

# 对于单个初电子在正比计数管中产生的 脉冲高度分布形状的研究

彭慰先  
(吉林大学)

**关键词：**单个初电子 正比计数管

研究单个初电子在正比计数管中产生的脉冲高度分布不仅对研究探测器本身有着重要意义，而且在其他方面也有许多重要应用。这项工作可以帮助我们了解正比计数管的探测机制，单纯研究充气正比计数管中气体放大倍数的涨落。

值得注意的是，这项工作最近几年又成为一种新发展起来的高灵敏检测技术<sup>[1,2]</sup>——共振电离光谱技术与正比计数管结合起来检测单个原子的不可缺少的一部分。

一些研究者认为，单个初电子在正比计数管中产生的脉冲高度分布具有简单的指数衰减曲线的形状，另一些人的实验结果却表明单个电子的脉冲高度分布曲线具有峰结构<sup>[3]</sup>。

考虑到这项工作的重要应用，我们用改进了的设备对单个初电子在正比计数管中引起的脉冲高度分布做了一些实验研究。实验表明，所测得的单个初电子引起的脉冲高度分布具有指数衰减的形状，本文报导了我们在这方面的实验结果。

## 一、实验装置和原理

图1是本实验装置的示意图。图中，CMX-4型脉冲式可调谐染料激光器输出的倍频光(在紫外波段)经过石英透镜、光栏、入射到正比计数管上。入射光打在管壁中部窗口的边缘上，这样，一部分光子被用来从计数管的内壁上释放光子，另一部分光子透射出去，打到光电二极管探测器上，使之产生一个幅度约为6伏的负脉冲去触发256道分析器的符合门。释放出来的光电子在正比计数管阳极上感应出电脉冲，这些电脉冲经过前置放大器放大后被送到256道分析器放大、分析、记录。光电二极管探测器给出的开门脉冲与激光脉冲同步，开门时间约为 $2\mu\text{s}$ ，光脉冲持续时间为 $1\mu\text{s}$ ，周期为 $0.1\text{s}$ 。可见，几乎在光脉冲过后的全部时间内，符合门都是关

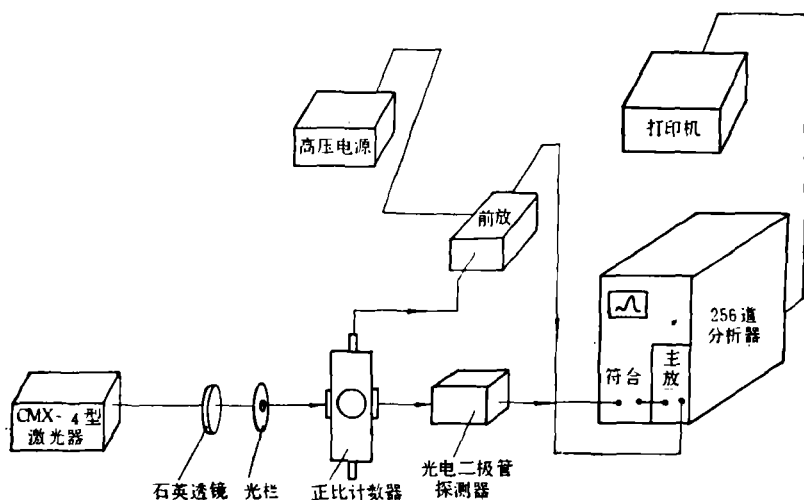


图1 实验装置示意图

着的, 这样, 测谱时与光源无关的本底就会被自动扣除掉。

本实验所用的染料为 R6G(若丹明 6G), 它产生的基波光复盖的波段是 580~610nm。经倍频产生的紫外光的光强可以通过改变总光强来调节, 也可以通过旋转倍频晶体来调节。‘CMX-4 型激光器以脉冲方式工作。

实验所用的正比计数管参照文献[4]自制。纯铝制的圆筒外壳为阴极, 中心丝( $\phi 50\mu\text{m}$  的钨丝)为阳极。管壁中部开有激光窗和 X 射线窗, 管内充以压力为 260mmHg 的 P-10 气体(90%Ar+10%CH<sub>4</sub>)。

光脉冲从正比计数管内壁上打出光电子的平均数目用  $^{55}\text{Fe}$  放射源来标定。 $^{55}\text{Fe}$  放射源放出的 X 光光子的能量为 5.9keV, 它在计数管中产生的平均电子数(电子-离子对数)为 227 (在 P-10 气体中产生一对离子所需的能量约为 26eV), 可以用 5.9keV 射线全能峰的峰位来刻度电脉冲的高度, 以便根据电脉冲高度来推算产生该电脉冲的光脉冲在正比计数管内壁上打出的初电子数。令  $n$  代表这个数目, 于是得到

