR 效果层之后，就可以利用菁彩 HDR 的算法对单个镜头、所选的多个镜头或者整个时间线进行自动分析。分析完成之后，系统将显示出计算分析得出的曲线图，如图所示：

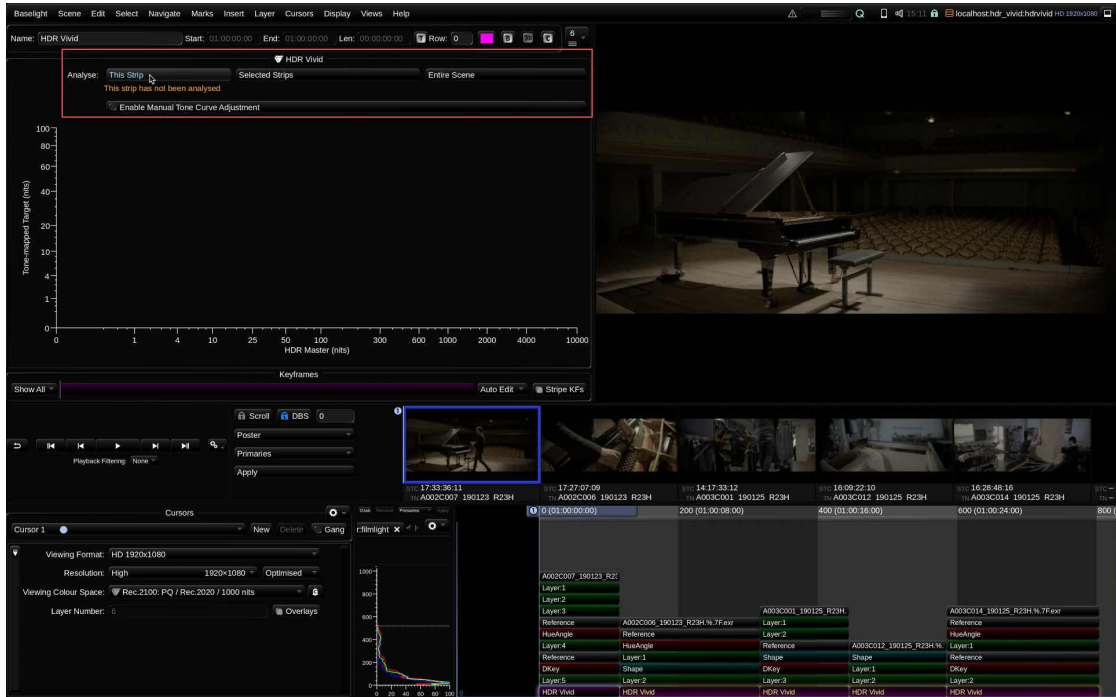


图 32 进行自动分析

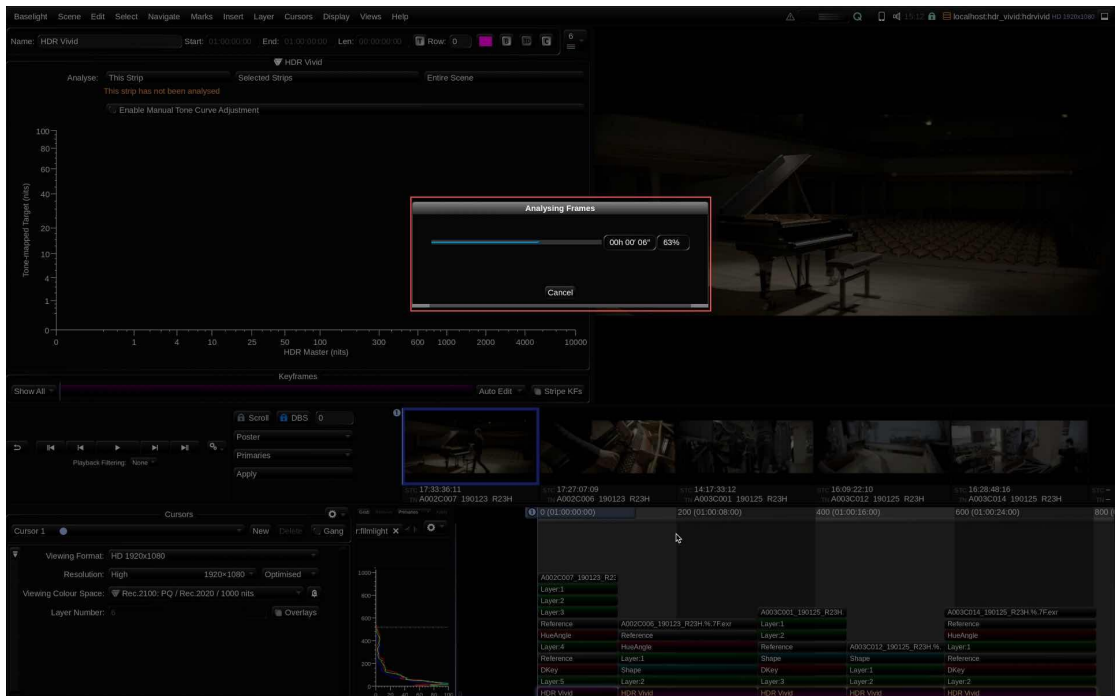


图 33 分析进行中

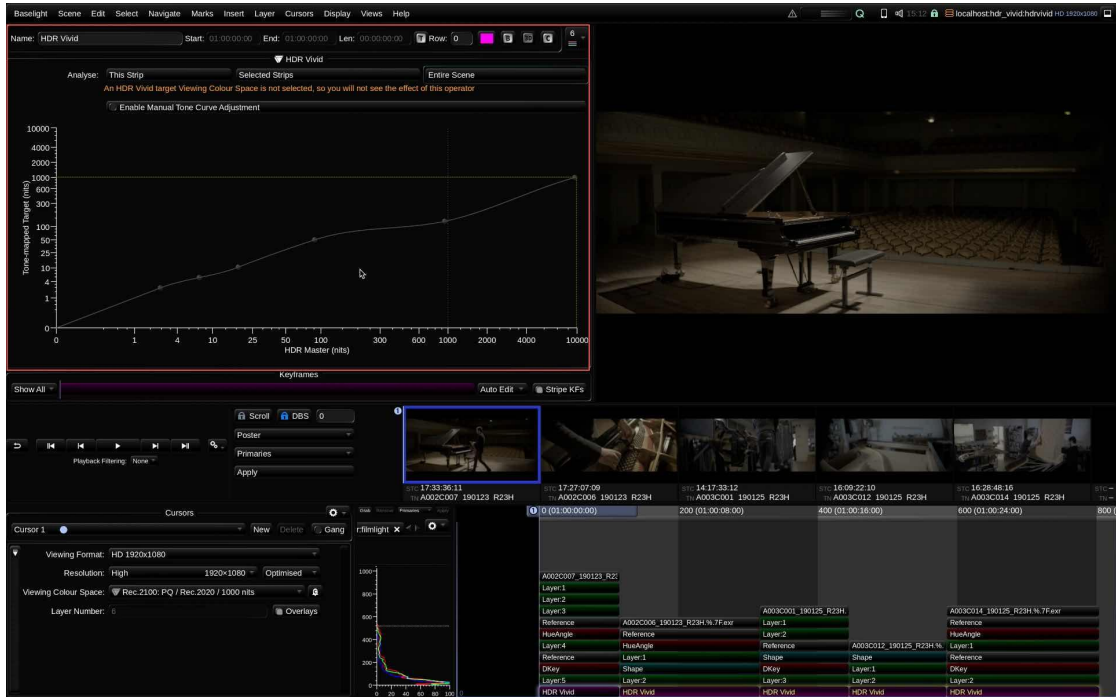


图 34 自动分析完毕

6. 监看与人工微调

完成自动分析之后，用户可以根据连接的监视器选择不同的监看色彩空间（带有菁彩 HDR 标志），即菁彩 HDR Target Displays，由于连接了标准高清监视器，本例中选取了 Rec. 1886: 2.4 Gamma/Rec. 709/100 nits 作为向下映射的色彩空间，如下图所示。此时，在连接的标准高清监视器上将呈现系统分析计算出的 SDR 画面。同时，左上角将显示曲线图，用户可开启 Enable Manual Tone Curve Adjustment 根据标准高清监视器上映射的 SDR 画面对计算结果进行手动微调，可以通过菁彩 HDR 提供的多个选项对画面进行中间调、暗部细节、高光、整体饱和度等细节进行调整，调整的结合将实时显示在标准高清监视器上，如图所示：

