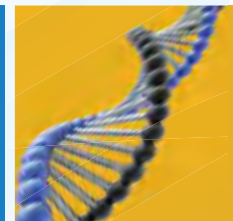
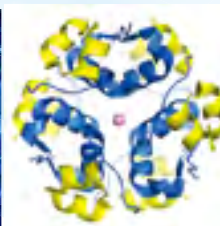
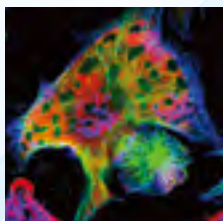
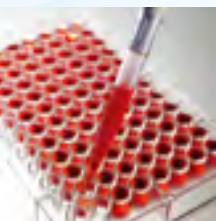


# HORIBA

## Fluorolog-QM™ 系列

模块化稳瞬态荧光光谱仪



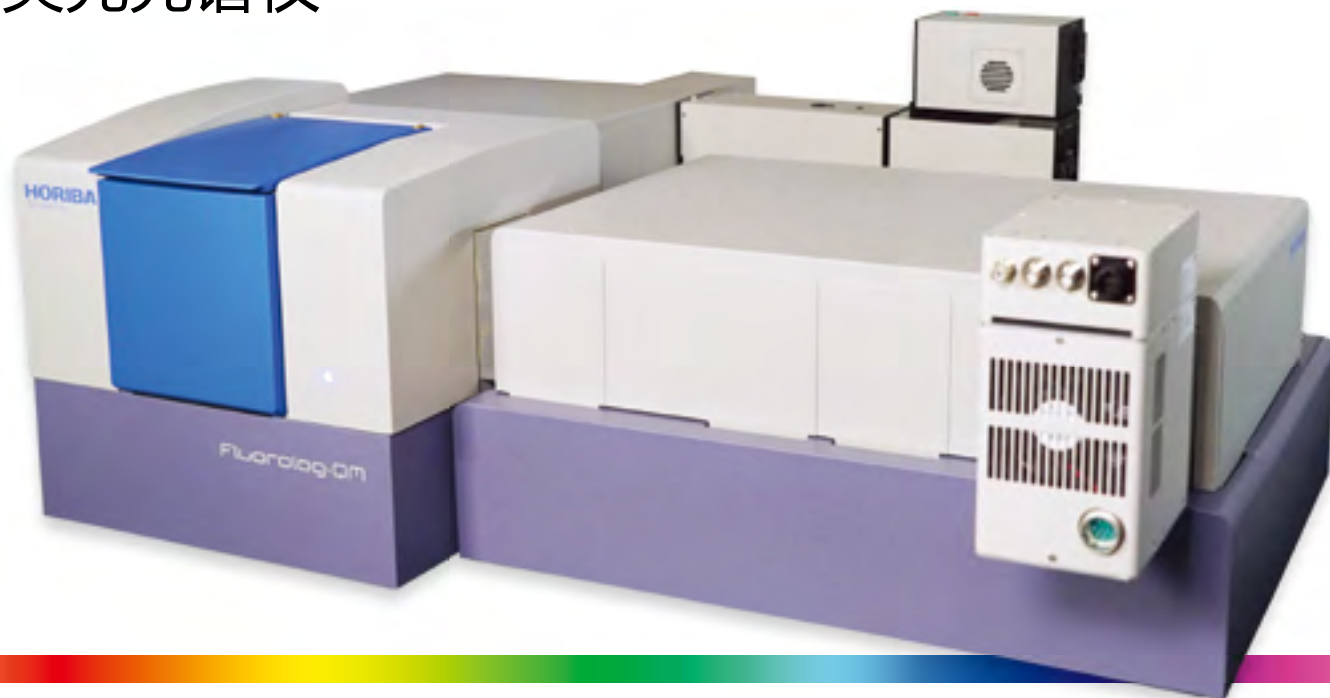
新一代高灵敏度、高灵活性



# Fluorolog-QM<sup>TM</sup>

## 第四代 Fluorolog

### 荧光光谱仪



## “仪器性能、通用性及操作便捷性的飞跃提升”

### Fluorolog-QM<sup>TM</sup> 独特优势

- 反射式光路设计，保证全波长范围性能优化
- 高灵敏度保证
- 优异的杂散光抑制比，像差校正长焦长单色仪（单级：350 mm，双级：700 mm）
- 新一代专业分析软件，满足所有稳态和寿命测试需求，具有多种全新功能
- 扩展波长范围，从深紫外到近红外区域
- 可同时连接 4 种光源和 6 个检测器，且全部由电脑控制，实现多功能测试
- 即插即用，100 MHz 脉冲光源，强化 TCSPC 寿命功能
- 近红外稳态和磷光寿命检测波长至 5500 nm
- 优化的光学设计，深紫外激发（低至 180 nm），无臭氧

# Fluorolog-QM™ 系列

HORIBA Fluorolog-QM 系列模块化科研级荧光光谱仪是闻名于世的 HORIBA 第四代荧光光谱仪，第一代于 1975 年由 Spex Industries 公司开发。

Fluorolog-QM 代表了数十年 HORIBA 的行业先进经验以及制造高水平和功能多样性的荧光光谱仪的顶峰。

相较于其他任何荧光光谱仪，Fluorolog-QM 以其精致的造型，全波长范围内卓越的反射性能以及众多的光源和检测器选择方案，多种附件选择方案等优势，为荧光测试提供无与伦比的高灵敏度 and 无限拓展性。

Fluorolog-QM 可搭配行业内广泛的可选配件进行拓展，以适应多种发光测试实验，从而满足所有严苛的实验测试需求。

当您购买了一台 Fluorolog-QM，系统可在您需求变化时随时进行拓展。

在世界各地的大学和研究所，在上千所的大学或实验室中，以及上万篇文章和书籍的报道中，Fluorolog 证明了是稳态、时间分辨、TCSPC 和 PLQY 测试的理想选择。

FluoroMax, Nanolog, Aqualog, Duetta, Nanolog, DeltaFlex, DeltaPro,

Ultima, EasyRatioPro, RatioMaster, NanoLED, SpectraLED, DeltaDiode, DataStation, DAS6, FelixFL, FluorEssence, EzSpec, EzTime, NanoSizer 都是 HORIBA 的商标或注册商标。



# 技术和应用

Fluorolog-QM 涵盖广泛的发光相关研究



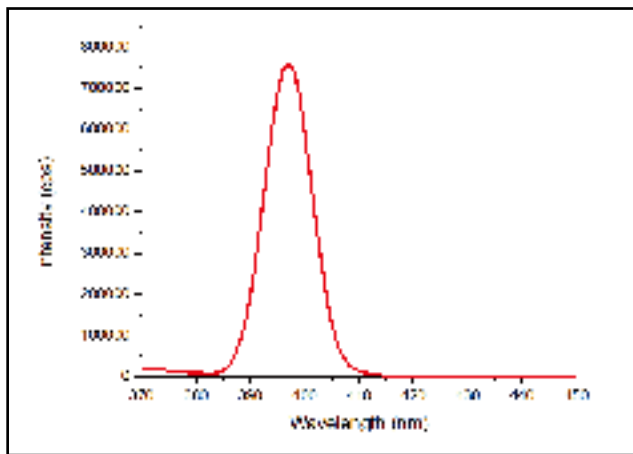
材料研究 · 地球科学



• 化学 • 食品科学 • 生命科学

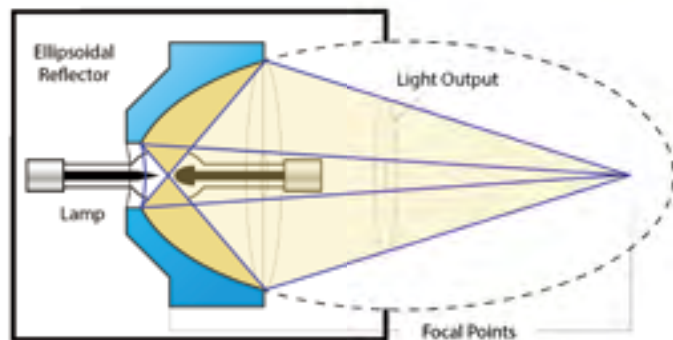
# 超高的灵敏度

荧光光谱仪灵敏度测试的行业标准是根据水拉曼计算信噪比。Fluorolog-QM 的信噪比在标准测试中已被证实具有超高水平，并且是在使用超低功率光源条件下实现的。



Fluorolog-QM 的水拉曼光谱, 信噪比 >35000:1  
(实验条件: 激发波长 = 350 nm, 激发侧狭缝=发射侧狭缝= 5 nm, 积分时间 = 1 s.)

HORIBA 独特的 PowerArc™ 型氙灯光源配合椭球形反射镜, 实现 70% 超高聚光效率, 并可将来束聚焦在单色仪狭缝处极小的点上。



独特的 75 W 氙灯外壳设计, 配有两个收集镜, 光收集率达 70%, 输出与传统 450 W 氙灯同等有效光, 但具有更明亮的焦点。

因此, Fluorolog-QM 独有的标准 75 W 氙灯比其他公司的高功率氙灯更高效地激发样品, 这样可以减少光源功率过大带来的高能耗与高热量, 维护成本也显著降低, 同时灵敏度也依然超过市场上同类产品。Fluorolog-QM 采用了像差校正的单色仪, 该单色仪针对光通量与杂散光进行了优化, 也保证了 Fluorolog-QM 的高灵敏度。

## 需要更深紫外的光源?

标准的 75 W 氙灯光源波长低至 210 nm, 除此之外, 可选的紫外扩展 75 W 氙灯可提供低至 180 nm 的深紫外输出, 并且无需通风除臭。

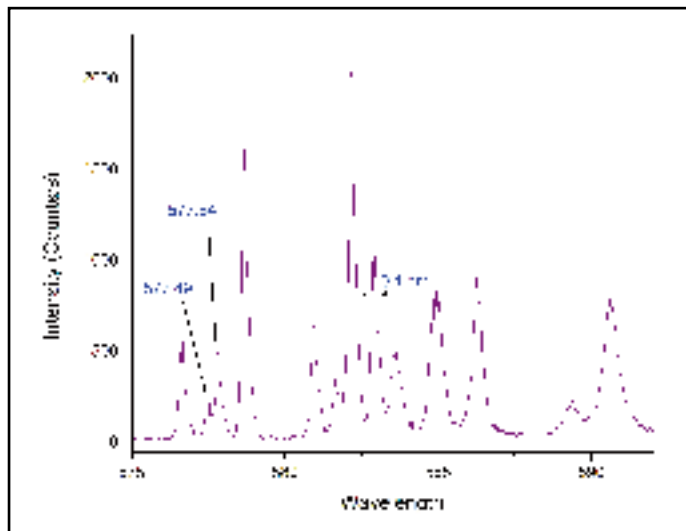
## 需要更高功率的光源?

