

# 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.....	1
第 1 节 背景.....	1
第 2 节 HDR 常规制作流程.....	1
第 3 节 目的.....	2
第二章 SDR+技术介绍.....	3
第 1 节 SDR+制作流程.....	3
第 2 节 SDR+原理.....	3
第 3 节 技术优势.....	6
附录 测试方案.....	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.....	10

## 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，业界把动态范围达到  $10^5$  图像称为 HDR 图像，而显示 HDR 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 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，不得配置 HDR 监视器，无法发挥现有大量 SDR 监视器的应用潜力。

### 第2节 HDR 常规制作流程

HDR 视频的制播全程包括摄、录、存、制、播、显，广电媒体机构的软硬件必须要达到制播 HDR 的要求，包括摄像机、非编软件、监视器等。

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，并通过 HDR 监视器进行监看。

HDR素材拍摄



HDR制作



HDR监视器



图 1 HDR 采编流程

### 第3节 目的

对于广电媒体来说，现存大量的高清制作网，包括图形工作站、SDR 监视器等，如何最大限度地利用现有设备，尽最大可能地实现接近 HDR 的监视效果，是摆在我们面前的一个重大问题。

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最大化利用现存 SDR 监视器，满足日常生产需求。

## 第一章 SDR+技术介绍

### 第1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，支持 SDR+技术的非编软件，可以利用现存 SDR 监视器，尽最大可能接近实现 HDR 的监视效果。



图 2 SDR+采编流程

### 第2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，图像使用 HLG 定义的 OETF 曲线来变换信号，显示端支持 HLG 的监视器的伽马曲线与之相反而抵消，使得监视器在制作范围内有效重现画面亮度。

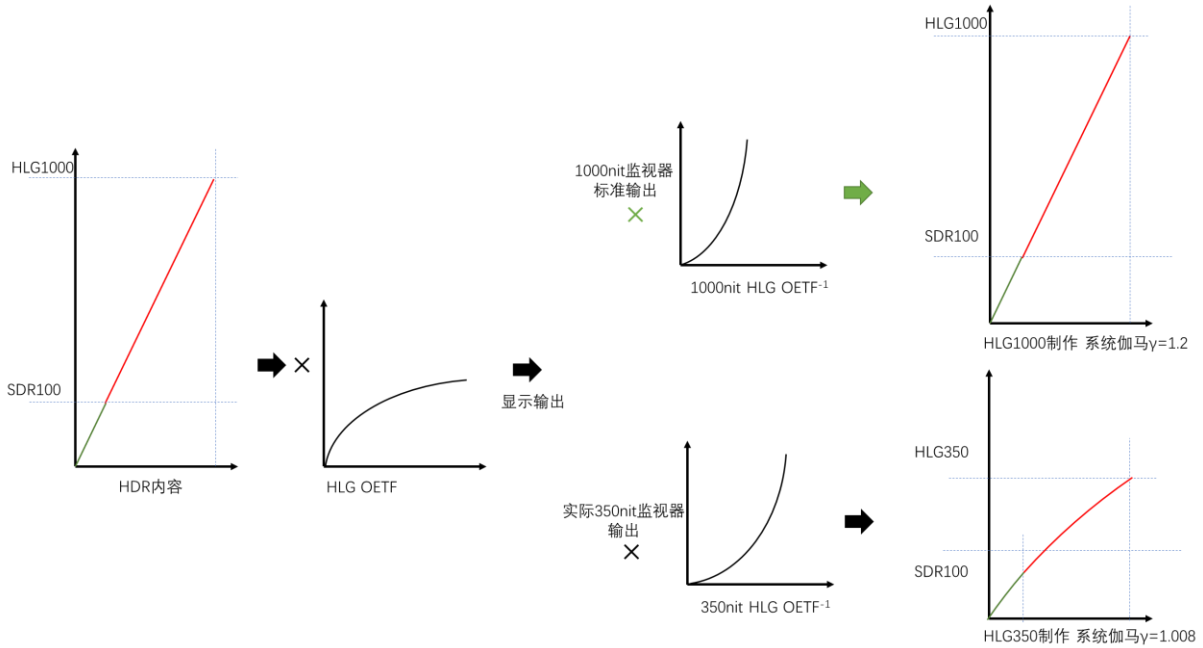
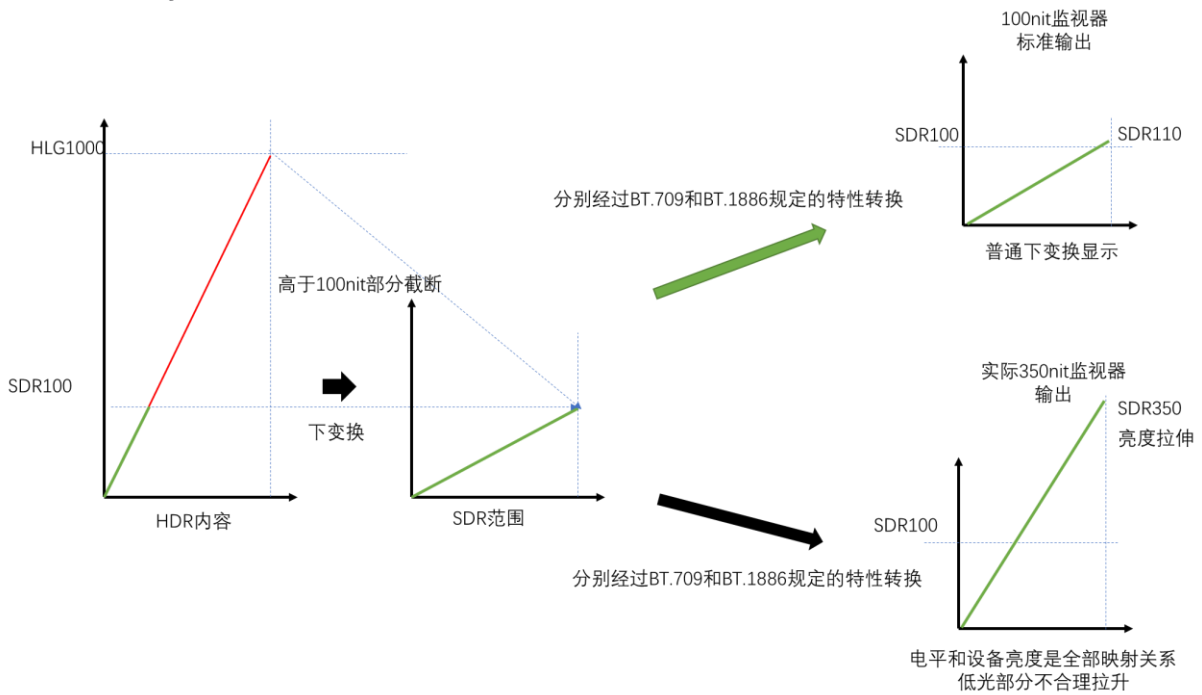


