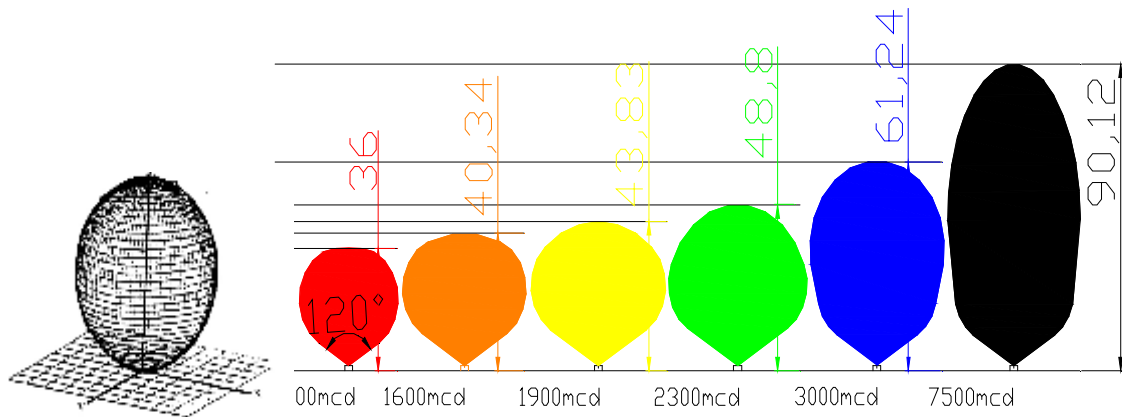


### 直照式 LED 灯具的光源及光利用率探讨

要制作一个复数点光源的泛光照明灯具首先要知道光源的形状及光的分布,有了它的数据才能大约了解它到底是否适合于自己使用,它不一定是光源数量多或瓦数大光效就好,因此不能一如往常按惯例的同步进行开发,因为我们还是不很了解它及掌握它,又如何能制作出一个能用的光模型。制作光模型方法有好几种:(图一)

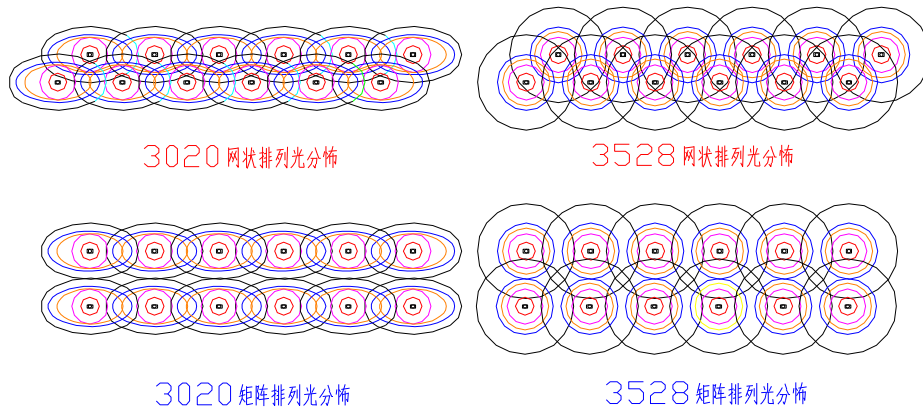
1. 可用曝光法取得,可用底片在不同的高度及平面曝光再组成立体图
2. 可用直照法取得,让光源平躺在方格纸的平面上分别点亮两个方向的光源再描绘出形状
3. 可用光固法取得,可用制作首版模型的特殊树脂桶直接将光源照射使树脂固化可取得立体的固态光模型
4. 可用专业的近场光分布仪,采用特定的光分布仪制成数码光模型
5. 可用复眼像机取得,用复眼像机可直接拍到立体的光模型
6. 可用烟雾法取得,在一密闭的容器内注入特定反射率的烟雾可用一般像机取得
7. 可用算法取得,先量出光源起始点的发光量再根据理论计算摹拟画出

以上或以外等等方式所取得的值均为相对值而非绝对值,因为 LED 光源有它特殊性是没有一个以上完全相同的。



(图一)

