

LED 立体大屏幕问与答 (FAQ's)

尊敬的朋友，

我是李超教授，是郑州中原显示技术有限公司（CCDL）总裁，是中国大屏幕显示界唯一国管专家，由于郑州中显对于 LED 立体大屏幕的研发取得了举世瞩目的进展，在大家纷纷对于郑州中显的研发寄给高度评价之时，也提出了很多的问题，下面列出常见的问题并答复一下。

谢谢大家！

李超郑州中显总裁
国家级有突出贡献专家
武汉科技大学特聘教授
美国电影电视工程师学会（SMPTE）会员
美国电气与电子工程师协会（IEEE）会员
美国信息显示协会（SID）会员
中国图像图形学会立体专业委员会高级顾问
中国电子学会立体专业委员会委员
中国广播电视联合会技术工作委员会理事
中国光协 LED 分会技术组成员

www.ccdl.com.cn

chaoli@ccdl.com.cn

Question

世界上总共有哪些 3D 或者立体显示技术？

Answer

立体显示是 100 多年来科学家们追求的目标，科学家们提出过很多种类的立体显示技术或显示模型，其中有但是不限于：全息显示、真三维、体三维等技术，这些显示技术是无需佩戴 3D 眼镜的，此外，还有若干种双图像型显示技术，如双色型、电子快门型、偏振型和裸眼型双图像显示技术。在以上所有立体显示技术中，至今为止唯有偏振型显示技术得到了大规模应用，一个典型应用就是电影院的投影机立体显示。

Question

为什么说至今为止仅有偏振型立体电视技术得到了大规模应用？

Answer

双色型立体显示通常正确的应用方法是采用红/青两色，比如说可以讲红色适用于左眼，青色适用于右眼，由于每只眼睛均不可以感受全部色彩，所以此类显示是属于“信息缺失”行显示，其优点是系统特别简单，因为实际上显示屏幕就是一个 2D 屏幕，所以造价低，但是正是由于“信息缺失”，显示效果很差，观看时会对于人眼产生负面影响，因此此类显示技术不可以得到大规模应用。

电子快门型立体显示看起来似乎电子快门型立体显示要比双色型好很多，因为此类显示技术并不丢失任何色彩，但是正是由于在任何时候两只眼睛中仅有一只可以看到图像而另一只却看不到，所以就产生了很多的问题。此类立体系统的优点和双色型相似，其显示屏幕也是普通的 2D 屏，在控制端加上了倍频器，这样的处理使得系统可以左右眼图像得到顺序显示，所以其造价很低。但是不同于双色型显示的是，电子快门眼镜的造价和带来的问题均不可忽视。因为我们之所以我们所说的运动图像的三维也可以称其为四维，是将 3D 图像的时间轴算在了一起，这四维分别是：水平、垂直、深度、时间，也就是说时间轴是第四维。

电子快门型立体显示由于在时间轴上顺序显示，也就在时间轴上产生了很大的失真，此外，电子快门眼镜也带来了不少问题，其也使得系统的功能降低。

偏振型立体显示此种显示使用了两种不同方向的偏振系统分别作用于左右眼图像，此种显示技术唯一缺点就是造价高，除了造价高外，其各种优点是任何其他立体显示所不可比拟的，是在所有立体显示可实现最好立体显示效果的一种，后面将以对比形式详述其特点。

裸眼立体显示裸眼显示的基本原理就是采取各种方法，比如采用交叉打光，设法将左眼图像进入左眼，右眼图像进入右眼，这是利用了人眼的双瞳的 6.5 公分的间距（经郑州中显对于 100 人的简单测试，所有测试者的平均双瞳间距为 6.24 公分，也就是说，所谓的 6.5 公分双瞳间距可能是指欧洲人的），由于上面各种类型均使用了不同的 3D 眼镜，而 3D 眼镜是一个“分离器”（或称滤光器），即将左右眼图像分离开来的器件，而裸眼型立体显示没有分离器，这就是说，每只眼睛都可能看到左右眼图像，尽管采取了各种措施，裸眼型立体显示的清晰度和视角这两项重要指标上均无法和偏振型相比，为了扩大立体视角，可以采取多视点显示，通常采用的是 8 视点显示，也有采用 9 视点或者 28 视点的，研发历史上最多进行过 60 视点和 128 视点的实验，多视点裸眼显示虽然扩大了视角，但是也带来了问题，主要是多视点立体图像文件的制作及立体显示器成本提高、分辨率降低和出屏效果变差等。