提供 450 W 氙灯可选。

# 分辨率

分辨率对光致发光研究至关重要。高质量的分辨率可实现材料科学和分析化学等研究领域至关重要的光谱细节表征。分辨率是检测极窄光谱特征的关键, 是研究无机材料和晶体相互作用过程的关键。Fluorolog-QM 通过独创的光学设计和优异的光学像差校正实现了超高分辨率。

Fluorolog-QM 系列荧光光谱仪使用 350 mm 焦距精准的非对称 Czerny-Turner 设计单色仪, 带有电动三光栅塔轮和电动转折镜, 超过 30 种光栅可选。通过电脑控制高精度微步电机和优化后的光栅相结合, 实现小至 0.01 nm 步进。该步进与高效的光学设计、长焦距、全反射光学和高效抑制光学像差相结合, 可实现小于 0.1 nm 的高光谱分辨率。



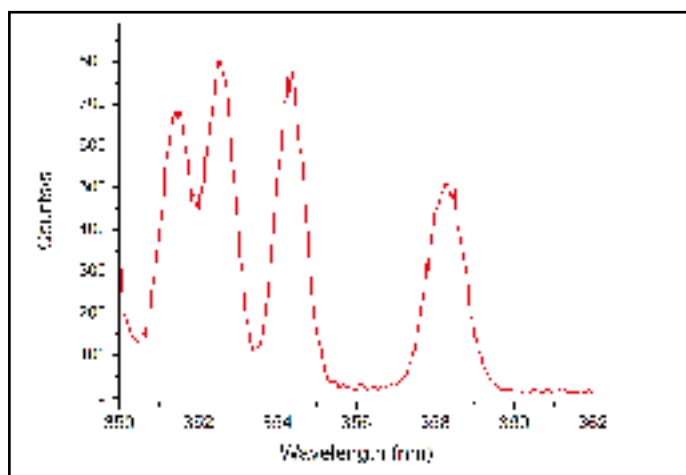
# 超高的 杂散光抑制

## 单级或双级单色仪

抑制杂散光是获得高散射或低量子产率样品荧光信号的关键因素之一。

为获得低散射量，Fluorolog-QM 系列荧光光谱仪采用高效的光学设计。

优异的 350 mm 焦距非对称式 Czerny-Turner 单色仪，采用光路像差校正，分别针对激发、发射侧独立优化，确保高杂散光抑制能力，获得优质的荧光信号。单级单色仪具有  $1 \times 10^{-5}$  的高杂散光抑制比。



使用配置单级激发单色仪和单级发射单色仪的 Fluorolog-QM 测试的  $\text{CCl}_4$  的拉曼光谱。谱峰分辨良好，无瑞利散射的影响，证明了优异的杂散光抑制比，可与其他配置双级单色仪的仪器相媲美！(实验条件：激发波长 = 349 nm，激发侧狭缝 = 0.7 nm，发射侧狭缝 = 0.7 nm，步进 = 0.05 nm，积分时间 = 1 s.)

为了实现更高的灵敏度和性能，Fluorolog-QM 还可配置两个 350 mm 焦距的单色仪，从而实现行业领先的 700 mm 焦距和  $1 \times 10^{-10}$  杂散光抑制比，同时电脑控制中间狭缝，确保最佳分辨率和杂散光抑制比。

Fluorolog-QM 在激发端和发射端还提供了滤光片轮，消除二级和更高级的衍射光信号。对超高杂散光抑制能力的需求，在材料学科中尤为明显，特别适合于高散射样品，如粉末、晶片和薄膜等，光致发光光谱仪的不断发展，超低杂散光的性能也非常适用于生物学，生物医学和环境领域的应用研究，为具有高杂散光的细胞悬浮液、蛋白质、生物膜溶液和土壤样品等提供优异的解决方案。

**HORIBA Scientific**

### A Double Monochromator on a Spectrofluorometer

FL-2019-8-27

#### The Importance of an Intermediate Slit on Stray Light

This HORIBA technical note demonstrates the importance of having an intermediate slit and the very important role it plays in the stray light rejection of a true double monochromator.

**Introduction**

The most compelling reason for using a double monochromator on a spectrofluorometer is to reduce the stray light level. Stray light usually refers to any radiation at wavelengths other than the selected wavelength, which may exit the monochromator. The higher the quality of the monochromator, the lower the amount of the stray light. A classic spectrofluorometer includes two monochromators, one on the illumination side to select the excitation wavelength, and a second one on the detection side to analyze the fluorescence emission.

In a fluorometer the presence of stray light may overlap with the fluorescence signal and, in the case of a very weak emission, may render the signal of interest totally obscured and undetectable. This effect can be particularly destructive for weakly emitting solids and powders, where the scatter is higher, as well as with highly scattering liquid samples, such as micellar or cell suspensions. The stray light exiting the excitation monochromator will be scattered and reflected by the sample towards the emission channel and indiscriminately detected together with the true fluorescence.

Stray light, in a spectrofluorometer, comes from the fact that no filtering element is perfect at its job. For example, every optical bandpass filter passes unwanted photons at all wavelengths, even outside of the center wavelength of the intended filter wavelength. The stray light is usually specified in a rejection of unwanted light expressed as  $10^{-5}$  for example. A 340 nm bandpass filter with  $10^{-5}$  stray light rejection passes mostly light at 340 nm, but also passes light at all other wavelengths, at an intensity level that is 1,000 times less. In this case if you passed a white light source through the filter with an intensity of 10,000,000 counts per second at 340 nm, then this same filter is by definition also passing 10,000 counts per second at all other wavelengths (assuming an equal intensity output at all other wavelengths). A filter with better stray light rejection will reduce transmission of these unwanted wavelengths, but again no filter is perfect at its job.

Modular research fluorometers use a scanning monochromator to provide excitation and emission spectra. These monochromators are also not perfect at rejecting stray light. If we look first at the excitation monochromator, most spectrofluorometers use a xenon arc lamp as the light source and this source is projected through an excitation monochromator to act as a tunable illuminator for light which is then directed to a sample. So if we have a monochromator that has  $10^{-5}$  stray light rejection we could imagine that if we tuned the excitation monochromator to 340 nm, then we might have 10,000,000 photons per second at 340 nm that is directed to the sample, but we would also have light at all other wavelengths also directed to the sample on the order of about 100 photons per second ( $10,000,000 \times 10^{-5}$ ). All samples have varying degrees of scattering, with solids, powders and highly scattering solutions having the highest levels. Therefore, light at all wavelengths delivered to a scattering sample is scattering in all directions. If we then have the emission monochromator of the spectrofluorometer tuned to 500 nm, where the expected emission of the fluorescing sample is centered, we know that the excitation light source is delivering light at 500 nm to the sample and this light is happily passing through the emission monochromator and being detected as a "signal". However, this signal is, in fact, not the fluorescence signal from the sample, but stray.

Explore the future | Analytical Test Systems | Process & Environmental | Medical | Semiconductors | Scientific | **HORIBA**

可根据需求提供技术说明：

“中间狭缝在双级单色仪中的重要性。”

# 光谱范围和信号检测

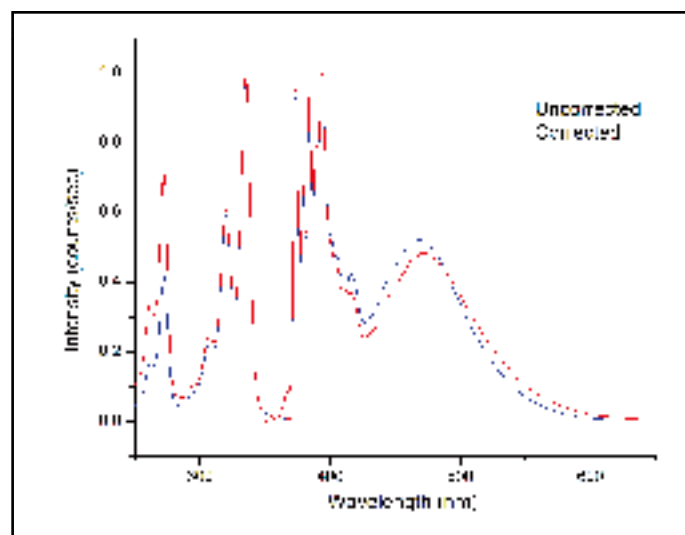
光电倍增管 (PMT) 是经典的检测器之一。Fluorolog-QM 标配高灵敏度的 PMT, 可选光子计数、模拟信号、TCSPC 和 SSTD 检测模式。Fluorolog-QM 系列可根据需求提供定制服务。光子计数记录单光子事件, 在 UV-Vis 区域实现超高灵敏度。在近红外区域固态近红外检测器可提供更低的暗噪声和更好的响应效率。模拟信号检测模式获取 PMT 阳极上产生的电流, 并提供额外检测增益控制。对于高强度信号, 这极大提高了仪器的动态检测范围。对于近红外和红外应用领域, 提供专业的 PMT 和固态检测器, 如 InGaAs, InAs 和 InSb 检测器, 波长范围扩展至 5500 nm。这些检测器均可搭配脉冲光源用于时间分辨光致发光的测试。

