

实验室工程师知识点分享：从光源的辐射能量分析看灯具热试验的关注点，建议技术人员必看！

产品名称	实验室工程师知识点分享：从光源的辐射能量分析看灯具热试验的关注点，建议技术人员必看！
公司名称	深圳市实测通技术服务有限公司
价格	.00/件
规格参数	测试周期:5-7天 寄样地址:深圳宝安 价格费用:电话详谈
公司地址	深圳市罗湖区翠竹街道翠宁社区太宁路145号二单元705
联系电话	17324413130 17324413130

产品详情

摘要：文章分析了白炽灯、荧光灯、HID灯（高压钠灯、高压汞灯、各种金属卤化物灯）、低压钠灯的辐射能量分布和LED光源特性，给出了光源的能量平衡图，从而得出各种光源对应的能量所占的主次关系。根据各种光源的能量分布，阐述了灯具热试验时应关注的被聚光照射的物体的测量点。

关键词：光源；辐射；辐射能量；灯具；热试验；LED灯具

光是能量的一种形态，这种能量能从一个物体传播到另一个物体，在传播过程中无需任何物体作为媒介。这种能量的传递方式被称为辐射，辐射的含义是指能量从能源出发沿直线向四面八方传播，尽管实际上它并不总是沿直线方向传播的，特别在通过物体时方向会有所改变。有些形式的辐射是由粒子组成的，例如由放射性物质引起的辐射。光一度被认为是粒子束，但后来经实践证明，用波动来描述光的特性更为恰当，光线的方向也就是波传播的方向。约100年前，人们已证实了光的本质是电磁波，后来又搞清了在波长范围极其宽广的电磁波中，可见光波仅占了极小的部分。电磁波可见光部分的波长范围约在380nm~780nm之间，在这个范围内的各种波长，都可凭眼睛的颜色感觉来加以区别。蓝色和紫色属于短波，红色属于长波，黄色和绿色处于可见波长范围的中间部分。波长超过可见光谱的紫色和红色两端的电磁辐射，分别称为紫外辐射和红外辐射。光源的辐射能量是指光源辐射出来的光的能量，包括紫外辐射能量、可见光辐射能量和红外辐射能量。辐射以外的能量为非辐射损失，包括传导和对流损失。一、光源的辐射能量分析1、白炽灯的能量分析一些白炽灯的可见光辐射、红外线辐射、传导和对流损失的能量输出见表1。由表1可以看出，以100W白炽灯为例，可见光辐射能量所占比例为10.0%。红外线辐射能量所占比例为72.0%。用光的形式辐射出去的能量所占的比例为82.0%。传导和对流损失占18%。白炽灯的非辐射损失包括泡壳灯头吸收损失、气体损失和支架等热损失。真空白炽灯、单螺旋和双螺旋充气白炽灯的可见光辐射、红外线辐射和非辐射的热损失的能量分配见表2。由表2可以看出，白炽灯的绝大部分功率都变成了红外线辐射，可见光辐射功率所占的比例很小，一般不到10%。红外线辐射占比例为67%~87%。100W普通照明灯泡（GLS）的能量平衡的例子如图1所示。1.可见光辐射5W；2.

来自灯丝的红外辐射61W；3.灯丝至泡壁的传导和对流损失34W；4.来自泡壳的红外辐射22W；5.总的传导和对流损失12W；6.总的红外辐射83W。图1 100W GLS灯的能量平衡

由图1可以看出，所举的100W GLS例子而言，可见光辐射仅占5%，红外辐射占83%，传导和对流损失占12%。总的来说，向前的红外辐射占白炽灯能量的绝大部分，大量能量用于向前的发热，仅小部分能量用于向前的发光。2、荧光灯的能量分析几种典型荧光灯的可见光辐射、红外线辐射和非辐射的热损失的能量平衡见表3。从表3可以看出，以36W(T8)荧光灯为例，可见光辐射27.7%，红外辐射占38.1%（含少量的紫外辐射），传导和对流损失占34.2%。36W、colour

82的荧光灯的能量平衡的例子如图2所示。1.电正柱功率30.1W；2.电极热损失5.9W；3.来自放电正柱的可见光1.2W；4.来自放电正柱的紫外辐射22.5W；5.放电正柱的热损失6.5W；6.来自荧光粉层的可见光辐射8.8W；7.紫外辐射0.2W；8.红外辐射13.5W；9.总的可见光辐射10W；10.红外辐射、传导和对流25.8W。图2 36W、colour

