

全彩 LED 显示屏用非对称节能型 LAMP 器件的设计

(深圳雷曼光电科技股份有限公司, 深圳 518108)

摘 要：全彩 LED 显示屏通常是仰视的应用环境，上视角范围内的亮度没有被有效利用。本论文提出了一种将 LAMP 器件上视角范围内的亮度，向下视角范围转移的设计方法。通过设计得到透镜型面数据，制作透镜模具，封装成成品灯珠并进行测试，非对称 LAMP 器件上视角 20° ，下视角 40° 。

下视角增大后，在同等条件下，非对称器件与常规器件相比，下视角可视范围内亮度提升了 30%。同时，配光的一致性也获得了明显提升，降低了色偏差。由于上视角减小，也减少了上视角范围内的亮度造成的光污染。

关 键 词：光强分布曲线，透镜，非对称，下倾角，光污染

Abstract: The LED Display is usually used in the situation of head-up watching. The luminous intensity distribution in the upward 50% power angle is wasted. This paper presents a new asymmetric LAMP design concept that part of the luminous intensity in the upward 50% power angle can be transformed to the downward. After implementing the new design, the upward 50% power angle is reduced to 20° and the downward 50% power angle is increased to 40° .

The luminous intensity of asymmetric LAMP in the downward 50% power angle increase 30% than the common LAMP. At the same time, the consistency of the light-matching also improved significantly, and the color bias of the display can be decreased.

Key words : Relative Luminous Intensity Distribution, Lens, Asymmetric, Declivitous Angle, Light pollution

1 引 言

LED 显示屏是一种有能耗的电子产品，LED 显示屏的能耗主要由 LED 器件产生。LED 器件相关性能的提升，如亮度、角度的提升，对于显示屏降低能耗、提升显示效果非常重要。

常规的 LAMP 器件的水平/垂直角度都是相对于法平面对称，水平/垂直角度通常为 $105^\circ/50^\circ$ ，垂直角度相对于法平面对称，即 $\pm 25^\circ$ ，垂直角度的上视角与下视角相等。LED 显示屏一般是垂直于水平面安装，因此 LED 显示屏的最高亮度点是在法平面的 0° 视角。

显示屏通常会安装在一定的高度上，人们的观看视角为仰视。因此在法平面以下的亮度为有效可视亮度，法平面以上的亮度为无效亮度，造成上视角范围内的亮度浪费。为了提高下倾角范围内的显示屏亮度，部分显示屏厂商在 LED 插件安装的过程中，通过工装治具，使得 LED 法线向下偏 $7^\circ - 10^\circ$ ，以增大 LED 的

下半功率视角，将更多的能量从法平面以上转移到法平面以下。这种方法是需要重新定制 LED 显示屏的模具，制造成本较高，并且通用性较差。

本论文提出了一种减小上半功率视角，增加下半功率视角的方法。采用 TracePro 光学软件，进行 LAMP 器件透镜的非对称光学设计，将上视角范围内的能量减少，可以减少上视角的光污染；增大下视角范围内的能量，可以增加可视范围内的亮度，达到节能的目的；同时由于下视角的增大，配光更优，不会出现偏色。

2 非对称 LAMP 器件光学透镜的模拟设计

2.1 非对称 LED 的设计概念

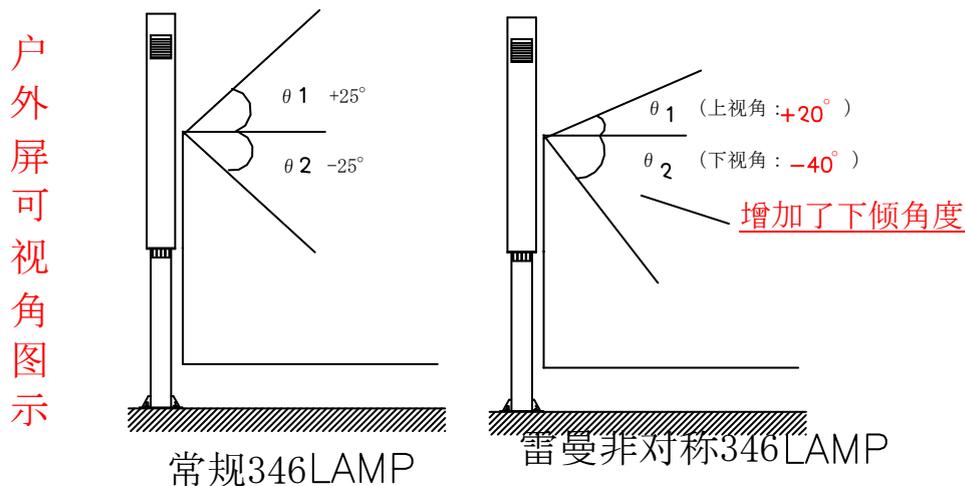


图 1 非对称 LAMP 器件在显示屏上应用示意图

如图 1 所示，常规的 346 LAMP 器件，上视角 θ_1 与下视角 θ_2 相等，显示屏通常安装于一定的高度，且垂直于水平面安装，人们通常是仰视观看显示屏，下视角 θ_2 通常为可视范围， θ_2 角度内的亮度有用。上视角 θ_1 通常为不可视范围， θ_1 角度内的亮度无用，而且会对周围的高层建筑造成严重的光污染。

