

Technical Note

什么是 MCS（多通道扫描）？



多通道扫描技术（Multi-channel scaling，MCS）是一种单光子计数技术可以用来记录在微秒到秒级时间范围内发光衰减过程。通常先用一个脉冲光源激发样品，使样品发射出光子。光子的密度以时间为函数，常为指数衰减方程。

MCS 要使用窄脉宽（ $1\sim 2\mu\text{s}$ 或更短）的低频光源（小于 1Hz 到 kHz）。合适的脉宽重复频率由样品衰减时间，MCS 数据获取电子部分以及可选光源决定。

MCS 原理

单光子多通道扫描的原理与取样示波器的原理类似，唯一的区别是扫描门控时间在取样示波器中记录的是电压，而 MCS 记录的是在很短的门控时间内的光子脉宽。

脉冲光源的同步信号，即 MCS 的触发脉冲会启动数据获取的电子元件。在接收到触发信号以后，数据获取的电子元件会开始沿着时间轴定期开启门电路进行扫描。检测器过来的光子脉冲将进入到门控时间内进行计数并储存起来。经过某一个特定的时间以后，门控时间将移动一个通道宽度到达下一个位置，电子元件又开始记录光子数。总共多至 40% 的通道能记录到光子数。

下一次 MCS 触发又将会重新触发整个循环过程。之前检测到的光子数将会累加在相应的时间通道中。

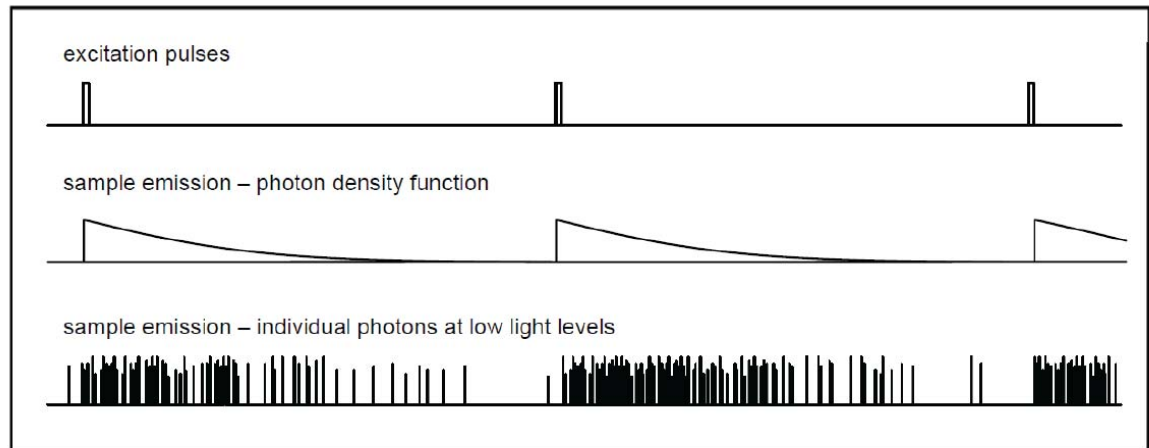


图 1. 多通道扫描的原理

需要注意的是 MCS 的触发信号必须在第一个光子在到达 MCS 数据获取卡之前(接着是脉冲样品激发)。这使得在样品衰减之前监控背景和信号上升成为可能。

与其他所有的技术一样，MCS 技术在高信号输入时也会存在饱和极限。值得指出的是，这个饱和极限并不与每秒钟的光子计数(cps)成比例关系，而是与在一个窄时间通道中的光子计数成比例。如图 1 所示，光子密度在激发脉冲刚结束时最大而在接近衰减结束时密度最小。对于一个特别短的脉冲（纳秒和微秒级别）在一秒内检测到的平均光子数是很低的，然而在脉冲刚结束时的光子密度因为太高而很难被准确检测到。

