

以积分球为基础的 LED 光学参数测试准确性的研究

于立民 Greg Mckee

(蓝菲光学 Labsphere Inc.)

摘要: 根据 LED 光通量测量的特殊性, 在 LED 测量用积分球设计中进行了独特的优化, 同时采用高反射率的漫反射材料, 使得系统稳定性及准确性大大提高。实验结果表明, 系统的稳定性及一致性远远高于其他普通 LED 测试系统。是真正适合进行 LED 光学参数测量的系统。

关键词: LED 测量 积分球

前言

在使用积分球进行光通量测量过程中, 与普通光源不同, LED 光源的光通量测量在的测试准确性方面对设备提出了很大的挑战。一方面 LED 较普通光源通常具有较强的方向性, 通常不会在整个空间均匀地发光。该特性使得 LED 直射光在积分球表面的分布呈不均匀分布, 该不均匀分布又直接导致不同 LED 的直接反射光相对探测器的反射特性不同。因为探测器口的位置及挡板的设置是固定的, 而不同的反射分布直接表现为信号起伏。在普通的测量系统中, 不同的正向发散角的 LED、同一 LED 不同的放置方向、同一方向不同位置等差异, 即使光通量是一致, 表现出来的测量值也表现出极大的差异性。根据客户的验证结果, 普通 LED 测量系统 LED 的放置方向对光通量测量结果的影响往往超过 50% (同一 LED 在不同方向测量得到的最大信号和最小信号的差异)。

在测量不同 LED 不同发光角度时, 由于在积分球内表面的分布差异使得直接反射的分布对探测器的影响也不同, 从而直接影响到两者测量的准确性的差异。如图 1 所示。

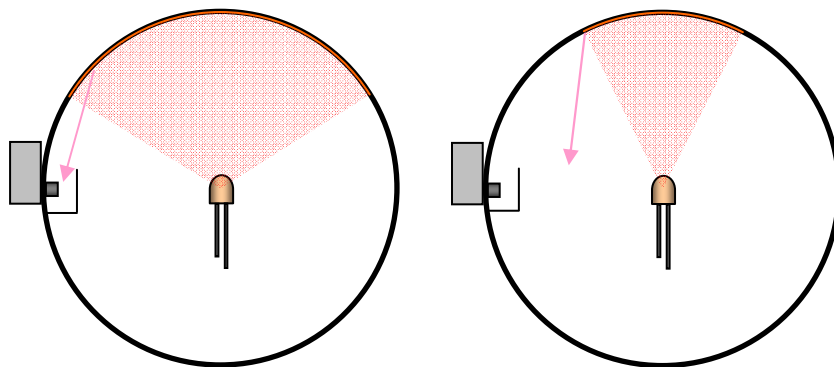


图 1 不同发光角度的不同 LED 测量时的影响

另一方面 LED 测量系统通常使用卤钨灯作为标准光源, 使用的标准灯本身与 LED 无论实在外形上、发光的分布特性上还是光谱特性上都有较大的差异。因此二者的差异性必须进行必要



的修正。

分析:

LED的方向性对测量准确性影响的一个重要原因是积分球的内表面反射特性。在普通的LED测量系统中,积分球表面涂层的反射率和朗伯特特性都不是很理想。一个是反射率偏低,另一个是漫反射特性不好。低反射率的积分球表面的一个结果就是,LED的直接照射光经过很少的几次反射后就逐渐衰减,而在整个的光混合过程中,直接照射光和直接反射光占了很大的比重,起了主导作用。而在某些条件下,低反射率材料会在某些条件下挡板的后部探测器处产生强烈的阴影效应。而导致测量不准确的正是直的反射光和阴影效应。

另外较低的漫反射率对信号的衰减非常严重。由于光测量过程中,光在积分球内多次反射,每次反射都有一定的衰减,而反射率的高和低对光强的影响在多次反射后得以加强。以反射光在球内进行15次反射为例,如果两者的反射率相差5%,则信号的衰减可能会超过一倍以上。而实际上积分球内的反射率差别远远不止于此。

目前的LED测试系统还没有用于作为标准光源的标准LED,在测量过程中,还是使用校准的稳定驱动的卤钨灯作为标准光源。由于标准灯的外形结构和待测LED的差别很大,LED支架对光有吸收效应,以及标准灯安装位置与LED安装位置的差别,这些是影响测量结果准确性的重要因素。