图 3 常规 HLG 设备显示原理示意图

(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, 损失高亮细节(实际下变换过程中各家算法会压缩保留少部分高亮, 本文简化不做讨论); 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。

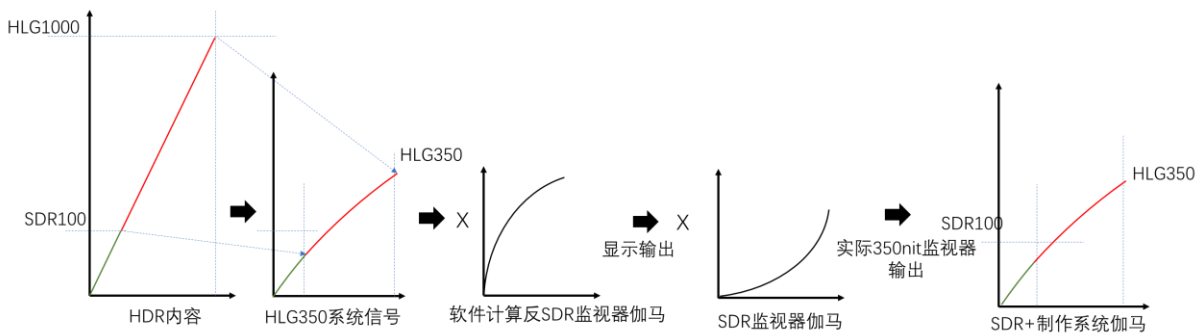
SDR 显示器的显示方式如图 4 所示, 最终监视器显示亮度和原始亮度相差很大, 高光部分细节损失比较严重, 而低光部分又被强制拉高, 不能正确反应画面真实亮度(比如原本 50nit 的亮度, 被拉高到 175nit)。



