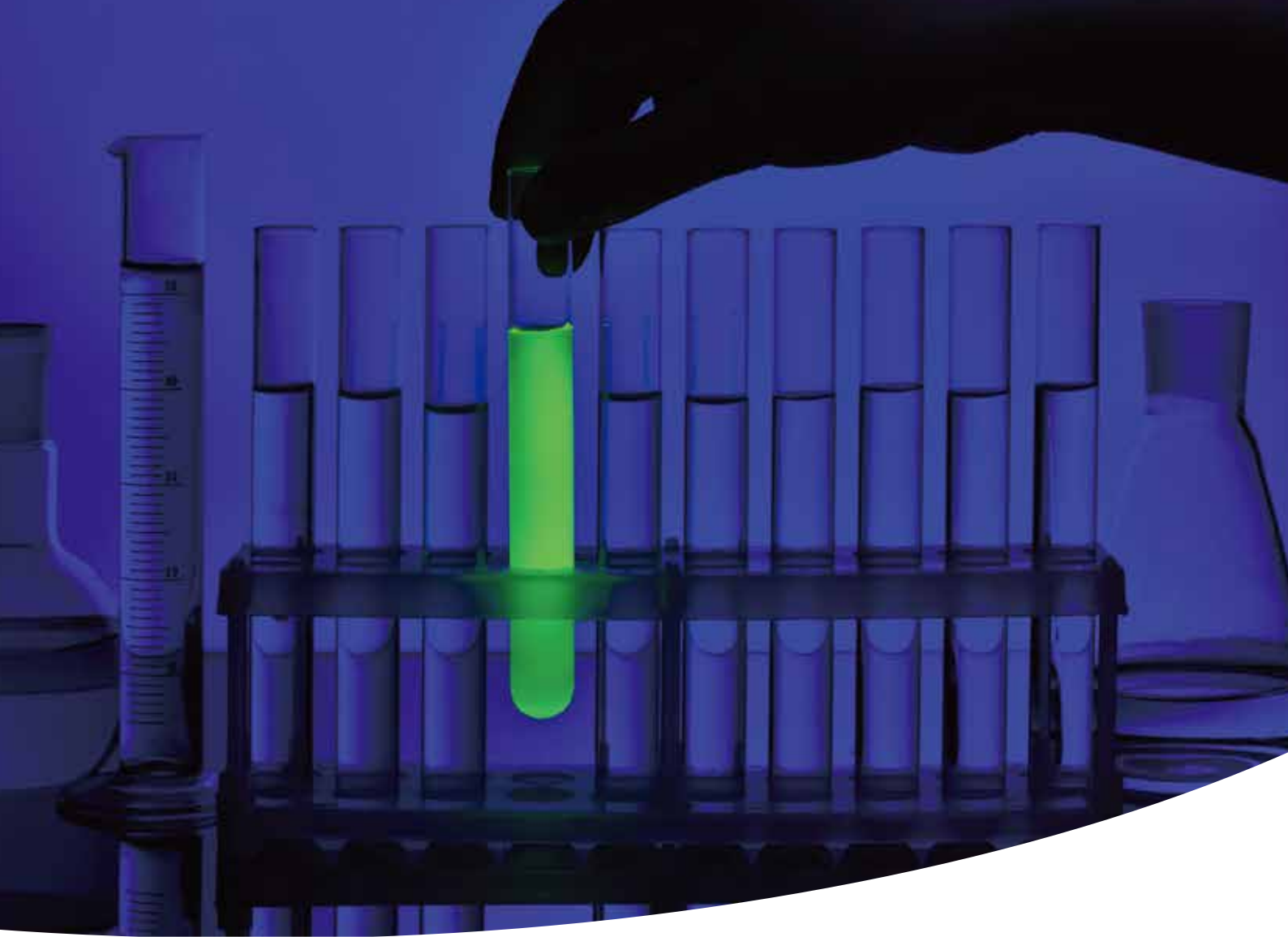


# FLS980

## 稳态瞬态荧光光谱仪





爱丁堡仪器一直处于研究的前沿领域，专注于发光领域的仪器制造已经有超过35年的历史。在这段时间里，爱丁堡仪器凭借其优越的性能及其创新的精神在用户当中建立了良好的口碑。荧光测量技术已经快速应用到生命科学、生物技术和材料领域的研究中。在现代科学对仪器要求越来越高的发展阶段，爱丁堡仪器正致力于发展性能可靠、高质量的分析仪器，迎接这个挑战。



EDINBURGH  
INSTRUMENTS

# FLS980

## 给您带来指尖操纵的灵活性

爱丁堡仪器FLS980系列荧光光谱仪在稳态和时间分辨荧光测试上继续保持领先优势。基于单光子计数技术，为您提供超乎您预想的技术性能，可靠性及简单易用性。FLS980荧

光光谱仪灵活的搭建式模块化结构设计能满足您各种测试需求，给您的科学研究带来意想不到的惊喜。



FLS980-世界上最灵敏的荧光光谱仪

4-7

FLS980-世界上最先进的荧光磷光寿命测试光谱仪

8-11

FLS980-稳态和时间分辨磷光光谱仪

12-17

稳态样品测量及应用

18-21

时间分辨测量示例及应用  
时间相关单光子计数 ( TCSPC )

22-23

时间分辨样品测量示例及应用  
多通道扫描 ( MCS )

24-25

配置

26

技术参数

27

# FLS980世界上最灵敏的荧光

FLS980是计算机控制，模块化的荧光光谱仪，利用单光子计数的灵敏度，可以进行从紫外可见到近红外的荧光光谱测量。这款仪器不仅具有超高灵敏度，高分辨

率还有十分优越的杂散光抑制率。FLS980的优异性使其能够适用于很多领域，如光物理学，光化学，生物物理学和材料研究等。

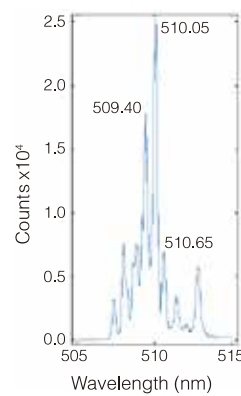
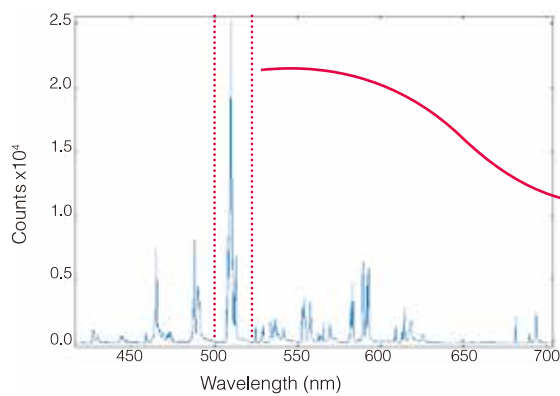
## 光谱范围

目前有越来越多的科研重点放在研究从紫外可见到近红外光谱范围的发光性质上。

FLS980由计算机自动控制，带有三光栅塔轮单色器，最多能够放置三块不同的光栅，实现宽的光谱覆盖范围，使用起来更加灵活和便捷。每一块光栅都对光谱范围和线性分散进行了优化。光栅选择，波长调节和狭缝控制都通

过F980的软件来进行。其中计算机控制的束流镜可以实现快速检测器切换。在单光栅发射单色器上可以安装两个带有出射狭缝的检测器（双光栅发射单色器上可以安装最多三个检测器）。单光子计数光电倍增管可以覆盖的检测范围为200–1700nm，而模拟检测器可以把检测波长延伸到5500nm。

## 分辨率



FLS980使用Czerny–Turner光路设计的单色器，高杂散光抑制率的衍射光栅带来高色散和卓越的成像性能。最小步进为0.05nm微米步进马达进行波长驱动的调节。从紫外可见到近红外范围的光谱分辨率最高能达到0.05nm。

样品：镉

测试条件： $\lambda_{\text{ex}} = 395 \text{ nm}$ ,  $\Delta \lambda_{\text{ex}} = 5 \text{ nm}$ ,  $\Delta \lambda_{\text{em}} = 0.05 \text{ nm}$

步进 = 0.05 nm, 积分时间 = 1 s

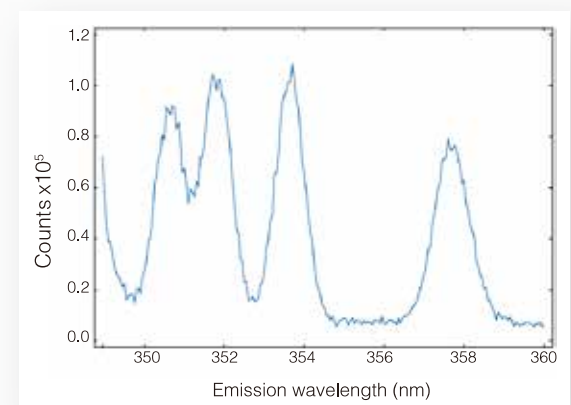
## 杂散光

高杂散光的抑制率对于低量子产率和高散射的样品来说十分重要。FLS980具有很高的杂散光抑制率，可以减少杂散光对荧光信号的影响。单光栅和双光栅的杂散光抑制率分别为 $1:10^5$ 和 $1:10^{10}$ 。

样品： $\text{CCl}_4$ 的拉曼光谱

测试条件： $\lambda_{\text{ex}} = 348 \text{ nm}$ ,  $\Delta \lambda_{\text{ex}} = 0.5 \text{ nm}$ ,

$\Delta \lambda_{\text{em}} = 0.7 \text{ nm}$ , 步进 = 0.05 nm, 积分时间 = 5 s



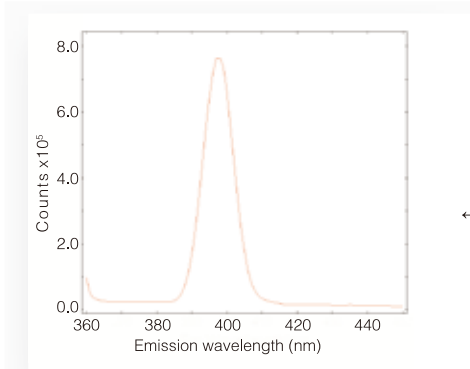
# 光谱仪



FLS980光谱仪，红敏制冷PMT，双光栅单色器

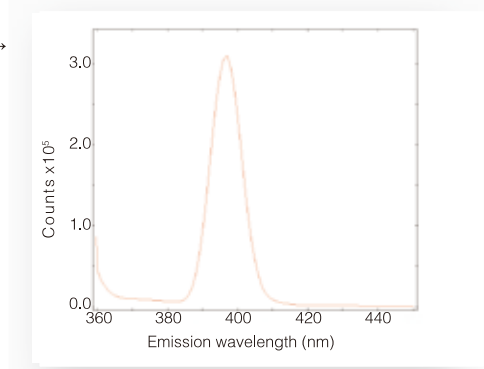
## 灵敏度

单光子计数在测量弱的光辐射上具有不可比拟的优势。爱丁堡仪器的FLS980继续沿袭并且优化了这门技术。在标准仪器FLS980配置下水拉曼峰的信噪比大于12,000:1，这个灵敏度使得浓度低至fM的弱发光染料溶液都可以被检测到。



水拉曼峰测量，双-双光栅单色器配置

← 水拉曼峰测量，单-单光栅单色器配置



样品：蒸馏水

测量条件： $\lambda_{ex} = 350 \text{ nm}$ ， $\Delta \lambda_{ex} = \Delta \lambda_{em} = 5 \text{ nm}$ ，步进 = 1 nm，积分时间 = 1 s  
信噪比 > 12,000:1，信号测量位置水拉曼峰， $\lambda_{peak} = 397 \text{ nm}$ ，噪声测量位置450 nm

水拉曼峰信号有很强的波长依赖性，这是由激发光源氙灯的波长输出的光谱特性，激发和发射单色器的光通量及检测器的光谱响应决定的。

灵敏度通常使用超纯水样品在紫外可见区域进行水拉曼峰的检测并计算得到。如果您的研究领域

主要集中在可见区和近红外区，需要重新进行信噪比的评价。

爱丁堡仪器可以为您系统的激发单色器和发射单色器配置合适的光栅，使您能够获得您所感兴趣的区域的灵敏度。

## 光谱校正

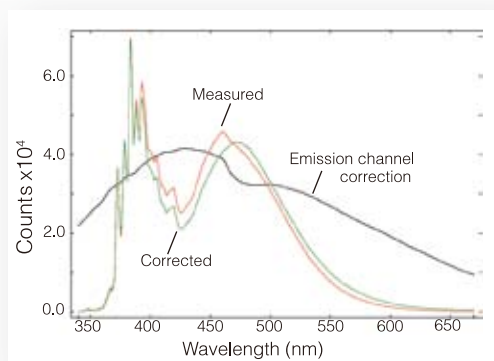
如果要获得真实的激发和发射光谱，光谱校正十分重要，因为经过光谱校正的数据可以扣除掉来自于仪器的影响因素。当使用FLS980时，可以使用仪器自带的工厂校正文件进行光谱校正。

没有经过校正的激发光谱会受到光源的输出光谱和单色器光通量的影响。通过激发侧的参比检测器监测氙灯的能量变化可以获得激发侧的校正曲线。

同样，我们可以获得发射侧的校正光谱数据，发射侧的校正光谱会受到发射单色器的效率和检测器响应的影响。每一台仪器在出厂的时候都使用标准光源进行过校正，使用的时候您只需要用鼠标进行点击就可以获得可靠的校正光谱。

爱丁堡仪器可以为光辐射提供校正文件。这意味着所有的光致发光光谱每个单位的光谱带宽中存在一定数量的光子。如果需要，光谱辐照度（每单位带宽的光学功率）也可以计算得到。

