



中华人民共和国国家标准

GB/T 13376—2008
代替 GB/T 13376—1992

塑料闪烁体

Plastic scintillators

2008-07-02 发布

2009-04-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局 发布
中国国家标准化管理委员会

目 次

前言	1
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	1
5 技术要求	2
6 试验方法	5
7 检验规则	13
8 标志、包装、运输和贮存	13
图 1 闪烁体性能脉冲法测量装置框图	6
图 2 脉冲幅度分布的康普顿分布边缘图	6
图 3 单光子法测量闪烁衰减时间的测量装置方框图	11
图 4 发射光谱测量装置示意图	12
表 1 塑料闪烁体的分类和规格	2
表 2 外观规格尺寸	3
表 3 塑料闪烁体外观要求	3
表 4 光输出性能指标	4
表 5 普通塑料闪烁体核性能指标	4
表 6 高 β/γ 型塑料闪烁体核性能指标	4
表 7 参考条件和标准试验条件	5
表 8 检验项目分类表	13

前 言

本标准代替 GB/T 13376—1992《塑料闪烁体》。

本标准与 GB/T 13376—1992 相比主要变化如下：

- 增加了术语“ β 与 γ 效率比”(见 3.5)；
- 表格一律增加表题；
- 减少了表 3 中允许存在的缺陷数量和尺寸(见 5.2)；
- 原表 5 拆分为表 5 和表 6,以便清晰表达普通塑料闪烁体核性能指标和高 β/γ 型塑料闪烁体的核性能指标(见 5.4)；
- 增加了探测器 β/γ 型塑料闪烁体的测量方法(见 6.6)；
- 详细绘制了图 3,使单光子法测量闪烁衰减时间的测量装置更加直观(见 6.8.2)。

本标准由中国核工业集团公司提出。

本标准由全国核仪器仪表标准化技术委员会归口。

本标准起草单位:中核(北京)核仪器厂。

本标准主要起草人:屈玉慧。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为:GB/T 13376—1992。

塑料闪烁体

1 范围

本标准规定了塑料闪烁体的分类、技术要求、试验方法、检验规则、包装和贮存等。

本标准适用于各种塑料闪烁体产品,是这类产品质量检验和质量评定的依据。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件,其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本标准,然而,鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件,其最新版本适用于本标准。

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

GB/T 13181 闪烁体性能测量方法

EJ/T 1061 核辐射探测器型号命名方法

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1

(闪烁体)发光光谱 **emission spectrum(of a scintillator)**

闪烁体发射的光子数随光子的能量或波长而变化的分布曲线。

[GB/T 4096.6—1996,定义 2.3.13]

3.2

闪烁衰减时间 **scintillation decay time**

从闪烁体受单次激发到其光子发射率下降到最大值的 $1/e$ 所需的时间。

[GB/T 4096.6—1996,定义 2.3.5]

3.3

探测器效率 **detector efficiency**

探测器测到的粒子数与在同一时间间隔内探测器上的该粒子数的比值。

[GB/T 4096.6—1996,定义 2.1.23]

