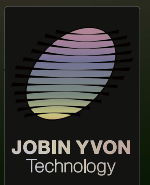
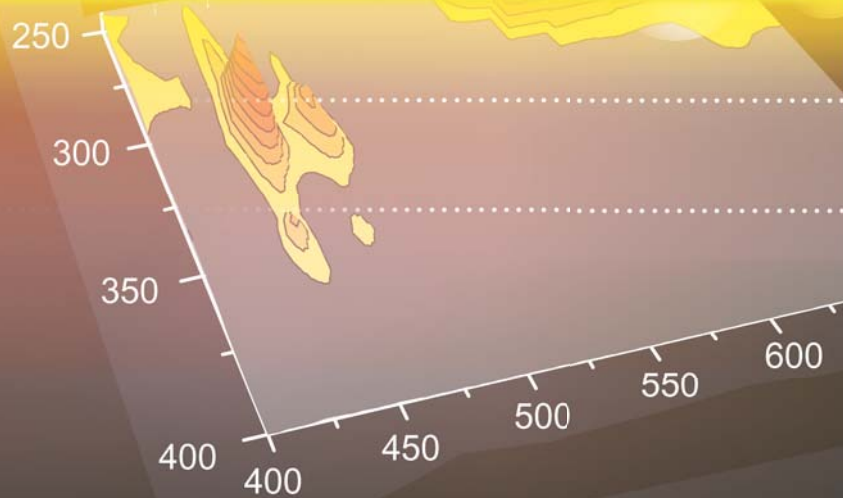


$T = 95^{\circ}\text{C}$

FluoroMax[®]-4 系列 高灵敏一体式荧光光谱仪



高灵敏度荧光光谱仪

新一代磷光和皮秒级TCSPC测试系统

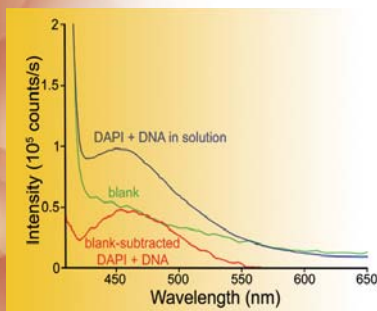
FluoroMax[®]-4的优势：高灵敏度、高光谱分辨率、高度自动化、一键测量分析

FluoroMax[®]-4是HORIBA Scientific推出的一款一体式荧光光谱仪，它可以为荧光研究领域提供超高的灵敏度及大多数台式荧光检测系统所不具备的分析功能。



FluoroMax[®]-4的应用领域

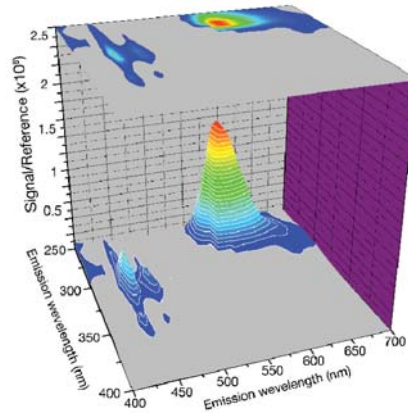
制药和医药



FluoroMax[®]-4采用了单光子计数检测技术，左图显示了它卓越的检出能力：可以分析超痕量DAPI (10fg/ml) 与DNA的结合作用。超高的灵敏度特性，使其成为研究生物组分分子环境的一个重要工具。

高灵敏度的荧光分析技术可用于科学研究、常规分析和制药及医药领域的质控过程。在药物领域，荧光光谱仪可测出超痕量甚至低至皮摩尔级的物质。此外，荧光技术还可以提供关于DNA、蛋白质和病毒动态、刚性和结构信息。