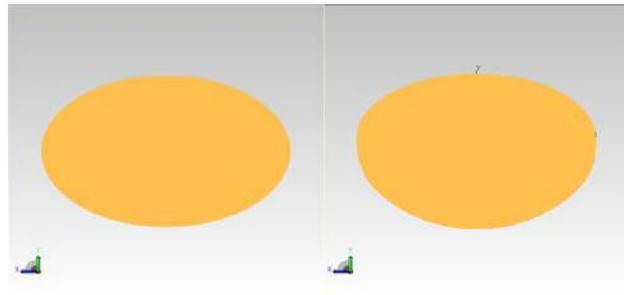
为了更好的达到节能降耗的目的，依照 LED 显示屏通常仰视的应用环境和观看习惯，提出了非对称 LAMP 器件的设想，如图 1 所示。

通过对 LAMP 器件透镜进行合理的光学设计，上视角 θ_1 与下视角 θ_2 不相等，并且 $\theta_2 > \theta_1$ 。将上视角的部分能量，转移到下视角的可视范围内，从而到达增加下视角范围内亮度的目的，同时减少上视角的光污染。由于下视角的增大，显示屏的配光会更加优异。

2.2 非对称透镜光学设计 为了实现将上视角的能量转移到下视角的概念，需要对透镜进行特殊的光学

设计。本论文中采用 TracePro 光学模拟软件，对透镜型面进行光学设计。采用透镜上下两侧不对称结构，使得芯片发出的光在透镜曲面发生全反射和折射，形成非对称的光强分布曲线，增加了下视角。通过对透镜做光学模拟，得到非对称 LAMP 器件透镜曲面的模拟数据。

2.2.1 非对称椭圆横截面的模拟结果



a-常规椭圆

b-非对称椭圆

图 2 TracePro 模拟设计出来横截面图形

从图 2 可以看到，常规 LAMP 器件的透镜截面是对称的椭圆，经过设计的非对称 LAMP 器件的透镜截面是非对称的椭圆，可以实现上视角与下视角能量的非对称分布。

2.2.2 模拟的光斑

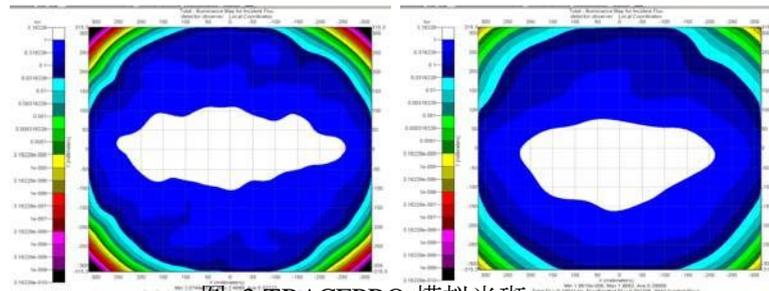


图 3 TRACEPRO 模拟光斑

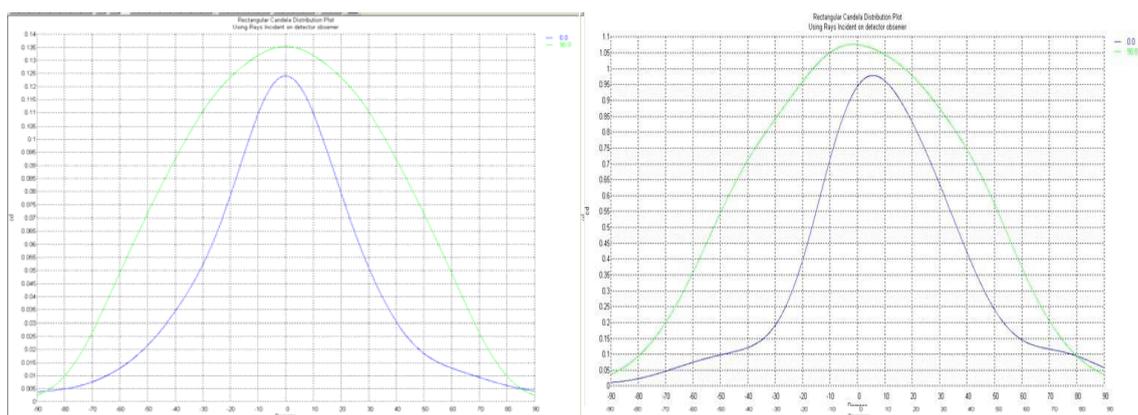
a-常规椭圆

b-非对称椭圆

图 3 TRACEPRO 模拟设计的光斑

用 TracePro 模拟亮度的分布如图 3 所示。从图中可以看到，常规椭圆的亮度分布，相对于法平面上下对称。特殊设计的非对称椭圆透镜的亮度分布，已经将部分能量从上视角转移到下视角。