3.4

闪烁体标准样品 **calibration specimen of scintillators**

用来校正测试系统或标定其他闪烁体性能的闪烁体。

3.5

β 与 γ 效率比 **efficiency ratio of (detected) β to (detected) γ**

在强 γ 源场中测量 β 射线时, β 的探测效率与 γ 探测效率的比值。

4 产品分类

4.1 塑料闪烁体的分类

塑料闪烁体的分类见表 1。

表 1 塑料闪烁体的分类和规格

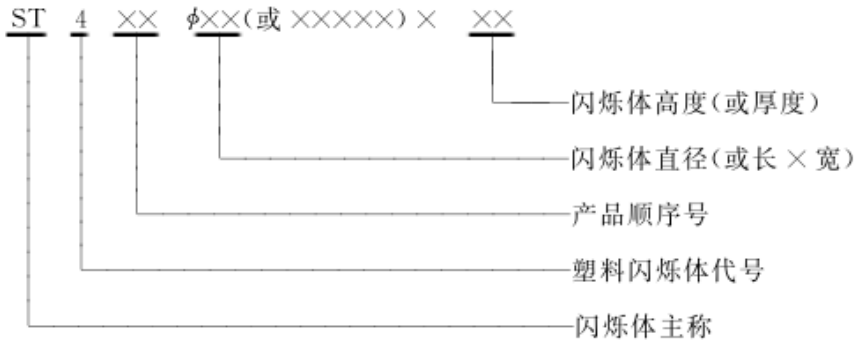
单位为毫米

产品类型	形状	规格		
		直径	长×宽	厚度(或高)
普通型	圆柱	<500.0 的标准系列	—	<500.0 的标准系列
	厚板 薄板		<500×500	<500.0 的标准系列
	薄膜	<200.0 的标准系列	<200×200	0.05、0.1、0.2
高 β/γ 型	圆片或方片			0.2、0.5
高效率型	圆柱	<400.0 的标准系列	—	<400.0 的标准系列
	板		<1 000×500	<10.0 的标准系列
红光型	圆柱	<100.0 的标准系列	—	<50.0 的标准系列
	板	—	<500×500	<10.0 的标准系列
快速红光型	圆柱或圆片	<50.0 的标准系列	—	<50.0 的标准系列
快时间型	圆柱	<100.0 的标准系列	—	<100.0 的标准系列
超快时间型	圆柱		—	
空气等效型	圆柱		—	

4.2 塑料闪烁体的型号和标记

4.2.1 塑料闪烁体的型号见 EJ/T 1061。

4.2.2 塑料闪烁体的标记包含了具体产品的型号与规格表示如下：



示例 1: 直径 ϕ 50, 高 50 mm 产品序号 01 的塑料闪烁体的型号规格为 ST401 ϕ 50×50。

示例 2: 长×宽×高为 50×50×50, 产品序号 01 的塑料闪烁体的型号规格为 ST401 50×50×50。

5 技术要求

5.1 规格和尺寸

5.1.1 圆柱形产品的尺寸和偏差为 ± 0.1 mm。

5.1.2 板状浇注型产品的厚度及其偏差见表 2。

表 2 外观规格尺寸

单位为毫米

长×宽	厚度	偏差
$\geq 200 \times 200$ $< 500 \times 500$	1.0	± 0.2
	2.0	± 0.4
	3.0	± 0.4
	4.0	± 0.5
	5.0	± 0.5
	6.0	± 0.6
$\geq 500 \times 500$ $\leq 1\,000 \times 1\,000$	10.0	± 1.0
	13.0	± 1.2
	16.0	± 1.6
	20.0	± 2.0
	25.0	± 2.5
	30.0	± 5.0
	40.0	± 4.0
	50.0	± 5.0

5.2 外观要求

产品外观质量应符合表 3 的要求。

表 3 塑料闪烁体外观要求

产品类型	规格/mm	颜色	透明度	允许存在的缺陷		
普通型 高效率型 快时间型 超快时间型 空气等效型	φ400 或 500×500	蓝紫色	透明	气泡		不允许
				裂纹		不允许
				内部杂质		线度<1 mm 个数≤3 个
红光型 快速红光型		橘红色		表面擦伤		深度≤0.1 mm 宽度≤0.1 mm 线度≤20 mm 条数≤9 条
高 β/γ	—	乳白色	半透明	涂层缺陷	有色机械杂质	不允许
					斑点	线度<0.5 斑点
注：其他规格产品的内部杂质和表面擦伤按表面积比例推算。						

5.3 产品聚合完善性

产品应聚合完全。

5.4 技术性能

在参考条件下,各种类型产品的性能应满足表 4 和表 5、表 6 上所列指标要求。

表 4 光输出性能指标

产品类型	相对光输出 (相对蒽单晶)/%	相对光输出 (相对蒽单晶)/%	闪烁衰减时间/ns	最大发射波长/nm
普通型	≥50	≥50	<3.0	423
高效率型	≥65	≥65	≤2.6	423
红光型	—	≥12	≤8.2	600
快速红光型	—	≥4	<3.6	610
快时间型	≥55	≥55	≤1.7	390
超快时间型	≥3	≥3	≤1.0	390
空气等效型	≥26	≥26	—	—

