

毫微秒荧光时间谱仪

彭程航 邢蕴芳 王丽华 陈小品 王秀英 卞和如 尹殿均

(中国科学院生物物理研究所, 北京)

我们研制成功国产首台带闸控毫微秒光源的时间关联单光子毫微秒荧光时间谱仪。

谱仪线路的时间分辨率可优于 2×10^{-10} 秒 (200ps)。

光源脉冲通过闸流管控制, 闪光的重复频率可达 150 千赫兹; 光脉冲半峰全宽度 3—8 毫微秒 (ns); 强度大于 10^9 光子/脉冲; 单光子工作状态下的波长分辨率可优于 2 毫微米 (nm); 光谱范围 3000—6000 埃。

工作模式: 对荧光光子实行单光子检测; 把闪光时刻作为初始时刻与测到第一个荧光光子的时刻关联起来。

谱仪的设计特点与功能

1. 来自灯室的毫微秒光脉冲经激发单色器激活样品, 样品荧光经发射单色器到达信号光电倍增管, 总光程约 2 米。为提高光路效率, 样品室和灯室内均安装透镜, 以保证将光聚焦于单色器的狭缝上。在灯室外可调节灯室内灯的位置, 以保证光源落在光轴上。整个仪器光路系统竖直, 水平可调, 并能紧固在底座上。这些措施使光路效率提高 2—4 个量级以上。

2. 研制了控制闸流管从而控制光源的线路。闸控线路能送出高达 175 伏幅度可调的脉冲; 闪光频率在 3—150 千赫兹范围内任意可

调; 其发射波长可根据需要通过改变灯内填充气体来实现。根据工作条件光脉冲的半峰全宽度可为 3—8 毫微秒。

3. 探测器是时间精度好的直线聚焦型光电倍增管, 并选取定时好的分压线路。谱仪定时精度由光电倍增管前沿的抖动和恒分定时 (亚毫微秒量级) 决定。我们减少了光电倍增管光阴极的灵敏面积以减少时间抖动。

4. 采用恒分甄别定时。它是当前最好的定时方式之一。线路定时精度可优于 200ps。谱仪采用时钟频率为 50 兆赫的 1024 多道分析器记录、分析、储存数据, 并用 IBM 计算机联机处理数据, 使得该系统允许光脉冲重复频率高达 200 千赫兹。

测量了硫酸奎宁样品, 得到很好的单指数衰减曲线, 测得其荧光寿命为 19.4 毫微秒, 与文献结果一致。由于光源重复频率高, 因而大大缩短了测量时间。

谱仪可检测瞬态过程, 辐射动力学过程, 探测生物大分子的活性位置、构象及其变化, 研究溶液中基团之间的能量传递和距离, 加上偏振片后可用于研究溶液中分子的大小、形状及其柔性。可得到波长分辨难于得到的许多信息。

[本文于 1986 年 12 月 26 日收到]