

# SONY



## 开启新篇章

2020年6月

雨果·加乔尼 ( [Hugo.Gaggioni@sony.com](mailto:Hugo.Gaggioni@sony.com) )  
索尼电子 ( 美国 ) 公司  
成像产品和服务部首席技术官

彼得·赛克斯 ( [Peter.Sykes@sony.com](mailto:Peter.Sykes@sony.com) )  
战略技术开发经理  
欧洲专业服务  
索尼 ( 欧洲 ) 公司

Tadamasa Kurashige ( [Tadamasa.Kurashige@sony.com](mailto:Tadamasa.Kurashige@sony.com) ), Koji Kamiya ( [Koji.Kamiya@sony.com](mailto:Koji.Kamiya@sony.com) ),  
Tomo Endo ( [Tomoyuki.Endo@sony.com](mailto:Tomoyuki.Endo@sony.com) ), Aki Nakamura ( [Akihiro.A.Nakamura@sony.com](mailto:Akihiro.A.Nakamura@sony.com) ),  
Hiroaki Kikuchi ( [Hiroaki.B.Kikuchi@sony.com](mailto:Hiroaki.B.Kikuchi@sony.com) ), Shuji Okada ( [Shuji.Okada@sony.com](mailto:Shuji.Okada@sony.com) ),  
Tadashi Okano ( [Tadashi.Okano@sony.com](mailto:Tadashi.Okano@sony.com) ),  
Kenichi Muramatsu ( [Kenichi.Muramatsu@sony.com](mailto:Kenichi.Muramatsu@sony.com) ),  
Shin Tsuda ( [Shinichi.Tsuda@sony.com](mailto:Shinichi.Tsuda@sony.com) )

媒体服务业务部:消费者和专业业务部门  
索尼影像产品及服务公司

# 发布历史

---

发表日期	标题	修订
2020 年 6 月	开启新篇章 - 宽动态范围 (HDR) 现场直播 -	二版
2016 年 11 月	<a href="#">什么是 SR Live for HDR</a> 4K HDR 和 HD SDR 同步现场制作的工作流提议	首版

备注：为了方便我们的写作，本文件所参考的国际电信联盟建议书和报告将以以下缩写形式。

国际电联建议书 BT.709	BT.709
国际电联建议书 BT.1886	BT.1886
国际电联建议书 BT.2020	BT.2020
国际电联建议书 BT.2100	BT.2100
国际电联报告 BT.2390	BT.2390
国际电联报告 BT.2408	BT.2408

© 2020 索尼影像产品和服务公司 版权所有。  
未经书面许可，禁止全部或部分转载。  
功能及规格如有更改，恕不另行通知。  
质量和尺寸数值为近似值。  
“SONY”是索尼公司的注册商标。  
所有其他商标均为其各自所有者的财产。

# 目录

简介 .....	4
简述：索尼的 HDR SR-Live .....	5
• 基于场景的 HDR 制作.....	5
• 单一直播工作流的 HDR 与 SDR .....	5
• 基于 SDR 摄像机图像调整.....	6
• “原样”的转换保持创作意图.....	6
▶ AIR 匹配 - 艺术意图渲染 .....	6
HDR 2.0 的 SR Live 有什么新特性?.....	8
• MSU 模拟设置特征 .....	8
• SR Live 元数据.....	10
▶ 技术概述.....	10
▶ 使用示例.....	12
▶ 未来可能性.....	13
• HDR 处理引擎.....	14
• HDR 外观.....	15
▶ SR Live 系统中的“HDR 外观”特性 .....	15
▶ “HDR 黑阶压缩” .....	16
• SR Live 节目制作推荐 .....	17
▶ HDR 电视制作操作实践.....	17
▶ 转换技术：避免陷阱和图片副作用 .....	18
▶ 两种明显的图片副作用 .....	19
▶ 传统和自然的外观制作考虑.....	20
▶ HDR SR Live：更实用 .....	22
SR Live Alliance 合作伙伴计划 .....	23
客户故事 .....	24
总结.....	26
参考.....	27
词汇表.....	28
▶ OETF, EOTF 和 OOTF .....	28
▶ HDR 格式 .....	29
▶ 操作指南.....	29
▶ 场景参考与显示参考过程.....	30
▶ 外观 - 自然外观和传统外观.....	32
▶ AIR 匹配.....	33

# 简介

经过长时间的初步试验、技术改进和实际应用，宽动态范围（HDR）技术正在对向新的高清电视格式的过渡产生积极的影响。诸如 2018 年国际足联世界杯、音乐和媒体直播在内的一大批高知名度体育赛事都采用宽色域（WCG）HDR 环境制作，技术上取得了巨大成功。

HDR 技术通常用于通过流媒体服务和高清蓝光光盘发布电影、电视连续剧和纪录片。观众还可享受以 HDR 为特色的常规体育服务。

索尼创造 HDR 技术和操作实践，继续为国际技术委员会的工作作出贡献。由此产生的工作流程已被从今天的标准动态范围（SDR）世界过渡到全新的 HDR 内容创建环境的制作公司和广播公司采用。至关重要的一点是，在这一进程中，在节目制作工作流程和创意控制方面继续进行 SDR 节目。保持 SDR 和 HDR 信号格式的最高质量是重中之重。

索尼在 2016 年推出了 SR Live 系统，用于在现场制作中创建 SDR 和 HDR 节目。世界各地的主要组织都在使用这个系统。本白皮书概述了索尼 SR Live 系统的优点，介绍了 HDR 信号处理的最新进展和进一步提高图像质量的新技术进展，还强调了在创建 HDR/SDR 节目期间操作工作效率方面的最新改进。

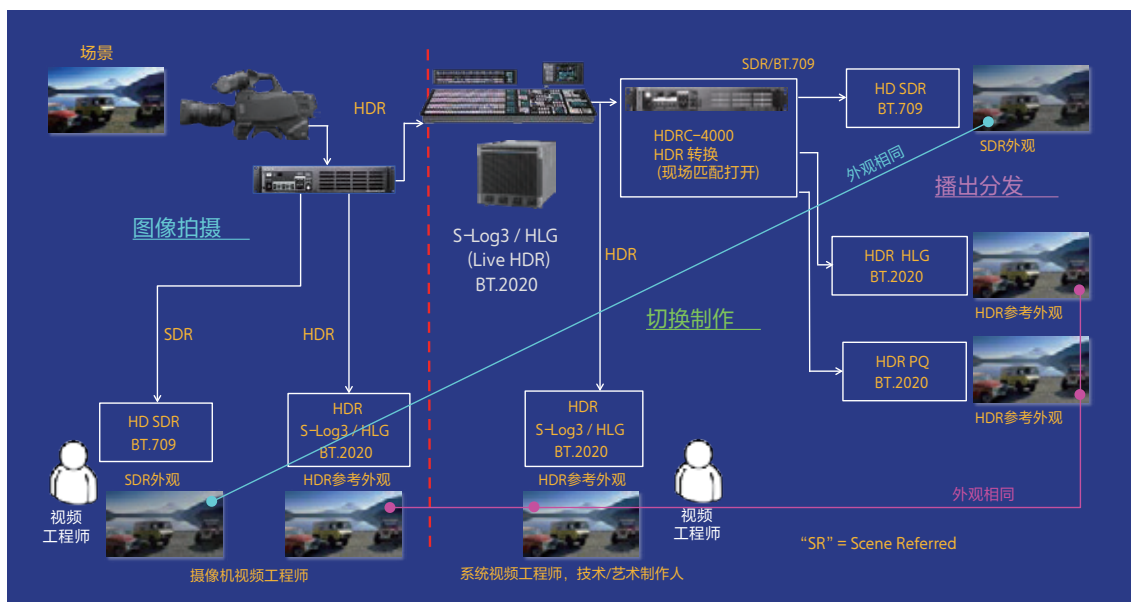


图 1：什么是 SR Live？

# 简述： 索尼的“SR Live for HDR”

正如我们在 2016 年白皮书中所述，HDR SR Live 是指 HDR 应用的基于场景直播制作。

SR Live 系统的开发旨在满足数个关键目标，并为实时 HDR 内容制作者带来显著优势：

- 场景参考 HDR 制作流程的实现。
- 同时创建 HDR 和 SDR 节目。
- 利用现有工具和技术使用基于 SDR 的摄像机调整。
- “原样”转换以保持整个制作和交付链的创意意图。

