

核辐射探测器与核电子学 专业综合性实验

G-M计数器特征参数的测试与分析

核资源勘查技术实验教学中心

一、实验目的

- 了解G-M计数管的基本特征参数；
 - 掌握测定G-M计数管坪曲线的方法；
 - 掌握G-M计数管时间特性的测试方法；
 - 掌握正确使用G-M计数管的方法。
-

二、实验器材

- G-M计数管
 - 可调高压电源
 - 示波器
 - 数字高压表
 - 智能定标器
 - ^{137}Cs 放射源
-

三、实验原理

□ G-M计数器的的工作原理

入射粒子在G-M计数管内电离产生的电子被阳极收集，产生的正离子在阳极周围形成正离子鞘。在电场作用下正离子鞘向阴极漂移，在阳极上感应出一个电压脉冲。脉冲幅度的大小取决于正离子鞘的总电荷，与初电离无关。因此，G-M计数管输出脉冲在一定工作电压下，幅度相同。而与入射粒子的种类、能量、初电离地点无关。当工作电压增高时，正离子鞘的电荷量增加，相应地，输出脉冲幅度也会增加。

三、实验原理

□ G-M计数器的时间特性

■ 死时间 t_D

从电离产生正离子鞘开始漂移，到电场强度恢复至能再次引起电子雪崩的阈值为止，这段时间称为计数管的死时间。

■ 恢复时间 t_R

正离子全部被收集后，电场强度恢复，脉冲幅度才恢复至正常幅度。脉冲幅度恢复所需的时间称为恢复时间。

■ 分辨时间 τ

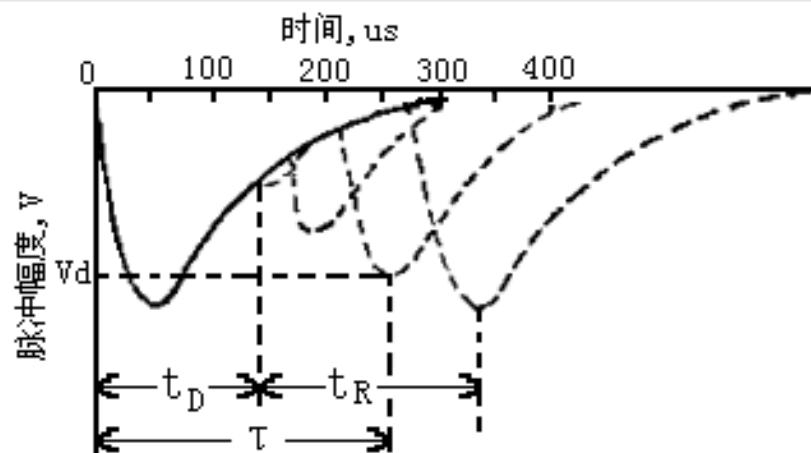
从第一个脉冲开始到第二个脉冲的幅度恢复到阈值 V_d 的时间内，进入计数管的粒子均无法记录下来，这段时间称为计数管的分辨时间。因此必须进行漏计数校正，即死时间校正。

三、实验原理

□ G-M计数器分辨时间的测量

■ 示波器直接观测法

实验时采用相对较强的放射源，使粒子在死时间和恢复时间内有足够的几率入射到计数管，当输出回路RC的数值较小，粒子入射率较大，用示波器可以观察到如下图所示的波形。



三、实验原理

□ G-M计数器分辨时间的测量

■ 双源法

双源法是利用两个独立的放射源，在完全相同的实验条件下，分别测得源I、源II的计数率 n_1 、 n_2 以及两个源的合计数率 n_{12} 。假设相应的真计数率分别为 n_{01} ， n_{02} ， n_{012} ，本底计数率为 n_b ，则可得如下方程组：

$$\begin{cases} n_{01} = n_1(1 + n_1\tau) - n_b \\ n_{02} = n_2(1 + n_2\tau) - n_b \\ n_{012} = n_{12}(1 + n_{12}\tau) - n_b \end{cases}$$