2.2.3 模拟的光强分布曲线



a-常规椭圆

b-非对称椭圆

图 4 TracePro 模拟光强分布曲线

从图 4 可见，常规椭圆的光强分布曲线，水平曲线、垂直曲线均对称。而非对称椭圆的光强分布曲线，水平曲线保持不变，还是左右对称。但是垂直曲线，从图中可以看到相对于法平面已经不对称了，更多的光强分布在下视角。

3 非对称 LAMP 器件与模组实际测试

3.1 非对称 LAMP 器件的实测数据 通过上述的模拟设计后，得到相关的透镜尺寸数据，经过系列的机械加工，完成透镜的(模条)成型，封装成非对称 LAMP 346 成品灯珠，测试光型，如图 5 所示。采用 R/G/B 完全相同的芯片，封装出正常 LAMP 346 器件，在正常法平面测试的非对称 LAMP 346 器件，与正常 LAMP 346 器件的光电参数见表 1、表 2。

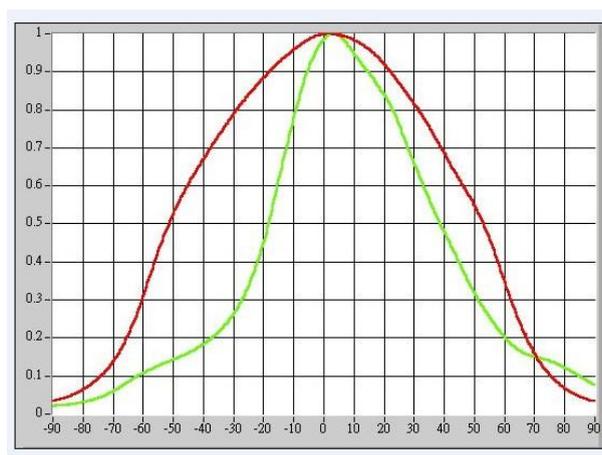


图 5 非对称 LAMP 器件的实测光型图

表 1：雷曼非对称 LAMP 346 器件参数

型号	IV(mcd)	WD(nm)	H-H	50% H-H	V-V	50% V-V
LL2407EYHR4-B02	1000	624	110°	左=55° 右=55°	60°	上=20° 下=40°
LL2407PUPG4-B02-01	2200	525				
LL2407PLBL4-B02-01	480	470				

表 2：雷曼正常 LAMP346 器件参数

型号	IV(mcd)	WD(nm)	H-H	50% H-H	V-V	50% V-V
LL2418EYHR4-A02-C	1200	624	105°	左=52.5° 右=52.5°	50°	上=25° 下=25°
LL2418PUPG4-A02-C	2400	525				
LL2418PLBL4-A02-C	520	470				

从非对称 LAMP 器件的实测光型数据来看，与设计结果完全一致。水平曲线左右对称，垂直曲线非对称，上视角光强分布减少，下视角光强分布增大。封装出的非对称器件参数见表 1，相同芯片封装的常规器件参数见表 2。非对称器件的上视角为+20°，下视角为-40°，实现了 2.1 中所述的设计概念。

3.2 非对称 LAMP 器件箱体实测数据

为了测试非对称 LAMP 器件与常规 LAMP 器件相比，节能效果与配光效果的差异，将正常 LAMP 346 器件与非对称 LAMP 346 器件选取同一个亮度等级

(1 : 1.1)，做成两个 P12.5 的箱体进行对比。

将两个箱体调试白平衡，在法平面上亮度调整到相同时，非对称箱体的电流与正常箱体的电流略有差异，也就是法平面亮度调整到相同时候，两个箱体的功耗略有差异。

为了更真实的对比两个箱体的节电效果，对两个箱体进行重新调节，让两个箱体的电流完全相同，也就是两个箱体功耗完全相同。测试在不同的仰视角下两个箱体的亮度对比数据，如下表所示：

表 3 法平面 0° 时不同水平视角亮度分布对比

水平视角/°	非对称机种	正常机种	非对称比正常机种 亮度提升百分比
	非对称垂直法向 0 度 亮度 (nt)	正常垂直法向 0 度 亮度 (nt)	
75	4610	5600	-17.68%
60	5000	6000	-16.67%
45	5960	6420	-7.17%
30	6350	6740	-5.79%
15	7630	7780	-1.93%
0	8260	8410	-1.78%
-15	7510	7580	-0.92%
-30	7050	7210	-2.22%