Question

请叙述一下 LED 立体显示技术

Answer

一般说来，LED 显示可以采用以上几种双图像显示技术，起初，人们采用过双色型，由于效果不佳，又采用过电子快门型，尽管快门型立体显示比双色型好，但是仍有很多问题，后来人们开发了偏振型和裸眼型。目前郑州中显的偏振型 LED 立体大屏幕已经得到了全世界的公认，已经开始得到应用，这是由于其 3D 效果和功能比任何其他立体显示都好，可以大量地应用到立体电影和 3D 广电，在 3D 教学的应用也已经开始。而裸眼型仍在研发中，尚未最终定型，这里要说明的是，裸眼型立体显示由于其视角和清晰度均无法与偏振型相比，其仅仅可以应用到立体广告场合。

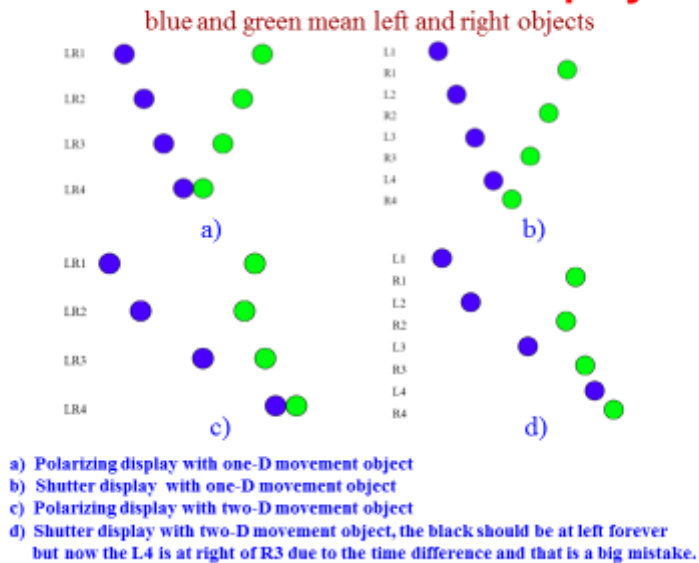
Question

电子快门型立体显示的主要问题是什么？

Answer

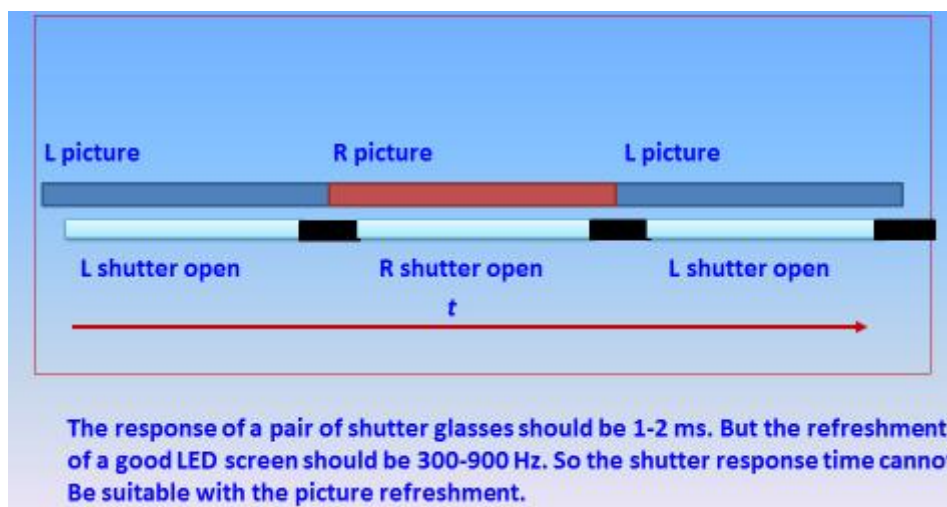
由下面的比较可以看出快门型立体显示的主要问题，由下图 b 可以看出，优于任何时间仅有一只眼睛可以看到图像而另一只看不到，但是双图像型立体显示技术的主要原理就是双眼看到的图像到大脑叠加，有中枢神经做高速运算得出第三眼的立体感，那么在任何时间仅能看到左右眼图像中的一个，怎么办呢？一定要有存储器，人们的大脑可以形成记忆的表皮细胞自动地、义不容辞地承担了存储器的作用，在观看快门型立体显示时，大脑表皮细胞反复地进行存储器的工作，这就是为什么观看快门型立体显示会感到很疲劳的基本原因。在偏振型显示中，人们同时看到两个图像，无需表皮细胞做存储器，所以有最观看效果，不会感到十分疲劳。另外，由下图 d 可以看到，由于左右图像时间的错位显示，左眼图像 L4 竟然到了 R3 的右边，这是不可以的，这就是为什么电子快门型立体显示由于在时间轴上有明显失真，3D 分辨率也比偏振型的低的原因。

