



光源相对光谱能量分布的测量

No.UV-002

摘要：随着新型光源的不断产生，光源的光谱分辨率在测量中变得日益重要，而光源的光色特性及其表征量如色坐标、色温和显色指数等是由光源的光谱能量分布决定的，所以需要更好地了解光源的光谱分布特性。一般的光源是不同波长的色光混合而成的复色光，如果将它的光谱中每种色光的强度用分光光度计测量出来，就可以获得不同波长色光的辐射强度的数值。本文介绍使用紫外可见分光光度计测量光源相对光谱能量分布的方法。

关键词：UV 光源 相对光谱能量分布

原理

仪器记录的是光源中各种不同波长色光的辐射能。若以 ϕ_e 表示光的辐射能， λ 表示光谱色的波长，则定义：在以波长 λ 为中心的微小波长范围内的辐射能与该波长的宽度之比称为光谱密度。写成数学形式：

$$\phi_e(\lambda) = d\phi_e/d\lambda \quad (\text{W/nm})$$

通常光源中不同波长色光的辐射能是随波长的变化而变化的，因此，光谱密度是波长的函数。光谱密度与波长之间的函数关系称为光谱分布。

在实用上更多的是以光谱密度的相对值与波长之间的函数关系来描述光谱分布，称为相对光谱能量分布，记为 $S(\lambda)$ 。若以光谱波长 λ 为横坐标，相对光谱能量分布 $S(\lambda)$ 为纵坐标，就可以绘制出光源相对光谱能量分布曲线。

仪器及测定条件

仪器装置：UV-2450

测定方式：能量

狭缝宽度：5.0nm

P M增益：1

方法

选择有代表性的光源，将其分成两组，一组是以发光二极管（LED）、激光器二极管和荧光灯为代表的弱光源，另外一组是以卤钨灯为代表的强光源。

1. 弱光源的测定

a. 发光二极管（LED）

分别取红、橙、绿三种颜色的发光二极管，通过独立电源为其供电，点亮后，将其放在紫外可见分光光度计的光源入射窗口，透过狭缝观察窗口，使最强光斑通过入射狭缝。设置仪器的测量参数，记录其380-780nm的发射光谱。结果如图1，由测定结果可知，其红橙绿三种二极管的中心波长分别在649nm、597nm和502nm。

