

# LED 光色电性能测量

金夷超

## 一、实验目的

1. 掌握光谱计的测量原理；
2. 掌握标准灯的光通和光谱定标；
3. 掌握 LED 光色电性能测量；
4. 确定 LED 光谱模型的参数。

## 二、实验仪器

根据光度色度学理论，只要测得被测体的光谱功率分布  $P(\lambda)$ （即在每一光谱下测其能量值）后，根据 CIE 有关出版物，就不难计算出被测光源的颜色参数等。图 2 是 PMS-50/80 紫外-可见-近红外光谱分析系统的原理框图。

如图 2 所示，荧光粉被激发出的荧光或置于积分球内光源发出的光线，经光纤，被汇聚在单色仪的入射狭缝上，经单色仪分光后的单色光由单色仪出射狭缝射出，并由光电倍增管(PMT)转换成电信号，经电路放大处理，A/D 转换，将数字信号送入计算机。另外，计算机发出的波长控制信号，驱动光栅扫描，实现从 200nm~800nm 或 380nm~800nm 或 4000~1100nm 的光谱测量。

本仪器实现一般光谱辐射计的光谱辐射和颜色参数的测量以外，其更优异的特性在于它有机结合了积分法光度测试和分光法光度测试的优点，实现了宽动态范围的光度线性，同时消除了由于标准光源与被测光源强弱差异而引起的误差和异谱误差，**此项技术已获中国专利。**

## 三、实验原理

### 1. 采样技术

PMS-50 PLUS 包括基本型和 SSA 型两种规格，其主要区别在于所采用的扫描采样技术不同，基本型的仪器采用的是 Static（静态采样技术）：利用步进电机能提供精确定位的原理，通过电机将光栅转动到相应波长位置后停止，然后进行采样，将波段范围内每一个波长位置下的光谱能量记录下来再进行计算，此方法

的优点在于精确定位，测量稳定，精密很高，缺点是测量速度比较慢。而 SSA 规格的仪器采用的是远方专有的 Sync-Skan（扫采同步技术）：采用高速电机扫描和高速 A/D 采样同步技术，通过 CPU 的固定间隔的脉冲信号同时控制电机和 A/D，通过电机步进推动光栅转动，从而获得每一个波长位置下的光谱能量数据后再进行计算的方法。采用此方法实现了在仪器测量的各种技术指标的精度不改变的情况下，很好的解决了基本型所采用的 Static（静态采样技术）速度慢的缺点，从而达到了测量速度快，精密高的效果。

PMS-80 仪器采用的是远方专有的 Sync-Skan（扫采同步技术）：采用高速电机扫描和高速 A/D 采样同步技术，通过 CPU 的固定间隔的脉冲信号同时控制电机和 A/D，通过电机步进推动光栅转动，从而获得每一个波长位置下的光谱能量数据后再进行计算的方法。采用此方法实现了在仪器测量的各种技术指标的精度不改变的情况下，还进一步提高了测量速度。

## 2. LED 光谱模型

$$\text{LED 光谱模型有高斯模型: } S(\lambda, \lambda_0, \Delta\lambda) = \exp[-(\lambda - \lambda_0)^2 / (\Delta\lambda_0)^2] \quad (1)$$

其中是  $\lambda_0$  主峰波长， $\Delta\lambda_0$  是半高宽。

$$\text{He-模型为: } S_{\text{LED}}(\lambda, \lambda_0, \Delta\lambda) = [g(\lambda, \lambda_0, \Delta\lambda) + k_1 g(\lambda, \lambda_0, \Delta\lambda)^{k_2}] / (1 + k_1) \quad (2)$$

$$g(\lambda, \lambda_0, \Delta\lambda) = \exp[-(\lambda - \lambda_0)^2 / (\Delta\lambda)^2],$$

$$\Delta\lambda = \begin{cases} \Delta\lambda_1, & (\lambda < \lambda_0) \\ \Delta\lambda_2, & (\lambda \geq \lambda_0) \end{cases}, \quad k_i = \begin{cases} k_i^1, & (\lambda < \lambda_0) \\ k_i^2, & (\lambda \geq \lambda_0) \end{cases} \quad (i = 1, 2),$$

其中  $\lambda_0$  主峰波长， $\Delta\lambda_1 = 2 \int_{380\text{nm}}^{\lambda_0} S_{\text{LED}}(\lambda) d\lambda$  是左半光谱宽， $\Delta\lambda_2 = 2 \int_{\lambda_0}^{780\text{nm}} S_{\text{LED}}(\lambda) d\lambda$