## 基于场景的 HDR 制作

SR-Live 能够捕捉、处理和传送节目，准确地表示所拍摄场景中的图像特征。这是一个场景参考 HDR 制作系统的基本设计理念。

## 单一现场工作流程的 HDR 与 SDR

SR Live 制作的 HDR 和 SDR 节目具有出色的画质。单个制作团队可以在不影响任何一种格式的情况下创建图像。

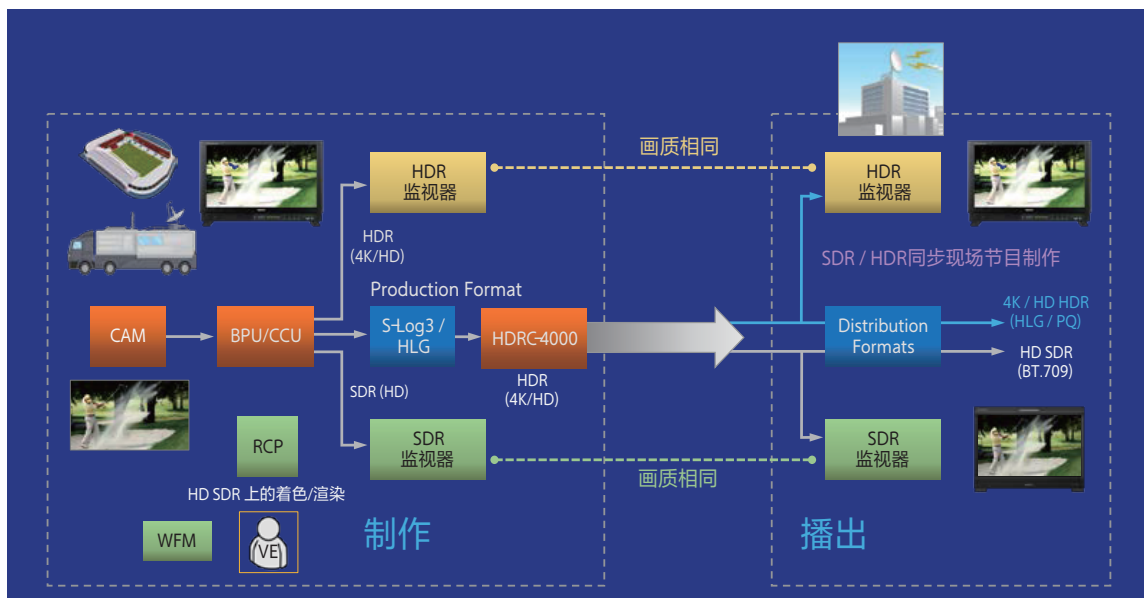


图 2：单个系统和机组人员同步制作 HDR 和 SDR 的图像

## 基于 SDR 摄像机调整

预计 SDR/HDR 混合介质环境将会继续存在多年。在此期间，制作和广播公司不会允许 SDR 产品出现任何质量损失。摄像机操作员（着色员 / 绘制员）可以继续利用他们在 SDR 中的图片质量制作知识，同时创建出色的 SDR 和 HDR 图像。



图 3: 基于 SDR 的摄像机着色图像

## “原样”转换以保持创意意图

当图像沿着内容制作和传送链输送给观众的电视、笔记本电脑、智能手机或平板电脑时，必须保持制作环境中建立的图片质量和创作意图。

SR Live 系统的核心部件是 HDRC-4000 HDR 节目制作转换器，该设备具有独特的“艺术意图渲染匹配”功能，以确保满足上述要求。

## AIR 匹配 - 艺术意图渲染

- 将输入的 HDR 信号转换为任何所需的 HDR 格式，同时保留原始信号的“外观”或艺术意图。
- 从 SDR 向上转换为 HDR，以输出 HDR 信号的指定“外观”为目标。
- 从 HDR 向下转换为 SDR，与 SDR 摄像机输出有更近距离的“外观”。
- 确保 SDR 节目（由 HDRC-4000 从 HDR 切换台输出创建）与摄像机着色人员创建的 SDR 图像的“外观”和创作意图相匹配

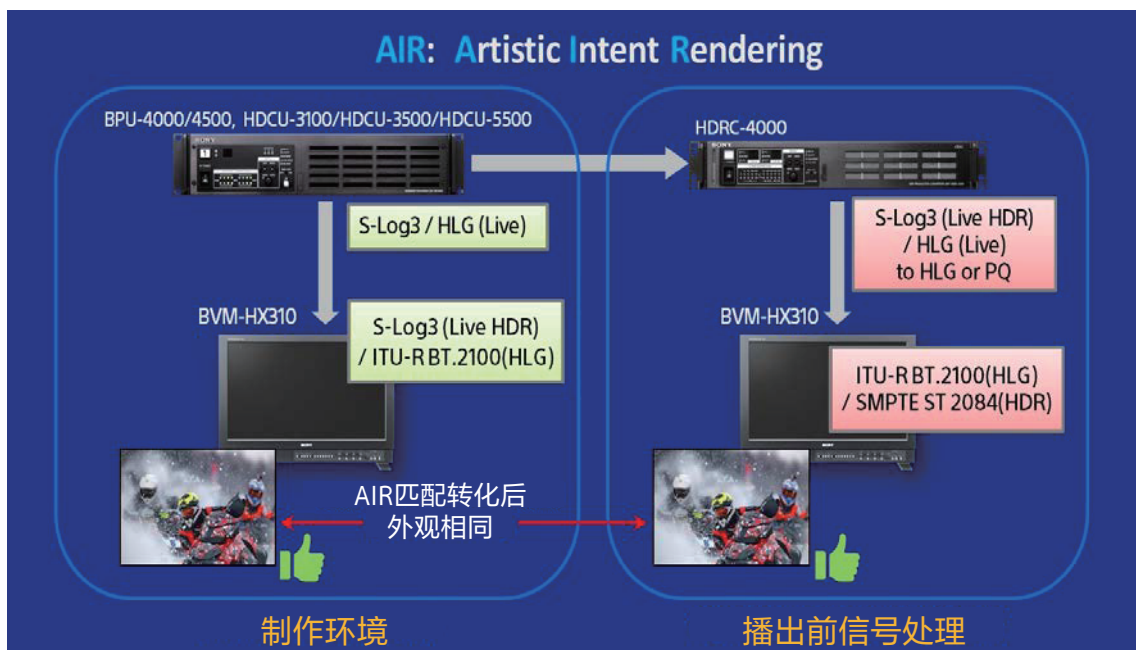


图 4: AIR 匹配的工作机制



图 5: HDRC-4000 特征

# HDR 2.0 的 SR Live 有什么新特性？

SR Live HDR 系统具备其高质量的 HDR 和 SDR 格式的图像质量，同时可以节省现场操作期间的人员和设备，因此受到了全球广播集团和制作公司的广泛接受。索尼相信，通过引入技术可以在节目制作工作流程中创造更高的效率，并在未来的 HDR 服务中有机会为今日所获取内容进行处理，从而实现进一步改进。

索尼开发了以下技术，目前正在我们的专业产品中使用。

- MSU 模拟设置功能
- SR Live 元数据
- HDR 处理引擎
- HDR 外观

## MSU 模拟设置功能

准确地从 HDR 主数据流中提取出最终的 SDR 信号对于满足在家中或移动使用 SDR 设备观看的观众来说至关重要。如果在制作链的源端和输出端，将相同的值设置应用于所有摄像机系统和所有 HDR 转换器，这是最好的实现方式。SR Live 的初步设计需要制作操作员单独配置每个设备。这需要花费时间，并可能出现人为错误。

增加了一个新的主设置单元（MSU）模拟设置功能来简化设置并减少出错可能性。一个 MSU 可以将一个单独的设置分配给系统中的每个设备。索尼摄像机、CCU、BPU 和 HDRC-4000 转换器可以从单个控制面板进行相同的配置。

对于该操作，共定义了四（4）类中的十七（17）个参数，并可通过以太网连接进行分配。



分布的类别和参数见表 1。MSU 模拟设置的使用见图 6。

序号	项目	类别
1	HDR黑阶压缩	外观设置
2	SDR增益	HDR/SDR Relationship
3	主黑色	
4	HDR 黑色偏移	
5	伽玛表	SDR调整
6	伽玛步阶	
7	伽玛水平	
8	拐点	
9	拐点值	
10	拐点斜率	
11	拐点饱和度	
12	拐点饱和度水平	
13	SDR 白切割	
14	SDR 白切割水平	
15	HDR 拐点	HDR 调整
16	HDR 拐点值	
17	HDR 拐点斜率	

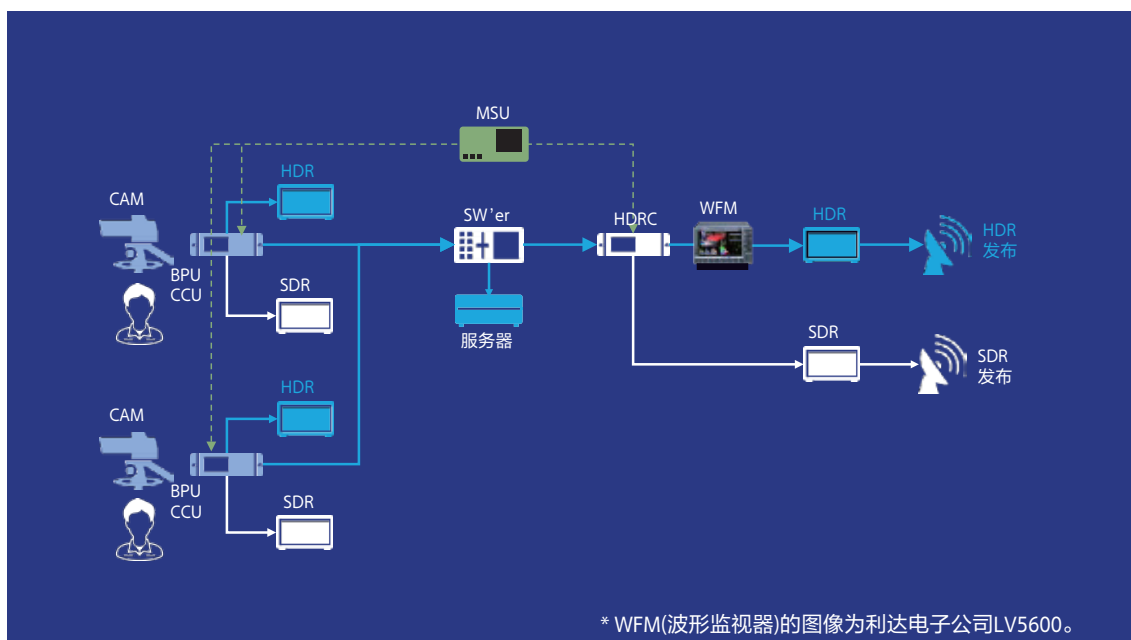


图 6: MSU 模拟设置的图像

## SR Live 元数据

### 技术概况

SR Live 已成功应用于一些世界大型国际直播活动。全球数百万观众已经欣赏到该系统制作的 HDR 和 SDR 图片。节目制作团队在 HDR 中获得了丰富经验，并热衷于在其操作中添加更多不同的实时和非实时制作场景。