多个检测器可以在同一个仪器中使用: 单级单色仪可安装两个; 双级单色仪可同时配置三个检测器。通过计算机控制的转折镜实现检测器光路的选择。电动三光栅塔轮确保在任何检测范围内获得高通量入射光, 波长范围从深紫外到近红外, 并且优异的反射光路设计确保了不同波长的完美聚焦。

# 激发和发射端校正

光源在输出光谱上的辐射强度不同, 这可能导致激发光谱测量产生误差。消除该差异则需要对原始数据进行校正。Fluorolog-QM 在出厂前, 安装已校准的参比二极管检测器, 实现实时校正。测试中, 部分激发光在到达样品前被反射至参比检测器, 参比检测器通过测量这部分光提供激发校正, 其不依赖于激发源特性和灯强度的时间波动性, 也确保了信号的稳定性。

发射光谱也存在类似的现象。由于光学器件如光栅、反射镜和检测器的响应效率在不同波长处存在差异, 因此必须进行相应的校正消除影响。出厂前, 发射端用已知的标准光源校准, 例如 NIST 可溯源标准光源。用其构建校正文件, 然后存储到系统计算机中。通过该校正文件乘以原始数据可产生校正后的真实发射光谱。校正可实时进行, 或者在之后通过 FelixFL 软件处理原始数据时获得校正光谱。



原数据和校正数据的比较, 红色为校正后的数据。  
(苝激发和 475 nm 附近激基复合物的发射光谱)



# 满足不同测试需求的 多种硬件配置解决方案

Fluorolog-QM 系列采用开放式的结构设计，可实现无限扩展，满足未来任何可能的荧光应用需求。您可以通过选择光源、光栅和检测器以及大量可用的附件来优化最初配置。可选配置多种多样！

Fluorolog-QM 设计有宽敞的样品仓，可搭配多种样品仓配件，包含样品温度控制单元，固体、液体和粉末样品支架，液氮杜瓦瓶，积分球等。详情请参阅配件页面。

除硬件上实现开放式结构设计外，应用程序和方法同样可根据配置进行更改。Fluorolog-QM 整体系统会随着您应用需求的增加而增长。例如，需要测量动态各向异性，可添加第二个发射通道和各向异性附件。需要在稳态基础上进行寿命测试，可在初始配置中添加激光或 LED 脉冲激发光源。如果你在完成最初的 Fura-2 研究后对细胞内  $Ca^{2+}$  浓度感兴趣，此时可能需要成像，而 Fluorolog-QM 系统可与任何荧光显微镜耦合。无论您需要添加近红外检测器或第二激发源，可能配置都是多种多样的。



Fluorolog-QM-75-21, 最常见配置之一



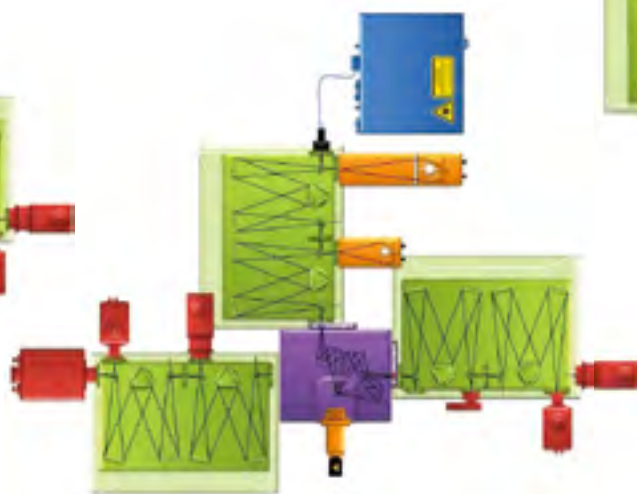
Fluorolog-QM-75-22, 可选配闪烁氙灯、  
固态近红外检测器和前表面测量附件



Fluorolog-QM-75-11, 推荐配置



Fluorolog-QM-450-22, 可选配 450 瓦氙灯，  
闪烁氙灯，固态近红外检测器，前表面  
测量附件，DeltaDiode 激光光源和快速  
TCSPC 检测器



Fluorolog-QM-75-22, 采用 T-型双发射单色仪，  
配备闪烁氙灯、超连续激光器、DeltaDiode  
激光光源和快速 TCSPC 检测器，以及标准冷却式  
PMT 外壳、近红外 IGA 检测器、LN 制冷近红外  
PMT、InAs 检测器和 InSb 检测器



Fluorolog-QM-75-22, 可选配闪烁氙灯和近红外  
IGA 检测器，耦合正置荧光显微镜

# TCSPC 寿命测量

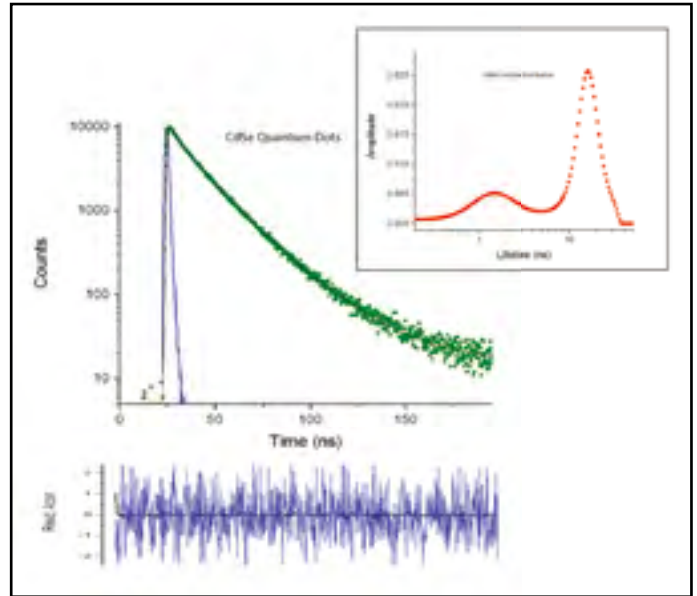
Fluorolog-QM 系列轻松扩展 TCSPC 寿命测试系统。利用先进的 TCSPC 激发光源，电子计时单元和检测器，Fluorolog-QM 可提供快速的测试，强大的通用性和优异的性能。Fluorolog-QM 标配的 PMT 即可用于附加的 TCSPC 寿命测量，当需要更短寿命的测试或近红外区域的寿命测试时，可采用其他检测器。所有的稳态 / 时间分辨控制，采集和分析都在 FelixFL 软件中进行。

## HORIBA TCSPC 优势

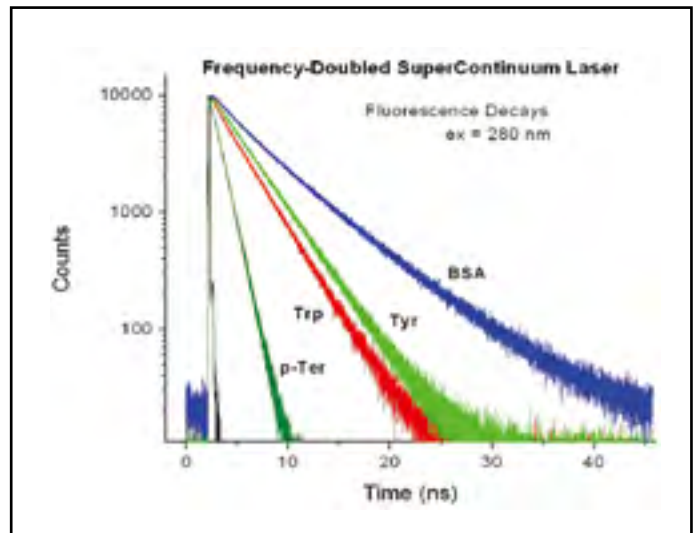
- 超过 40 年的 TCSPC 研发和生产经验
- 行业先进的 100 MHz 操作系统，实现毫秒内完成采集
- TCSPC 寿命测试范围从 25 ps 到 s
- FelixFL 软件包完美实现稳/瞬态采集
- 可测量 TCSPC 寿命、时间分辨各向异性和时间分辨发射光谱 (TRES)  
超过 60 个先进的脉冲 LED 和脉冲激光可供选择
- 配合 HORIBA 独有的倍频器，扩展皮秒超连续激光器的多用途—研
- 究蛋白时间分辨的强大工具  
寿命衰减曲线分析包具有多种拟合模型，包括独有的最大熵法
- (MEM) 寿命分布程序