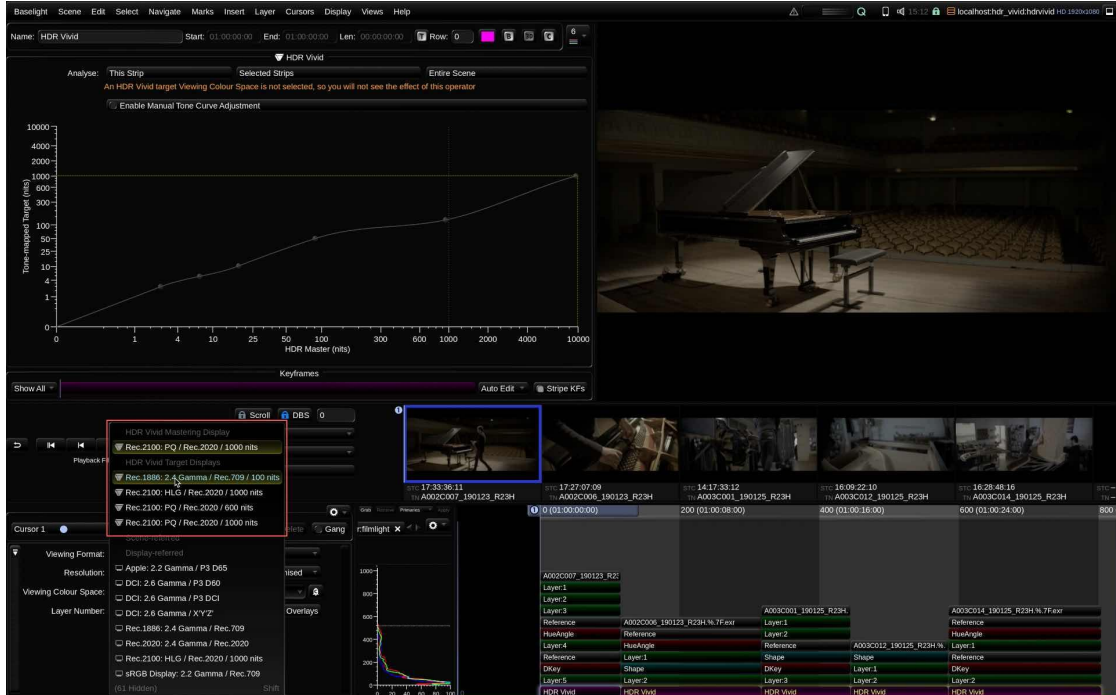


图 35 选择不同的映射色彩空间

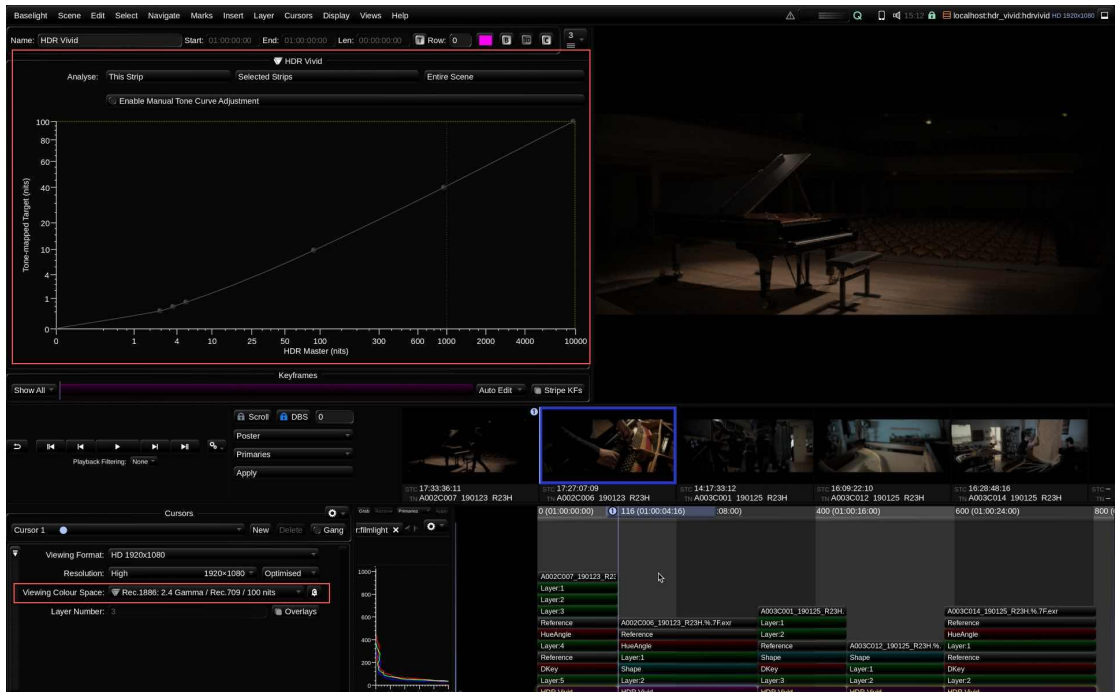


图 36 选择带有菁彩 HDR 标志的 Rec. 1886: 2.4 Gamma/Rec. 709/100 nits

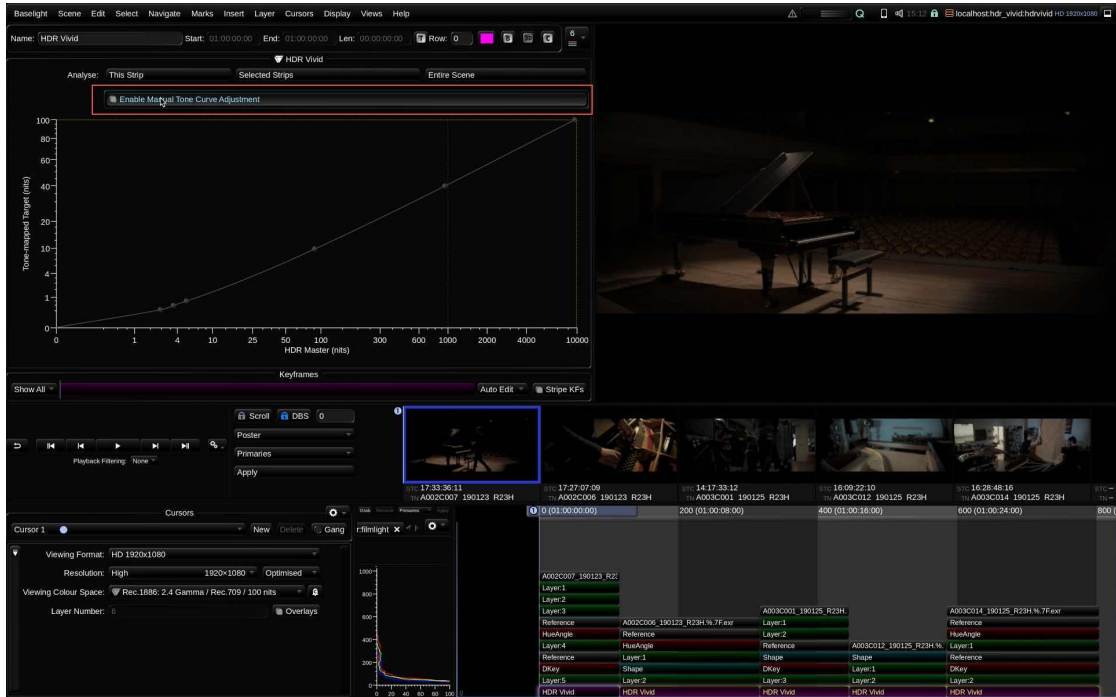


图 37 开启人工微调

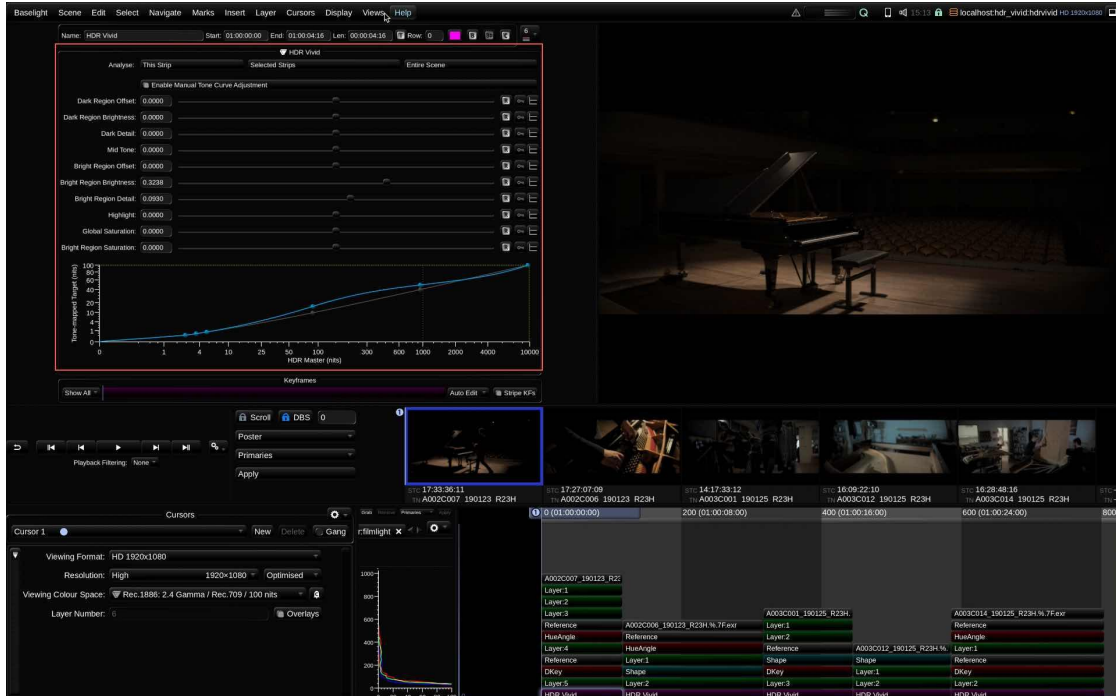


图 38 进行人工微调

7. 输出包含元数据的媒体文件

当完成全部镜头的菁彩 HDR 人工微调之后，用户可以选择输出包含元数据的特定媒体文件。此时需要打开渲染界面，在本例中将文件类型指定为 Quicktime Movie，选择编码为带有菁彩 HDR 标志的 HEVC 10bit hardware encoder，如下图所示。然后将 Render Colour Space 设置为带有菁彩 HDR 标志的 Rec.2100: PQ/Rec. 2020/1000 nits，并开启 Embed 菁彩 HDR Metadata，将元数据记录在渲染媒体文件中，如图所示。设置完成之后，提交最终渲染任务，完成菁彩 HDR 母版输出，如图所示。

