



## 北京卓立汉光仪器有限公司

服务网络: 北京 | 上海 | 深圳 | 成都 | 西安 | 长春 | 郑州 | 无锡  
电话: 010 56370168 邮箱: info@zolix.com.cn www.zolix.com.cn



# OmniFluo900系列 稳态瞬态荧光光谱仪



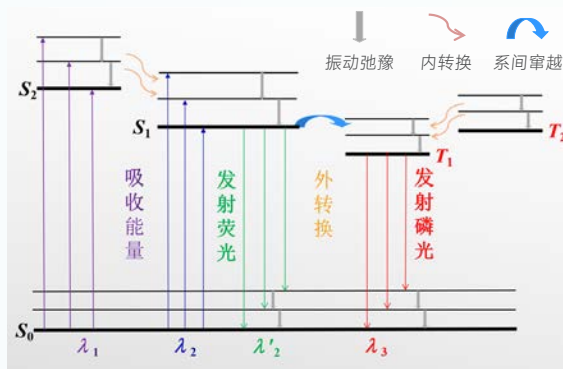
# 荧光原理

荧光是物质经某个特征波长激发光照射后，发出不同于激发光波长的光的物理现象。

其本质是物质分子吸收了激发光的能量，短波长的激发光使其周围的电子由基态跃迁到能量更高的第一激发态，或是第二激发态。在激发态的电子非常不稳定，它们会以多种不同的形式释放能量，从而回到基态，这是一个很复杂的过程。

首先，高能级能带上的电子以及第一激发态高能带上的电子通过系统内能量转换、振动弛豫等无辐射跃迁，回到第一激发态最低的能带上；在第一激发态最低能带上的电子通过辐射跃迁回到基态不同能带上，这个过程中能量以光的形式释放出来，这就是荧光。荧光衰减时间一般可以从皮秒到微秒量级。

在另一种情况下，在第一激发态最低能带上的电子通过系统间跨越，释放能量到三线态，进而由三线态辐射跃迁回到基态不同能带上，在这个过程中能量也以发光的形式释放出来，这个过程所发出来的光被称之为磷光。相对在激发光消失后立刻淬灭的荧光来讲，磷光的持续时间会明显的变长。磷光的衰减时间一般可从微秒到秒量级，有的可以到十几秒，甚至跨越更长的时间范围。



## 荧光测试方法

荧光在时域上主要分为稳态荧光测试和瞬态荧光测试两大类。

稳态测试是用连续光源激发样品，样品分子不断吸收能够从基态跃迁至激发态，再由激发态返回基态，在此过程以发光形式释放能量，产生荧光。

由于光源的不断激励，所以发光过程是连续的、稳定的，被称为稳态光谱。通过光谱的位置、形状我们可以分析样品的内部结构、能级分布、甚至结构是否存在缺陷。

稳态光谱，又可以分为激发光谱、发射光谱、偏振荧光、同步光谱、三维光谱等。

- (1) 激发光谱：固定样品荧光的发射波长，扫描激发光波长，得到荧光强度与激发波长关系的谱图，称为激发光谱。
- (2) 发射光谱：固定激发波长，扫描样品荧光的发射波长，得到荧光强度与发射波长关系的谱图，称为发射光谱。
- (3) 偏振荧光：实验中激发光处理成线偏振光来激发样品。当荧光分子受到偏振光的激发后，荧光分子的运动状态，荧光分子与其他分子的相互作用，其所处的环境性质（溶液的粘度、温度、浓度）都有可能对这个荧光分子受激发后产生的偏振光的性质产生影响。利于研究物质活动的内在规律，如样品的各向异性等分析。
- (4) 同步光谱：发射波长与激发波长保持固定的间隔同时扫描，用于获取样品不同的吸收与发射峰相对位置。此间隔可以是等波长 ( $\Delta \lambda$ )，也可以是等能量 ( $\Delta \nu$ )。
- (5) 三维光谱：以不同的激发波长激励样品，获得对应的样品的发射光谱，然后将其组合成在激发波长、发射波长和荧光强度三个坐标下的三维光谱。其结果可以直接反映样品被不同波长的激发光激发下的荧光发光特性。

瞬态荧光用脉冲光源激发样品，样品分子被瞬时光源从基态激发至激发态，在激发态的分子由于弛豫时间不同（在激发态的停留时间不同），在不同时刻返回基态，同样地返回基态时会以光的形式释放能量，通过获取不同时刻的发光信息，得到的时域光谱就是样品的衰减曲线，即是瞬态光谱，再通过对衰减曲线的拟合，得到样品分子的寿命。

瞬态光谱可以从单波长衰减曲线和时间分辨发射光谱来进行研究。

- (1) 衰减曲线：用脉冲光源激励样品，获取样品特征波长的荧光衰减曲线，再经过拟合，得到样品的寿命。
- (2) 时间分辨光谱：用脉冲光源激励样品，获取在其发光波段内一系列不同波长处的荧光衰减曲线，通过时间切份、强度积分得到不同时间段的时间分辨光谱。

以稳态、瞬态荧光为基础，配合不同的外部实验环境和方法，比如高低温台、压力装置、磁体，可以得到不同温度下、压力下、磁场下的荧光光谱；

配合显微光路，可以得到在微观尺度下的样品光谱或影像分析，我们的系统可以实现空间分辨精度达到  $1\mu\text{m}$ 。

# OmniFluo900 系列荧光光谱仪 综述

荧光  
光致发光  
电致发光  
辐射发光

显微光谱  
光谱成像  
寿命成像

宽波段光谱  
高低温光谱采集



## 高端性能

OmniFluo900 系列荧光光谱仪是以稳态荧光功能为基础，瞬态荧光功能为主导的多功能荧光测试平台。本系统采用高性能 Omni- $\lambda$  系列影像校正单色 / 光谱仪、高亮度复色光源及多波长单色光源、高灵敏度单光子探测器和大容量样品室为核心部件，配合精心优化的激发与发射光路设计，显著地提高了荧光信号探测的灵敏度，纯水拉曼信噪比可达 10000:1 以上。

## 开放设计

OmniFluo900 系列以开放式设计为原则，以我公司 20 年丰富的光谱系统设计、制造及品控经验为基础，搭配时间分辨率达到皮秒量级的时间相关单光子计数器，可方便地实现荧光 (Fluorescence) 光谱、光致发光 (Photoluminescence)、电致发光 (Electroluminescence)、辐射发光 (Radioluminescence) 及荧光量子产率 (Quantum Yield) 等多种稳态、瞬态测试功能。

## 多维表征

本系列荧光光谱仪，可搭配显微光路模块实现显微荧光光谱测试，可搭配：①脉冲激光器，②温控样品台，③国际知名高灵敏度探测器，实现显微（高空间分辨）、宽波段、变温测试等多个维度的光谱测量和寿命测量，对于研究样品组分、分析发光动力学、理论研究提供保障。

# 光谱仪架构

## 探测器

标配制冷型光电倍增管，探测范围 185-900nm（标配），采用 TE 制冷，制冷温度  $-10^{\circ}\text{C}$ ，制冷后可使 PMT 的输出暗计数小于 100CPS。

另有丰富的探测器扩展选配：紫外-近红外 PMT、近红外 PMT、TE 制冷型 InGaAs 探测器等（详见配置表）。

紫外-可见PMT

近红外PMT

发射单色仪

## 单光子计数器

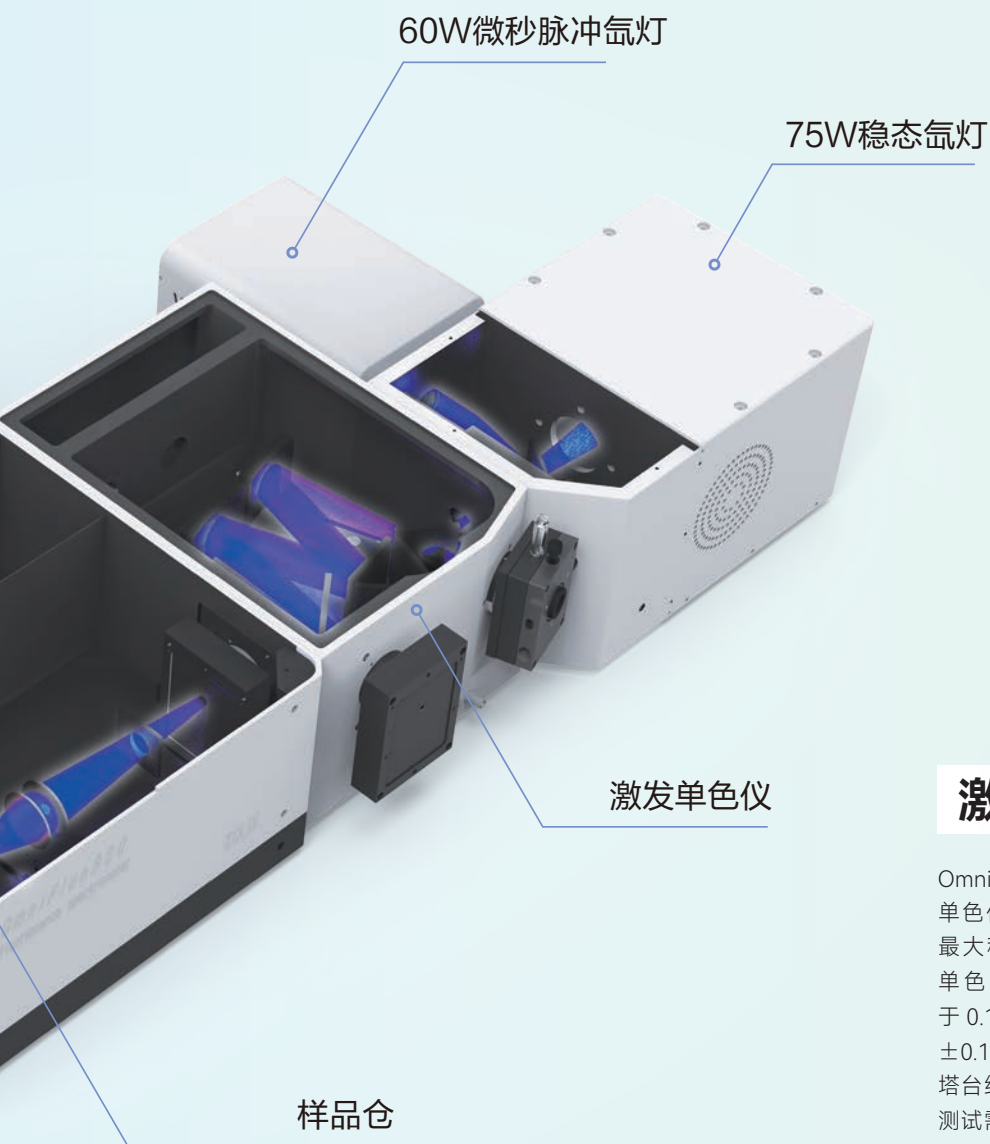
OmniFluo900 荧光光谱仪根据稳态、瞬态测试需求配置 DCS210PC 用于稳态荧光测试，DCS900PC 用于稳态 - 瞬态荧光测试，可实现从数百皮秒到秒量级的寿命测量。

DCS210PC 和 DCS900PC 的饱和计数率达到 100MHz，远高于任何 PMT 的饱和输出；后者采用时间相关单光子计数的原理实现荧光寿命测试，其时间分辨率高达 16ps。同时，完善的信号输入端可匹配不同阻抗的信号，识别上升沿 / 下降沿，并在  $\pm 2\text{V}$  内设置阈值，可在最大程度上匹配各种光子计数型输出的探测器。

ps LD/LED&CW激光器

## 软件

Omni-Win 软件是为 OmniFluo900 系列稳态瞬态荧光光谱仪开发的应用软件。基于 Windows 系统，可以精确控制光谱仪以及附属设备，支持多种样品扫描模式，并可以对扫描后的光谱数据进行计算、拟合和保存等处理。软件使用模块化设计，用户可以根据自身测试条件进行设备的增减配置。



## 激发光源

75W 氙灯，光谱范围 200~1800nm，独特设计高反射率离轴椭圆面镜将氙灯输出光聚焦到单色仪中，确保在入口狭缝处的聚焦角与单色仪收光角匹配，达到最佳收集效率；采用稳压电源控制氙灯输出功率，确保光源工作的稳定性。