## 两个系统可能比一个更好!

我们还提供性价比超高的独立 TCSPC 测试系统。分别通过独立的稳态光谱仪和 TCSPC 系统同时运行来提高实验室的测试效率。



使用 Fluorolog-QM 的 TCSPC 选项测量 CdSe 量子点寿命衰减曲线。MEM 寿命分布(插图)揭示了量子点的尺寸异质性。

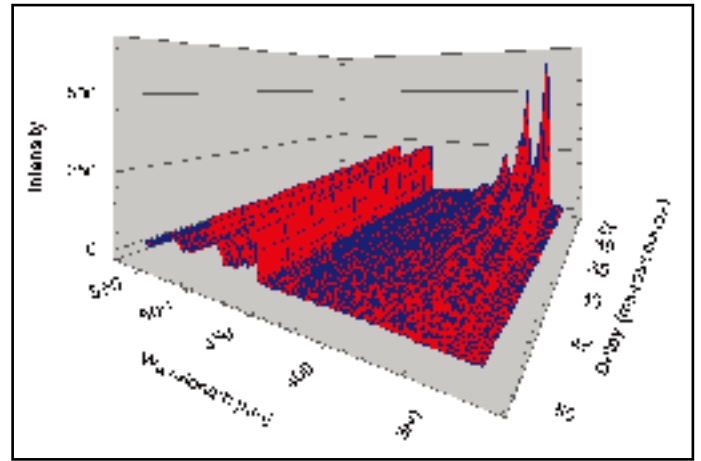


Fluorolog-QM 配置 DeltaTime TCSPC 附件以及倍频超连续激光器是内源蛋白时间分辨荧光的完美选择。

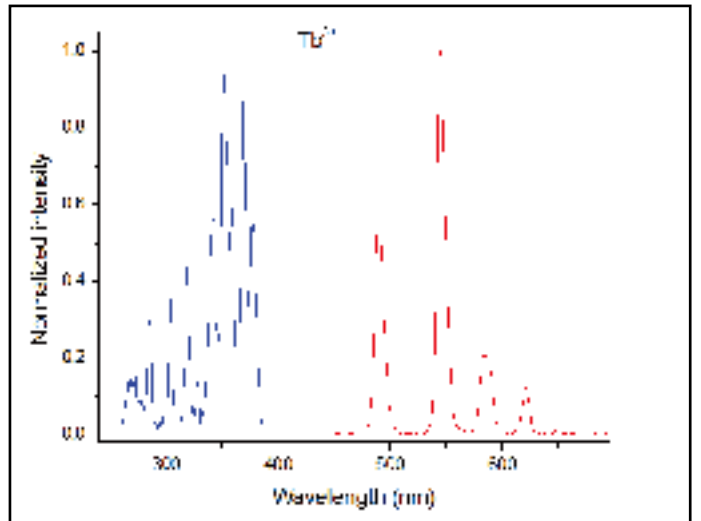
# 磷光与 SSTD 检测

## 磷光与脉冲光源

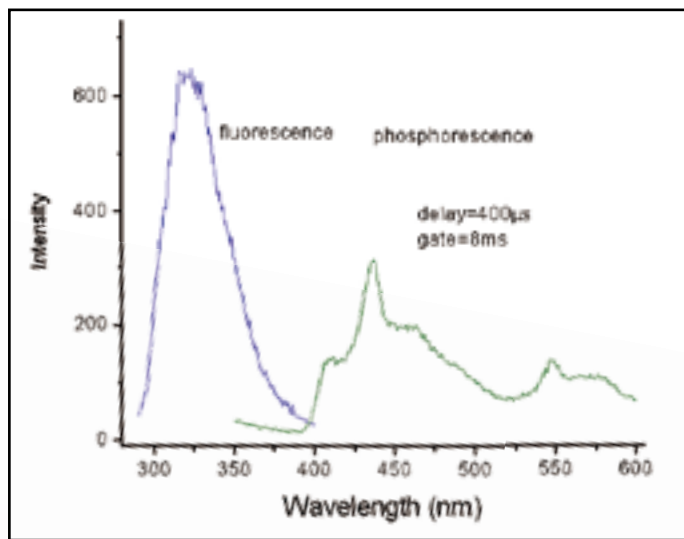
每个 Fluorolog-QM 系统配置单脉冲实时采集 (SSTD) 功能, 所以每个 Fluorolog-QM 都具有从任何 TTL 触发的脉冲光源的单次脉冲中收集整个衰减曲线的能力。Fluorolog-QM 增加脉冲光源附件实现磷光测试功能, 无需额外检测器或电子器件。通过配置脉冲光源和选择不同延迟时间下采集信号, 是基于激发态寿命来区分发射光谱的重要手段。荧光发射时间在皮秒到纳秒时间范围, 而磷光发生在微秒到秒时间范围。通过改变延迟时间和信号检测门宽度, 可以选择性地检测荧光和磷光光谱, 如附图中菲的时间发射谱。通过逐渐增加时间延迟获得低温态菲的发射光谱, 以减少荧光信号。这种技术在生物领域也有很大的潜力, 通过门控提取出 RNase T1 色氨酸的室温磷光 (RTP), 避免 Trp 的强荧光信号, 这对常规技术中连续激发光源是一项不可能完成的任务。通过 Fluorolog-QM 的单脉冲实时采集 (SSTD) 功能, 使用同一台仪器就可测量这种极弱发射的磷光衰减。HORIBA 提供真实门控技术, 实现延迟光谱的准确测量。无虚拟(电子)门控造成的检测器饱和, 光谱失真和检测效率低的问题。



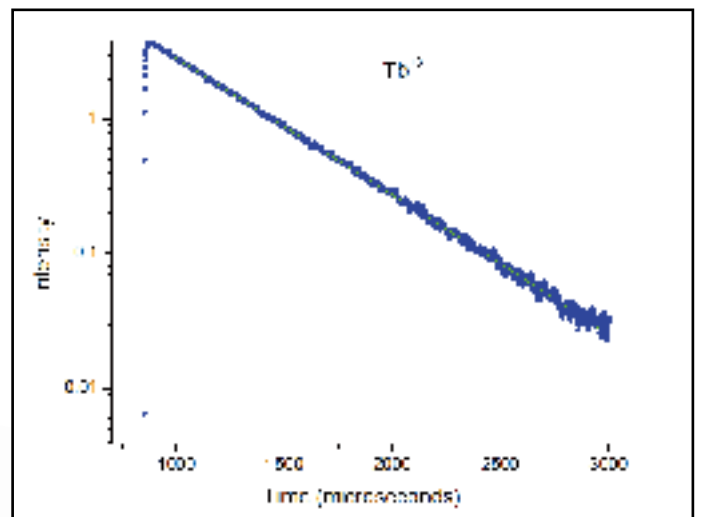
77 K 条件下, 菲的时间分辨发射谱 (液氮柱瓦附件)。在不同延迟时间条件下 (步进  $2\mu\text{s}$ ), 获得时间分辨荧光和磷光光谱。



FelixFL 软件控制, 用脉冲宽度可调 OPO 激光测量时间分辨的激发和发射光谱。



Fluorolog-QM 系统中, 通过改变延迟时间和检测窗口宽度, 从 RNase T1 色氨酸的强荧光中区分获得弱室温磷光 (RTP) 信号。配置闪烁氙灯和检测附件。



SSTD 模式测量氯化铽的寿命衰减曲线。

主机配置: Fluorolog-QM, 脉冲波长可调 OPO 激光器, R928 PMT。

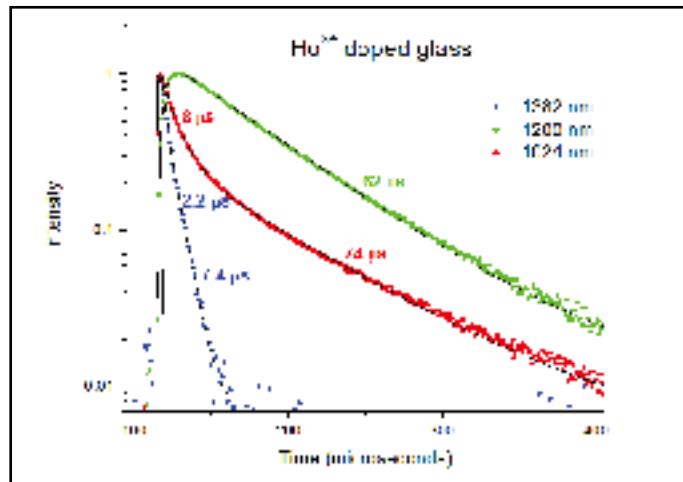
激发波长 = 350 nm, 发射波长 = 545 nm, 总采集时间 = 2.5 s, 拟合寿命 = 430  $\mu\text{s}$ 。

# 独特的稀土样品 近红外解决方案

SSTD 磷光检测模式是所有 Fluorolog-QM 系统的标配功能，为稀土样品的近红外发光研究提供了独特的解决方案。SSTD 测试速度比扩展的近红外 PMT 检测器要快，并且价格便宜，而后者进行近红外磷光测量必须使用传统的 boxcar 电子技术或 TCSPC / MCS 电子技术。

Fluorolog-QM 可配备多个光源和检测器，以覆盖最宽波长范围的稳态光谱，荧光和磷光寿命测试需求。可参考以下配置：

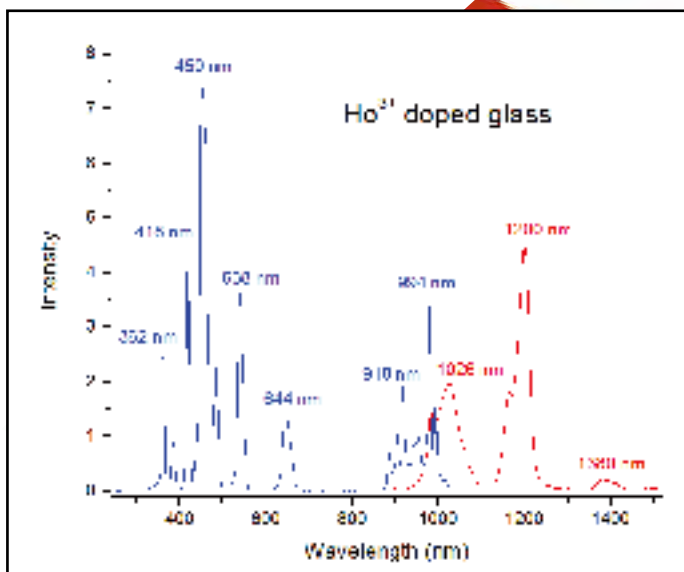
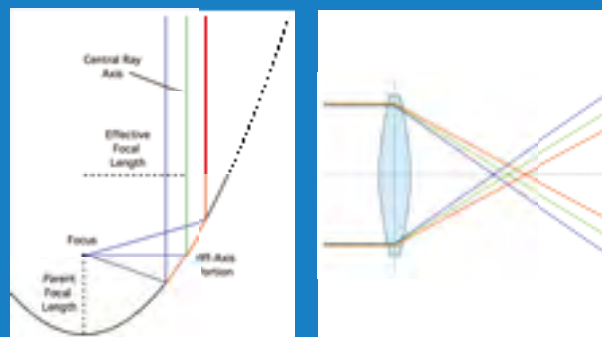
- 配置 R928 PMT、InGaAs 和 InSb 检测器的双发射单色仪覆盖范围从 185 nm 到 5500 nm
- 用于稳态光谱的连续氙灯
- 20 Hz Q 调制开关 / OPO 激光器，用于 210 nm 到 2200 nm 的可调激发
- 180 nm 到 5500 nm 的稳态光谱
- 单脉冲实时采集技术 (SSTD) 用于测量从 250 nm 到 5500 nm 范围内的磷光衰减