Comparison between polarizing mode and shutter mode 3D displays



此外，电子快门型立体显示还有其他问题，一般电子快门眼镜的响应时间为 2 毫秒，而好一些的可以为 1 毫秒，但是 LED 显示屏的刷新频率很高，可达数百赫兹以上，由下图可见，由于响应时间相比刷新周期不可忽视，在开关过程中有部分信息被丢失，这也是为什么电子快门型 LED 立体显示屏的效果无法与偏振型相比的原因之一。

左右眼图像与电子眼镜的时间关系



Question

郑州中显 CCDL 的偏振型 LED 立体显示屏可否应用于电影院？

Answer

不但我们认为这是必然的，而且国际上的立体显示专家也做出了如此肯定。在 SID 展，郑州中显的 LED 立体电影放映系统进入了展会，在 SMPTE 展上，郑州中显作为唯一中国企业参加了展览，所有看到郑州中显 LED 两天都没的人一致地高度赞扬了产品的高性能，指出了这才是立体显示的发展方向，大家一致地指出了郑州中显的“LED 立体电影放映系统”取代现行电影院中的投影系统只是时间问题，原因就是 CCDL 的系统所呈现的高技术指标正是科学家们所奋斗的目标，更重要的是，郑州中显的 LED 立体电影放映系统不但解决了影像视觉健康的暗适应和亮适应问题，还找出了形成“3D 眩晕”的真正原因，为大幅度降低 3D 眩晕指出了方向。在科学发展史上，任何涉及人类健康的发展都是优先于其他科技发展的。我们的系统已经开始做通过 SMPTE 标准进而通过 DCI 标准的工作，这将需要几年时间。

Question

如何比较投影机立体显示和 LED 立体显示？

Answer

同样是偏振型显示的投影机和 LED 显示的比较如下所示：

项目	名称	传统电影放映系统	LED 三维播放系统
1	透射光束	投射光束令人讨厌	没有投射光束
2	亮度	亮度低	亮度高，在一定条件下室外也可以
3	对比度	反差小	对比度高
4	散焦	散焦存在	散焦可能性不存在
5	失会聚	失会聚存在	失会聚可能性不存在
6	二次反射、炫光	幕布二次反射存在 炫光存在	屏幕自发光，无反射 没有透镜，无炫光
7	刷新频率	低不可控	高可控
8	运营维护成本	高寿命短	低 LED 显示屏寿命长于 100,000 小时，每天连续播映可达 10 年以上
9	2D/3D 兼容性	不兼容	兼容既能播放 3D 视频或图片，也能播放传统的 2D 视频节目
10	3D 电视节目	不可播映	可以完全无损播放
11	生理不适刺激	存在	不存在
12	色彩还原度	差	好
13	播映室/控制室	占用空间大，每个电影厅必须具有独立的放映室	无需专门的播映室，此处空间可以安排很多座位，一个影城的所有播映设备可以放在一个控制室集中控制
14	光效	很低	高
15	3D 眩晕综合症	有	很轻微
16	左右眼图像分离度	95% 以下	99% 以上

LED 立体显示与投影机的各项指标差别还不止这些，以上是主要部分。

光“芒” 由于投影光束在本来亮度就不足的情况下使得观看条件变劣，这主要影响电影院后部距离投影机较近的观众，这些观众会感觉到头上有一束光束而产生不适感，如下图所示。而 LED 屏幕是使用网络专用电缆连接，没有投影系统，就不存在所谓的“芒”。