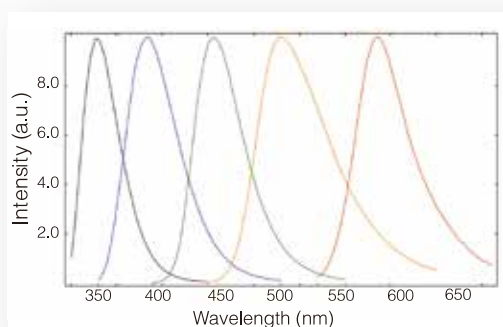
各向异性测量当中的G因子同样是可以获取的。



典型发射光谱的光谱校正效果

样品：苝，溶解于环己烷( $2 \times 10^{-3}$  M)

测量条件：氙灯 (Xe1)，检测器R928P， $\lambda_{ex} = 338$  nm， $\Delta \lambda_{ex} = \Delta \lambda_{em} = 0.5$  nm，步进 = 0.5 nm，积分时间 = 1 s



用户可以利用商用标准样品来验证校正光谱，图中所使用的样品为BAM标准物F001-F005。

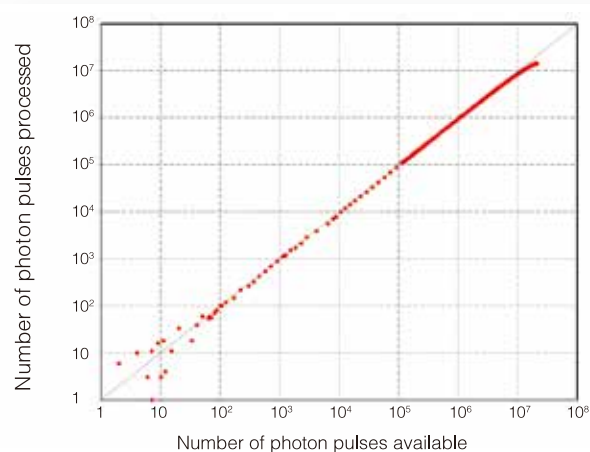
样品：BAM标准物溶解于乙醇中，根据厂家说明准备样品。

测量条件：Xe1，R928P， $\lambda_{ex} = 280$  nm (F001)，315 nm (F002)，380 nm (F003)，420 nm (F004)，550 nm (F005)， $\Delta \lambda_{ex} = 0.5$  nm，积分时间 1 s，步进 1 nm。调节  $\Delta \lambda_{em}$  来优化荧光信号强度。

## 光子计数和信号处理

单光子计数技术在荧光光谱测量领域中最是灵敏的技术，响应速度快而且具有很宽的动态测量范围。可以屏蔽掉来自检测器和电子的噪声。FLS980光谱仪把先进的单光子计数技术和多倍100MHz的计数器联合在一起。

动态检测范围会受到光子检测器的脉宽和光子统计的限制。当使用模拟近红外检测器的时候，其输出电流会用4MHz的电流-频率转换器进行处理。使得动态检测范围和光子计数检测器类似。



标配R928P光电倍增管在标准光子计数模式下的动态范围。

多数检测器的线性范围都超过6个数量级

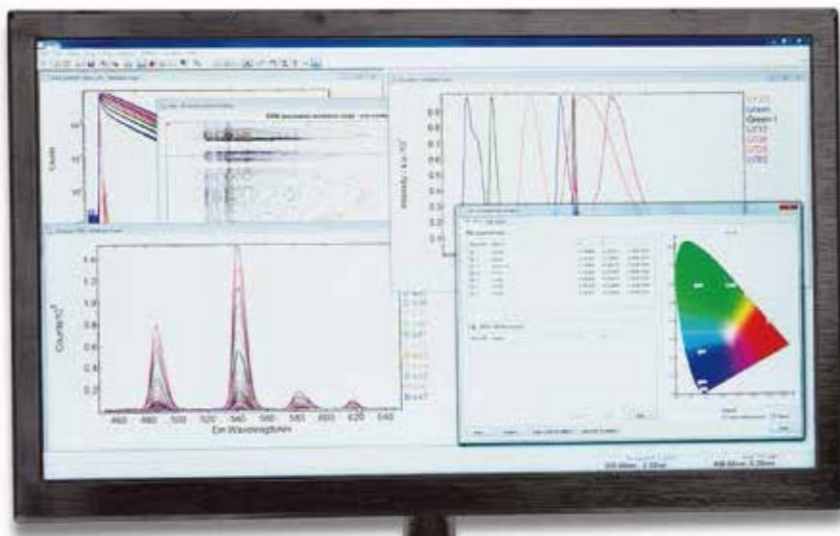
## 软件界面

F980作为光谱仪的测量软件与Window7是兼容的，以数据为中心的设计使用户能够专注于实验测量。这使得在模块化和更加复杂配置的系统能够实现操作的简易便捷性。

测量设置和数据获取都十分直观地显示在系统菜单上。在功能组中可以很容易进入到主要参数的设置选项。常用的测试方法也可以保存成方法文件，需要的时候进行调用，就可以重复之前的实验测试。选项卡对话框和特定的扫描参数在设置中总是处于可见状态。仪器当前的状态也总是连续显示的。

F980一个独特之处在于所有的数据获取模式，包括光谱扫描和寿命获取（MCS和TCSPC），都可以通过一个软件包进行控制。现代主流的光源，检测器，复杂样品支架（微孔板、XY样品台、滴定器）和制冷附件（电制冷样品支架和低温恒温器）都能用软件进行控制。

数据输入和输出的格式多样，使其能与多种主流数据处理程序相兼容。图片也能导出成标准Windows图片或直接粘贴到文档，制图软件和台式刊印程序中。



## 稳态光谱测试的软件功能

### 测量模式

- 信号速率
- 激发光谱
- 发射光谱
- 各向异性光谱
- 动力学光谱
- 同步光谱
- 校正光谱
- 温度分辨光谱绘制图
- 同步光谱绘制图
- 激发-发射光谱绘制图
- 样品温度控制
- 反射测量
- 吸收测量
- 绝对量子产率测量
- 多样品位置和微孔板测量

### 控制特点

- 波长选择（激发和发射波长）
- 光栅选择
- 光谱带宽设置
- 单点积分时间
- 样品选择（多位样品测量）
- 程控激发快门
- 程控衰减器
- 光源和检测器选择
- 实时光谱数据校正
- 已获取光谱数据校正
- 偏振片选择及定位
- X-Y样品台控制
- 低温控制器
- 显微镜样品台控制
- 微孔板控制
- 滴定控制

### 数据操控&显示

- 四则运算
- 缩放/乘法因数
- 归一化
- 基线扣除
- 平滑
- 2D, 3D, 等高线图和文本
- 网格使用
- 微分/积分
- 寻峰
- 校正
- 各向异性（G因子校正）
- 对数/线性坐标转换
- 鼠标定位
- 图片叠加，拆分
- 光谱校正向导
- 绝对量子产率向导
- 色度计算和显示向导

某些测量模式需要另外选配附件

# FLS980-世界上最先进的荧光

FLS980是一款模块化，计算机控制的荧光光谱仪，可以完成从皮秒到秒级跨越12个数量级的宽寿命范围测量。正如光谱测量一样，寿命测量也是采用单光子计数技术。因此，FLS980在时间分辨数据的获取上具有无可比拟的精确度和灵敏度。

完成宽动态范围的寿命测量需要把两种不同的单光子计数技术结合起来：时间相关单光子计数（TCSPC）和多

通道扫描（MCS）。爱丁堡仪器是TCSPC技术的先驱，这种技术是目前公认度最高的荧光寿命测量技术。

FLS980是世界上唯一一个能够把光谱扫描，TCSPC和MCS三种计数耦合在一套软件和硬件中的荧光光谱仪产品。整套系统是模块化搭建的，同时用户界面十分友好和清晰，是光物理、光化学、生物物理和材料学交叉学科研究的无可比拟的强大工具。

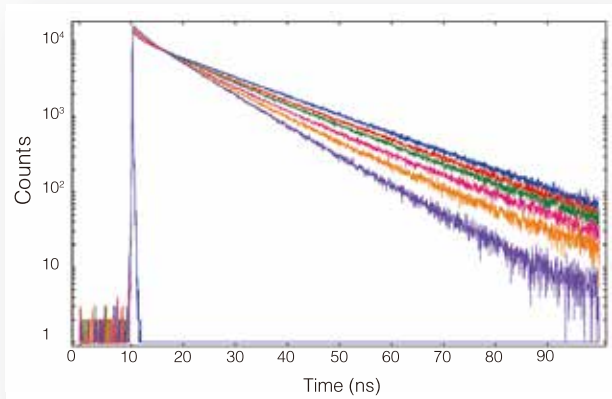
## 时间相关单光子计数——荧光寿命测量

时间相关单光子计数（TCSPC）是一种测量单光子的技术，测试的时间分辨率为皮秒到纳秒级。这是一种数字计数技术，在短脉冲的激发光激发下进行时间相关的光子计数测试。

在TCSPC中，样品会被高频脉冲光源重复激发。测量中会得到一个概率直方图，这个图与激发脉冲（START）和检测到的最快的光子（STOP）之间经历的时间是有联系的。

实际上荧光光子到达检测器的时间一般都是皮秒级的分辨率，这对于TCSPC的操作和准确度都是至关重要的。与检测光子相关的光电倍增管的输出脉冲，会在脉冲高度上有一个展宽。这意味着基于振幅阈值的计时会存在相当大的抖动。为了从检测器的脉冲中把准确的计时信息分离出来，将会使用到恒比甄别器，这时脉冲的振幅将不会对测试有影响。

START信号将会触发时幅转换器（TAC）的线性电压斜线上升。当检测到第一个荧光光子时电压将会停止上升，这时TAC会产生一个电压输出，这个输出和START和STOP之间的时间差成比例。之后模拟数字转换器（ADC）会读取输出的电压并将这个值储存在记忆中（MEM）。多次START-STOP循环可以得到概率直方图，这个图就显示了荧光的增长和衰减。

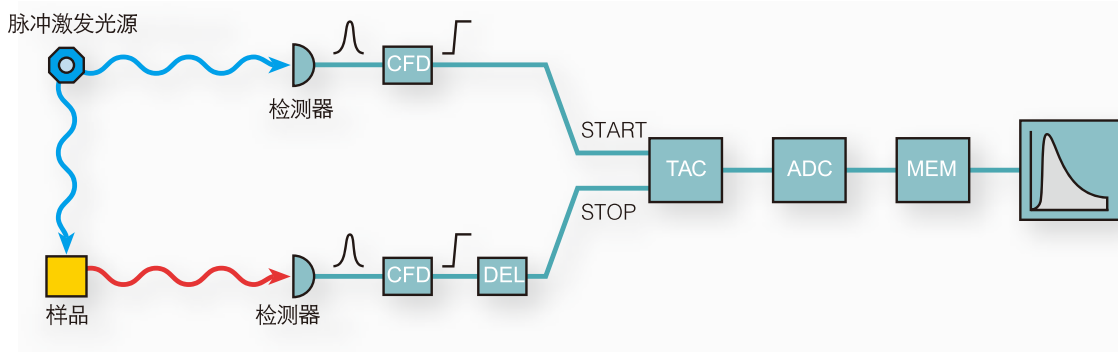


样品：有机染料，用在半胱天冬酶分析中，监测酶催化缩氨酸裂解过程。

测试条件：EPL405, MCP-PMT

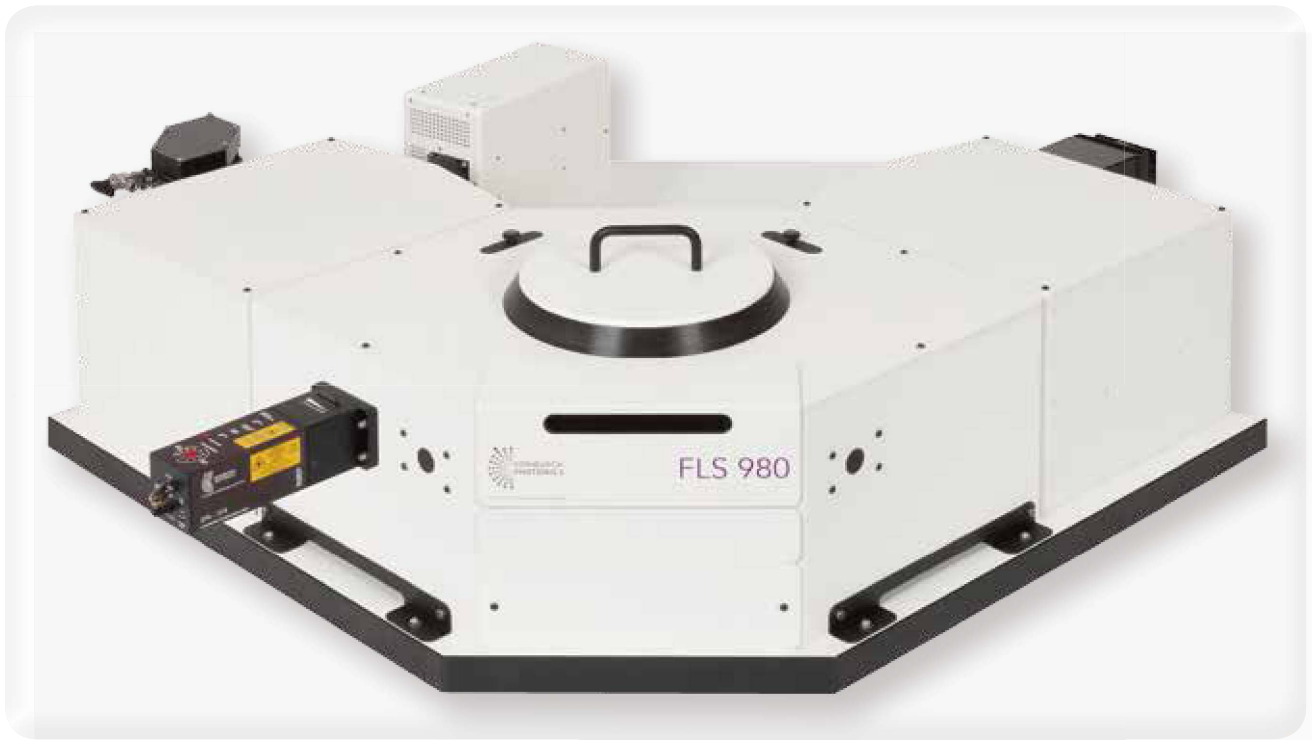
$\lambda_{ex} = 405 \text{ nm}$ ,  $\Delta \lambda_{ex} = 2 \text{ nm}$  (激光线宽),  $\lambda_{em} = 440 \text{ nm}$ ,  $\Delta \lambda_{em} = 10 \text{ nm}$ , 时间分辨率: 48.83 ps, 时间通道: 2000