Ho 离子的磷光衰减。  
主机配置：Fluorolog-QM，脉冲光源和 InGaAs 检测器。

## Fluorolog-QM 独特的全反射光学设计，将所有波长的光聚焦到一个精确的点

这一点基于透镜设计的荧光光谱仪无法达到。透镜会产生色差，即不同波长的光通过透镜聚焦到不同的点上。波长越远，情况越糟，所以当想用扩展的近红外检测器测量出 1700 nm 波长时，您真的需要确保拥有一个全反射聚焦光路的仪器。只有 HORIBA Fluorolog-QM 可提供从深紫外线到近红外所有波长下的优异性能。



Ho 离子的激发谱和近红外发射谱。  
主机配置：Fluorolog-QM，75 W 连续氙灯和 InGaAs 检测器。

# 近红外荧光测试解决方案

近红外 (NIR) 荧光法已经成为一种有重要意义的分析技术，特别是在材料研究、纳米技术、化学和光医学等领域。HORIBA 提供强大且多样化的 NIR 功能产品，可提供独立的近红外研究级荧光光谱仪，也可升级已有的 UV-Vis 荧光光谱仪系统。针对不同应用，多种配置可选。

## NIR PMT 检测器

NIR PMT 检测器具有超高灵敏度，同时适用于稳态和 TCSPC 寿命测量，目前 TCSPC 电子设备是获得皮秒到纳秒荧光寿命的唯一选择。

4 款 NIR PMT，满足宽光谱覆盖范围

- 300~1400 nm，液氮制冷
- 950~1400 nm，电制冷
- 300~1700 nm，液氮制冷
- 950~1700 nm，电制冷

## 固态光电二极管近红外检测器

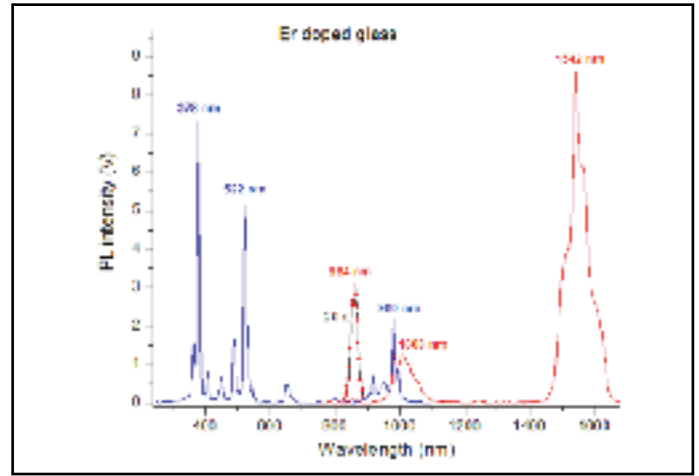
HORIBA 可提供多种光电二极管，包含 TE 制冷或 LN 制冷，检测范围可扩展至 5500 nm。

- InGaAs: 800~1700 nm
- InGaAs: 800~1900/2100/2600 nm
- InAs: 1000~3450 nm
- InSb: 1500~5500 nm

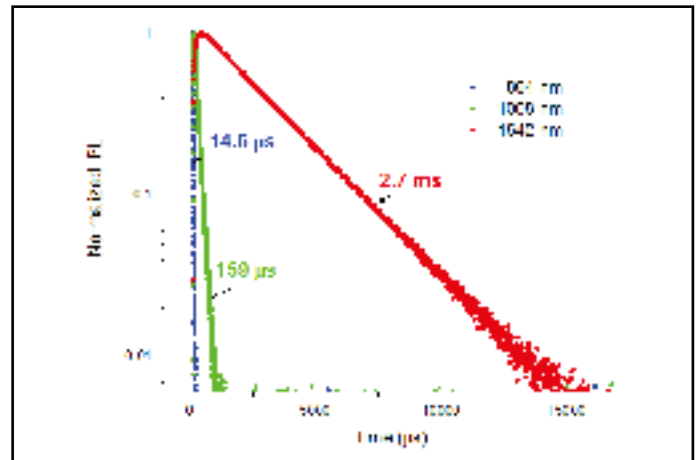
## NIR 寿命测量波长范围可达 5500 nm!

以上列出所有检测器均可在单脉冲磷光 (SSTD) 模式中用于 NIR 发光寿命测量，寿命测量范围可从 1  $\mu$ s 至几百毫秒。SSTD 技术具有超快检测速度和超高的信噪比:

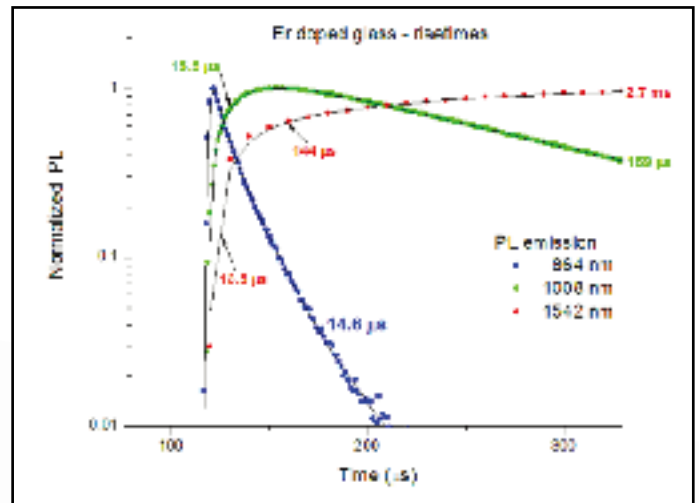
- 可调超高频闪烁氙灯，用于荧光寿命测试
- 第三方脉冲 Q 调制激光器
- 相较于 NIR PMT，固态近红外检测器提供更高性价比的磷光检测方案。



Er<sup>3+</sup> 掺杂玻璃的 PL 激发和发射光谱  
主机配置: Fluorolog-QM, NIR 液氮制冷 InGaAs 检测器。



SSTD 模式测量 Er<sup>3+</sup> 掺杂玻璃的寿命衰减曲线。  
主机配置: Fluorolog-QM, 液氮制冷 InGaAs 检测器  
注意当跃迁能增加时, PL 寿命急剧下降



Er<sup>3+</sup> 掺杂玻璃的寿命衰减曲线中 1008 nm 和 1542 nm 处发射峰上升时间的放大图



# FelixFL 多种分析功能

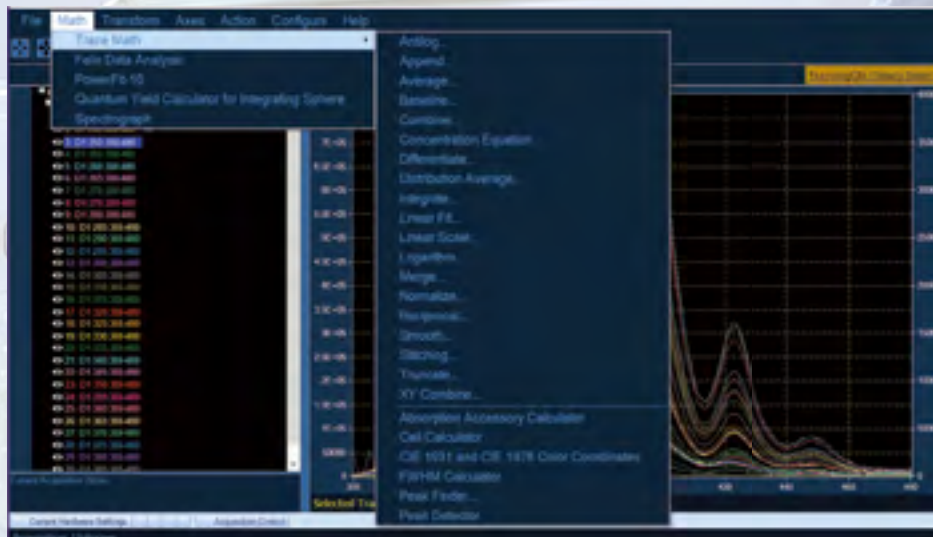


## 光谱数据分析

FelixFL 还提供大量数学函数，用于处理光谱数据:

谱数据:

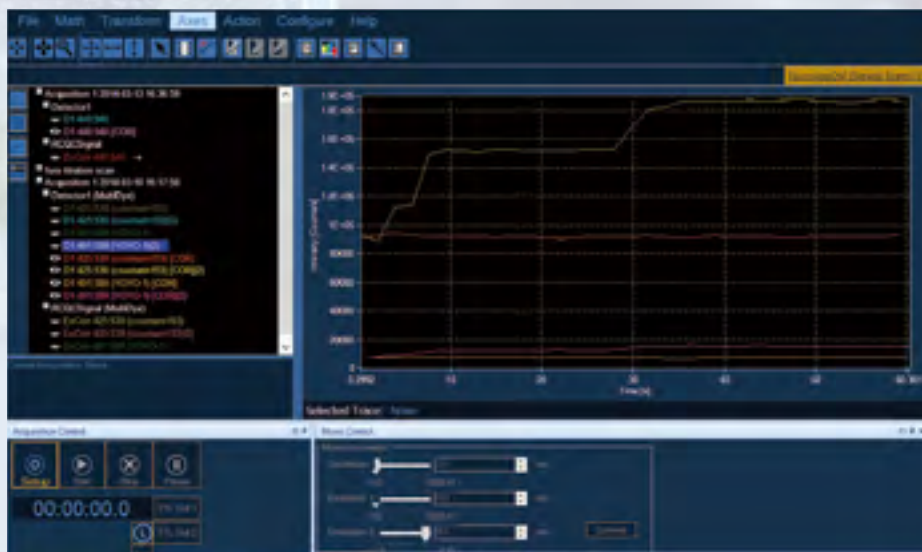
- 反对数
- 平均数
- 分布平均
- XY 合并
- 微分
- 积分
- 线性拟合
- 线性刻度
- 对数
- 归一化
- 倒数
- 平滑
- 截距
- 基线
- 曲线合并
- 寻峰



