

ICS 17.240  
F 88  
备案号: 45955—2014

**EJ**

# 中 华 人 民 共 和 国 核 行 业 标 准

EJ/T 902—2014

代替 EJ/T 902-1994

---

## 硫化锌（银）闪烁体

**ZnS(Ag) Scintillator**

2014 - 05 - 06 发布

2014 - 10 - 01 实施

---

中华人民共和国工业和信息化部 发 布



## 目 次

前言 .....	II
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	1
4 产品分类与代号 .....	2
5 技术要求 .....	2
6 试验方法 .....	4
7 检验规则 .....	12
8 合格证、包装、运输和贮存 .....	12
附录 A（资料性附录） 几何因子的计算 .....	14
参考文献 .....	15

## 前 言

本标准按GB/T 1.1—2009给出的规则起草。

本标准代替EJ/T 902—1994《硫化锌（银）闪烁体》。

本标准与EJ/T 902—1994相比较，主要的技术变化如下：

- 删去中子类硫化锌（银）闪烁体的有关内容；
- 引用 GB/T 4077《闪烁体尺寸》改为引用 IEC 60412:2007（第2版）《核仪器 闪烁探测器的命名（标识）和闪烁体的标准尺寸》；
- 术语和定义按GB/T 4960.6—2008《核科学技术术语 第6部分：核仪器仪表》改写；
- 产品分类划分为两个大类及六个小类；
- 增加双闪类硫化锌（银）闪烁体的性能；
- 环境试验引用GB/T 10263—2006《核辐射探测器环境条件与试验方法》；
- 检验规则引用GB/T 10257—2001《核仪器和核辐射探测器质量检验规则》；
- 增加资料性附录A《几何因子的计算》；
- 增加参考文献。

本标准由中国核工业集团公司提出。

本标准由核工业标准化研究所归口。

本标准起草单位：中核（北京）核仪器厂。

本标准主要起草人：布素平。

本标准所代替标准的历次版本发布情况：

- EJ/T 902—1994。

# 硫化锌（银）闪烁体

## 1 范围

本标准规定了硫化锌（银）闪烁体的产品分类、技术要求、试验方法和检验规则等。  
本标准适用于单闪类硫化锌（银）闪烁体和双闪类硫化锌（银）闪烁体的生产及质量检验。

## 2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 4960.6—2008 核科学技术术语 第6部分：核仪器仪表

GB/T 10257—2001 核仪器和核辐射探测器质量检验规则

GB/T 10263—2006 核辐射探测器环境条件与实验方法

EJ/T 1061 核辐射探测器型号命名方法

IEC 60412:2007 核仪器 闪烁探测器的命名（标识）和闪烁体的标准尺寸

## 3 术语和定义

GB/T 4960.6—2008 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**硫化锌（银）闪烁体** ZnS(Ag) scintillator

含有硫化锌（银）多晶粉末并以适当形式组成的辐射探测器。

### 3.2

**（闪烁体的）发射谱** emission spectrum (of scintillator)

闪烁体发射的光子数随光子波长或能量变化的分布。

[GB/T 4960.6—2008的2.3.13]

注：硫化锌（银）闪烁体的发射波长范围为400 nm～500 nm，峰值波长为450 nm。

### 3.3

**闪烁衰减时间** scintillation decay time

闪烁体受单次激发后，发射光的强度下降到其最大值的1/e所需的时间。

[GB/T 4960.6—2008的2.3.3]

注：硫化锌（银）闪烁体的闪烁衰减时间的快成份为200 ns，慢成份为4.5 μs。

### 3.4

**（闪烁体的）光输出** light output (of scintillator)

闪烁体发射光子的总数与该闪烁体吸收的入射能量之比。

[GB/T 4960.6—2008的2.3.19]

### 3.5

**（闪烁体的）相对光输出** relative light output (of scintillator)

与闪烁体标准样品的光输出值相比较的相对值。

注：硫化锌（银）闪烁体的相对光输出（相对于蒽）为300%。

3.6

探测器效率 detector efficiency

探测器测到的光子数或粒子数与同一时间间隔内入射到探测器上的同类型的光子数或粒子数之比。

[GB/T 4960.6—2008的2.1.23]

3.7

本底 background

源于被测辐射之外的信号。

[GB/T 4960.6—2008的3.2.15改写]

3.8

刻度系数 scale coefficient

输入闪烁室标准氦气的活度与测量装置所测得的 $\alpha$ 计数率之比值。

3.9

串道比 crosstalk ratio

在测量 $\alpha$ 效率时，在 $\beta$ 道内产生的计数平均值与在 $\alpha$ 道的计数平均值之比称为 $\alpha$ 进入 $\beta$ 道的串道比；在测量 $\beta$ 效率时，在 $\alpha$ 道内产生的计数平均值与在 $\beta$ 道的计数平均值之比称为 $\beta$ 进入 $\alpha$ 道的串道比。