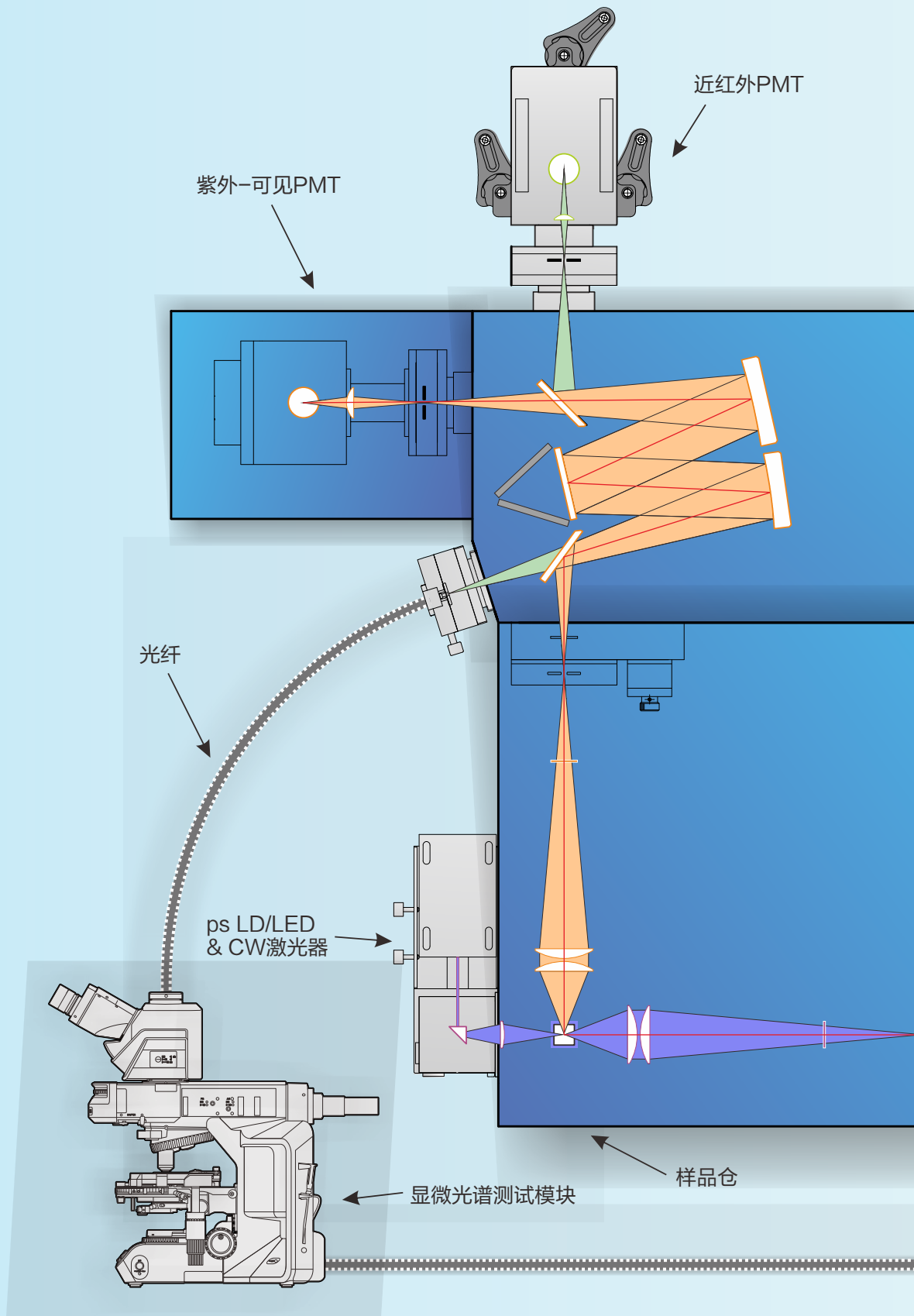
## 激发 / 发射单色仪

OmniFluo 中的单级单色仪 320mm 焦距或双级联单色仪  $2 \times 180\text{mm}$  焦距，均采用影像校正技术，最大程度抑制像散，杂散光抑制比  $10^{-5}$ （双级联单色仪杂散光抑制比  $10^{-9}$ ）。光谱仪分辨率优于 0.1nm，波长准确度： $\pm 0.2\text{nm}$ ，波长重复性： $\pm 0.1\text{nm}$ ，最小扫描步长：0.005nm。采用三光栅塔台结构，可以安装三块不同波段光栅满足宽光谱测试需求，同时六档滤光片轮自动切换，消除多级衍射光及杂散光，标准配置电动狭缝 0.01~3mm 连续可调。

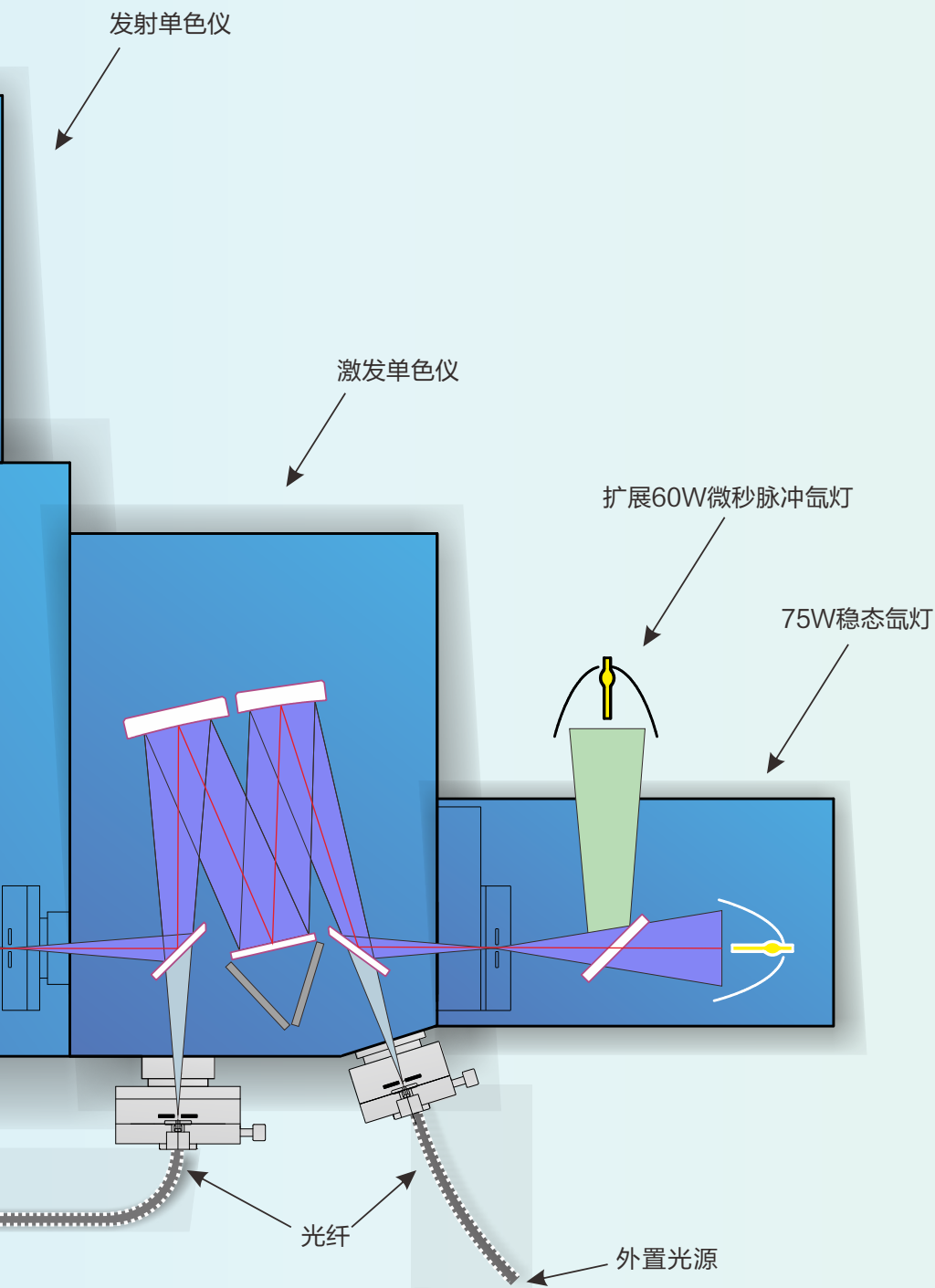
## 样品仓

荧光样品室是荧光测试系统中不可或缺的组成部分，合理的结构设计可以获得更好的测试效果。此荧光样品仓配备大口径熔融石英透镜组，具有超强的信号收集能力。

- 激光耦合：外挂激光耦合支架，使得激光沿光路中心高聚焦至样品中心，另有环形渐变中性密度衰减片，轻松控制激光器的功率 / 能量输出。
- 丰富的样品架，适配不同样品的荧光测试：标配：液体、粉末、薄膜样品架；选配：旋转样品架、磁搅拌样品架、水浴加热样品架等。
- 滤光片安装支架：支持  $50\text{mm} \times 50\text{mm}$  滤光片，匹配 25mm 转接支架，根据不同的实验需求实现快速更换各种波段的低通、高通、带通、衰减滤光片用于荧光测试。
- 荧光偏振可选：配全自动偏振器件用于各向异性研究。
- 变温荧光可选：低温恒温器，可耦合低温 77K-500K、3-300K。



# 光谱仪架构





# Omni-Win 软件介绍

## 一个软件集成丰富功能

含光谱扫描、衰减曲线测试、  
寿命拟合、控温光谱采集、  
量子产率、PL mapping、  
FLIM 等多种光谱采集功能

## 操作界面简洁明朗

测试方案、图谱显示、  
测试条件、测试进度  
均在主界面显示

## 软件特色

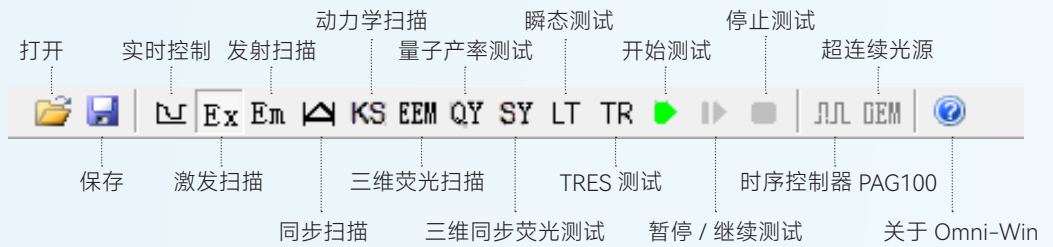
### 具备逻辑性的测试模式

根据测试方案智能判断  
测试参数，避免错误或  
不合理的设置

## 主界面



## 快捷按键



## 几个关键的测试栏设置

**测试(S) 测试方案(P) 数据处理(D)**

- 激发扫描
- 发射扫描
- 实时控制
- 动力学扫描
- 同步扫描
- QY测试
- 三维荧光扫描
- 三维同步荧光扫描
- 瞬态测试
- 时间分辨光谱测试
- 开始测试
- 停止测试

测试栏，选择需要测试的项目，在软件的左侧会自动变换测试方案，如图所示

**激发端**

|        |                   |
|--------|-------------------|
| 校正     | 否                 |
| 光栅     | #1 G1200.0/B300.0 |
| 中心波长   | 350.000           |
| 带宽(nm) | 1.000             |

**发射端**

|          |                   |
|----------|-------------------|
| 校正       | 是                 |
| 光栅       | #1 G1200.0/B500.0 |
| 扫描起始(nm) | 370.000           |
| 扫描终止(nm) | 450.000           |
| 步长(nm)   | 1.000             |
| 带宽(nm)   | 1.000             |

**温度(K)**

**积分时间**

|         |         |
|---------|---------|
| 设定值(ms) | 200.000 |
|---------|---------|

**重复扫描**

|      |      |
|------|------|
| 重复模式 | 累加扫描 |
| 重复次数 | 1    |

根据材料的特性，设置激发端、发射端的测试光谱范围、带宽、是否校正、积分时间、控温等参数

**测试方案(P) 数据处理(D) 帮助(H)**

- 激发扫描方案 >
- 发射扫描方案 >
- 实时控制方案 >
- 动力学扫描方案 >
- 同步扫描方案 >
- QY测试方案 >
- 三维荧光扫描方案 >
- 三维同步荧光扫描方案 >
- 瞬态测试方案 >
- 时间分辨光谱测试方案 >
- 保存当前方案
- 删除当前方案

测试方案栏，设置常规使用的测试条件，每次做测试的时候直接调用，无需从测试栏重新输入测试参数，适用于批量检测项目

**数据处理(D) 帮助(H)**

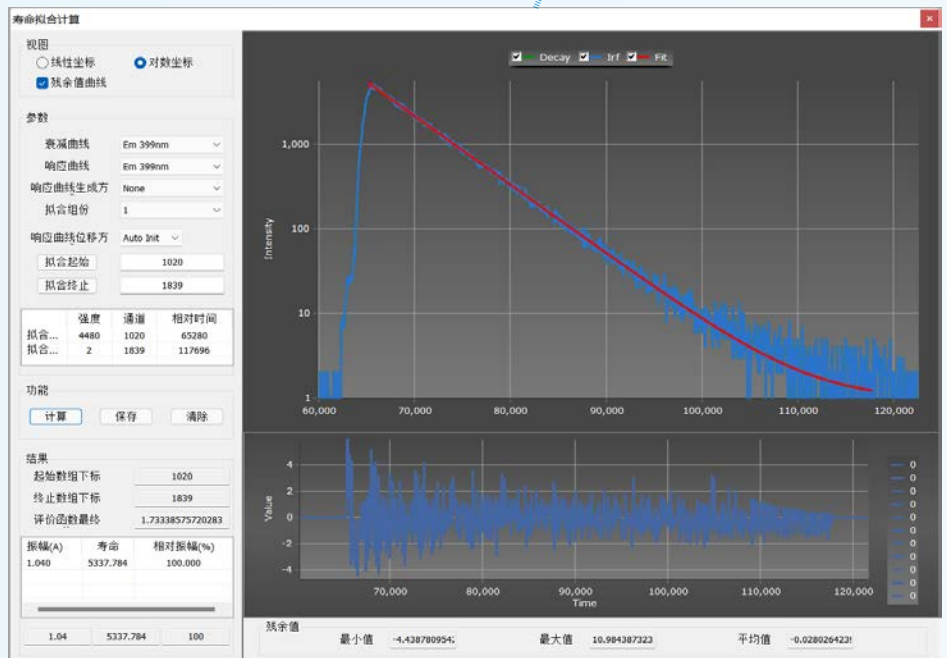
- QY计算
- 去除射线
- 平滑曲线
- 归一化处理
- 曲线拟合
- 单曲线数值计算
- 双曲线四则运算
- 寿命拟合
- 曲线校正
- 曲线拆分
- 曲线合并
- 时间切份
- 显示对数坐标
- 显示线性坐标