## 时间分辨数据分析

专业 TCSPC 寿命分析模块，可用于荧光和磷光寿命分析，包括:

- 1-4 指数分析
- 1-4 指数 Batch 分析
- 1-4 指数 Global 分析
- 寿命各向异性衰减曲线
- DAS (寿命衰减相关光谱) / TRES
- 指数级数法 (ESM) 寿命分布分析
- 最大熵法 (MEM) 寿命分布分析
- 胶束动力学分析
- 广延指数分析 (Stretched exponential)



# 高级运算

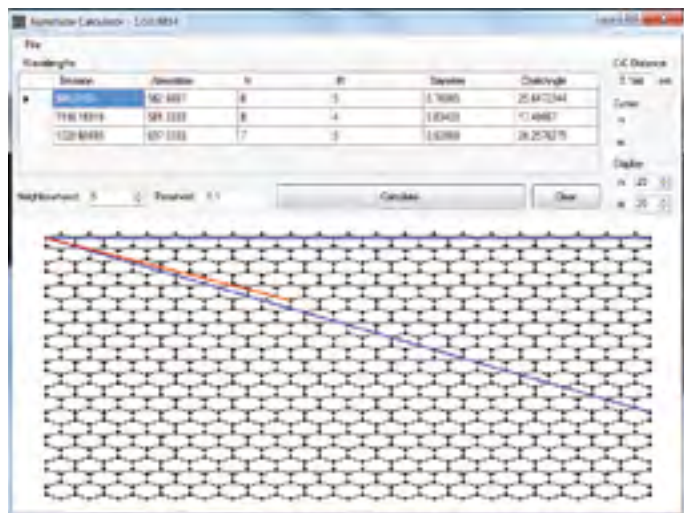
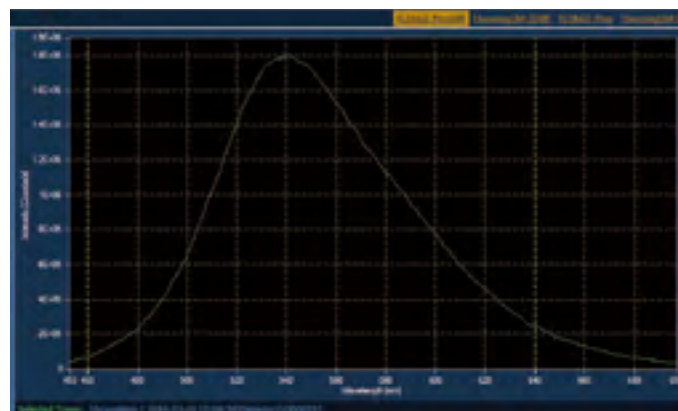
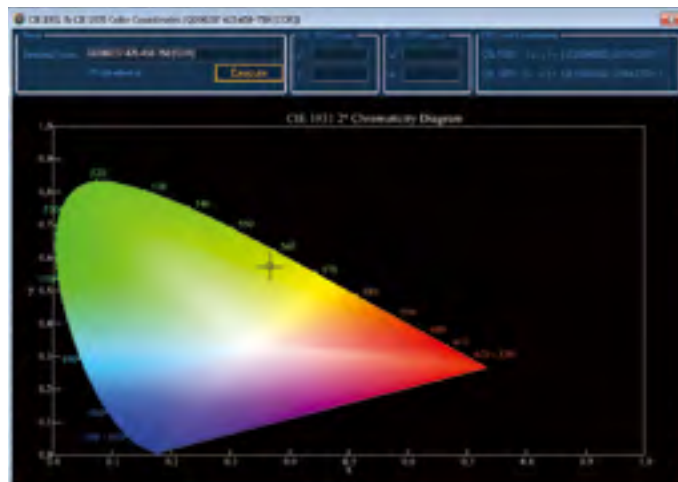
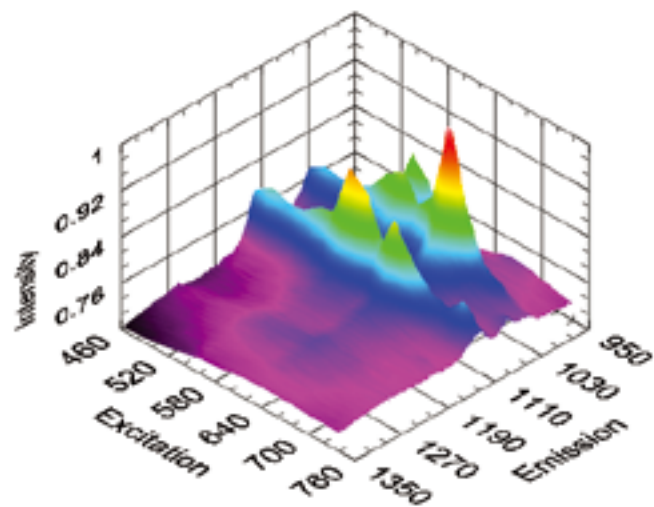
FelixFL 软件提供多种定制化功能，包括量子产率、吸收、FRET，色坐标计算，以及单壁碳纳米管结构参数等。这对扩展（例如积分球和吸收附件）数据分析非常方便，并且对于一些荧光应用也不可或缺，例如分子间相互作用（FRET）和材料表征。

## 单壁碳纳米管结构计算

FelixFL 集成专业碳纳米管特征分析模块（NanoCal），通过分析三维荧光光谱得到碳纳米管结构参数，如纳米管半径和手性角等。结合该软件和 Fluorolog-QM 独有的 NIR 配置，可对 SWCNT 进行全面的表征。

## 色坐标计算

对于屏幕显示器，多色 LED 和荧光添加剂等多种不同应用领域，都需要量化颜色视觉感知。FelixFL 基于国际照明委员会 CIE 1931 和 CIE 1976 标准引入标准色坐标运算器。CIE 1931 使用  $x, y$  色度指数，其中每个  $x, y$  指数对应于有色形状内的颜色。CIE 1976 使用更均匀的感知色度系统，使用  $u, v$  指数来定义色度空间。在待分析的光谱数据界面，点击 CIE 1931 和 CIE 1976 色坐标模块，轻松获得 CIE 指数。





## 吸收计算器

吸收测量作为荧光测量的重要补充，是荧光量子产率测定前所必需的，也是检查荧光物质浓度的简便方法。通过比较吸收光谱和激发光谱可得到关于样品纯度的信息。使用吸收附件，配合内置吸收计算器，可扩展 Fluorolog-QM 荧光光谱仪的吸收测量功能。



## 绝对量子产率

量子产率是表征光致发光材料发光性质的重要参数之一。配合积分球附件，通过 FelixFL 量子产率计算模块可轻松计算量子产率。



## FRET荧光共振能量转移

荧光共振能量转移 (FRET) 技术提供关于分子距离、大分子系统中分子间相互作用、结合、扩散及传感等诸多分子信息。所谓 FRET 过程，是指在处于激发态的供体分子将能量转移到基态的受体分子的现象，前提要保证两分子之间距离足够近。而对于固定的可发生FRET现象的两个分子，其产生该过程的最远距离称为 Förster 临界半径  $R_0$ ，与供体-受体 (D-A) 的独有参数相关，可通过供体-受体对的光谱参数，扣除环境因素影响后计算得到。获得  $R_0$  并且通过实验确定 FRET 效率，就可以计算出 D-A 实际距离和 FRET 速率常数。可从稳态光谱或 TCSPC 数据进行分析，FelixFL 提供计算所有 FRET 相关参数(包括  $R_0$ )的专用模块，操作简单，界面直观。



# 配件

## 绝对量子产率测量

光致发光量子产率 (PLQY) 的测量对于新材料的开发、光电和新型荧光探针的开发等应用领域都是至关重要的。长期以来, HORIBA 凭借着其卓越的 PLQY 性能而在全球范围内被数万篇 PLQY 文献中使用。

Fluorolog-QM 延续了这优势, 提供新一代高灵敏度积分球, 全球认证的聚四氟乙烯 Spectralon® 漫反射内衬材料, 全光谱范围高反射效率。球体采用整球式设计, 配有专用装样孔, 避免开球装样造成的污染和球体的不完整性。考虑粉末样品测试是最常见的污染原因, 新一代积分球采用专用的粉末样品支架, 位置处于球体底部, 完全避免传统中心装样方式造成的球体污染。此外, 耦合外置激光器, 无需光纤, 避免光纤造成的能量损失, 具有良好的扩展性。积分球附件采用插拔式设计, 无需拆装光路器件, 避免操作繁琐和球体污染。积分球及其附带积分球校准曲线都由 HORIBA 提供, Fluorolog-QM 配置的新一代积分球 PLQY 精度通过了全球两种不同的 PLQY 验证标

准。针对量子产率低于 1% 的样品 (结果受样品本身影响), 新一代积分球也表现出准确的测定能力。

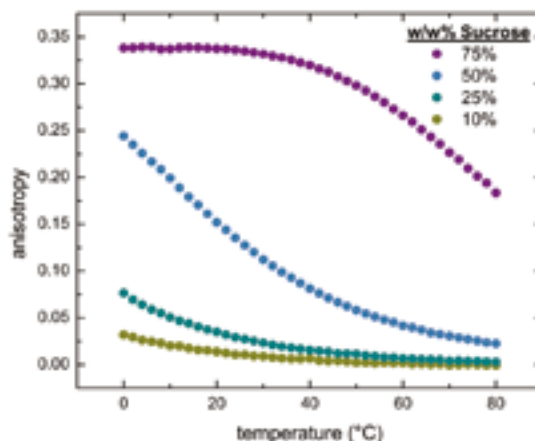
\* 液体量子产率定量标准参考 IUPAC(Standards for photoluminescence quantum yield measurements in solution, Pure Appl. Chem. Vol.83, No. 12, pp2213-2228, 2011.), 液体标准样品硫酸奎宁 (NIST SRM936a); 现行 NIST, ASTM, IUPAC 及其他国际知名第三方计量单位无固体量子产率定量标准。