解决方案及测试结果:

在目前的LED测试系统中,为了克服以上这些问题,提高准确性,通常采用指定LED以特殊的安装方向进行测试,或者将系统设计成待测光源直接朝向探测端口或背向端口方式。但是一个角度无法解决所有问题,不同发光角度的LED的测试以及反射率等影响仍然需要解决。

Labsphere公司在设计LED测量系统时,根据实际使用中对测量准确性的影响因素进行了全面优化,使系统对LED方向的敏感度降到最小。即在测量过程中,无须规定特殊的角度和方向。即使在极端条件下,使用极强方向性的LED,使用极端条件的放置方式,的测量的结果仍然保持了良好的一致性。

Labsphere的LED测量系统严格按照CIE标准进行设计,积分球内表面涂层使用专利技术的Spectralon®或Spectrafect®作为反射层具有极的反射效率和良好的朗伯反射特性。在可见光范围内反射率分别大于99%和98%。良好的反射材料可以保证更好地混合特性和均匀的光分布,使直接照射直接反射特性以及挡板的阴影效应更小。另外在挡板的设计和探测端口的设计方面进行了优化,采用了漫射器的装置,最大限度地降低探测端口对直接反射光的敏感度。在球体内表面的结合部位进行了特殊的考虑。

该LED系统采用了校准的卤钨灯作为标准灯,同时采用了辅助灯方案,用于补偿待测LED支架与标准灯支架差别对测量结果带来的影响。该标准灯在美国Labsphere公司的校准实验室内经过严格校准而来,该结果可溯源至NIST。该标准灯工作在恒定的色温3000K下,保持恒定的光输出通量,提供NIST溯源的光谱辐射通量数据。标准灯和辅助灯使用的电源为固定电流的固定功率的驱动方式,而不是可调式电源,这样可以最大限度地减小功率飘逸。长期稳定性好于0.02%,保证了光输出结果的可靠性。



在该系统条件下，针对前面叙述的LED测量结果准确性问题进行了针对性的测试。测试条件如下：采用高亮度绿色 Φ 5LED，功率约0.35W，发光角度约30°。测试的流明值及误差结果如表1及图2所示。

表1 不同LED方位对应测量结果的比较

Number	Angle	Lumens	Percentage
a	0	17.35	100.0%
b	45	17.39	100.2%
c	90	17	98.0%
d	135	16.91	97.5%
e	180	16.75	96.5%
f	225	16.45	94.8%
g	270	16.36	94.3%
h	315	16.65	96.0%
i	360	17.34	99.9%

