

SDR+技术白皮书

文档名称	SDR+技术白皮书
发布者	成都索贝数码科技股份有限公司
日期	2018-11-06
版本	Version 1.0

版权所有 © 2017 Chengdu Sobey Digital Technology Co., Ltd. 保留所有权利。

目 录

第一章 概述.....	2
第 1 节 背景.....	2
第 2 节 HDR 常规制作流程.....	2
第 3 节 目的.....	3
第二章 SDR+技术介绍.....	4
第 1 节 定义.....	4
第 2 节 SDR+制作流程.....	4
第 3 节 SDR+原理.....	4
第 4 节 技术优势.....	6
附录 测试记录.....	7
第 1 节 测试目的.....	7
第 2 节 测试配置.....	7
第 3 节 测试步骤.....	8
第 4 节 分析测试数据.....	9

第一章 概述

第1节 背景

数字成像领域中，场景、获取设备、显示设备、观察者都具有各自不同的动态范围（动态范围是场景中最亮物体和最暗物体之间的亮度比，亮度单位为尼特）：自然界场景的动态范围能够达到 10^{15} ；摄像机、照相机等获取设备的动态范围能够达到 10^6 ；但是人眼在同一个场景中能够识别的最大动态范围也只有 10^5 ，这意味显示设备的动态范围只需要达到 10^5 就足够了，而传统显示设备的动态范围只有 10^3 ，这样人眼通过显示设备看到画面必然将发生失真。

二十一世纪以来，视频拍摄和显示技术有了长足的提升，技术慢慢地能够支持制作和显示更逼真的视频内容。更加真实的视频画面需要包含更丰富的色彩层次和更宽的亮度动态范围，显示 HDR 图像（业界把动态范围达到 10^5 图像称为高动态范围（HDR）图像，与之对应的是标准动态范围（SDR）图像）需要显示屏的支持，直到 2015 年前后，市场上才陆续开始销售支持显示 HDR 的商用显示屏，价格十分昂贵。

图像的显示模式包括 SDR 和 HDR 两种，对于 HDR 的内容应采用 HDR 显示设备才能还原出 HDR 的效果，而如果用 SDR 的显示设备来显示，一般做法是将 HDR 内容通过一定算法转化成 100nit 的 SDR 来显示，过程称之为 Tone Mapping，但这种方法将造成大量的亮度信息虽损耗，在相对要求较为专业的场合，如 HDR 视频节目制作，SDR 监视器或者电视机无法准确还原真实亮度，也就无法参照调整制作亮度，不得不购买昂贵的 HDR 监视器。

第2节 HDR 常规制作流程

HDR 视频的制播全程包括拍摄、制作、播出，广电媒体机构的软硬件必须都要达到制播 HDR 的要求，包括摄像机、非编软件、监视器等，但凡存在一个过程不满足 HDR 要求，就无法制作真正的 HDR 内容。

HDR 内容的常规制作流程如图 1 所示，摄像机拍摄获取 HDR 素材之后，通过存储、传输至制作系统；通过非编软件对 HDR 素材进行编辑、调色、包装；制作过程中

随时将信号传输至 HDR 监视器监看标准效果，HDR 监视器用于监控制作过程的图像质量。



图 1 HDR 采编流程

第3节 目的

对于广电媒体来说，由于标准 HDR 制作网络成本高昂，很多规模较小的机构没有及时做好硬件或软件的更新换代，特别是没有配备标准的 HDR 监视器，导致无法制作标准的 HDR 内容。况且，在某一些日常制作场景下也没有必要生产标准的 HDR 内容。

在上述背景下，索贝公司提出“SDR+技术”，对源 HDR 画面进行一系列处理，优化 HDR 画面在 SDR 监视器中的显示效果，继而在 HDR 内容编辑制作过程中使用 SDR 监视器来替代 HDR 监视器，满足要求不太高的日常生产需求。