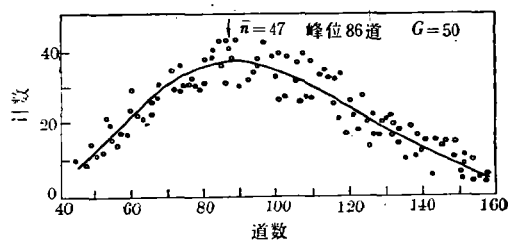
$$n = \frac{227}{m_1} \cdot m_2 \cdot M$$

式中,  $m_1$  和  $m_2$  分别表示 5.9keV X 射线的全能峰和所测的电子谱的峰所在的道数,  $M$  是测  $^{55}\text{Fe}$  能谱与测电子谱时主放大器的增益之比。

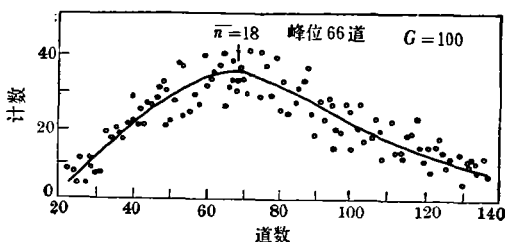
令某一光强的紫外光打在计数管的内壁上, 于是在多道分析器上便可得到一个脉冲分布, 我们可以根据此分布的峰位(即平均脉冲高度)利用上式算出它所对应的初电子数。改变光强, 可以测得一系列对应不同初电子数的电子谱。实验时, 要逐步减弱光强, 最后使每个光脉冲只能从管壁上打出一个光电子, 或者一个光电子也打不出。当光强减弱到这种程度时, 所测得的脉冲高度分布就是单个初电子引起的脉冲高度分布。

## 二、实验结果和讨论

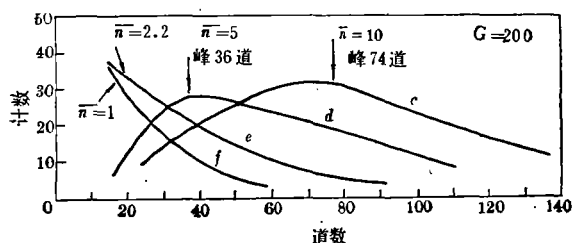
实验时, 正比计数管的工作电压选为 1550V, 分辨率约为 20%。因为我们只对少数初电子引起的脉冲分布感兴趣, 所以, 测量从某一弱光强开始。首先测得一电子谱, 由上式计算出此电子谱的峰位对应的平均初电子数  $\bar{n}$  为 47(见图 2a), 然后逐步减弱紫外光强测得了图 2b~d 的分布曲线。用上式计算可知, 与它们相对应的初电子数分别为 18、10 和 5。继续减弱紫外光强测得图 2e 曲线, 该曲线在选定的最低下阈之上的部分不再出现



(a)



(b)

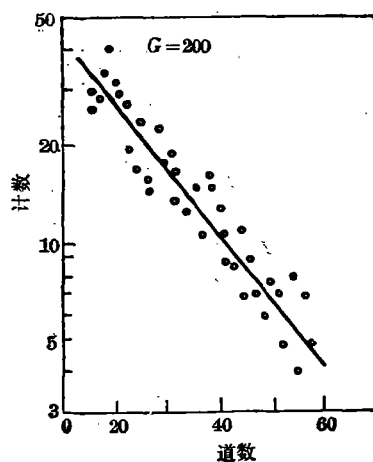


(c-f)

图2 测得光电子谱

峰结构, 下阈处的计数最高。利用上式计算曲线 2e 所对应的初电子数, 结果表明  $\bar{n}$  最多不会超过 2.2。曲线 2e 在下阈以上部分的形状已很难同指数衰减曲线区分。从 2e 继续减弱紫外光强测得曲线 2f。2f 在下阈以上的

(下转第19页)



(g)

### 3. 探测器效率

上述模拟过程也可以被用来确定 Si(Li) 探测器对不同能量的 X 射线的探测效率。所得到的探测器的相对效率曲线如图 4 所示。

上述散射校正及探测器的效率曲线应用于基本参数法 X 射线荧光分析中已得到比较满意的结果<sup>[7]</sup>。

### 参 考 文 献

- [1] R. P. Gardner and A. R. Hawthorne, *X-ray Spectrometry*, 4, 138 (1975).
- [2] 张家骅等编著, 放射性同位素 X 射线荧光分析, 原子能出版社, 1981 年, 第 254 页。
- [3] W. H. McMaster *et al.*, UCRL-50174, Sec. 2, Rev. 1, 1969.
- [4] A. G. S. Janossy *et al.*, *Anal. Chem.*, 51, 491 (1979).
- [5] W. M. J. Veigle, *Atomic Data*, 5, 51 (1973).
- [6] T. P. Schreiber and A. M. Wims, *X-ray Spectrometry*, 11, 42 (1982).
- [7] 刘亚文等, 古代铜器的 X 射线荧光分析中基本参数与蒙特卡罗法的应用(待发表)。