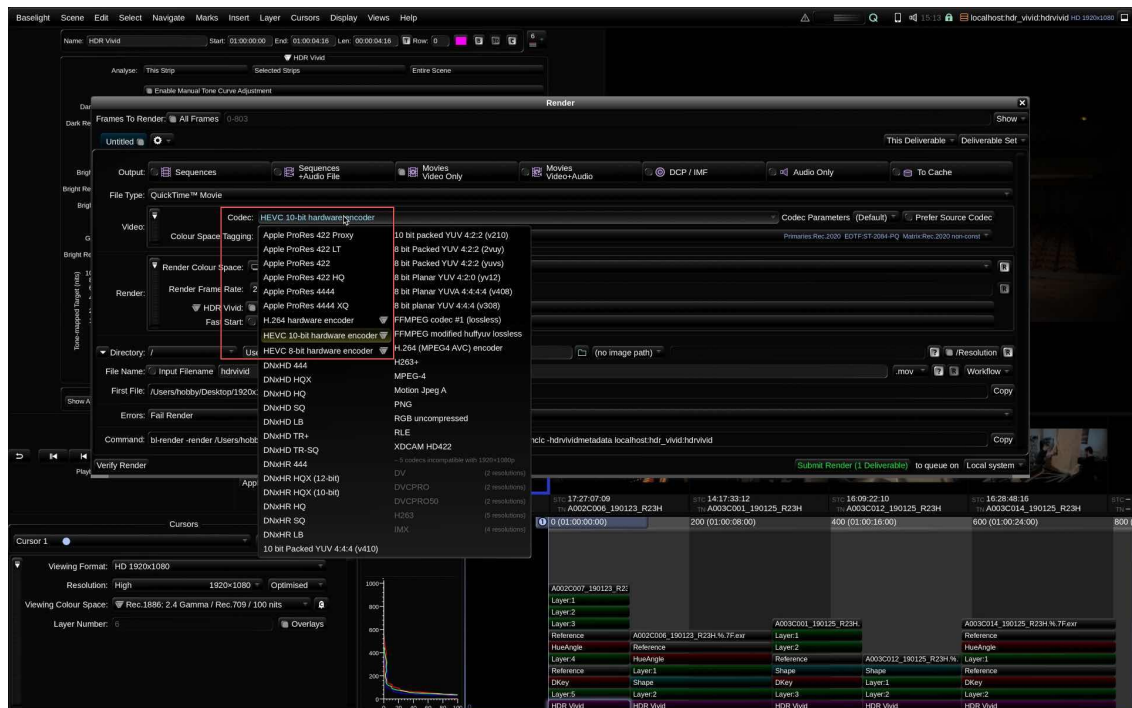


图 39 选择编码格式

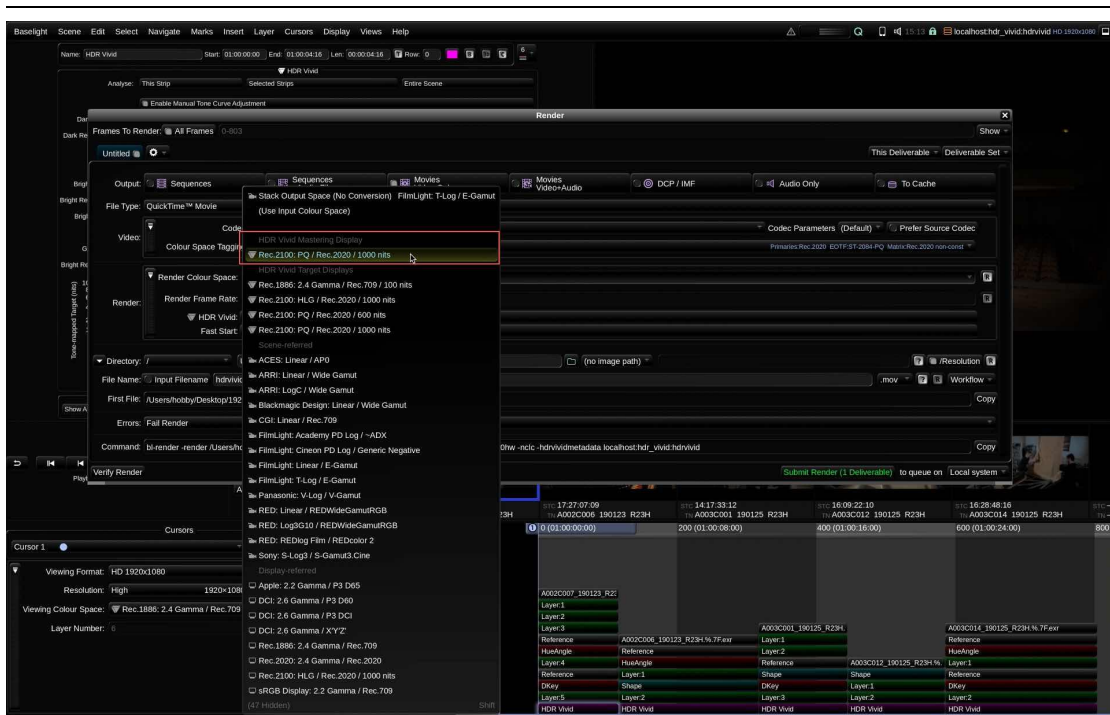


图 40 可选渲染色彩空间

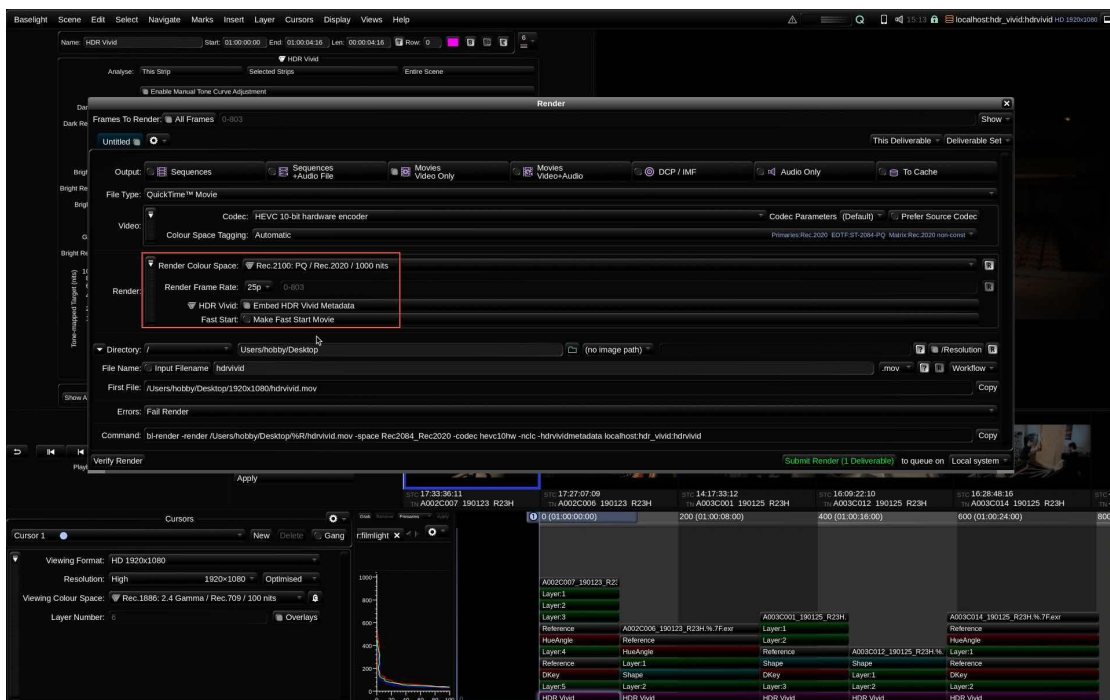


图 41 选择母版色彩空间并内嵌元数据

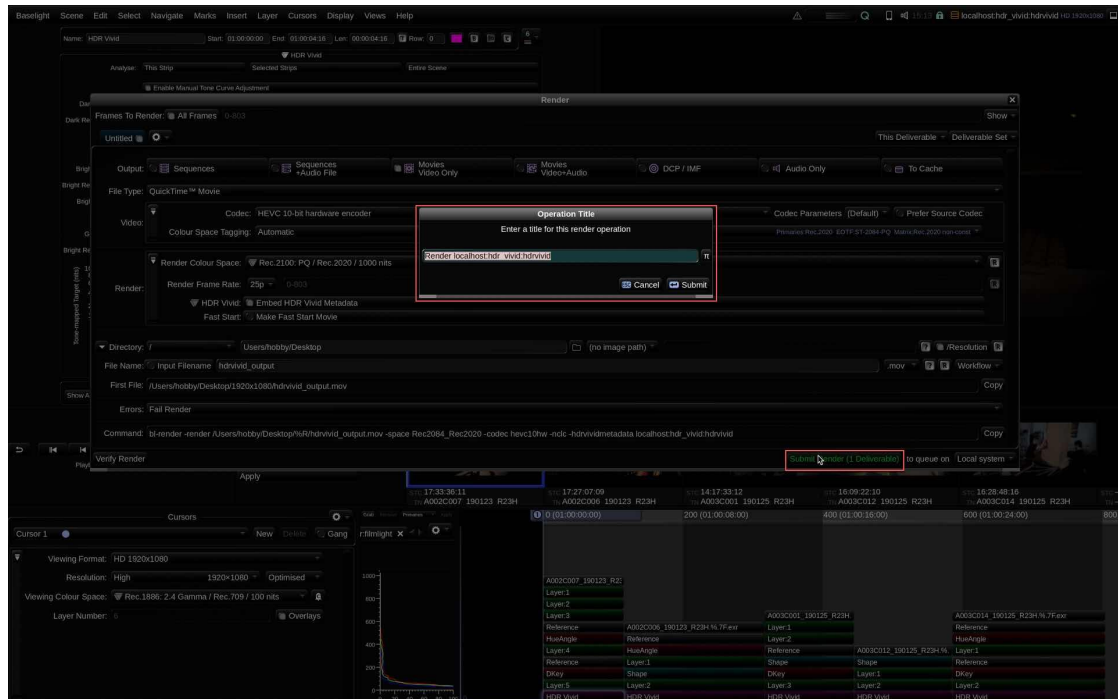


图 42 提交渲染

以上内容为简要的菁彩 HDR 操作指南，随着版本的不断更新，更新的版本也将在随后发布。

附录 4: 当虹 Arcvideo 在线多屏编转码方案

支持菁彩 HDR 的直播系统采用 X86 服务器架构，在出厂时预装操作系统及相应软件版本；在接入系统时，通过千兆或万兆以太接口与连接交换机，配置相应 IP 地址后，可通过浏览器访问系统操作界面进行使用。

1. 输入信源配置

用户可以通过直播系统进行不同格式输入源的 HDR 直播任务的创建，直播任务主要分为三部分：基础设定->输入信源->编码参数设置->输出配置，其中输入源可分别支持 SDI、IP、2110 信源支持，具体操作如下图所示。