在取得光模型之后就要排列点光源,排列时要考虑扩散的问题光源数量越多扩散越容易、光源越弱扩散也越容易,也不能排太密如超出光饱和点之后所加上光会产生光干涉其光效依密度递减,因点光源有临界距离太近会相互干涉,干涉后峰谷相抵其光效接近零,要避免光干涉在排列上除网状排列还可转变光源方向及角度克服,这些技术措施处理后我们还不能动手排列光源。(图二)



(图二)

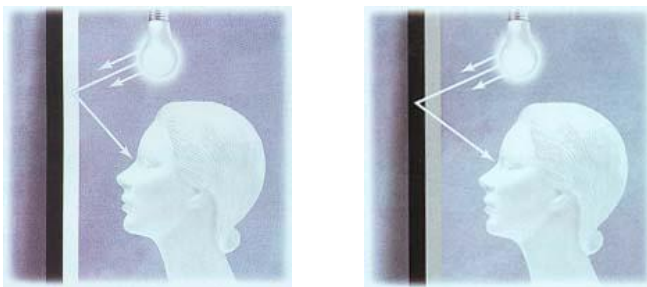
另外还需要考虑的因素就是灯盘内的反射率(图六), 因有介质就会有反射、扩散板既为介质当然也有反射率, 当入射角到达  $45^\circ$  时光就会变成全反射, 可想而知的第一次通过扩散板的光是非常有限, 需有效的将介质的反射光再反射回去才能提升光效的办法我们均值得一试

例如: 避免做成灯条, 高度差得到的反射强度差极大及缝隙会造成光损及不均匀(图四)

电路板上的防焊涂装反射率需非常讲究, 反射率最好做到如积分球内壁一致  
 电路板上不要出现不必要的光干涉或光吸收色, 最好只有白色省去不必要记号  
 复数的点光源避免使用光滑或镜面作为反射体避免造成鬼影

光源与灯盘的固定件越简单越好, 不要出现过多紧固件防止光干涉造成扩散不良  
 灯盘四边的角度需大于  $50^\circ$  小于  $60^\circ$ , 可防止“光”沿原路折回

灯盘设计上避免出现太多的孔, 防止“光”外泄

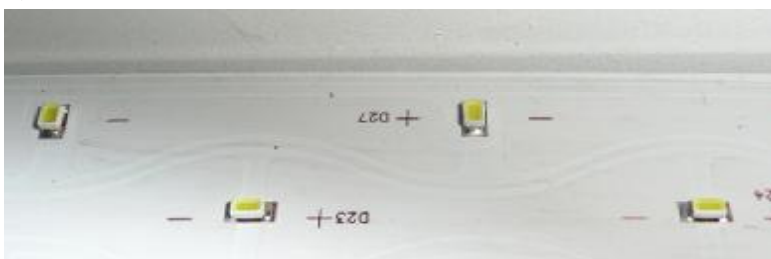


(图三)



(图四)

PCB 上的涂装尽可能如积分球内壁般的白与粗糙(图三)、有助于光反射增加出光率, 如表面光滑时光需穿透漆膜才能到底层、其反射的光还需再穿透漆膜后才能反射出来, 反射效率剩余不到 30%(图五)



(图五)

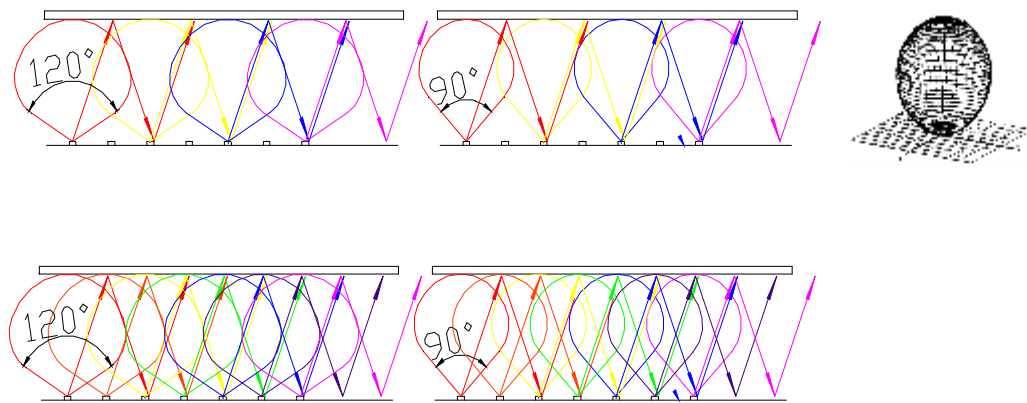


(图六)