测量时间：每条曲线120s





# 和磷光寿命测试光谱仪



FLS980荧光及磷光寿命光谱仪。配置纳秒闪光灯和皮秒脉冲激光二极管进行TCSPC的测量，配置微秒闪光灯用于MCS测量。

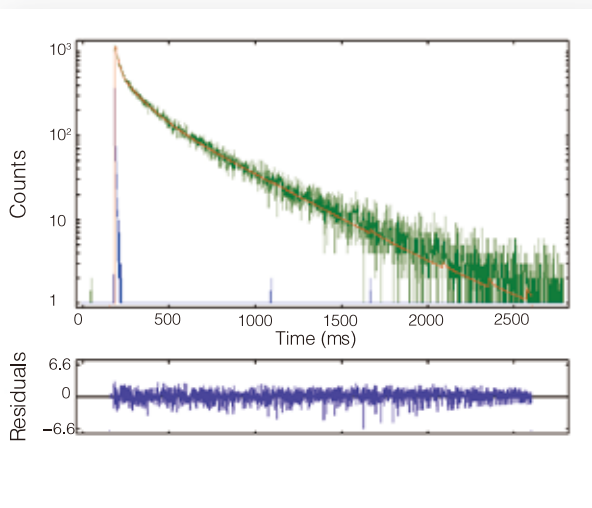
## 多通道扫描——磷光寿命测试

多通道扫描技术获取单光子的时间分辨率为10ns到秒。

每一次脉冲以后在测量窗口进行全范围的扫描，记录光子数，得到一个计数和时间的柱状图。增加重复扫描的次数，获得的光谱数据质量会有很大的改善。

FLS980 MCS数据获取的电子部分最小的时间窗口为10ns，通过选择合适的窄脉冲激发光源可以测量到大约10ns的寿命。

测试的时候样品被中低频光源重复激发并进行数据采集。所使用的光源一般为标准微秒闪光灯，或者是KHz频率的激光器。



样品：稀土掺杂玻璃

测量条件： $\mu\text{F2}$  and R928P

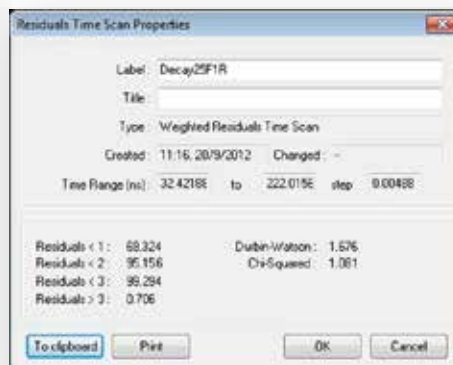
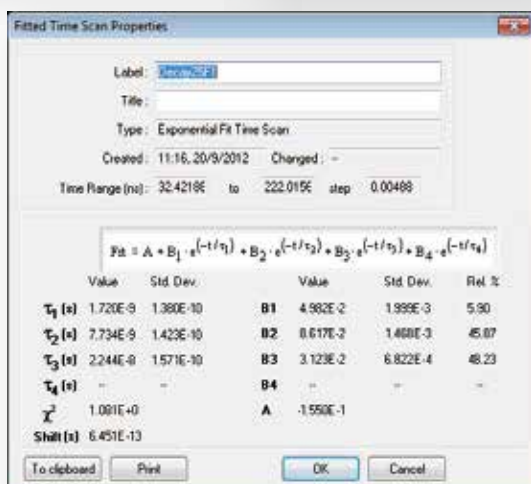
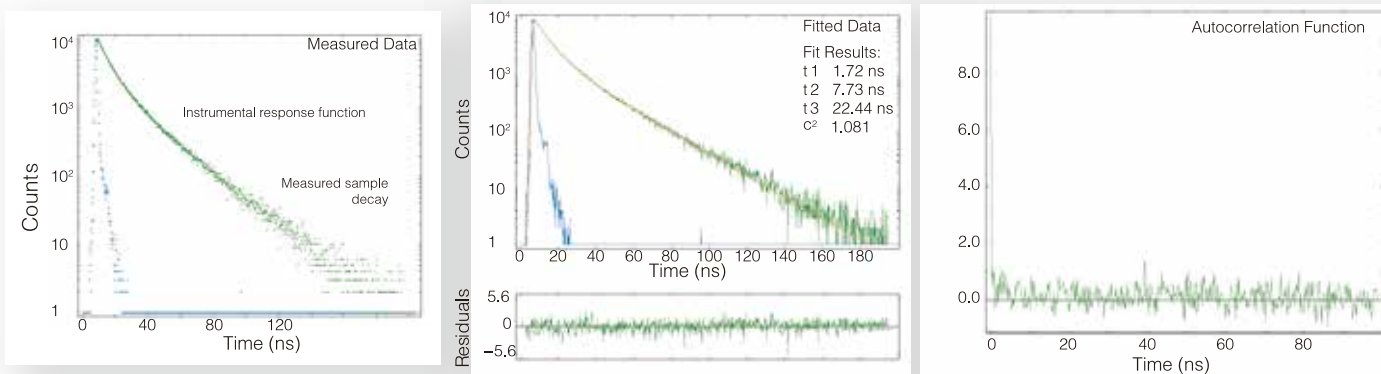
$\lambda_{\text{ex}} = 340 \text{ nm}$ ,  $\lambda_{\text{em}} = 430 \text{ nm}$ ,  $\Delta \lambda_{\text{ex}} = \Delta \lambda_{\text{em}} = 2.2 \text{ nm}$ ,

拟合结果：三指数重卷积拟合， $\tau_1 = 14.5 \mu\text{s}$ ,  $\tau_2 = 114 \mu\text{s}$ ,  $\tau_3 = 400 \mu\text{s}$

## 标准荧光寿命数据分析

F980软件是进行标准衰减拟合和数学重卷积的有力分析工具。通过数学重卷积的计算，短寿命可以从原始的测试数据中分离出来，防止仪器响应对真实数据的扭曲和覆盖。

数据分析是基于Marquardt–Levenberg algorithm算法。最多可以拟合四指数衰减，标准位移和平移拟合。数据分析功能很强大，在瞬间就能得到拟合结果，并显示在用户友好的界面上。



这个例子显示了TCSPC测量的数据分析过程。均匀分布在零上下的偏差条和接近于1的均方根值表明，由于采用了一个合适的模型（本例中采用3指数拟合）

得到了一个十分好的拟合结果。另外其他的拟合质量参数也可以得到，比如自相关函数，Durbin–Watson参数和标准偏差。

## 高级荧光寿命数据分析 (FAST)

爱丁堡仪器提供了FAST软件包使用户可以进行高级荧光和磷光衰减动力学分析，可以得到准确、可信的荧光寿命数据。FAST还提供了十分卓越的精确度和100%的收敛拟合。

FAST采用专利数据处理算法，内置了一个可以进行高级重卷积和曲线拟合的数据库，基于Marquardt–Levenberg算法，是一个高速和可靠的数据处理过程。

用户可以完全放心拟合结果的质量和重复性，因为我们已经将测量的结果和真实的数据之间进行过综合性的测试比较。

尽管这是一个复杂和具有挑战性的分析模型，FAST的操作十分简单，用户界面友好直观。各种类型的数据输

入，屏幕可视性，打印和剪贴板拷贝都能实现。

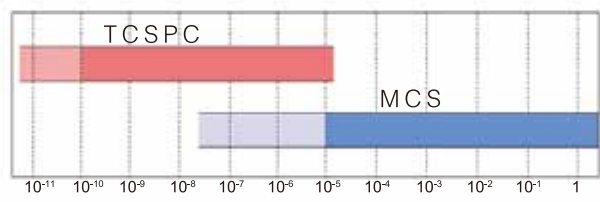
FAST软件一次能分析一个实验数据或者用Batch模式分析。Batch模式在分析大量数据和在筛选中十分有用。

高级分析工具列表：

- 寿命分布分析
- 指数组分分析
- 支持平面分析，计算寿命置信区间
- 全局指数组分分析
- 延伸指数组分分析
- Förster动力学分析
- 胶束淬灭动力学分析
- 时间分辨荧光各向异性动力学分析

## 寿命范围

爱丁堡仪器拥有独特的数据获取电子模块，联合了TCSPC和MCS（TCC1卡），这使寿命的测量范围可以覆盖12个数量级，也就是从皮秒到秒的测试。因此，可测的寿命范围只是由光源和可用的检测器来决定。

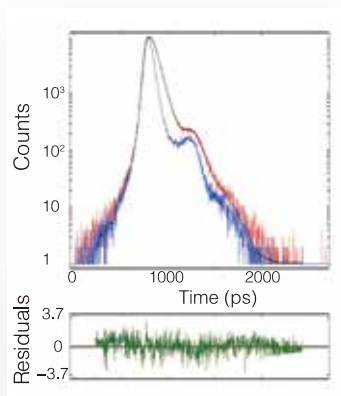


图片显示了以上两种数据获取技术的寿命测试范围。颜色加深的部分是利用FLS980标准光源，纳秒闪光灯（TCSPC）和微秒闪光灯（MCS）就能够实现的。如果使用短脉宽的光源和高速检测器，TCSPC可以测到更短的寿命。如果我们使用纳秒脉冲中低频激光光源，MCS时间测试范围也能达到更短。

## 软件界面

以前进行光致发光寿命测试是比较麻烦的，但是在FLS980上寿命测试就和光谱测试一样简单。

所有数据获取电子部分的设置和控制函数都嵌入F980的光谱控制软件当中。稳态测量到瞬态测量的转化只需要轻点鼠标就能实现。复杂的硬件配置全部由工厂



样品：DASPI，溶解于乙醇  
测试条件：  
EPL375，MCP-PMT，发射侧偏振片角度为魔角  
 $\lambda_{ex}=375\text{ nm}$ ， $\Delta\lambda_{ex}=1.5\text{ nm}$   
(激光线宽)， $\lambda_{em}=585\text{ nm}$ ， $\Delta\lambda_{em}=20\text{ nm}$

时间分辨率：2.441 ps，时间通道 2096

测量时间：80 s；

IRF宽度：95 ps，寿命结果： $(68 \pm 5)\text{ ps}$ （FAST软件分析）

短寿命测试必须要经过重卷积计算分析才能从原始测量数据中得到真实数值。寿命的分辨率也会受到很多因素的影响，比如仪器响应因子（IRF），系统的稳定性，衰减曲线和IRF曲线的数据准确性，衰减曲线和IRF曲线的实验条件和一致性，单指数或者多指数方程等。

完成，您只需要专注于您的样品测量和数据处理。

F980拥有全套的重卷积分析方法，同时，还有高级的分析软件（FAST）可供选择。直接可以进行数据显示和输出并与计算机硬件和软件技术兼容。

## 时间分辨光致发光测量软件功能

### 测量模式

- 信号采集速率
- 手动寿命测量
- 多寿命测量
- 时间分辨激发光谱
- 时间分辨发射光谱
- 荧光各向异性
- 温控寿命测量
- 样品温度监测
- 多位样品和微孔板测量

### 控制特点

- 激发和发射单色器波长选择
- 样品选择（多池样品支架）
- 检测器选择（多至3个）
- nF920闪光灯电压，频率控制和气压监控
- 程控衰减器
- 多种光源
- 偏振片选择和定位
- 低温控制器
- 峰计数测量和时间预设
- 正接和反接模式
- START和STOP的CFD设置：阈值、过零和分配器
- 通道选择：
  - 512–8192通道（TCSPC）
  - 500–8000通道（MCS）
- 寿命范围选择
  - 2.5ns–50us(TCSPC)
  - 5us–1000s(MCS)

### 分析特点

- 非线性最小二乘法拟合
- 指数重卷积或简单尾部拟合
- 1–4级指数衰减寿命拟合，固定或自由参数
- 位移参数，可指定或者作为自由参数
- 背景拟合，可指定或者作为自由参数
- 均方根拟合度测试
- 权重偏差，Durbin–Watson参数
- 自动校正方程
- 各向异性计算
- 时间分辨光谱

