

从LED的配光曲线谈起

吕正 赵志丹 樊其明 吕亮 马冲

王涛

(中国计量科学研究院,北京 100013)

(北京理工大学,北京 100081)

摘要

表述LED配光曲线的重要性,提出几种典型的LED配光曲线。阐述发光强度的空间分布不能等同于配光曲线,呼吁至少对LED逐渐用发光强度的三维立体图代替目前的配光曲线。

关键词 发光强度空间分布 配光曲线 三维立体图

引言

在对封装后的LED的50多个参数的测量中,最重要的要数发光强度的光谱分布和空间分布。因为近20个色度量的参数都可溯源到前者,只有正确度高的发光强度光谱分布才能导出不确定度小的色度量诸参数。而发光强度空间分布的测量质量不但直接影响到LED总光通量的测量精度,以及随之得到的发光效率,此外,它还能反映出LED其他方面的性能,本文为此做了一些实验并尝试成文,请不吝指正。

发光强度空间分布通常称为“配光曲线”,对白炽灯、荧光灯和充气灯,其分布范围几乎接近4空间;但对LED,接近2空间的配光曲线都是很少的,因为LED的方向性比较强。配光曲线一般都采用极坐标来表示,对于LED只要0°~180°的极坐标就足够了,即只需用传统电光源极坐标纸的一半。

1 实验

1.1 实验装置

发光强度空间分布曲线一般用专门的分布光度计测量,它可分为两种:一种是LED不动,光度探测头围绕它旋转扫描;另一种是光度探测头不动,LED围绕封装外壳的顶点作旋转扫描。对于白炽灯之类传统光源的测量,为了避免泡壳内灯丝因旋转而晃动,必须用前者测量;而对于LED之类的固态光源,则两者都可以,但以前者为佳。图1(a)和(b)分别是本文用到的上述两种变角光度计的外观照片,其中图1(a)是仿德国PTB而研制的^[1]。

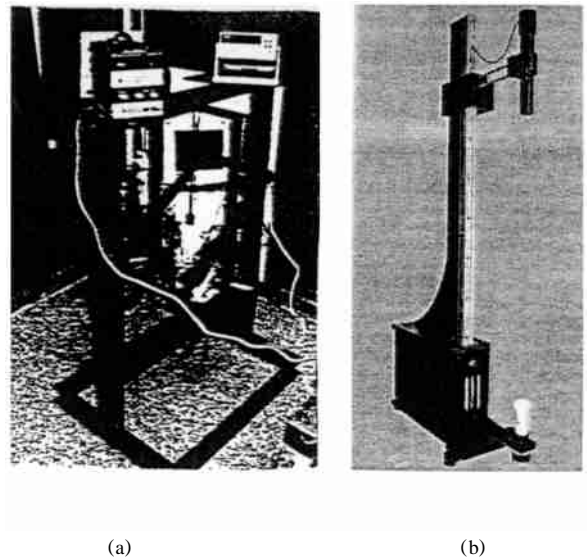


图1 变角光度计外观

1.2 测量原理^[2]

分布光度计是用绝对法测量光源总光通量的装置。本装置的基本功能是测量LED发光强度的空间分布,从而计算LED向空间发出的总光通量。总光通量可由测量其部分光通量求和得到,为此假设一个以LED为球心的假想球面。

$$= \sum = \sum I = \sum E S \quad (1)$$

式中, I —LED在假想球面某面元处的发光强度;

E —LED在假想球面某面元处的照度;

Ω —LED所对面元的立体角;

S —假想球面上面元的面积。

于是问题转化为求 Ω 或 S ,即球带的划分。球带的划分方法很多,我们采用等立体角法,具体思

路是让假想球面划分成 n 份面积相等的平行球带,因而它们所对应的立体角也相等。每一球带又划分成 m 个相等的面元,每个面元的面积均为:

$$S_{ij} = \frac{4 \cdot R^2}{m \cdot n} \quad (2)$$

则 LED 总光通量为:

$$= \frac{4 \cdot R^2}{m \cdot n} \sum \sum E_{ij} \quad (3)$$

当然也可以:

$$= \frac{4}{m \cdot n} \sum \sum I_{ij} \quad (4)$$

但一般选用(3)式测量比较方便。即一个面元上的局部辐射功率等于该面元上的辐照度平均值和该

面元面积的乘积。

根据经验,选 $n = 50$ 就足以保证测量精度。

2 几种典型的配光曲线

2.1 长方形 LED

主要用作电器或仪表上的指示灯,发光强度很低。图 2 是一支绿色 LED 的相互间隔为 45° 因而共 8 个剖面上的配光曲线。虽然它们的形状相异甚大,但是法向发光强度均相等,为 2.6mcd,因为从图中可以看出,仅在靠近法线方向附近的配光曲线的形状是相同的。试想如果没有如图所示的 8 条配光曲线,单凭法向发光强度值,就会误认为它是很好的管子。