82的荧光灯的能量平衡由图2可以看出，所举的36W、colour 82的荧光灯例子而言，可见光辐射占27.8%，红外辐射占37.5%，紫外辐射占0.6%，传导和对流损失占34.1%。总的来说，向前的红外辐射占的比例比白炽灯小得多，差不多为白炽灯的一半。传导和对流损失占的比例比白炽灯大得多，差不多为白炽灯的一倍。3、低压钠灯和HID灯的能量分析400W高压汞灯的总可见光辐射和热损失的能量平衡见表4。从表4可以看出，400W高压汞灯，可见光辐射占17.5%-20%，红外辐射占15%，热损失占80%-82.5%。100W超高性能光源的可见光辐射、红外辐射、传导和对流损失等的能量平衡见表5。从表5可以看出，100W UHP灯，可见光辐射占25%，红外辐射占34%，传导和对流损失占11%。400W高压钠灯的可见光辐射、红外辐射、电极损失、气体热损失和吸收的能量平衡见表6。从表6可以看出，各种类型的400W高压钠灯，可见光辐射占25%-36%，红外辐射占20%-30%。500W钠-铊-镱灯和高压汞灯的可见光辐射、红外辐射、非辐射等的能量平衡见表7。

从表7可以看出：500W钠-铊-镱灯，可见光辐射占24%，红外辐射占30.2%，紫外辐射占8.8%，非辐射部分占37%；500W高压汞灯，可见光辐射占14.6%，红外辐射占15%，紫外辐射占22.4%，吸收辐射占22%，非辐射部分占22%。400W钠-铊-镱灯的可见光辐射、红外辐射、紫外辐射、非辐射的能量平衡见表8。从表8可以看出：400W钠-铊-镱灯，可见光辐射占23.9%，红外辐射占37.0%，紫外辐射占3.1%，非辐射部分占36%；400W高压汞灯，可见光辐射占15.2%，红外辐射占14.3%，紫外辐射占1.8%，非辐射部分68.7%。400W透明玻壳的高压汞灯的能量平衡的例子如图3所示。1.放电正柱功率360W；2.电极热损失40W；3.可见光辐射50W；4.来自放电正柱的紫外辐射90W；5.来自放电正柱的红外辐射60W；6.放电正柱的热损失160W；7.紫外辐射10W；8.红外辐射80W；9.总的红外辐射260W；10.传导和对流80W。图3 400W透明玻壳的高压汞灯的能量平衡

从图3可以看出，400W透明玻壳的高压汞灯，可见光辐射占12.5%，紫外辐射占2.5%，红外辐射占65%，传导和对流占20%。400W涂荧光粉玻壳的高压汞灯的能量平衡的例子如图4所示。1.放电正柱功率370W；2.电极热损失30W；3.来自放电正柱的可见光辐射59W；4.来自放电正柱的紫外辐射73W；5.来自放电正柱的红外辐射60W；6.放电正柱的热损失178W；7.来自荧光粉层的可见光辐射8W；8.紫外辐射15W；9.红外辐射50W；10.总的可见光辐射67W；11.总的红外辐射226W；12.传导和对流92W。图4 400W涂荧光粉玻壳的高压汞灯的能量平衡

从图4可以看出，400W涂荧光粉玻壳的高压汞灯，可见光辐射占16.8%，紫外辐射占3.7%，红外辐射占56.5%，传导和对流占23%。160W自镇流高压钠灯的能量平衡的例子如图5所示。1.放电管功率50W；2.灯丝功率110W；3.放电正柱功率24W；4.电极热损失26W；5.来自灯丝的红外辐射37W；6.传导和对流损失67.5W；7.来自灯丝的可见光辐射5.5W；8.来自放电的可见光辐射7.5W；9.来自放电的紫外辐射9W；10.来自放电的红外辐射7.5W；11.来自荧光粉层得可见光辐射1.5W；12.红外辐射7W；13.来自放电加上灯丝的总的红外辐射70.5W；14.总的可见光辐射14.5W；15.紫外辐射0.5W；16.总的红外加上传导和对流145W。图5 160W自镇流高压钠灯的能量平衡从图5可以看出，160W自镇流高压钠灯，可见光辐射占9.1%，紫外辐射占0.3%，红外辐射占48.4%，传导和对流占42.2%。典型的三种光谱金属卤化物灯的能量平衡的例子如图6所示。1.放电正柱功率364W；2.电极热损失36W；3.可见光辐射97W；4.来自放电的紫外辐射15W；5.来自放电的红外辐射98W；6.放电正柱的热损失154W；7.紫外辐射5W；8.红外辐射10W；9.总的红外辐射237W；10.