4 产品分类与代号

4.1 分类

硫化锌（银）闪烁体按测量对象分为单闪和双闪两个大类：

a) 单闪类（用于测量 $\alpha$ 、重带电粒子）：

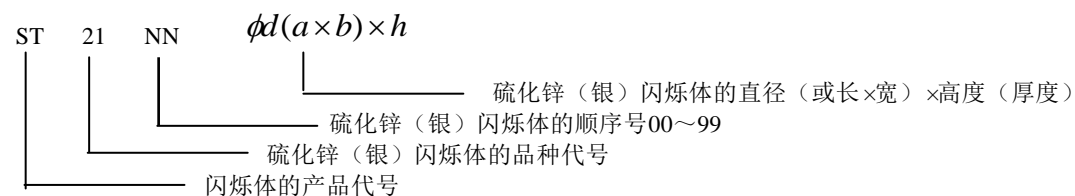
- 1) 重带电粒子类；
- 2) 低本底 $\alpha$ 类；
- 3) 测氦类。

b) 双闪类（用于同时测量 $\alpha$ 、 $\beta$ ）：

- 1) 普通 $\alpha\beta$ 类；
- 2) 带铝膜的 $\alpha\beta$ 类；
- 3) 低本底 $\alpha\beta$ 类。

4.2 代号

硫化锌（银）闪烁体型号命名符合 EJ/T 1061 的规定，其型号和规格表示如下：



5 技术要求

5.1 尺寸和公差

硫化锌（银）闪烁体的尺寸和公差应符合IEC 60412:2007的规定。

## 5.2 外观要求

### 5.2.1 承托板外观要求

承托板或承托体要平整、光滑、透光、无气泡，表面无明显划痕，无云层和老化龟裂纹。

### 5.2.2 硫化锌涂层要求

硫化锌涂层应雪白，无花纹、无流痕、无划痕、无针孔、无脱落，颗粒度均匀。宜无大于 $\Phi 1$  mm的斑点和有色杂质，但不应超过2个。

### 5.2.3 保护膜层要求

膜层应均匀、无花纹、无流痕、不漏光。

## 5.3 技术性能

### 5.3.1 重带电粒子类和低本底 $\alpha$ 类闪烁体的性能要求见表1，主要有：

- 本底；
- 探测器效率；
- 涂层不均匀性引起的探测器效率变化；
- 探测器效率重复性。

### 5.3.2 测氦类闪烁体的性能要求见表2，主要有：

- 本底；
- 刻度系数；
- 刻度系数重复性。

测氦类闪烁体密封性能应良好。

### 5.3.3 双闪类硫化锌（银）闪烁体的性能见表3，主要有：

- 本底（分别对 $\alpha$ 和 $\beta$ ）；
- 探测器效率（分别对 $\alpha$ 和 $\beta$ ）；
- 串道比（ $\alpha \rightarrow \beta$ 和 $\beta \rightarrow \alpha$ ）；
- 探测器效率重复性。

表1 重带电粒子类和低本底 $\alpha$ 类闪烁体的性能要求

类 型	直 径 mm	探测器效率 (对 <sup>239</sup> Pu源) %	本 底 min <sup>-1</sup> cm <sup>-2</sup>	涂层不均匀性 引起的探测器效率 的相对变化 %	探测器效率 重复性 %
重带电 粒子类	≤75	≥80	≤0.1	-	≤（3±0.3）
	>75~100		≤0.15	-	
	>100~150		≤0.18	≤1.5	
	>150~300		≤0.2	≤3.5	
低本底 α 类	≤55		≤0.05	-	
注：用于重带电粒子强度测量，直径300 mm以上的闪烁体的核性能指标可与生产厂家协商。					

表 2 测氦类闪烁体的性能要求

容积 ml	刻度系数 $K$	本底 ( $s^{-1}$ )	刻度系数重复性 (%)
500 ml	1.35 ±0.05	≤0.01	≤ (5 ±0.5) <sup>a</sup>
其他	另行规定	另行规定	
<sup>a</sup> 闪烁体用去离子水或纯净水冲洗后仍能符合该指标			