**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,即保留了低于 100nit 的亮度部分,也尽可能利用高亮能力保留了高光部分内容。



**图 5 SDR+处理后显示原理示意图**

### 第3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 测试方案

### 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 显示与 HDR 显示差异较大。

### 第2节 测试配置

原则上将测试设备分为三组：第一组是第三方国际知名非编软件+ HDR 监视器；第二组为 Sobey Nova11 非编软件（SDR+模式）+ SDR 监视器（实际亮度 350nit 以上）；第三组是 Sobey Nova11 非编软件（SDR 模式）+ SDR 监视器。

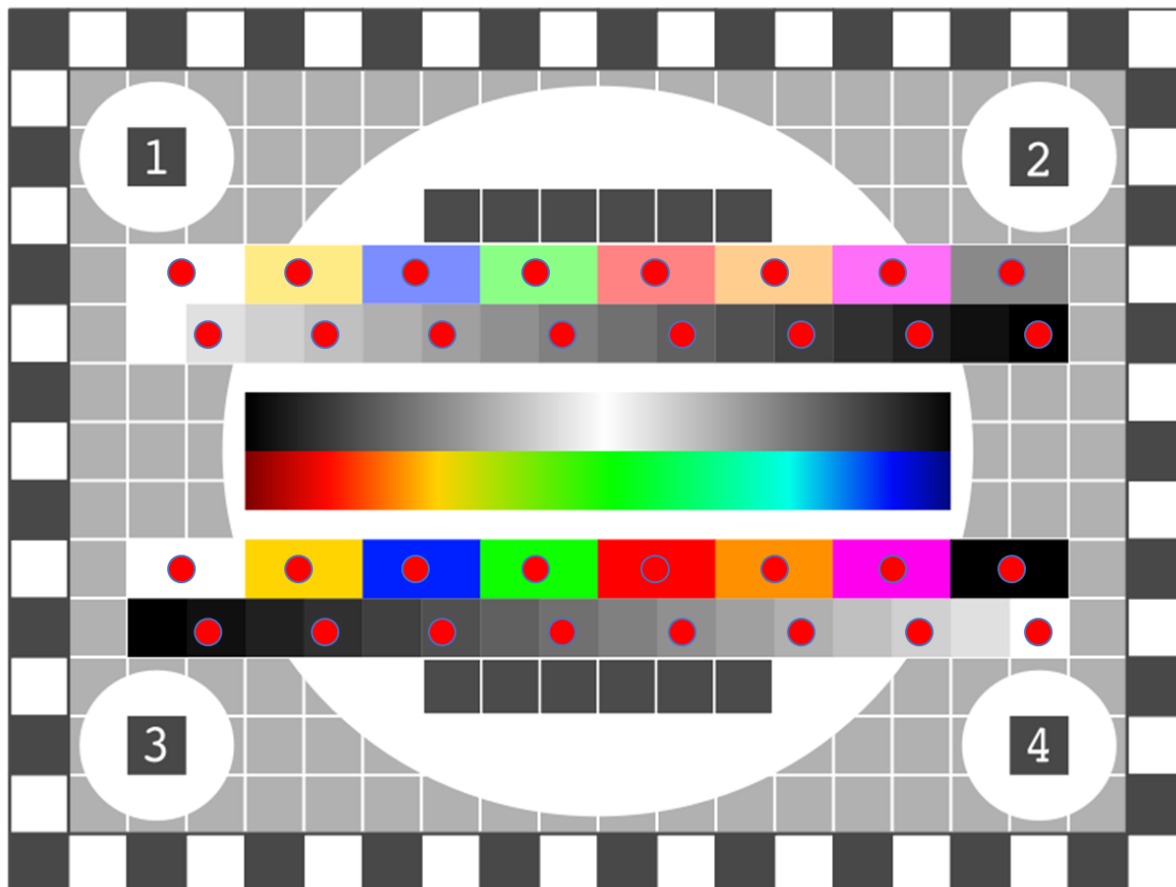
**表 1 实验设备配置**

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：350 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：DaVinci Resolve 非编软件			
第二组	SDR 监视器	支持峰值亮度：350 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: 350 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3节 测试步骤

测试用例中需要测试亮度的区域为 32 个, 如图 6 所示。测试总体上分为三个步骤: 第一步是测量测试用例的 32 个区域在 HDR 画面的亮度; 第二步是测量测试用例的 32 个区域在 SDR+画面亮度; 第三步是测量测试用例的 32 个区域在 SDR 画面亮度; 最终逐一对比对应区域内亮度, 分析测试数据得出实验结论——SDR+显示技术的画面提升效果。