积分球  
光路直接耦合, 无需光纤

## 偏振

Fluorolog-QM 系统配置偏振器实现各向异性测量, 为研究分子旋转变化提供依据, 从而获得样品聚集、结构变化、分子结合和其他机理等相关信息。Fluorolog-QM 搭载 Glan-Thompson 偏振器, 从紫外到近红外整个波长范围均可获得高效率。



荧光素蔗糖水溶液 (溶剂浓度不同)。  
随着溶液温度的升高, 粘度降低, 旋转速度加快, 各向异性相应降低。  
此外, 各向异性测量也是了解大分子形状变化和分子结合变化的有力工具。

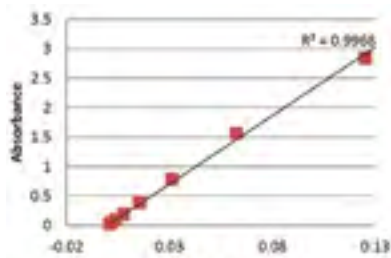
## 吸收/透射附件

Fluorolog-QM 系统可添加吸收和透射两个功能。测量时二者都是单波长执行,意味着它们需要两个连续的测量,在测量样品同时,需要额外测量空白,即缓冲液/溶剂。

Fluorolog-QM 系统透射附件,是一个带有光电二极管的比色皿托盘附件,安装在样品托盘附件的前面,其测量范围为 200~1000 nm,可实现和荧光同时测量。



Fluorolog-QM-Trans 吸收透过附件

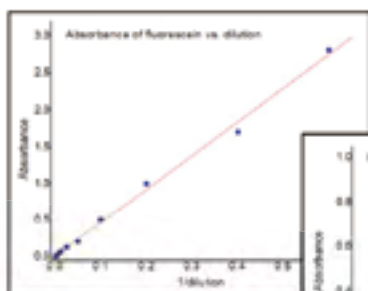


吸收与浓度相关性曲线

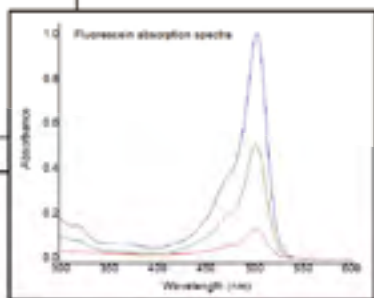
另一种透射附件 (ABS-ACC) 是一个操作便捷,无需更换光学部件的样品支架,它将 45° 反射板安装到标准比色皿支架上,并且在与光源成 90° 的标准荧光光路上放置比色皿支架。这样,样品就可以放在这个附件的比色皿支架上,用荧光发射端检测器测量吸收/透射。



ABS-ACC 比色皿吸收透过附件



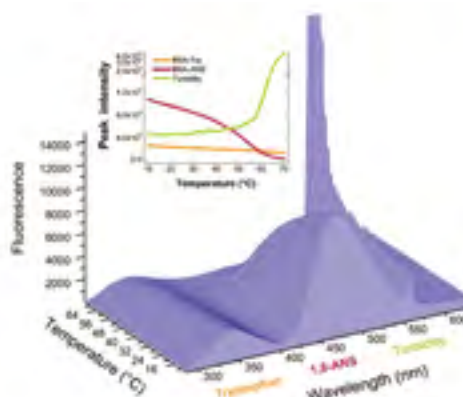
Fluorolog-QM 配置 ABS-ACC 附件,测量的荧光吸收和稀释因子的线性关系



Fluorolog-QM 配置 ABS-ACC 附件测量的荧光吸收光谱

## 一位或多位磁力搅拌控温支架

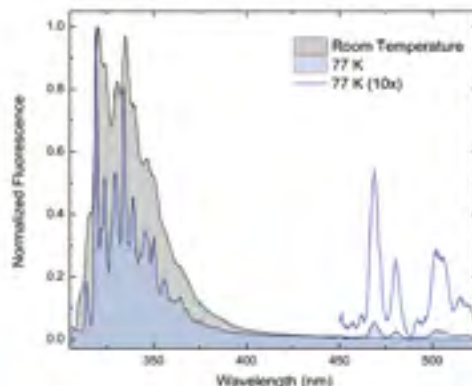
一位或多位磁力搅拌控温支架可准确控制温度变化,获得蛋白质折叠、胶束化、溶解性、构象、相位和转动跃迁的准确数据,温度测量范围为 -25~105 °C。同时根据实验要求,Fluorolog-QM 软件还增强了温度依赖性测量的自动化,包括复杂的梯度变化和趋势变化采集。



牛血清白蛋白的热变性实验(溶剂分别为 PBS 和 1,8-ANS),观察三个变量:水溶液中的内源性氨基酸猝灭和 1,8-ANS 溶液中的猝灭,以及二级散射光(蛋白质聚集产生的浊度)。

## 液氮低温杜瓦瓶附件

在低温条件下能够测量精细结构并增强磷光以及室温下无法测到的稀有结构或状态。样品测试温度保持在 77 K。



温度引起荧光光谱热展宽和磷光猝灭增强。可以向荧光光谱增加热扩散并增加磷光猝灭。分别在室温 298 K 和 77 K (液氮杜瓦瓶附件) 条件下获得的萘甲醇样品荧光光谱图。低温条件下获得的光谱可以显示丰富的振动结构和长波长的磷光光谱。磷光峰放大 10 倍以便显示。

## 控温装置

帕尔贴控温装置，用于固定温度测量，例如生物样品固定温度测量。

可实现更高的精度（ $0.01\text{ }^{\circ}\text{C}$ ），更宽温度范围（ $-25\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 80\text{ }^{\circ}\text{C}$ ）和较高的长期稳定性。



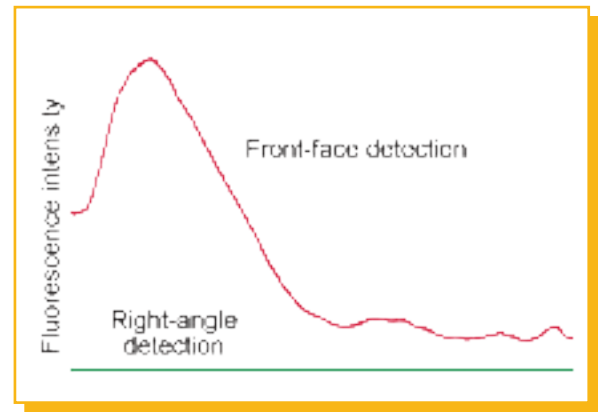
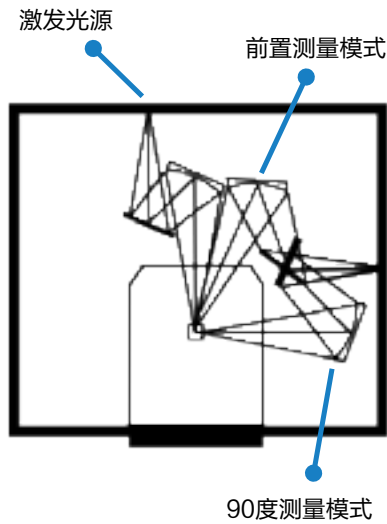
## 液氮或液氦低温恒温器

为了获得更宽的温度可变范围和满足多种类型样品，Fluorolog-QM 支持多种低温恒温器。满足测量温度低至  $4\text{K}$ ，高温至  $800\text{K}$ （可选），软件可控制程序变温。



## 前置测量附件

在非常接近入射光的角度下（而不是通常的  $90^{\circ}$ ），可以更有效地采集固体和高浑浊液体样品的信号。这种优异的检测方案可以轻松获得来自样品的荧光信号。而对于没有前置检测能力的其它仪器来说是很难完成的。



不同测量模式采集血红蛋白中色氨酸荧光光谱图（正面和直角测量模式）。多年来，因为在常规的  $90^{\circ}$  角不能检测到荧光。血红蛋白一直被误认为是非荧光物质，在前置测量模式下，轻松获得血红蛋白  $\alpha\beta$  区中  $\beta 37$  色氨酸的荧光光谱。

## 其他附件

Fluorolog-QM 系列具有最全面的配件系统，研究人员可以根据实验需求，不断扩展仪器功能。除了前面已说明的，以下是其它可用附件列表。

- 固体样品架，测试角度 360° 可调，满足样品前表面荧光测量，适用于薄膜，粉末，颗粒，纸张，纤维和显微载玻片等样品测量
- 2 位和 4 位磁力搅拌控温样品支架
- 4 位磁力搅拌样品支架
- 自动滴定仪双注射，双阀
- Hi-tech SFA-20 超快停留动力学附件
- 密封防刮标准水样品，用于水拉曼 S/N 验证
- 发射校正因子附件
- 激发校正因子附件
- 上转换激光附件
- 250  $\mu$ l 微量样品池
- 500  $\mu$ l 比色皿 5 × 5 mm
- 20  $\mu$ l HPLC 流动样品池