强烈的投影光束对后部观众影响很大

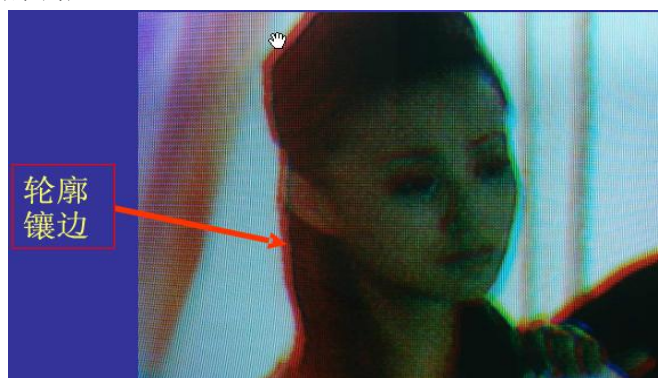
亮度 电影院投影机投射在银幕上的实际相当亮度很低，往往不得不将门窗全部关严，只能在黑暗环境下使用。据测量亮度仅十几尼特，最好的 IMAX 也不过是 20 尼特；对于白底的银幕而言使得整个银幕上的图像反差变小。对于观众的观看带来进一步的疲乏感，而室内 LED 屏幕的亮度至少数百尼特，即使在白天的室内观看，是不是关窗也无关紧要。实测结果，LED 显示屏即使是室内型，亮度也相当于电影院投影机系统的 30 倍左右。

对比度 银幕是反射光，因此必须使用白底，所以就造成反差小，对比度低，但是 LED 屏幕是自发光，而且是黑底，因此反差就大得多，图像的对比度也大得多。实测结果，LED 显示屏即使是室内型其反差也会达

到银幕的数十倍以上，因此图像的对比度也会好很多。

散焦任何投影系统都存在散焦问题，通常情况下，即使是调整的很好，2-3 个像素的散焦量十分常见，这是因为从根本上讲，由投影机投射到银幕中心部位和投射到四个顶角部位的距离是不一样的。LED 屏幕不存在散焦问题。

失会聚这还要从投影系统的原理讲起，投影管中有三基色，他们的排列在位置上有差异，矫正到最终，矫正的结果有 2-3 个像素的剩余失真量是很常见的，失会聚直接带来的影响是彩色镶边。LED 显示屏不存在失会聚问题。



反射光和炫光由于银幕是反射光，必须使用白底，这不但造成了反差变小，清晰度降低，而且透镜的反射产生炫光，必然影响到整体清晰度进一步劣化。而 LED 屏幕是自发光，没有银幕，不产生反射；没有透镜也就没有炫光，反射光和炫光进一步是分离度降低，而分离度低是造成“鬼影（Ghost）”的主要原因。

刷新频率投影机的刷新频率一般为 60Hz，可能会产生少许的闪烁感，而 LED 系统可以容易地将频率设定为 300 Hz 甚至 900Hz，不会有闪烁感。

寿命目前普通投影系统光源寿命一般为 2,000 小时，最长的光源也仅为 20,000 小时，另外，高档的进口设备不但造价高，而且设备维修要专业人员、响应时间和费用受制于外方。而 LED 显示屏的一般寿 100,000 小时，每天连续播映，也可使用 10 年以上。而且设备维护简单，不需要外方人员。

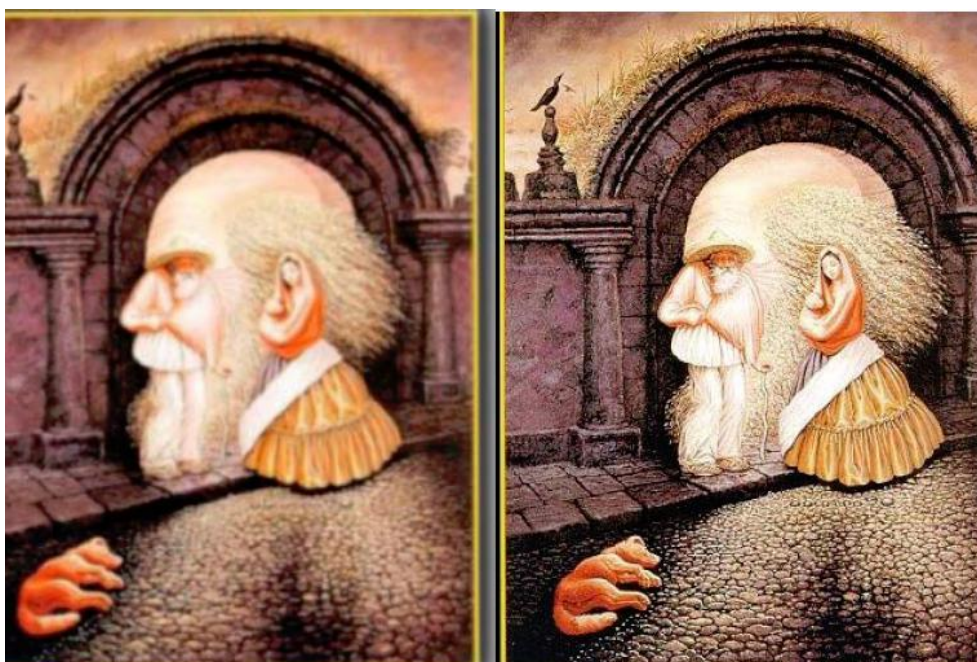
2D/3D 兼容性 LED 立体屏幕既能播放 3D 视频或图片，也能播放传统的 2D 视频节目