第二章 SDR+技术介绍

第1节 定义

“SDR+”狭义上指画面经过提升的 SDR 图像，广义上指索贝提出的的制作流程，使得利用 SDR 监视器完成 HDR 内容的制作。

第2节 SDR+制作流程

SDR+制作流程如图 2 所示，HDR 素材仍由 HDR 摄像机拍摄得到，HDR 编辑选用索贝开发的非编软件，画面监看使用峰值亮度较高的 SDR 监视器。



图 2 SDR+采编流程

第3节 SDR+原理

(1) 常规 HLG 型 HDR 显示原理

常规 HLG 监视器显示图像的原理如图 3 所示，亮度信号在保持 100nit 以下的亮度稳定的前提下，对高亮部分予以曲线压缩，支持 HLG 的监视器在伽马曲线正好与之相反而抵消，使得监视器在制作范围内有效重现画面亮度。

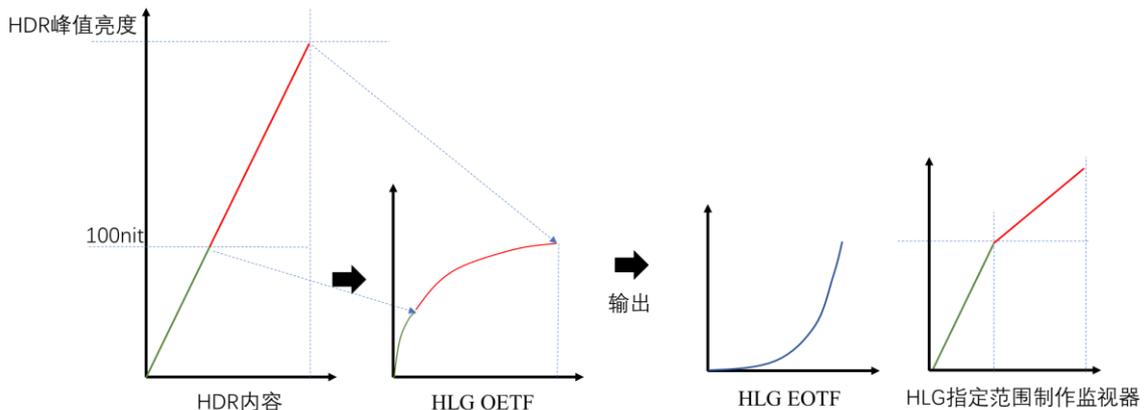


图 3 常规 HLG 设备显示原理示意图

(2) 常规 HDR 内容到 SDR 设备显示流程

一般 HDR 图像需要先进行下变换到 SDR 亮度范围内然后传入 SDR 监视器中,SDR 显示器收到信号后会进行信号监视器伽马转换,这里会受限于 100nit 的 SDR 范围,损失很多高亮细节;而在显示阶段,SDR 监视器虽然具备超过 100nit 的显示能力,但直接输出显示会使亮度直接不合理拉伸,并且显示器峰值亮度较于 100nit 越高,则简单拉伸的造成的差异越大。

SDR 显示器的显示方式如图 4 所示,最终监视器显示亮度和原始亮度相差很大,高光部分细节被损失,而低光部分又被强制拉高,不能正确反应画面真实亮度。

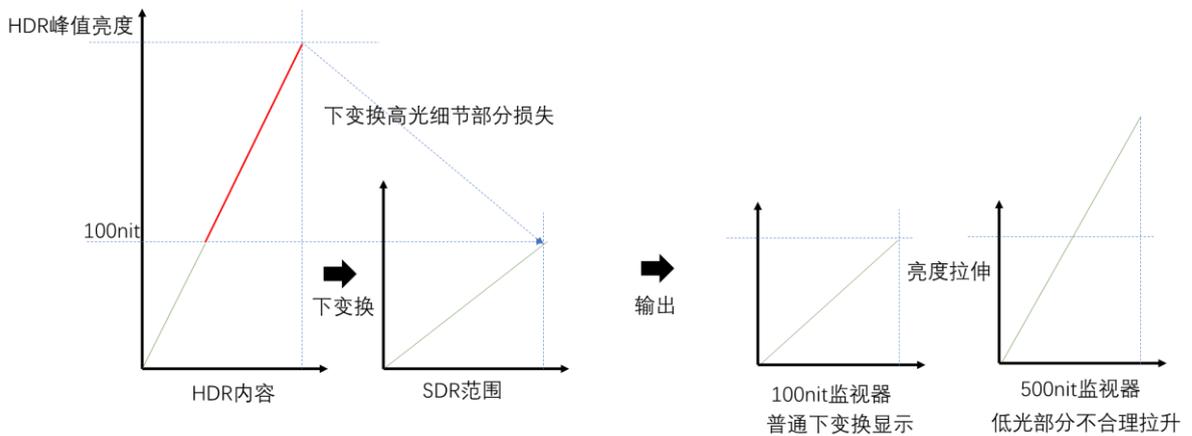


图 4 常规 HDR 内容在 SDR 设备显示原理示意图

(3) SDR+原理

索贝的非编软件利用 SDR+技术,根据 SDR 监视器的峰值亮度相关参数来调整 HDR 图像的像素参数,处理输出如图 5 所示。软件首先模拟计算,将内容亮度控制在监视器能力范围内,进一步叠加 SDR 监视器的反 Gamma 曲线,在 SDR 监视器显示中再被叠加 Gamma 曲线抵消,最终显示亮度就会和 HLG 相一致。

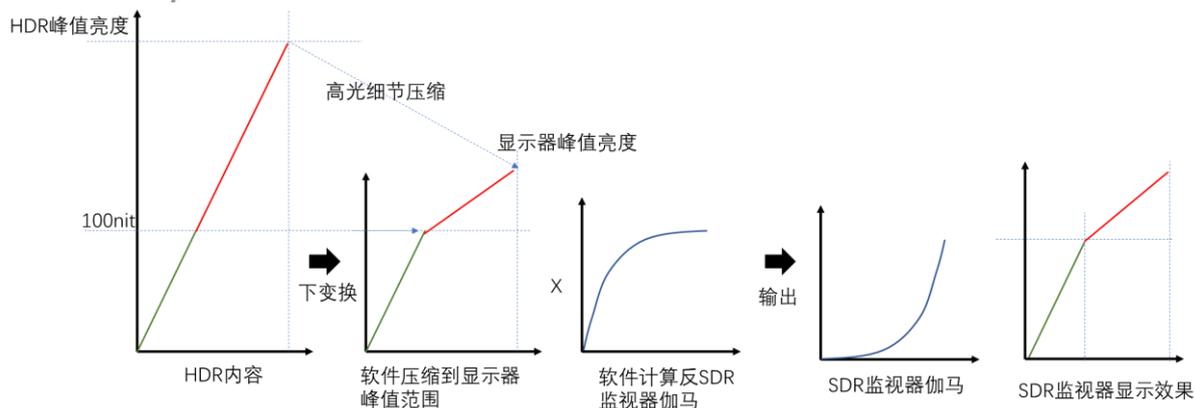


图 5 SDR+处理后显示原理示意图

第4节 技术优势

索贝提出的 SDR+技术的优势主要体现在以下两点：

(1) 成本低廉：采用 SDR 监视器来监看 SDR+的制作效果，媒体机构部署 SDR+制作网络的价格远远低于 HDR 制作网络，可以应用于新闻等日常的制作场景。

(2) 画质提升：可以充分利用现有显示器的冗余性能来观看 SDR+画面，并且 SDR 显示器的峰值亮度越接近 HDR 画面峰值亮度，SDR+画面与 HDR 画面越接近，也就是画质提升的效果越强。

附录 测试记录

第1节 测试目的

本实验对 SDR+显示技术（即使用不支持 HDR 的 SDR 显示设备模拟显示 HDR 画面）的实际效果进行测试，测试的总体策略为：对同样的视频素材，分别采用 HDR、SDR+、SDR 播放，测量并记录画面亮度，然后计算 SDR+画面和 HDR 画面差异、SDR 画面和 HDR 画面差异，以实测数据为依据说明 SDR+显示技术相较于 HDR 基本一致，而未经相关处理的 SDR 显示无法实现。

第2节 测试配置

原则上将测试设备分为三组：第一组是国际知名非编软件+HDR 监视器；第二组为 Nova11 非编软件（SDR+模式）+SDR 监视器（实际亮度 500nit 以上）；第三组是国际知名非编软件+SDR 监视器。