# 揭示光致发光的秘密



## 温度控制样品支架

### 电制冷样品架



温控样品池支架，温度范围-10℃到105℃（温度范围可扩展）。F980的软件可以完全控制支架，实现温度设置和温度依赖测量。四池样品支架可选。

### 低温液氮杜瓦瓶（77K恒温）



包含一个石英杜瓦瓶，样品装在一根石英样品管中，进入到液氮中。该附件自带一个顶盖。

### 低温恒温器



牛津仪器液氮或者液氦低温附件带ITC控制。

F980软件可以和低温恒温器进行通讯，可以在计算机控制下测试一系列温度依赖的稳态和寿命光谱。低温恒温器带有与样品仓耦合的适配器。

## 显微镜耦合

FLS980可以使用光纤耦合附件与正置或者倒置显微镜相连。可以进行稳态光谱或者寿命测试。



## 激发光源

### Xe1氙灯

Xe1是450W除臭氙灯，发光范围230-2600nm（经过激发单色器之后实际范围为230-1000nm）。氙灯带有集成的电源，实时显示使用时间和功率。通过高质量的离轴抛物面镜，从光源发出来的光可以重新聚焦进入单色器。

### μF2 微秒闪光灯

μF2脉冲微秒闪光灯可以产生短至微秒，高能量的脉冲光，闪烁频率最大为100Hz，是理想的磷光寿命测试的光源。测试范围微秒到秒。

### nF920纳秒闪光灯

nF920是闸流管触发，全金属脉冲光源。工作的时候需要冲入氢气或者氮气来产生亚纳秒光学脉冲，覆盖远紫外到可见区光谱范围（115-400nm），依赖于光学元件和所充入的气体（一般来说200-400nm），最大重复频率100KHz。

### 其他TCSPC测试光源

#### • EPLs-激光二极管

EPL系列激光二极管能够产生皮秒持续脉冲（<100ps），最大闪烁频率20MHz，是一种理想的TCSPC测试光源。这种新型的激光器结构紧凑，只需一个电源适配器即可使用。EPL激光可选波长为375 nm，405 nm，445 nm，470 nm，485 nm，515 nm，大于630 nm的不连续波长。其他皮秒脉冲半导体激光也能使用。

#### • EPLEDs—发光二极管

脉冲发光二极管EPLD系列可以产生亚纳秒级（<750ps）光学脉冲，最大闪烁频率可达10MHz，适用于TCSPC测量。EPLEDs可选波长范围覆盖紫外可见区，从250nm开始可以选择。其他皮秒脉冲二极管也可以使用。

### 其他可选进行TCSPC测试的光源

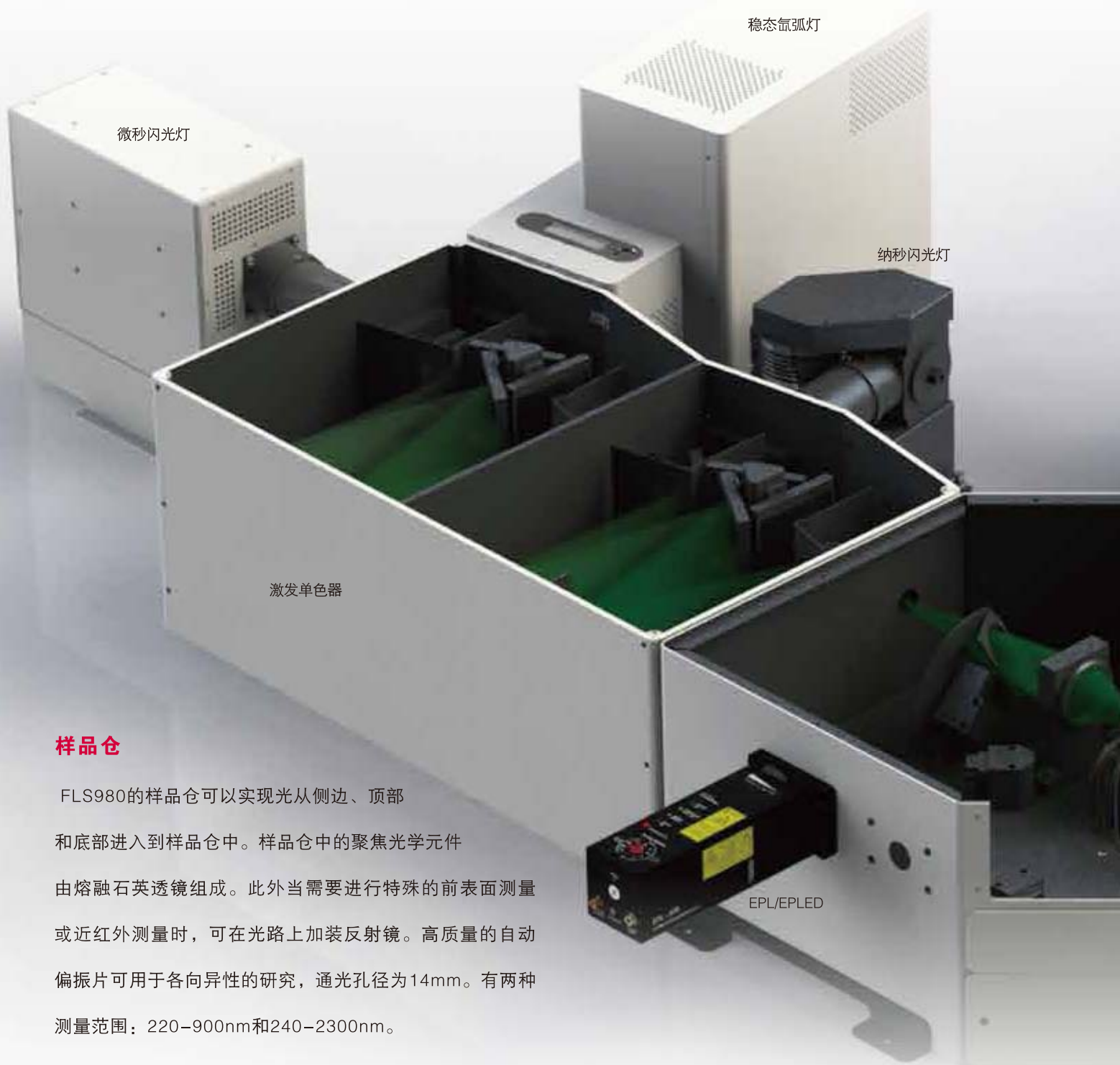
- 钛蓝宝石激光器
- 超连续光纤耦合激光器

注意：当使用超连续激光时要遵照安全知识操作

### 可选MCS测量光源

- μF1 5W微秒闪光灯
- 谐波Q-开关固体激光器（如Nd：YAG）
- 可选泵浦示波器（OPOs）或者染料激光器

# FLS980—把稳态测量和时间分



## 样品仓

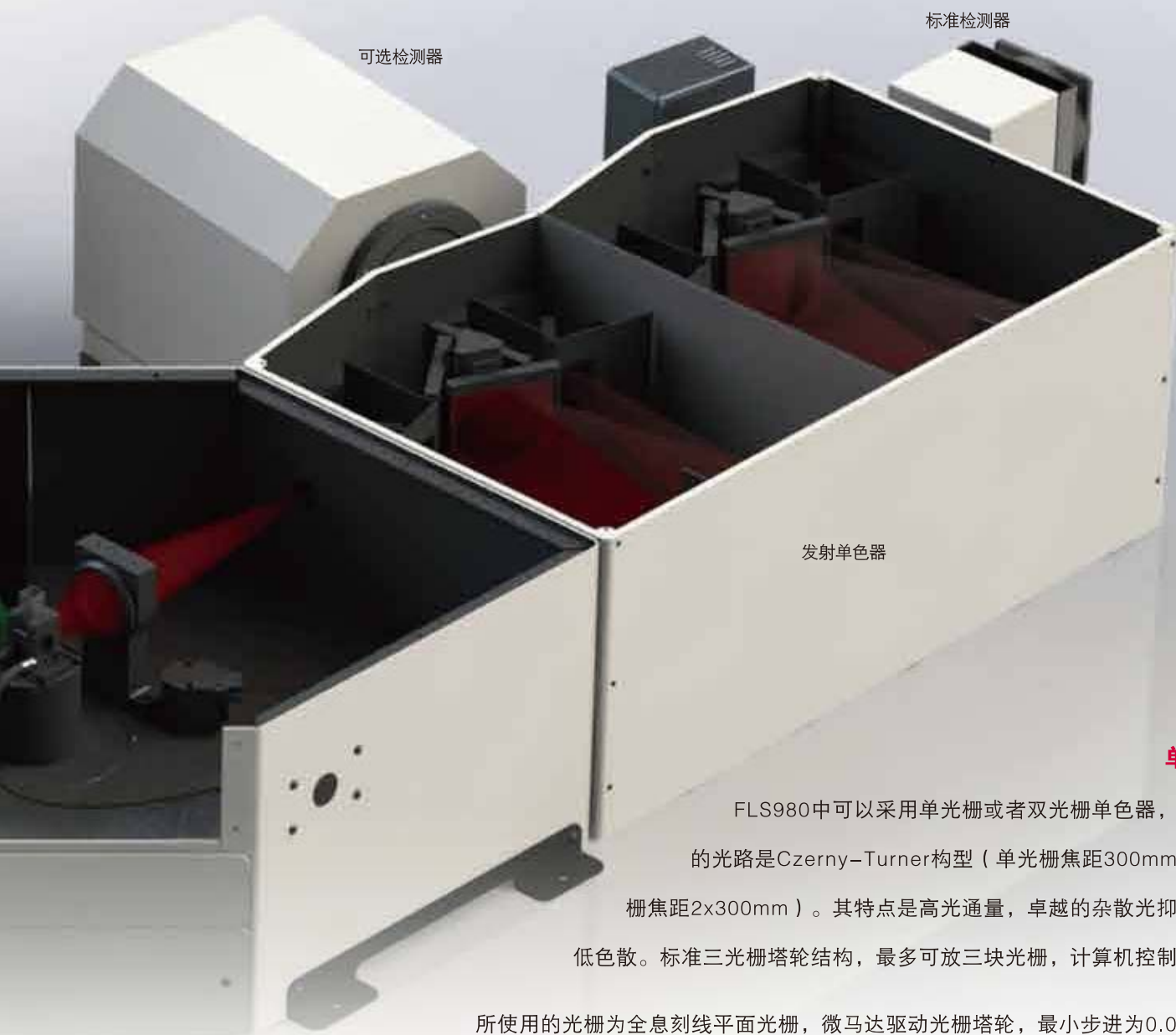
FLS980的样品仓可以实现光从侧边、顶部和底部进入到样品仓中。样品仓中的聚焦光学元件由熔融石英透镜组成。此外当需要进行特殊的前表面测量或近红外测量时，可在光路上加装反射镜。高质量的自动偏振片可用于各向异性的研究，通光孔径为14mm。有两种测量范围：220–900nm和240–2300nm。

FLS980的样品仓侧面有一个额外的激光入射口可连接外部激光（图中放置EPL的接口）。

光束通过这个接口进入并照射到各种样品支架上，如前表面样品架或者积分球，具有很大的灵活性。

底部样品仓通道可确保与顶部放置的低温附件的兼容性，并使操作变得简单。其他样品支架的取放及定位也非常方便。

# 辨测量联合在一起



## 单色器

FLS980中可以采用单光栅或者双光栅单色器，单色器的光路是Czerny-Turner构型（单光栅焦距300mm，双光栅焦距2x300mm）。其特点是高光通量，卓越的杂散光抑制率和低色散。标准三光栅塔轮结构，最多可放三块光栅，计算机控制狭缝。

所使用的光栅为全息刻线平面光栅，微马达驱动光栅塔轮，最小步进为0.05nm，最大驱动速度为200nm/s。

激发单色器里有一个集成的计算机控制的激发快门用于控制样品暴露在光照下的时间，发射单色器也有一个集成的快门用于保护检测器。

所有的单色器均带有计算机控制的摇摆镜进行端口选择，同时包含电动滤光片轮用于过滤高级散射光。

## 检测器

可选全谱范围的检测器用于光谱范围的扩展和减少仪器响应宽度。

### 制冷R928P光电倍增管（标准配置）

光谱响应范围200–870nm，暗计数<50cps（-20°C）

检测器工作模式为单光子计数模式。当用于TCSPC测试时，仪器响应宽度为~600ps。

### 高速制冷光电倍增管（可选）

这款检测器在整体的灵敏度上有些降低，但是检测响应时间非常快，约为200ps，十分有益于TCSPC测试。

光谱范围230–870nm，暗计数<100cps(0°C)。

### 制冷MCP-PMT（可选）

这是进行TCSPC寿命测试的最佳检测器，响应时间<25ps。用在爱丁堡仪器的FLS980上可以实现仪器响应宽度<50ps。该检测器的暗计数<50cps(-20°C)，光谱响应范围为200–850nm。

### R2658P光电倍增管（可选）

这款侧窗光电倍增管在近红外区有很好的灵敏度，光谱响应区间200–1010nm，暗计数约为100cps（-20°C）

检测器响应为600ps。

### 近红外光电倍增管（可选）

NIR-PMTs使光子计数的范围延伸至1700nm。这些检测器是进行近红外测试的极好选择。以前使用的只有模拟检测器。主要有全自动液氮制冷型和电制冷型，后者的光谱检测范围有所缩短，大约从950nm开始检测。

### 模拟检测器（可选）

三种可选InGaAs检测器可以覆盖光谱范围分别为1.65 $\mu\text{m}$ ，2.05 $\mu\text{m}$ 和2.55 $\mu\text{m}$ ，冷却方式均为电制冷。这些检测器的响应性能会随着波长的增加而降低。