环境科学

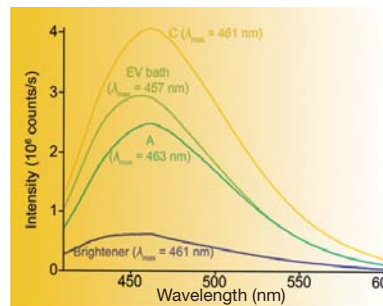


左图为原油样品的三维荧光光谱。通过参比检测器信号处理，避免了激发光源扰动等干扰。样品间的谱图差异可用于质控和纯度分析。

荧光可用于监测空气、水和土壤中痕量的有机、无机、有毒、致变和致癌物质。由于这些痕量物质具有复杂干扰源及高背景信号，这就要求荧光光谱仪需具备高灵敏度和高选择性。

三维荧光光谱、三维矩阵扫描和等高线谱（也被称为“全发光谱图”）可为研究者提供独一无二的指纹图谱，用于定性分析，以识别某一成份。三维荧光光谱还被广泛应用于追踪不同原油样品的地质来源。

分析化学



左图为不同浓度和不同组分的电镀液光谱图

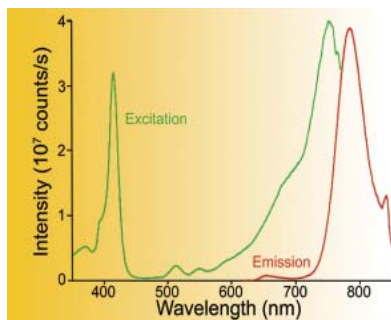
分析化学领域的专家经常需要探索分子环境和研究荧光物质的发光光谱和量子产率。一旦确定荧光探针的基本光谱信息，比如激发、发射光谱和量子产率，实验室便可建立常规化验和检验方法。



化学探针的主要荧光特性包括：

- 溶剂效应
- 量子产率和发光寿命
- 激发态偶极矩
- 重原子和温度效应
- 常温和低温效应
- 不同界面的反应状态

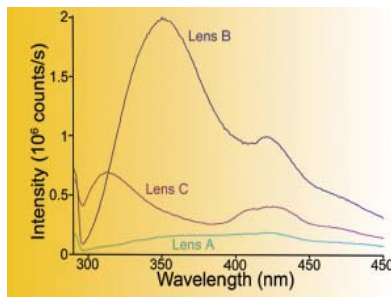
食品科学和农业



左图为常见蔬菜中叶绿素的校正激发、发射光谱图。通过近红外区的叶绿素激发校正光谱，可以获取叶片衰老的相关信息。

在食品科学领域，改善食品的营养质量、保质期和包装非常重要。考虑到细菌繁殖会引起产品污染、多种疾病甚至死亡事件，生产厂家必须在这之前确定污染物的来源及其带来的破坏，以确保食品质量的安全。同时，食品的包装物也非常重要，它既是防止氧化的保护膜，又是痕量增塑剂和聚合物污染的潜在来源。在农业领域，研究者们通过荧光光谱了解到如何正确使用肥料，来改善农作物的产量和质量。

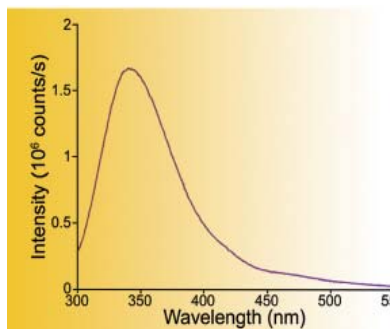
制造加工业



左图为不同隐形眼镜粘附蛋白的荧光光谱图。生产酶清洗液的公司可以用它来评估不同产品的效果以提高产品质量。

生产制造商可以采用荧光光谱检测涂料、塑料、聚合物、光亮剂和荧光粉涂层质量；生物技术研究者可以用它来分析药物、胆固醇、蛋白质、维生素和DNA；医疗器械制造者可以研究浸入动脉和其它的光纤侵入系统；化妆品和健康护理公司则通过它来评估新产品的效果，如：广谱防晒霜、改善肤质的脂基润肤剂和抗衰老护肤霜。