3D 电视节目目前继央视已经开播 3D 电视节目后，国内已经相继共有 6 个一些地方台比如珠海台等也在积极准备开播，投影式立体电影放映机不可播放 3D 电视节目，而 LED 立体电影播映系统可以无损播放 3D 电视节目。

生理不适刺激在电影院看电影，人眼要经历进入电影院时的“暗适应”和离开放映场时的“亮适应”过程，这两种情况下都存在人眼锥体细胞和柱体细胞的大量交替，生理学研究认为，“暗适应”对人眼的不适感不明显，但是时间长；“亮适应”虽然时间短，但是对于人眼的不适感很强，另外如果人眼经常处于锥体细胞和柱体细胞的大量交替状态则会引起眼睛的明显疲劳甚至会引起其他病变。LED 电影播映系统则不存在这两种情况。

以上的各种差异基本上都是由于投影机和银幕系统引起的，直接导致的结果给人们的直接感觉如下图所示，在水平和垂直两维上的清晰度都降低了很多，举一个另外的例子，当人们使用计算机的 CRT 显示器和液晶显示器时，也会有类似感觉。LED 系统相对于投影机的一系列优点使得实际观看时，2k LED 系统和 4k 投影系统相当，而目前 2k 的 IMAX 系统仅和 1k 的 LED 系统相当。分辨率会不会对于 3D 视觉效果产生影响，实验结果是肯定的，如下图所示，当分辨率较低时，会把左下角的物体误认为是老头的右手，这只

右手显然是和鼻子在垂直方向上呈一条线的，而当提高了清晰度看清楚了这是一条躺在大街上的狗，它与老头在水平方向上还有一段距离。



a) 投影系统感觉

b) LED 系统感觉

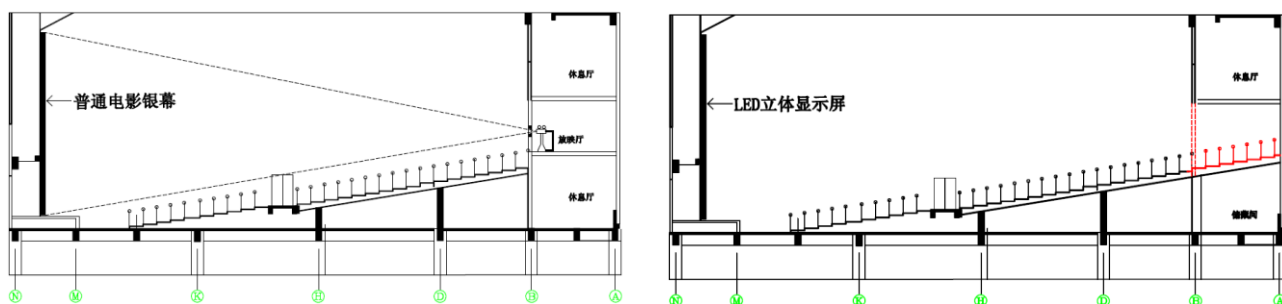
投影系统和 LED 系统的实际观看感觉比较

色彩还原度 LED 系统是数字到数字，全部是电子过程，LED 灯的色彩经久不变；数字投影机中间多了光学透射的环节，而且滤色物质在高热环境下时间长了会产生色蜕变。



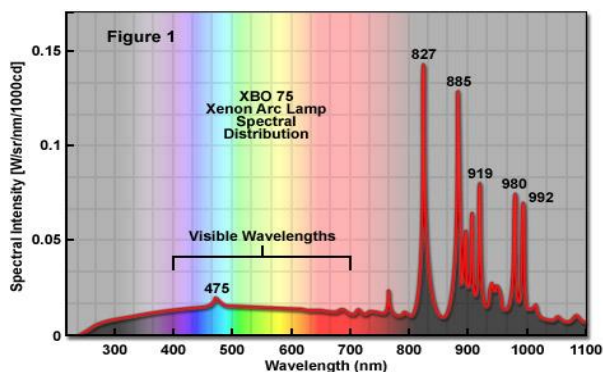
a) 原景图像在 LED 系统中不会衰变 b) 投影机经过色蜕变的图像

电影院（影厅）结构比较一个现代化影城可以有很多影厅，例如郑州万达影城有 11 个放映厅，而美国一个影城中的放映厅最多可达 50 个，每个放映厅都必须有独立的放映室，都要占据很大的独立空间。而 LED 立体电影播映系统则完全不同，在同一影城的各个放映厅不需要专门的放映厅，因此这一部分空间可以改造为更多的座位，而且，所有放映厅的全部播映设备可以设置在一个房间内进行集中控制，这不但节省空间，而且对于现代化管理而言，更可以节省人力资源，这是现代化管理所必须的。