因此通过检测散射激发光来获取仪器响应函数(IRF)是十分重要的。使用 $1\mu\text{s}$ 时间分辨率(1ms 时间范围，1000 通道数)，在一次氙灯闪烁后，最多只能获取 10 个光子数。氙灯的脉宽约为 $1\mu\text{s}$ ，意味着实际上检测到的所有光子将会在 $1\mu\text{s}$ 的时间通道中。如果使用氙灯的频率为 100Hz，每秒检测器最多检测到的光子数为 1000 (cps)。对于长寿命样品（毫秒）将需要更长的数据获取时间和更宽的时间分辨率，实际上具有和稳态测量相同的极限 (3,000,000cps)。

天美（中国）科学仪器有限公司
TECHCOMP (CHINA) LTD.

中国北京朝阳区天畅园 7 号楼 1、3 层
TEL:010-64010651
FAX:010-64060202
E-MAIL:techcomp@techcomp.cn

图 2 显示两种不同闪烁频率的氙灯在进行样品衰减测量和仪器响应函数测量时的计数率极限。

假定使用的都是单指数衰减，所选的测量窗口应为 10 倍寿命大小。对于多指数衰减（因为需要在一个短时间内检测更加大量的光子数）和使用激光激发（IRF 测量的光子数将会计入短于 1us 的时间内）来说，测量窗口选择为 10 倍寿命大小变得更加重要。

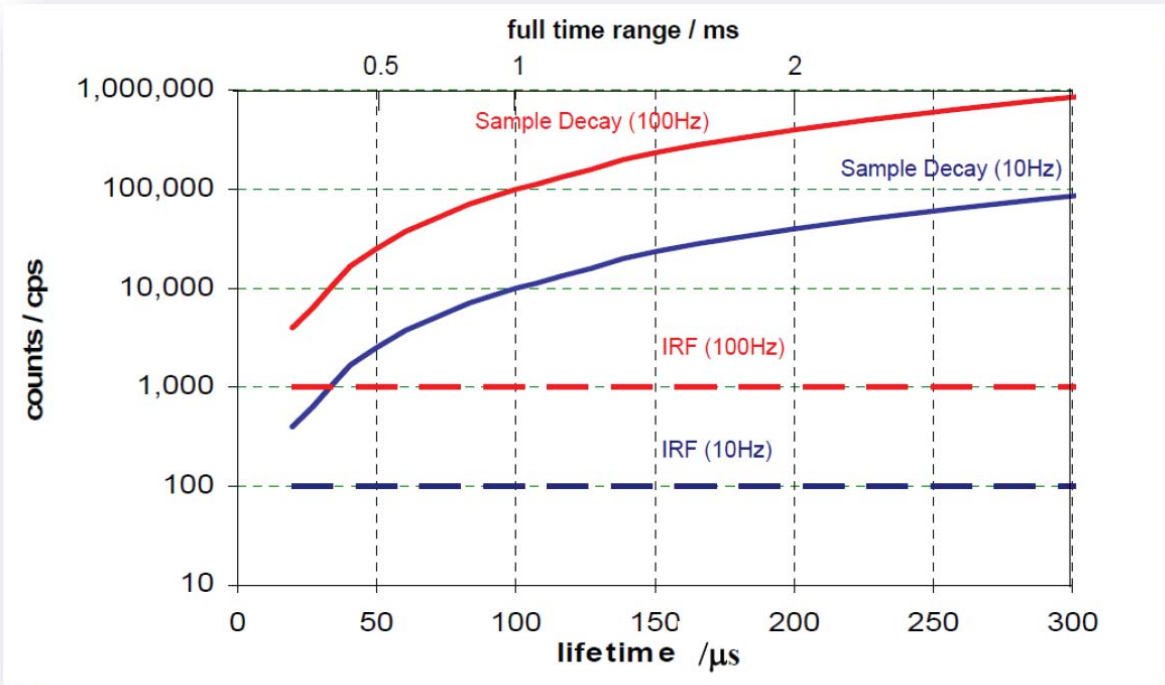


图 2. 样品衰减和仪器响应函数测量的饱和极限图示