是右半光谱宽， $k_1$  和  $k_2$  是模型参量。

## 四、软件操作

1. 单击 Windows 的“开始”按钮，然后指向“程序”，显示“程序”菜单；

2. 指向“Everfine”程序，单击“PmsLab\_V2.00.XXX”即进入 PmsLab 程序窗口。

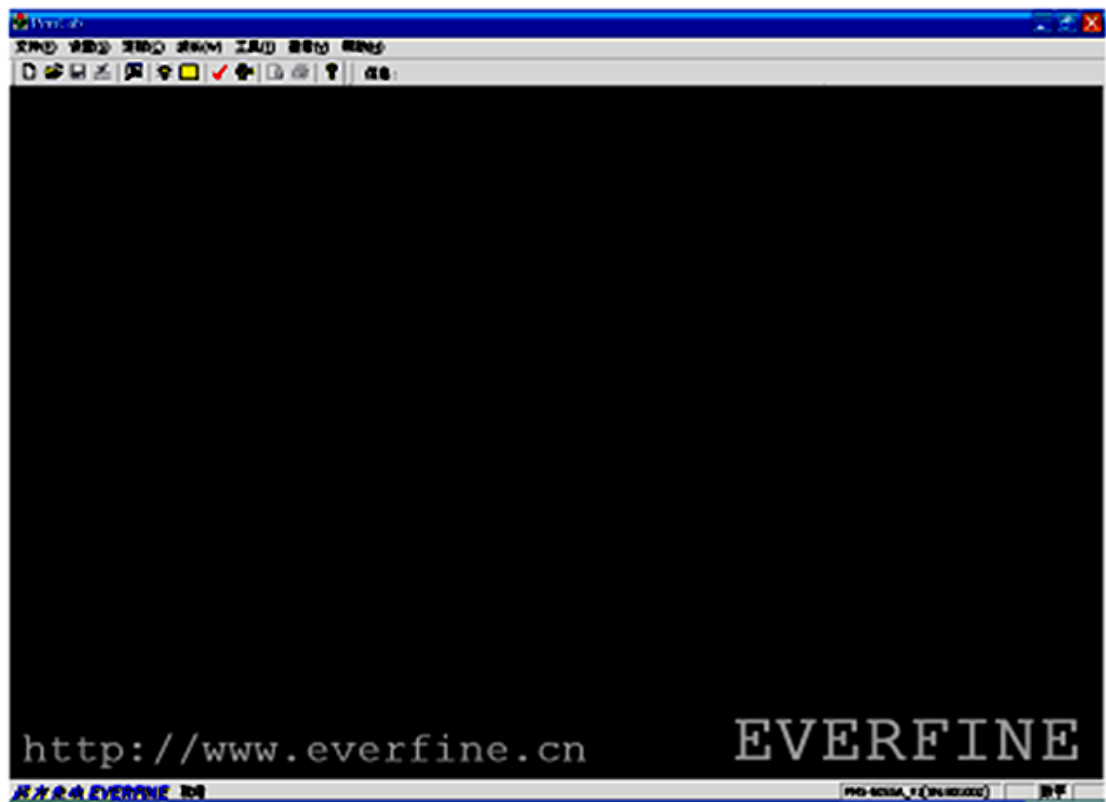
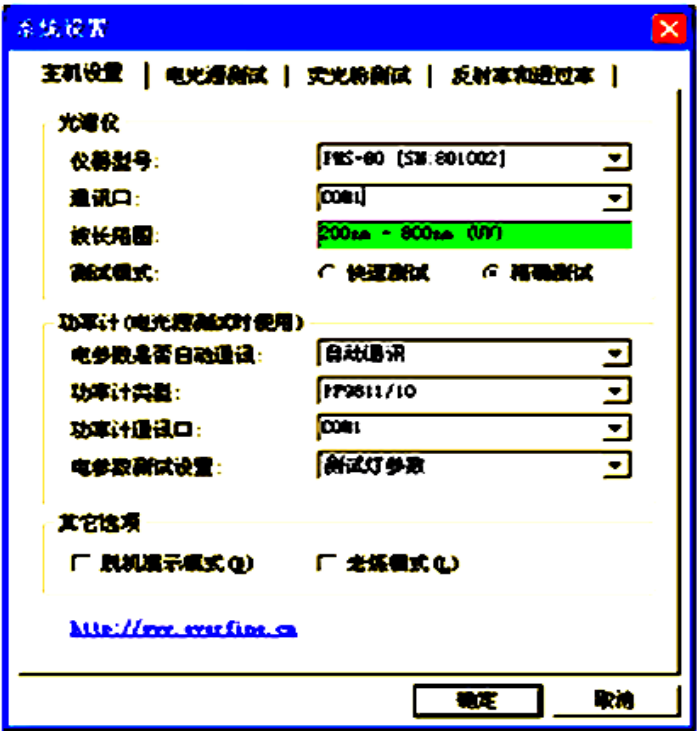