通常这些检测器只能使用在稳态测量当中，但是加配脉冲光源后，也可实现瞬态寿命的测试。

InAs和InSb可以覆盖的光谱范围到5.5 $\mu\text{m}$ ，均为液氮制冷。

## 样品支架

### 前表面样品架

前表面样品架可以通过外部进行调节来精确定位样品的位置。这个附件带有可拆卸的样品池接入口（如图所示）和薄膜/片状样品夹以及微量样品支架。



### 三池样品池支架

三池样品池支架可以进行冷却剂循环和温度监测。每一个样品池位置上均带有一个滤光片支架。



### 积分球

积分球可以实现绝对量子产率测量，反射率和色度测量。带有液体、粉末和薄膜支架可以进行直接和间接量子产率测量。



### 微孔板阅读器

这个附件通过石英光纤来与FLS980耦合。可以进行12至384孔板的光谱测量，寿命测量以及传统的强度测量。可测液体或者粉末样品。



### 其他样品支架选项

- 可旋转前表面样品支架
- 前表面样品夹具（薄膜）
- 基于XY平台的前表面样品支架
- 计算机控制的XY样品台
- 电致发光样品夹具（片状样品）

### 光纤附件

- 分叉光纤束平台（微孔板阅读器，远程监控）
- 单光纤束平台（显微镜耦合样品发射）
- 终止光纤的光纤平台
- 液态光导光纤平台（显微照射样品发射光谱）



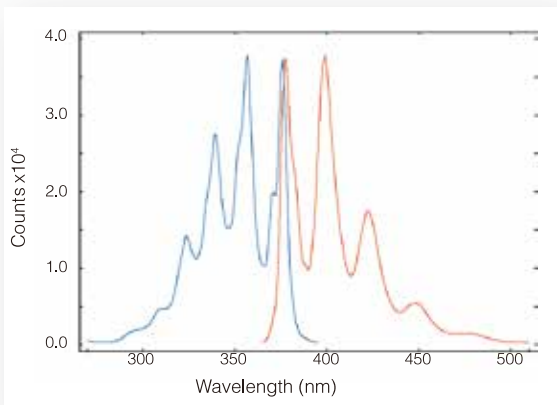


# 稳态样品测量及应用

## 激发和发射扫描

激发和发射光谱扫描是荧光光谱中的标准测试选项。

图片显示了蒽在脱气环己烷的激发和发射光谱图。



样品: 蒽溶解于环己烷 ( $10^{-6}$ M)

测量条件:  $\lambda_{ex} = 358$  nm 发射光谱扫描,  $\lambda_{em} = 400$  nm

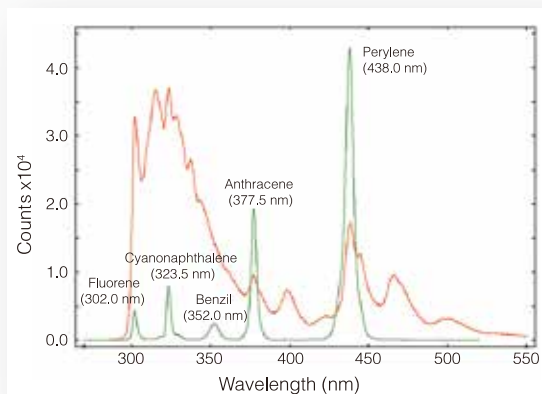
校正激发光谱扫描,  $\Delta \lambda_{ex} = \Delta \lambda_{em} = 0.4$  nm,

步进 = 1 nm, 积分时间 = 1 s

## 同步扫描

在同步扫描中, 激发和发射单色器波长以一个预设的差值进行扫描。

图片显示了溶解有5种不同芳香烃的环己烷溶液的同步光谱。红线代表传统的发射扫描, 绿线代表同步扫描(0差值)通过同步光谱, 我们可以轻易地把五种烃类分开。



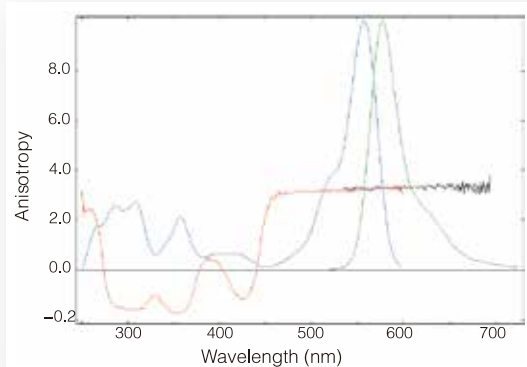
样品: 溶解于环己烷中的五种芳香烃

测量条件:  $\lambda_{ex} = 280$  nm 发射光谱扫描,  $\Delta \lambda_{ex} = \Delta \lambda_{em} = 0.5$  nm,

步进 = 0.5 nm, 积分时间 = 1 s, offset = 0 nm

## 稳态荧光各向异性

稳态荧光各向异性光谱可以从偏振的激发和发射光谱中获得。其中荧光各向异性激发光谱更有重要性, 它与激发各向异性有直接的联系, 并与激发和发射之间的偶极取向相关。温度和溶剂效应依赖的各向异性对于直接研究荧光团的分子转动和荧光标记分子的转动来说是一个非常有利的工具。



样品: 丙三醇中罗丹明B ( $10^{-5}$ M)

测量条件:  $\lambda_{ex} = 515$  nm 发射光谱扫描,  $\lambda_{em} = 610$  nm

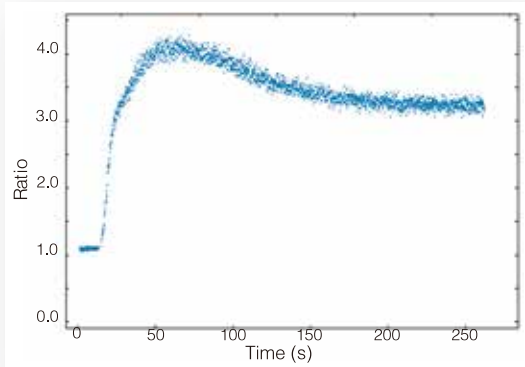
激发光谱扫描,  $\Delta \lambda_{ex} = \Delta \lambda_{em} = 1$  nm, 步进 = 1 nm,

积分时间 = 1 s, 样品温度 =  $+10^{\circ}$  C

G因子校正稳态荧光各向异性光谱(红色和黑色曲线), 激发和发射光谱(蓝色和绿色曲线)

## 动力学测试

动力学扫描揭示了样品荧光在固定的激发和发射波长下动态的改变。发光在毫秒到秒级比如长磷光, 化学反应或者细胞中的化学迁移, 都可以使用动力学扫描进行研究。以下例子采用T型FLS980进行双波长检测, 同步测试钙离子活性荧光团Indo-1。两个发射光路设置不同的波长进行测量。



样品: Indo-1标记人类血小板细胞, 1mM  $Ca^{2+}$

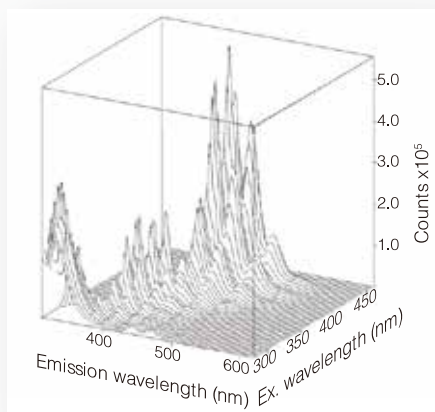
测量条件:  $\lambda_{ex} = 340$  nm,  $\lambda_{em1} = 485$  nm,  $\lambda_{em2} = 410$  nm,

$\Delta \lambda_{ex} = \Delta \lambda_{em} = 1$  nm, 积分时间 = 0.5 s

## 激发-发射三维图

FLS980测试方法、显示和分析选项的多样性使其可以进行未知发光样品或者是包含不同荧光团的样品的快速检测。

其中一种测试方法就是通过改变一系列的激发波长来进行发射光谱的扫描。结果可以用3D或者是等高线图显示。

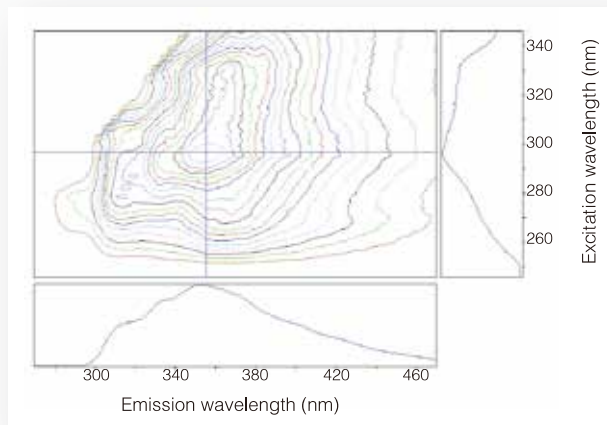


样品: 三种有机染料溶液, 萘, 蒽和二萘嵌苯

测量条件: Xe1, R928P,  $280 \text{ nm} \leq \lambda_{\text{ex}} \leq 460 \text{ nm}$ ,  $310 \text{ nm} \leq \lambda_{\text{em}} \leq 620 \text{ nm}$ ,  $\Delta \lambda_{\text{ex}} = \Delta \lambda_{\text{em}} = 2 \text{ nm}$ , 积分时间 = 0.5 s, 重复扫描次数: 1.

## 等高线图

激发、发射和同步扫描只需要在工具栏上单击鼠标就可以用等高线图来显示。等高线图可以提供样品的指纹信息。光标显示允许用户直接进行激发和发射性质的比较。



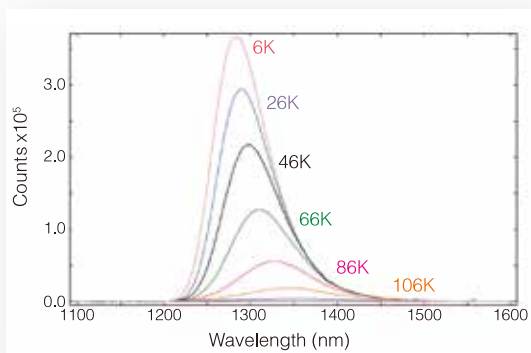
样品: 原油激发发射三维图

测量条件:  $245 \text{ nm} \leq \lambda_{\text{ex}} \leq 345 \text{ nm}$ ,  $275 \text{ nm} \leq \lambda_{\text{em}} \leq 465 \text{ nm}$ ,  $\Delta \lambda_{\text{ex}} = \Delta \lambda_{\text{em}} = 1.0 \text{ nm}$ , 步进 = 1.0 nm, 积分时间 = 0.1 s

## 温度相关光谱

F980可以与牛津仪器的Optistat<sup>DN</sup> (液氮) 和Optistat<sup>CF</sup> (液氮) 进行通讯连接 (连同电制冷的样品支架)。

温度变化图可以通过在一个预设的温度范围扫描一系列激发、发射或者同步扫描来获得。每一次单独的扫描会在温度达到预设值时自动开始。



样品:  $\text{CuInSe}_2$  (一种用于光伏电池的材料)

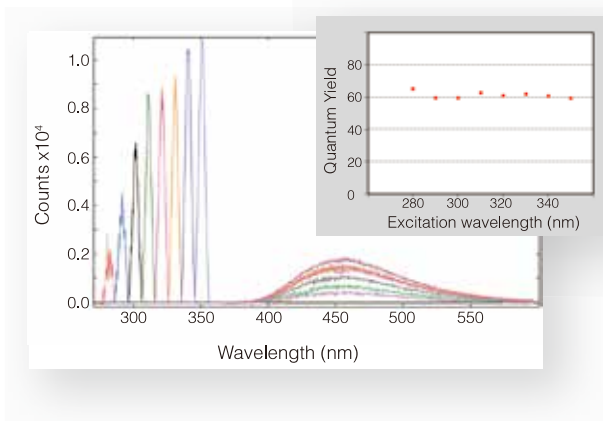
测量条件: F980 控制Optistat<sup>CF</sup>, Xe1, NIR-PMT;  $\lambda_{\text{ex}} = 694 \text{ nm}$ ,  $\Delta \lambda_{\text{ex}} = 10 \text{ nm}$ ,  $\Delta \lambda_{\text{em}} = 5 \text{ nm}$ , 步进: 1nm, 积分时间: 0.2 s, 温度范围: 6K-106K, 步进20K



## 绝对量子产率测量

与相对量子产率相比，绝对荧光量子产率测量应用得越来越广泛。因为后者不需要量子产率的标准样品，广泛适用于液体、薄膜和粉末样品，并且我们也能获得近红外区的量子产率。

图片显示一种标准有机染料的量子产率与所选激发波长无关。图的左边是所采用的八种不同波长的激发光，右边是相应的激发光谱，纵坐标均除以5。内插图为不同激发波长下计算得到的量子产率。



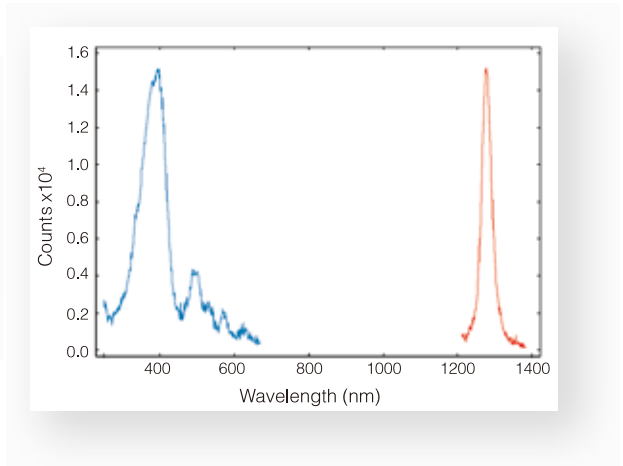
样品:高氯酸中的硫酸氢奎宁

测量条件: 积分球,  $\Delta \lambda_{ex}=5.0$  nm,  $\Delta \lambda_{em}=0.5$  nm, 0.3 s积分时间