光化学

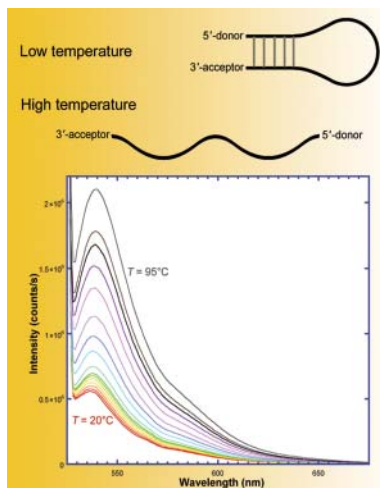


左图为FluoroMax®-4配置远程光纤附件后，获得人体皮肤中色氨酸的发射光谱扫描图。它为体外荧光提供了研究方法和工具。

光化学研究旨在揭示分子所处微环境的复杂性，它通过研究样品的光吸收和光物理特性来了解样品在化学和生物过程中的功能。荧光在光化学中的应用包括：

- 在噬菌体中渗透膜蛋白质运输的分子机理
- 光动力疗法：一种肿瘤定位、识别和控制技术
- 在绿色植物光合作用中的生物能量转化
- 量子点作为生物探针的癌症诊断和组织研究
- 表征黄素、类胡萝卜素和其它光受体

细胞生物学



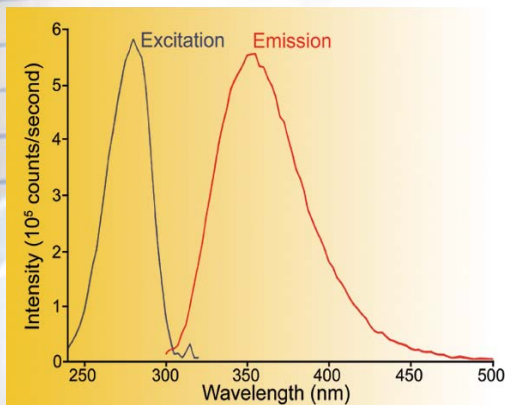
TET作为供体荧光染料，修饰于DNA片段的5'端；QSY作为受体或猝灭剂，修饰于3'端。低温下，DNA保持环状、供体和受体之间保持近距离。加热后，DNA环打开，供体和受体远离，荧光强度随之增加（激发波长521nm）。

在研究基本的生物学过程中，研究者会用到各类荧光示踪剂，他们通过荧光激发和发射光谱来进行物质表征。使用比例技术可以监控几个波长的发光强度，而不仅仅是测量单一波长的绝对强度。

高灵敏度荧光光谱仪

FluoroMax®-4 如何通过快速和灵敏度实现最佳性能？

FluoroMax®-4如何保证超高灵敏度？



上图为 10^{-6} 色氨酸的激发发射光谱图，这些数据在20s内自动获得，并自动扣除空白。

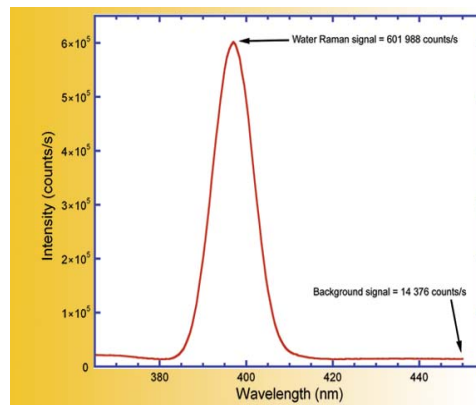
水拉曼测试的灵敏度

只有兼具速度和灵敏度的仪器，才能够真正为研究者节省测试时间，这意味着您在同样的时间内可以测试更多的样品、做更多的工作，在每个样品上的花费也随之降低。

现在有很多方法可以获取信噪比数据，但考虑到不同的操作者在制备同一个样品时会产生人为误差，我们通常采用水拉曼信噪比来表征不同仪器间的灵敏度。而在获取水拉曼信噪比值时，我们除了需要了解测量方法，还必须知道如何处理数据，这在选择仪器时是一个非常重要的判断依据。

HORIBA Scientific如何测试水拉曼的信噪比？

水拉曼信噪比测试方法需要通过水拉曼峰值和系统噪声值（背景信号）来反映仪器的全部性能。在HORIBA Scientific，我们将信噪比定义为峰值信号和背景信号的差值除以背景信号的平方根。这个方法来源于散粒噪声的假设和高斯统计，所以第一标准偏差等于测量数值的平方根，即背景信号的平方根。在水拉曼峰位获得峰信号（激发波长350nm、发射波长397nm），在没有拉曼信号出现的区域（450nm）获得背景噪声，一个理想系统的噪声值为0。在测量过程中，我们将入口及激光单色器的狭缝带宽设置为5nm。