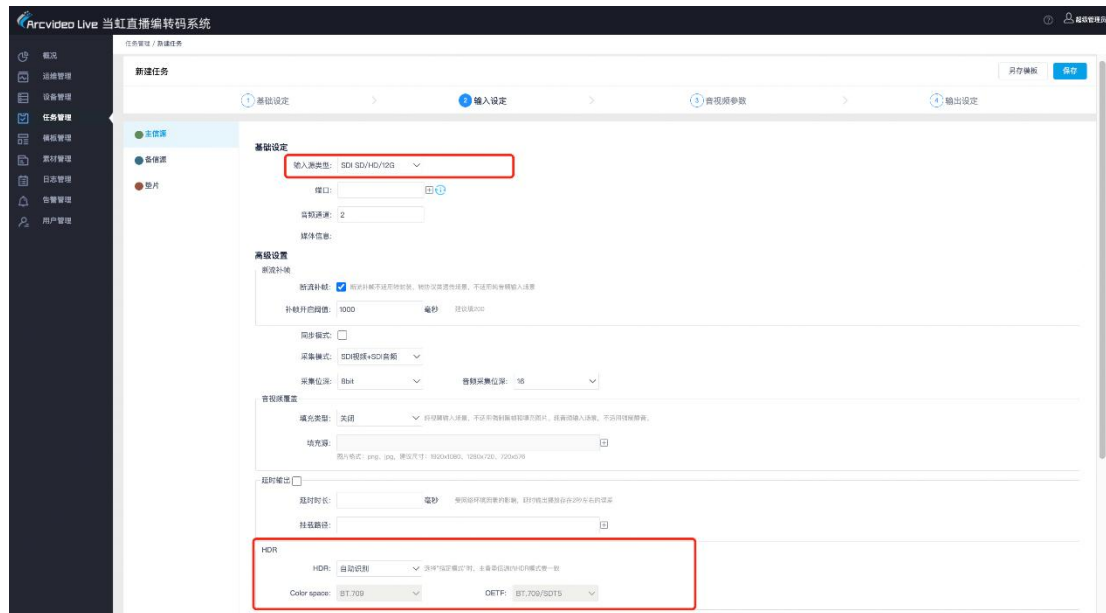


图 43 SDI 输入

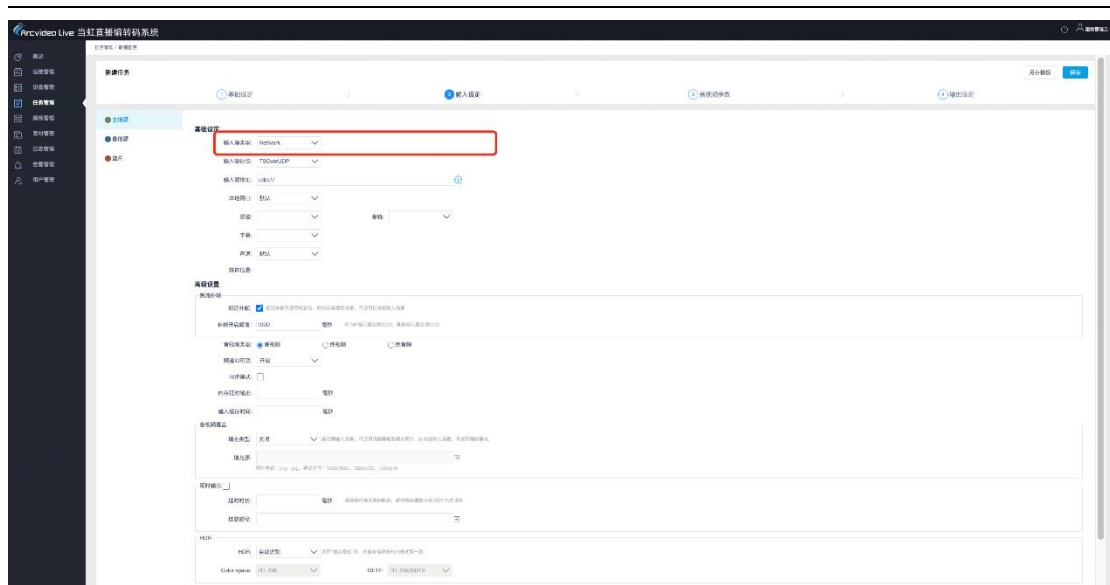


图 44 IP 输入

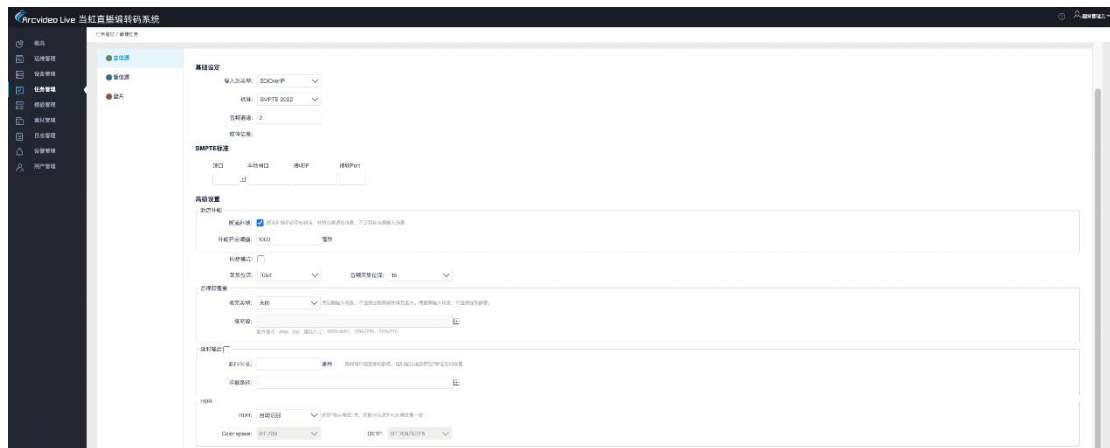


图 45 2110 输入

2. 编码参数及菁彩 HDR 配置

当输入源设置完成后，进行编码参数和菁彩 HDR 相应配置，直播系统可以支持多种编码参数类型配置设定。

- ① 当编码格式选择 H265，位深选择 10bit 后进行菁彩 HDR 设置如下：

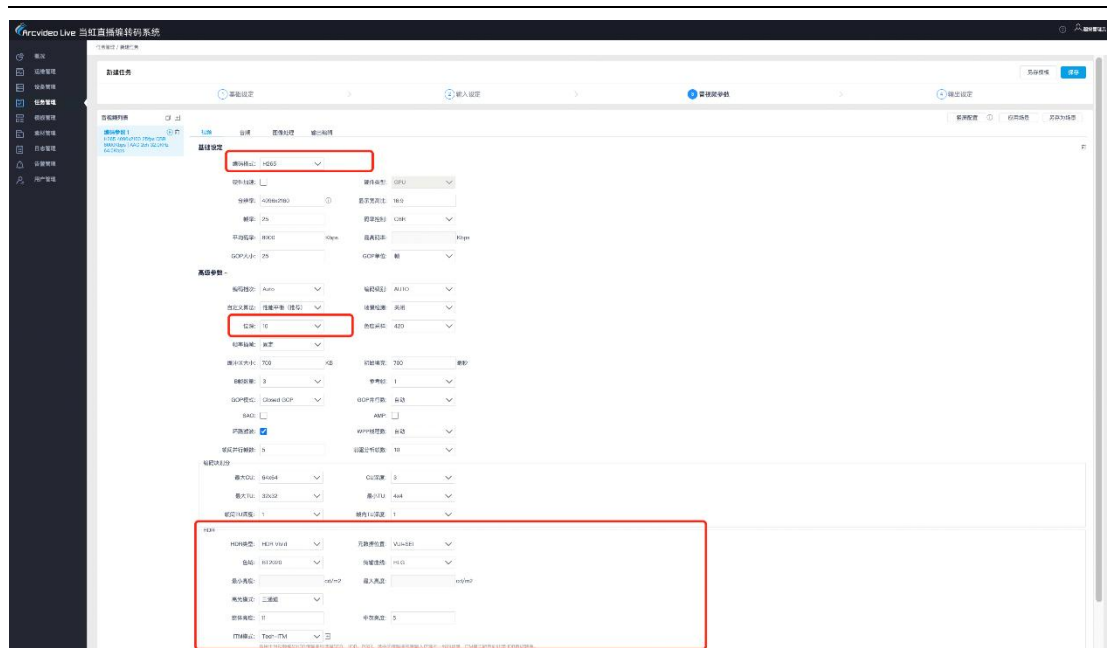


图 46 H265 及菁彩 HDR 配置

② 当编码格式选择 AVS2，位深选择 10bit 后进行菁彩 HDR 设置如下：

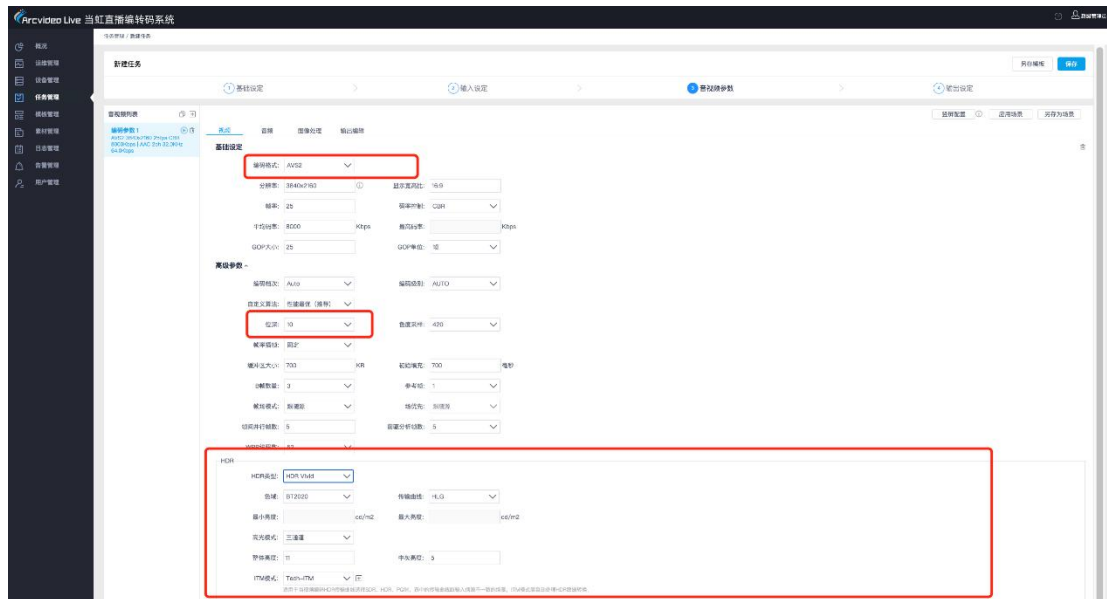


图 47 AVS2 及菁彩 HDR 配置

③ 当编码格式选择 AVS3，位深 10bit 进行菁彩 HDR 设置如下：

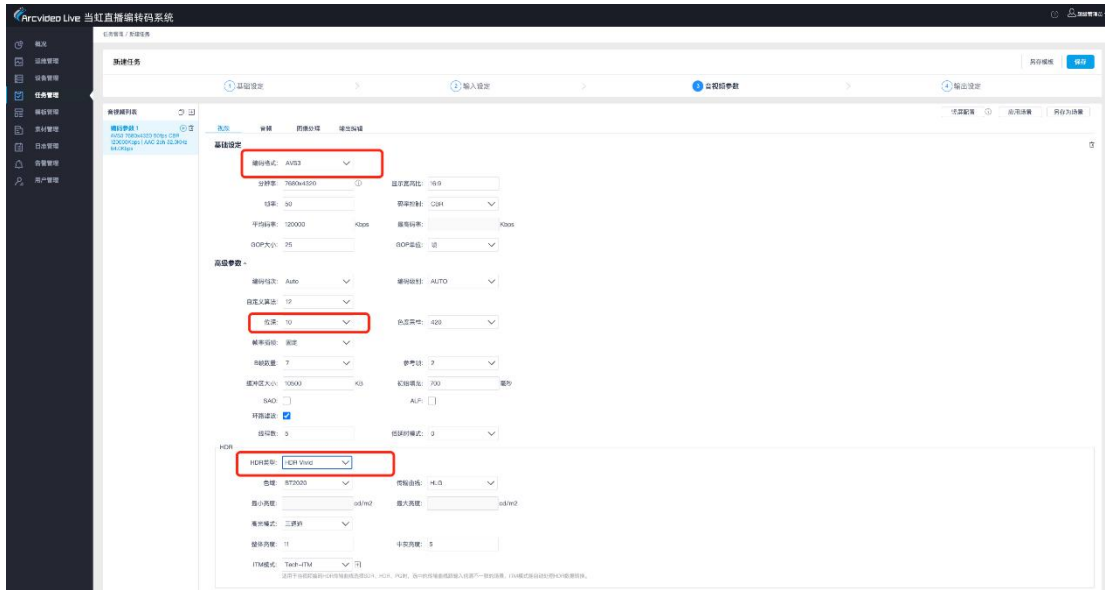


图 48 AVS3 及菁彩 HDR 配置

以上为支持的多种编码格式下的菁彩 HDR 的配置设置，此外 HDR 直播系统也支持 SDR 上变换菁彩 HDR 和 HLG 转换菁彩 HDR。当输入源为 SDR 时，支持编码上变换菁彩 HDR，如图所示。