## 单线态氧的稳态发射

单线态氧的稳态发光十分弱，过去研究者们要使用强激光光源进行激发来进行监测。

而现在，FLS980使用宽带氙灯为激发光源，就能测到单线态氧的激发和发射光谱。下图显示乙醇中的血卟啉产生的单线态氧的荧光。在光敏物质的混合物中，可以使用激发光谱来确定单线态氧的产生。



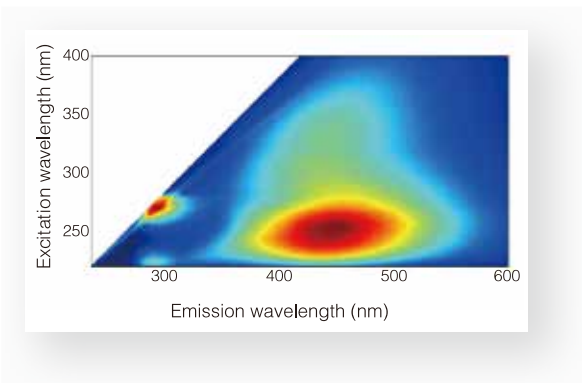
样品: 乙醇溶解的血卟啉 ( $10^{-6}$ M)产生的单线态氧

测量条件:  $\lambda_{ex} = 380$  nm发射光谱扫描,  $\lambda_{em} = 1270$  nm激发光谱扫描,

$\Delta \lambda_{ex} = \Delta \lambda_{em} = 2.0$  nm, 步进= 1.0 nm, 积分时间= 3 s

## 水质分析

水样的激发-发射三维光谱可以成功地进行水质分析。从河流和湖泊中采集的水样里包含一些特别的有机溶解物质，这些物质在紫外区发光。激发-发射光谱的等高线图为我们提供水样中有机物质的指纹谱。

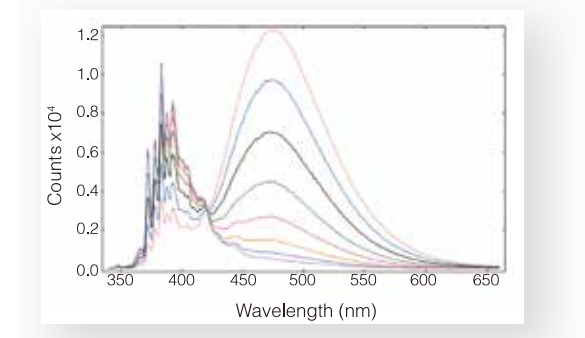


样品: 爱丁堡仪器公司附近的河流水样

测量条件: Xe1 和 R928P;  $\Delta \lambda_{ex} = 2$  nm,  $\Delta \lambda_{em} = 2$  nm, 步进: 2 nm, 积分时间: 0.1 s

## 苝单体-激基缔合物平衡

测量具有高消光系数的样品时经常会受到内滤效应的影响。这使测量的光谱会受到影响，因为入射光在接近样品池内表面的时候就被吸收了。下图显示的是在环己烷中苝的荧光发射和浓度相关的光谱。测量使用的是三角池来避免内滤效应的发生。在最低浓度的时候只有单体的荧光被检测到 (370-400nm)，而在最高浓度的时候激基缔合物 (发射峰约480nm) 占据主导位置。



样品: 苝, 溶于环己烷

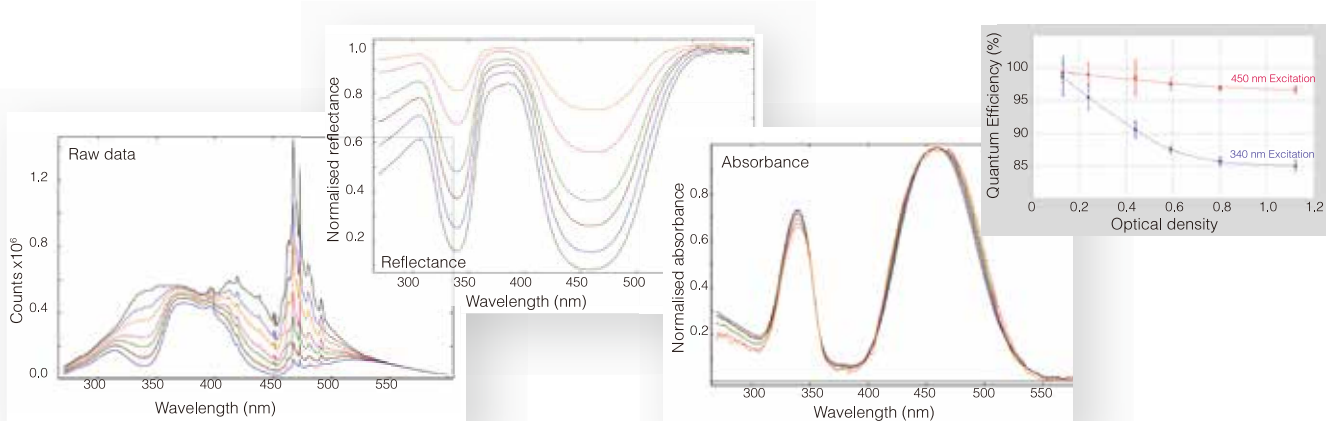
测量条件:  $\lambda_{ex} = 335$  nm  $\Delta \lambda_{ex} = \Delta \lambda_{em} = 0.5$  nm, 步进1.0 nm, 积分时间1.0 s

## 荧光粉的反射，吸收和量子产率测量

用于显示器和发光领域的荧光粉的性质可以用积分球附件来进行表征。

反射率和吸收性质可以用同步扫描来测量。用F980软件进行发射光谱的扫描并且使用量子效率测量向导就可以进行绝对光致发光量子效率的测量。

以下测量示例样品为一系列浓度的YAG:Ce荧光粉，用BaSO<sub>4</sub>粉末进行稀释得到5个不同的浓度值。结果显示不同的吸光度，而且荧光粉这种特殊样品的光致发光量子效率对于所选择的激发波长具有依赖性。

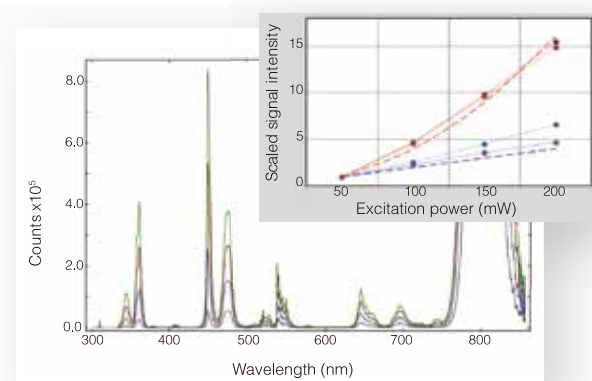


样品: YAG:Ce粉末

测量条件: Xe1, R928P, 积分球,  $\Delta \lambda_{ex} = 5 \text{ nm}$ ,  $\Delta \lambda_{em} = 0.2 \text{ nm}$ , 同步扫描, 积分时间 1 s, 同步扫描获取反射和吸收光谱, 发射光谱扫描获取量子产率

## 上转换荧光

## 色度



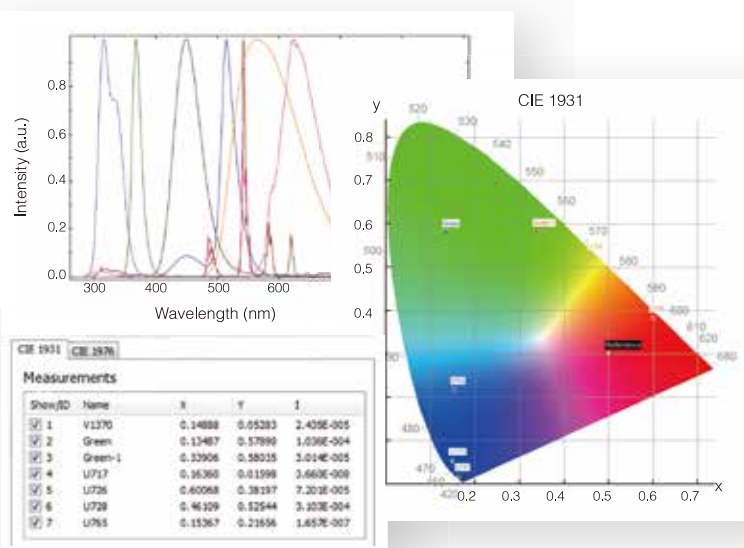
样品: Er<sup>3+</sup>/Yb<sup>3+</sup>掺杂TiO<sub>2</sub>

测量条件: 1 W 功率可调激光二极管, 标配PMT, 前表面样品支架,  $\Delta \lambda_{ex} = 980 \text{ nm}$ ,  $\Delta \lambda_{em} = 0.25 \text{ nm}$ , 积分时间0.5 s

荧光上转换材料可以吸收近红外区的长波光能然后发射出紫外可见区域的短波荧光。这种上转换的材料是目前染料敏化太阳能电池领域的热门研究材料。上图显示一种铒镱掺杂的二氧化钛粉末，在四种不同功率980nm光激发下上转换光谱。内插图显示一些波长的上转换荧光强度与激发光的功率几乎成线性关系，而另外一些波长的荧光强度与激发光的功率近乎成平方的关系。

因为荧光粉用于照明产业，所以色度和发光强度测量十分重要。

图片显示测量7中不同荧光粉的结果。F980中色度选项能够计算和显示CIE 1931和CIE 1976的色度坐标值及亮度值。



样品: 发光粉

测量条件: Xe1, R928P, 积分球,  $\Delta \lambda_{ex} = 5.0 \text{ nm}$ ,  $\Delta \lambda_{em} < 1.0 \text{ nm}$ , 步进: 2 nm, 积分时间: 1 s

# 时间分辨测量示例及应用 (TCS)

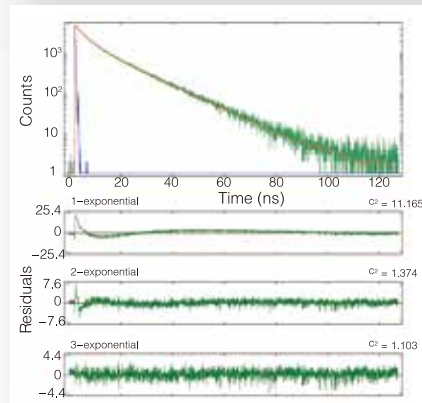
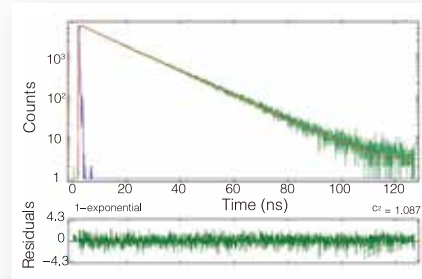
## 单指数和多指数衰减

荧光寿命是分析研究荧光团和其所处的微环境相互作用的有利工具，例如和溶剂，邻近荧光团和不发光分子之间的作用。这种环境的影响将会加快自然衰减的过程（表现为初始荧光寿命），导致更短和更加复杂的衰减动力学。

多数荧光衰减动力学都可以用单指数或者多指数方程进行分析。拟合的结果将会告诉我们所选用的模型是否合适，如果合适的话，结果会显示拟合的参数，如荧光寿命值和指前因子。

这个例子显示了样品在相同的均一溶液中，在两个不同的发射波长处测得的寿命。短波长的衰减是单指数形式，而长波长监测的衰减则需要用三级指数来进行拟合。

样品:血卟啉IX, 磷酸缓冲液中(pH7.2)  
测量条件: EPL405, MCP-PMT,  $\lambda_{ex}=398$  nm,  $\Delta\lambda_{em}=1$  nm, 重复频率: 1MHz,  $\lambda_{em}=620$  nm (上图),  $\lambda_{em}=750$  nm (下图)



数据分析: 多指数重卷积(F980).

