

封闭型超软 X 射线正比计数管

杨名恪

(中国科学院长春光学精密机械研究所)

正比计数管是基于光电离效应的 X 射线探测器件,它可同时测定入射 X 光的强度和波长,主要用于 X 光的波长标定和强度计量。它在 X 射线天文学、X 射线光谱分析,等离子诊断、表面物理、应力分析等许多领域已有广泛的应用。

随着软 X 射线探测器的研究和发展,出现了流气型超软 X 射线正比计数管。这种计数管采用极薄的有机膜窗口,获得了高的探测效率,可探测 10—100 Å 的超软 X 射线。但是,它存在着输出脉冲幅度漂移严重、温度效应强烈以及使用不方便等缺点。这就促使人们设法延伸封闭型软 X 射线正比计数的探测波长,并研制封闭型超软 X 射线正比计数管。该种计数管虽然探测效率不如流气型超软 X 射线正比计数管,但消除了上述缺点,因而对于波长小于 67 Å 的超软 X 射线的探测是极为方便的。它既不同于流气型正比计数管,也不同于普通封闭型高能射线正比计数管。

研制封闭型超软 X 射线正比计数管的关键问题,在于获得尽可能长的长波限及超过一年的存放寿命。由于没有找到合理的工艺,这两个问题一直未能得到解决,因而国内外一直未见该类产品问世。1982 年,中国科学院长春光学精密机械研究所研制成功了这种封闭型超软 X 射线正比计数管,它经过两年的实际应用和存放寿命实验,获得了良好的结果,并通过技术鉴定。

一、主要性能

1. 探测波长范围: 1—67 Å, 更短的波长亦可探测。
2. 能量分辨率: 对于各种谱线测得的最佳

能量分辨率如表 1 所示。

表 1

谱线源 对应波长 (Å)	⁵⁵ Fe	Al-K _α	Cu-L _{α1α2}	C-K _α
能量分辨率 (FWHM) (%)	2.09	8.34	13.3	44.7
理论计算值	12.9	25.6	32.4	59.4
实验测试值	14.6	32.2	47.7	73.1

3. 坪特性: 坪长 440V; 坪斜 $\leq 0.2\%/100$ V。

4. 正比性: 在 1—67 Å 很宽的范围内, 输出脉冲高度与入射光子能量间有良好的线性关系。

5. 计数率特性: 示于图 1。

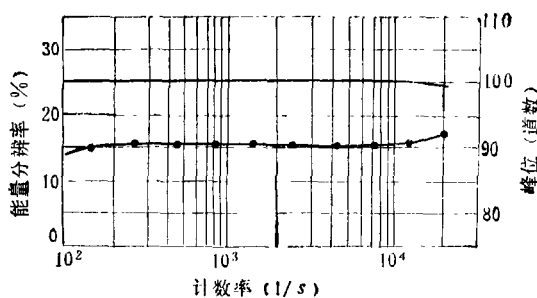


图 1 计数率特性

—— 峰位随计数率的变化曲线;
· · · · · 能量分辨率随计数率的变化曲线

6. 输出脉冲电荷数及气体倍增系数随工作电压的变化曲线,示于图 2。

7. 探测效率: 由于国内目前尚没有标准光源和标准探测器,因而计数管的探测效率只能相对地进行计算。该计数管的探测效率示于图 3。

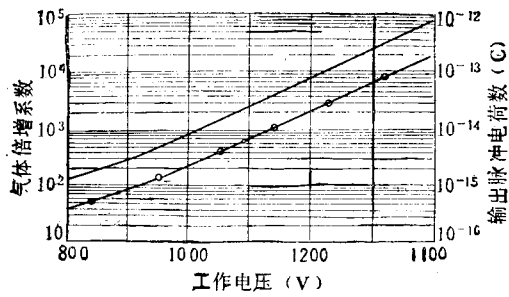


图 2
—— 气体倍增系数;
- - - 输出脉冲电荷数

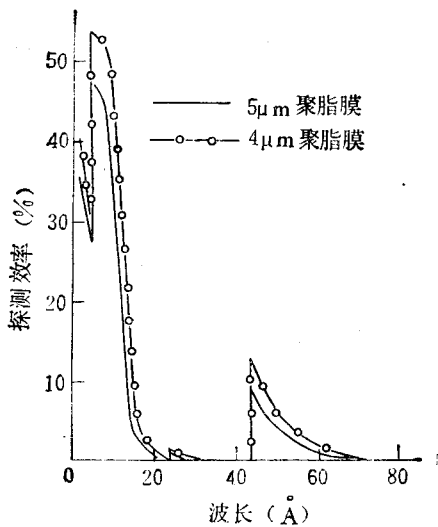


图 3 聚酯膜 (Mylar) 窗正比计数管的探测效率

8. 工作电压: 1000—1400V.
9. 寿命: 计数寿命 $>10^{10}$ 计数, 存放寿命因

(上接第176页)

移向低温。

本微机采集的系统的使用实践中表明:

1. 该系统可以测量超导转变急剧变化的样品, 能得到较多的测量点, 较精确地反映了转变的全过程。而常规的仪表显示、人工切换并读数记录由于受到测量速度的限制, 很难得到较多的测量点。

2. 大大提高了实验效率。首先是增加了每次测量的样品数目, 比人工测量的效率提高了2—3倍。其次是节省了液氮消耗, 缩短了实验时间, 降低了成本。

存放条件而异。在大气中可存放三至四个月; 在纯氩气中可存放1.5—2.5年, 其能量分辨率仍 $\leq 17\%$ (对 ^{55}Fe), 输出脉冲幅度基本不变。在真空中 (2×10^{-3} Torr) 可存放1.5—2年, 所有性能基本不变, 仍可保持14.9—15.5%的能量分辨率(对 ^{55}Fe)。由于超软X射线的探测通常是在真空中进行的, 所以极有利于该种计数管的存放。

该种计数管在国外尚无产品出现。

二、结 构

该计数管采用圆柱型侧窗结构, 加有矩形窗环, 以便与真空系统连接。计数管外径为20mm, 总长132mm, 窗口为 $20 \times 6 \text{mm}^2$ 跑道形窗, 窗膜采用 $5 \mu\text{m}$ 的聚酯膜, 管内充有760 Torr混合气体 ($95\% \text{Ar} + 5\% \text{CH}_4$)。其结构示于图4。

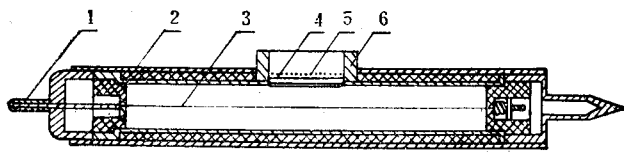


图4 封闭型超软X射线正比计数管结构图
1. 引线; 2. 阴极外壳; 3. 阳极丝; 4. 聚酯膜;
5. 栅网; 6. 窗环

3. 减少了实验工作量。应用微机系统后, 完全免除了过去对每个测量点进行的逐一计算, 因此过去需一至二天整理数据的时间, 现在半小时左右即可完成。

本工作得到了何秋英、王玳娟等同志的帮助, 深致谢意。

参 考 文 献

- [1] 中国科学院物理研究所《超导体材料》编写组, 超导体材料, 科学出版社, (1973), 243.
[2] 焦正宽等编译, 超导体技术及其应用, 国防工业出版社, (1975), 35.