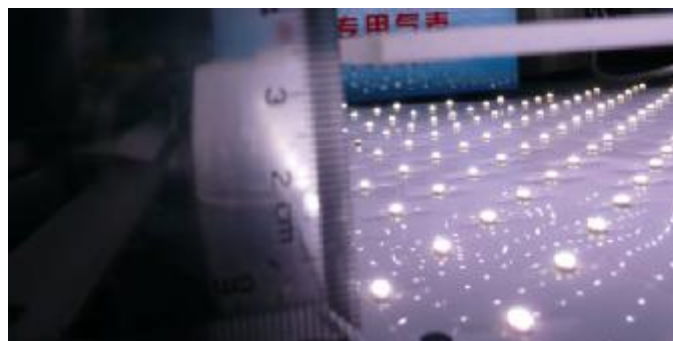
### 扩散系数的概念

扩散板是一种很专业的光学产品，在不同的领域里它制作原理及功能都完全不一样，尤其对 LED 照明光学而言更是讲究，它与雾度一点关系都没有完全是折射、反射、绕射、衍射等等光学物理原理的利用，目前市场上惯用的雾度是透明玻璃的指标是指透明玻璃的透明度，透光率是透明板材的概念，扩散率更是各说各话，如果大家讲法都对那光纤的光透过率动不动按几十公里计算又该如何计算，我们可以更具题的形容应该是“透过率+扩散率=100 或小于 100”

光的扩散就如分财产一样，参与者越多分配后得到的平均值也就越少，假设光通量为 3000cd 发光面积为直径 10mm、两个光源间距为 80mm 如要加扩散板使其扩散均匀时，最简单就是光通量除距离= $3000\text{cd}/(80\text{mm}/10\text{mm})=3000\text{cd}/8=375\text{cd}$ ，这个数还不含距离平方的理论衰减及介质的折射率与反射率损耗，它不可能扩散后还保有原来的亮度，另光在反射率上还有一个盲点为大家忽略，当光的入射角每增加一度时反射率也随之增加，到达  $45^\circ$  时就变成全反射，因此点光源间距过大时所使用的扩散板的扩散率必然要高很多，扩散率越高也代表透过率越低其光损自然就越大，因此建议光源要先自我合理扩散排列。（图七）



（图七）



区块内的为全反射部分

（图八）

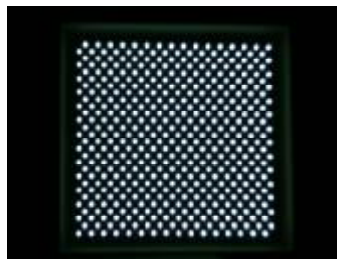
### 光源的选择

**发光角度：**既然知道有可能造成全反射现象，发光角也成为照度强弱的一个关键，其发光角小一点因反射率减少了光的强度就容易穿透扩散板，若发光角太大还需用很好的反射率来反射因被扩散板反射的光，因光程的距离因素光就会减弱很多，加上扩散板的扩散率届时光透过率将更低，发光角度在合理范围内只要不是聚光型都可以使用。

**光源强度：**它的一致性及色座标需挑择得非常好，成片灯板几百个点光源在点亮后不论亮度、色温及电器特性的一致性要精挑细选外，届时批量生产时也是一个较高的难度，一般厂家可能有承受能力会有问题，因为 LED 是用筛选法制成一次性要筛选同一个标准是相当难度。（图十）