FAST分析软件拟合

$\tau_1 = (15.02 \pm 0.03)$  ns (上图)

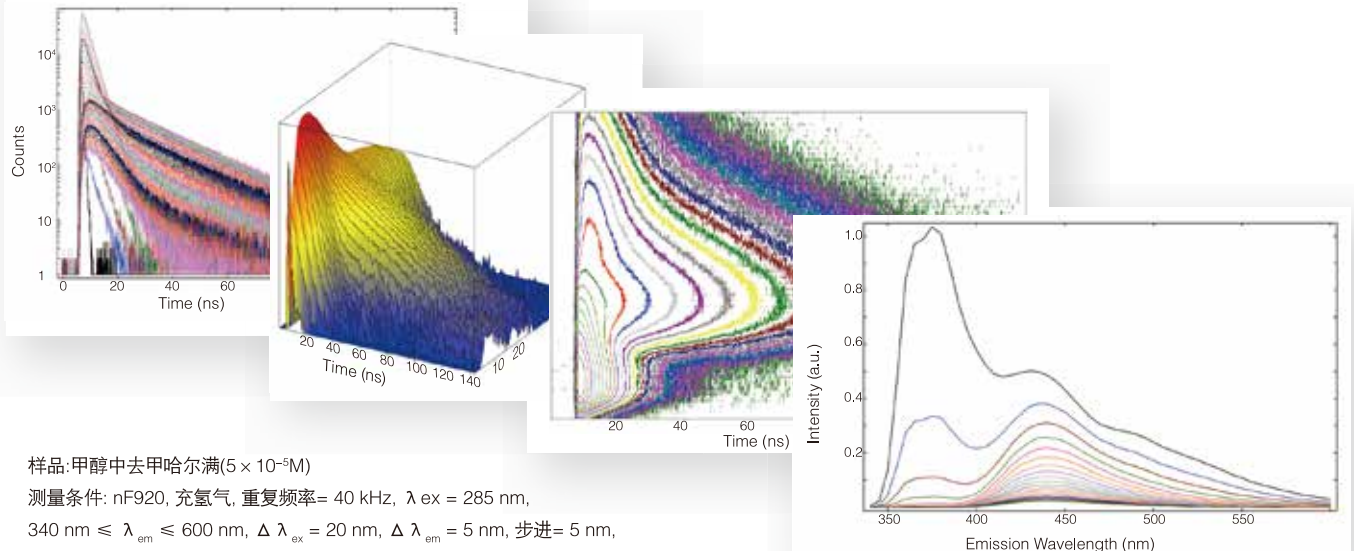
$\tau_1 = (14.80 \pm 0.20)$  ns,  $\tau_2 = (4.62 \pm 0.55)$  ns,  $\tau_3 = (0.81 \pm 0.20)$  ns (下图)

## 时间分辨发射光谱 (TRES)

TRES是研究荧光寿命的十分有用的方法，通过在预设的激发和发射波长范围内自动进行一系列的衰减测试来得到。这个测试显示了溶解在质子化溶剂中的去甲哈

尔满单荧光团的复杂的荧光衰减动力学。

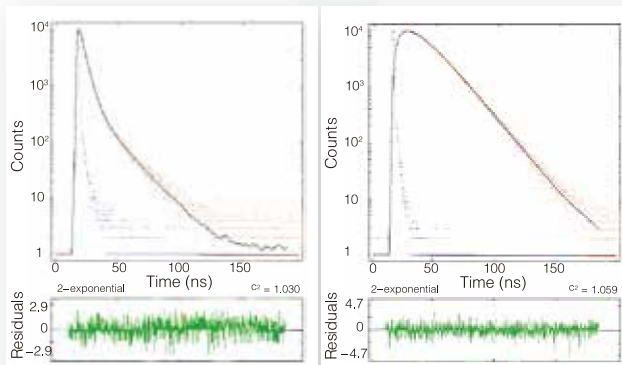
全局分析 (FAST) 揭示了三种发光物种的存在，中性形式，阳离子形式和两性离子。



样品: 甲醇中去甲哈尔满 ( $5 \times 10^{-5}$  M)  
测量条件: nF920, 充氢气, 重复频率= 40 kHz,  $\lambda_{ex} = 285$  nm,  
 $340$  nm  $\leq \lambda_{em} \leq 600$  nm,  $\Delta\lambda_{ex} = 20$  nm,  $\Delta\lambda_{em} = 5$  nm, 步进= 5 nm,

## 单体 - 激基缔合物动力学

很多物质的荧光寿命都可以用单指数或者多指数来描述，通常形成（或者生长）动力学也可以在寿命测试中观察到。这个例子显示了苊的单体 - 激基缔合物动力学。从图中看到，单体的寿命是双指数衰减，而激基缔合物先是有个指数上升，而后伴随一个指数衰减过程。上升和衰减的时间经常是相互关联的。具有相关联参数的寿命分析可以用高级数据分析软件包 FAST 实现。

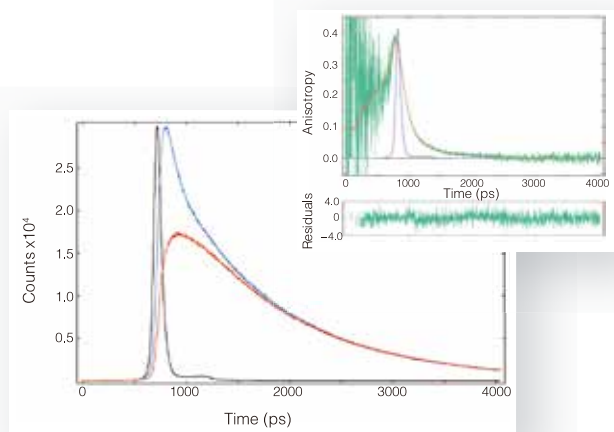


样品: 苊, 溶于环己烷( $10^{-2}$  M)

测量条件: nF920, 充氢气, 重复频率 = 40 kHz,  $\lambda_{ex} = 335$  nm,  $\lambda_{em} = 395$  nm 单体扫描,  $\lambda_{em} = 465$  nm 激基缔合物扫描,  $\Delta \lambda_{ex} = \Delta \lambda_{em} = 5$  nm, 前表面样品支架。

拟合结果: 双指数拟合:  $\tau_M = 9.3$  ns,  $\tau_E = 15.4$  ns

## 时间分辨荧光各向异性



通过用垂直的偏振光激发样品，并记录水平和垂直方向的发射光强度，可以计算得到均一样品的荧光各向异性度。荧光各向异性揭露了分子平均的转动扩散时间。

测量的例子显示测量得到的转动扩散时间位于皮秒量级。多数分子都会有转动扩散性。为了避免影响到荧光寿命的准确测量，发射偏振片通常设置为魔力角度（激发侧仍然保持垂直）

样品: 环己烷中POPOP(IRF和样品衰减使用平行和垂直的偏振片测得—左边图形), 荧光各向异性 (原始数据和拟合 - 右图)

测量条件: EPL375, MCP-PMT.  $\lambda_{ex} = 375$  nm,  $\Delta \lambda_{ex} = 2$  nm,  $\lambda_{em} = 390$  nm,  $\Delta \lambda_{em} = 2$  nm

数据分析: 各向异性重卷积, 椭圆转子模型。转动扩散时间分别为 110 ps, 150 ps and 620 ps (圆形转子模型会导致拟合的时候均方根值有所增加, 因为 POPOP 是棒状分子)

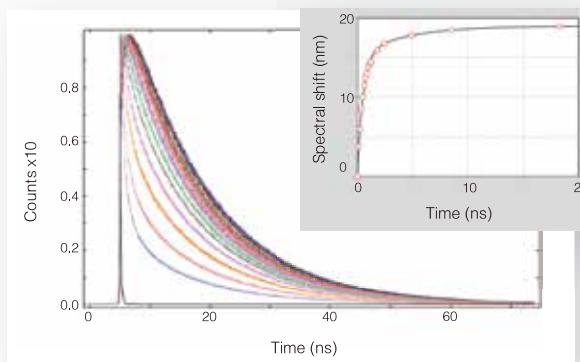
## 溶剂弛豫动力学

即使我们使用魔力角度进行测试消除了转动扩散性，在均一溶液中的荧光动力学测试依然十分复杂。

这个测量显示了溶解在极性粘稠溶剂（丙三醇）中的荧光物质的16种不同的荧光衰减情况。从短波长处的多指数衰减到长波长处的上升 - 衰减动力学。

对峰值处的发射波长进行归一化，运用全局指数衰减FAST进行分析并对指前因子进行比较，以时间为函数作图。

内插图显示光谱峰位置在双指数拟合中随着时间的推移会发生位移。



样品: 3-氨基-N-甲基邻苯二甲酰亚胺, 溶于丙三醇( $5 \mu$  M)

测量条件: EPL375,  $\Delta \lambda_{em} = 5$  nm,  $450$  nm  $\leq \lambda_{em} < 600$  nm, 10 nm steps, 8000 通道

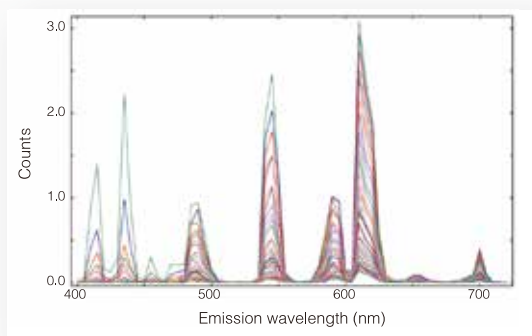
分析: 全局分析, 四级指数(FAST).

# 时间分辨测量示例及应用(MCS)

## 镧系元素时间分辨测量

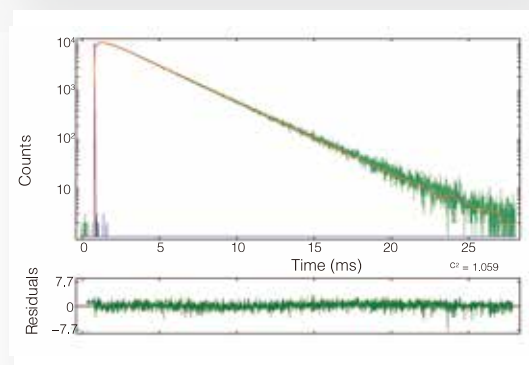
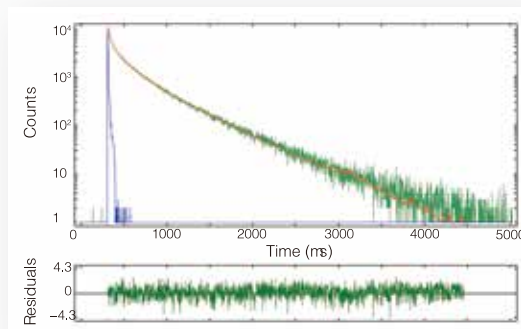
镧系元素的发光寿命范围很宽，从纳秒级到秒级。用MCS技术进行时间分辨测量是一个很好的选择。基于计数统计学的高动态范围和准确度，我们可以对复杂的衰减进行分析。

图片显示镧系元素掺杂玻璃的时间分辨测量，检测两个不同的发射波长。在短波发射的衰减是三指数形式的，而长波长发射则是先上升然后伴随着一个毫秒级衰减。



样品: 稀土掺杂玻璃(与寿命测试的条件一样)

测量条件:  $\mu F2$ ,  $\lambda_{ex}=370$  nm,  $\Delta\lambda_{ex}=\Delta\lambda_{em}=2.5$  nm, 重复频率: 100 Hz, 步进10 nm, 每50  $\mu$ s获取一个光谱



样品: 稀土掺杂玻璃

测量条件:  $\mu F2$ ,  $\lambda_{ex}=370$  nm,  $\Delta\lambda_{ex}=2.5$  nm,  $\lambda_{em}=430$  nm,  $\Delta\lambda_{em}=2.5$  nm,

重复频率: 100 Hz, 测量时间: 2min (上图),  $\lambda_{ex}=370$  nm,

$\Delta\lambda_{ex}=1.7$  nm,  $\lambda_{em}=612$  nm,  $\Delta\lambda_{em}=1.7$  nm, 重复频率: 20 Hz, 测量时间: 8 min (下图)

数据分析: 多指数重卷积, 4指数拟合能得到很好的拟合系数(上图), 下图中拟合模型包含两个上升的指数和一个衰减指数

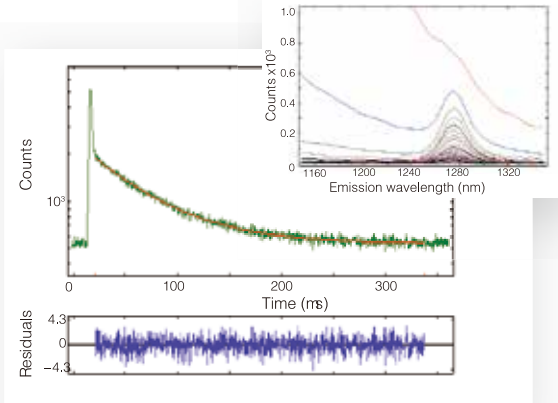




## 单线态氧的时间分辨测量

单线态氧的时间分辨测量十分具有挑战性，因为其位于1270nm处的发射光十分弱。发射光的寿命依赖于溶剂，在液体溶剂中会变得相当短。

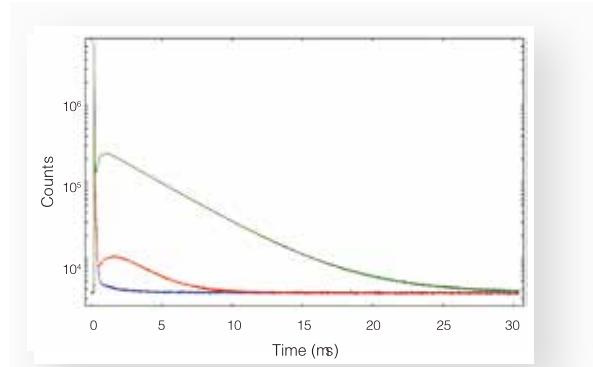
下面作图显示时间分辨单线态氧的测量，使用的



样品: 重水中的 $[\text{Ru}(\text{bpy})_3]\text{Cl}_2$ 产生的单线态氧, 样品被氧气饱和  
 测量条件:  $\mu\text{F}2$ , rep. rate 100 Hz, NIR-PMT  $\lambda_{\text{ex}} = 450 \text{ nm}$ ;  $\Delta \lambda_{\text{ex}} = 20 \text{ nm}$ ,  $\lambda_{\text{em}} = 1270 \text{ nm}$ ,  $\Delta \lambda_{\text{em}} = 12 \text{ nm}$   
 数据分析: 尾部拟合以忽略掉敏化剂的发光:  $\tau = 58.5 \mu\text{s}$   
 内插图: 时间分辨发射谱,  $10 \mu\text{s}$ 宽度的光谱切片使得单线态氧能够从背景信号中分辨出来