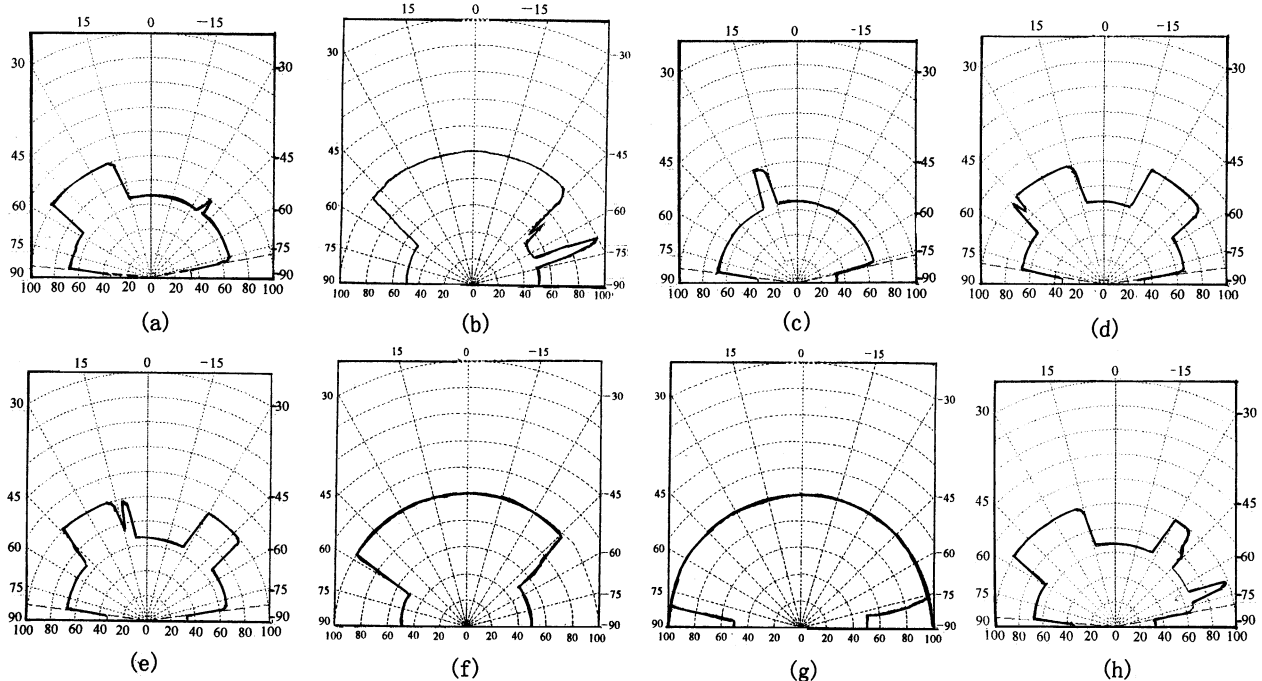


图 2 LED 剖面的配光曲线

2.2 椭圆形 LED

这是近期才出现的产品,主要用于显示屏。因为显示屏的视角要求左右要大,而上下较小,以便适合人们的视觉特点。所以椭圆形 LED 的长轴视场角大,短轴视场角小,见图 3(a)和(b)所示。在显示屏上的安装位置是管子的长轴沿水平方向,短轴则是垂直方向。

2.3 交通灯专用 LED

道路交通信号灯虽然颜色分为红、绿、黄 3 种,但它们的配光曲线形状却都如图 4 所示。与其它 LED

不同,它的配光曲线呈现一边倒,具有严重的不对称性。这是有道理的,因为交通灯的观看对象无论是机动车司机、骑自行车者或路人,眼睛都远低于交通灯,如果采用一般的单色 LED,则照射到天空上的光毫无用处,在电能上造成很大浪费。

2.4 单色光 LED

相当比例的单色光 LED 的配光曲线如图 5 所示,即发光强度的分布呈现周围大中间小。如果用一张白纸映照,会呈现出周围是亮圈而中间是暗斑的图象。其初略解释见图 6 所示:一方面,由于 LED 的外

形相当于存在一个透镜,但却不是一个理想的透镜。另一方面,虽然普通LED的芯片截面积仅为 $0.1 \sim 0.25\text{mm}^2$,但相对透镜而言芯片发光的视场角仍显