表 3 双闪类闪烁体的性能要求

类 型	普通 $\alpha \beta$ 类	低本底 $\alpha \beta$ 类	带铝膜的 $\alpha \beta$ 类
探测器效率 (对 $^{239}\text{Pu}$ 源) %	$\geq 65$	$\geq 65$	$\geq 25$
探测器效率 (对 $^{90}\text{Sr}$ - $^{90}\text{Y}$ 源) %	$\geq 40$	$\geq 45$	$\geq 25$
$\alpha \rightarrow \beta$ 串道比 %	$\leq (15 \pm 1)$	$\leq (2.5 \pm 0.5)$	$\leq (10 \pm 1)$
$\beta \rightarrow \alpha$ 串道比 %	$\leq (1 \pm 0.1)$	$\leq (0.45 \pm 0.05)$	$\leq (1 \pm 0.1)$
$\alpha$ 本底 $\text{cm}^{-2}\text{min}^{-1}$	$\leq 0.15$	$\leq 0.005^a$ 或 $\leq 0.05^b$	$\leq 0.05$
$\beta$ 本底 $\text{cm}^{-2}\text{min}^{-1}$	$\leq 5$	$\leq 0.15^a$ 或 $\leq 3^b$	$\leq 3$
探测器效率重复性 %	$\leq (10 \pm 1)$	$\leq \{10 \pm 1\}$	$\leq (10 \pm 1)$
<sup>a</sup> 加反符合和铅屏蔽情况下; <sup>b</sup> 没有反符合、没有铅屏蔽的情况下。			

#### 5.4 闪烁体对环境条件的适应性要求

闪烁体经表4所述条件试验后，其外观应符合5.2的要求，技术性能应符合5.3要求。

表 4 环境条件适应性要求

试验项目	条 件
低 温	$0^\circ\text{C} \pm 3^\circ\text{C}$ ，放置 4 h
高 温	$40^\circ\text{C} \pm 3^\circ\text{C}$ ，放置 4 h
高相对湿度	相对湿度 $95_{+2}^{-3}\%$ ( $+40^\circ\text{C} \pm 3^\circ\text{C}$ )，放置 24 h
振 动	频率 2 Hz~9 Hz，振幅为 0.3 mm，持续时间 10 min $\pm$ 0.5 min
自由跌落	包装跌落高度 1 000 mm，2次
运 输	以 25 km/h~40 km/h 的车速在三级公路行驶 200 km~250 km（运输振动试验台模拟亦可）

## 6 试验方法

### 6.1 外观测试方法及要求

6.1.1 漏光检验需在暗室中进行。将一只 60 W 白炽灯(或 8 W 左右节能灯)置于暗箱中，在距灯  $25\text{ cm} \pm 5\text{ cm}$  处开一观察孔，孔的直径小于闪烁体的直径，检测时将闪烁体紧贴在观察孔上，打开灯，用肉眼观察应无漏光点。

6.1.2 其余外观检测应在正常照明条件下，按 5.2 要求使用适当器具逐个检查。

6.1.3 使用的测量仪器属于计量器具的，应符合有关国家计量器具的规定，须经计量器具检验部门检定合格。



## 6.2 主要性能指标测量

### 6.2.1 测量的一般要求

6.2.1.1 闪烁体各项性能指标测试的基准条件为正常大气条件，即环境温度 15℃～35℃、相对湿度 45%～75%、大气压强 86 kPa～106 kPa。

6.2.1.2 所用的各种放射源应满足下列要求：

- 1)  $\alpha$  源、 $\beta$  源是面源；
- 2) 标准液体镭源应具有良好的密闭装置；
- 3) 各种放射源的主要特性见表 5。

表 5 各种放射源主要特性

类别	核素	半衰期	能量(MeV)	源强 <sup>a</sup>	直径(mm)
$\alpha$	$^{239}\text{Pu}$	24131 a	5.155	表面粒子数 $\geq 3\,000/\text{min}$ (2Л)	25～50
$\beta$	$^{90}\text{Sr}$ — $^{90}\text{Y}$	28.6 a	Sr 0.546, Y 2.274	表面粒子数 $\geq 3\,000/\text{min}$ (2Л)	20～50
标准液体镭源	$^{226}\text{Ra}$	氡及氡子体 3.823 d	氡及氡子体的 $\alpha$ 粒子为5.49	氡及氡子体活度 10 Bq	-
<sup>a</sup> 源强测量误差： $\pm 5\%$					

### 6.2.2 测量设备

#### 6.2.2.1 主要测量设备

主要测量设备如下：

- a) 闪烁探头；
- b) 反符合探头；
- c) 高压稳压电源；
- d) 低压稳压电源；
- e) 线性脉冲放大器；
- f) 幅度甄别器；
- g) 定标器；
- h) 放大甄别成形单元；
- i) 反符合单元；
- j)  $\alpha/\beta$  微机控制系统；
- k) 铅室；
- l) 真空泵。