索尼最近推出了一个 SR-Live 元数据包，其中存储了 26 个参数，描述了摄像机操作人员在节目制作过程中定义的创意决策和摄像机调整。

序号	项目	类别
1	表格版本	---
2	光电转换函数	信号配置文件
3	转换矩阵	
4	彩色饱和度	
5	转换方式	外观设置
6	HDR 外观	
7	HDR 黑阶压缩	
8	SDR增益	HDR/SDR 关系
9	主黑色	
10	HDR黑色偏移	
11	伽玛表	SDR 调整
12	伽玛步阶	
13	伽玛水平	
14	拐点	
15	拐点值	
16	拐点斜率	
17	拐点饱和度	
18	拐点饱和度水平	
19	软拐点	
20	拐点半径	
21	SDR 白切割	
22	SDR 白切割水平	
23	HDR 拐点	HDR 调整
24	HDR 拐点值	
25	HDR 拐点斜率	
26	HDR 标白	信息

表 2:SR Live 元数据项

该表中登记数据描述符列表包括信号配置文件、HDR/SDR 关系信息以及 HDR 和 SDR 设置的各种值。（参见下图 7）。

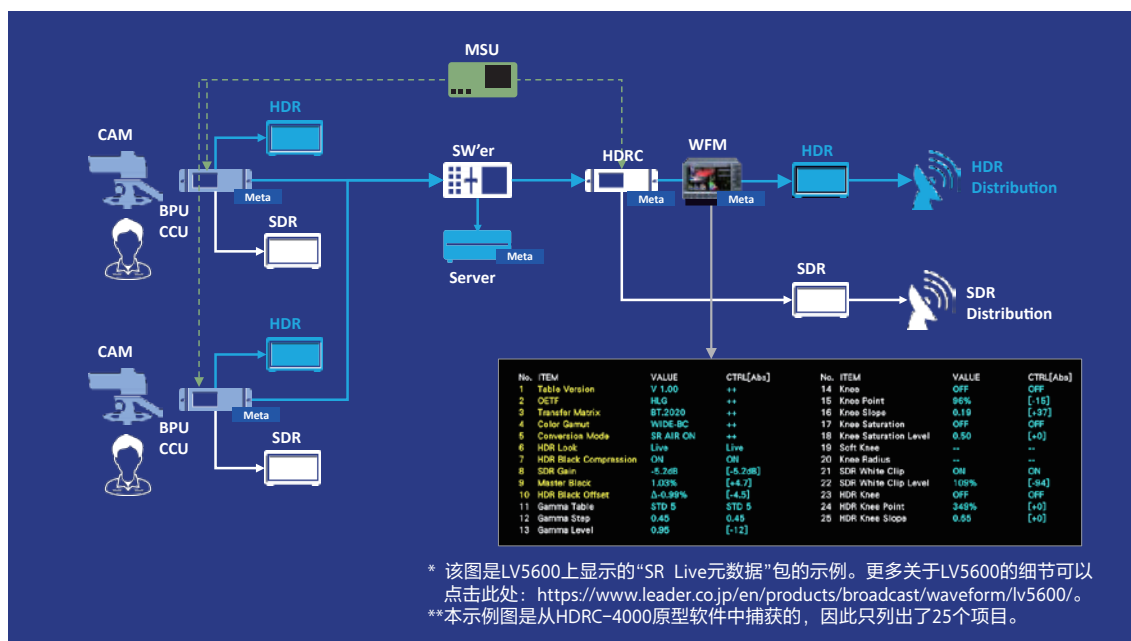


图 7: SR 活动元数据如何在生产系统中传递并被监视

SR Live 元数据包实时响应。它在摄像机着色器的创意控制下，捕捉摄像机调整时参数值的变化。数据包被嵌入到 SDI 信号中，并最终被记录在文件中，使得信号馈送和文件在制作链的每个阶段都是不须加以说明的。

所选制作摄像机的 SR Live 元数据可由 HDRC-4000 转换器读取，以指示拍摄过程中摄像机的准确状态。这提供了转换器从 HDR 层精确复制 SDR 节目所需的信息。它还允许在实时和后期制作期间对每个元数据参数进行可视化检查。

## 使用示例

除了为实时制作提供增强功能外，SR Live 元数据还可以为非实时和后期生产应用程序带来新的机会。例如，在使用 SR Live 制作的 SDR 节目中，包括使用肩扛式摄像机拍摄的内容，例如在赛车赛事的维修区车道上拍摄的内容。在这里，SR Live 元数据可以由索尼视频后期处理专业软件应用程序读取，从而从 HDR 摄像机内容中获得 SDR 输出，其质量相当于使用 HDRC-4000 创建的 SDR。

另一个例子是为 SDR 重放创建一个编译作品集，它由 HDR 在不同的现场事件中拍摄的大量视频片段组合而成。在这种情况下，了解原始摄像机设置可用于生成质量最佳的 SDR 编译。

此外，摄像机或索尼 PWS-4500 生产服务器记录的源材料的 SR Live 元数据可以与视频和音频精华一起存储在 MXF 文件中。SR Live 元数据可在以后使用，例如在索尼视频后期处理专业软件 \* 中用于后续后期制作。

(\* 请注意，由摄像机或服务器捕获的原始 SR Live 元数据将不会存储在由索尼视频后期处理专业软件创建的后期生成的文件中。)

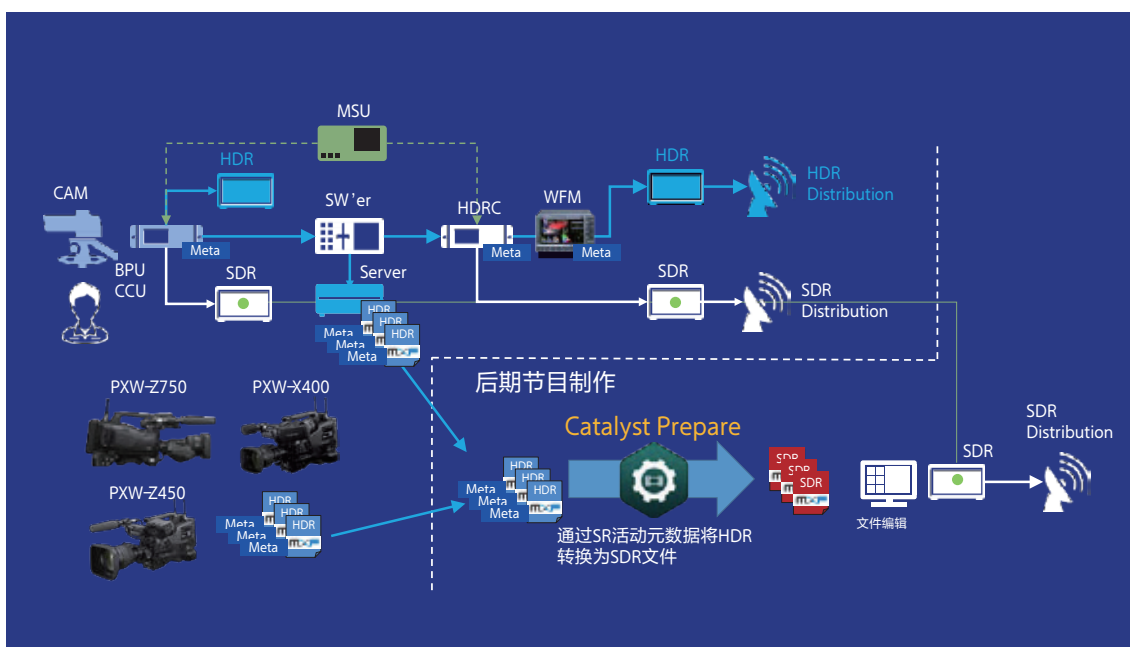


图 8: 在非直播产品中使用 SR 活动元数据

## 未来的可能性

越来越多的人相信，制作和广播界将从当今 SDR 基础设施向未来发展，随着采用更高分辨率格式，HDR 将在图像获取和处理中发挥越来越大的作用。

SR Live 元数据的开发旨在提供用于创建 SDR/HDR 节目图像采集设备的设置快照。在 HDR 环境中，通过了解拍摄设备的成像特性和制作团队的艺术意图，可以重新调整内容的用途。

