

超越分辨率定义

LED HDR 高动态范围显像

HDR



Chris Deighton | 首席科技官

长久以来，增加显像分辨率一直是视讯投显业界提高显像质量的最直观方式。对LED显像而言，此方法即在相同面积内容纳更多的LED，减小显像间距以降低独立像素可视性，提高单位面积显像信息密度及连贯性，增强画面一体化呈现。

但就如任何公式皆有适用界限一样，对于给定观赏距离，当分辨率提高到一定程度后，视觉感官的提升将不再明显，而越来越细间距的设计所浮现越来越多的问题亦将超乎这种视觉提升的实际价值。

首先，越细间距的设计通常等同越高的生产同维护成本 – 更高的显示密度意味着更多的LED及适配元件，是为量的增加；其次，要达到相同显像亮度及饱和表现，越小的LED颗粒造价通常亦越为高昂，是为质的增加。而与细间距随之而来的更多电气问题，将提高相应电路设计的复杂性和细节度，例如在相同面积下更高比例的LED多工扫描可能降低PWM位元等等；而更精密的设计则需更小心的使用及维护，故障装置的维修成本亦将随之提高。

因此我们需要找到一个平衡点，更合理地设计高分辨率细间距LED显像装置，才能更有效地提高画质。我们更需要另辟蹊径，另觅不倚赖像素量的，在现有分辨率上提升显像质量的新方式。

正 · 大 · 光明

更大亮度范围，更广色域空间，更高颜色深度可概括为高动态范围（HDR）影像技术较一般传统显像的三大改进。HDR可于相同分辨率下有效提高显像画质，十分适用于改善LED装置显像，随其应用的日趋普及，其重要性可谓日益显著。

更大亮度范围

传统标准动态范围（SDR）伽玛曲线 – 即将亮度编码至视频讯号的转化函数 – 对人类10,000:1的亮度可感范围利用其实并不充分。要涵盖更大的亮度范围，HDR必须与传统伽玛曲线分道扬镳，使用一套更大定义域的转化函数 – “电-光转换函数（EOTF）”。

国际电信联盟于其ITU Rec.2100标准为HDR引入两种电-光转换函数以取代传统伽玛 – Perceptual Quantisation (PQ) 与 Hybrid Log Gamma (HLG)。前者由杜比（Dolby）研发并由电影电视工程师协会于SMPTE ST.2084 标准化；后者由英国广播公司（BBC）及日本放送协会（NHK）联合研发，是一组于低光使用伽玛编码、高光使用对数编码的混合函数。虽同属Rec.2100标准，PQ 和 HLG两者并不通配兼容，因此HDR器材设计需要同时支持两者。

电-光转换函数使显像于阴影及高光区域更加细致，提升画面对比度，并为超亮输出定义更大限度，使更多原本越限而被“封顶”的亮度级别得以平滑显示。这些信息增量调动更多人类触觉，让显像在原分辨率下感觉更加明锐清晰，画面更具细节，更显逼真。

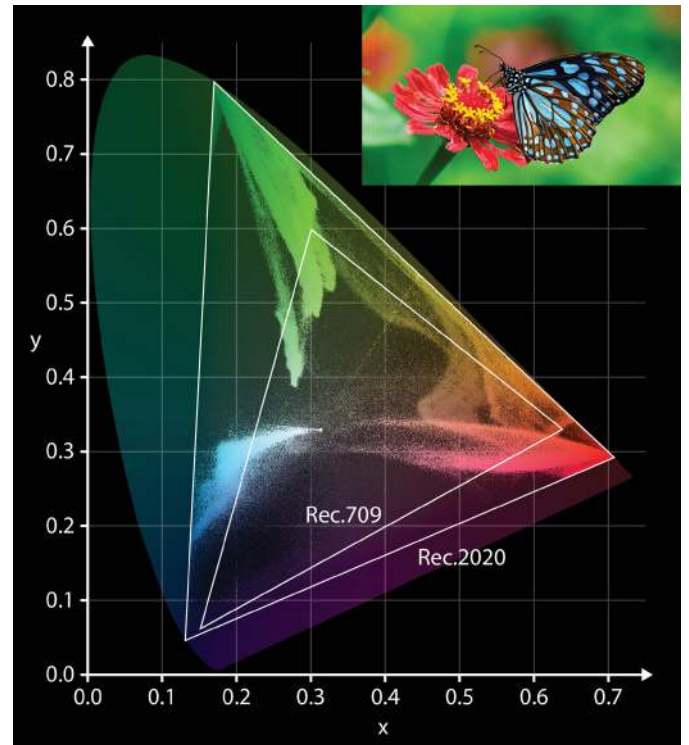


图 1: 相同画像由左至右对比度逐渐增加，画面细节及“深度”亦随之提升。

更广色域空间

“色域”是指一个技术系统能够显示的颜色的总集。HDR影像采用国际电信联盟 Rec.2020 色彩空间宽色域 (WCG) 标准，与传统 SDR 影像采用的 Rec.709 高清电视色域于 CIE 1931 色彩空间 (人类颜色感知标准定义域) 相较，增加 72%，影像颜色饱和级别因此更高，色彩呈现能力更强，实现相同分辨率下更写实逼真的画质。