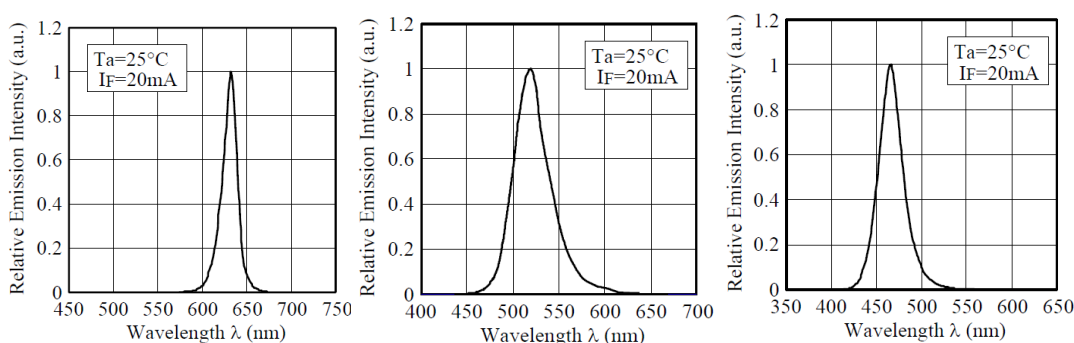
a) 投影系统每个放映厅都需要专门独立的放映室 b) 在 LED 系统中不需要专门的、独立的放映室

1. LED 系统的耗电量为 IMAX 系统的 3 倍，但是亮度却为其 30 倍，这是因为大功率氙灯是一种效率很低的照明器件，其相当一大部分功率发出的光在可见光之外从而成为发热的部分，传统电影放映灯发光光谱如下图所示；而反过来 LED 则是一种发光效率很高的器件，并且其发光光谱全部在可见光范围内。
2. 如果将 LED 系统的耗电量降低为与投影系统相同，亮度仍然比同类投影系统高出很多，而发热量大大降低。
3. 在完全相同的“分辨率”下，比如 2k x 1k，人眼对于 LED 系统的清晰度感觉比投影系统高出很多，这是由于投影系统的亮度和对比度很低，而散焦和失会聚却很严重的原因造成。



现代数字电影院大功率投影机氙灯光谱分布

虽然氙灯在可见光谱中的分布较佳，但是在红外的部分很大，80%的能量用于发热。



典型红色 LED 光谱典型绿色 LED 光谱典型蓝色 LED 光谱

以上情况也说明了 LED 显示是符合绿色能源要求的（与美国的“能源之星”发展原则类似），应当得到优先发展。

3D 眩晕综合症

3D 眩晕综合症的原理叙述较为复杂，此处不予赘述，LED 立体显示的 3D 眩晕问题比投影机低很多。

左右眼图像分离度

LED 立体电影放映系统的左右眼图像分离度设定指标为 98%，经实测达到了 99.8%；而投影机左右眼图

像的分离度设定为 95%，而实际上仅为 92-93%，这么大的差别使得偏振型 LED 立体显示的鬼影（Ghost）不易觉察，而偏振型投影机立体电影的鬼影却很严重。

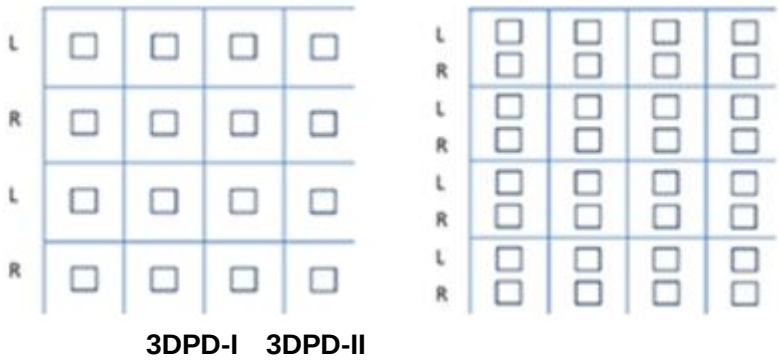
Question

请叙述一下 CCDL 偏振型 LED 立体大屏幕

Answer

郑州中显 CCDL 的偏振型 LED 立体大屏幕经过了很长时间的艰苦卓绝的研发，具有由于任何其他立体显示的明显成效，其性能、功能均非任何其他立体显示可以相比，就其卓越的性能，其得到大量应用必然是市场发展的必然。