图 9 描述了一个 SR Live 生态系统，其中制作信息通过流媒体接口传输并存储在文件中，用于完整的后期制作和存档应用。

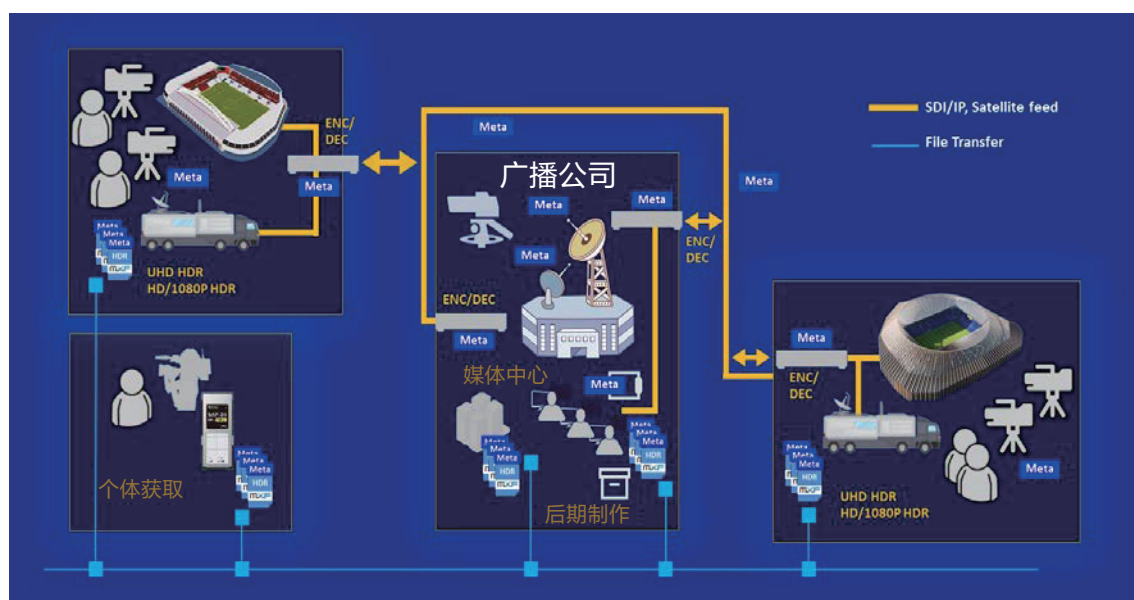


图 9: SR Live 元数据的生态系统

## HDR 处理引擎

在大型和复杂的广播装置中，需要对信号格式进行多次转换。其中可能包括图像分辨率、色域和动态范围特性的转换。

索尼的 HDRC-4000 是一个强大而精确的计算引擎，具有用于 HDR/SDR 信号处理的精密算法。然而，由于尺寸、复杂性和成本的原因，它可能不能用于 HDR 转换的所有领域。此外，随着我们向全 IP 基础设施过渡，在许多情况下，将 SDI/IP 转换阶段与 SDR/HDR 转换结合起来将具有一定优势。

为了实现这一目标，索尼开发了一个 HDR 处理引擎作为 FPGA 核心，其处理算法与 HDRC-4000 HDR 转换器使用的算法相似。这种新设备可以嵌入到专业的现场制作设备中，如 SDI/IP 转换器、视频切换台、专业显示设备等。

这种新的基于 HDR FPGA 的设备的另一个方面是，它的处理能力可以根据主机产品的要求进行定制，如视频切换台、监视器等。HDR 质量的优化程度可应用于每个应用，例如，来自 HDR 摄像机的主信号路径的最高质量，在从 SDR 到 HDR 的转换过程中，当重新创建高光时，性能水平稍微放低。另一个例子是在监视器墙上显示图像，全面评估 SDR 和 HDR 源比准确的显示更加重要。

图 10 显示了 HDR 转换的视觉质量如何与生产基础设施中的每个应用程序的需求相匹配。

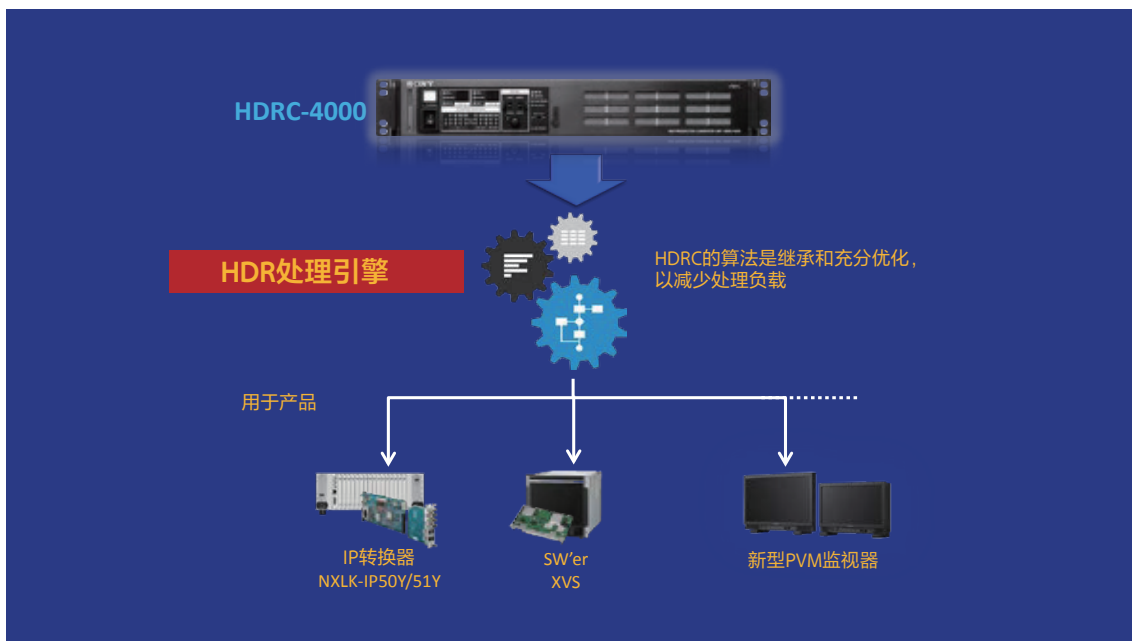


图 10: HDR 处理引擎

## HDR 外观介绍

为了给 HDR 图像的创意控制提供更多灵活性，索尼在 SR Live 中增加了一系列新的信号处理工具。它们被称为 HDR 外观和 HDR 黑阶压缩。

“HDR 外观”的设置用于在整个视频信号范围内调整图像外观。另一方面，“HDR 黑阶压缩”的调整会影响图像暗区的外观。

引入这一新功能，旨在通过明确区分 OETF 的选择和图像外观的设置来了解摄像机和 HDRC-4000 HDR 转换器的信号设置（见图 11）。

旧版	OETF	HLG_Live	-	HLG_BT.2100	S-Log3	-
新版	OETF	HLG			S-Log3	
	HDR Look	实况	New 和	自然	实况	New 和
监视器设置		ITU-R BT.2100 (HLG)			S-Log3 (Live HDR)	

图 11: HDR 外观介绍

这些 HDR 操作模式与相应的标准化 OETFs 保持兼容，但为技术操作员提供了与图像外观选择相关的选项。

### SR Live 系统中的“HDR 外观”功能

此设置范围用于定义图片外观。新选项被称为“实况”、“柔和”和“自然”，其图像特征如表 3 所示。

外观类型	HDR外观	特点
传统	Live	产生高对比度和饱和的图片。它有一个更接近现有的SDR图像，其也有一个“传统外观”。
	Mild	保持传统/实况外观，但外观对比度和色彩饱和度较低。最适合拍摄高对比度物体，如体育赛事、风景等，尤其适合在晴天拍摄。
自然	Natural	ITU-R BT.2100为混合Log伽马定义的图片“外观”。与饱和度、对比度更高的“传统外观”相比，更具“自然外观”。

表 3: HDR 外观特征

下面的图片被称为“三姐妹”。

这幅照片是由摄影总监杰夫·柏林用索尼数码电影摄影机威尼斯拍摄的一个视频片段 ([BerlinCreativeFilm.com](http://BerlinCreativeFilm.com))。



图 12: HDR 外观的模拟图像比较: Live、Mild 和 Mild

### “HDR 黑阶压缩”

当 HDR 黑阶压缩打开时，HDR 的暗区和导出的 SDR 图片可以紧密匹配。如果图像的暗区具有更多细节和渐变 HDR 图像优先，则可以关闭 HDR 黑阶压缩。



## SR Live 制作推荐

由于全球 HDR 制作量的增加，媒体制作人对传统视频源的处理以及 HDR 直播制作过程中可能产生的图像质量低于最佳水平的所提出的问题也有所增加。

本节将讨论为什么会出现这些图像伪影，并将提出解决这些问题的建议，这些问题可能会出现在整个节目制作流水线上。

### HDR 电视制作中的操作实践

2017 年 10 月，国际电信联盟（ITU）发布了第一版报告，为直播电视应用制作 HDR 节目提供指导。（报告 ITU-R BT.2408-0，10/2017）。