（图九）



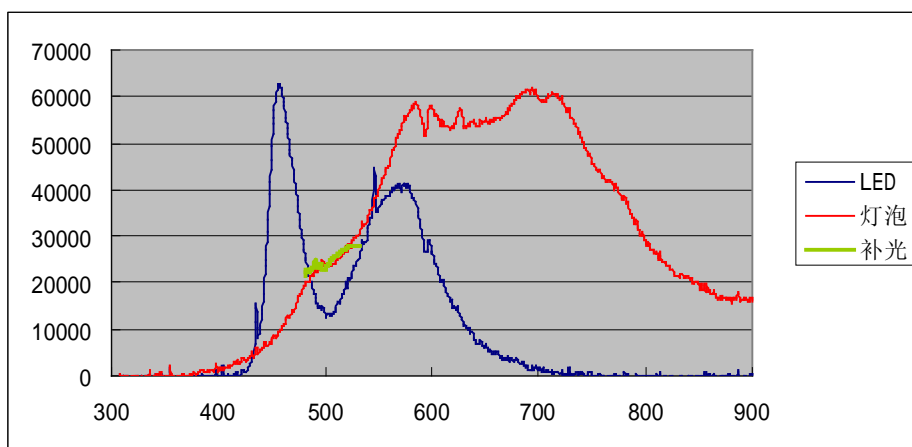
（图十）



（图十一）

**色温：**是眼睛看到的最直观习惯反应而不是最必要的条件，最好沿用萤光灯的色温，它已在人们的生活中被接受了一段很长的时间不要为了成本核算改变习惯，另外它跟“演色性能”也是有一定的相关，（图十一）

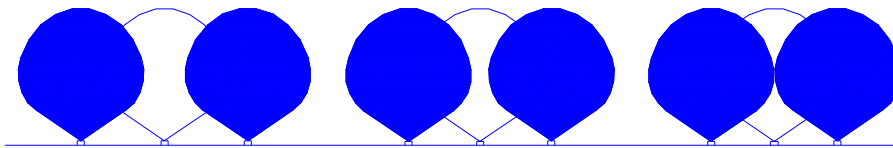
**演色性能：**一盏灯除了要亮度足、其“演色性能”是评鉴灯具等级的一个指标（图九），目前市场上很多偏蓝光的灯具是为了使测量器材能测得较高的值，但他们可能不知道眼科的疾病多数是来自于蓝光因素造成，如：白内障、青光眼、角膜炎、、等等，LED 偏蓝或偏黄的光“演色性能”一般都在 60%以下，号称高显色性一般落在 6300K 到 6500K 这个范围内，因此高要求演色性能的用途时都将避免不了补光。（图十二）



（图十二）

光源数量

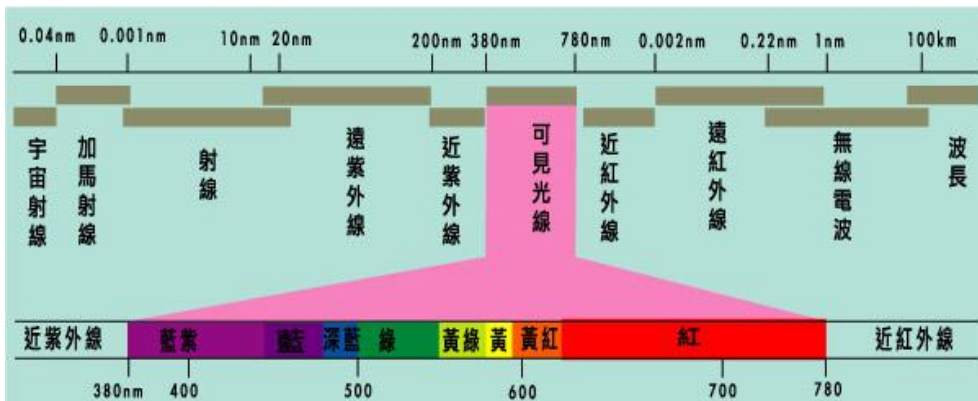
有了光模型后我们可以将它一一排出最佳位置确认光源最佳数量，这不但是最佳光效也是最佳性价比，所以数量上不能太多或太少，太多不但浪费还会造成眩光太少照度不足，一般 600mmX600mm 的灯盘约 2450lm 至 2650lm 已足够了，再往上加时每瓦光效就不会按比例关系递增只会微微上升、加得数量越多升得比例关系越少，由此可以证明光干涉存在。(图十三)