大,所以芯片不能视作点光源。不同视场发出的光会聚在A点附近的一个圈上再扩散出去,从而造成在远场附近的光斑出现外亮内暗的现象。

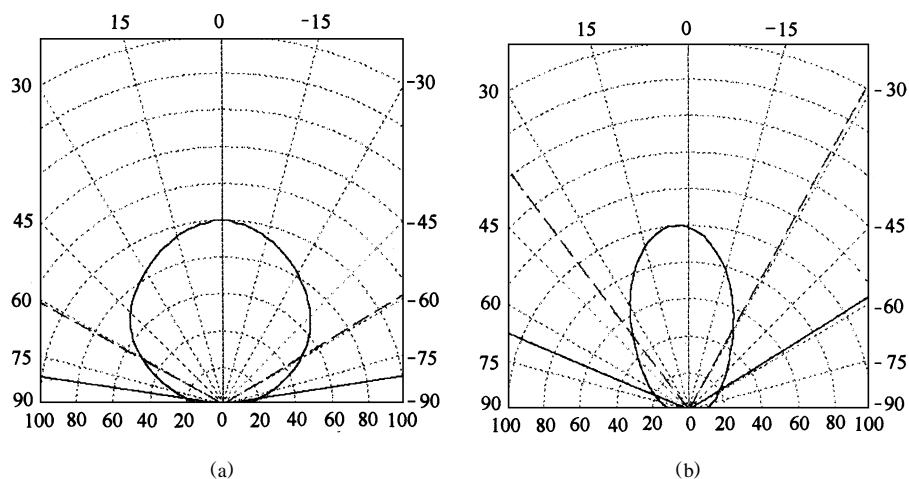


图3 椭圆形LED的视场角

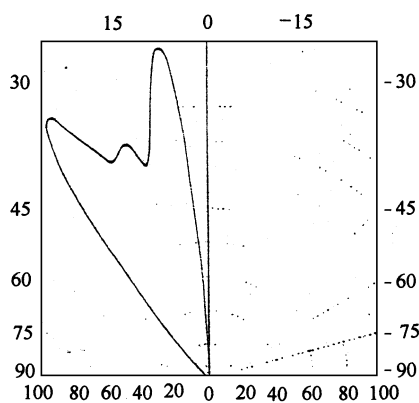


图4 交通灯用LED的配光曲线

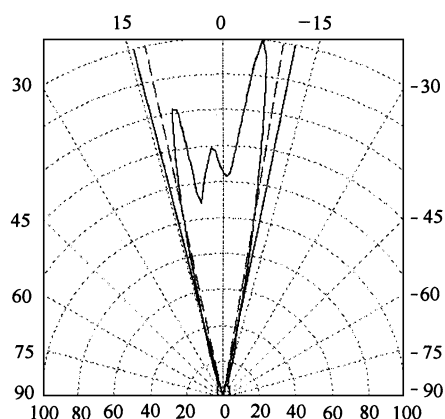


图5 单色光LED的配光曲线

3 有待推广的发光强度三维立体图

只要仔细推敲,把发光强度空间分布简称为配光曲线^[3]实质上是不正确的。后者仅仅是前者的一个剖面上的轮廓曲线,是一张二维图形;犹如医院中用CT拍片并不能反映脑袋的全部信息一样。在微机时代以前,由于数据采集速率慢且绘图能力弱,使用配光曲线乃是不得已之举。从效果上看,8个等分割面乃至36个等分割面的配光曲线仍抵不上一张三维立体图。那么到了今天,用微机采集到的数据进行发光

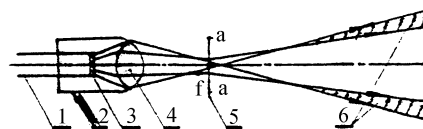


图6

- 1—LED管脚;2—LED外壳封装;3—LED芯片;
- 4—外壳封装透镜;5—透镜焦平面;
- 6—发光强度亮斑

强度三维立体图的绘制已不是一件难事。随着软件编制水平的不断发展,这种三维立体图的质量将会不断提高。特别对于LED,由于其发光强度的空间分布

通常不超过 2 空间,所以特别适宜画三维立体图,图 7 就是一个例子。从图中看出,它的对称性好,视场角宽,不失为是 LED 标准灯的理想候选者。

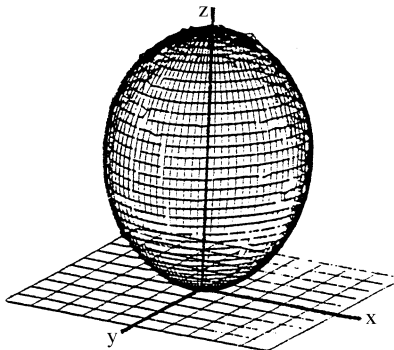


图 7 LED 发光强度的空间分布三维立体图

尽管对于 LED 是否应开发标准灯在业界尚存争议,但我们倾向于开发 LED 标准灯,因为它对统一和传递量值的作用远比其它方法有效。从众多 LED 中筛选标准灯时,一张发光强度空间分布的三维立体图

显然比几十张同一 LED 的配光曲线更加正确和明了。

4 结束语

本文简介发光强度空间分布的测量仪器和原理;介绍了几种典型配光曲线;提出发光强度空间分布和配光曲线既同出一源又有所区别的观点,希望引起业界同仁重视,开发出高质量的、能正确反映 LED 发光强度空间分布的三维立体图的软件。

参考文献

- 1 G. Sauter, Goniometry of Luminescent Diodes, Metrologia, 1991, 28: 239 ~ 242
- 2 郝允祥 陈遐举 张保洲编著. 光度学. 北京:北京师范大学出版社, 1988
- 3 中国计量科学研究院自动分布光度计课题组. 复合式大型自动分布光度计. 北京:计量学报, 1983, (4): 250 ~ 255

(本文编辑 王东明)