图 3 软件主窗口

3. 系统设置

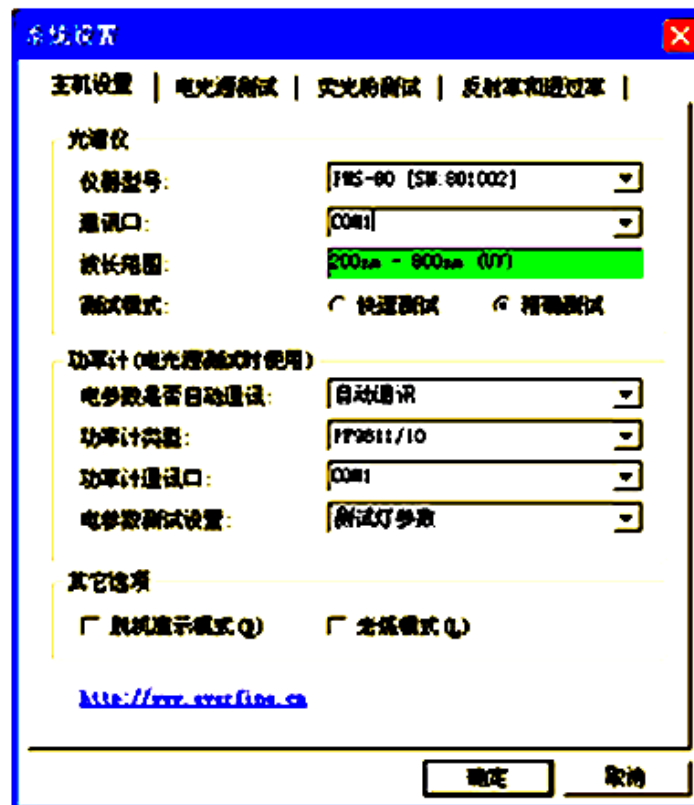
(1) 系统设置第 1 页 主机设置（图 4）

在这页可以看到仪器型号与编号，可以设置光谱仪链接连接串行口，波长范围。对 SSA 与 PMS-80 可设置快速与精确测试，另可设置电参数通讯设置。



(2) 系统设置第 2 页  
电光源测试（图 5）

这一页的设置比较重要。注意：软件对不同测试装置的光谱定标数据文件是分别保存的，即测试首先选择好系统的测试装置，再进行光谱定标与光度定标（可能是光通量或照度或光强度定标同而不同）。



## 五、实验步骤

### 1. 标准灯定标

#### 1.1 光通定标

(1) 关灯校零

(2) 在“WY 系统电源”设定：

①输入标准灯电流、电压；②按“设定”，即开灯；③按“退出”，等5分钟（稳定）；④输入标准灯光通，色温；⑤按“标定”；⑥按“保存定标”。

#### 1.2 光谱定标

(1) WY 系统电源设定：

①输入标准灯光通，色温；②按“开始”。

1.3 标定结束后在“WY 系统电源”或“工具”中按“复位”。

### 2. 待测灯测量

(1) 在“WY 系统电源”

①输入待测灯电流、电压；②按“退出”。

(2)在“电光源测试” 设定:

①电参数;②电光源测试:选“自动”;③可保存光谱数据(excel 文件)或打印(可修改测量单位名称)。

3. 电源参数:电压,电流,功率因子等

(1)进入“系统设置”:选“功率计类型”;

①直流:WY9BITS;②交流:PF9811/10。

## 六、实验内容

1. 测量 3mA-17mA (间隔 2mA), 20mA, 40 mA, 80 mA, 160mA, 320mA 驱动电流 ( $I_F$ ) 下的 LED 光通  $\Phi$  和相对光谱分布  $S(\lambda)$ , 以及 LED 施加电压  $V_F$ ;

2. 根据测量的 LED 光通、光谱分布和电性能测量, 确定单色 LED 的峰值波长  $\lambda_0$  和半高宽度  $\Delta \lambda$ , 计算 LED 绝对光谱辐射分布  $P(\lambda)$ , 辐射通量  $\Phi_e$ 、辐射光效  $\eta_e$ 、光效  $\eta$ 、色度坐标 ( $u, v$ );