三、实验原理

□ G-M计数器分辨时间的测量

■ 双源法

求解得方程组可得

$$\tau = \frac{n_1 + n_2 - n_{12} - n_b}{n_{12}^2 - n_1^2 - n_2^2}$$

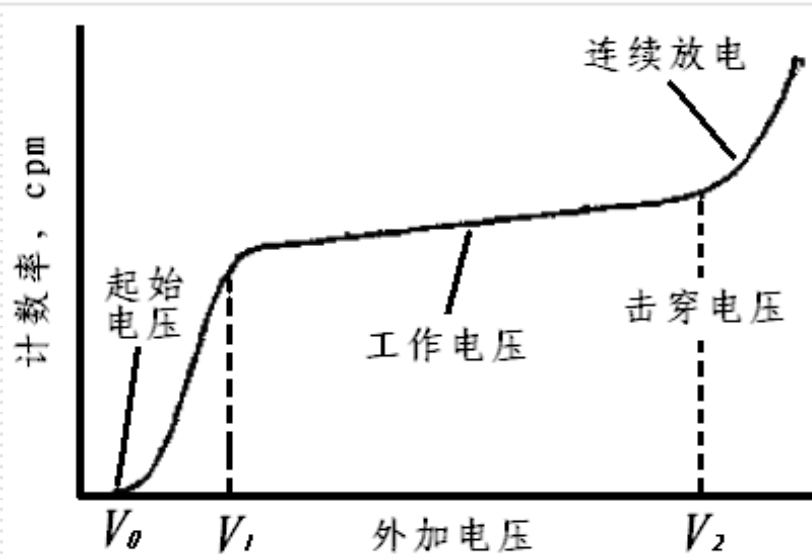
双源法测量分辨时间时，为使分辨时间的影响比较明显，应使计数率较高，但也不能太高，一般选取200/s左右。

此外，注意测量一个源时要将另一个源屏蔽起来，但不能改变它的位置。

三、实验原理

□ G-M计数管的坪曲线

在强度不变的放射源照射下，G-M计数器的计数率与外加电压的关系曲线称为坪曲线，如下图所示，曲线明显地分成三个部分：起始区、坪区、连续放电区。



四、实验内容与步骤

□ 测定G-M计数器的坪曲线

使用智能定标器在一定甄别阈下测定G-M计数管的坪曲线，确定坪曲线的各个参量，并确定其工作电压。

在测量到坪曲线末端时，如果看到计数率已明显增加，表明已开始发生连续放电，应立即降低工作电压，以保护G-M计数管。

调整升高智能定标器的阈值，重新测定G-M计数器的坪曲线，分析说明阈值高低对坪曲线有无影响。

四、实验内容与步骤

□ 测定G-M计数器的分辨时间

用示波器直接观测法和双源法（ ^{137}Cs 源）测量在一定阈值下G-M计数器的分辨时间。

采用示波器观察的方法时，应适当调节示波器的时间和幅度旋钮，可达到较理想的效果，将测量波形存储到U盘，课后在PC机上对测量波形进行分析；

采用双源法进行分辨时间的测量时，务必保证放射源的几何条件完全不变，记录测得源I、源II的计数率 n_1 、 n_2 、两个源的合计数率 n_{12} 以及本底计数率 n_b 。

五、数据处理与分析

- 根据所测量的数据画出坪曲线；
 - 算出坪参数：起始电压、坪斜、坪长；
 - 利用示波器读取计数管的分辨时间；
 - 按照公式算出计数管的分辨时间；
 - 分析G-M计数管输出脉冲的波形特征。
-

六、思考题

- 坪区产生的原因及其参数的物理意义是什么？
 - 考虑G-M计数管的工作电压一般选择多少伏？
 - 影响G-M计数管寿命的因素有哪些？
 - 智能定标器的阈值对G-M计数器坪曲线有无影响，为什么？
-

The End!