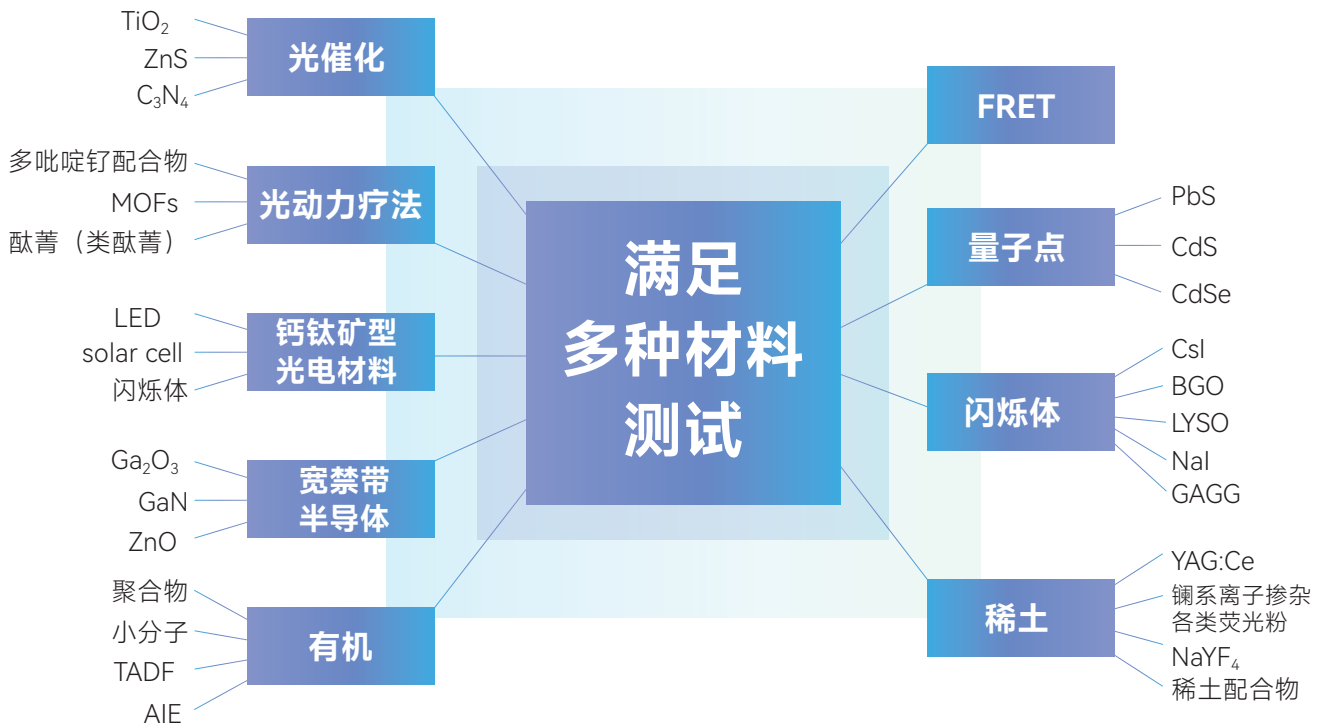
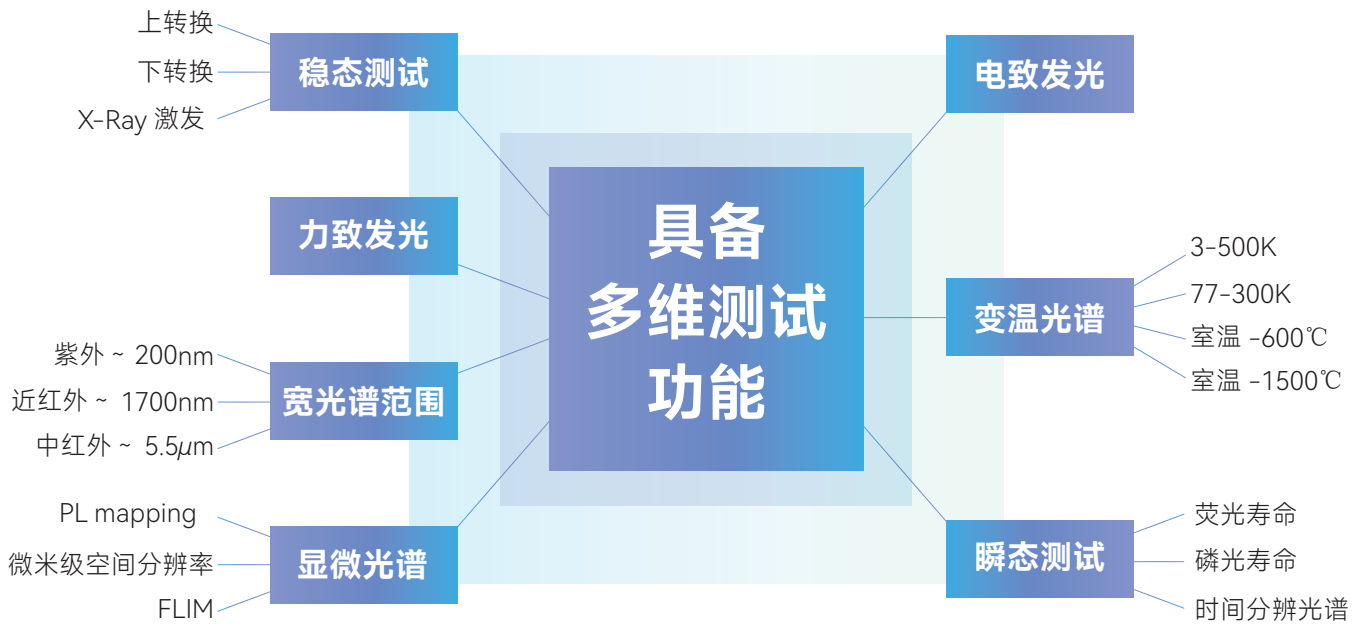
数据处理栏，对测试结果进行数据处理

## 寿命拟合窗口

在“数据处理”中点击“寿命拟合”一项，即弹出对应数据的寿命拟合窗口，选择拟合组分：最高支持4阶指数拟合。

接着点击“拟合起始”，在右图数据框上单击确定拟合起始点，再点击“拟合终止”，同样单击确定拟合终止点，点击“计算”按钮，即可得到不同寿命的振幅，寿命，相对振幅等结果。





# 基本性能测试

## 光谱校正

由于样品发出的荧光需要经过透镜、光谱仪等光学器件聚焦、分光，最终被探测器捕捉，而任何一个光学器件和设备对于不同波长光的穿透率或反射率又各有不同。

为了去除光路中光学器件、设备对样品发光相对强度的影响，需要进行光谱校正，还原样品真实的发光状况。

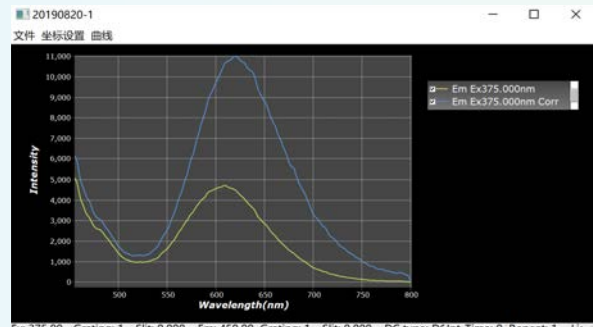
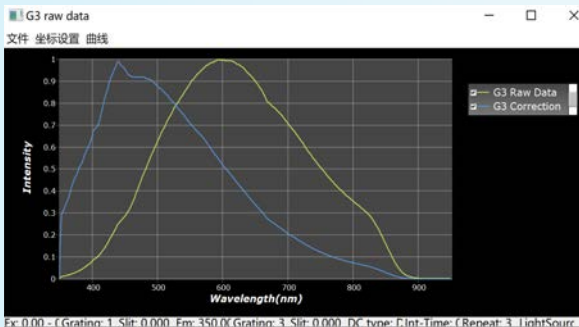
下图为发射单色仪的光栅 G1、光栅 G2 校正曲线。

G1-1200g/mm, 300nm 闪耀

G2-1200g/mm, 500nm 闪耀

下图黄线为被测样品荧光原始数据，蓝线为被测样品校正后的数据。

将两个光谱做对比，发现校正后的光谱峰值红移的 10nm，也就是说，未经校正的原始数据将真实的光谱蓝移了 10nm。



校正光谱可以反映样品的真实发光状况，比如真实的发光峰位。

对于有多个发光峰的样品，校正后的光谱更准确的给出了几个不同发光峰之间的相对强度关系。

## 纯水拉曼信噪比 SNR ≥ 10000:1

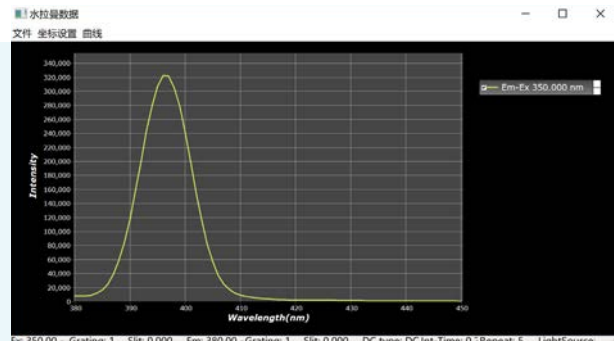
样品：纯水

激发波长：350nm 扫描步长：1nm

发射扫描：380nm-450nm 积分时间：1s

Peak Signal@397nm=322411 Noise Signal@450nm=680

$$SNR = \frac{Peak\ Signal@397nm - Noise\ Signal@450nm}{\sqrt{Noise\ Signal@450nm}} = 12338$$



单激发单发射设计的 OmniFluo900 系列荧光光谱仪，纯水拉曼信噪比可以轻松达到 10500:1 以上。

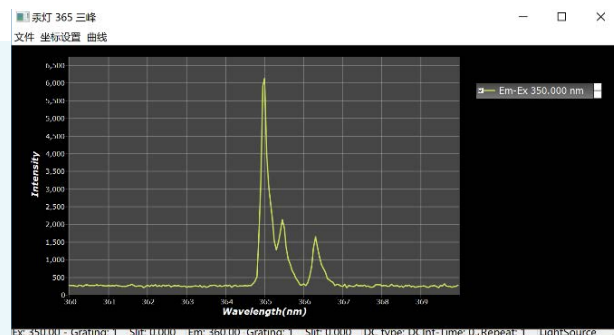
## 汞灯的 365nm 体现光谱仪高分辨率、高准确度

测试对象：汞灯

发射扫描：360nm-370nm 积分时间：200ms

扫描步长：0.05nm 重复次数：1 次

| 实际波长 (nm) | 测试波长 (nm) |
|-----------|-----------|
| 365.016   | 365.00    |
| 365.484   | 365.45    |
| 366.328   | 366.30    |



OmniFluo900 系列采用 320 mm 焦距影像校正型单色仪，最大程度上抑制像散，获得出色的成像质量。波长调节采用步进电机驱动，最小扫描步长为 0.005 nm。配备 1200 刻线的光栅，光谱分辨率达到 0.08nm，准确度达到 ±0.2nm，重复精度 ±0.1nm。

# 样品实测数据

## 标准样品测试数据

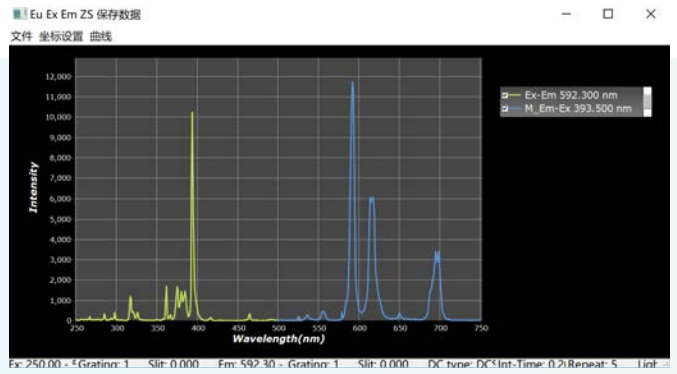
样品: Europium (铕), 溶剂: 硝酸

激发 & 发射光谱测量:

激发光源: 75W 氙灯 扫描步长: 1nm

激发光谱: 激发扫描: 250nm-530nm, 发射波长:  
592.3nm

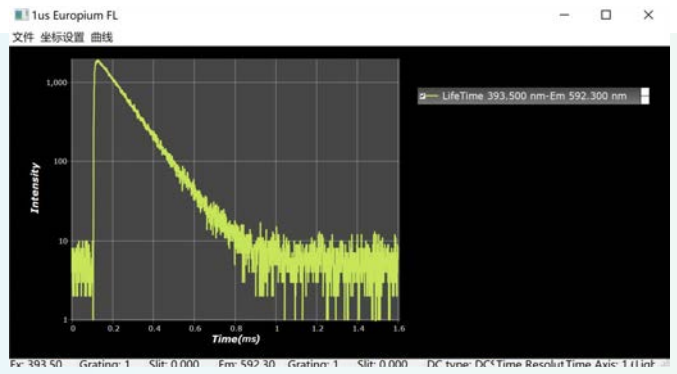
发射光谱: 激发波长: 393.5nm, 发射扫描: 500-750nm



磷光寿命测试:

激发波长: 393.5nm@ 微秒脉冲氙灯 发射波长: 592.3nm

重复次数: 1000 次 拟合寿命: 117 $\mu$ s



样品: Anthracene (蒽), 溶剂: 环己烷

激发 & 发射光谱测量

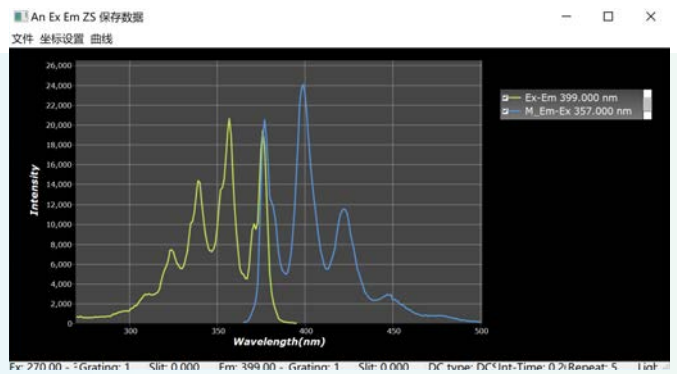
激发光源: 75W 氙灯 扫描步长: 1nm

激发光谱测试: 激发扫描: 270nm-395nm,

发射波长: 399nm

发射光谱测试: 激发波长: 357nm,

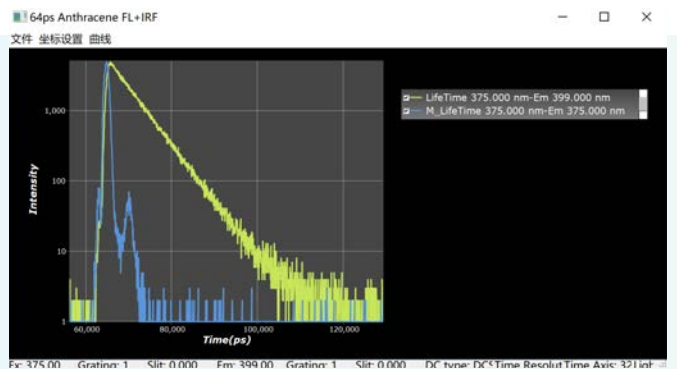
发射扫描: 365nm-500nm

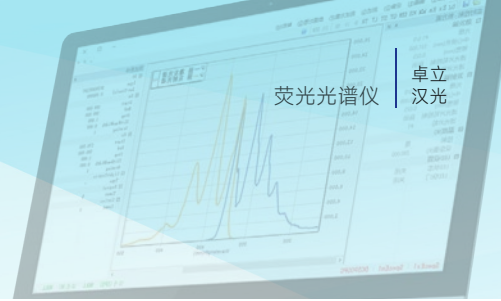


荧光寿命测试:

激发波长: 375nm 皮秒脉冲激光器 触发频率: 1MHz

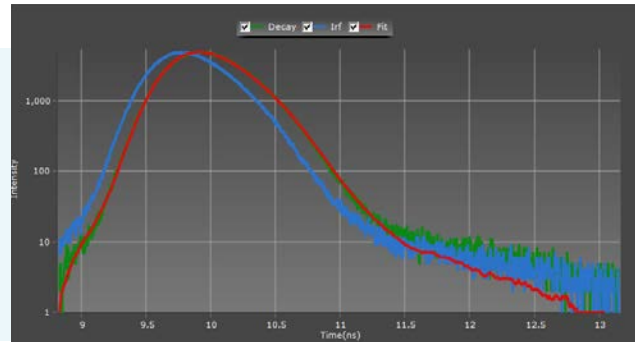
发射波长: 399nm 拟合寿命: 5.3ns





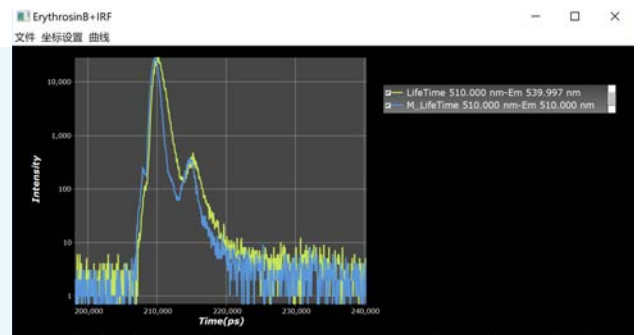
**样品: Erythrosin B (赤藓红 B) , 溶剂: 水**

激发波长: 500nm@ 超连续脉冲激光器 触发频率: 10MHz  
 发射波长: 555nm 拟合寿命: 88ps



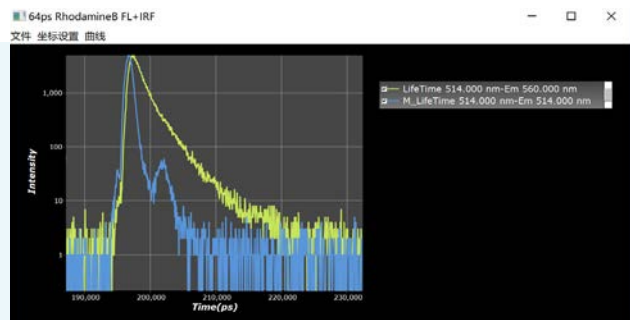
**样品: Erythrosin B (赤藓红 B) , 溶剂: 甲醇**

激发波长: 510nm@ 超连续脉冲激光器 触发频率: 1MHz  
 发射波长: 540nm 拟合寿命: 460ps



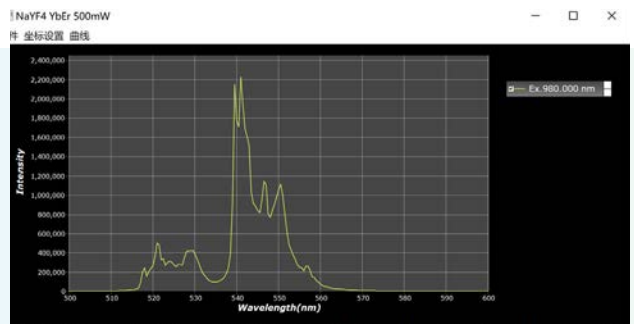
**样品: Rhodamine B (罗丹明 B) 水溶液**

激发波长: 514nm@ 超连续脉冲激光器 触发频率: 1MHz  
 发射波长: 560nm 拟合寿命: 1.6ns

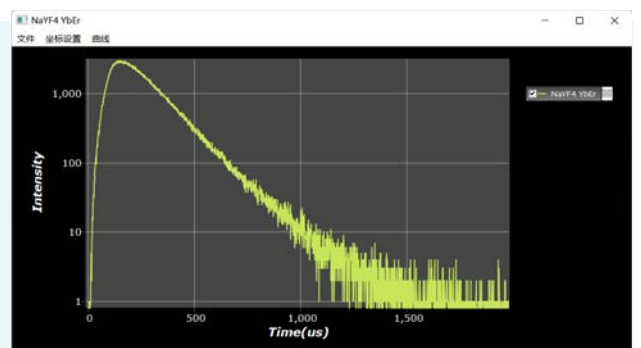


**稀土上转换荧光测试**

**样品: NaYF<sub>4</sub>:Yb,Er 溶液**  
 稳态光谱:  
 激发光源: 980nm 连续激光器 发射扫描: 500nm-600nm  
 扫描步长: 1nm



寿命测试:  
 激发光源: 980nm 连续激光器经调制输出 触发频率:  
 100Hz  
 发射波长: 544nm

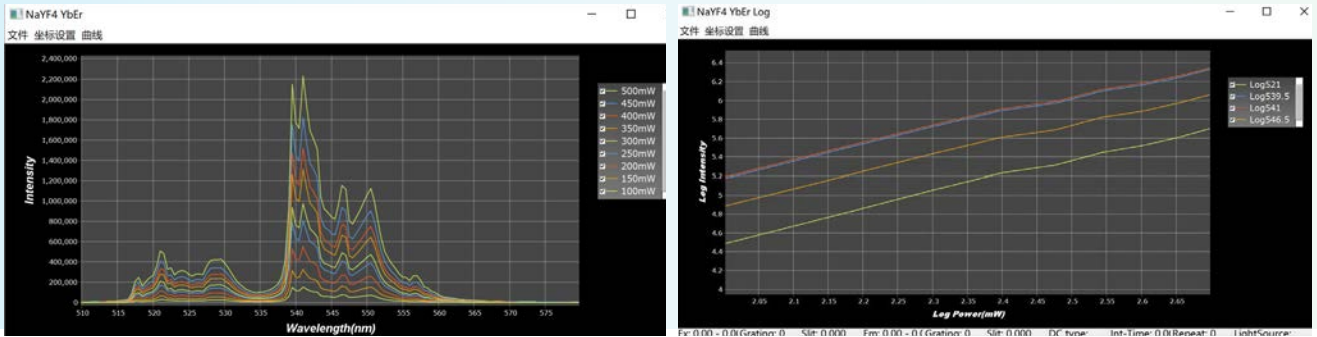


# 样品实测数据

## 不同激发功率下的上转换荧光光谱（激发波长：980nm）

右图为提取左图中 521.5nm, 539.5nm, 541nm, 546.5nm 几个特征发光峰的峰值数据，并取其常用对数值做纵坐标，不同激发功率取常用对数值做横坐标。

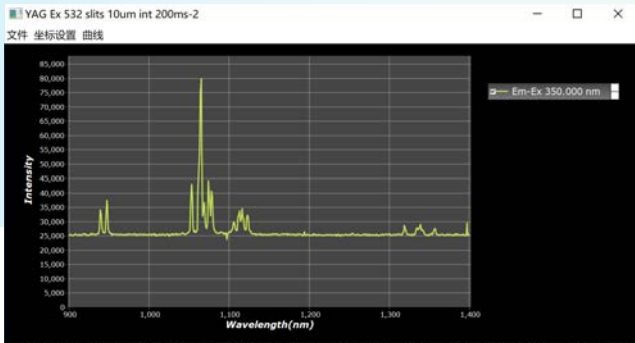
四条曲线的斜率约等于 2，表征此样品在这些波长为双光子吸收过程。



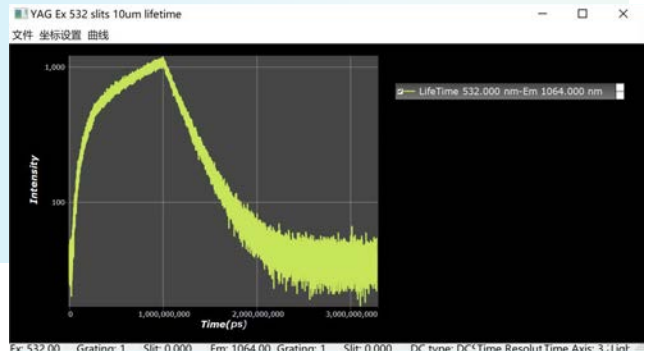
## 近红外光谱测试数据

样品：YAG:Er 晶体

激发光源：532nm 连续激光器 发射扫描：900-1400nm  
探测器：TE-PMT-H10330C-75 数采：单光子计数器 狭缝：10 $\mu$ m



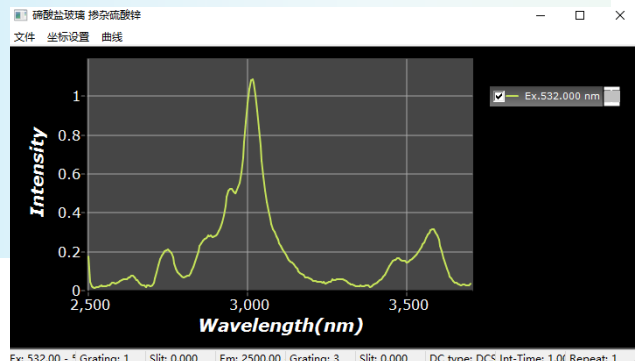
寿命测试：激发光源：532nm 连续激光器经调制输出  
调制：100Hz 发射波长：1064nm



## 中红外光谱测试数据

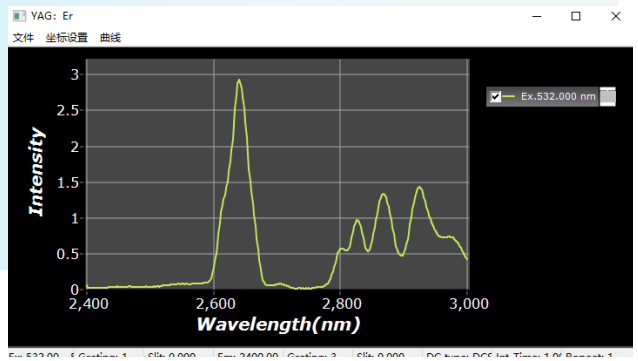
样品：磷酸盐玻璃掺杂硫酸铈

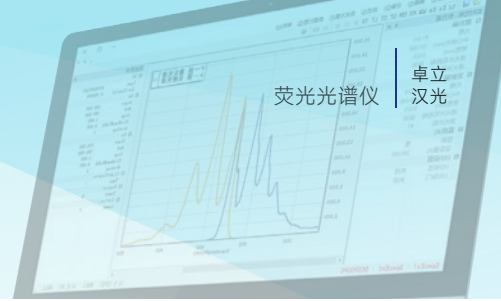
激发光源：532nm 连续激光器 发射：2500-3700nm  
探测器：液氮制冷型 InSb 探测器 数采：锁相放大器



样品：YAG:Er 晶体

激发光源：532nm 连续激光器 发射：2400-3000nm；  
探测器：液氮制冷型 InSb 探测器 数采：锁相放大器



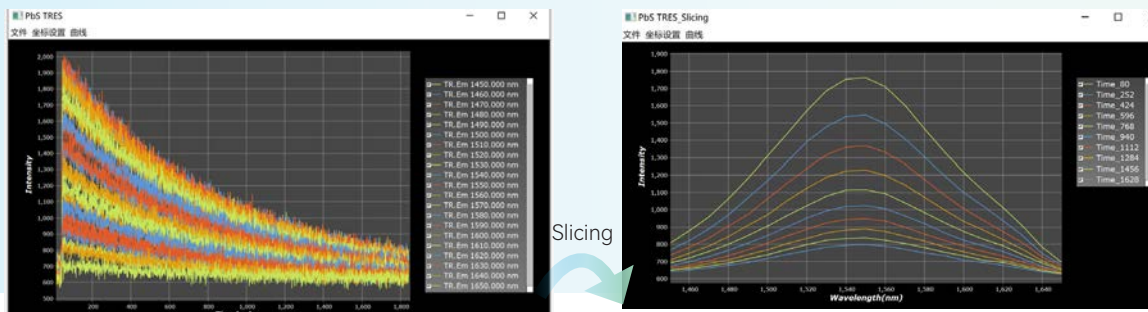


## 时间分辨发射光谱 (Time Resolved Emission Spectrum ,TRES)

样品: PbS 量子点溶液

激发光源: 488nm 皮秒脉冲激光器 发射扫描: 1450nm-1650nm (间隔: 10nm)

探测器: TE-PMT-H10330C-75 数采: 时间相关单光子计数器



## 变温荧光光谱

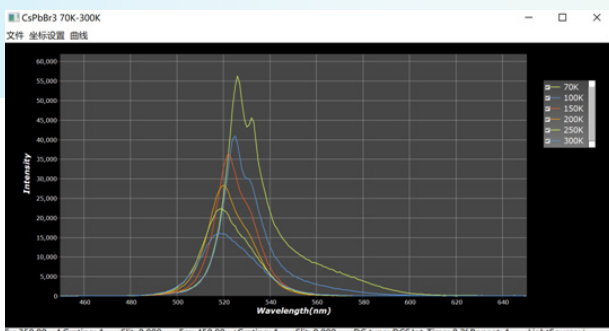
样品: 钙钛矿型太阳能电池 CsPbBr<sub>3</sub>

温度环境: 液氮冷却型低温恒温器 (温度范围: 77K-300K), 测试温度梯度: 77K-100K-150K-200K-250K-300K

变温稳态测试:

激发波长: 360nm@ 75W 氙灯 发射扫描: 450-650nm

探测器: TE 制冷型光电倍增管; 数采: 时间相关单光子计数器

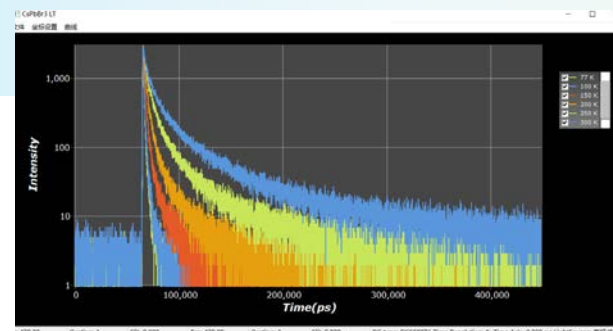


稳态光谱随着温度的降低, 样品发光强度在不断提升, 半高宽同时变小。

变温寿命测试:

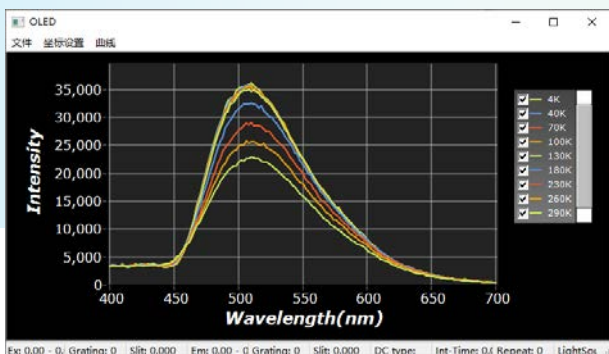
激发光源: 375nm 皮秒脉冲激光器 重复频率: 1MHz

发射波长: 520nm

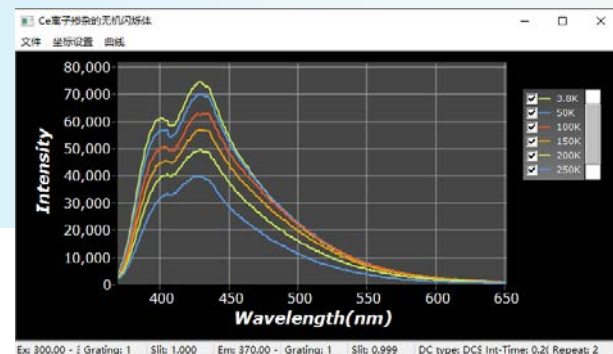


瞬态光谱观察到随着温度的降低, 样品的荧光寿命从 300K 的 4ns 到 77K 的 500ps, 荧光寿命逐渐变短。

样品: 8- 羟基喹啉铝类金属配合物 (Alq3) 的变温光谱测量



样品: Ce 离子掺杂的无机闪烁晶体



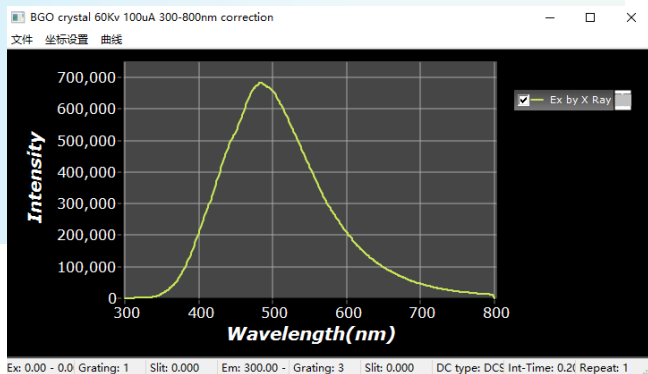


# 样品实测数据

## 闪烁体的辐射发光光谱

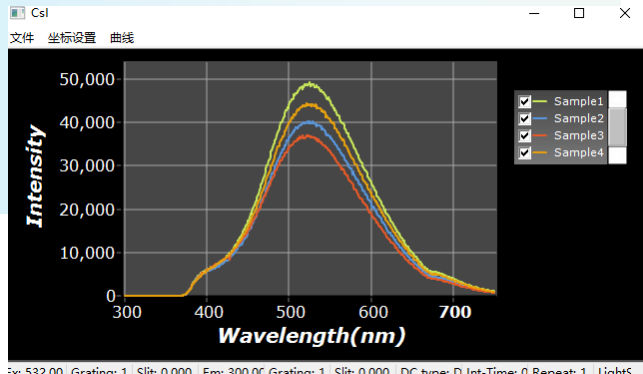
### 锗酸铋 ( $\text{Bi}_4\text{Ge}_3\text{O}_{12}$ , BGO) 晶体

X 射线源: 管电压: 60KV, 管电流: 100 $\mu\text{A}$



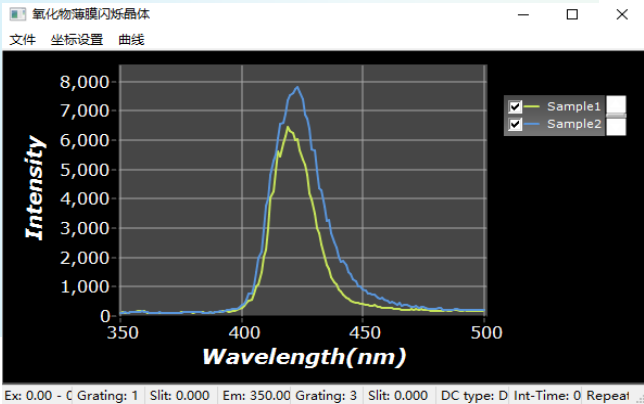
### CsI 块状样品

X 射线源: 管电压: 60KV, 管电流: 100 $\mu\text{A}$



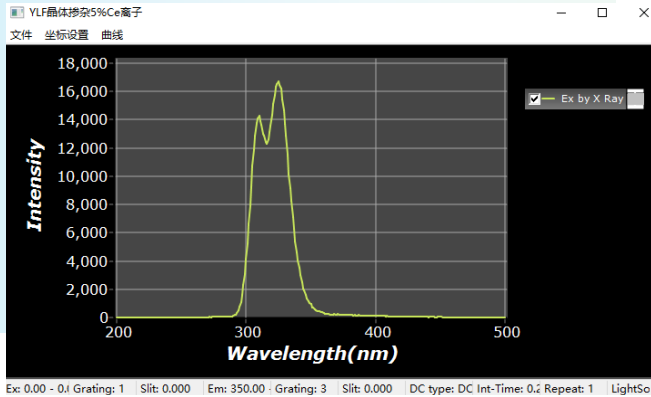
### 氧化物薄膜闪烁晶体

X 射线源: 管电压: 60KV, 管电流: 100 $\mu\text{A}$



### YLF 晶体掺杂 5%Ce 离子

X 射线源: 管电压: 60KV, 管电流: 100 $\mu\text{A}$



## X 射线成像

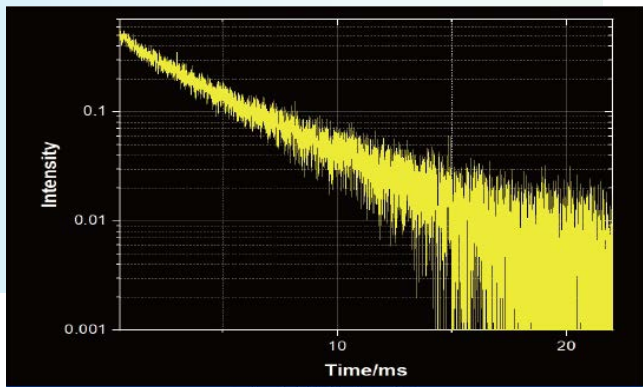
TYP 39 分辨率卡的 X 射线图像。测试 1mm 厚的 YAG(Ce) 时, 分辨率可以达到 20lp/mm 以上



## 瞬态 X 射线辐射荧光寿命测试

无机氧化物粉末,  $\tau_1=1.47\text{ms}$ ,  $\tau_2=4.61\text{ms}$

纳秒脉冲 X 射线源, 电压 150KV, 脉冲宽度 50ns, 重复频率: 10Hz

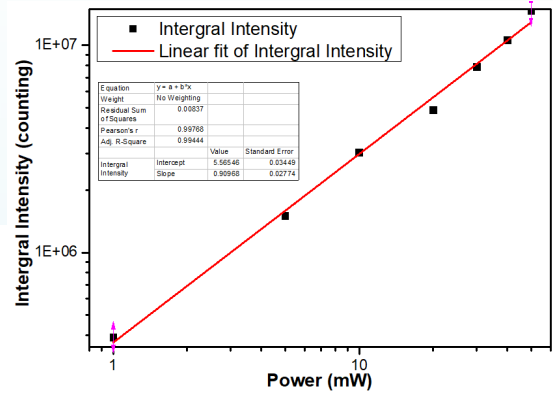
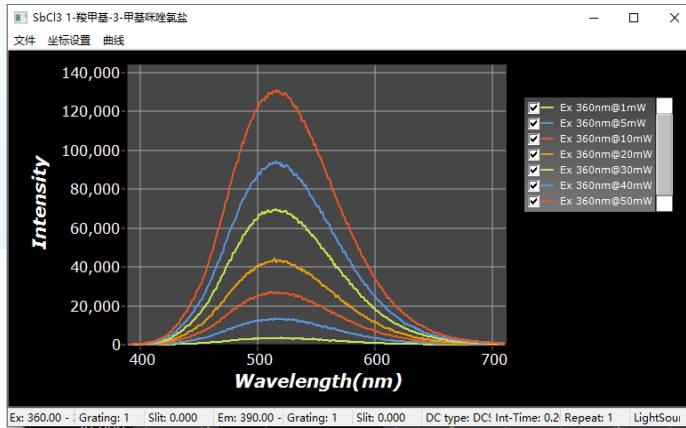
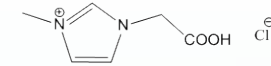


# 有机 - 无机杂化发光材料

样品:  $\text{SbCl}_3$  1- 羧甲基 -3- 甲基咪唑氯盐

激发源: 360nm 激光器, 输出功率: 1-5-10-20-30-40-50mW

配体结构:

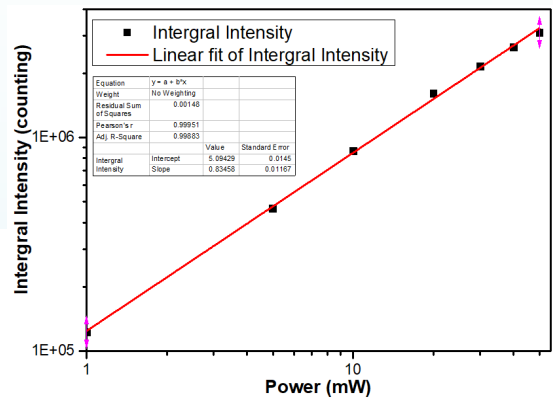
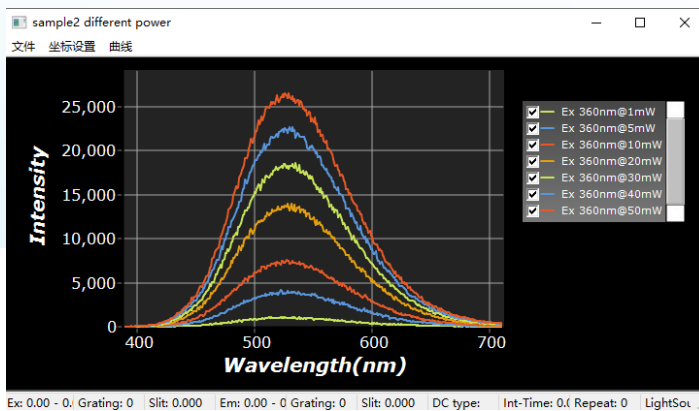
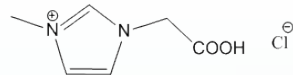


对样品的发射谱进行积分并绘制成积分强度与激发功率对应的曲线, 计算斜率  $K < 1$ , 表明此过程涉及施主 - 受体对或自由载流子的复合。

样品:  $\text{SbBr}_3$  1- 羧甲基 -3- 甲基咪唑氯盐

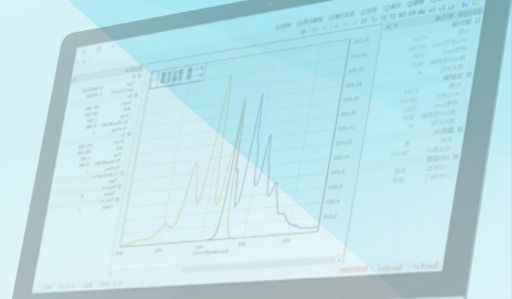
激发源: 360nm 激光器, 输出功率: 1-5-10-20-30-40-50mW

配体结构:



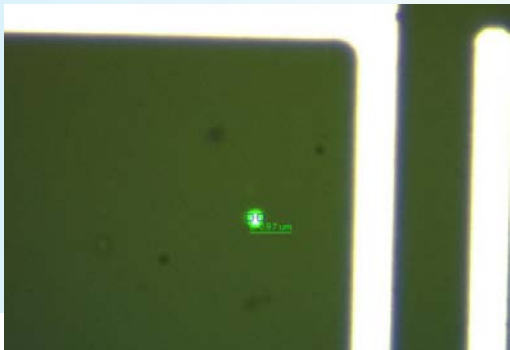
对样品的发射谱进行积分并绘制成积分强度与激发功率对应的曲线, 计算斜率  $K < 1$ , 表明此过程涉及施主 - 受体对或自由载流子的复合。

# 样品实测数据

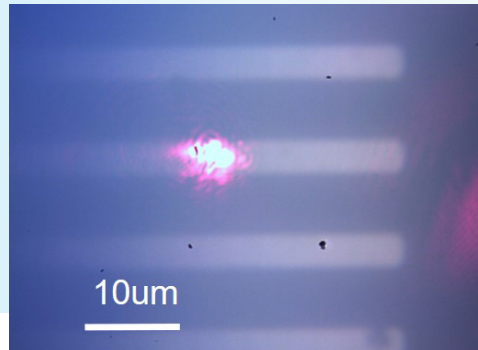


## 显微光谱测试

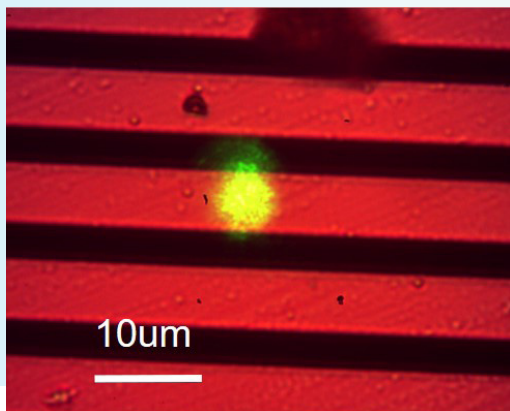
532nm 单模连续激光耦合显微光路，在 100× (NA=0.9) 物镜下光斑的像，光斑直径 <math>< 1\mu\text{m}</math>。



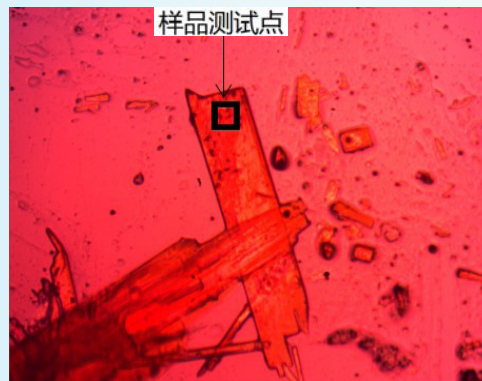
375nm 皮秒脉冲激光器导入显微光路，在 100× (NA=0.8) 物镜下光斑的像，光斑直径 <math>< 5\mu\text{m}</math>。



超连续光源通过单色仪分出 532nm 后导入显微光路，在 100× (NA=0.8) 物镜下光斑的像，光斑直径 <math>< 10\mu\text{m}</math>。