传导和对流61W。图6典型的三种光谱金属卤化物灯的能量平衡从图6可以看出，400W典型的三种光谱金属卤化物灯，可见光辐射占24.25%，紫外辐射占1.25%，红外辐射占59.25%，传导和对流占15.25%。180W低压钠灯的能量平衡的例子如图7所示。1. 放电正柱功率158W；2. 电极热损失22W；3. 可见光辐射63W；4. 红外辐射5W；5. 放电正柱的热损失90W；6. 总的红外辐射62W；7. 传导和对流55W。图7 180W低压钠灯的能量平衡从图7可以看出，180W低压钠灯，可见光辐射占35%，红外辐射占34.5%，传导和对流占30.5%。400W高压钠灯的能量平衡的例子如图8所示。1. 放电正柱功率376W；2. 电极热损失24W；3. 可见光辐射118W；4. 紫外辐射2W；5. 红外辐射80W；6. 放电正柱的热损失176W；7. 紫外辐射1W；8. 红外辐射1W；9. 总的红外辐射221W；10. 传导和对流60W。图8 400W高压钠灯的能量平衡从图8可以看出，400W高压钠灯，可见光辐射占29.5%，紫外辐射占0.25%，红外辐射占55.25%，传导和对流占15%。总的来说，高压汞灯的红外辐射占14.3%~65%，传导和对流占20%~68.7%。高压钠灯的红外辐射占20%~55.25%，传导和对流占15%~42.2%。金属卤化物灯的红外辐射占30.2%~59.25%，传导和对流占15.25%~37%。低压钠灯的红外辐射占34.5%，传导和对流占30.5%。

4、LED的能量分析LED有25%-30%的可见光，红外辐射没有，70%-75%热量（非辐射热）。LED向前照的可见光只有25%-30%，没有红外线出来。其他都是热，不是辐射热，而是传导热。根据各种光源的辐射能量分析，得到各种光源对应的能量所占的主次关系如表9所示。二、灯具热试验时应关注的被聚光照射的物体的测量点对白炽灯而言，关注反射型白炽灯，因为其有强的集光性。一般的反射型灯泡采用抛物面形状的反射镜面，还有一种椭球反射面的反射型白炽灯。常用的有镀铝抛物反射型灯（PAR灯）和多层介质膜反射型灯（MR灯）。PAR灯有聚光型和泛光型两大类，光束角为5~60。RF为泛光反射型，RS为聚光反射型，BRF为封闭泛光反射型，BRS为封闭聚光反射型。反射型白炽灯根据泡壳的加工方法，可分为吹制泡壳反射型白炽灯和压制泡壳反射型白炽灯两类。PAR灯采用压制泡壳封闭式光束灯结构。为了减少出射光线的热量，在透镜上涂以红外反射膜，可做成冷光型的PAR灯。MR型卤钨灯是将反光镜和灯泡一体化的卤钨灯。抛物反光镜是由玻璃压制而成，内表面涂以多层介质膜。这层膜作用是反射可见光，而透红外光。可见光被反射到需要照明的物体上，所发射的红外线大部分透过反射镜被滤掉了。在目标所接受的光中几乎没有红外辐射，因而MR型卤钨灯又俗称冷光束卤钨灯。MR型卤钨灯可做成宽、中和窄三种光束型号。反射型白炽灯可分为热量向前的反射型白炽灯和热量向后的反射型白炽灯。热量向前的反射型白炽灯是指热量与光的出射方向相同，又称一般反射型灯。热量向后的反射型白炽灯是指热量与光的出射方向相反。热量向前的反射型白炽灯和热量向后的反射型白炽灯形状可能相同，应注意防止误用。热量向前的反射型白炽灯灯具中一旦使用了热量向后的反射型白炽灯时，可能会使灯座、电线、灯罩等的部位温度超过规定值，而发生危险。如果存在这种危险情况的话，GB 7000.1的3.2.11要求灯具标记符号，以警告不能使用冷光束灯。热量向后的反射型白炽灯一旦使用了热量向前的反射型白炽灯时，可能会使被照物的温度超过规定值，可能存在着火危险。如果存在这种危险情况的话，GB 7000.1的3.2.15要求灯具标记符号，以告知使用者该灯具设计使用碗形镜面反射灯泡。对白炽灯而言，尤其对热量向前的反射型白炽灯，应关注被照射物体的测温点。对于HID灯和低压钠灯，应关注被照射物体的测温点。从表9可以看出，GB 7000.1的3.2.13要求灯具标记的离被照物最短距离的符号，不适用LED光源。LED灯具热试验时的关注点不是向前的辐射热，而是向后的传导热。三、结束语灯具热试验时应关注的被聚光照射的物体的测量点，取决于根据各种光源的辐射能量分析，不是所有的光源都需要测量照射面的温度。LED灯具无需测量向前的照射面的温度。参考文献[1]

《光源与照明（第四版）》，[英]J·R·柯顿 A·M·马斯登 主编 陈大华 刘九昌 徐庆辉 刘动 译，复旦大学出版社 2000年1月第一次印刷；[2]《光源原理与设计（第二版）》，周太明 周详 蔡伟新 编著，复旦大学出版社 2006年12月第二版第一次印刷；[3] THE IESNA LIGHTING HANDBOOK NINTH EDITION；[4] LIGHTING MANUAL Philips Lighting fifth edition。