上图为FluoroMax®仪器上典型的水拉曼光谱图，激发波长为350nm、积分时间为1s、带宽为5nm、数据记录间隔0.5nm（365~450nm）。箭头表示信号（397nm）和背景（450nm）位置。

以一台典型FluoroMax®系统测试的实际数据来说明我们的实验和计算方法。实验条件如下：

- 激发波长为350nm、带宽为5nm
- 发射谱为365~450nm、带宽为5nm
- 采样间隔0.5 nm
- 积分时间1s
- 数据点没有平滑处理
- 标准室温红敏光电倍增管检测器（注意：这就是您实际使用的检测器）

通过 N_p-p 得到背景信号RMS噪声 N_{rms} , $background = 405/5 = 81$, 所以水拉曼信噪比为：

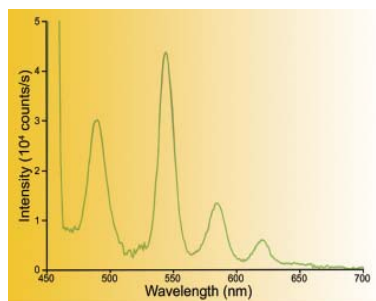
- $SNR = (601988 - 14376)/81 = 7254$, RMS方法

为什么HORIBA Scientific的测试方法更加精确？

尽管该方法给出了一个较低的值，但我们还是确信它能够更好地表征系统性能。这是因为其它的方法只考虑了检测器噪声和电路波动噪声，而我们的方法是采用背景的总强度作为噪声测量值，这更能代表真实的实验条件，包含系统光学质量和光散射等影响因素，这对实际测量过程中极微弱信号采集至关重要。



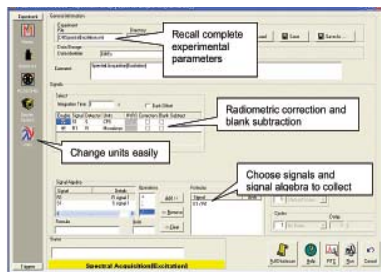
光子计数意味着高灵敏度



左图是一种常用荧光探针TbCl₃，在极低浓度条件下的(10⁻⁶)荧光光谱图。

光子计数器是科研级荧光光谱仪领域中配备的检测技术。它可以提供超高灵敏度的光子计数，保证了测试信号只来自于样品光子，而检测器的噪声被屏蔽。这就意味着极其微弱的信号也不会电子背景中被湮没，我们可以用它分析其它荧光光谱仪所不能测试的浓度。

实验参数设置：一键找回实验条件



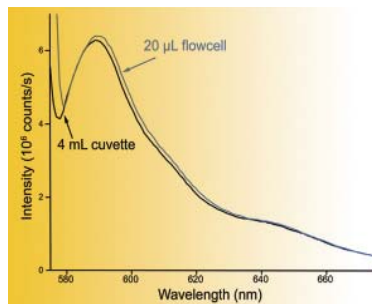
FluorEssence®左图为荧光实验软件，具有带快捷按钮的层叠式窗口。

当需要重复一项实验或重复测试同一个样品时（或者仅核对部分实验条件），通过这种方法不用查看实验记录，一键即可找回所有参数（包括带宽设定），并且确保所有参数正确无误。

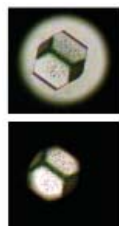
荧光显微镜

同样适用于测试微量样品

传统测量方法有时候不能满足小体积样品，FluoroMax®-4的高精密光路可以满足HPLC的流通池，或小到1μL微量样品的测试要求。但如果样品无法放到样品仓里，这就需要有一个显微成像装置。通过光纤附件耦合荧光光谱仪和显微镜联用，将激发光传输至生物样品或纳米材料样品上，再收集荧光传输回至FluoroMax®-4做光谱扫描。