#### 6.2.2.2 闪烁探头要求

闪烁探头要求如下：

- a) 闪烁探头（主探头）包括待测闪烁体、光电倍增管、光屏蔽外壳、光电倍增管分压器和匹配极；
- b) 探头工作在脉冲状态，光电倍增管输出回路的时间常数为  $1\,\mu\text{s}\sim 10\,\mu\text{s}$ 。

### 6.2.3 测试系统方框图

测量系统方框图如图1和图2所示，其中，图1是通用框图，图2用于测量低本底 $\alpha$   $\beta$ 类硫化锌（银）闪烁体。

测氦类闪烁室送气装置示意图如图3所示，其中，闪烁室容积为500 ml，扩散器容积为70 ml，闪烁室与扩散器连接管容积应小于10 ml。

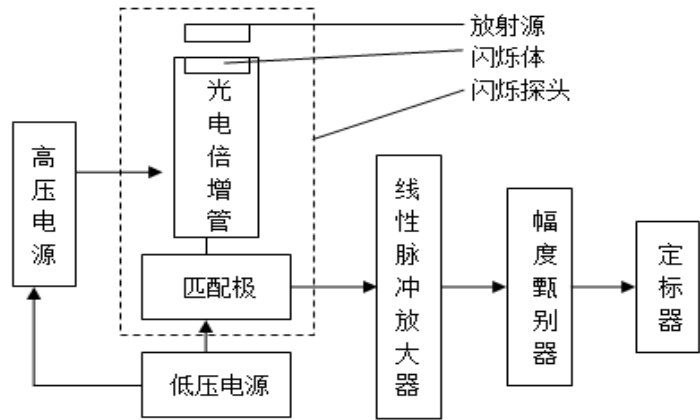
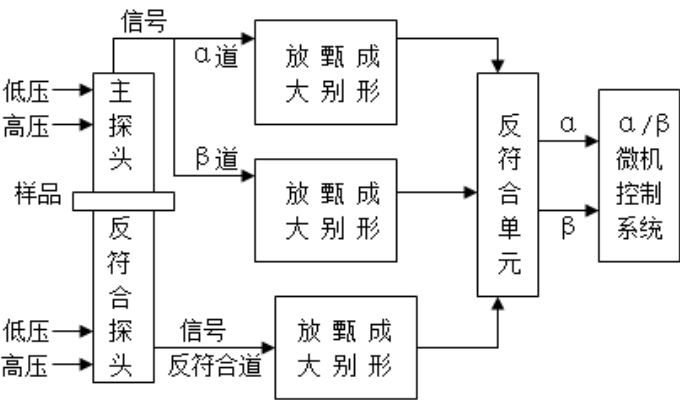


图 1 闪烁体测试系统方框图



注：测量重带电粒子、低本底 $\alpha$ 类及普通 $\alpha\beta$ 类、低本底 $\alpha\beta$ 类闪烁体时，放射源应放在探头屏蔽壳内距离闪烁体表面约2mm处。

图 2 闪烁体测试系统方框图（低本底  $\alpha\beta$  类）

#### 6.2.4 重带电粒子及低本底 $\alpha$ 类闪烁体的测量

##### 6.2.4.1 本底测量

本底的测量步骤如下：

- 1) 按图 1 连接测量装置，将待测闪烁体的几何中心放置在光电倍增管光阴极窗面中心位置，使闪烁体和光电倍增管处于避光状态；
- 2) 避光至少 10 min，打开低压电源和高压电源预热 30 min，给光电倍增管加上选定的工作高压；
- 3) 调节幅度甄别器阈值，使其基本消除光电倍增管的噪声；
- 4) 测量并记录计数，连续测量 3 次，每次不少于 10 min，求出平均本底计数率  $\bar{N}_b$ 。

##### 6.2.4.2 探测器效率的测量

去掉光电倍增管的工作高压，将 $^{239}\text{Pu}$ 源放在闪烁体几何中心位置，重新使闪烁体和光电倍增管处于避光状态，避光至少10 min后，开启高压电源，给光电倍增管加工作高压，预热30 min以后测量，保持所有仪器参数不变，测量并记录效率计数，连续测量3次，每次1 min，求出平均计数率 $\overline{N}_\alpha$ ；

按照公式（1）计算闪烁体的探测效率：

$$\eta = \frac{\overline{N}_\alpha - \overline{N}_b}{N_0 G} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中：

$\eta$ ——闪烁体对 $^{239}\text{Pu}$ 源的2 $\pi$ 探测效率，单位%；

$\overline{N}_\alpha$ ——闪烁体平均计数率，单位 $\text{min}^{-1}$ ；

$\overline{N}_b$ ——本底平均计数率，单位 $\text{min}^{-1}$ ；

$N_0$ —— $^{239}\text{Pu}$ 源2 $\pi$ 表面粒子数，单位 $\text{min}^{-1}$ 。

$G$ ——几何因子，其计算方法见附录A。

#### 6.2.4.3 涂层均匀性的测量

对于有效直径大于100 mm的重带电粒子类闪烁体需进行涂层均匀性测量。

将闪烁体较均匀的划分为 $n$  ( $n \geq 3$ ) 个测试区，分别测量 $n$ 个测试区的探测效率，则大面积闪烁体涂层均匀性引起的探测器效率的相对变化 $\partial\eta$ 按公式(2)计算：

$$\partial\eta = \frac{|\eta_i - \overline{\eta}|_{\max}}{\overline{\eta}} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中：

$\eta_i$ ——第 $i$ 个测试区的探测效率( $i=1,2,\dots,n$ )，单位%；

$\overline{\eta}$ —— $n$ 个测试区探测效率的平均值，单位%。

#### 6.2.5 测氦类闪烁室氦气灵敏度的测量（以刻度系数 $K$ 表示）

##### 6.2.5.1 封闭液体镭源

按图3所示，将装有标准液体镭源的扩散器出气口用橡胶管与真空泵连接，抽出液体镭源和扩散器中的残余气体，排气时间约为20 min，关闭扩散器开关，并用止水夹将扩散器出气口的橡胶管夹紧，让扩散器内的液体镭源处于封闭状态，保持24 h。

##### 6.2.5.2 测量本底

按6.2.4.1的方法测量本底，求出平均本底计数率 $\overline{N}_b$ 。

##### 6.2.5.3 送氦气

送氦气的步骤如下：

a) 将待测氦气闪烁室抽真空至  $1.33 \times 10^{-4} \text{ Pa}$ ；

- b) 按图 3 连接扩散器和闪烁室，打开止水夹 1 和 2，在 15 min 内把扩散器内累积的氦气缓缓送入闪烁室。此时，扩散器和闪烁室内的氦气达到平衡，关闭止水夹 1 和 2。

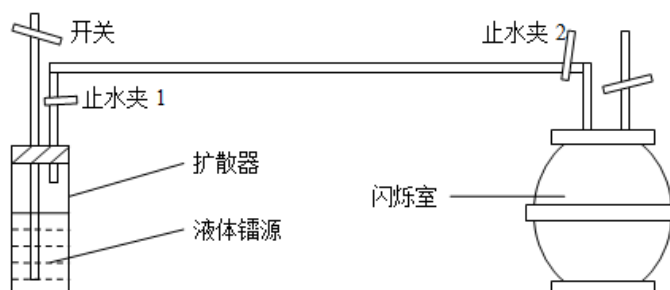


图 3 闪烁室送气装置示意图

#### 6.2.5.4 测量氦气计数

闪烁室送气后，放置 55 min，在与本底测量相同条件下，进行计数测量，连续测量 3 次，每次 100 s，求出计数率的平均值  $\overline{N}_a$ 。

#### 6.2.5.5 刻度系数的计算

刻度系数  $K$  按公式 (3) 计算：

$$k = Q_{AS} \times \frac{V_1}{V_2} \times \frac{(1 - e^{-\lambda t})}{(\overline{N}_a - \overline{N}_b)} \dots\dots\dots (3)$$

式中：

$k$ ——刻度系数；

$Q_{AS}$ ——标准液体镭源的活度，单位 Bq；

$V_1$ ——闪烁室容积，单位 ml；

$V_2$ ——闪烁室容积、扩散器容积及闪烁室与扩散器连接管容积之和，单位 ml；

$\lambda$ ——氦的衰变常数，单位  $\text{h}^{-1}$ ；

$t$ ——氦的累计时间，单位 h；

$(1 - e^{-\lambda t})$ ——氦的累计系数；

$\overline{N}_a$  ——闪烁室平均计数率，单位  $\text{s}^{-1}$ ；

$\overline{N}_b$  ——闪烁室平均本底计数率，单位  $\text{s}^{-1}$ 。

### 6.2.6 普通 $\alpha$ $\beta$ 类和带铝膜的 $\alpha$ $\beta$ 闪烁体的测量

#### 6.2.6.1 测量要求

测量要求如下：

- 1) 对于普通  $\alpha$   $\beta$  闪烁体，放射源放在探头屏蔽壳内距闪烁体表面约 2 mm 处；
- 2) 对于带铝膜的  $\alpha$   $\beta$  闪烁体，探头用铝膜作光窗，外加金属护栅。放射源放在金属护栅外约 2 mm 处。