该指导与索尼多年来在 SR Live 工作流实施过程中使用的操作实践非常相似（见图 13）。

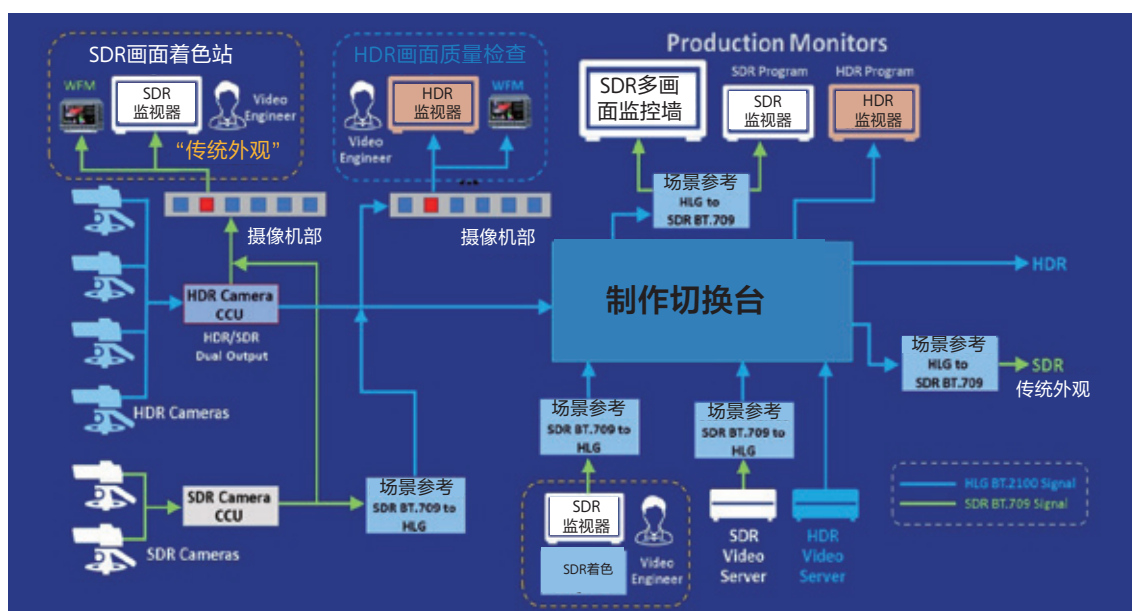


图 13: 基于场景参考 HDR/SDR 同步制作

特别地：

- 使用 SR“场景参考”转换技术来匹配 SDR 和 HDR 摄像机操作
- 监控 SDR 对摄像机进行调整
- 只有 HDR 通过制作切换台
- 摄像机操作员以“传统”外观查看传统 SDR 监视器
- 使用来自 HDR 制作主设备（向下映射）的 SR 向下转换，以创建用于发布的 SDR 播出
- 校正 SDR-HDR-SDR“双向传递”，因为在整个过程中都使用 SR 转换，以保持摄像机 CCU 输出的 SDR 外观和用于发布的 SDR 播出。

本指南符合 SR Live 的技术基础，该技术基础已被生产公司成功地应用于各种体育和现场媒体活动（参见下面的客户故事部分）。

## 转换技巧：避免陷阱和画面副作用

最新“ITU-R BT.2408-3 报告（2019年7月）”建议需要根据情况考虑场景参考和显示参考转换技术。

具体而言：

- 继续使用 SDR 摄像机信号的场景参考转换技术。
- 对于 SDR 图形、商业广告、遗留材料（分级、存档）、ITU-R BT.709 广播源、基于服务器的内容（高帧率慢动作效果）将使用显示参考转换技术转换为 HDR，以保持其原始“外观”和艺术创意。
- 建议使用显示参考过程，从 HDR 节目制作主设备创建 SDR 发布信号

参考图 14，建议在程序链的各个部分应用不同的过程。制作公司要注意使用技术的时间和类型，因为转换类型的错误选择会导致图像质量问题，通常称为副作用，并且在重建 SDR 信号以进行分配时缺乏精确的双向传递。

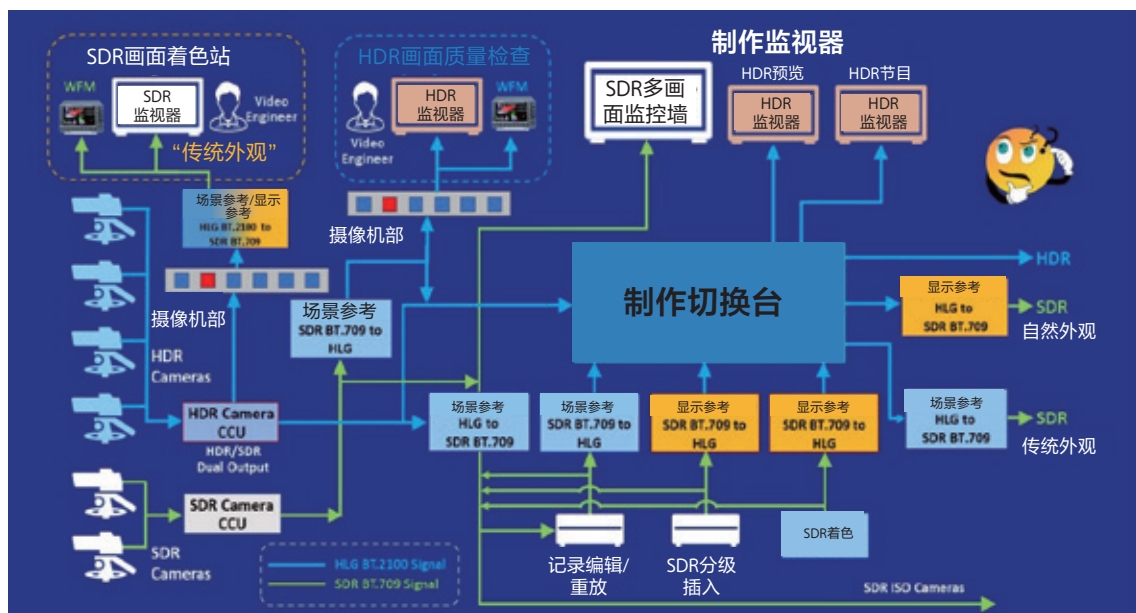


图 14: 场景参考和显示参考转换的混合产物

这可以通过检查以下两个示例场景中的副作用来说明：

- 在第一个示例中，在 HDR 节目制作层中使用由“场景参考”转换创建的 SDR 摄像机的上转换信号。然后，使用显示参考转换技术，将 HLG HDR 主设备的输出向下转换回 SDR 格式进行发布。
- 在第二个示例中，通过显示参考过程的上转换，将调色 SDR 素材（例如图形元素）插入 HDR 制作层。然后，使用场景参考向下转换创建一个 SDR 信号，以供其他广播公司将此 SDR 信号匹配到其节目制作摄像机的外观。

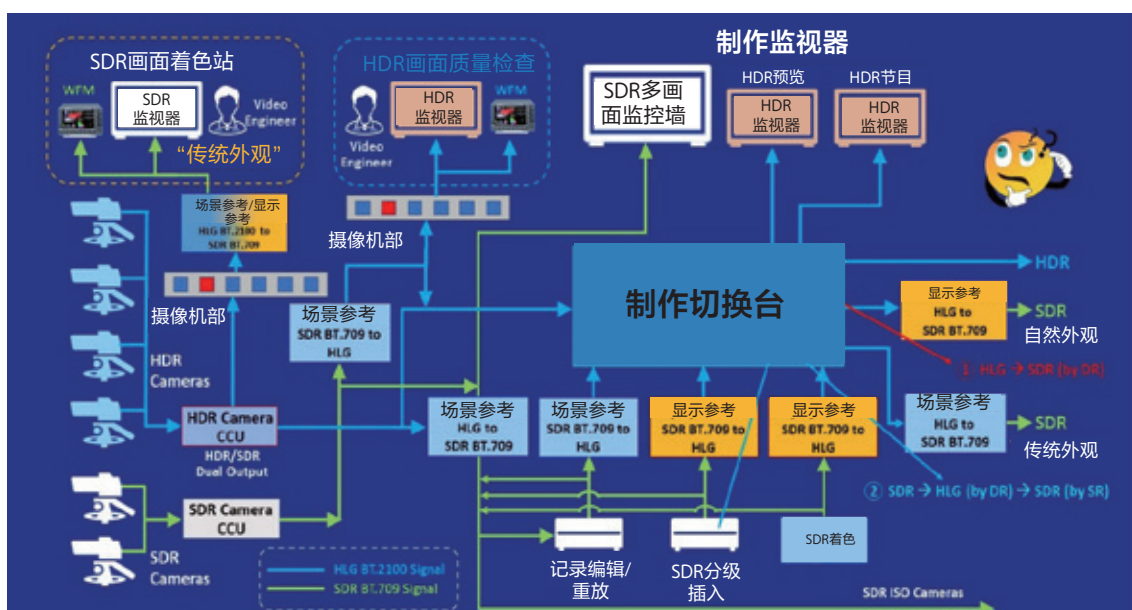


图 15: 通过两个场景检查副作用

图片的副作用在这两种情况下都很明显。

- 对于第一种情况，由于显示参考过程将 HLG 节目制作主设备的外观传递给 SDR 信号，因此肤色和色调呈现“自然外观”。对于第二种情况，作为连接显示参考和场景参考转换处理的结果，可以在 SDR 信号上观察到肤色和色调的过饱和。
- 在这两种情况下，在一次制作中混合使用两种不同的转换技术，这会妨碍对 SDR 信号的正确重建，理想情况下，SDR 信号应完全匹配摄像机操作员在 SDR 着色处理过程中最初创建的信号的外观。

图 16 描述了模拟图像，将原始的 SDR 图像与利用每个场景的转换技术的往返过程创建的 SDR 图像进行比较。

参考SDR (BT. 709)



SDR→ HLG (by SR)→ SDR (by DR)



饱和度稍低



SDR→ HLG (by DR)→ SDR (by SR)



过饱和度过高

图 16: 双向转换过程中副作用的模拟图像样本

### 传统外观与自然外观制作的思考

实践经验表明，在一条节目制作流水线上不正确地混合不同的转换技术会产生令人讨厌的画面副作用。

此外，另一个关键因素是保持输入源的原始外观。我们相信，采用端到端场景参考转换以及使用 AIR 匹配，通过 HDRC-4000 选择“原图”或“温和”HDR 外观，可以产生最高质量和最准确的 HDR 和 SDR 节目。

如本文件前面所述，AIR 匹配的工作原理如下：

- 执行从 SDR 到 HDR 的上转换，通过指定的输出 HDR 外观选择 Live 或 Mild 和外观。
- 通过参考输入的 HDR 信号的外观（Live 或 Mild），执行从 HDR 到 SDR 的下转换。

所有的 SDR 信号、SDR 摄像机、SDR 图形、商业广告、保留素材（调色，存档）、ITU-R BT.709 广播源或基于服务器的内容（超慢动作效果）的外观基本上都显示出传统的外观。SR Live 的使用和它传统的外观信号处理方法保证了颜色和色调的保存和正确呈现，即使是在最终呈现之前的多个转换阶段。

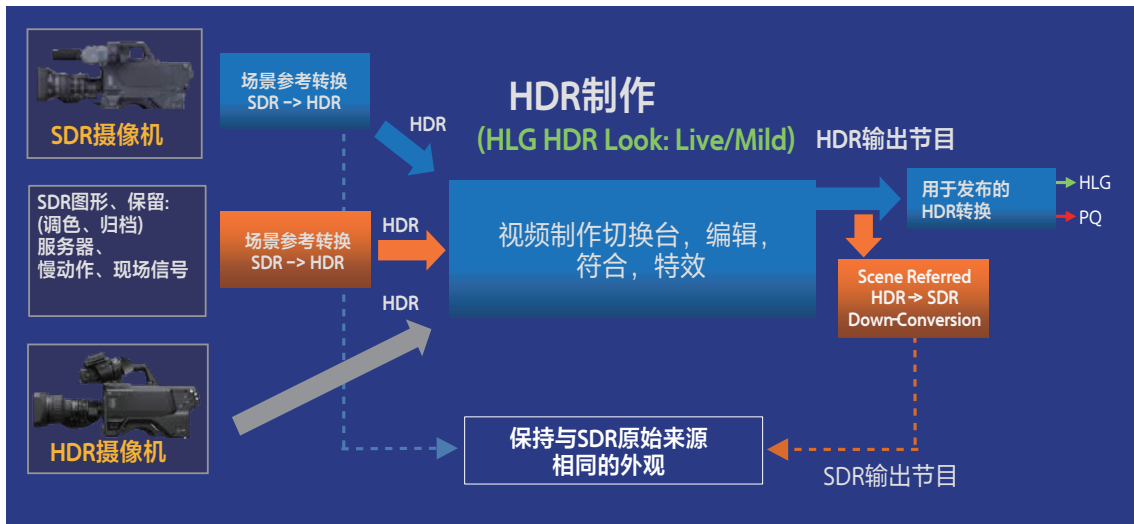


图 17: 使用 AIR 匹配的好处, 选择“原图”或“温和”的 HDR 外观

参考SDR (BT. 709)



① HLG (HDR Look: Live/Mild) >> SDR (by SR)

SDR Look



② SDR >> HLG (HDR Look: Live/Mild) >> SDR (by SR)

SDR Look

图 18: 通过 AIR 匹配模拟向下和双向转换的图像示例, 选择“Live”或“Mild”HDR 外观



## HDR SR Live：进一步实用性

在使用基于索尼 SR Live 系统的端到端节目制作链时，最终的 SDR 信号被准确地重构出来，这在技术上是理解的，并且可以通过实际结果加以验证。如前所述，准确而全面的重建对于满足全世界观看 SDR 节目的观众来说是非常重要的。不过，还有其他的实际情况需要考虑。

比如，如何从未归档的 HDR 节目（例如来自第三方供应商摄像机的传入广播贡献或提要）实现到 SDR 的精确转换。由于在传入的 HDR 信号中没有可用的参考外观，因此，首先考虑，基于 HDR 节目中的“外观”和艺术意图，采用显示参考转换过程来创建 SDR 分布信号似乎更好。

类似地，对于保留 SDR 信号，例如 SDR 图形、广播贡献馈送或归档材料，可以优先选择显示参考处理以便从 SDR 向 HDR 上转换并保持源材料的原始外观。

索尼认为，AIR 匹配的过程——其“Live”或“Mild”的选择 HDR 外观最适合在这些情况下创造最高质量的 HDR 和 SDR 信号。

如上所述，AIR 匹配向上转换从 SDR 到 HDR，方法是针对指定的输出 HDR 外观（在本例中为“实 Live”或“Mild”）。这两个“外观”采用了与传统 SDR 信号相同的传统外观处理。这确保了上转换的图像显示非常令人愉快的 HDR 外观，同时保留了 SDR 外观的原始色彩。

同样地，即使在原始 HDR 未归档时，下转换的 SDR 信号具有与原始 HDR 相似的外观。

至于 HDR 图片的外观，“HDR 黑阶压缩”配合 AIR 匹配是一个相当有效的功能。它可以实现与传统的 SDR 外观更接近的匹配，尤其是在图像的暗区。

在所有这些情况下，与显示参考转换相比，SR Live 及其场景参考转换和 AIR 匹配能力提供了更好的结果。简单的 DR 转换通常会导致上转换的 HDR 图像，SDR 信号的亮度似乎是唯一增加的属性。也可能导致黑电平升高的下转换的 SDR 信号。

# SR Live 联盟合作伙伴计划

索尼创建了一个联盟合作伙伴计划，为那些希望将 SR Live 组件融入其产品、解决方案和服务中的主要行业参与者提供技术信息和专业知识。这歌计划将不断扩展，当前列表如下所示。

有关 SR Live Alliance 计划的任何疑问，请联系您最近的索尼办公室或授权经销商。



**Visual Research Inc.**

SR Live Alliance 合作伙伴的名称按字母顺序排列。

截至 2020 年 6 月

# 客户故事

本文中描述的 SR Live 工作流程已经经过几年的发展。

通过一系列的技术试验、国家和国际重大事件的转播，以及当今现场直播中 HDR 服务，这些经验都被纳入其中。许多已经通过新闻发布和在行业会议上的演示，在公共领域进行了报道。这些活动是整个内容供应链技术进步的结果，同时广播公司、外部广播服务提供商、电信供应商和相关设备供应商之间也在进行着密切的合作。

下面是其中一些示例，我们从这些客户那里获得了列出的权限。由于客户案例和 / 或研究不断增长，请访问索尼全球 HDR 网站了解最新示例。

## 中国

- 中央电视台
  - ▶ [回顾 CCTV 十一庆典 4K 全流程直播，索尼设备大放异彩](#)
- 江苏卫视
  - ▶ [江苏卫视跨年演唱会首次采用 HLG，向 4K 系统制作标准靠拢](#)
- 贵州卫视
  - ▶ [贵州台 4K 全媒体转播车协同《贵州恋歌》一起唱响新时代](#)
- 精选故事
  - ▶ [金秋十月，索尼 4K/8K 转播系统精彩纷呈！](#)



## 日本

### 广播站:

- [日本电视网广播公司](#)
  - ▶ [新建了全站最大的 4K HDR 演播室，实现了索尼的系统设计和集成能力，“他们从未失败，实现我们的要求。”](#)
- [福岡放送](#)
  - ▶ [（在九州地区推出了第一辆 4K HDR 转播车。主要目标是在传统演播车规模上增加系统。）](#)
- [读卖电视台](#)
  - ▶ [（采购了一款多功能 4K HDR 转播车，用于新闻和事件节目制作，如体育赛事。）](#)
- [宇宙事业](#)
  - ▶ [（采用 HDRC-4000，作为为核心设备，更新副演播室的 4K 和 HDR 转播技术。）](#)

### 制作公司:

- [十字视讯有限公司 \( Cross TV Vision Co., Ltd \)](#)
  - ▶ [（推出 4K HDR \( HLG U Live \) 和大型中继车，最适合每个体育赛事现场制作。）](#)
- [Kyodo Television LTD.](#)
  - ▶ [（引进了大型 4K HDR 转播车，支持双面和全长（工作区）扩展，以确保巨大的节目制作空间。）](#)
- [LEMON STUDIO CORPORATION](#)
  - ▶ [（通过 12G-SDI 和 HLG U Live，每个人都可以轻松使用 4K HDR 演播室。）](#)

# 总结

索尼继续与主要媒体组织和行业机构合作，开发技术、操作流程和实用指南，以进一步将 HDR 应用于现场节目制作应用。通过与创意团队和技术团队的持续对话，索尼为 SR Live HDR 系统开发了新功能和增强功能：