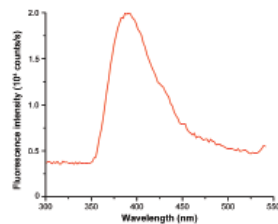


左图分别是20nM的Resorufin溶液在4ml标准样品池和20μL微量流通池(P/N1995)中获得的荧光光谱图。结果表明，在小体积样品下同样可以获得高灵敏度。



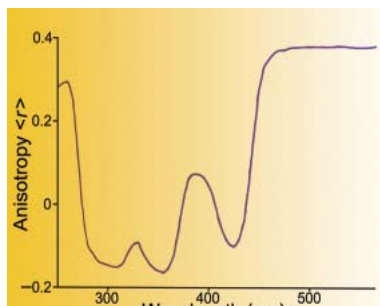
1 mm pinhole

0.7 mm pinhole



上图为使用10X目镜和显微镜适配器、发射端不同针孔配置，对70nm大小的单葡萄糖异构酶晶体的成像图。右图为晶体的发射光谱图（激发波长280nm）。

偏振和动态各向异性



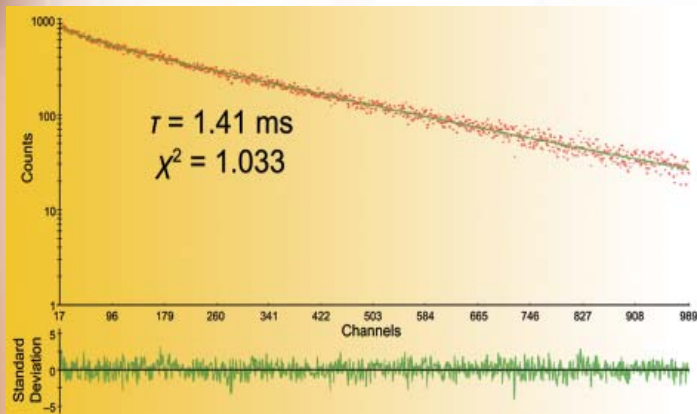
左图为罗丹明B的偏振激发谱，表明了偏振光的波长依赖性。

荧光偏振可以说明小分子键合到大分子后布朗运动的变化，如小分子呈现出转动变慢的现象。采用偏振光激发和发射光消偏振，可以检测微小荧光配体的迁移变化。

高灵敏度荧光光谱仪

荧光偏振法常用于检测蛋白质和核酸的配体结合，以及膜的微粘性。这项技术能用于测量生物体液中激素和药物的结合常数和浓度，以及提供诸如蛋白质大分子的结构特点及变化信息。FluoroMax®-4的偏振器设置在仪器内部，可自动校准，具备高度自动化。

TCSPC技术



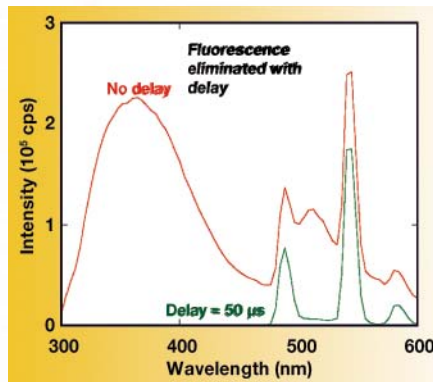
上图钨系元素-荧光素的Förster共振能量转移TCSPC衰减曲线，这对供体-受体分子距离为5.44nm。图中红色点是实际数据点，绿色点是拟合曲线，寿命结果为1.41ms。

当您想用FluoroMax®-4检测皮秒和纳秒级的荧光寿命时，时间相关单光子计数（TCSPC）是一个快捷而精确的选择。它采用先进、免维护、易更换的固态NanoLEDs和DeltaDiodes作为脉冲光源。TCSPC的优点包括：

- 单光子检测，灵敏度高
- 高速的数据采集
- 与激发光强度变化无关
- 无来自转换盒的脉冲拖尾
- 一次完成全衰减曲线检验
- 数字信号的高精度，无需在拟合数据进行模拟补偿