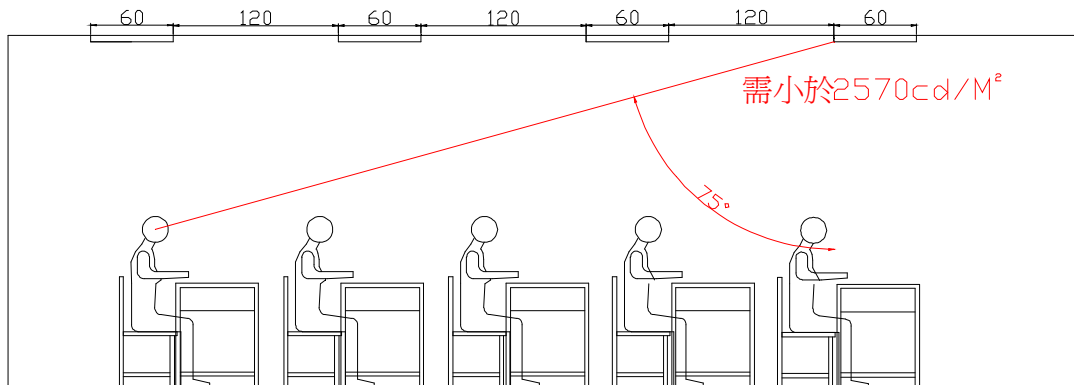
当一个光源的边沿超过另一个光源中心时光干涉开始发生

(图十三)

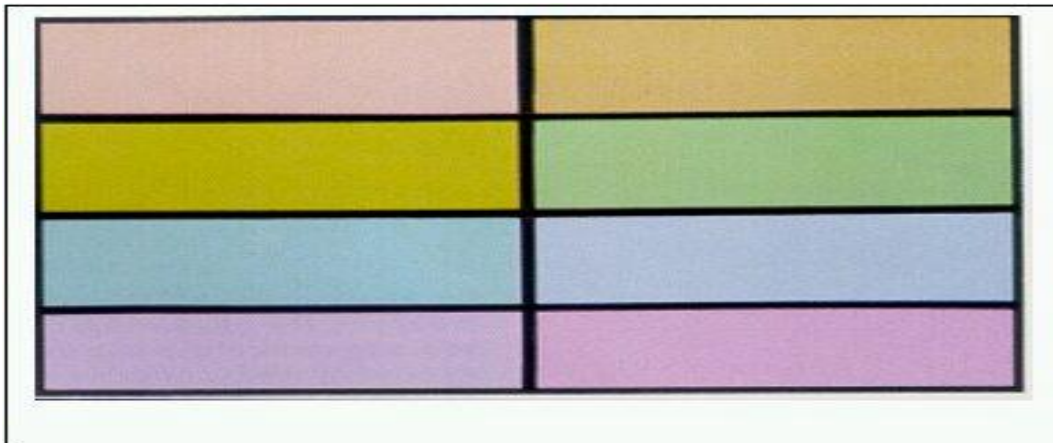
有了上述的准备就可以开始动手制作灯具的前期动作，先做好光源电路再配置灯盘结构为上上之策，目前大都是想购买现成的铁盘回来制作灯具，以缩短旷日费时的设计到最后一事无成也是眼前最常见的失败例子，因为你拿到的光源跟买回来的灯盘五金在光学理论及现实操作中大家理念均不尽相同，所以后制五金是一个不是很科学但却很保险，可避免同时动工造成资源浪费造成的窘境。