有机分子材料显微成像图片，物镜 10× (NA=0.3)，光斑 <math>\approx 10\mu\text{m}</math>。

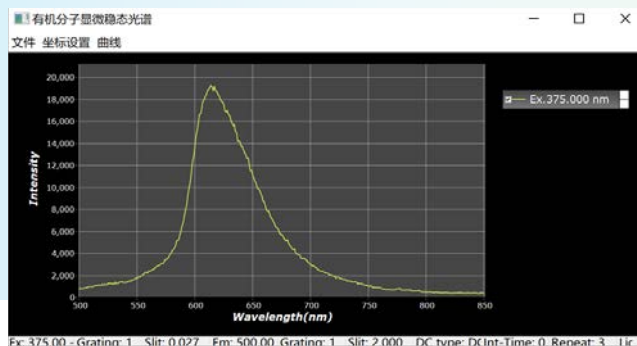


10×物镜下样品的像

显微测试点的荧光光谱

激发光源：375 皮秒脉冲激光器

发射扫描：500-850nm



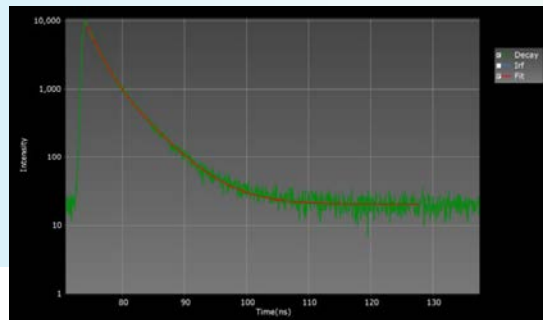
Ex: 375.00 - Grating: 1 - Slit: 0.027 - Em: 500.00 - Grating: 1 - Slit: 2.000 - DC type: DC Int-Time: 0 - Repeat: 3 - Lic:

显微测试点的荧光寿命衰减曲线

激发光源：375 皮秒脉冲激光器 重复频率：1MHz

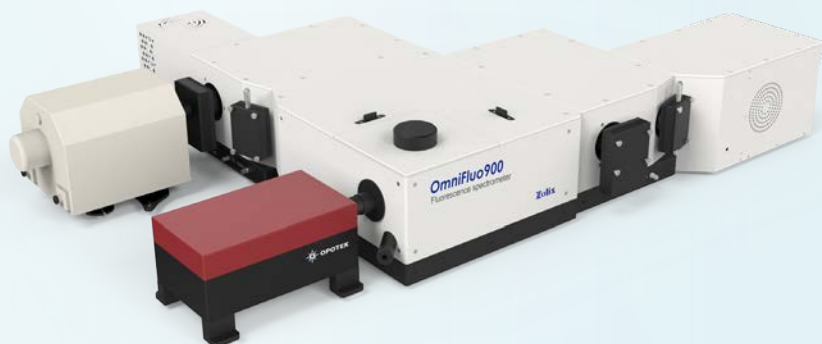
发射波长：615nm

双指数拟合寿命：  $\tau_1=1.76\text{ns}$ ,  $\tau_2=4.64\text{ns}$



# 推荐系列

## OPO 激光器耦合系列



**适用应用:** 稀土掺杂发光材料如荧光粉、陶瓷、玻璃、晶体、激光晶体等

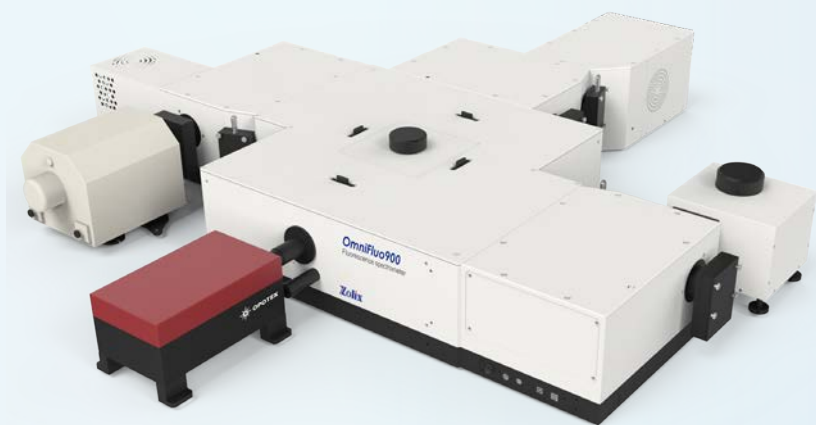
**激发源:** OPO 激光器: 210-2200nm 输出, 重频 $\leq$  20Hz, 脉宽: 7ns

**光谱范围:** 200-870nm (近红外可扩展至 1700nm 或 2600nm)

**寿命尺度:** 1ns-100ms@OPO 激光器 (配置外触发可将重频调至更低, 实现更宽时间尺度寿命的测量)

**设备尺寸:** 1580mm\*1090mm

## T 型系列一: 超宽光谱范围光谱仪



**适用应用:** 稀土掺杂发光材料如荧光粉、陶瓷、玻璃、晶体、激光晶体等, 中红外的典型材料有氟硼酸盐玻璃纤维如  $\text{Ho}^{3+}$  掺杂的  $\text{LiYF}_4$ 、硫系玻璃如  $\text{Ho}^{3+}$  掺杂的 Ge-Ga-S-CsI 等

**光谱范围:** 200-5500nm (双发射谱仪, 发射谱仪一主要覆盖 200-1700nm, 发射谱仪二主要覆盖 1000-5500nm)

**寿命尺度:** 1ns-100ms@OPO 激光器 (配置外触发可将重频调至更低, 实现更宽时间尺度寿命的测量)

**设备尺寸:** 1800mm\*1700mm

## T 型系列二: 样品快速光谱采集、显微下同步获取全谱 PL mapping 和 FLIM



**适用应用:** 光电半导体薄膜如钙钛矿薄膜、第三代半导体薄膜、外延片、有机材料

**激发源:** 稳态氙灯、连续 / 皮秒脉冲激光器

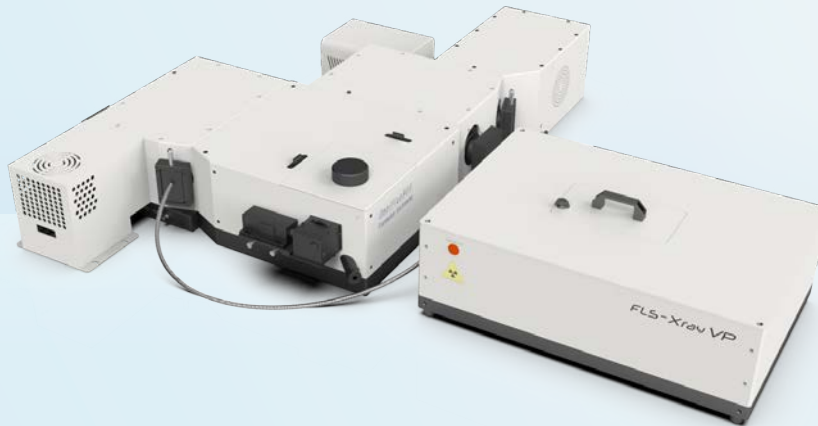
**光谱范围:** 200-1100nm (双发射谱仪, 发射谱仪一配置单点探测器 (PMT), 主要覆盖 200-870nm, 发射谱仪二配置阵列探测器 (CCD), 主要覆盖 200-1100nm, 可扩展)

**寿命尺度:** 500ps-10 $\mu$ s@皮秒脉冲激光器

**设备尺寸:** 2200mm\*1580mm

# 推荐系列

## 闪烁体辐射发光测试系列



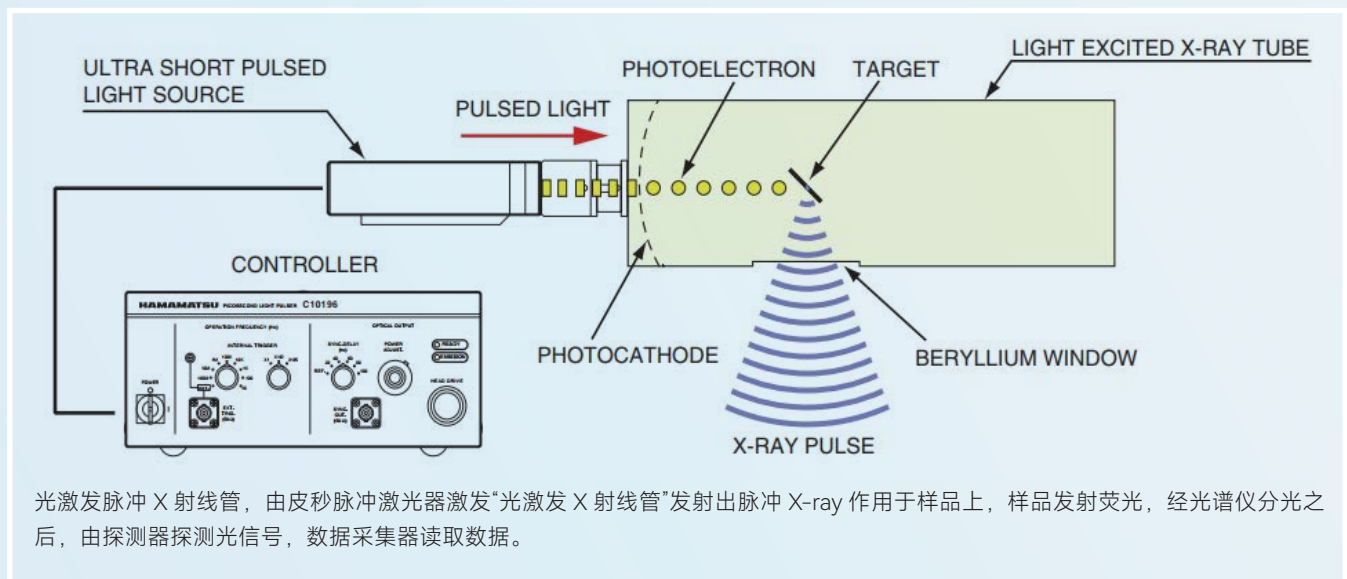
激发源：稳态 X 射线、纳秒脉冲 X 射线、皮秒脉冲 X 射线

光谱范围：200-870nm (近红外可扩展至 1700nm 或 2600nm)

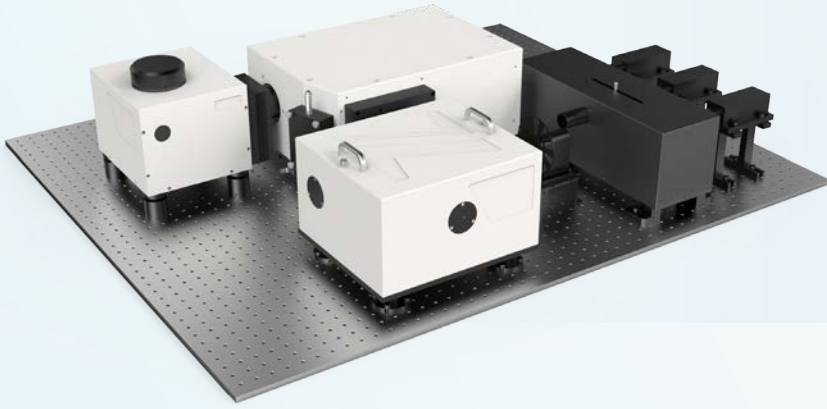
## 高灵敏度辐射发光专用光谱仪



设备尺寸：700mm×500mm



## 中红外专用系列：中红外玻璃、陶瓷材料



**适用应用：**中红外的典型材料有氟碲酸盐玻璃光纤如  $\text{Ho}^{3+}:\text{LiYF}_4$ 、硫系玻璃如  $\text{Ho}^{3+}$  掺杂的 Ge-Ga-S-CsI 等

**激光器：**808nm、980nm、1550nm 或其他

**光谱范围：**1000-5500nm

**寿命尺度：**> 1ms@ 连续激光器加调制（更短寿命需配置脉冲激光器及快速响应型 InSb 探测器）

**设备尺寸：**1535mm\*728mm

## 显示 / 发光材料光谱表征系列：荧光粉 / 钙钛矿 LED / 钙钛矿电池 / OLED / AIE 等

**适用应用：**稀土掺杂发光材料如荧光粉、钙钛矿、钙钛矿电池、有机发光、聚集诱导发光材料 AIE 等

**激发源：**稳态氙灯、微秒氙灯、皮秒脉冲激光器

**光谱范围：**200-870nm（近红外可扩展至 1700nm 或 2600nm）

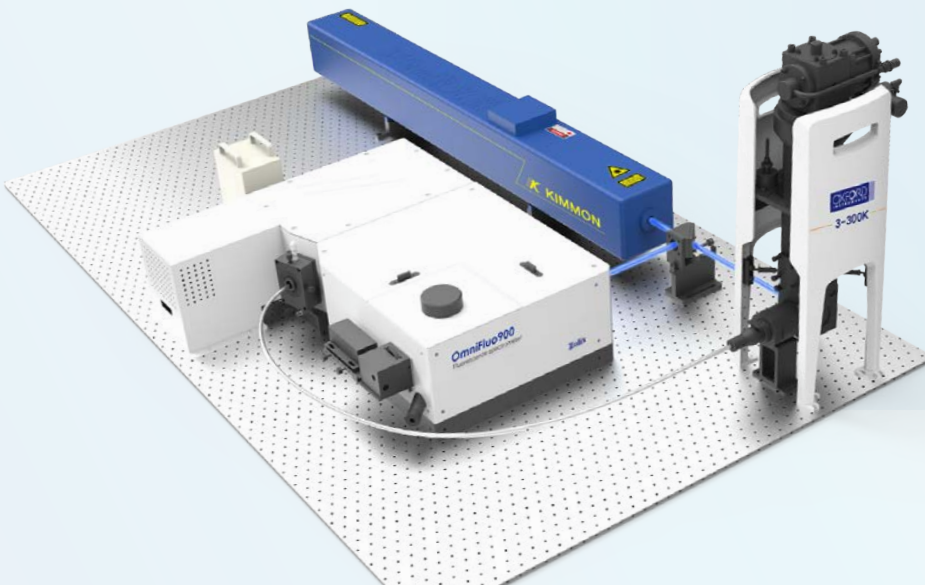
**寿命尺度：**1 $\mu\text{s}$ -100ms@ 微秒脉冲氙灯，500ps-10 $\mu\text{s}$ @ 皮秒脉冲激光器