(1983 年 11 月 18 日收到)

(上接第 35 页)

部分已呈指数衰减分布。图 2g 为 2f 的半对数坐标图, 从图 2g 可以看出, 2g 是一条较好的直线。由于测量过程中下阈未变, 所以, 仅从最高计数出现的道数来看, 2f 所代表的初电子数当然也不会超过 2.2。实验测得, 曲线 2f 对应的平均电子数约等于 1。所以, 我们认为曲线 2f 是由单个初电子在正比计数管中引起的脉冲分布, 且在所选的最低下阈之上的部分为简单指数衰减曲线。

多道分析器下阈的设置要尽可能低, 以使小脉冲信号不致被卡掉太多。实验中, 我们把下阈选择到刚好在噪声水平之上。

为检验多道分析器上的计数是否确系紫外光所引起, 也为了合理地选择下阈, 每次测量之前, 我们都用一片不透紫外光的玻璃片把输出光中的紫外光挡掉, 同时观察多道分析器的计数情况, 调节下阈旋钮使多道分析器基本上没有计数(即卡掉与光脉冲无关的小幅度噪声), 然后, 拿掉玻璃片测谱, 这样测得谱便是由紫外光所释放的初电子产生的了。

改变计数管的充气压力和工作电压, 我们也观测到了指数衰减曲线, 特别是在较高工作电压下更容易获得。但是, 并不是在任何情况下都能观测到指数衰减形的脉冲分布的。单个初电子引起的指数衰减形的脉冲高度分布只能在较高的气体放大倍数下得到。为了得到较高的气体放大倍数, 我们必须在正比计数管的阳极上加较高的工作电压, 同时还必须保持计数管工作在正比区。

从我们的实验可以得出如下的结论:

1. 在我们的实验条件下, 单个初始电子在正比计数管中引起的脉冲高度分布具有指数衰减形状。
2. 多个初始电子在正比计数管中产生的脉冲高度分布是一条有峰的曲线。且随着平均初电子数的减少(紫外光强减弱时), 曲线的形状逐渐由对称变为不对称, 峰位逐渐由高道数移向低道数, 最后, 在单电子的情况下, 变为指数衰减形分布。

本工作在刘运祚、张在宣、金斗英等指导下完成, 袁泽谦、李文明、孟庆贤等曾给予极大帮助, 在此一并致谢。

### 参 考 文 献

- [1] G. S. Hurst *et al.*, *Appl. Phys. Lett.*, 30, 229 (1977).
- [2] G. S. Hurst *et al.*, *Phys. Rev.*, A15, 2283 (1977).
- [3] H. Genz, *Nucl. Instr. Meth.*, 112, 83 (1973).
- [4] 金斗英等, 核技术, 4, 76(1979).

(1983 年 9 月 6 日收到)

bacteria. By using an alternative modified method and liquid scintillation counting system 15 species of aerobic bacteria and specimens of water, cooked food and urine were tested. The  $^{14}\text{CO}_2$  released in batch cultures of bacteria was measured continuously and cumulatively. Detection time of growth index  $\geq 3$  was used to measure number of bacteria positive for the presence of bacterial growth. The results indicated that this technique could offer a rapid, sensitive and dependable approach to quantitative microbiology.

**Keywords:** radiorespirometric detection of bacteria (D-U- $^{14}\text{C}$ )-glucose  
bacterial growth index

## Heavy ion source type 820 and its applications

Guan Anmin    Sun Yilin    Wang Suifu  
Geng Haiyang    Zhao Weizhong    Ni Zhenyuan  
(Shanghai Institute of Metallurgy, Academia Sinica)

Ion source type 820 is a versatile ion source. It can produce a positive ion beam of most of elements. The structure of the ion source, the influence of discharge parameters on the character of the ion beam and the way of producing heavy ions are described.

**Keywords:** solid discharge material    evaporation temperature    supporting gas  
internal halogenation method

## A study on the pulse-height distribution produced by single primary electrons in proportional counter

Peng Weixian  
(Jilin University)

The results of a study on the pulse-height distributions produced by single primary electrons in proportional counter are described. The electrons were liberated at the inner wall by ultraviolet photons offered by a tunable dye laser. The energy of the electrons was slightly larger than the work function of the proportional counter wall material.

Instead of the traditional ultraviolet a laser was used as light source and coincident electronic technique was employed to eliminate the interference caused by backgrounds. The experiments demonstrated that the pulse-height distribution produced by the single electron with nearly zero kinetic energy was exponential-like when the gas amplification was greater, i.e. the applied voltage on proportional counter was higher.

**Keywords:** primary electron    proportional counter