3. 采用非线性拟合, 确定 He-模型中  $k_1$  和  $k_2$  参量, 并作测量、高斯模型和 He-模型的  $S(\lambda) \sim \lambda$  光谱分布;

4. 分别作  $\lambda_0 \sim \log(I_F)$ ,  $\Delta \lambda \sim \log(I_F)$ ,  $\Phi \sim \log(I_F)$ ,  $\Phi_e \sim \log(I_F)$ ,  $\eta_e \sim \log(I_F)$ ,  $\eta \sim \log(I_F)$  曲线; 根据曲线形状, 尝试数学模型拟合。

## 七、实验数据及其处理

1. 在 3mA 下, 通过计算, 单色 LED 的

峰值波长  $\lambda_0 = 461.8 \text{ nm}$ ;

半高宽度  $\Delta \lambda = \begin{cases} \Delta \lambda_1 = 21.8151, (\lambda < \lambda_0) \\ \Delta \lambda_2 = 30.3461, (\lambda \geq \lambda_0) \end{cases}$  (曲线与坐标轴围成面积以梯形近似积分得到);

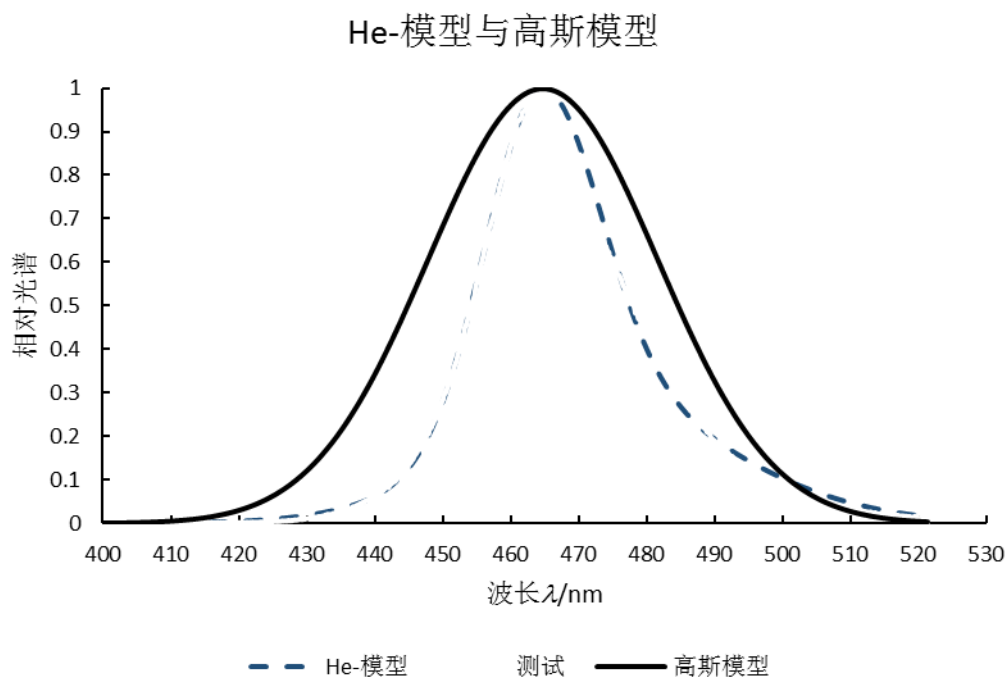
光通量  $\Phi = 0.9646 \text{ lm}$ ; 光效  $\eta = 35.2045 \text{ lm/W}$ ;

辐射通量  $\Phi_e = 0.01256 \text{ W}$ ; 辐射光效  $\eta_e = 0.3654$ ;

色度坐标 ( $u, v$ ) = (0.1744, 0.3937)。

2. 采用非线性拟合后, 可得 He-模型中的参数  $k_1 = \begin{cases} k_1^1 = 5.3857, (\lambda < \lambda_0) \\ k_1^2 = 1.9375, (\lambda \geq \lambda_0) \end{cases}$ ,

$k_2 = \begin{cases} k_2^1 = 4.3048, (\lambda < \lambda_0) \\ k_2^2 = 7.0482, (\lambda \geq \lambda_0) \end{cases}$ 。其 He-模型与高斯模型分别如下图:



3. 分别作 $\lambda_o \sim \log(I_F)$ ,  $\Delta \lambda \sim \log(I_F)$ ,  $\Phi \sim \log(I_F)$ ,  $\Phi_e \sim \log(I_F)$ ,  $\eta_e \sim \log(I_F)$ ,  $\eta \sim \log(I_F)$  曲线并根据曲线形状, 数学模型拟合。如图所示:

