



中华人民共和国国家标准

GB/T 39820—2021

溴化铈闪烁体

Cerium bromide scintillator

2021-03-09 发布

2021-10-01 实施

国家市场监督管理总局 发布
国家标准化管理委员会

目 次

前言 I

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 技术要求 2

 4.1 外观和结构 2

 4.2 闪烁性能 3

 4.3 环境适应性 4

5 试验方法 4

 5.1 外观和结构检查 4

 5.2 闪烁性能测量 4

 5.3 环境试验 5

6 检验规则 5

 6.1 检验分类 5

 6.2 型式检验 5

 6.3 出厂检验 6

7 标志、包装、运输、贮存和随行文件..... 6

 7.1 标志 6

 7.2 包装 6

 7.3 运输 6

 7.4 贮存 6

 7.5 随行文件 6

附录 A（规范性附录） 本底计数率测试方法 8

附录 B（规范性附录） 时间分辨率测试方法 10

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由中国建筑材料联合会提出。

本标准由全国人工晶体标准化技术委员会(SAC/TC 461)归口。

本标准起草单位:北京玻璃研究院、北京一轻研究院、中国工程物理研究院材料研究所。

本标准主要起草人:侯越云、张明荣、桂强、张春生、刘珊、韩录会。

溴化铈闪烁体

1 范围

本标准规定了溴化铈闪烁体的术语和定义、技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输、贮存和随行文件。

本标准适用于测量核辐射的溴化铈闪烁体。

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 10263—2006 核辐射探测器环境条件与试验方法

GB/T 13181—2002 闪烁体性能测量方法

GB/T 28544—2012 封装闪烁体光输出和固有分辨率的测量方法

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

溴化铈闪烁晶体 cerium bromide scintillation crystal

在致电离辐射作用下,能以闪烁方式发出光辐射的溴化铈单晶,其化学式为 CeBr_3 。

3.2

溴化铈闪烁体 cerium bromide scintillator

由溴化铈闪烁晶体经过防潮封装得到的对致电离辐射灵敏的元件。

3.3

光学窗 optical window

溴化铈闪烁体中能让闪烁光透出的部分。

3.4

入射窗 entrance window

溴化铈闪烁体中接受核辐射的入射面。

3.5

反光层 optical reflector

为提高溴化铈闪烁体光收集效率,在溴化铈闪烁晶体周围所包覆的反光材料。

3.6

光耦合材料 optically coupling material

为使溴化铈闪烁晶体所发的光高效传输出光学窗,在溴化铈闪烁晶体和光学窗之间所加的透光物质。

3.7

脱层 delamination

由胶粘剂、被粘物或它们的界面破坏引起的层间分离现象。

3.8

能量分辨率 energy resolution

对于某一给定的能量,能分辨的两个粒子能量之间的最小相对差值的量度。

注:能量分辨率用谱仪测得的单能粒子能量分布曲线的峰的半高宽与峰位所对应的能量之比,当能量用脉冲幅度表示时,其比值为脉冲幅度分辨率。

3.9

相对光输出 relative light output

在相同测量条件下,被测溴化铯闪烁体的脉冲幅度与同尺寸掺铊碘化钠闪烁体标准样品的脉冲幅度之比。

3.10

闪烁衰减时间 decay time

溴化铯闪烁体受辐射激发后,光子发射率下降到其初始值的 $1/e$ 所需的时间。

3.11

本底计数率 background counting rate

溴化铯闪烁体自身放射性引起的计数率。即谱仪测得的脉冲幅度分布曲线的积分计数与积分时间之比。

3.12

时间分辨率 time resolution

溴化铯闪烁体能够分辨的两个脉冲之间的最小时间间隔。用时间分布谱的峰的半高宽表征。

4 技术要求

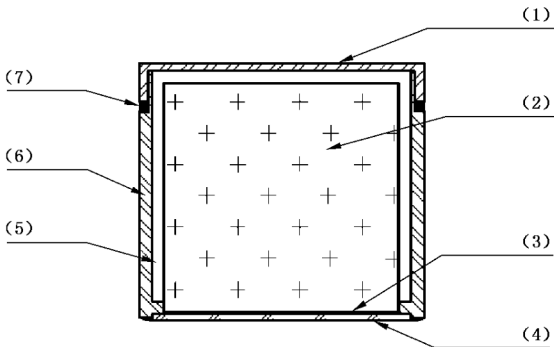
4.1 外观和结构

4.1.1 溴化铯闪烁晶体外观及尺寸公差

溴化铯闪烁晶体应无色透明、无肉眼可见划痕、崩边、裂纹和气泡。外形尺寸公差应不超过 0.1 mm。

4.1.2 溴化铯闪烁体结构和材料

溴化铯闪烁体应采用图 1 的结构进行密封封装。



说明:

- | | |
|---------------|------------|
| (1)——入射窗; | (5)——反光层; |
| (2)——溴化铯闪烁晶体; | (6)——封装外壳; |
| (3)——光耦合材料; | (7)——密封胶。 |
| (4)——光学窗; | |

图 1 溴化铯闪烁体结构

溴化铯闪烁体封装材料的质量、材质应满足表 1 的要求。

表 1 溴化铯闪烁体封装材料

序号	封装材料	材质	质量要求
1	入射窗	铍、铝合金、不锈钢或其他金属	应洁净、无尘土
2	光耦合材料	光学环氧树脂、硅光学脂等	无色透明、无杂质、无气泡
3	光学窗	石英玻璃或其他高透过率材料	无裂缝、无划痕、无脏物
4	反光层	氧化镁粉、聚四氟乙烯膜或其他高反光材料	表面无带色的沾污物
5	封装外壳	铝合金、不锈钢或其他金属	无裂缝、无磕损
6	密封胶	合成树脂等具有粘结性的密封材料	高粘结性、高密封性

4.1.3 溴化铯闪烁体外观

溴化铯闪烁体应无明显的外观缺陷,如光学窗表面应无粉尘、无裂纹、无崩边,表面无明显划痕;光学窗与溴化铯闪烁晶体之间应无明显脱层;封装外壳和入射窗应洁净、无破损。

4.2 闪烁性能

4.2.1 能量分辨率

用¹³⁷Cs 662 keV γ 射线的脉冲幅度分辨率来表示溴化铯闪烁体的能量分辨率,在室温 20℃ \pm 3℃,按分辨率高低分为 I 级、II 级、III 级,共三级,其中 I 级最高,II 级次之,III 级最低,见表 2。

表 2 溴化铯闪烁体的能量分辨率

检验源	尺寸 mm		能量分辨率 R %		
	直径 ϕ	高度 H	I 级	II 级	III 级
¹³⁷ Cs	$\phi \leq 50$	$H \leq 40$	$R \leq 4.0$	$4.0 < R \leq 4.5$	$R > 4.5$
		$40 < H \leq 50$	$R \leq 4.2$	$4.2 < R \leq 5.0$	$R > 5.0$

4.2.2 相对光输出

溴化铯闪烁体的相对光输出在室温 20℃ \pm 3℃应不低于 140%。

4.2.3 闪烁衰减时间

溴化铯闪烁体采用¹³⁷Cs 源 662 keV γ 射线测得的闪烁衰减时间应不大于 20 ns。

4.2.4 本底计数率

溴化铯闪烁体本底计数率应不大于 0.2 counts/cm³/s。

4.2.5 时间分辨率

溴化铯闪烁体采用⁶⁰Co 源测得的时间分辨率应不大于 150 ps。

4.3 环境适应性

4.3.1 工作温度

溴化铯闪烁体在 $-20\text{ }^{\circ}\text{C}\sim+50\text{ }^{\circ}\text{C}$ 温度范围内使用时,应保持结构和外观的完整性,并满足 4.2 的要求。

4.3.2 贮存温度

溴化铯闪烁体按 7.2 的要求包装,在 $-30\text{ }^{\circ}\text{C}\sim+50\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的温度环境条件下贮存后,应保持结构和外观的完整性,并满足 4.2 的要求。

4.3.3 恒定湿热

溴化铯闪烁体在承受相对湿度为 $90\%\pm 2\%$ (温度 $30\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$,时间 48 h)的恒定湿热环境条件后,应保持结构和外观的完整性,并满足 4.2 的要求。

5 试验方法

5.1 外观和结构检查

5.1.1 溴化铯闪烁晶体外观及尺寸公差

外观的检查采用目测法进行,自然光或光照在 $300\text{ lx}\sim 600\text{ lx}$ 的近似白光(如 40 W 日光灯),相距 $300\text{ mm}\sim 500\text{ mm}$,且矫正视力不低于 1.0。

外形尺寸采用精度不低于 0.02 mm 的计量器具/测量设备测量。

5.1.2 溴化铯闪烁体结构和材料

检查用目测法进行,自然光或光照在 $300\text{ lx}\sim 600\text{ lx}$ 的近似白光(如 40 W 日光灯),相距 $300\text{ mm}\sim 500\text{ mm}$,且矫正视力不低于 1.0。

5.1.3 溴化铯闪烁体外观

外观的检查采用目测法进行,自然光或光照在 $300\text{ lx}\sim 600\text{ lx}$ 的近似白光(如 40 W 日光灯),相距 $300\text{ mm}\sim 500\text{ mm}$,且矫正视力不低于 1.0。

5.2 闪烁性能测量

5.2.1 能量分辨率

溴化铯闪烁体能量分辨率的测量方法按 GB/T 13181—2002 第 7 章进行,放射源采用 ^{137}Cs 662 keV γ 射线。

5.2.2 相对光输出

溴化铯闪烁体相对光输出的测量方法按 GB/T 28544—2012 的 5.4 比较法进行,放射源采用 ^{137}Cs 662 keV γ 射线。在室温 $20\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$,所使用的标准样品为碘化钠(铯)闪烁体,其尺寸和结构应与被测溴化铯闪烁体相同。

5.2.3 闪烁衰减时间

溴化铯闪烁体闪烁衰减时间的测量方法按 GB/T 13181—2002 的 10.4 单光子法进行,放射源采用

¹³⁷Cs 662 keV γ 射线。

5.2.4 本底计数率

溴化铯闪烁体本底计数率按附录 A 的方法进行。

5.2.5 时间分辨率

溴化铯闪烁体时间分辨率按附录 B 的方法进行。

5.3 环境试验

5.3.1 温度试验

溴化铯闪烁体工作温度和贮存温度的低温试验按 GB/T 10263—2006 的 6.1 进行,高温试验按 GB/T 10263—2006 的 6.2 进行,在低温和高温试验中,溴化铯闪烁体承受温度变化率不超过 30 ℃/h,温度稳定后持续的时间不少于 4 h。

5.3.2 恒定湿热

溴化铯闪烁体的恒定湿热试验按 GB/T 10263—2006 的 6.3 进行,恒定湿热的持续时间为 48 h。

6 检验规则

6.1 检验分类

溴化铯闪烁体质量检验分为型式检验和出厂检验两类。

6.2 型式检验

6.2.1 检验项目

溴化铯闪烁体产品在定型时、出现重大质量问题时、生产工艺出现重大变化之后应进行型式检验。检验项目见表 3。

表 3 检验项目表

序号	检验项目	检验类别		技术要求章条号	试验方法章条号
		型式检验	出厂检验		
1	外观和结构	●	●	4.1	5.1
2	能量分辨率	●	●	4.2.1	5.2.1
3	相对光输出	●	●	4.2.2	5.2.2
4	闪烁衰减时间	●	○	4.2.3	5.2.3
5	本底计数率	●	○	4.2.4	5.2.4
6	时间分辨率	●	○	4.2.5	5.2.5
7	工作温度	●	—	4.3.1	5.3.1
8	贮存温度	●	—	4.3.2	5.3.1
9	恒定湿热	●	—	4.3.3	5.3.2
注：●表示必检项目，○表示根据需要可选择检验的项目，—表示不检验项目。					

6.2.2 抽样

采用同一批原料在同一条生产线上经相同工艺生产的溴化铯闪烁体,每一晶体生长炉抽取溴化铯闪烁体一件。

6.2.3 判定规则

溴化铯闪烁体检验项目全部符合本标准的技术要求时,则判型式检验合格。若检验过程中,有一项检验项目不合格,则判型式检验不合格。

6.3 出厂检验

6.3.1 检验项目

溴化铯闪烁体在出厂前应进行出厂检验。检验项目见表 3。

6.3.2 抽样

溴化铯闪烁体为 100%全检。

6.3.3 判定规则

溴化铯闪烁体全部检验项目合格,则检验合格,产品可以交付。若检验过程中,有一项检验项目不合格,则该件产品不合格。

7 标志、包装、运输、贮存和随行文件

7.1 标志

合格的溴化铯闪烁体产品应有铭牌标志,应标出生产厂商名称、产品名称、尺寸、批号。

7.2 包装

溴化铯闪烁体产品宜单独使用一个包装盒/箱,应使用软泡沫塑料包裹并填实。在包装盒/箱尺寸允许的情况下,可以装两个及以上的溴化铯闪烁体,但溴化铯闪烁体之间应使用软泡沫塑料隔开并填实缝隙,确保在运输中不相互碰撞。包装盒/箱内应有产品合格证。

7.3 运输

按 7.2 的要求包装后,允许以铁路、公路、航空、水运等方式运输。运输过程中应避免雨淋、水浸、挤压、碰撞和强烈震动。溴化铯闪烁体在三级公路上运输后,应保持结构和外观的完整性,并满足 4.2 的要求。

7.4 贮存

溴化铯闪烁体在室内贮存时,应放在清洁的容器中,光学窗口朝下,并垫以无纺布之类平软材料,或在原包装盒内存放。

溴化铯闪烁体在室外贮存时,应在原包装盒/箱内存放,其环境温度应符合 4.3.2 的要求。

7.5 随行文件

产品随行文件包括产品合格证、使用说明书等相关文件。

产品合格证的内容包括：

- 制造商名称；
- 产品名称和型号规格、产品系列号；
- 产品标志、质量等级；
- 检验合格章、检验日期和检验员号。

使用说明书的内容包括：

- 制造商的名称、地址和联络方式；
- 溴化铯闪烁体的规格，溴化铯闪烁晶体尺寸；
- 性能特性的参数或范围；
- 使用、维护和贮存的注意事项和环境条件。

附 录 A
(规范性附录)
本底计数率测试方法

A.1 测试原理

首先在无溴化铯闪烁体的状态下,对铅室、光电倍增管的本底计数 N_0 进行标定。然后采用能谱测量方法,将溴化铯闪烁体与光电倍增管组合成探测器,并置于铅室内,测得能量-计数的脉冲幅度谱,得到溴化铯闪烁体全谱本底计数 N_1 。通过公式(A.1)扣除测量系统本底计数 N_0 ,即可得溴化铯闪烁体的本底计数 N 。按公式(A.2)计算可得溴化铯闪烁体的本底计数率。

$$N = N_1 - N_0 \quad \dots\dots\dots (A.1)$$

$$A = N / (V \times t) \quad \dots\dots\dots (A.2)$$

式中:

N ——溴化铯闪烁体的本底计数,单位为计数(counts);

N_1 ——全谱本底计数,单位为计数(counts);

N_0 ——测量系统的本底计数,单位为计数(counts);

A ——溴化铯闪烁体的本底计数率,单位为计数每立方厘米秒[$\text{counts}/(\text{cm}^3 \cdot \text{s})$];

V ——溴化铯闪烁晶体体积,单位为立方厘米(cm^3);

t ——测量时间(1 h~24 h),单位为秒(s)。

A.2 测量装置

图 A.1 为本底计数率测量装置图。测量装置包括:光电倍增管、低压电源、高压电源、屏蔽室、主放大器、多道脉冲幅度分析器、数据处理装置。

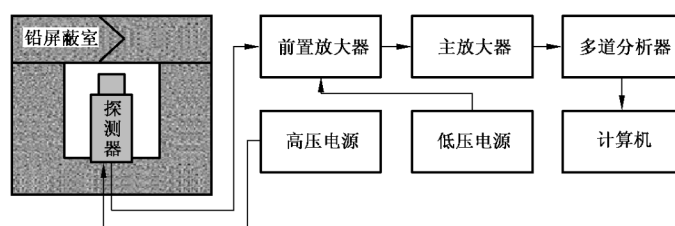


图 A.1 本底计数率测试装置

测量装置设置如下:

- 屏蔽室。屏蔽室屏蔽能力大于 10 cm 厚铅当量。
- 光电倍增管(PMT)。光电倍增管与溴化铯闪烁体的直径相匹配。
- 谱仪放大器。成型时间常数: $0.5 \mu\text{s} \sim 10 \mu\text{s}$;增益范围: $2.5 \sim 1\,500$;可进行波形调节并与前置放大器及多道脉冲幅度分析器匹配。
- 多道脉冲幅度分析器。多道分析器的道数不少于 4 096 道。应根据 γ 射线能量分布范围及溴化铯闪烁体与光电倍增管组成探测器的能量分辨率选择多道分析器的道宽和道数。

A.3 测试步骤

测试步骤如下：

- a) 按 A.2 设定各测试装置的参数；
- b) 将光电倍增管置于铅室中，测量 t 时间内铅室和光电倍增管的本底计数 N_0 ；
- c) 将溴化铯闪烁体用光学硅油光耦合于低本底光电倍增管光窗上，与分压电路组合成探测器；
- d) 将组合成的探测器进行避光，并置于铅屏蔽室中；
- e) 给光电倍增管加工作电压，待探测器稳定工作；
- f) 开始测量，记录测量 t 时间的脉冲幅度谱。

A.4 结果计算

结果计算方法如下：

- 计算待测溴化铯闪烁晶体(封装前)的体积 V ；
- 对脉冲幅度谱中 50 keV~2 MeV 能量范围内的计数求积分 N_1 ；
- 按公式(A.1)计算被测溴化铯闪烁体的本底计数 N ；
- 按公式(A.2)计算本底计数率。

附录 B
(规范性附录)
时间分辨率测试方法

B.1 测试原理

时间分辨率采用快符合法测量,通过同时测量待测闪烁体和参比闪烁体对放射源 γ 射线的响应,得到待测闪烁体与参比闪烁体的响应时间差,从而得到待测闪烁体的时间分辨率。

B.2 测量装置

时间分辨率测量装置如图 B.1 所示。测量装置由恒比定时甄别器、时间-幅度变换器、快符合电路等构成,测量用光电器件为快时间光电倍增管,溴化铯闪烁体为待测闪烁体,标准的 BaF_2 晶体为参比闪烁体,放射源为 ^{60}Co 。

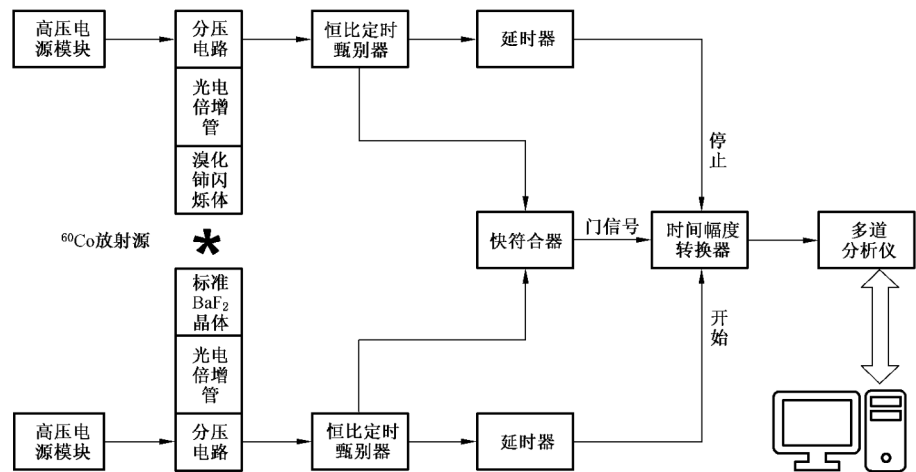


图 B.1 时间分辨率性能测试系统示意图

B.3 测量步骤

测量步骤如下：

- a) 待测闪烁体和参比闪烁体分别与光电倍增管耦合,组成 2 个闪烁探测器,将放射源放置在两个闪烁探测器的中间位置。
- b) 闪烁体及光电倍增管置于暗室内避光,然后给光电倍增管加工作电压。
- c) 设定恒比甄别器阈值。
- d) 进行谱仪时间刻度。测量该延时下 ^{60}Co 能量-计数瞬时符合谱,记录谱峰位(计数)中心能量,进行时间刻度拟合。记录该延时下谱的峰位(计数)中心道址(时间)。
- e) 调节延迟时间,重新测量。记录不同延迟时间谱的峰位计数,取峰位最稳定延迟时间为最佳延迟时间。

f) 在选定的能窗和最佳的延迟时间下,测得典型的时间分布谱。

B.4 结果计算

采用高斯分布函数拟合时间分布谱,求出谱峰的 FWHM(半高宽)。此时谱峰的 FWHM 值为测量系统的总时间分辨率 t ,其中包括待测闪烁体、标准 BaF₂ 参比闪烁体和电子学器件的时间分辨率,利用公式(B.1)计算得出溴化铯探测器的时间分辨率。

$$t = \sqrt{t_{BF}^2 + t_s^2 + t_{CB}^2}$$

.....(B.1)

式中:

- t

——测试系统总的时间分辨率,单位为皮秒(ps);
- t_{BF}

——标准的 BaF₂ 参比闪烁体的时间分辨率,单位为皮秒(ps);
- t_s

——电子学器件的时间分辨率,单位为皮秒(ps);
- t_{CB}

——溴化铯闪烁体的时间分辨率,单位为皮秒(ps)。

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
溴 化 铈 闪 烁 体
GB/T 39820—2021

*

中国标准出版社出版发行
北京市朝阳区和平里西街甲2号(100029)
北京市西城区三里河北街16号(100045)

网址: www.spc.org.cn

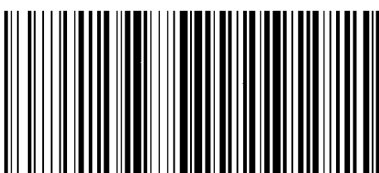
服务热线: 400-168-0010

2021年3月第一版

*

书号: 155066 • 1-66950

版权专有 侵权必究



GB/T 39820—2021



码上扫一扫 正版服务到