表 1 实验设备配置

实验组别	设备名称	配置说明	型号
第一组	HDR 监视器	支持峰值亮度：500 尼特	
		支持亮度模式：HLG	
		支持显示色域：Rec. 2020	
	非编节点	CPU：INTEL Xeon E5-2690 v4 2.6GHz（十四核）×2	
		内存：6GB DDR4-2400 ECC 内存 × 2（共 32GB）	
		系统硬盘：2TB 7200 rpm SATA 硬盘×1	
		显卡：NVIDIA GeForce GTX 1080 Ti 11GB 专业图形显卡	
		操作系统：Windows 10 Pro 64bit	
电源：1125 瓦			
软件：Edius 非编软件			
第二组	SDR 监视器	支持峰值亮度：500 尼特	
		支持亮度模式：SDR	
		支持显示色域：Rec. 2020	
	非编节点	CPU：INTEL Xeon E5-2690 v4 2.6GHz（十四核）×2	
		内存：6GB DDR4-2400 ECC 内存 × 2（共 32GB）	
		系统硬盘：2TB 7200 rpm SATA 硬盘×1	
		显卡：NVIDIA GeForce GTX 1080 Ti 11GB 专业图形显卡	
		操作系统：Windows 10 Pro 64bit	
电源：1125 瓦			

		软件: Nova11 非编软件	
第三组	SDR 监视器	支持峰值亮度: 500 尼特	
		支持亮度模式: SDR	
		支持显示色域: Rec. 2020	
	非编节点	CPU: INTEL Xeon E5-2690 v4 2.6GHz (十四核) ×2	
		内存: 6GB DDR4-2400 ECC 内存 × 2 (共 32GB)	
		系统硬盘: 2TB 7200 rpm SATA 硬盘 ×1	
		显卡: NVIDIA GeForce GTX 1080 Ti 11GB 专业图形显卡	
		操作系统: Windows 10 Pro 64bit	
		电源: 1125 瓦	
软件: Edius 非编软件			

第3节 测试步骤

测试总体上分为三个步骤: 第一步是测量 HDR 画面的亮度; 第二步是测量 SDR+ 画面亮度; 第三步是测量 SDR 画面亮度, 注意三个步骤中应测试同一测试素材的同一画面; 最终分析测试数据, 得出实验结论——SDR+显示技术的画面提升效果。

表 2 步骤一详情

一: HDR 画面亮度测试	
1	显示模式调整: 将 HDR 监视器的伽马曲线设置为 HLG, 峰值亮度设置为 500, 显示色域设置为 Rec. 2020。
2	图像显示: 使用 Edius 非编软件打开测试素材, 将图像显示于 HDR 监视器中。
3	亮度测试: 使用亮度计测量 HDR 画面亮度, 记录实验数据。

表 3 步骤二详情

二: SDR+画面亮度测试	
1	显示模式调整: 将 SDR 监视器的峰值亮度设置为 500, 显示色域设置为 Rec. 2020。
2	图像显示: 使用 NOVA11 非编软件打开测试素材, 将图像显示于 SDR 监视器中。

3	亮度测试：使用亮度计测量 SDR+画面亮度，记录实验数据。
---	-------------------------------

表 4 步骤三详情

三：测试 SDR 画面亮度	
1	显示模式调整：将 SDR 监视器的峰值亮度设置为 500，显示色域设置为 Rec. 2020。
2	图像显示：使用 Edius 非编软件打开测试素材，将图像显示于 SDR 监视器中。
3	亮度测试：使用亮度计测量 SDR 画面亮度，记录实验数据。

第4节 分析测试数据

实验数据包含三部分：输入图像的 HDR 显示亮度、SDR+显示亮度、SDR 显示亮度，数据分析可以包括两个部分：主观评价和客观评价。

(1) 主观评价

在实验过程中，通过肉眼分别观看相同画面的 HDR、SDR+、SDR 效果，主观上进行分析对比，特别要注意分析图像中的高亮部分，得到主观的评价结果。

(2) 客观评价

可以使用图像质量评价手段处理三幅图像数据，例如计算 PSNR 和 MSE。质量评价步骤一般为：将 HDR 作为参考图像，将 SDR 和 SDR+图像作为待评价图像，分别计算对应的图像质量，然后比对分析 SDR 和 SDR+的图像质量计算结果：SDR+显示技术相较于 SDR 有很大提升，并且较为接近对应 HDR 画面。