激发光源为标准的微秒闪光灯。通过时间分辨光谱的测量，单线态氧的发射光谱可以从背景信号中分辨出来。

右图显示使用超高时间分辨率得到的单线态氧的光谱，在本次测量中需要用到纳秒脉冲激光光源。

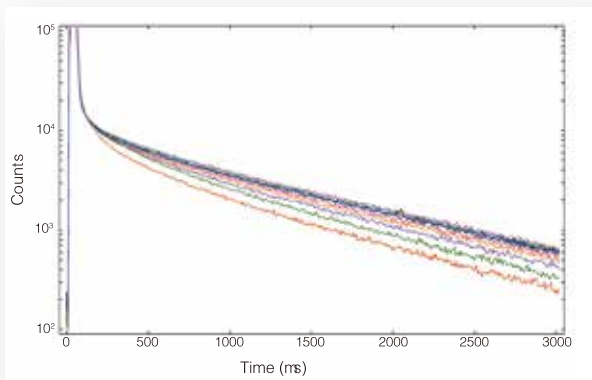


样品: 氯气e6 在水/乙醇 (绿色) 产生单线态氧, 及纯水中产生 (红色), 仪器响应函数 (蓝色)  
 测量条件: 脉冲激光, rep. rate 1 kHz, NIR-PMT,  $\lambda_{\text{ex}} = 355 \text{ nm}$ ,  $\Delta \lambda_{\text{em}} = 1 \text{ nm}$ ,  $\lambda_{\text{em}} = 1270 \text{ nm}$   
 数据分析: FAST, 水/乙醇中上升时间: 280 ns, 衰减时间:  $4.0 \mu\text{s}$   
 纯水中: 上升时间  $1.1 \mu\text{s}$ , 衰减时间  $1.9 \mu\text{s}$

## 时间分辨FRET测量

微秒尺度的时间分辨FRET测量相对于FRET技术可以提供更加准确的数据。因背景发射在纳秒级分析中可以通过检测器的门控去除，同时其他背景所处的微秒级别的残留也可以在数据的分析中消除掉。

例子显示穴状钬 (EuK) 给体在纳秒级发光的受体

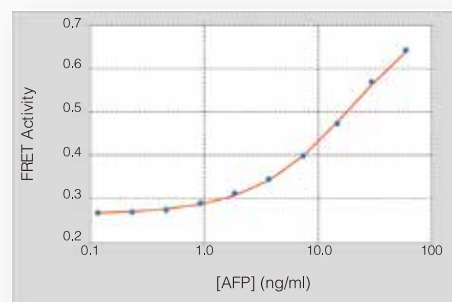


样品: EuK/受体标记抗体, AFP抗原, 在 $22^\circ\text{C}$ 下培养1小时。  
 测量条件:  $\mu\text{F} 2$  及 (  $6.5 \mu\text{s}$  ) 门控PMT.  $\lambda_{\text{ex}} = 320 \text{ nm}$ ,  $\Delta \lambda_{\text{ex}} = 20 \text{ nm}$ ,  $\lambda_{\text{em}} = 612 \text{ nm}$ ,  $\Delta \lambda_{\text{em}} = 5 \text{ nm}$ , rep rate 100 Hz

作用下荧光衰减动力学测量。

FRET淬灭受体的含量与抗原的浓度成正比，在这个例子中为人类甲胎蛋白。

在单一免疫分析中，时间分辨FRET测量的高灵敏度使得抗原的浓度比细胞标记中的阈值要低很多。



数据分析: 4指数拟合, 两个短寿命的组分代表微秒级的背景信号, 第三和第四组分代表给体分子被FRET淬灭和没有发生淬灭的组分。FRET淬灭的组分的相对含量,  $b_3/(b_3+b_4)$ , 直接与抗原浓度成正比。  
 数据分析使用的软件为FAST。



FLS980稳态及时间分辨(ps – μs –TCSPC)光谱仪，光谱范围可到1700nm。配置EPLs和ELEDs作为时间分辨测试光源，通过样品仓的激光入口接入。超连续光源连接到双光栅激发单色器一侧。



FLS980稳态瞬态及时间分辨光谱仪(μs-s-MCS模式)，光谱范围到870nm(R928P检测器)或者1010nm(R2658P检测器)。耦合激光光源(低频OPO)，可调窄带脉冲激发光源。该系统适合于铜系材料的稳态和时间分辨测量。



FLS980T构型，一个发射光路配置CCD检测器，另一端的光路配置NIR-PMT来进行近红外区光谱和寿命测试。光谱测试的光源为Xe1氙灯，微秒到秒级的寿命测试由uF2脉冲闪烁氙灯来完成。



FLS980, T构型，紫外可见到近红外稳态光谱测试。右侧的发射臂安装光电倍增管和InGaAs检测器。左侧的发射臂安装InAs和InSb检测器。

因为近红外检测器不是十分灵敏，因此需要大功率的连续激光器来激发样品。

FLS980稳态及时间分辨(ns-μsTCSPC模式)VUV光谱仪。配置VUV单色器、氘灯和nF920纳秒闪光灯。



部分配置中包含3R, 3B或者4级激光产品。需要遵循激光安全操作。

# FLS980技术参数

## 系统

光路	L构型 (标准配置) 特殊应用可选其他构型
光学元件	透镜聚焦 (标配) 或者反光镜聚焦 (可选)

## 灵敏度 (稳态)

水拉曼峰信噪比	> 12000:1 (单光栅或者双光栅, 标准配置) 激发波长350nm, 光谱带宽5nm, 积分时间1s; 计算公式为: $S/N=(I_{397}-I_{450})/I_{450}^{1/2}$
---------	--

## 寿命范围 (时间分辨)

TCSPC	TCSPC	MCS	MCS
nF 920	飞秒激光/MCP	μF2	脉冲激光
100ps~50μs	5ps~50μs	1μs~10s	10ns~10s

## 单色器

类型	Czerny-Turner
焦距	300mm (单光栅), 2x300mm (双光栅)
光栅	三光栅塔轮标配, 全计算机控制
狭缝	<25 μm 到 10 mm, 全计算机控制
杂散光抑制率	10 <sup>5</sup> (单光栅) 或 10 <sup>10</sup> (双光栅)

## 光栅

类型	平面全息或刻线光栅	双光栅单色器
标配	单光栅单色器 1800gr/mm 250/500nm闪耀波长 (分别为Ex, Em)	1200gr/mm 300/500nm闪耀波长 (分别为Ex, Em)
线色散	1.8 nm/mm	0.9 nm/mm
光谱带宽	0.05 - 18 nm	0.05 - 9 nm
波长准确度	± 0.2 nm	± 0.2 nm
波长重复性	± 0.1 nm	± 0.1 nm
最小步进	0.05 nm	0.05 nm
可选	300-2400gr/mm光栅, 实现深紫外 (VUV) 到近红外 (NIR) 测量需求	

## 光源

类型	450W无臭氧氙灯	微秒脉冲闪光灯	纳秒脉冲闪光灯
测试类型	稳态	MCS	TCSPC
工作范围	230-1000nm	200-1000nm	200-400nm
脉冲宽度	n/a	1-2 μs	<1ns
其他可选光源	有臭氧氙灯光源 光谱范围200-1000nm	中低重复频率的脉冲激光器	皮秒脉冲激光器 (EPL) (<100ps)和LED (<950ps)

## 检测器

光电倍增管	R928P	NIR-PMT	R2658P	高速检测器	MCP-PMT
光谱范围	200-900nm	300-1700nm	200-1010nm	230-870nm	200-850nm
暗计数	<50cps(-20°C)	<200kcps(-80°C)	<100cps(-20°C)	<100cps(0°C)	<50cps(-20°C)
仪器响应函数	600ps	800ps	600ps	200ps	<50ps
可选	多种类型的光电倍增管和模拟检测器可选				

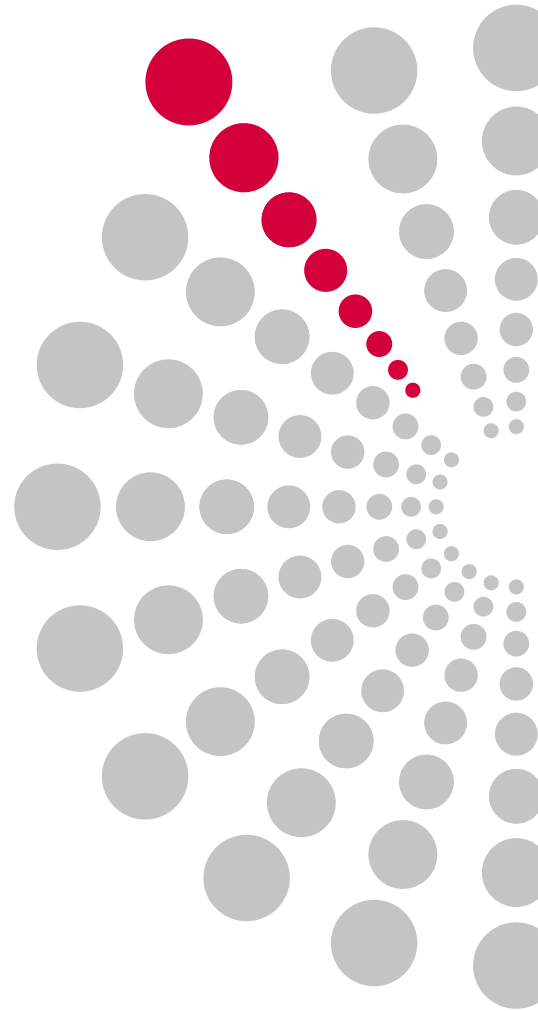
## 数据获取

模块	CB获取模块	TCC获取模式
操作模式	计数、MCS	计数、MCS、TCSPC
检测器通道	3	3
最大时间通道数	8000	8000 (MCS), 8192 (TCSPC)
最小时间分辨率	10ns	<305fs
时间范围选择	5μs-1000s	5μs-1000s (MCS), 2.5ns-50μs (TCSPC)
计算机连接	USB	USB

## 软件

操作系统	Windows7™
数据处理	数学运算, 平滑, 积分, 微分, 2D和3D光谱, 等高线图, 色度, 量子产率, 多指数重卷积拟合, FAST高级荧光寿命分析软件
可选	(寿命分布, 批量分析, 全局分析, 各向异性寿命, FRET分析, 多指数分析, 胶束淬灭和 Föster 淬灭)

爱丁堡仪器将保持不断升级, 我们将保留不做任何通知修改仪器指标的权力。



**For more information contact:**

Edinburgh Instruments Ltd  
2 Bain Square  
Kirkton Campus  
Livingston  
EH54 7DQ  
United Kingdom

Telephone  
+44(0) 1506 425 300  
Facsimile  
+44(0) 1506 425 320

Email  
sales@adinst.com  
Website  
edinburghphotonics.com



# **Techcomp 天美(中国)科学仪器有限公司 TECHCOMP(CHINA)LTD.**

**天美科技有限公司**

香港九龙葵涌青山道552-566号美达中心6楼  
t 852-2751 9488  
f 00852-2751 9477  
e techcomp@techcomp.com.hk

**沈阳分公司**

沈阳市铁西区北二中路5号天文大厦1502室(110025)  
t 024-2281 3328  
f 024-2281 3378  
e shenyang@techcomp.cn

**济南分公司**

济南市历城区二环东路3218号发展大厦A座503室(250100)  
t 0531-8816 3911/12  
f 0531-8816 3913  
e jinan@techcomp.cn

**兰州分公司**

兰州市城关区甘南路68号5单元805室(730000)  
t 0931-8724 022/8724 522  
f 0931-8721 686  
e lanzhou@techcomp.cn

**天美(中国)科学仪器有限公司**

北京市朝阳区天畅园7号楼(100107)  
t 010-6401 0651  
f 010-6406 0202  
e techcomp@techcomp.cn

**成都分公司**

成都市锦江区琉璃路8号华润广场B座601 (610021)  
t 028-8525 1595/8521 6168/8419 1669  
f 028-8523 3027  
e chengdu@techcomp.cn

**天津分公司**

天津市和平区卫津路155号博联大厦1109室(300070)  
t 022-2335 2643  
f 022-2352 0465  
e tianjin@techcomp.cn

**深圳分公司**

深圳市深南中路6007号安徽大厦1712室(518040)  
t 0755-8386 7531/8386 0252  
f 0755-8386 0232  
e shenzhen@techcomp.cn

**上海分公司**

上海市桂平路333号5号楼6楼(200233)  
t 021-6487 0138  
f 021-6487 0142  
e shanghai@techcomp.cn

**西安分公司**

西安市友谊东路6号新兴翰园207室(710054)  
t 029-8258 2528  
f 029-8258 2053  
e xian@techcomp.cn

**福州分公司**

福州市仓山区闽江大道260号红星国际晶品大厦1#2612-2613(350001)  
t 0591-8767 3616  
f 0591-8767 3973  
e fuzhou@techcomp.cn

**昆明分公司**

昆明市北京路985号时光俊园2幢1单元1405室(650224)  
t 0871-5627 504  
f 0871-5625 554  
e kunming@techcomp.cn

**广州分公司**

广州市体育西路109号高盛大厦16C(510620)  
t 020-3889 9384  
f 020-3889 9584  
e guangzhou@techcomp.cn

**武汉分公司**

武汉市武昌区中北路233号世纪大厦506-507室(430062)  
t 027-8725 9095  
f 027-8725 9179  
e wuhan@techcomp.cn

**重庆分公司**

重庆市九龙坡区科园一路2号大西洋国际大厦1006室(400039)  
t 023-6879 4896  
f 023-6879 4856  
e chongqing@techcomp.cn

**天美(澳门离岸商业服务)有限公司**

澳门新口岸北京街202A-246号澳门金融中心10楼K室  
t 853-2870 5075  
f 853-2870 5072  
e macau@techcomp.com.hk

[www.techcomp.com.hk](http://www.techcomp.com.hk)  
[www.techcomp.com.cn](http://www.techcomp.com.cn)

**800-810-7890**  
**400-810-7898**



天美(中国)官方网站 天美(中国)官方微信