郑州中显 CCDL 的偏振型 LED 立体大屏幕主要有 3DPD-I 和 3DPD-II 两个大的系列，其主要区别如下图所示：



3DPD-I 是专业级，其垂直方向的像素在显示 3D 图像时会被减半，其主要优点是 2D 和 3D 的切换十分容易，仅鼠标点击几下即可，可以在 2-3 秒钟内完成切换，主要可接受的 3D 输入数据帧结构为：左右 Side-by-Side (SbS)，和上下 Top-and-Bottom (TaB)。其将被广泛地应用在教学等领域中，在教学领域中，使用双路全高清的几率很低，而 2D 的应用则很普遍，这样的话 2D 和 3D 的切换十分容易是很重要的。如果系统确实需要接受双路全高清格式 DCHD，则需要另外的设备完成转换。

3DPD-II 是电影级，除了可接受左右 Side-by-Side (SbS)，和上下 Top-and-Bottom (TaB) 视频格式外，也可以直接接受双路全高清格式 DCHD (Double-Channel High Definition) 的输入，这对于电影和歌剧院的舞台立体显示是必须的，因为立体电影的输入就是左右双通道，而在舞台剧中，也会用到采用广电级的现场立体转播。在 3DPD-II 系列中，如上图所示每行被分为了两个子行，这两个子行分别显示左右眼图像，因此，无论立体显示器是标清 SD、高清 HD 还是超高清 UHD，均不会降低分辨率。

对于常规用途，下面给出了此次参展的项目的实际技术参数实例。

	2D 视距	3D 视距	2D/3D 切换时间	输入
P4 3DPD-I	4 m	8 m	2-3 秒	SbS/TaB，如果需要接受 DCHD，则需要另外的转换器
P6 3DPD-II	6 m	6 m	需要设置，约 2 分钟	SbS/TaB/DCHD

SbS: Side-by-Side 左右格式, TaB: Top-and-Bottom 上下格式, DCHD: Double-Channel High Definition 双路全高清

此次 24-27 日的展览，在 11.2 A07 展台展出的两个实例的技术参数如下所示：

1. 型号: 3DPD-I, P4, Size: $6.4 \times 3.84 = 24.576 \text{ m}^2$, 像素数: $1600 \times 960 = 1,536,000$, 亮度: 不小于 600 cd/m^2 , 输入: 2D, 3D (SbS, TaB).
2. 型号: 3DPD-II, P6, Size: $5.76 \times 3.456 = 19.90656 \text{ m}^2$, 像素数: $960 \times 576 = 552,960$, 亮度: 不小于 600 cd/m^2 , 输入: 2D, 3D (SbS, TaB, DCHD).

简单而言, 3DPD-I 系列的价格较低, 2D/3D 的切换时间短, 适用于 2D/3D 频繁切换的场合; 3DPD-II 则应用于必须接受双路全高清应用的场合, 舞台应用时, 如果现场使了双路全高清立体摄像机进行转播, 则观看的人们不戴眼镜观看实际的演员, 此时由于实际的演员尺寸较小, 如果观众欲看到演员的近距离细节, 则可以戴着眼镜观看, 此时不但物象尺寸很大, 而且随着转播导演的指挥, 可以将演员拉出舞台, 甚至拉到观众面前。

Question

偏振型 LED 立体大屏幕可否做成小间距的?

Answer

将 LED 偏振型立体大屏幕做成小间距并无特别困难之处, 但是, 由于 LED 屏幕是按照像素数简算成本, 而且加之偏振光学系统的制作成本, 如果做成小间距则成本上升更快, 此外, 就目前偏振型 LED 立体大屏幕的主要应用是在立体电影、3D 广播电视、教育系统的三维课堂教学、高端会所的集体观看等, 这些领域中并无小间距的特别需求。郑州中显 CCDL 正在开发家庭用小间距偏振型 LED 立体电视系统, 样机已经完成, 由于此类系统是应用于高端家庭, 正在模拟建立售后的服务模型, 而后推向市场。

Question

偏振型 LED 立体大屏幕可否做成大视角的?