# 技术指标

可根据需求选配附件和升级。

S/N	>35,000:1 FSD 水拉曼信噪比
数据获取速度	1,000,000 点 / 秒到 1 点 / 1000 秒
输入	2 光子计数 (TTL); 4 模拟(+/- 10 V); 1 模拟参考通道 (+/- 10 V); 2 TTL
输出	2 模拟 (+/- 10 V); 2 TTL
发射检查范围 (标准 PMT)	185 nm ~900 nm (~ 5500 nm 可选)
光源	高效绿色环保连续 75 W 氙灯 (450 W 可选)
激发和发射单色仪	350mm (单级), 700mm (双级), 三光栅塔伦, 慧差校正, 激发发射优化, 非对称 Czerny-Turner 光路设计, 电脑控制入口、中间、出口狭缝。
狭缝	电脑控制, 连续可调
激发端光栅	1200 刻线 / mm 300 nm 闪耀, (可再选配 2 块光栅)
发射端光栅	1200 刻线 / mm 400 nm 闪耀, (可再选配 2 块光栅)
波长准确性	+/- 0.1 nm
最小步进	0.01 nm*
标准检测方式	-20 °C 制冷 (可选), 检测器室供电电压 1600 V; 多模式: 光子计数, 模拟(快、中、慢响应), 单脉冲实时采集技术 (SSTD) 和时间相关单光子计数(TCSPC)
系统控制	电脑装载 FelixFL 光谱软件, 包含稳瞬态功能
寿命范围	5 ps ~s (与不同的时间分辨部件相关)

HORIBA 具有持续开发产品的策略，并保留修改部件编号，说明和规格的权利，恕不另行通知。

\*与光栅相关

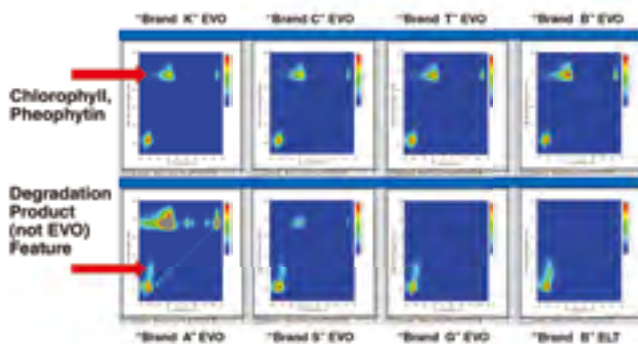
# 多通道检测

单通道 PMT 检测器在灵敏度、光谱分辨率、动态范围和时间分辨率等方面为 TCSPC 寿命测试提供良好的光谱性能。然而，在一些应用中，多通道检测器(如 CCD)的测试速度是非常重要的，如环境领域大量样品需要获取三维激发发射矩阵并用于成分分析。相对于扫描式 PMT 检测器，CCD 检测器获得 EEM 的时间短得多。

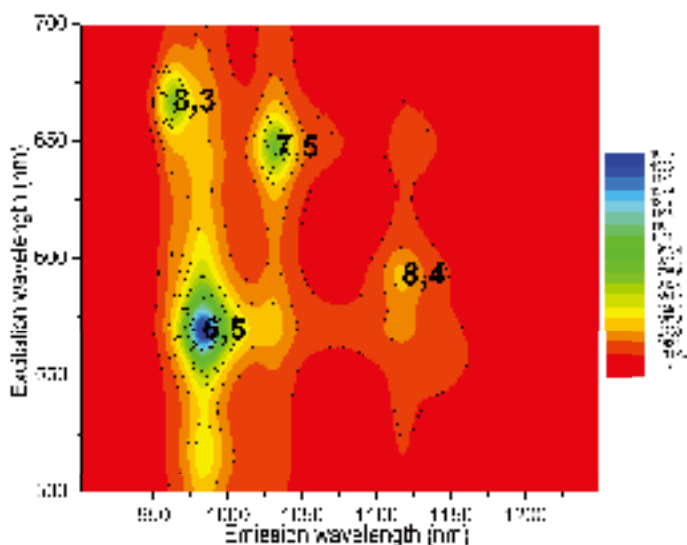
HORIBA 开发了多种基于多通道检测器获取荧光发射的荧光光谱仪。

其中包含两款基于 CCD 检测器并同时可测吸收光谱的荧光光谱仪：Duetta 是一款分析级荧光和吸收光谱仪，而 Aqualog 则是一款科研级荧光和吸收光谱仪，因而更适合应用于工业中 QA / QC 检测，例如水厂中 CDOM 分析、酒厂和饮料厂中酚类物质分析，以及在线和终点药物分析等。两套系统均可通过同时获得吸收-透射光谱对荧光信号进行实时内滤效应校正。因此，除了传统的 EEM 外，两套系统都可以获得 A-TEEM™ 分子指纹图谱(吸收-透射 EEM)。

HORIBA Nanolog 是一款模块化的科研级荧光光谱仪，可搭配多种检测器，包括 UV-Vis 多通道 CCD、近红外多通道 InGaAs 及任意单通道探测器。Nanolog 可根据用户需求定制，以适应几乎任何发光研究的需要。



据 Aqualog 测试的商业 EVO 标记橄榄油 A-TEEM 指纹图谱，可以很明显的观测到叶绿素及其降解产物成份



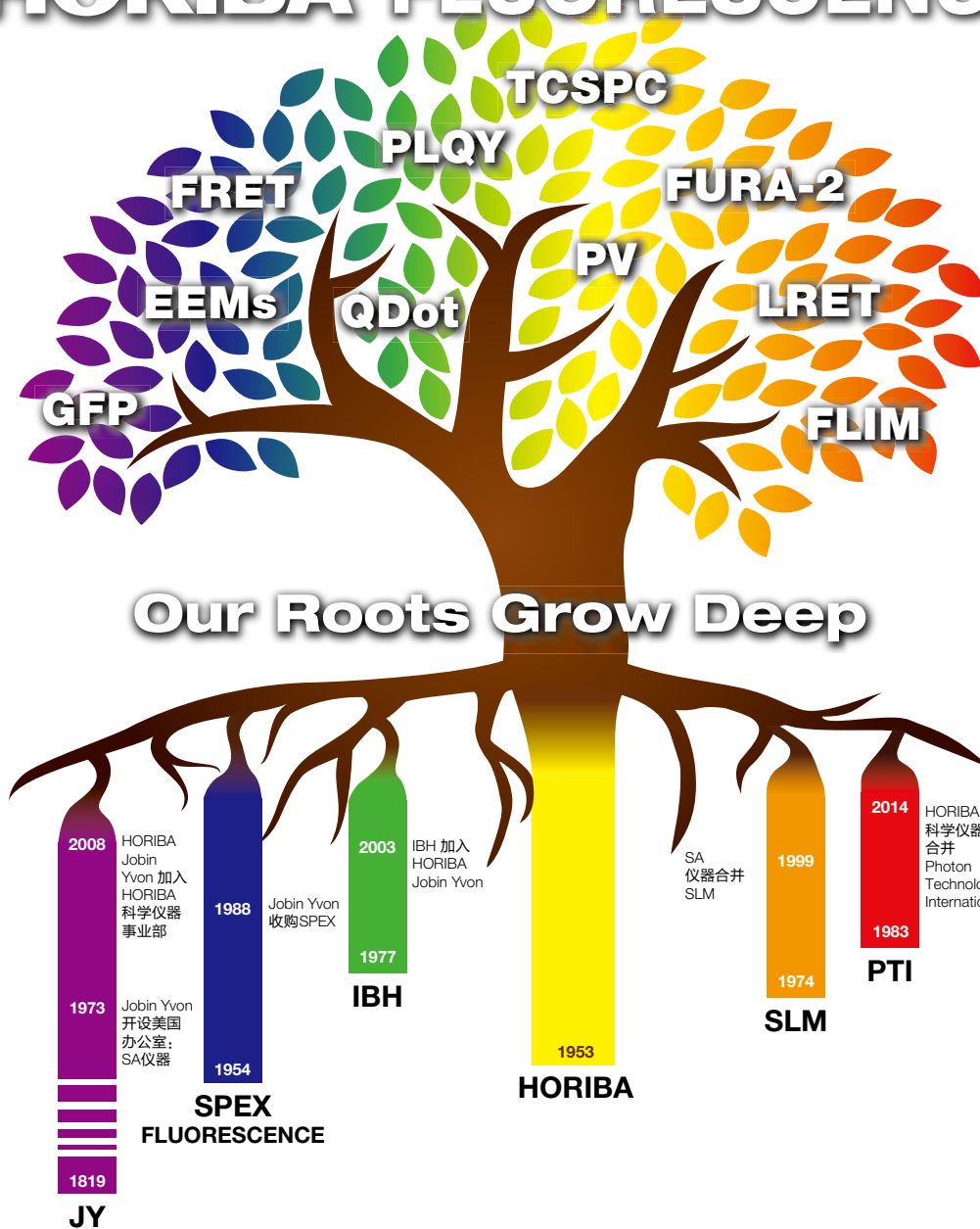
Nanolog 检测 NIST 样品的 EEM 图谱，重要的 SWCNT (最大 >10%) 使用 (n,m) 坐标标记。



# HORIBA 荧光光谱仪 家族



# HORIBA FLUORESCENCE



Fluorolog-QM 是 HORIBA Instruments Incorporated 在美国注册的商标。  
 HORIBA 具有持续开发产品的策略，并保留修改部件编号，说明和规格的权利，恕不另行通知。

## HORIBA

<https://www.horiba.com/chn/scientific/info-sci.cn@horiba.com>

- 北京 北京市海淀区海淀东三街2号欧美汇大厦12层 (100080)
- 上海 上海市长宁区天山西路1068号联强国际广场A栋一层D单元 (200335)
- 广州 广州市天河区体育东路138号金利来数码网络大厦1612室 (510620)
- 成都 成都市青羊区人民南路一段86号城市之心大厦17层C1 (610016)
- 西安 西安市高新区锦业一路56号研祥城市广场B栋Win国际2306室
- 武汉 武汉市江夏区高新大道780号沃德中心905

- T: 010 - 8567 9966 F: 010 - 8567 9066
- T: 021 - 2213 9150 / 6289 6060 F: 021 - 6289 5553
- T: 020 - 3878 1883 F: 020 - 3878 1810
- T: 028 - 8620 2663 / 8620 2662
- T: 029 - 8886 8480 F: 029 - 8886 8481