- MSU 模拟设置功能
- SR 实时元数据
- HDR 处理引擎
- HDR 外观

索尼相信，这些新的发展将为节目制作的每个阶段带来更多益处，并使同时进行高质量的 SDR 和 HDR 节目制作这一想法进一步成为了现实。

我们已经满足了将采用未定义的 HDR 输入，或来自第三方摄像机系统的 HDR 输入，并用于对保留素材进行处理的必要条件。

在实践中，SR Live 系统已经被证明，可提供出色的 SDR 源上转换能力，制作出令人愉快、印象深刻的 HDR 画面。它还可对来自主 HDR 节目制作主服务器的 SDR 信号进行精确还原，并具有它们的原始外观。此外，它可保证高质量的转换，不仅在从 SDR 到 HDR 的单向转换过程中，或者在从 SDR 到 HDR 的单向转换过程中，在执行双向转换时质量均可保证，在节目制作中需要使用保留 SDR 内容时，这一点至关重要。

SR Live Alliance 计划中合作伙伴数量的增长，以及客户对于设备应用的持续增长是验证 SR Live 应用所采用的技术和工作流程的关键指标。

索尼为要求最苛刻的制作和广播机构开发了 SR Live，在这些机构中，高质量的 HDR 和 SDR 节目的制作必须通过严格的成本控制下的高效工作流程同时实现。

该系统的一个关键部件是 HDRC-4000 HDR 转换器。通过对生产基础设施的精心设计和配置，其高质量的转换算法确保在节目制作链的每个阶段都能以高精度执行转换。轻松调用存储的操作设置有助于提高设置和操作的效率。

索尼致力于与各领域用户和联盟合作伙伴继续对话，确保 SR Live HDR 系统能够持续发展，充分满足专业人士的高要求。

## 参考

1. 德国天空电视台在宽动态范围模式下测试高清，2015 年  
<https://www.broadbandtvnews.com/2015/08/03/sky-deutschland-tests-ultra-hd-in-high-dynamic-range/>
2. Heimbecher, S., Bross, B., Sykes, P., 2016.  
第一 HDR 现场制作——一步一步的演示。  
<https://tech.ebu.ch/publications/first-hdr-live-production---step> (\* 仅限欧洲广播联盟成员)
3. Kamata, H., Kikuchi, H., Sykes, P., 2016.  
宽动态范围的 4K 高清直播。  
<https://pdfs.semanticscholar.org/169c/c417df67a19a7fef80f0519471f01127de6a.pdf>
4. S. D'Agostini<sup>1</sup>; R. Alocci<sup>1</sup>; A. Alquati<sup>2</sup>; C. Benzi<sup>3</sup>; B. Mari<sup>4</sup>; S. Rebecchi, 2016.  
教皇方济各开启圣门：全球首次通过卫星直播 4K 高清画面和 HDR HLG 测试。  
<https://www.ibt.org/download?ac=7257>
5. 2016 年 11 月，索尼 4K 高清和宽动态范围（HDR）中由梵蒂冈中央电视台拍摄的“圣门关闭”  
[https://pro.sony/en\\_GB/solutions/sports-live-production/broadcast-closing-holy-door-4k-ultra-hd-high-dynamic-range](https://pro.sony/en_GB/solutions/sports-live-production/broadcast-closing-holy-door-4k-ultra-hd-high-dynamic-range)
6. 2018 俄罗斯世界杯的制作设施<sup>TM</sup>  
<https://www.live-production.tv/news/sports/production-equipment-fifa-world-cup-2018-russia%E2%84%A2.html>
7. Beale, A., Boon, P., 2019. IBC2019  
会议：制作大师班——在 HDR 现场直播足球和橄榄球，2019 年 9 月  
<https://ibt.gallery.video/ibctv/detail/videos/saturday-14/video/6086373758001/ibt2019-conference-production-master-class-%E2%80%93-delivering-live-football-rugby-in-hdr?autoStart=true>
8. 欧广联 Tech-i 38：欧洲锦标赛的经验教训  
<https://tech.ebu.ch/news/2018/11/tech-i-38-lessons-learned-at-the-european-championships>
9. 国际广播中心 MotoGP<sup>TM</sup>：一个真正的全球事件，2019 年  
<https://www.motogp.com/en/news/2019/09/16/motogp-at-ibt-a-truly-global-event/309168>
10. 索尼专业为 BT 体育支持英国首次现场 8K 体育广播，2020 年 3 月。  
[https://pro.sony/en\\_GB/press/first-ever-live-8k-sports-broadcast-in-uk-for-bt-sport](https://pro.sony/en_GB/press/first-ever-live-8k-sports-broadcast-in-uk-for-bt-sport)

# 词汇表

- OETF、EOTF 和 OOTF
- HDR 格式
- 操作指南
- 场景参考和显示参考过程
- 外观 - 自然外观和传统外观
- AIR 匹配

OETF、EOTF 和 OOTF

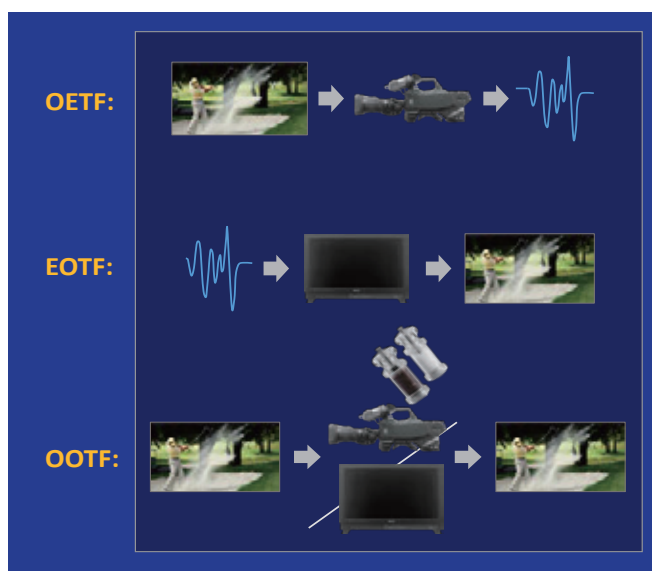


图 19

## OETF: 光电传递函数

这是从线性光转换成电信号的“伽马”传递函数。这个“伽马曲线”在SDR里是一个0.45指数，适用于输入信号的单个R、G和B颜色分量。当高光被压缩时，阴影和中间区域被提升。

## EOTF: 电光传递函数

这是在将电信号转换为显示光的过程中，在显示设备中实现的伽马函数。最初，EOTF 曲线被设计用来逆转初始 OETF 非线性，以便将显示信号恢复为线性光。

## OOTF: 光学传递函数

这是一个传递函数，它描述了端到端的关系 - 从捕获的场景光到输出显示所呈现的光。OOTF 不仅包括由 EOTF 缺少线性光表示而产生的“图像外观”或“外观”，还可以包括在节目创建过程中引入的艺术或渲染意图效果。

## HDR 格式

ITU-R-BT.2100 建议书中记录的标准化 HDR 格式是 PQ 格式（感知量化，由电影电视工程师协会标准化为标准 ST2084）和 HLG（混合对数型伽玛）格式。PQ 和 HLG，以及他们各自对应的 OOTF（或外观），是在电视处理链（图 20）中的不同位置实现的。具体地说，HLG 格式将其 OETF 标准化，同时将它的 OOTF 嵌入它的 EOTF 转换过程中，该过程在输出显示中实现。

在 SMPTE ST 2084 ST2084 格式的示例中，EOTF 是完全标准化的，OOTF 是 OETF 输入过程的一部分。 这些函数如图 20 所示。

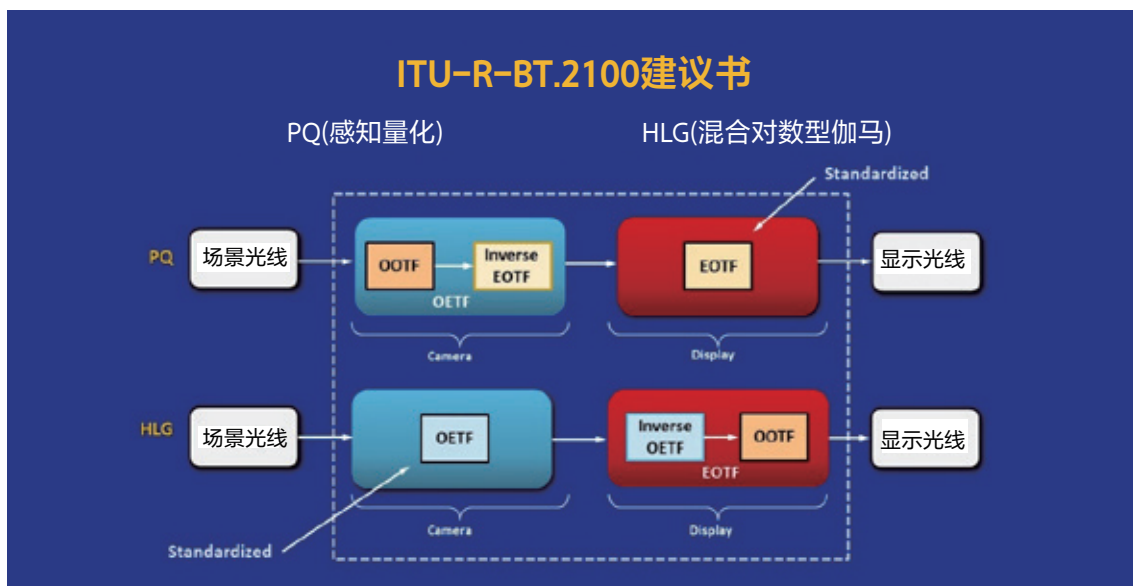


图 20:HLG 和 PQ 的处理图

## 操作指南

编号	标题	发布历史
ITU-R BT.2100 建议书	节目制作和国际节目交换用宽动态范围电视的图像参数值	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 原版发行于2016年7月</li> <li>● 最新版本是BT.2100-2, 发布于2018年7月</li> </ul>
ITU-R BT.2390 报告	用于制作和国际节目交换的宽动态范围电视	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 原版发行于2016年2月</li> <li>● 最新版本是BT.2390-8, 发布于2020年2月</li> </ul>
ITU-R BT.2408 报告	高清晰度电视制作操作规程指南	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 原版发行于2017年10月</li> <li>● 最新版本为BT.2408-3, 发布于2019年7月</li> </ul>

