

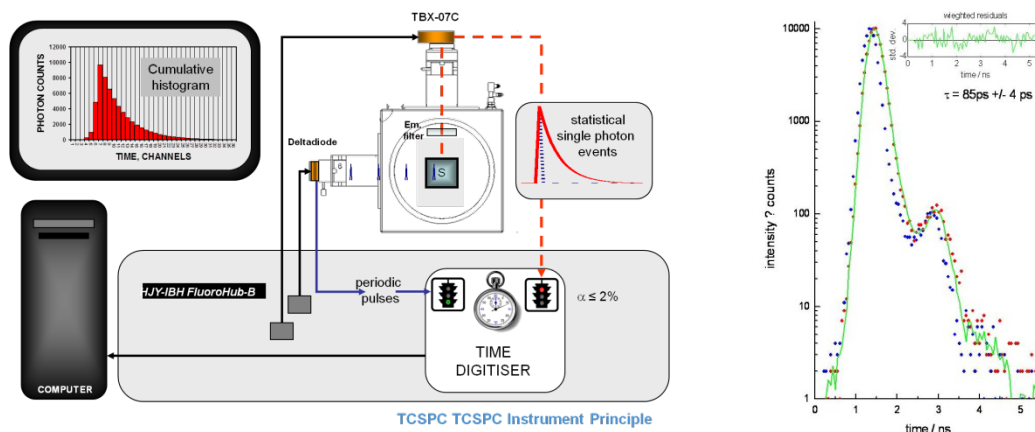
FluoroHUB TCSPC 荧光寿命测量系统

—HORIBA JobinYvon IBH Inc.



为了了解发光分子的发光机理和发光分子间相互作用原理，分子结构和所处微环境的变化，荧光寿命测试是极其重要的测试手段，广泛应用于材料科学，医疗诊断，分子生物学和细胞生物学，激光及防伪科学。

作为 TCSPC 时间相关单光子计数测试荧光寿命技术的领跑者，IBH 推出最新 TCSPC FluoroHUB 荧光寿命测试系统，组成包括 100MHz 的激光器 Deltadiode 和适配的 TCSPC HUB 及最高集成度 TBX-07C 制冷型皮秒检测器，为您的科研工作提供最大的方便，可以继承到用户的自建系统中。知名的 Datastation 和 DAS6 数据采集及处理软件的最新版本也包含其中。



TCSPC 荧光寿命系统组成：

1. 高频闪激光器 **Deltadiode**，闪烁频率 100kHz-1MHz（20MHz LED 可选），光源控制器，内置代码识别，一个光源控制器可以控制所有不同波长的激光器。自由空间输出为平行光束，可选光纤输出模式；
2. **TCSPC FluoroHUB 工作站**，用于 <math>< 100\text{ps}-10\text{s}</math> 寿命测试电子部分，可以匹配 >10kHz 闪烁频率光源用于 <math>< 100\text{ps}-10\text{us}</math> 寿命测试；也可以匹配慢频闪光灯用于 1us-1s 的长寿命测试。通道数 4k，jitter time 小于 25ps，接受 NIM 同步信号和来自 TBX 检测器的 stop 信号。
3. **TBX-07C 皮秒光子计数检测器**，带有精密稳压电源和制冷系统，响应时间 $TTS < 200\text{ps}$ ，暗噪声 <math>< 50\text{cps}</math>。

TCSPC 系统工作原理：

来自 Deltadiode 高频闪激光器的闪烁信号到达样品，激发样品发出荧光，该激光器控制器同时给出同步信号 START 给 TCSPC HUB 工作站，荧光经过单色后经 TBX-07C 皮秒单光子检测系统识别后，给出单光子信号给 TCSPC HUB。工作站处理 START /STOP 信号，对应不同时间，在对应时间通道计数，多次闪烁激发，最终获得最终的荧光衰减曲线。

仪器示意图片



图 1 TBX-07C 皮秒检测器



图 2 TCSPC FluoroHUB 时间相关单光子计数工作站



图 3 Deltadiode 100MHz 皮秒激光器

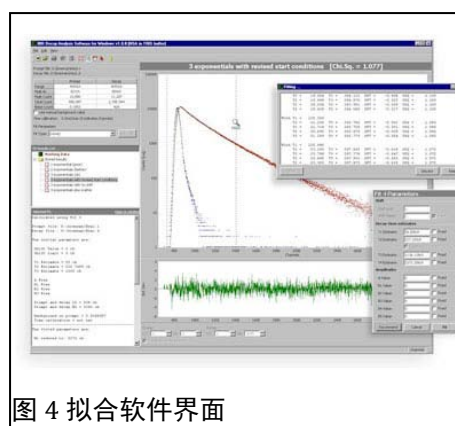


图 4 拟合软件界面

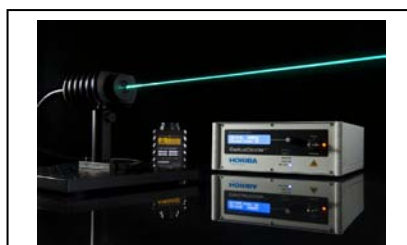


图 3.1 Deltadiode100MHz 激光器及控制器

附：TCSPC 时间相关单光子计数 技术原理

处于分子轨道基态的电子吸收高能量光子的激发后，跃迁到激发态，产生电子-空穴对，这个过程我们称为光致激发，处在激发态的电子从第一激发单重态回到基态，以发光的形式释放出能量，整个过程称为光致发光的荧光过程。

通常我们把 10-15s 数量级的吸收过程忽略不计，定义被激发电子停留在激发态的平均时间称为荧光寿命，荧光寿命代表分子轨道更加详细的组成及复合机理。荧光寿命通常在 ps 到 us 级。如此短的时间过程，我们无法直接采用现有的电子及检测手段准确获取 ps 级间隔的数据，所以以统计学为基础的时间相关单光子计数方法（TCSPC）成为最成熟、最准确、灵敏度最高的荧光寿命测试方法。

荧光寿命的物理模型是 δ 脉冲光源激发，样品发射荧光，荧光强度对应这个 δ 脉冲的响应。实际的光源中，脉宽都是存在的，于是我们把脉宽分解为多个 δ 脉冲的集合，实际获取的荧光寿命成为这个集合的响应的加和。高等数学上面称之为卷积，随后通过数学解卷积过程，我们就获得准确的样品的荧光寿命及组成。

对于 TCSPC 测试过程，整个荧光衰减过程采用时间通道的方案来进行，通常时间通道有 256-4049 个供选择，统计假设采集到光子的概率和当时的荧光强度成正比。脉冲光源开始工作时，我们获取计时 Start 信号，设定检测器在一次脉冲获取一个光子的概率是 2%，通过 TAC 时幅转换器把获得光子的时间（start to stop）以电压形式记录下来，记录在对应的时间通道中；多次脉冲后，多通道时间记录器中就获得了实际的荧光衰减曲线；然后我们以同样的方法采集光源的脉宽曲线。荧光衰减曲线和光源脉宽曲线带入专门的拟合软件，我们可以获得荧光寿命的数值、组成及相关系数。