**量子产率：**配置积分球附件

**设备尺寸：**1815mm\*1115mm



## 宽禁带半导体 PL 测试系列



**适用应用：**第三代半导体薄膜、外延片等

**激发源：**195nm、206nm、266nm、325nm、360nm、405nm 等

**光谱范围：**200-870nm（可扩展）

**低温范围：**3-300K（闭环低温恒温器）

**寿命尺度：**500ps-10 $\mu\text{s}$ @ 皮秒脉冲激光器

**设备尺寸：**2000mm×1200mm

# 推荐系列

## 显微 PL 系列



**适用应用:** 钙钛矿电池、钙钛矿 LED、宽禁带半导体、外延片、二维材料

**激发源:** 266nm、325nm、355nm、375nm、405nm、450nm 等连续或脉冲激光器

**光谱范围:** 200-870nm (可扩展)

**设备尺寸:** 880mm\*750mm (需视激光器大小而定)

## 基于开放式显微镜的显微低温 / 高压 PL 系列

**适用应用:** 第三代半导体薄膜、外延片

**激发源:** 266nm、355nm、375nm、405nm、450nm 等脉冲激光器

**光谱范围:** 200-870nm (可扩展)

**低温范围:** 10-300K (显微闭环低温恒温器)

**寿命尺度:** 500ps-10 $\mu$ s@ 皮秒脉冲激光器

**设备尺寸:** 1225mm\*1012mm (需视激光器大小而定)



# 部件介绍说明

## 激发光源

### OPO 激光器



波长可调谐纳秒脉冲激光器  
输出波长范围：210-2200nm  
脉冲宽度 7ns  
重复频率：1~20Hz 可调  
峰值能量：8mJ@450nm, 2.2mJ@320nm  
(UV option)

### 微秒脉冲氙灯



微秒脉冲氙灯  
输出波长范围：190-2000nm, 主要适用范围 200-800nm  
脉宽 2.9μs  
重复频率：最大 60Hz, 重频可调

### X 射线光管及防护铅盒



X 射线辐射源：4-50KV  
功率：0-50W 连续可调, 钨靶  
透射 / 反射双光路  
内置监视器, 可控屏蔽快门  
由中国计量研究院辐射剂量认证,  
配测试证书

### 皮秒脉冲激光二极管 (LD) 及 LED



LD: 375/405/450/488/520nm 等, 脉宽: 60ps。  
LED: 255/265/275/285/295/310/340/365 nm 等; 脉宽: 800ps。  
频率范围: 0.2Hz-20MHz,  
调节幅度: 0.1Hz。

### 超连续谱光源



脉冲宽度: 450 ps  
重频可变范围: 1.5 MHz-3 MHz  
光谱覆盖范围: 380-2400 nm  
最大输出功率: 7 W  
输出光束 高斯: 基模  
典型 M2 (>430nm) : 1.1  
功率稳定性 (RMS) : 0.5 %

### 其他激发源



连续激光: 266nm、325nm、405nm、808nm、980nm、1064nm、1550nm 等。  
脉冲激光: 灯泵浦纳秒 DPSS 激光器, 钛蓝宝石飞秒激光器等。



# 部件介绍说明

## 探测器

### 紫外 - 近红外 PMT 选配



TE 制冷型紫外 - 近红外光电倍增管扩展选型, 制冷温度:  $-10^{\circ}\text{C}$ 。  
响应范围分别为: R13456 型: 185-980nm, R2658 型: 185-1010nm。

### 近红外 PMT



TE 制冷型近红外光电倍增管, 响应范围: 950-1700nm, 制冷温度:  $-60^{\circ}\text{C}$ 。  
液氮制冷型近红外光电倍增管, 响应范围: 300-1700nm, 制冷温度:  $-80^{\circ}\text{C}$ 。

### 模拟探测器



TE 制冷型近红外 InGaAs 探测器, 响应范围: 800-1700nm/2600nm 制冷温度:  $-40^{\circ}\text{C}$ 。  
液氮制冷型近红外 InSb 探测器, 响应范围: 1000-5500nm, 制冷温度: 77K。

## 样品架

### 旋转固体样品台



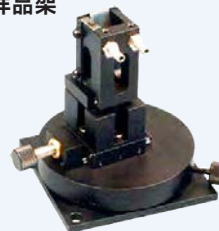
手动在轴旋转样品台, 带刻度,  $0-360^{\circ}$  角度可变。

### 磁搅拌样品架



提供磁力搅拌功能, 便于测量悬浮状态溶液的荧光。

### 水浴恒温样品架



用于液体样品恒温测量, 通过控制器控制水流和水温, 使样品支架内保持恒定温度。

## 宏光路低温恒温器

### 80K-300K 低温恒温器

温度范围: 80K-500K  
降温时间:  $\approx 20$  分钟  
液氮容积: 1.2L  
控温精度:  $\pm 0.1\text{K}$   
换样时间: 5 分钟  
样品环境: 真空 / 气氛  
窗口数量: 4 个 (可扩展垂直方向第 5 个)  
窗口通径: 16mm  
窗口材质: 蓝宝石 (内层); 石英 (外层)  
保温时间: 80K@6 小时  
多样化样品杆, 可安装固体、液体、粉末等样品;  
独立的真空隔热层, 一次抽空可长时间使用;  
液氮可随时添加, 增长实验时间;



### 4K-300K 低温恒温器

无负载时样品冷盘最低温度: 小于 4K  
无负载时降温时间: 小于 4.5 小时  
制冷量: 二级冷头 1.5W@4.2K, 配置水冷压缩机  
低温真空度:  $5 \times 10^{-4}\text{Pa}$   
可预留电学接口  
高精度温度控制器及传感器  
分子泵组  
分体式水冷机



## 显微光谱测试平台

### 显微光路模块



可选连续激光、脉冲激光用于显微光谱测试耦合，空间分辨率 $\leq 1\mu\text{m}$ （视激光波长与物镜选择而定），载物台可选电动载物台，支持搭配低温平台。

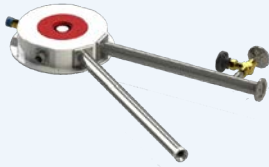
### 电动位移台



电动平移台，行程：76mm $\times$ 52mm，步进分辨率：0.01 $\mu\text{m}$ 。

## 显微低温恒温器

### 80-300K 显微低温恒温器



显微连续流恒温器，温度范围：80-300K（500K可扩展），光学窗口：直径30mm，降温时间30分钟，温度稳定性：优于 $\pm 50\text{mK}$ 。

### 77.2 - 500K 显微低温恒温器



用于显微光学应用的氮气冷却的低温恒温器，样品环境：真空 / 交换气，温度稳定性： $\pm 0.1\text{K}$ ，制冷技术：液氮。

### 10 - 300K 显微低温恒温器



显微无液氮低温制冷机，温度范围：10 - 300 K，温度稳定性： $\pm 0.1\text{K}$ ，样品环境：真空，制冷技术：闭循环。

## 量子产率测试附件

### 积分球



积分球实现绝对量子产率测量，内置于样品仓内不占用外部空间。

另可提供变温控制的积分球，可以实现不同温度下的绝对量子产率测量。

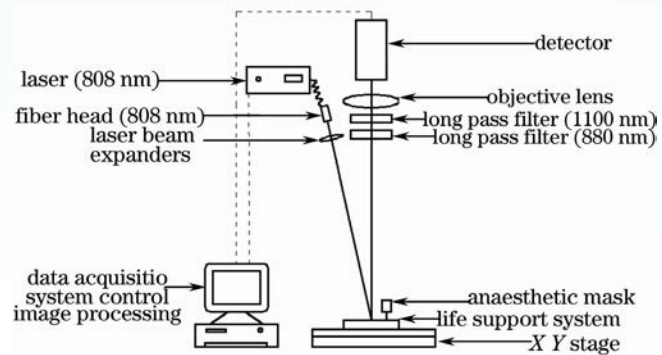
# 部件介绍说明

## 荧光相机推荐

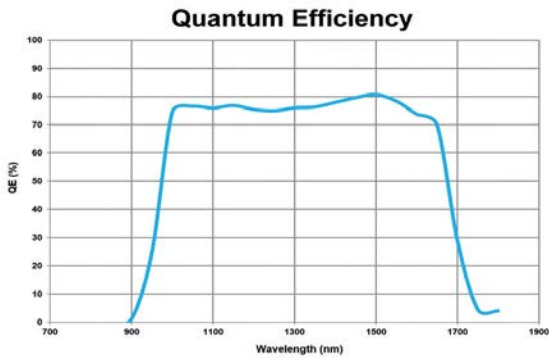
### Photonic Science 红外相机

制冷型短波红外 InGaAs 相机，光谱范围：900-1700nm/1100-2200nm，传感器尺寸：9.6 mm×7.68 mm；

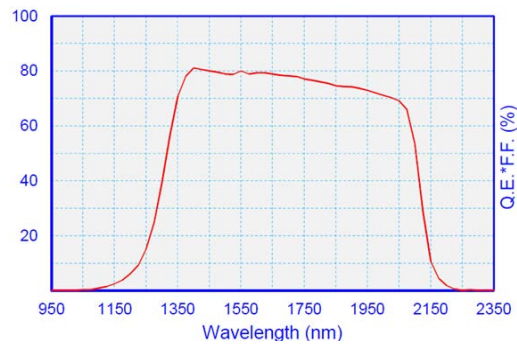
像素分辨率：640×512；像元尺寸：15 $\mu$ m×15 $\mu$ m。



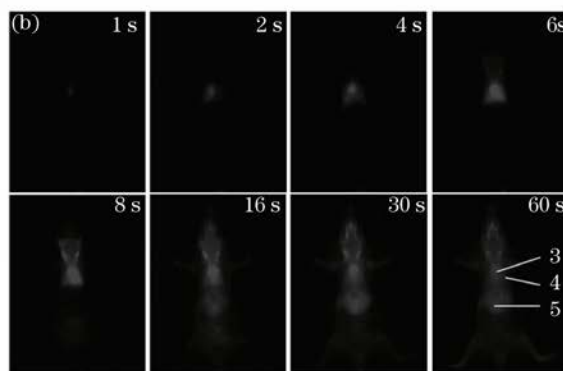
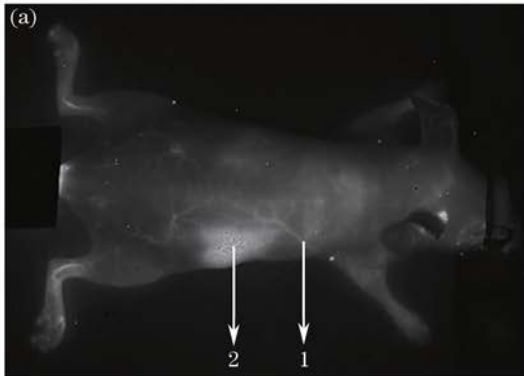
近红外小动物活体荧光成像结构示意图<sup>[1]</sup>



900-1700nm 量子效率曲线



1100-2200nm 量子效率曲线



(a) NIR II Ag<sub>2</sub>S 量子点活体荧光成像；(b) NIR II Ag<sub>2</sub>S 量子点活体实时荧光成像，Ag<sub>2</sub>S 量子点通过静脉回流至心、肺，再通过肺循环及体循环分布至全身脉管系统及各器官。通过本系统可以清楚的看到小鼠体内的血管（1）及位于体内较深部位的组织器官：脾脏（2）、心脏（3）、肺（4）和肝脏（5），其轮廓边缘清晰可见，且成像信噪比较高。<sup>[1]</sup>

## 高光谱相机

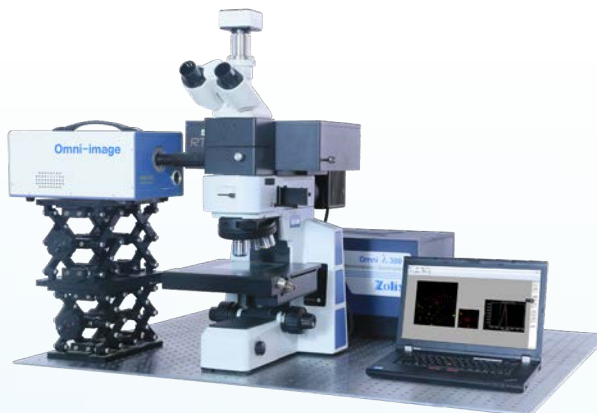


高光谱相机将分光元件与面阵列相机完美结合，可同时、快速获取光谱和影像信息；可应用于诸多领域的科学研究及工业自动化检测。



高光谱相机的工作原理

## 高光谱显微测试系统



将 Omni-Image 内推扫高光谱相机搭载在显微镜上，实现显微尺度下多种光谱采集（散射谱、荧光谱）

激发光源：385nm LED 平行光照明

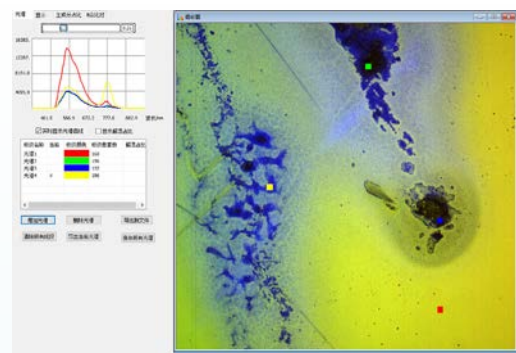
物镜：20×；光谱分辨率：3.5nm

光谱范围：400-1000nm

CCD 积分时间：300ms

CCD 增益：5×

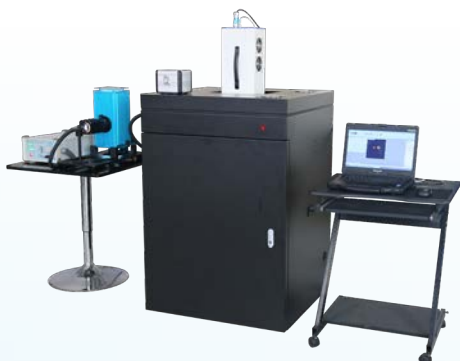
CCD 像素：696×256



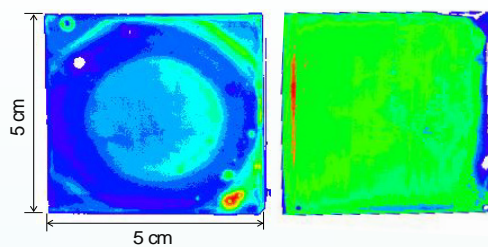
显微尺度下钙钛矿电池的 PL mapping

样品：MAPbI<sub>3</sub> 薄膜，10X 物镜，NA: 0.30，尺寸 1000×1000μm

## 高光谱荧光测试系统



将氙灯或者激光器耦合进复眼透镜进行大面积的均匀照明，匀化效果更好，通过高光谱相机进行荧光光谱成像采集。



大面积钙钛矿发光二极管的 PL mapping

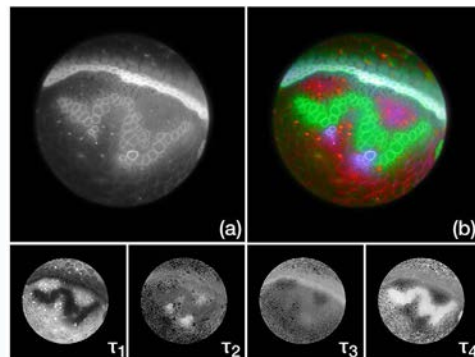
基于旋涂法（左）和真空辅助结晶的刮涂法（右）制备的大面积（5×5 cm<sup>2</sup>）钙钛矿薄膜的 PL 成像<sup>[2]</sup>



