

闪烁体荧光时间特性研究

孙腊珍 孙金华 许咨宗

(中国科学技术大学 近代物理系, 合肥 230026)

闪烁计数器是一种应用非常广泛的重要粒子探测器。它由闪烁体、荧光光子探测器（如：光电倍增管）两个基本元件组成。 γ 射线或带电粒子入射到闪烁体内，在射线作用下，使得闪烁体内的原子电离、激发，在退激发过程中发射荧光。在早期的核物理实验中，科学家曾通过显微镜用肉眼直接观察射线击中在荧光板上发射的荧光，如：卢瑟福 α 粒子散射实验中就使用了ZnS(Ag)，观察 α 粒子击中在荧光板上发射的荧光来标记射线的击中。随着光电倍增管的研发，利用光电效应光波产生光电子，经放大成为电脉冲信号来探测荧光，记录射线击中的信息。经过几十年的发展，由各种类型的闪烁体、光探测器件和相应的电子学组成的多种的闪烁探测器，在核物理实验、天文物理实验、核医学成像、地质探测和放射性同位素的测量等方面已广泛地应用。闪烁探测器在近代粒子物理实验中，可以应用到粒子位置测量、飞行时间测量和能量测量等方面。

闪烁探测器的性能主要涉及闪烁体的发光时间和光传输性能、闪烁体与光探测器之间的耦合和光收集、光探测器的性能、信号放大和接收。我们自研制了一套可切换闪烁体的闪烁计数器装置，应用于核与粒子物理专业实验教学。学生通过此实验，只需简单的操作，就可以观测到多种闪烁体（如：NaI(Tl), BaF₂, BGO, CsI(Tl), 契仑可夫辐射体（有机玻璃），塑料闪烁体，氟化铈晶体(CeF₃)）的荧光时间特性对输出波形的影响，辨认快慢闪烁体；观测光电倍增管输出回路的时间常数对输出脉冲波形的影响；用 δ 光源测定光电倍增管的响应函数；分析记录不同闪烁体的荧光衰减时间常数 τ_s 。并要求学生（1）根据输出的波形数据，以NaI(Tl)晶体的波形为参考，设 $\tau_s=250\text{ns}$ ，由给定的公式拟合出输出回路的RC；（2）用已知的RC将其它闪烁体的波形与给定的公式拟合，求出各个闪烁体的荧光衰减时间常数 τ_s ；（3）掌握宇宙线 μ 子通过闪烁体产生的光信号的形成机理。

从2005年我们在“核与粒子物理专业基础实验”课程中开设了“闪烁体荧光时间特性研究”实验，取得了良好的教学效果。

参考文献

- [1] 徐克尊, 等. 粒子探测技术[M]. 上海科学技术出版社, 1981:
- [2] 汪晓莲, 李澄, 邵明, 陈宏芳, 粒子探测技术[M]. 中国科学技术大学出版社, 2009: 232-290.