Answer

目前, LED 室内屏的视角已经可以做成很大的, 比如 160 度视角甚至更大, 偏振型 LED 立体屏幕的视角仅为 100 度, 但是根据应用调查, LED 三维课堂教学系统的电化教室、报告厅等的视角要求仅为 70 度, 而大型歌剧院、电影院等场合的坐席视角仅为 65 度左右, 目前的视角是在考虑到成本问题的情况下做出的。

Question

作为客户, 我们怎样选择 3DPD-I 还是 3DPD-II 系列偏振型 LED 立体大屏幕?

Answer

以上已经清楚地表述了两大系列的技术特点, 如果要在两大系列中做出选择, 根据您的用途需求要考虑以下因素: 您是不是一定要需要 DCHD 输入, 如果一定要的话, 3DPD-II 更好一些; 您的预算怎样, 您是不是经常播放 2D 节目? 如果预算不太高而且经常播放 2D 节目, 3DPD-I 系列较好。简而言之, 我们推荐三维课堂教学系统采用 3DPD-I 系列, 影剧院和其他高端场合采用 3DPD-II 系列, 高端会所等的应用则根据各自的需求进行选择。

Question

CCDL 偏振型 LED 立体大屏幕的控制卡可否使用其他公司的?

Answer

郑州中显的 LED 立体显示屏的研发得到了深圳灵星雨有限公司的支持, 只能使用灵星雨 (LINSN) 的控制卡进行控制。

Question

CCDL 偏振型 LED 立体大屏幕的售后保证怎样?

Answer

通常的保证是一年，LED 立体大屏幕出自严格的高品质生产控制，一年之后，即使是任何部件损坏，在一定时间内将损坏品寄回工厂，我们维修后寄回。通常可见的可能情况与普通 2D 显示屏相同，主要是电源和显示模块等，这些部件的更换也与普通 2D 显示屏相同，如果是设置问题，解决起来也十分容易。

Question

如果我们欲成为郑州中显 CCDL 的代理商，我们的利益怎样实现？

Answer

此需要具体商议决定。

Question

为什么 CCDL 的偏振型 LED 显示屏的价格这么高？

Answer

总体说来，3D 显示屏和 2D 显示屏的显示功能大不相同，而多出的这一维是景物深度，这是 100 多年来科学家们的奋斗目标，LED 立体大屏幕经过在李超教授的带领下，经过了 25 年漫长时间的艰苦努力研发得到的，系统的复杂性决定了其价格肯定要高于普通 2D 显示屏。

Question

郑州中显 CCDL 怎样成为了世界唯一对于三大类 LED 立体大屏幕的研发单位？

Answer

1990 年，郑州中显开始起步对于 LED 立体显示技术进行研发，1997 年制成了世界上第一套 LED 电子快门型立体大屏幕，但是李超教授亲自到了洛杉矶进行推广，则碰到好莱坞和迪斯尼均不予接受的尴尬局面，但是我们得知了他们需要的是偏振型，自那以后便开始了偏振型和裸眼型 LED 立体显示技术的研发。2009 年郑州中显在中国首先研发出了狭缝光栅型裸眼 LED 立体大屏幕，2011 年，第一套偏振型 LED 立体显示屏制造成功，2012 年，世界上第一套双路全高清 LED 立体电影放映系统研发成功并通过省级鉴定。

Question

如果我们欲自己限购买一套样机用于推广是不是值得？

Answer

这取决于您自己所在地区的经济状况，如果区域的经济状况很好，潜在市场很大则购买一套样机十分有价值，反则不要先行购买样机，要先与用户签订购买协议后再行为客户购买。

Question

我们的应用是高端场合，欲知道偏振型 LED 立体显示屏有没有比较投影机而言的缺点

Answer

至今为止，世界上对于 CCDL 的偏振型 LED 立体大屏幕的评价非常之高，而且就其优点而言在可以预见到的将来没有任何其他显示可以比拟。已经提出的唯一可能缺点是在大型电影院中，部分扬声器是可以置于银幕后面的，而 LED 显示屏则不可以，但是，在杜比提出的所有 5.1、7.1、9.1 和 11.1 音频标准中，均未提出扬声器必须置于银幕后面，仅仅日本 NHK 提出的未来的 22.2 音频系统明确了部分扬声器需置于银幕后面，22.2 音频系统目前仅仅是一个展望而已，对此，我们已经对此提出了解决方案。