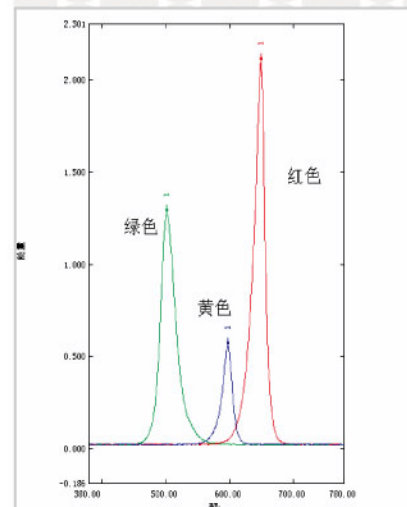


图1 三种发光二极管的光谱分布曲线

b. 激光器二极管

选择红色光电鼠标作为样品，测定结果如图2，由谱图可知，激光器二极管的发射谱线呈现以633nm为中心波长的振荡形式分布。

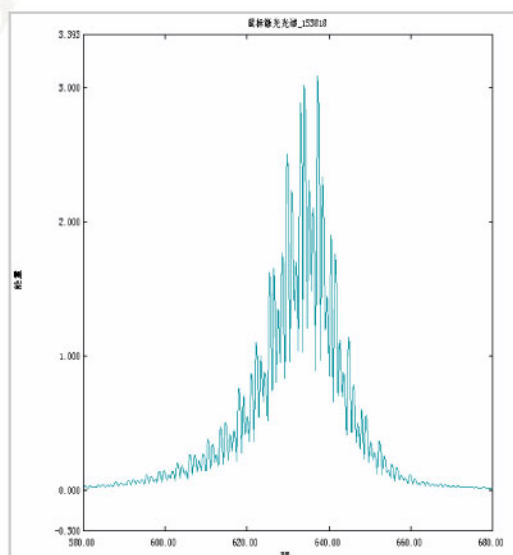


图2 激光器二极管的光谱分布曲线

c. 荧光灯管

选择三只不同品牌的额定功率20W的荧光灯管，用支架固定，启辉点燃后测定其光谱分布，结果如图3所示。

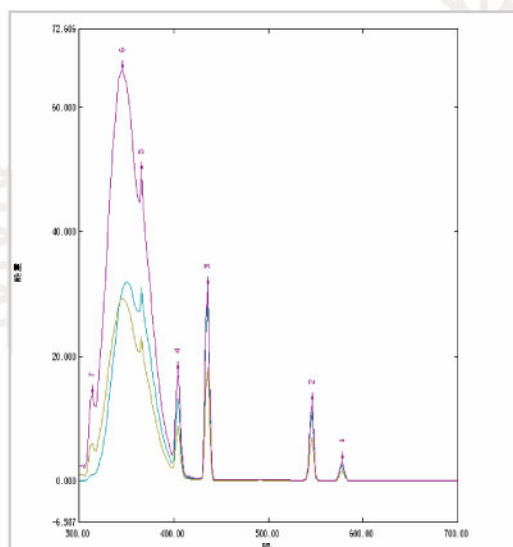


图3 荧光灯管的光谱分布曲线

由光谱分布曲线可知，荧光灯管的能量主要集中在310–400nm波长段，另外在578、546、436和404nm等波长处有特征发射谱线。

由发光二极管（LED）为代表的弱光源，通过紫外可见分光光度计可以直接测定出光源的光谱能量分布曲线。

2. 强光源的测定

用紫外可见分光光度计测量如卤钨灯类照明光源的相对光谱能量分布时，须采用与标准光源相比较的方法。本方法中使用D204通用标准光源校准仪器。

标准光源的光谱辐射强度是已知的，可以表示为 $S_s(\lambda)$ 。先测量标准光源，获得光谱响应曲线 $R_s(\lambda)$ 。然后测量待测光源，获得光谱响应曲线 $R_t(\lambda)$ 。待测光源的相对光谱能量分布 $S_t(\lambda)$ 等于：

$$\frac{S_s(\lambda) \times R_t(\lambda)}{R_s(\lambda)}$$

式中： $S_s(\lambda)$ 为标准光源光谱能量分布， $R_t(\lambda)$ 为待测光源光谱响应曲线， $R_s(\lambda)$ 为标准光源光谱响应曲线。

图4是标准光源的相对光谱功率分布和光谱响应曲线，图5是待测光源光谱响应曲线和计算出来的待测光源的相对光谱能量分布曲线。此曲线符合普朗克轨迹。

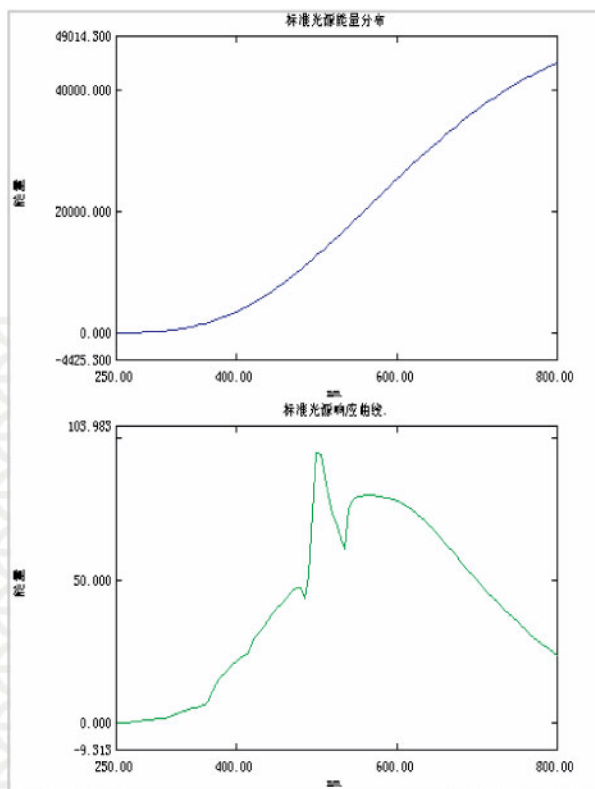


图4 标准光源D204

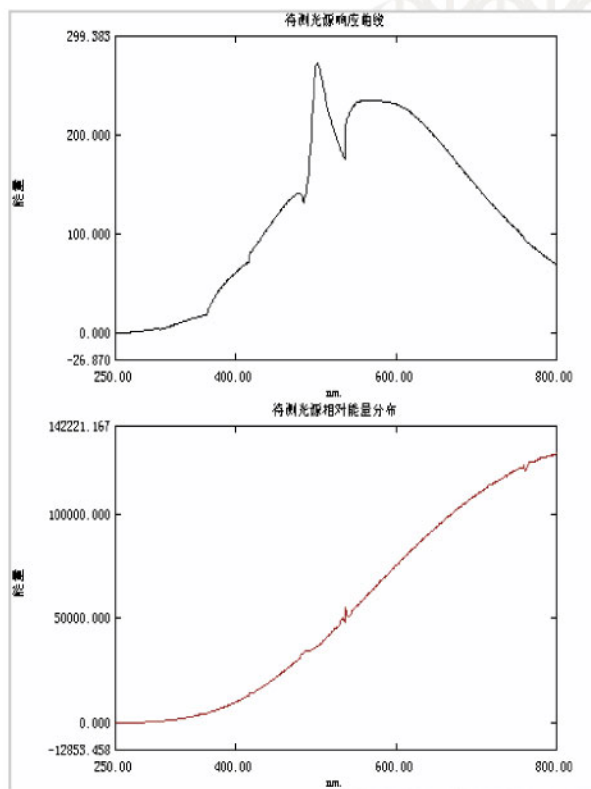


图5 待测光源