-45	6460	6930	-6.78%
-60	5120	5920	-13.51%
-75	4160	5060	-17.79%

表 4：观众仰视 10° 时不同水平视角亮度分布对比

水平视角/°	非对称机种	正常机种	非对称比正常提高百分比
	非对称仰视 10 度 亮度 (nt)	正常仰视 10 度 亮度 (nt)	
75	3310	3150	5.08%
60	6150	5830	5.49%
45	6630	6150	7.80%
30	6850	6610	3.63%
15	7630	6940	9.94%
0	8210	7840	4.72%
-15	7530	6940	8.50%
-30	6940	6600	5.15%
-45	6490	6210	4.51%
-60	6250	6120	2.12%
-75	3450	3110	10.93%

表 5：观众仰视 20° 时不同水平视角亮度分布对比

水平视角/°	非对称机种	正常机种	非对称比正常提高百分比
	非对称仰视 20 度 亮度 (nt)	正常仰视 20 度 亮度 (nt)	
75	3010	2810	7.12%
60	5500	4290	28.21%
45	6280	4380	43.38%
30	6420	4390	46.24%
15	6530	4640	40.73%
0	7450	5450	36.70%
-15	6510	4640	40.30%
-30	6480	4460	45.29%
-45	6240	4380	42.47%
-60	5610	4400	27.50%
-75	2980	2790	6.81%

表 6：观众仰视 30° 时不同水平视角亮度分布对比

水平视角/°	非对称机种	正常机种	非对称比正常提高百分比
	非对称仰视 30 度 亮度 (nt)	正常仰视 30 度 亮度 (nt)	
75	4120	4150	-0.72%
60	6350	4640	36.85%

45	6500	4700	38.30%
30	6720	5030	33.60%
15	6820	5140	32.68%
0	7460	5780	29.07%
-15	6890	5140	34.05%
-30	6790	5030	34.99%
-45	6400	4800	33.33%
-60	6310	4640	35.99%
-75	3920	4050	-3.21%

表 7：观众仰视 45° 时不同水平视角亮度分布对比

水平视角/°	非对称机种	正常机种	非对称比正常 提高百分比
	非对称仰视 45 度 亮度 (nt)	正常仰视 45 度 亮度 (nt)	
75	3860	2930	31.74%
60	4500	3300	36.36%
45	5330	3540	50.56%
30	5710	3750	52.27%
15	6010	4180	43.78%
0	6210	4330	43.42%
-15	6030	4570	31.95%
-30	5720	4010	42.64%
-45	5490	3660	50.00%
-60	4630	3250	42.46%
-75	3120	1540	102.60%

从上述数据对比可以看出，非对称箱体与正常箱体相比，在不同仰视角观看时，在不同水平角度的亮度都有不同程度提升，上半视角向下半视角的亮度转移平均达 30%，节能效果明显。同时由于上视角的亮度降低，减少了显示屏对周围高层建筑的光污染。

在配光方面，当在不同的仰视角下，亮度随水平角度的逐渐变大而减小，在相同的角度变化范围内，非对称箱体的亮度变化要小于常规箱体的亮度变化，因此非对称器件的配光一致性，优于同等条件下常规器件的配光一致性，非对称与正常器件相比，降低了色偏差，非对称箱体的观看效果更好。

4 结 论

本文提出了一种将 LAMP 器件的上视角亮度向下视角转移的设计概念，通过 TracePro 光学软件，对 LAMP 器件透镜曲面进行非对称光学设计，将非对称 LAMP 器件的垂直方向上视角减少，下视角增大。

通过采用本论文提出的非对称透镜型面设计数据，得到非对称 LAMP 器件。经过对成品的实际测试，水平角度为 110°，还是左右对称。垂直角度相对于法平面非对称，为 +20° / -40°。采用 R/G/B 完全相同的芯片，封装为非对称 LAMP

器件与常规 LAMP 器件，制作 P12.5 两个箱体进行亮度对比，发现非对称 LAMP 器件在下视角可视范围内，亮度比常规器件增加 30%以上，节电效果明显。上视角范围亮度降低，减少了对附近高层建筑的光污染。同时，在水平大角度时未出现偏色现象，配光明显优于常规 LAMP 器件。

参考文献

- [1] 宋新丽，汪洋等，《LED视角亮度关系及其对显示屏亮度均匀性的影响分析》，现代显示 Advanced Display, Dec,2008,总第95期
- [2] 安永生，《LED显示屏“马赛克”问题解决初步》，现代显示Advanced Display, May,2010,总第112期.
- [3] 《LED光学设计的现状与展望》，照明工程学报，Apr,2011，第22卷第2期