## 6.2.6.2 测量步骤

6.2.6.2.1 按图 1（将图中定标器换成  $\alpha/\beta$  微机控制系统）连接测量装置，将待测闪烁体的几何中心放置在光电倍增管光阴极窗面中心位置，使闪烁体和光电倍增管处于避光状态。

6.2.6.2.2 按 6.2.4.1 的方法测量本底，求出  $\alpha$  和  $\beta$  平均本底计数率  $\overline{N}_b(\alpha)$  和  $\overline{N}_b(\beta)$ 。

6.2.6.2.3 将  $^{239}\text{Pu}$  源放在待测闪烁体中心位置，保持所有仪器参数不变，测量并记录效率计数，连续测量 3 次，每次 1 min，求出平均计数  $\overline{N}_\alpha$ ，按照公式（4）计算  $\alpha$  探测效率  $\eta_\alpha$ 。

$$\eta_\alpha = \frac{\overline{N}_\alpha - \overline{N}_b(\alpha)}{N_0(\alpha)G} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (4)$$

式中：

$\eta_\alpha$ ——闪烁体对  $\alpha$  源的  $2\pi$  效率，单位 %

$\overline{N}_\alpha$ ——仪器平均计数率，单位  $\text{min}^{-1}$ ；

$\overline{N}_b(\alpha)$ ——本底平均计数率，单位  $\text{min}^{-1}$ ；

$N_0(\alpha)$ —— $^{239}\text{Pu}$  源  $2\pi$  表面粒子数，单位  $\text{min}^{-1}$ ；

$G$ ——几何因子， $G$  值的计算见附录 A。

6.2.6.2.4 在测量  $\alpha$  效率时，在  $\beta$  道也测量一个平均计数率  $\overline{N}'_\beta$ ，它是  $\alpha$  进入  $\beta$  道的计数，其串道比

$R_{\alpha \rightarrow \beta}$  按照公式（5）计算：

$$R_{\alpha \rightarrow \beta} = \frac{\overline{N}'_\beta - \overline{N}_b(\beta)}{\overline{N}_\alpha - \overline{N}_b(\alpha)} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (5)$$

式中：

$\overline{N}_\alpha$ —— $\alpha$  道平均计数率，单位  $\text{min}^{-1}$ ；

$\overline{N}'_\beta$ —— $\alpha$  进入  $\beta$  道的平均计数率，单位  $\text{min}^{-1}$ ；

$\overline{N}_b(\alpha)$ —— $\alpha$  道本底平均计数率，单位  $\text{min}^{-1}$ ；

$\overline{N}_b(\beta)$ —— $\beta$  道本底平均计数率，单位  $\text{min}^{-1}$ 。

6.2.6.2.5 将  $^{239}\text{Pu}$  源换成  $^{90}\text{Sr}$ - $^{90}\text{Y}$  源，放在待测闪烁体中心位置，保持所有仪器参数不变，测量并记录效率计数，连续测量 3 次，每次 1 min，求出平均计数  $\overline{N}_\beta$ ，按照公式（6）计算  $\beta$  探测效率  $\eta_\beta$ 。

$$\eta_\beta = \frac{\overline{N}_\beta - \overline{N}_b(\beta)}{N_0(\beta)G} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (6)$$

式中:

$\eta_\beta$ ——闪烁体对 $\beta$ 源的2 $\pi$ 效率, 单位%

$N_\beta$ ——仪器平均计数率, 单位 $\text{min}^{-1}$ ;

$\overline{N}_b(\beta)$ ——本底平均计数率, 单位 $\text{min}^{-1}$ ;

$N_0(\beta)$ —— $^{90}\text{Sr}$ - $^{90}\text{Y}$ 源2 $\pi$ 表面粒子数, 单位 $\text{min}^{-1}$ ;

$G$ ——几何因子。

6.2.6.2.6 在测量 $\beta$ 效率时, 在 $\alpha$ 道也测量一个平均计数率 $\overline{N}'_\alpha$ , 它是 $\beta$ 进入 $\alpha$ 道的计数, 其串道比

$R_{\beta \rightarrow \alpha}$ 按照公式(7)计算:

$$R_{\beta \rightarrow \alpha} = \frac{\overline{N}'_\alpha - \overline{N}_b(\alpha)}{\overline{N}_\beta - \overline{N}_b(\beta)} \times 100\% \dots\dots\dots (7)$$

式中:

$\overline{N}'_\alpha$ —— $\beta$ 进入 $\alpha$ 道的平均计数率, 单位 $\text{min}^{-1}$ ;

$\overline{N}_\beta$ —— $\beta$ 道平均计数率, 单位 $\text{min}^{-1}$ ;

$\overline{N}_b(\alpha)$ —— $\alpha$ 道本底平均计数率, 单位 $\text{min}^{-1}$ ;

$\overline{N}_b(\beta)$ —— $\beta$ 道本底平均计数率, 单位 $\text{min}^{-1}$ 。

## 6.2.7 低本底 $\alpha$ $\beta$ 类闪烁体的测量

### 6.2.7.1 测量要求

测量要求如下:

- 1) 闪烁探头(主探头)选用光阴极有效直径大于等于45 mm的低噪声光电倍增管;
- 2) 放射源放在探头屏蔽壳内距离闪烁体表面约2 mm处;
- 3) 测量时可加(或不加)反符合探头和铅屏蔽;
- 4) 如果测量时加反符合探头和屏蔽体, 则两探头分别从上下两端紧挨测量样品, 反符合探头用 $\Phi 200 \text{ mm} \times 30 \text{ mm}$ 的ST-401型塑料闪烁体, 主探头(含待测闪烁体)、反符合探头和放射源都放在屏蔽体中, 屏蔽体7.5 cm(顶部和底部为10 cm)厚的铅和1.5 cm厚的钢做成的屏蔽物质中。

### 6.2.7.2 测量步骤

6.2.7.2.1 按图2或图1(将图1中定标器换成 $\alpha/\beta$ 微机控制系统)连接测量装置, 将待测闪烁体的几何中心放置在主探头光电倍增管光阴极窗面中心位置, 使闪烁体和光电倍增管处于避光状态。

6.2.7.2.2 按6.2.4.1的方法测量本底, 求出 $\alpha$ 和 $\beta$ 平均本底计数率 $\overline{N}_\beta(\alpha)$ 和 $\overline{N}_\alpha(\beta)$ 。

6.2.7.2.3 将 $^{239}\text{Pu}$ 源放在待测闪烁体中心位置, 保持所有仪器参数不变, 测量并记录效率计数, 连续测量3次, 每次1 min, 求出平均计数 $\overline{N}_\alpha$ , 按照公式(4)计算 $\alpha$ 探测效率 $\eta_\alpha$ 。

6.2.7.2.4  $\alpha$ 进入 $\beta$ 的串道比按公式(5)计算。

6.2.7.2.5 将 $^{239}\text{Pu}$ 源换成 $^{90}\text{Sr}$ - $^{90}\text{Y}$ 源,放在待测闪烁体中心位置,保持所有仪器参数不变,测量并记录效率计数,连续测量3次,每次1min,求出平均计数 $\bar{N}_\beta$ ,按照公式(6)计算 $\beta$ 探测效率 $\eta_\beta$ 。

6.2.7.2.6  $\beta$ 进入 $\alpha$ 的串道比按公式(7)计算。

## 6.2.8 探测效率重复性

对硫化锌(银)闪烁体的探测器效率和刻度系数重复性测量次数不少于10次,其重复性测量误差 $\sigma$ 按公式(8)计算。

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2} \dots\dots\dots (8)$$

式中:

$X_i$ ——第*i*次测量的探测器效率或刻度系数;

$\bar{X}$ ——*n*次测量的探测器效率或刻度系数的平均值;