## 场景参考和显示参考过程

这些术语最初与 ITU-R-BT.2100 中标准化的 HDR 格式的定义相关。更具体地说，PQ 信号被称为“显示参考”格式，其通过其 EOTF 描述显示设备在节目主控期间显示的准确、绝对的亮度值。

HLG 信号与 SDR 电视中使用的原始伽马更为相似，它用 OETF 定义了一个信号，该信号旨在表示由采集设备从现场捕获的相对亮度值。因此，HLG 信号被称为“场景参考”格式，其中电信号表示自然场景中存在的相对亮度（图 21）。

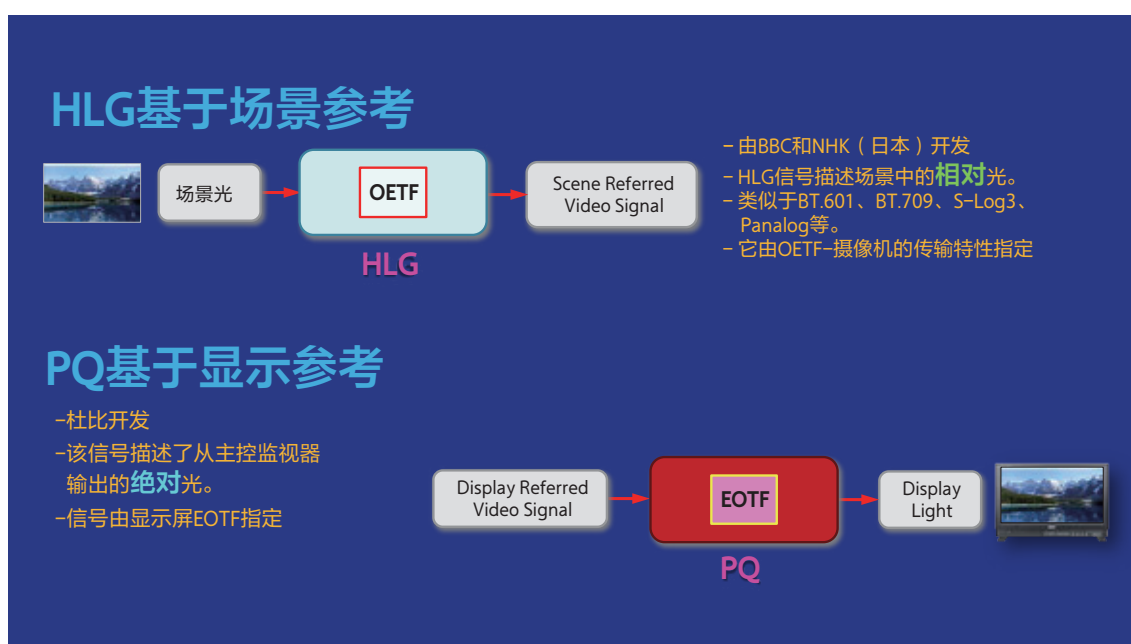


图 21: HLG 与 PQ 的比较

这些术语也在不同的上下文中使用：它们也可以应用于在 SDR 中创建视频材料到 HDR 的转换技术类型。

### 场景参考转换过程

例如，在将 SDR 摄像机的输出信号转换为与本机 HDR 摄像机输出的颜色外观匹配时，通常应用场景参考或 SR 技术。SR 转换使用内部的“线性光”处理阶段，所需的输出 OETF 将应用到该阶段。



图 22: 场景参考转换

### 显示参考转换过程

显示参考或 DR 转换是一种允许以本机显示格式显示的图片在不同格式的设备上显示时具有相似的图像外观的技术。



图 23:HDC-4000 显示参考转换图像

HDC-4000 还能够支持 DR 转换技术。

## 外观 – 自然外观和传统外观

我们先来定义什么是“外观”。

“外观”是一个描述图像外观的术语。在电视行业，它主要被认为是图像的色彩饱和度和图像色调的结合。

从技术上来说，它是由视频信号的 OETF 和监视器 EOTF 的组合来定义的，包括色彩师 / 技术人员赋予视频信号的各自创造性意图。

最初，它是由阴极射线管的 OOTF（阴极射线管）引入的，它是视频信号的 OETF 和 CRT 的 EOTF 的组合。在停止使用 CRT 设备后，平板监视器采用了 BT.1886（2011）中定义的 EOTF。这种 EOTF 与传统视频信号的 OETF 相结合，产生了今天的非线性 OOTF。

### 自然与传统外观

这些是最近在与 HDR 操作实践相关的标准化活动中引入的术语，用于描述电视信号处理的外观外观。

自然外观是一个最新术语，在 ITU-R-BT.2100 标准的创建过程中被非正式地用来描述 HLG-HDR 格式的外观。

HLG-HDR 格式仅将伽马非线性应用于亮度信号，而不适用于单个 RGB 分量。此过程将创建更精细的颜色表示，从而与摄影机所成像的本地场景的颜色特征相匹配。因此，使用 HLG（BT.2100）创建的图像被称为“自然外观”。

在传统的外观中，伽马曲线被应用到红色，绿色和蓝色上，这会制作出更饱和的彩色图片。

由于这一过程一直被用作传统、传统和其他电视制作格式（包括 PQ）的外观，因此被称为“传统外观”。



## AIR 匹配

“AIR”代表艺术意图渲染。见图 24。

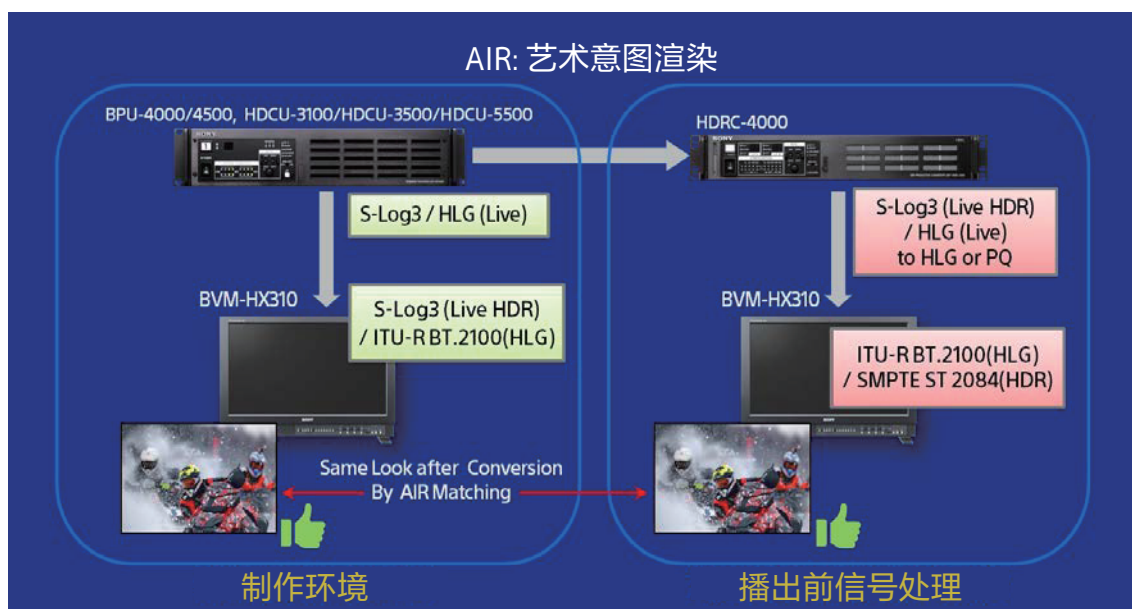


图 24: AIR 匹配

AIR 匹配是一个强大而有用的功能，可以实现几乎任何到任何信号格式的转换。

“AIR”过程基本上使用场景引用的转换技术以及每个转换案例所需的特性。具体如下：

- HDR 到 HDR 转换：将输入的 HDR 信号格式转换为另一种格式，并保留输入图像的外观。
- HDR 到 SDR 转换：将输入的 HDR 信号转换为 SDR（传统外观）
- SDR 到 HDR 转换：通过针对指定的 HDR 外观将输入 SDR 信号转换为 HDR

充分利用上述特性，在 HDCR-4000 HDR 转换器上应用相同的设置，可以获得与摄像机输出的 SDR 图像相同的 SDR 图像。