可见光的频谱分布



眩光定义



显色性能的显色对色卡

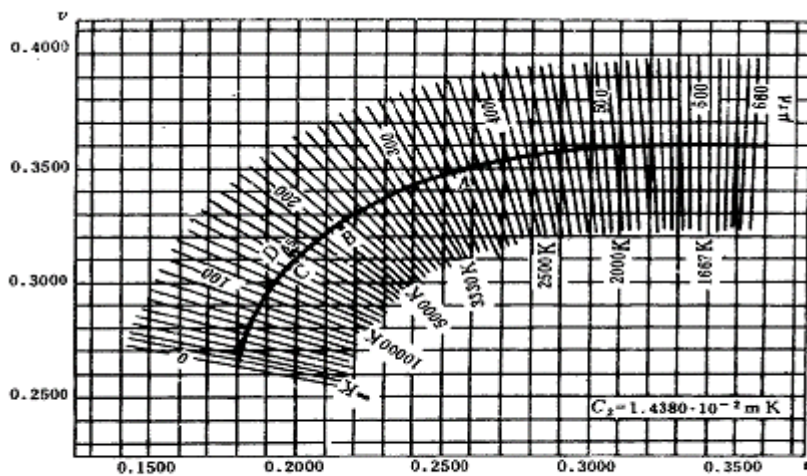
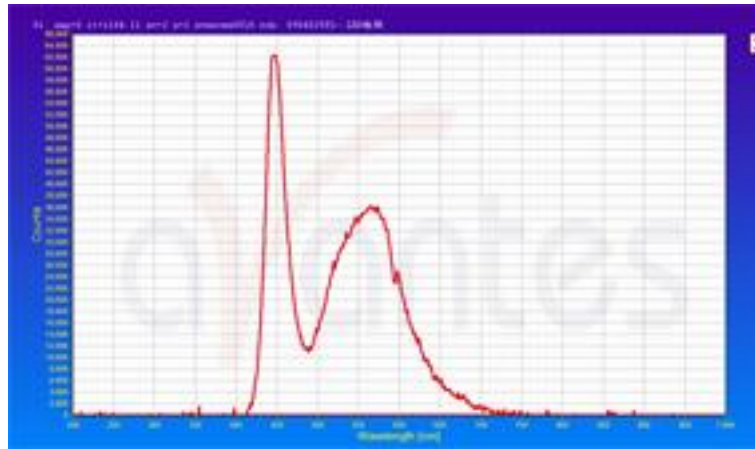
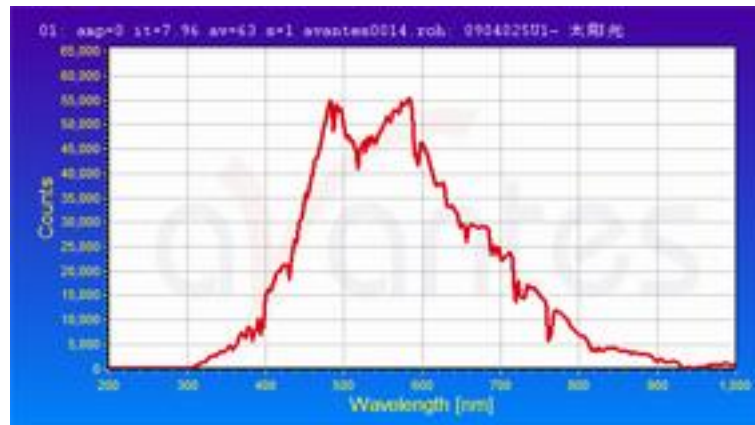


图 7 CIE 1960 UCS 图上按10麦勒德间隔分布的等相关色温线

色温的分布范围、每 K 均横跨八个区块



LED 的光谱特性



辐射光的光谱特性

在泛光照明灯具的设计上还需注意的几点

1. 总功率不宜太大或太小、太大会造成二次眩光太小会照度不足
2. 光源密度太疏造成扩散困难，密度太密光因干涉造成无谓光损
3. 演色性能的考虑比色温重要、需慎重选择色座标而不是色温
4. 不论色温高低演色性能还是第一顺位，演色性能不好灯具就算半价很难销售
5. 不需考虑正下方的照度在配光曲线上能都大就都大、泛光照明是按空间照度评价的
6. 固态照明是新兴原素不能用辐射光源的逻辑思维及摹拟
7. 反射率造成光无法一次全部穿出扩散板、电路板的反射率就变成光利用率的主角
8. 扩散板到发光源的高度及发光源的发光强度与到发光源的距离成正比，不同扩散板或不同光强度不能用相同间距来测算透率
9. 不同色座标、显色性、发光角度、光强度、配光曲线均不能直接对比透光率