*n* ——测量次数。

测量结果应符合表1、表2、表3中探测器效率重复性和刻度系数重复性的规定。

## 6.3 环境试验方法

### 6.3.1 温度试验

温度试验按GB/T 10263—2006中6.1和6.2之规定进行,试验条件见表4。

试验时仅将探头放在试验箱内,测量仪其它部分放在试验箱外。也可以只把闪烁体放在试验箱内,通过光导与试验箱外的光电倍增管相连接。

在高温或低温试验条件下,根据闪烁体类别,选用合适的核素进行测量,其结果符合表1、2、3中闪烁体主要性能的规定。

### 6.3.2 高相对湿度试验

高相对湿度试验按GB/T 10263—2006中6.3之规定进行,试验条件见表4。

试验时仅将探头放在试验箱内,测量仪其它部分放在试验箱外。也可以只把闪烁体放在试验箱内,通过光导与试验箱外的光电倍增管相连接。

经过高相对湿度试验后,根据闪烁体类别,选用合适的核素进行测量,其结果符合表1、2、3中闪烁体主要性能的规定。

### 6.3.3 振动试验

振动试验按GB/T 10263—2006中6.4之规定进行,试验条件见表4。

试验时将闪烁体从探头中取出并包装后放置在试验台上,测量仪其它部分不参与振动试验。

经过振动试验后,根据闪烁体类别,选用合适的核素进行测量,其结果符合表1、2、3中闪烁体主要性能的规定。

### 6.3.4 自由跌落试验

自由跌落试验按GB/T 10263—2006中6.5之规定进行。试验条件见表4。

试验时将闪烁体从探头中取出并包装后放置在试验台上,测量仪其它部分不参与自由跌落试验。

经过自由跌落试验后，根据闪烁体类别，选用合适的核素进行测量，其结果符合表1、2、3中闪烁体主要性能的规定。

### 6.3.5 包装运输试验

包装运输试验按GB/T 10263—2006中6.6之规定进行。试验条件见表4。

试验时仅将探头放在汽车或振动台上，测量仪其它部分不参与包装运输试验。

经过包装运输试验后，根据闪烁体类别，选用合适的核素进行测量，其结果符合表1、2、3中闪烁体主要性能的规定。

## 7 检验规则

本产品的检验分为型式检验，出厂检验和质量一致性检验。具体检验项目见表6。

表 6 检验项目及分组表

组别	检验项目	型式检验	出厂检验	质量一致性检验
A 组	外观	●	●	●
	本底	●	●	●
	探测器效率	●	●	●
	串道比	●	●	●
	涂层均匀性	●	●	●
	探测器效率重复性	●	●	●
B 组	高 温	●	○	○
	低 温	●	○	○
	高相对湿度	●	○	○
C 组	振 动	●	○	○
	自由跌落	●	○	○
	运 输	●	○	○
注：“●”——必检项目，“○”——抽检项目				

有下列情况之一时，应进行型式检验：

- a) 新产品开发或老产品转厂生产需要定型鉴定时；
- b) 正式生产后，如结构、材料、工艺有较大改变，可能影响产品性能时；
- c) 产品长期停产后恢复生产时；
- d) 正常生产时每三年一次；
- e) 验收检验结果与上次型式检验有较大差异时；
- f) 国家质量监督机构提出进行型式检验要求时。

产品存放半年以上，出厂前应按GB/T 10257—2001重新进行出厂检验。

## 8 合格证、包装、运输和贮存

### 8.1 合格证



每个或每批出厂的硫化锌（银）闪烁体应有合格证，合格证上要有：

- 1) 制造厂家的商标和名称；
- 2) 硫化锌（银）闪烁体的名称、型号和规格；
- 3) 制造日期；
- 4) 检验部门印章。

## 8.2 包装

经检验合格的硫化锌（银）闪烁体需装入软质塑料袋，放入有海绵垫的专用纸质包装盒，再将包装盒装入包装箱，包装盒与包装箱之间应填有减震材料，防止碰撞。包装箱外应有“小心轻放”字样和防雨淋标志。

## 8.3 运输

硫化锌（银）闪烁体按8.2规定包装后，允许以汽车、火车、飞机、轮船等任意方式运输。运输要求按订货合同规定，运输过程中应防止冲击、剧烈振动，防止雨淋、水浸。

## 8.4 贮存

产品应在温度为 $0^{\circ}\text{C} \sim +30^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度不大于85%的环境中避光保存，存放场地的空气中应无酸、碱及有机溶剂的气体存在，通风良好。

附录 A  
(资料性附录)  
几何因子的计算

不考虑吸收及散射的影响，闪烁体的灵敏面积相对于面源所张的立体角与 $2\pi$  的比值，就是几何因子。如图A.1所示对于半径为 $b$ 的面源，且面源平面与闪烁体平面（或窗）平行，轴线重合，其几何因子 $G$ 由公式（A.1）的级数求近似值：

$$G=1-\frac{1}{(1+B^2)^{1/2}}-\frac{3A^2B^2}{8(1+B^2)}\cdots\cdots\cdots (A.1)$$

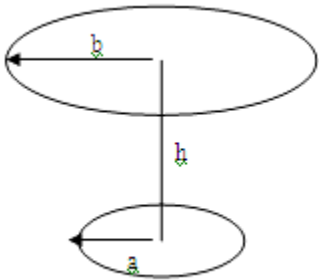
式中：

$A=a/h$ ，  $B=b/h$ ；

$a$ ——放射源半径，单位mm；

$b$ ——闪烁体半径，单位mm；

$h$ ——放射源表面到闪烁体表面的距离，单位mm。



图A. 1 几何因子示意图

### 参 考 文 献

- [1] 《核辐射探测器及其实验技术手册》 汲长松编著 原子能出版社 1990 年 10 月北京第一版
-