图 2: 一幅插画其颜色于 CIE 1931 颜色空间中的分布。其颜色大量分布于较小的 Rec.709 色域三角之外，于 SDR 影像技术中这些越限部分将被“封顶”，显像因而饱和不足，黯淡乏力。而 HDR 影像采用较大的 Rec.2020 宽色域三角，原越限颜色皆可涵盖表达，显像得以逼真再现。



更高颜色深度

位元数目，或称位元深度，决定了实际数值数字化表达的级数与象限 – 位元每添一位，级数扩充一倍。SDR影像通常采用标准 8 位元视讯信号，即由 0 (黑) 至 255 (白) 共 256 个显像级别。但随亮度及色彩定义域的扩大，标准的 8 位色深将无法满足不同 HDR 影像的显像需求，大量颜色细节的进减级将使画面原本平滑过渡处出现色带化现象。因此 HDR 影像使用最低 10 位元作信号处理，将颜色细划至最少 1024 个分级，令更大的亮度范围、更广的色域空间得以充分展现。

图 3: 位元深度不足造成的显像色带化。色带现象多见于渐变区域，如图中原应平滑过渡的蓝天。



LED HDR 应用

LED其实可谓HDR 显像技术的最佳表现载体：LED 可轻松投送HDR影像所需的以数千尼 (Nit·或cd/m²·烛光每方) 计的亮度范围；高质素RGB LED 的色域表现范围近似 Rec.2020宽色域，可最大程度保证饱和颜色保真表达。亦因其二极管的本质，LED显像可独立驱动每个颗粒，亮度全域皆能无损表达；而完美的黑度，加之无背光源的渗透，更是其他显像技术未能企及的绝对优势。



图 4a：相同HDR影像由三种 HDR装置显示的不同表现。

左图为普通LCD显示器，因亮度象限及对比度有限显得黯陈乏调；中心为有背光源局部明暗调节功能的LCD显示器，以牺牲低亮区域细节为代价可达到较好的黑度，但其高光区域（月光周边）及荧屏角落仍受背光源渗透影响黑度表达；右图为HDR LED显示屏，因其每个显示单位独立可控，低光区域不失细节，高光区域极度明亮，无论明、暗、大、小，细节都无损呈现。

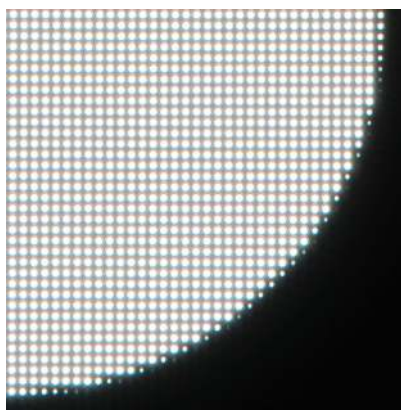


图 4b：HDR LED 显示屏对比度特写。示例为白色高光边缘以 2300Nit 显像

当然，HDR技术带来的视觉提升并不是不无前提的。

HDR 并不能解决因设计或硬件质量低下而导致的欠佳画质。相反，因其对亮度及色彩定义的扩展，对硬件的要求亦随之提高，设计上的不足将更为突显，低质量的LED 装置将因不达标而不可尽收 HDR之优势。

系统每环由视频源、处理器，至显示装置亦皆须兼容 PQ 及 HLG HDR格式，支持宽色域、高色深。任何环节的缺失，或使用传统 SDR形式的处理皆将影响 HDR的实现。

须重作考量的还有HDR装置的颜色校正 – 为达较佳的显像一致性，传统的色彩校正往往在亮度及色彩饱和度表现上折中 – 这一做法却正与 HDR 原理背道而驰。因此，新的 LED 校正方式也正在开发当中，以求在不损害一致性的前提下，最大程度地发挥 HDR 高亮度、宽色域的优势。

更高分辨率经已不是提高画质的唯一方式。凭其明锐出色的表现，逼真动人的显画，无论从性能或价格出发，高动态范围 HDR 影像技术都将成为业界新宠。

Brompton将为您完美诠释高性能 LED HDR应用，请拭目以待。