● 亮度测试点

图 6 测试用例

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 350 尼特，显示色域设置为 Rec. 2020。
2	图像显示：在 DaVinci Resolve 软件建立 HLG、Rec2020 时间线，将测试素材拖入时间线中，图像显示于 HDR 监视器中。
3	亮度测试：使用亮度计分别测量画面中图 6 所示的 32 个区域的亮度，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 350 尼特，显示色域设置为 Rec. 2020。
2	图像显示：在 NOVA11 非编软件中建立 HLG、Rec2020 时间线，将测试素材拖入时间线中，并设置输出 SDR+效果，图像显示于 SDR 监视器中。
3	亮度测试：使用亮度计分别测量画面中图 6 所示的 32 个区域的亮度，记录实验数据。

**表 4 步骤三详情**

三：SDR 画面亮度测试	
1	显示模式调整：SDR 监视器的显示模式不变。
2	图像显示：在将 NOVA11 非编软件中建立 SDR、Rec2020 时间线，将测试素材拖入时间线，图像显示于 SDR 监视器中。
3	亮度测试：使用亮度计分别测量画面中图 6 所示的 32 个区域的亮度，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

对测试点按从上到下、从左到右的方式编号（A1~A32），将三幅图像中对应区域中的亮度值作为一组实验数据，则共得到 32 组数据，将每组的数据绘制于图 7 中，若 A1~A32 的实验结果均满足：SDR+与 HDR 对应测试亮度非常接近，而 SDR+与 SDR 亮度存在显著落差（例如图 7 的 A1 组），则证明 SDR+确实拥有接近 HDR 的显示能力。

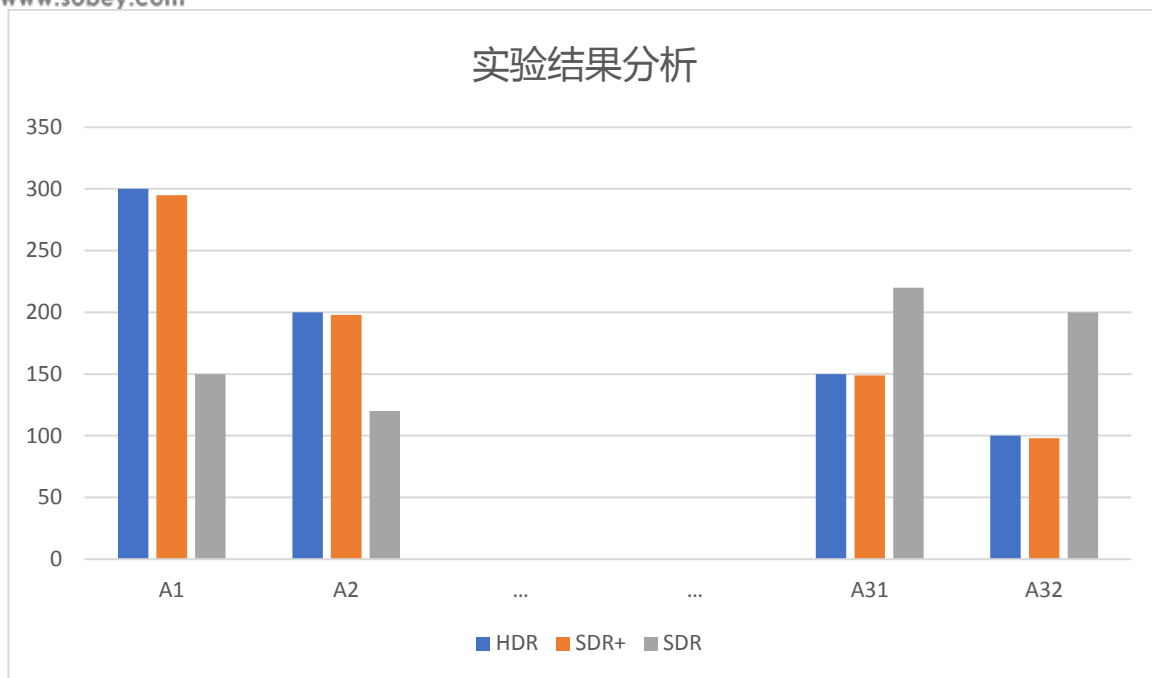


图 7 实验结果分析