其它厂商采用的频闪技术会造成系统误差，比如频闪监控电子可以检测到闪烁灯产生的杂散射频，而TCSPC通过排除低水平噪声和只接收高电平信号的方式来避免这种情况。TCSPC采用泊松统计来对每个通道的标准偏差进行稳健估计，这是频闪技术无法做到的。

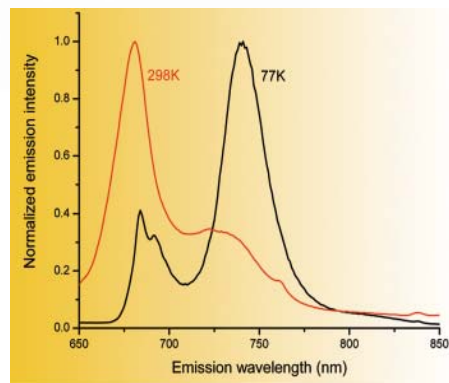
磷光分析技术



左图为肽、铽和荧光素的混合样品发光曲线，分别使用（绿线）和未使用（红线）延迟检测（延迟时间50μs）的光谱扫描图。从图中可以看到，通过延迟扫描设定，完全去除荧光信号，得到长寿命磷光信号。

三重态跃迁要比单线态跃迁慢很多，跃迁时间从微秒级到秒级。选择磷光检测功能后，通过内置宽谱带氙灯，配合同步可变延迟可以排除荧光干扰。FluoroMax®-4P（P指磷光功能）配置了用于磷光光谱和荧光光谱的脉冲灯和CW灯。软件控制转换镜，全自动切换磷光光谱和荧光光谱的检测。

低温测量

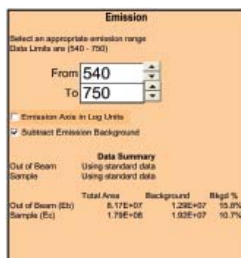
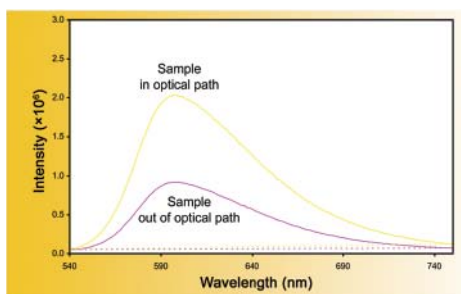


左图为羊茅草叶绿素的常温和液氮低温下的荧光光谱归一化比较。其中杜瓦瓶附件提供液氮温度环境，激发波长为440nm。请注意来自于光系统II的681nm荧光峰在低温下分裂为两个峰（CP43和CP47复合物），同时低温下来自于光系统I中复合物Lhca1和Lhca4的741nm峰变宽、信号变强。

为了低温下冻结分子的运动，获得较为尖锐的光谱带，或者保持不稳定的三重态，液氮杜瓦瓶附件将会是一个完美的选择。操作过程简单，只需将杜瓦瓶放置在样品仓内的托架中，样品放在石英池中，慢慢浸入到装满液氮的杜瓦瓶后即可测量。



量子产率

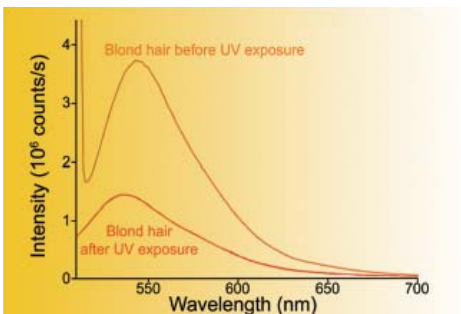


利用积分球附件，对一个染色塑料样品扫描，原始数据和结果如图所示。样品的色度可以用CIE1931的XY坐标或CIE1976的u'v'坐标表示。量子产率和色度分析软件自动完成所有计算。

Results			
Absorption			29.7%
Quantum Yield			40.3%
Color			
x	0.6038	u'	0.3693
y	0.3956	v'	0.5444