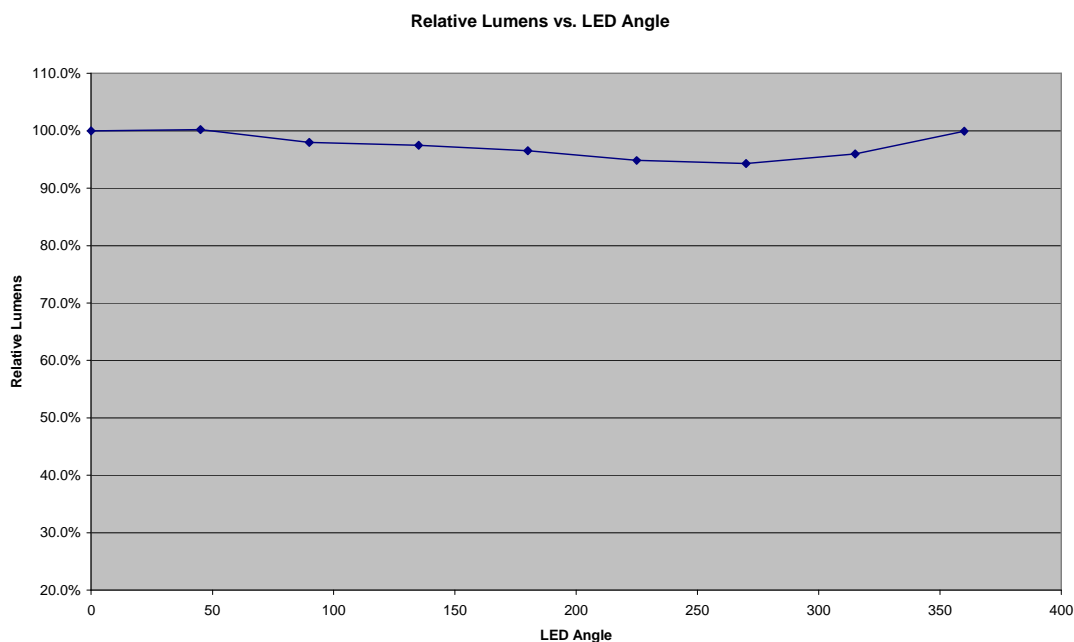


图2 不同LED放置方位的测量结果波动曲线

测量过程中所采用的不同测试方位如图3所示。

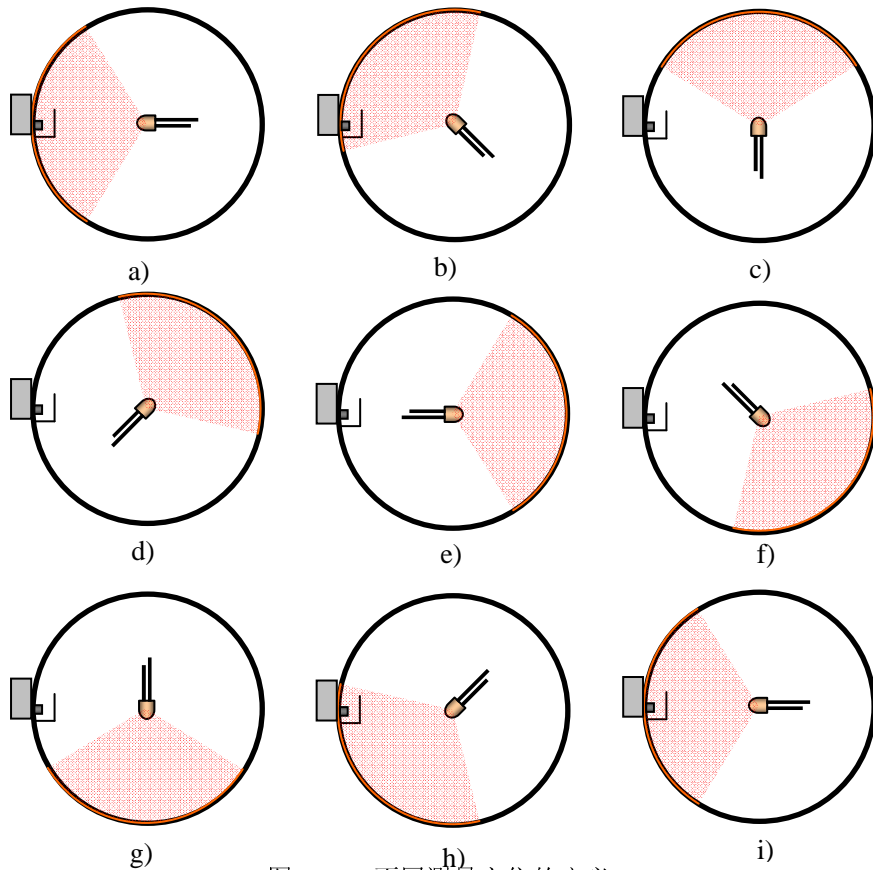


图3 LED 不同测量方位的定义

结论

LED 采用了 9 个测量方位，分别代表可能的 LED 放置方式。其中包含对探测器影响最小和最大的极端情况。从测量结果看，即使在最极端的情况下，即 LED 面向探测器开口处与 LED 背向开口处，光通量测量结果的峰峰值仍然小于 5%。这是一个非常好的测试结果。在实际应用过程中，由于 LED 不会采取如此极端情况放置。在该测试中采用的是简易的测试支架，在包含定位误差的情况下，同一位置测量结果的光通量误差小于 0.1%。实际测试过程中 LED 的光通量测量重复性误差远小于 0.1%。由此可见 Labsphere 的 LED 光学性能系统测量结果可靠、稳定，会对产品的性能给予可靠的保证。采用这样的标准系统可以对 LED 的研究、开发及生产起到极大支持作用，是 LED 行业光学性能测量的理想选择。

关于作者：肖冬 (Mr. Roger Xiao)，蓝菲光学 (Labsphere Inc.) 亚太区市场总监