## Photonscore 单光子相机



可同时获取时间信息和空间信息的显微荧光寿命成像单光子相机

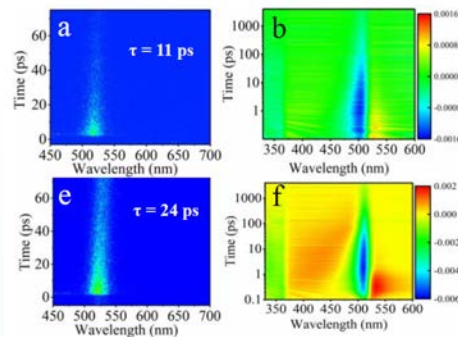


山谷百合的荧光寿命成像。(a) 图为强度图像。寿命分析揭示了 4 个寿命组分： $\tau_1=0.19\text{ns}$ ， $\tau_2=0.67\text{ns}$ ， $\tau_3=1.95\text{ns}$ ， $\tau_4=3.75\text{ns}$ 。(b) 图为强度图像与平均寿命叠加图。

## 条纹相机



紫外至近红外光谱响应，最高 2ps 的时间分辨率以及 50lp/mm 空间分辨率，兼容两种工作模式：高性能同步扫描 / 单次低频扫描模块集于一身。



采用条纹相机测试钙钛矿薄膜电池 ( $\text{Cs}_4\text{PbBr}_6$ ) 荧光寿命，发现了更快的寿命组分，分别为： $\text{Cs}_4\text{PbBr}_6$  (11ps) 和  $\text{CsPbBr}_3$  (24ps)<sup>[3]</sup>

[1] 王懋, 李春炎, 孙云飞, 李敏, 翟晓敏, & 吴东岷. (2013). 近红外小动物活体荧光成像系统的研制. 光学学报 (06), 239-244.

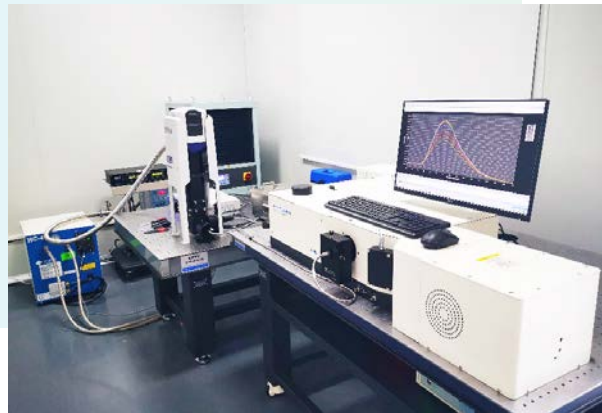
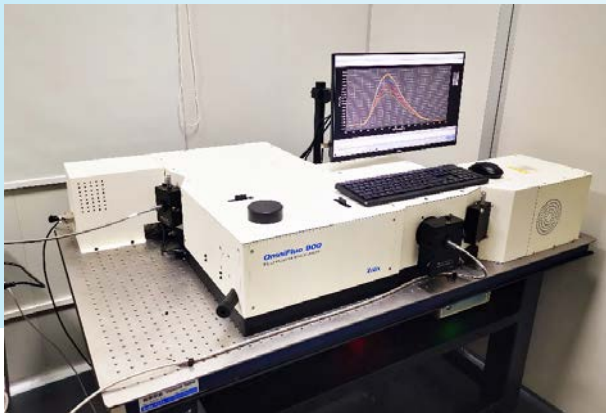
[2] Chen, C., Zeng, L., Jiang, Z., Xu, Z., Chen, Y., & Wang, Z., et al. Vacuum-assisted preparation of high-quality quasi-2d perovskite thin films for large-area light-emitting diodes. *Advanced Functional Materials*. 2022, 32, 2107644.

[3] Rui-Tong Liu, Xin-Ping Zhai, Zhi-Yuan Zhu, Bing Sun, Duan-Wu Liu, Bo Ma, Ze-Qi Zhang, Chun-Lin Sun, Bing-Li Zhu, Xiao-Dong Zhang, Qiang Wang, and Hao-Li Zhang. *The Journal of Physical Chemistry Letters*. 2019 10 (21), 6572-6577.

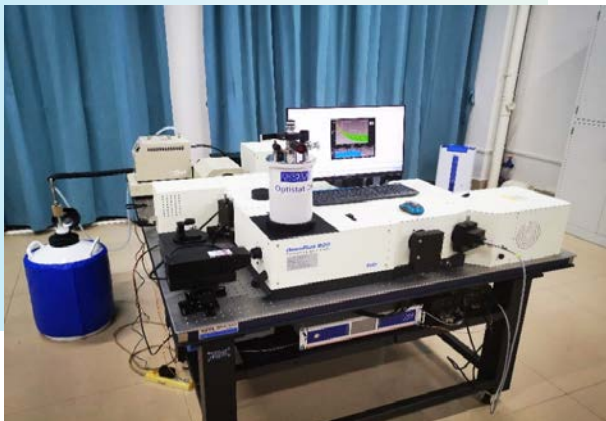
# 部分案例分享



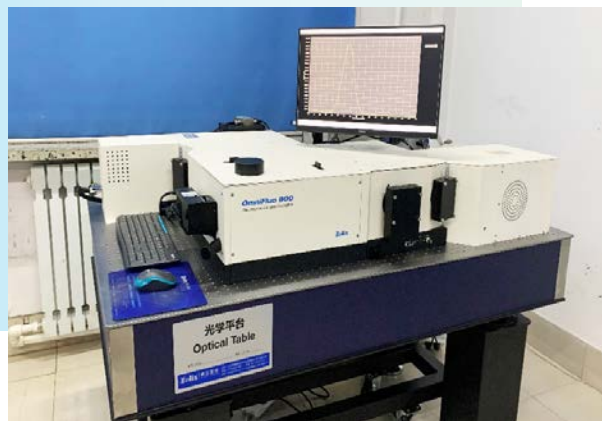
OmniFluo960+X 射线管及防护铅盒 +4K 闭循环低温恒温器



OmniFluo990+NIRPMT+77K 低温恒温器 + 积分球  
+266nm 激光器 + 超连续光源 + 微秒脉冲氙灯



OmniFluo990+375nm 皮秒脉冲光源  
+2600nm InGaAs 探测器模组



OmniFluo990+NIRPMT+65K 低温恒温器 + 皮秒脉冲  
光源 + 积分球



OmniFluo990+405nm 皮秒脉冲激光器 +77K 显  
微低温样品台



# OmniFluo900 系列全功能稳态 - 瞬态荧光光谱仪参数指标

| 系统性能及指标             |   |
|---------------------|---|
| 稳态测试                | 发射光谱: 200-870nm (选配探测器可拓宽光谱范围), 激发光谱: 200-800nm   |
| 光谱分辨率               | 0.08nm@435.83nm   |
| 水拉曼信噪比 <sup>①</sup> | > 10000:1   |
| 瞬态测试                | MCS: 10μs-10s, TCSPC: 100ps-10μs (视所选数采配置而定)  |
| 扩展功能                | 多种激发源扩展, 近中红外光谱测试, 变温光谱测试, 显微光谱测试, 量子产率测试   |
| 激发光源                |   |
| 稳态氙灯                | 功率: 75W, 输出光谱范围: 200nm-1800nm, 灯杯光学设计, 耦合效率高于 90%   |
| 脉冲光源                | 微秒脉冲氙灯, 皮秒脉冲激光器, 超连续谱光源, OPO 波长可调谐纳秒激光器, 脉冲 X 射线等   |
| 其他光源                | 连续激光器: 如 360nm、405nm、532nm、808nm、980nm 激光器, 小型 X 射线光管, 灯泵浦纳秒 DPSS 激光器等  |
| 光谱仪                 |   |
| 光路结构                | Czerny-Turner (CT) 光路设计   |
| 重要指标 <sup>②</sup>   | 焦距: 320mm, 杂散光: $1 \times 10^{-5}$ , 光谱分辨率: 0.08nm, 波长准确度: $\pm 0.2$ nm, 波长重复性: $\pm 0.1$ nm  |
| 光栅配置                | 激发光栅: 1200g/mm@300nm 闪耀, 600g/mm@500nm 闪耀<br>发射光栅: 1200g/mm@500nm 闪耀, 600g/mm@750nm 闪耀, 300g/mm@1250nm 闪耀   |
| 样品仓                 |   |
| 样品架                 | 标配: 液体、粉末、薄膜样品架; 选配: 旋转样品架、磁搅拌样品架、水浴加热样品架   |
| 遮光板                 | 配备电动遮光板, 防止更换样品时探测器意外曝光受损   |
| 探测器                 |   |
| 光电倍增管               | 标配: TE-PMT-CR131: 185-900nm<br>选配: TE-PMT-R13456: 185-980nm, TE-PMT-R2658: 185-1010nm,<br>TE-PMT-H10330C-75: 950-1700nm, LN-PMT-R5509-73: 300-1700nm  |
| 模拟探测器               | TE-InGaAs 探测器: 800-1700nm, TE-InGaAs 探测器: 800-2600nm, LN-InSb 探测器: 1000-5500nm  |
| 数据采集                |   |
| 光子计数采集              | 多通道扫描单光子计数器: DCS210PC<br>计数率: 100Mcps, 通道宽度: 1/2/5/10/20/50/100us...1s, 采样速率: 1MB/S, 四通道模拟输入: 1-10V, AD 分辨率: 16bits<br>时间相关单光子计数器: DCS900PC<br>计数率: 100Mcps, 分辨率: 16/32/64/128/256/512/1024ps.....33.55μs<br>通道数: 65535, 支持稳态光谱测试<br>时间相关单光子计数器: DCS900PC-G2<br>计数率: 500Mcps, 分辨率: 2/4/.../33554432 ps 通道数: 65535, 支持稳态光谱测试 |
| 模拟信号采集              | 锁相放大器: 频率范围: 50mHz-120kHz, 动态储备: >100dB, 增益稳定性: <5ppm/°C<br>光学斩波器: 频率范围 20-3KHz, 斩波器叶片: 10 孔: 20-1KHz, 15 孔: 30-1.5KHz, 30 孔: 60-3KHz   |
| 电脑及软件               |   |
| 标配电脑                | 操作系统: Windows 10 Home Edition   |
| Omni-Win 软件         | 稳态测试功能: 激发扫描, 发射扫描, 同步扫描, 三维扫描<br>瞬态测试功能: 动力学扫描, 寿命扫描, 时间分辨光谱扫描<br>数据处理功能: 量子产率计算, TRES Slicing, 光谱校正, PL mapping, FLIM<br>可选功能: 温度控制扫描, 偏振测试   |
| 光学平台                |   |
| 阻尼隔振光学平台            | 阻尼隔振光学平台 尺寸 (L×W×H): 1500mm×1000mm×800mm, 可固定数据采集器、驱动电源等<br>阻尼隔振光学平台 尺寸 (L×W×H): 1800mm×1200mm×800mm, 可固定数据采集器、驱动电源等  |

注 ①: 水拉曼信噪比测试条件:  $\lambda_{ex}=350$ nm, 扫描范围: 370-450nm, 激发带宽 = 发射带宽 = 5nm, 测试步进: 1nm, 积分时间 1s。

水拉曼信噪比计算公式:  $SNR = \frac{Peak\ Signal_{@397nm} - Noise\ Signal_{@450nm}}{\sqrt{Noise\ Signal_{@450nm}}}$

注 ②: 测试条件: 基于 1200g/mm 光栅, 测试汞灯线: 435.84nm, 狭缝高 4mm, 宽 10μm。

# 客户需求确认表

| 问题                | 解答  |
|-------------------|---|
| 您是做什么材料的？         | <input type="checkbox"/> 稀土发光材料 <input type="checkbox"/> 钙钛矿型太阳能电池 <input type="checkbox"/> 量子点发光材料 <input type="checkbox"/> 聚集诱导发光材料<br><input type="checkbox"/> 稀土上转换发光材料 <input type="checkbox"/> 钙钛矿型 LED <input type="checkbox"/> 荧光碳点 <input type="checkbox"/> 有机无机杂化材料<br><input type="checkbox"/> 稀土荧光粉 <input type="checkbox"/> 铜基薄膜电池 <input type="checkbox"/> 光活化金属配合物<br><input type="checkbox"/> 稀土掺杂玻璃 / 陶瓷 <input type="checkbox"/> 宽禁带半导体 <input type="checkbox"/> OLED<br><input type="checkbox"/> 闪烁晶体 <input type="checkbox"/> 二维材料 <input type="checkbox"/> 热活化延迟荧光 TADF<br>补充: _____ |
| 材料的光谱范围从多少到多少？    |   |
| (荧光 / 磷光) 寿命测量尺度？ |   |
| 激发光源              | 稳态光源: <input type="checkbox"/> 氙灯 <input type="checkbox"/> X 射线 <input type="checkbox"/> 激光光源 _____<br>脉冲光源: <input type="checkbox"/> 皮秒脉冲激光器 _____<br><input type="checkbox"/> 超连续光源: 380-2400nm;<br><input type="checkbox"/> OPO 激光器<br><input type="checkbox"/> 微秒脉冲氙灯<br><input type="checkbox"/> 调制光源: 连续激光器加电调制<br><input type="checkbox"/> 皮秒脉冲 X 射线<br><br>其他: _____  |
| 您的样品形态？           | <input type="checkbox"/> 固体粉末 <input type="checkbox"/> 块状晶体 <input type="checkbox"/> 薄膜 <input type="checkbox"/> 液体<br>补充: _____  |
| 是否做低温 / 高温光谱？     |   |
| 显微光谱？             |   |
| 量子产率？             |   |
| PL mapping ?      |   |
| 荧光寿命成像？           |   |
| 其他备注              |   |