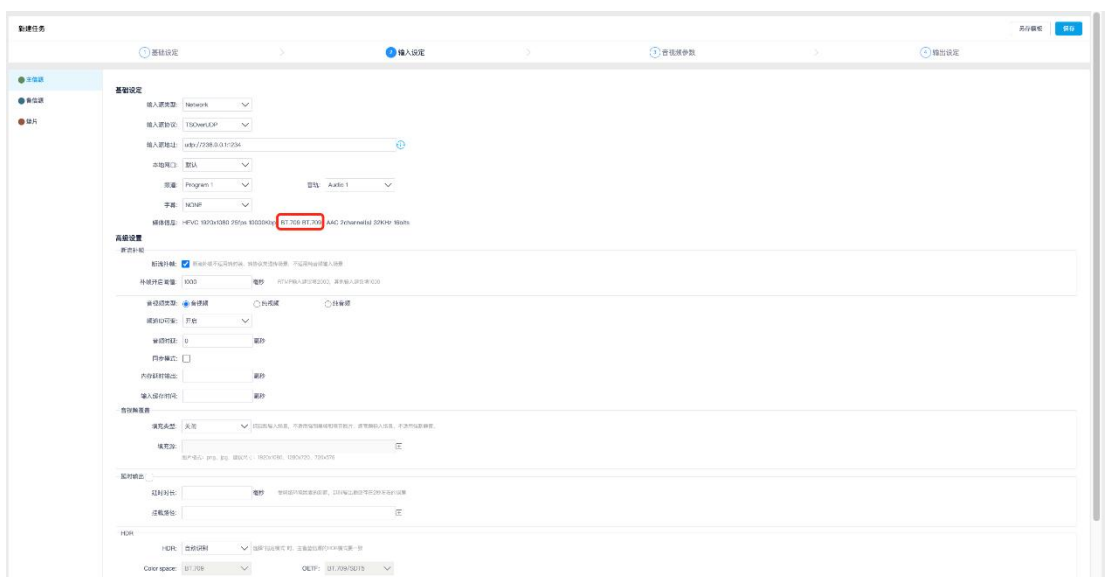


图 49 SDR 输入源

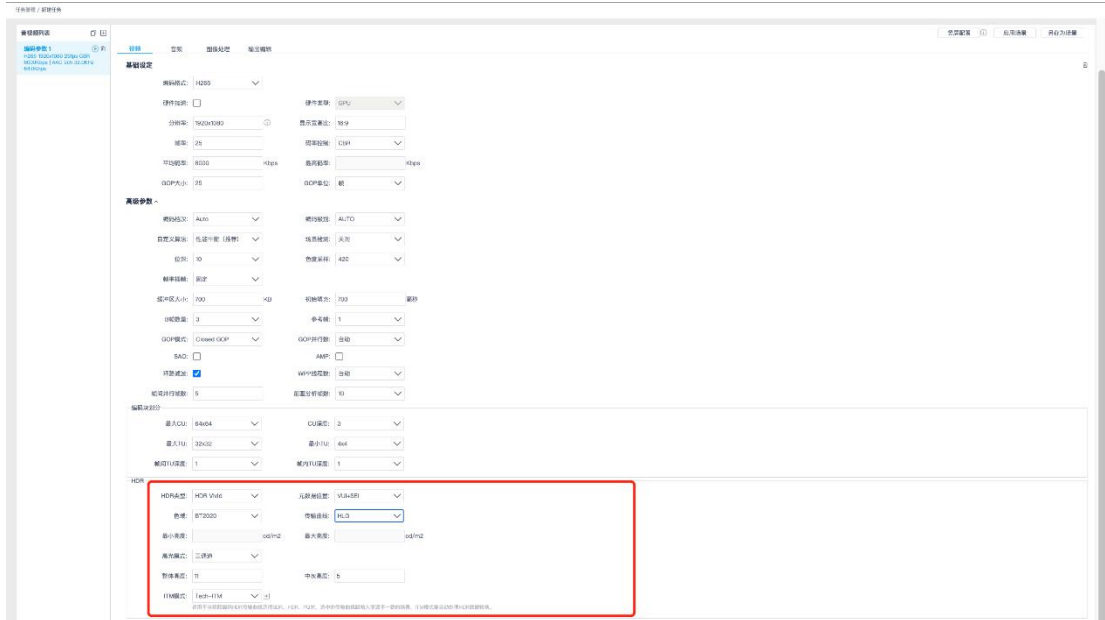


图 50 菁彩 HDR 编码配置

当输入源为 HLG 时，支持编码变换菁彩 HDR，如图所示。

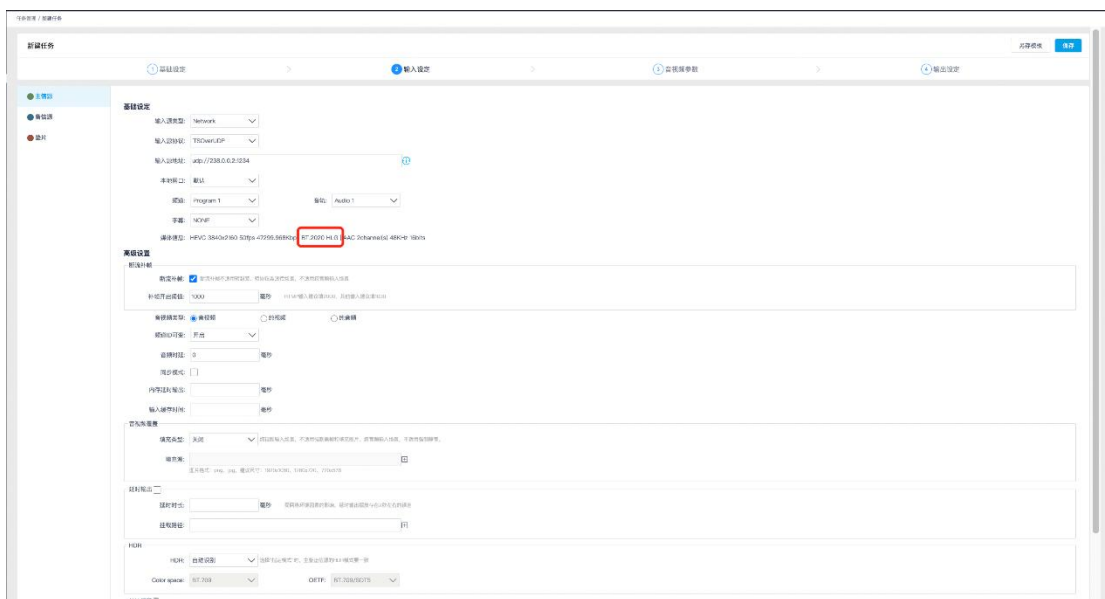


图 51 HLG 输入源

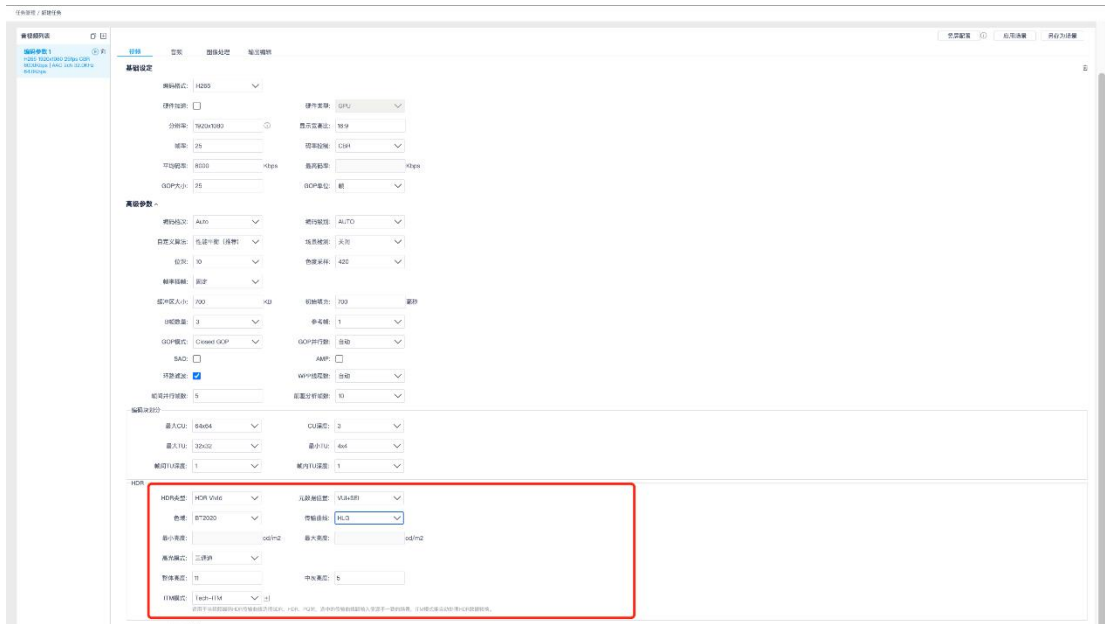


图 52 菁彩 HDR 编码配置

在进行菁彩 HDR 编码配置时，可根据实际应用场景支持传输曲线 PQ+菁彩 HDR 或 HLG+菁彩 HDR 的相应配置，配置如下图所示。

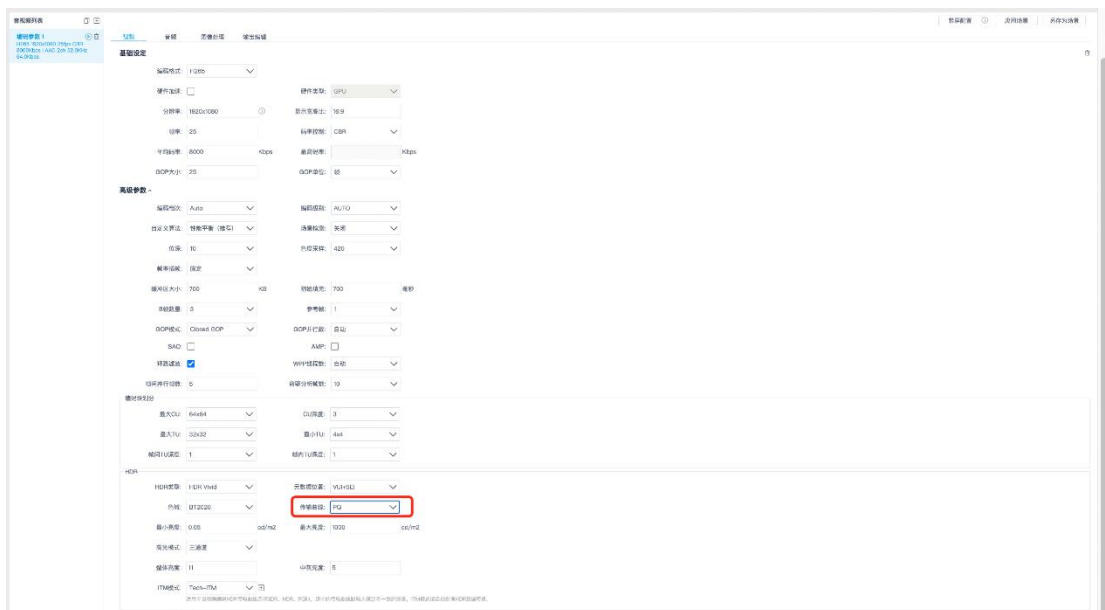


图 53 PQ+菁彩 HDR 配置

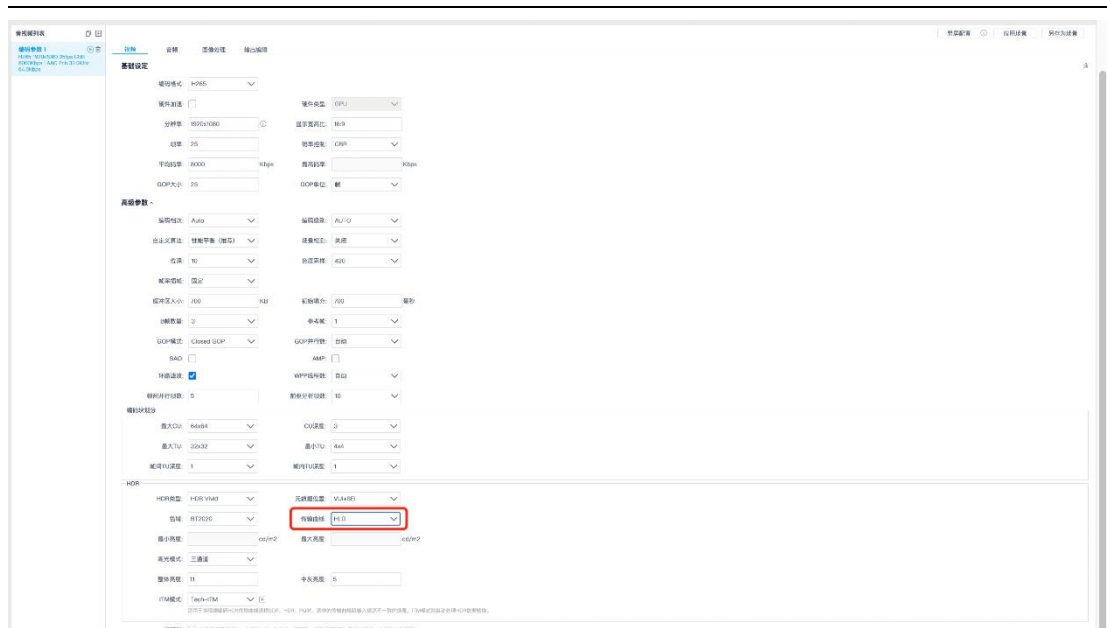


图 54 HLG+菁彩 HDR 配置

3. 输出配置

直播任务在配置完成相应的输入和编码及菁彩 HDR 配置后，最后需进行对应协议的输出配置，输出配置主要支持 UDP、SRT、HLS、RTMP 四种协议的输出，具体配置如下。

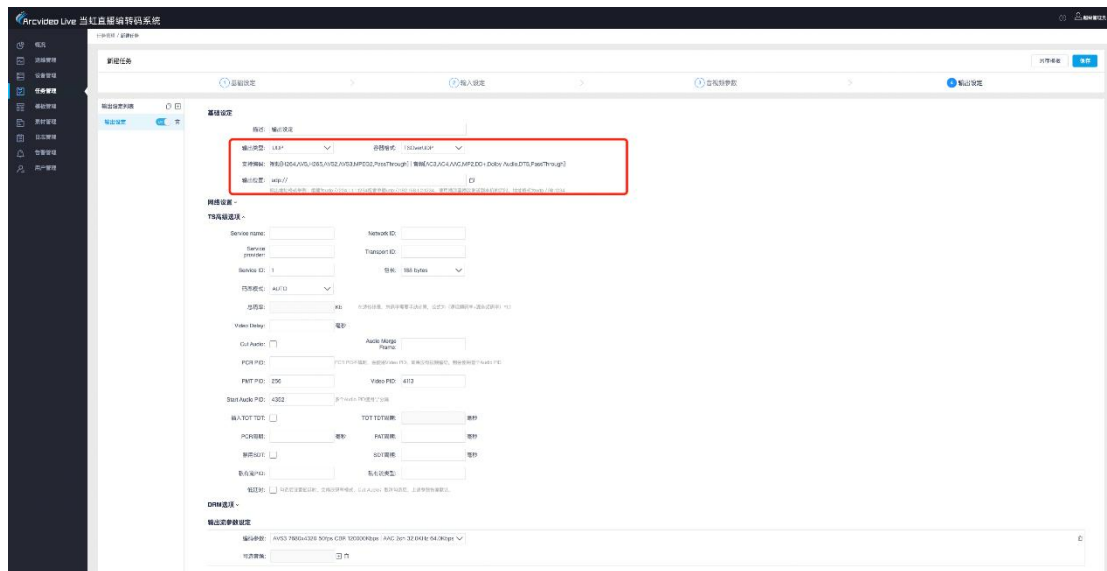


图 55 UDP 输出配置

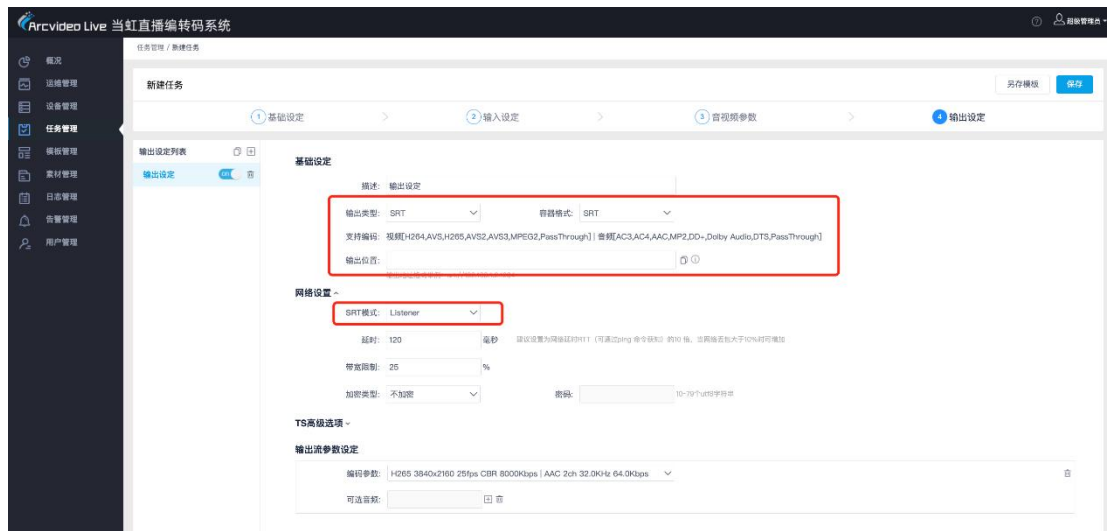


图 56 SRT 输出配置

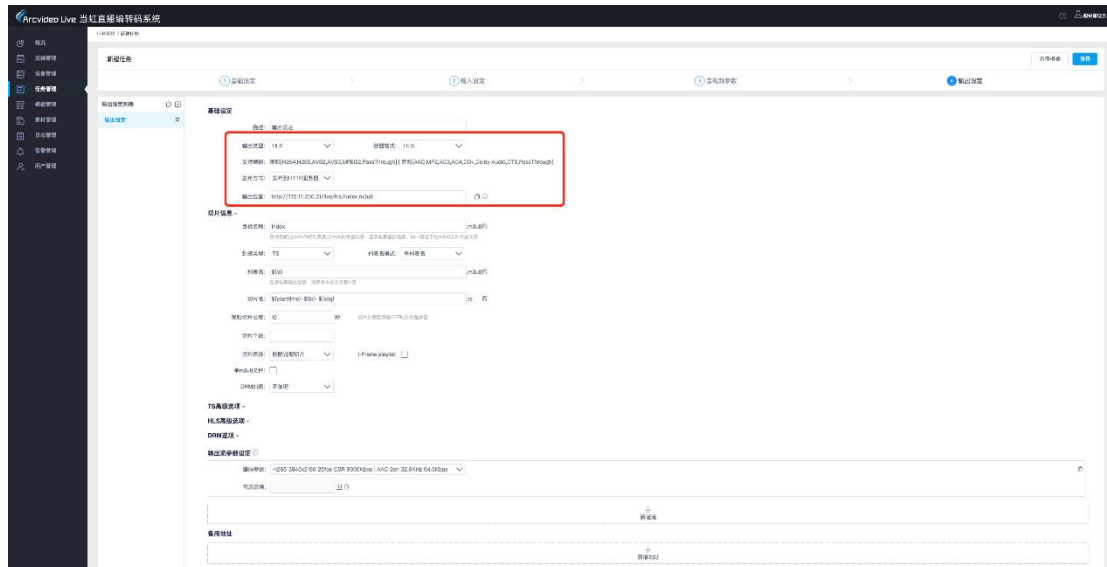


图 57 HLS 输出配置

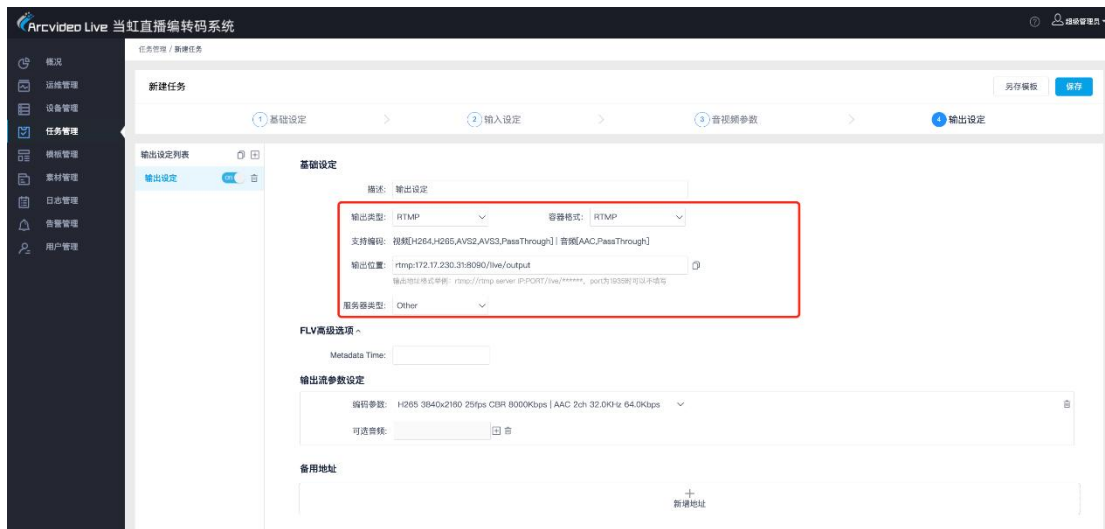


图 58 RTMP 输出配置

在直播任务业务配置均完成并保存后，返回到任务管理界面对创建好的直播任务通过点击开始按钮进行任务启动，直播任务运行成功后可通过支持菁彩 HDR 的终端播放器进行相应直播内容查看。



图 59 直播任务启动



图 60 直播任务运行

以上内容为简要的菁彩 HDR 直播任务操作指南，随着版本的不断更新，更新的版本也将在随后发布。

附录 5：数码视讯 Sumavision 超高清实时编解码方案

数码视讯公司产品 10K118/10K218 系列实时编解码平台为数码视讯公司研发的广播级编解码产品，最高可支持 8K 超高清视频的编解码。结合数码视讯特有的预测算法，在业务稳定性和节目质量上具备双重的优势。依托数码视讯专业研发团队的自有算法，产品具备持续的升级能力。

10K118/10K218 系列实时编解码平台采用 X86 架构，软件系统全面支持菁彩 HDR 特性视频的编码与解码。

1. 配置要求

表 5 配置参数

类型	推荐型号	配置说明
实时编码平台	10K118 实时编码平台 1) 1RU 机架式服务器 2) 数码视讯超高清编码软件系统	1RU 机架式服务器，硬件配置： CPU: Intel/6258R*2 内存: 192G 硬盘: 512/SSD*2
实时解码平台	10K218 实时解码平台 1) 1RU 机架式服务器 2) 数码视讯超高清解码软件系统	1RU 机架式服务器，硬件配置： CPU: Intel/8163*1 内存: 96G 硬盘: 512/SSD*2

2. 直播协议

10K118/10K218 实时编解码平台支持 TS-UDP、TS-HTTP、SRT、HLS、RTP、RTMP 等多种传输协议。

3. 编解码格式支持

10K118/10K218 实时编解码平台支持 H.265、H.264、AVS2、AVS3 等各种视频格式的编解码。

4.菁彩 HDR 节目配置

1) 功能参数设置

功能参数主要对任务的基本类型以及输入源进行选取。



图 61 功能参数

2) 视频参数设置

视频参数页面对任务的视频编码及相关视频预处理参数进行配置。分为两个部分：基本参数，编码参数。基本参数是设备日常使用过程中可能经常修改的参数，编码参数为特定编码格式的编码器参数，通常不会修改使用页面默认值即可，跟随编码格式联动。



图 62 视频参数

3) 菁彩 HDR 参数设置

通过 HDR 参数页面对视频色域及 HDR 类型进行配置，其中菁彩 HDR 动态元数据为高级功能菁彩 HDR 动态元数据生成功能开关。



图 63 菁彩 HDR 参数

4) 音频参数设置

音频参数页面对任务的音频编码及相关预处理参数进行配置。分为三个部分：基础参数，专属参数，立体声通道配置。基础参数对音频编码的公有参数进行配置；专属参数为特定编码格式的专有参数配置，跟随编码格式联动；立体声通道配置跟随声道模式联动。

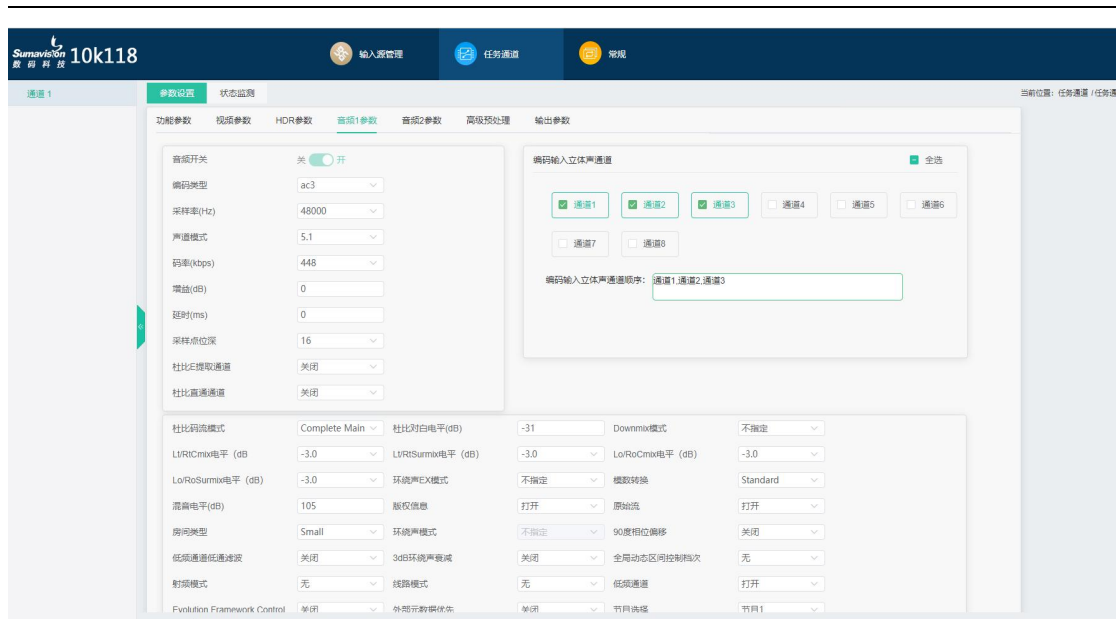


图 64 音频参数

5) 菁彩 HDR 及 SDR/PQ/HLG 互转功能

菁彩 HDR 及 SDR/PQ/HLG 互转功能为 2110-22 协议 JXS 信源输入专有功能。

菁彩 HDR 功能位于任务通道-参数设置-HDR 参数。开关为菁彩 HDR 动态元数据生成选项。开启该功能，将生成菁彩 HDR 动态元数据并随视频流传输。

SDR/PQ/HLG 互转功能是 2110-22 协议 JXS 信源输入默认功能。当“输入源管理-ST2110-视频预设参数-HDR 类型”与“任务通道-参数设置-HDR 参数-HDR 类型”不一致时将直接使用此功能进行图像处理转换。输入源-ST2110 输入源-视频预设参数-HDR 类型为 PQ 时，将激活 ST2110 输入源参数 PQ 最大/最小亮度配置与使用。

6) 输出参数设置

输出参数页面用于配置输出 TS 相关的封装参数以及发送网络参数。分为基本参数和

TS 复用参数, udp 参数, ts 参数, pid 设置, 发送间隔设置。

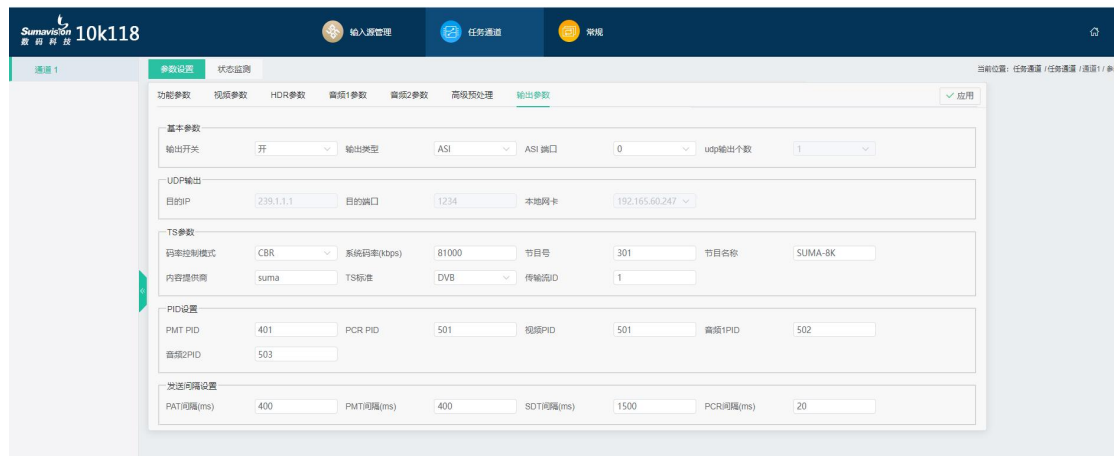


图 65 输出参数

附录 6：腾讯视频菁彩 HDR 端到端方案

腾讯视频积极参与菁彩 HDR 标准制定，并实现了菁彩 HDR 方案，初步形成了较为完整的内容制作、云端转码、终端播放体系。其中，内容制作包括人工后期制作和自动化后期制作两种方式，两种方式可根据业务运营需要灵活使用。对于头部精品内容，使用人工后期制作方式，由人工介入来确保菁彩 HDR 画质达到最优，其它内容则采用自动化后期制作方式，充分发挥批量自动化的优点，提高菁彩 HDR 内容的转换效率。

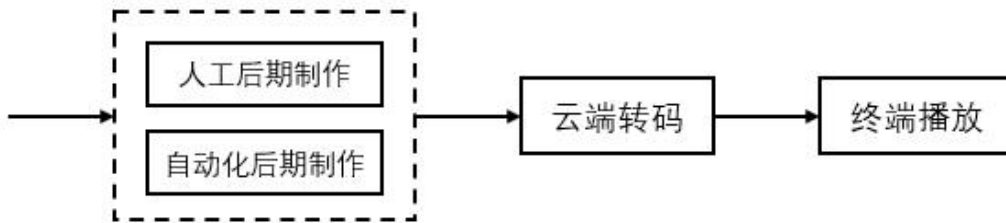


图 66 腾讯视频菁彩 HDR 方案流程

1.人工后期制作

腾讯视频菁彩 HDR 人工后期制作包含原生 HDR 重制为菁彩 HDR 和 SDR 重制为菁彩 HDR 两种形式。以 SDR 内容重制为菁彩 HDR 为例，主要制作流程为：

1) 制作环境搭建

调色系统采用了软硬件一体工作站，内置 Baselight One Version 5.3 软件，HDR 监视器采用了 Ezio CG3146，SDR 监视器采用了 Ezio CG319X。

2) 物料准备

腾讯视频制定了《腾讯视频片源介质规范》，规定了收片介质的各项技术参数要求，确保收片介质达到高质量画质，便于菁彩 HDR 后期重制和转码。

当前的行业状况下，许多母版文件无法达到《腾讯视频片源介质规范》的所有技术参数要求，实际收到的介质以 YCbCr 4: 2: 2、10bit Limited Range (64-960) 的格式居多。需要注意的是 4-64、960-1019 也是保存有画面信息的，这部分被称作超黑超白，对于 HDR 内容的制作非常重要，应当尽可能要求提供保留超黑超白数据的 Limited Range 物料。

另外，画面应当与字幕分离，先对画面进行 HDR 重制后，再合成字幕，这样既可以使字幕不会因为过亮而造成不舒适的观感，又能保证元数据分析不受字幕亮度干扰。

3) 人工重制

综合各方面考虑，我们使用 Rec2020 PQ 1000nit 作为母板制作规格。如果 SDR 的母板质量不佳，在重制之前需要先对画面进行修复，减少色带断层以及噪点的产生。

虽然很多工具都提供了自动化的 HDR 上变换功能，这种转换基本可以满足在 HDR 设备上获得与 SDR 内容接近的观感，但为了得到更好的效果，腾讯的调色师会针对每个镜头进行人工调色。在上变换的过程中，50 至 100nit 的 SDR 内容被释放到更大的空间内，伽马转变为 PQ，自动映射的效果有时不够准确，需要人工对较亮或者较暗场景进行修复，平衡反差，提升高光；部分场景的背景和肤色，也需要人工进行精调，使其呈现更好的层次。

重制过程中需要遵循画面原有的创作者意图，也就是重制后的 HDR 内容再经过菁彩 HDR 重新映射为 SDR 内容时应当与原有的 SDR 内容观感接近。

4) 元数据分析和适配

HDR 内容调色定版后，便可以进行菁彩 HDR 元数据分析。如果画面包含遮幅，分析元数据前应该先去除遮幅，以免对分析元数据产生影响。

在 Baselight 5.3 中，元数据的分析是逐帧的，即使不切分镜头的状态下，也可以对整个视频进行分析，但实际制作过程中，建议按照镜头切分，方便分场景对不同的映射目标分别进行元数据调整。

由于目前制作流程的限制，对于不同亮度的映射目标无法进行单独调整，且只能输出包含一条 HDR 元数据信息的母板文件，因此我们选择对其中一个 HDR 映射效果进行元数据调整。考虑到消费终端的暗部显示能力不同，针对于暗部的映射调整应该更为慎重。映射效果调整完成后，选择将其打包于母板文件中输出。待后续制作流程更新迭代后，元数据适配的方法也会随之更新。

5) 输出和上传母版

菁彩 HDR 内容制作全部完成后，按照编码要求，输出带有元数据信息的高质量母版文件，并校验元数据，校验无误后上传后台介质系统，并发起转码。

2.自动化后期制作

腾讯视频自动化制作系统已支持通过腾讯视频自研的 SDR2HDR 算法和元数据生成算法自动化的制作菁彩 HDR 视频。自动化制作系统会自动检测输入介质的类型，根据输入类型的不同调整制作流程，最终输出高质量的菁彩 HDR 介质。

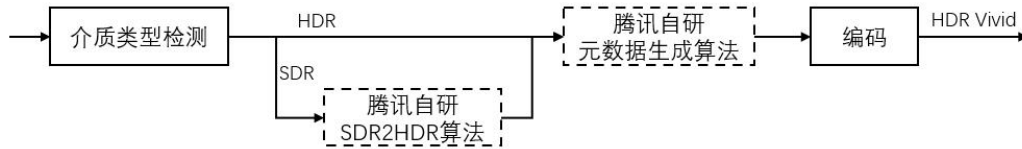


图 67 腾讯视频菁彩 HDR 自动化后期流程

1) HDR 自动化重制

对于 HDR10 或 HLG 输入内容，系统会解码图像，使用腾讯自研算法分析和生成菁彩 HDR 元数据，然后根据《高动态范围 (HDR) 视频技术 第 1 部分：元数据及适配》标准定义的语法将元数据编码成二进制流，最后根据《高动态范围 (HDR) 视频技术 第 2-1 部分：应用指南、系统集成》标准定义的方法将元数据嵌入到 HDR 视频流中。该方法可自动化的将 HDR10 或 HLG 视频批量升级为菁彩 HDR，在菁彩 HDR 终端上增强创作意图保留能力，并向下兼容 HDR10 或 HLG 终端。

2) SDR 自动化重制

对于 SDR 输入内容，系统首先调用腾讯视频自研的 SDR2HDR 算法，将视频内容上变换为 HDR 内容并重建画质，生成静态元数据，然后再调用 HDR 自动化重制的流程，生成菁彩 HDR 动态元数据，最终输出菁彩 HDR 视频。该方法可将大量的存量 SDR 内容自动化的批量升级为菁彩 HDR，补充菁彩 HDR 内容库存，提升用户的画质体验。

3) 云端转码

腾讯视频云端转码系统已具备完善的菁彩 HDR 端到端转码能力。一方面，转码系统会对输入介质进行常规的转码；另一方面，根据《高动态范围（HDR）视频技术 第 2-1 部分：应用指南、系统集成》标准规定的菁彩 HDR 元数据嵌入方法，转码系统会智能的对输入介质进行检测，若成功检测出标准规定的菁彩 HDR 元数据标识码，则将其中包含的菁彩 HDR 元数据从码流中截取出来，并原封不动的重新写入到转码后的视频流中。通过这种元数据的直接透传方式，可有效的保证转码过程中元数据不发生失真，从而最大化的保留原始创作意图。

鉴于自动化内容制作与云端转码的密切关系，实际生产环境中可将两者结合实现，从而提高整体的生产效率。

3.终端播放

腾讯视频终端播放器支持硬件渲染和软件渲染两种策略，播放器能自动识别菁彩 HDR 视频，并根据播放终端的硬件能力等条件决定渲染策略，以达到最佳的视觉显示效果。

腾讯视频的菁彩 HDR 软件渲染方案，在元数据解析，曲线参数计算，Tone Mapping 算法等过程采用跨平台技术方案实现，能够同时适配 iOS、Android、PC、电视等多平台。软件渲染流程为：

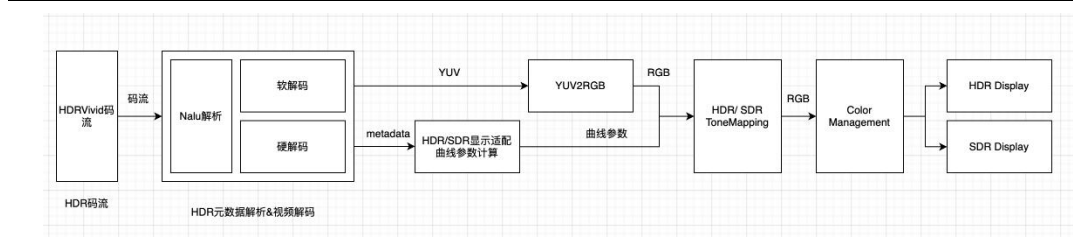


图 68 腾讯视频菁彩 HDR 终端播放流程

1) 元数据解析和视频解码

根据《高动态范围 (HDR) 视频技术第 1 部分：元数据及适配》的相关技术标准，播放终端会解析码流中的静态元数据和动态元数据，同时使用软件解码器或硬件解码器解码视频数据。每帧视频解码完后，将这一帧解析到的动态元数据和静态元数据作为 side data 携带向播放器下游渲染模块传递。

2) 显示适配

首先，渲染模块根据每一帧视频的 side data 判断视频帧的 HDR 类型，从而创建不同的 Render 处理每一帧视频。在渲染菁彩 HDR 视频帧时，获取当前显示设备的最高亮度和最低亮度、色域，确定显示设备是 HDR 屏还是 SDR 屏，以决策是进行 HDR 显示适配还是 SDR 显示适配。

然后，根据《高动态范围 (HDR) 视频技术第 1 部分：元数据及适配》的相关技术标准 (9.2, 9.3, 10.2, 10.3 节)，以及是进行 HDR 显示适配还是 SDR 显示适配，视频帧携带的动态元数据，屏幕最高最低亮度计算出曲线参数，输入到 Shader 中供 Tone Mapping 颜色转换使用。

在 Shader 中，将解码后的视频帧数据从 YUV 转换为 RGB，并根据根据《高动态范围 (HDR) 视频技术第 1 部分：元数据及适配》的相关技术标准 (9.4, 9.5, 9.6, 10.4, 11.1, 11.2 节) 进行颜色转换和校正。

最后，将经过颜色转换和校正的 RGB 数据，经过不同设备的颜色管理后，输出到屏幕显示。

附录 7：百度智能云智感超清菁彩 HDR 端到端方案

为了帮助客户打造全方位高画质的菁彩 HDR 视觉体验，百度智能云智感超清构建了生产处理、编码传输、解码显示全链路端到端的菁彩 HDR 解决方案。

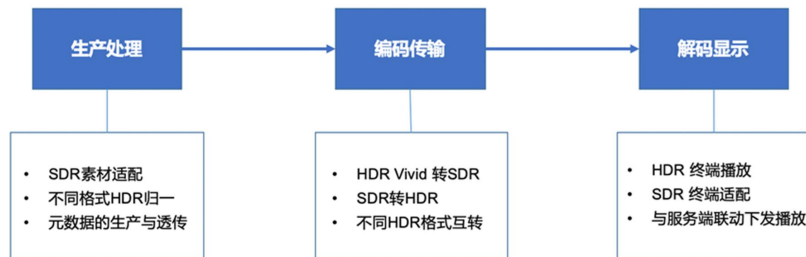


图 69 百度菁彩 HDR 处理流程

1. 生产处理

对于菁彩 HDR 的内容制作主要是依赖于 Baselight 工具。百度智能云的快编剪辑工具实现了对菁彩 HDR 的合成能力。这里的难点在于输入素材格式多种多样，如何归一化格

式标准，同时输出高质量的 HDR 效果是最大的挑战。对于云端快编工具，我们重点在预处理环节做归一化处理，输出两种文件：一种低码用于浏览器端做实时预览，保证流畅性，所见即所得。一种是高清 HDR 视频用于最终的合成输入。这里会通过转码处理能力统一将 SDR 的视频上变换至菁彩 HDR，同时将不同格式（HLG、HDR10、Dolby 等）的 HDR 视频归一化成菁彩 HDR，这样能保证合成输入的统一性，确保输出效果不会出现偏差。在渲染合成环节，通过 OpenGL / Vulkan 等渲染引擎确保 PQ 曲线信息被完整保留输出，同时支持 BT.2020 色域和 10bit 位深。

2. 编码传输

视频从产生到发布之间，必须经过各种的转码处理，以支撑更好的消费体验。为了应对各种各样的复杂应用场景，我们提供了多种处理能力。

- SDR 转 HDR



图 70 百度菁彩 HDR 处理对比

在百度智能云智感超清产品里，借助 AI 模型能力，将 SDR 内容重制 (Remastering)

到 HDR，拓展亮度和色彩空间，适配 HDR 显示能力，保留创作者意图，包括：将 BT.709 转换到 BT.2020，将 8bit 转换到 10bit/12bit，同时将暗部细节增强、过曝细节修复。这里也对噪声的控制优化了很多算法，防止色阶、伪影等 badcase 的产生。如下图：左边是 SDR 原视频，右边通过智感超清处理成 HDR 视频，可以看到亮度、细节、色彩均有更好呈现。此外配合智感超清的智能超分、智能插帧、智能修复、智能增强、智能编码等技术，可将视频清晰度和主观体验大幅提升，再加上全景声音效，将带来视觉和听觉的双重盛宴。

- **不同格式之间的转换**

不同场景使用的 HDR 格式不太一样，HLG 在广电场景里使用较多，HDR10 在互联网场景用的比较多。因此要应用到不同播放终端和业务场景里，需要支持不同格式的相互转换。为了更好的应用推广菁彩 HDR 标准，目前百度智能云已支持将 DolbyVision、HDR10、HLG 等不同 HDR 格式转换成菁彩 HDR。这里需要对元数据进行正确的解析和定义写入，保证效果能无差异显示。此外，我们从 Codec 层面也做了很多优化，使得 BD265 编码器能更好的支持元数据的透传，包括：VUI 信息和 SEI 信息的解析、保持、写入，保证编码过程中信息不丢失无差错。

智感超清一体机参数配置界面如下所示。

点击新建转码模板，进入“创建转码模板”页面，填写相应参数，创建完成。

部分参数说明如下：

- H265 默认为百度的 BD265 编码器，相比 X265 编码器可提升 2-4 倍速，降低

30%+的码率。

- HDR 目前支持菁彩 HDR、HLG、HDR10/PQ 等格式，若开启 HDR 格式，则编码标准需为 H.265，且编码规格需为 Main10。

- 若输入视频为 SDR，但开启了 HDR 格式，且没有开启智感超清-SDRtoHDR 算子，则会采用传统算法上变换至 HDR。开启智感超清算子，则会采用 AI 模型进行处理。

The screenshot shows the following settings:

- 分辨率: 宽 [dropdown] 高 [dropdown] px [?]
- 帧率: Auto [dropdown] fps [?]
- 编码标准: H.264 [dropdown]
- 编码规格: Baseline Main High
- 码率控制方式: CRF VBR CBR CAE [?]
- 最大码率: 请输入 [input] kbps
- HRD缓冲区大小: 请输入 [input] kb [?]
- 质量因子: 23 [input] [?]
- 最大B帧数: 3 [input]
- 最大I帧间隔: 250 [input] 帧
- 伸缩策略: (Keep) 保持原视频尺寸比率 [dropdown] [?]
- 横竖版自适应: 开 [?]

图 71 百度菁彩 HDR 处理设置

- 智感超清算子：分为三类-老片修复、色彩调整、画质提升，其中部分算子可以调整强度。智能色彩增强，即通过 AI 模型智能调整画面亮度、对比度、色彩饱和度等，使画面主观质量更优，与饱和度调整、对比度调整、亮度调整不可叠加使用。

- 开启智能 HDR 算子，当输入视频为 SDR 视频时，会通过 AI 模型自动将 SDR 视

频转换为所设置的 HDR 格式，包括菁彩 HDR。



图 72 百度菁彩 HDR 编码参数设置

3. 解码显示

在不支持 HDR 显示的硬件上，如果全部采用 HDR 的方式解码渲染，会出现过曝失真的问题，即使同样是 HDR 视频，也会因为技术的差异导致显示的效果差异巨大。如何应对显示设备的复杂性？我们提供了两种方案：一是在服务端发布视频前，同时转出 HDR 和 SDR 的视频，根据不同终端支持情况下发不同视频。二是在终端播放器侧适配，对于不支持 HDR 的设备，将 HDR 视频通过 Tone Mapping 的方式实时转换成 SDR 格式播放，同时通过算法优化尽可能还原接近 HDR 的效果，保证亮度、色域、色深的显示。目前，

百度智能云移动端播放器 SDK 已支持 HDR 优化播放。如下图：

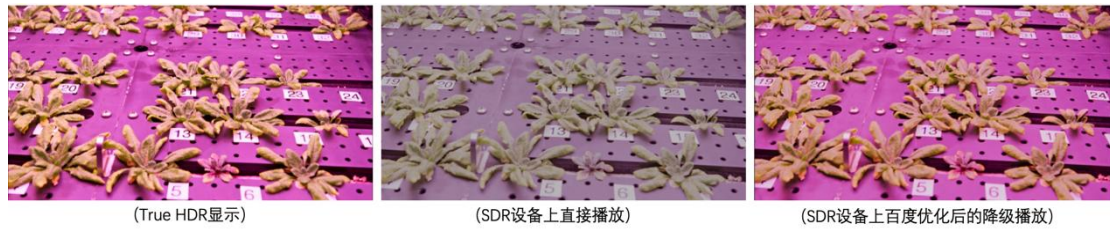


图 73 百度菁彩 HDR 终端优化现实

附录 8：咪咕视频菁彩 HDR 端到端直播解决方案

中国移动咪咕公司积极参与菁彩 HDR 标准制定，积极推广商用实践，积累了丰富的菁彩 HDR 直播经验。咪咕菁彩 HDR 直播技术日趋成熟完善，咪咕菁彩 HDR 直播在 2020 欧洲杯实现首次应用，2022 年冬奥会实现了首次商用，2022 年卡塔尔世界杯实现规模化商用，获得了用户广泛认可。咪咕通过多种赛事直播实践积累，沉淀了菁彩 HDR 端到端直播解决方案，在直播信源检测、信源预处理、信源编码、接收解码、终端呈现等核心环节针对菁彩 HDR 技术进行了深度优化，为终端用户提供极致的沉浸式直播体验。



图 74 直播端到端方案

1.直播信源检测

信源检测作用在于代替人工，自动化、高效的分析信源质量是否合规，是否存在偏色、过饱和、清晰度不足、动态范围不够等质量问题。

咪咕支持多维度信源质量检测，包括综合质量检测和专项质量检测。综合质量维度关注画质整体质量。专项指标维度关注色彩丰富度和动态范围信息，如：亮度、色度、对比度等，也分析常见的编码失真维度：模糊、块效应、噪声等。

信源检测完成对信源初步评估，为后续菁彩 HDR 生产各环节提供合规的、色彩正常、画质清晰的信源，为菁彩 HDR 生产模式制定提供依据，保障后续内容转码和终端的渲染呈现在高质量信源的基础上进行，显示效果更佳。

2.菁彩 HDR 直播生产

1) 直播信源预处理

根据信源检测亮度、对比度等色彩信息，模糊、噪声等失真信息，对信源进行处理，提高信源质量。结合欧洲杯、五大联赛等比赛视频，进行训练，针对演播室、阴阳场、阳光照射不足等不同场景，使用不同模板，以获取更好的沉浸式体验。

2) HDR 内容直播转码菁彩 HDR 自动化生产

对于 HLG 输入视频，由于人眼对不同亮度的敏感度是不一致的，将 HLG 到 PQ 转换的 3D LUT 表，分为不同精度、不同长度的多段查找表，实现高效且视觉无损的 HLG 到 PQ 转换，进而进行动态元数据提取。HLG 到 PQ 转换优化，显著提升了菁彩 HDR 的生产效率、效果，对于当前大量 HLG 存量视频大有益处。

3) SDR 内容直播转码菁彩 HDR 自动化生产

对于 SDR 输入视频，首先调用咪咕 SDR2HDR 的 3D LUT 算法，将视频内容上变换为 HDR 内容，自动化生成动态元数据，最终输出菁彩 HDR 视频。该方法可将现有的大量 SDR 内容批量升级为菁彩 HDR，补充菁彩 HDR 内容库存，提升终端用户的观看体验。

4) 菁彩 HDR 元数据高效生成

咪咕菁彩 HDR 动态元数据在同一个场景中进行时域滤波，减少整体亮度跳变引起的闪烁。咪咕场景切换采用场景亮度统计特性参考纹理轮廓，更加准确、快速判断场景切换，提升时域滤波的效果。

在高亮低暗区域保护方面，咪咕菁彩 HDR 元数据生成技术会根据人眼感知特性，扩大高亮区亮度范围，同时规避高亮区随机噪点；对于暗部，根据暗区细节丰富度进行合理

调整一次样条曲线斜率，生成内容自适应的一次样条曲线，从而保护暗区丰富细节。

咪咕菁彩 HDR 元数据生成技术通过对场景切换和亮暗区域优化，明显提升菁彩 HDR 视频的明暗对比，呈现更好层次感，避免闪烁。

3.菁彩 HDR 终端播放渲染

咪咕视频菁彩 HDR 播放，除了需要解码、元数据解析处理、软件实现后处理过程，还需要实现终端关键参数探测，从而为各种移动终端跨平台适配最有效的播放方案。解码显示流程为：

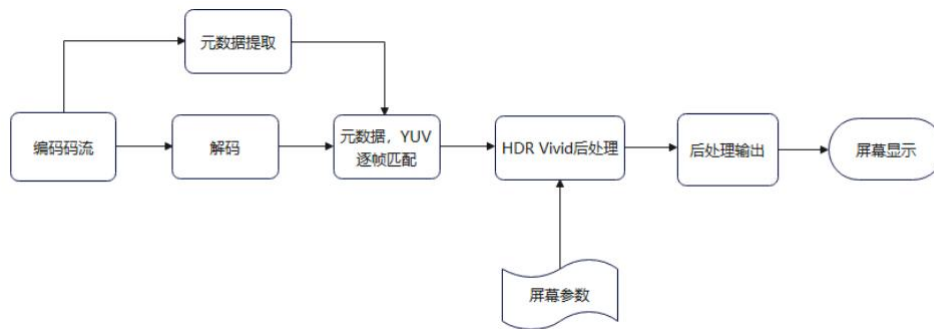


图 75 菁彩 HDR 解码显示流程

播放体验的优化技术主要指根据探测出的手机屏幕色域、亮度等情况动态调度菁彩 HDR 后处理渲染模块，为不同终端提供尽可能高保真的色彩体验。整个终端采用混合渲染深度优化架构，GPU、屏幕、解码等参数决定终端渲染策略（如 P3、SRGB 等），通过 CPU 处理菁彩 HDR 动态元数据提取和解码器兼容性优化，利用硬件视频解码器解码，通过 GPU 计算菁彩 HDR 渲染信息。渲染时会依据相关参数信息，严格按照菁彩 HDR 标准进行三次样条曲线逐像素精细化处理，可为更广范的终端提供高保真的菁彩 HDR 效果呈现。

附录 9：菁彩 HDR 终端测试认证方法

菁彩 HDR 标准秉承“先进、开放、共享、安全”的原则，助力超高清音视频产业发展。认证测试是产业生态发展的重要手段，菁彩 HDR 具有权威、规范、科学、开放的测试认证体系，严格规范显示设备和便携式显示设备的呈现效果，对通过认证的企业提供高质量的超高清技术支持，牵引终端产业向更高标准的显示技术迈进。

1) 为什么需要认证？

- UWA 代表先进的音视频技术，通过 UWA 认证的产品是高水平的音视频技术产品
- 认证速度快，认证流程简单

2) 通过认证后能获得什么？

- 认证证书和认证标志（菁彩 HDR）的使用权
- 列入世界超高清视频产业联盟的公示认证名录
- 优先参与联盟组织的获证企业联合营销活动
- 长期有效的菁彩 HDR 高质量技术支持
- 参与联盟组织的人员、工程师的专业技术培训

3) 测试认证方法

对于支持菁彩 HDR 的显示设备或系统，采用“型式试验¹ + 获证后监督”的认证模式，认证基本流程见下图，其中蓝色模块表示《认证实施规则》中提到的基本认证流程。具体认证方法见联盟相关文件《菁彩 HDR 认证实施规则》。

¹ 型式试验：即是为了验证产品能否满足技术规范的全部要求所进行的试验方法。

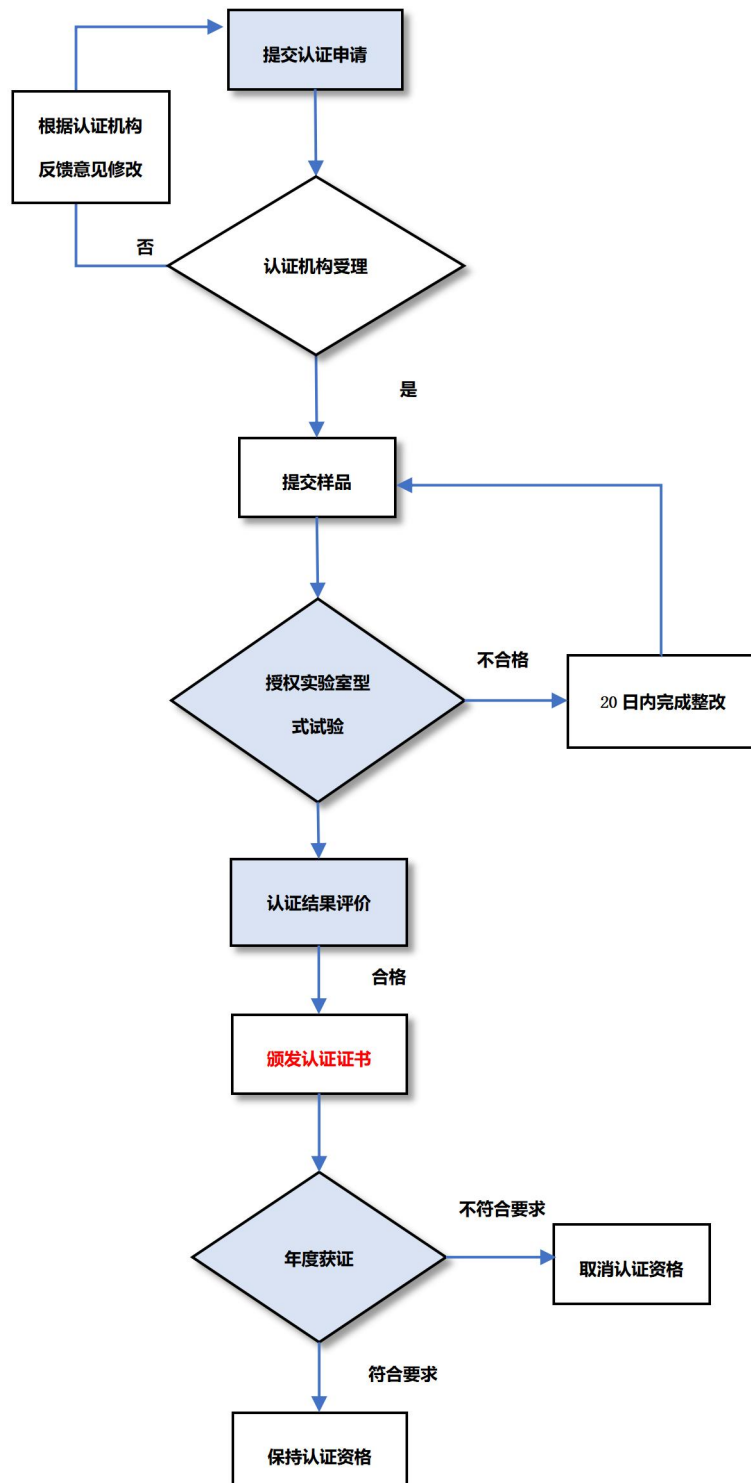


图 76 认证流程

认证流程会根据联盟的相关制度刷新，详情请参考 UWA 官方网站。



UHD World Association
世界超高清视频产业联盟

联系我们：
UWA联盟邮箱：support@theuwa.com
UWA联盟官网：www.theuwa.com