通过量子产率附件，我们可以得到精确而可靠的绝对量子产率，非常适用于OLED、DNA测序和检测、免疫学、纳米晶体、绿色荧光蛋白、量子点和磷光试剂。FluoroMax®-4配备了外置积分球附件、聚四氟乙烯内衬材料以及6英寸（150mm）大尺寸腔体，抽屉式的底部设计可以避免粉末样品对腔体污染，独有的全套分析软件则可以自动给出量子产率，操作界面简单易用。

光纤-适用于以往不能测试的样品



左图使用远程光纤附件，对紫外光照射前后的金发进行光谱比较。这可以帮助护发产品提高它的防紫外线破坏能力。

即便FluoroMax®-4拥有宽敞的样品仓，但某些样品或某些实验需要在样品仓外测试时，这时候就需要用到双向光纤探头，它可以直接把激发光送到样品，同时收集产生的荧光。通过这个附件，我们可进行化妆品、头发、防晒霜、光能疗法等的活体UV-A评估。用户也可以根据自己的需求，开发出更多用途。

超灵敏度高性能荧光光谱仪是怎样组成的？

光源

氙灯采取垂直式安装，可避免因水平式安装引起的下垂、受热不稳定和短寿命。非球面反射镜能保证全波长聚焦到狭缝，以提高光源能量利用率、避免透镜聚焦的色差。色差会导致固体材料测量时产生不可补偿的光度误差。在激发光源方面，测量稳态时采用的是连续氙灯、测量磷光寿命时则采用闪烁氙灯，双光源之间可以自动切换，确保获取最优化的数据。

狭缝

激发、发射侧配置了带宽为0~30nm连续可调狭缝，且由软件自动控制，保证了最大的分辨率和高度重复性。

激发单色仪

采用了经典的Czery-turner光路设计，非球面的反射镜可保证光栅衍射光斑适合狭缝高度，平面刻划光栅、330nm闪耀角保证紫外区和可见光区的最大光能量。这里所有的光学元件都来自Jobin Yvon-哈勃望远镜的光学元件供应商。

发射单色仪

同样具备所有激发单色仪的特点。500nm的闪耀波长保证可见-近红外区的最大衍射效率。采用NIST标准光源获取的校正文件，去除来自光栅和检测器的响应影响。

参比检测器

光电二极管在激发光源到达样品前对光源强度进行监控，实时修正入射光能量变化。经过NIST标准溯源，无需维护。

样品仓

样品仓几乎可以满足您所有附件的安装。同时，它采用挡板隔离光学部件，可避免粉尘和样品污染，延长仪器使用寿命。

检测器

采用光子计数检测器，确保可以采集到极微弱的信号。出厂的优化设置，提供最大的计数速率、最大消除暗噪声。在室温下使用可减少由于供电或环境造成的数据波动。标准配置R928光电倍增管，在满足UV-NIR区检测要求的同时，能够实现TCSPC皮秒级荧光寿命的配置升级。

数据采集和处理

采用FluoroEssence软件，实现主机和多种附件高度自动化控制，整个控制软件耦合在著名的ORIGIN软件中，提供最强大的数据和图形处理功能。

自动计时

设备带有自动累计功能，记录仪器累计使用时间。

光栅在轴扫描

激发单色仪和发射单色仪均采用光栅在轴扫描设计，光栅表面和旋转轴处在一个平面，保证全光谱波长准确性。

一体化光学平台

所有光学元件集中在一个光学平台，稳固高效且使用维护简单，突出以用户为本的设计理念。

HORIBA

Scientific

info-sci.cn@horiba.com
www.horiba.com/cn/scientific

堀场(中国)贸易有限公司

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)
T: 021-6289 6060
F: 021-6289 5553

NO:HSC-FL11B01-V₁ (Printed:2013-12)

堀场(中国)贸易有限公司 北京分公司

北京市朝阳区建国门外大街甲6号
SK大厦1801室 (100022)
T: 010-8567 9966
F: 010-8567 9066

堀场(中国)贸易有限公司 广州办公室

广州市天河区体育东路138号
金利来数码网络大厦1612室 (510600)
T: 020-3878 1883
F: 020-3878 1810

若产品规格型号发生变化,恕不另行通知。未经授权许可,禁止拷贝本手册部分或全部内容。(本手册仅供参考)