表 5 普通塑料闪烁体核性能指标

产品类型	规格		对 ⁹⁰ Sr- ⁹⁰ Y β射线的 探测器效率/%	本底计数率/min ⁻¹
	直径/mm	厚度/mm		
普通型	<50	0.4~1.0	≥50	≤75
		1.1~1.5		≤100
		1.6~3.0		≤150
	63	0.4~1.0		≤100
		1.1~1.5		≤150
		1.6~3.0		≤200
	75,100	0.4~1.0		≤170
		1.1~1.5		≤200
		1.6~3.0		≤270
	<100	<0.1	≥30	≤30
	<100	0.1~0.3		≤50

表 6 高 β/γ 型塑料闪烁体核性能指标

产品类型	规格		对 $\text{Pm}^{147}\beta$ 射线的 探测器效率/%	本底计数率/ min^{-1}	β 与 γ 效率比/ %
	直径/mm	涂层厚度/(mg/cm^2)			
高 β/γ 型	<50	9	50	≤ 40	≥ 150
		15		≤ 60	
	50~100	9		≤ 150	
		15		≤ 200	
注: β/γ 计数率比的放射源采用 γ 源用 ^{60}Co 点源, β 源用 ^{90}Sr - ^{90}Y 面源。					

5.5 产品对环境条件的适应性

产品在非工作状态下,经下列环境条件试验之后,其性能指标仍应符合表 3 和表 4 中相对光输出或表 5 和表 6 中探测器效率的要求:

- a) 温度试验:
高温 $+55\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$, 持续 4 h; 低温 $-40\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$, 持续 4 h。
- b) 潮湿试验:
湿度 $(95 \pm 2)\%$ (温度 $40\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$), 持续 48 h。
- c) 振动试验:
振动加速度 98 m/s^2 , 振动频率 $30\text{ Hz} \sim 55\text{ Hz}$, 互相垂直的三个方向各 20 min。
- d) 冲击试验:
冲击加速度 147 m/s^2 , 驱动振幅 1.0 mm, 冲击脉冲持续时间 $11\text{ ms} \pm 1\text{ ms}$, 半正弦波, 100 次, 任意方向。
- e) 运输试验:
产品按 8.2 要求包装后, 在三级公路上, 以 $25\text{ km/h} \sim 40\text{ km/h}$, 行驶 150 km 以上, 仍符合表 3 和表 4 中相对光输出或表 5、表 6 中探测器效率的要求。

6 试验方法

6.1 试验基本条件

各项性能指标试验的参考条件和标准试验条件见表 7。

在试验实验不产生疑异时, 可在室温条件下进行。

本标准的试验方法大多数采用 GB/T 13181 中的测量方法。

表 7 参考条件和标准试验条件

影响量	参考条件	标准试验条件
环境温度/ $^{\circ}\text{C}$	20	18~22
相对湿度/%	65	45~75
大气压强/kPa	101.3	86~106
交流电压/V	220	220(1 $\pm$ 1%)
电压频率/Hz	50	50(1 $\pm$ 1%)
交流供电波形	正弦波	波形总畸变 $\leq$ 5%
环境 γ 辐射/($\mu\text{Gy/h}$)	空气吸收剂量率 0.2	空气吸收剂量率 $\leq$ 0.25
外磁场干扰	可忽略	小于引起干扰的最低值
外界电磁感应	可忽略	小于地磁场引起干扰的 2 倍
放射性沾染	可忽略	可忽略

6.2 规格和尺寸的检验

根据 5.1 规定的产品规格和尺寸要求, 选用合适的量具进行检验。

6.3 外观检验

对 5.2 规定的产品外观要求的检验应在正常照明条件下, 用目视法配合适当的量具进行检验。

6.4 聚合完善性检验

对产品聚合完善性的检查, 先对产品取样抛光, 在抛光的表面上, 滴几滴四氯化碳, 放置 3 min~5 min, 液滴处只有溶解痕迹, 而无龟裂纹者为聚合完全, 有龟裂纹者为聚合不完全。

6.5 相对光输出测量

6.5.1 全吸收峰法或康普顿分布边缘法

6.5.1.1 测量原理

单能 γ 辐射射入闪烁探测器, 其输出脉冲幅度的分布, 主要由康普顿分布及全吸收峰(低原子序数

的闪烁体除外)等谱段组成。全吸收峰法与康普顿边缘法分别以全吸收峰或康普顿分布边缘幅度作为判定闪烁体光输出的量度。

6.5.1.2 测量装置

6.5.1.2.1 工作于脉冲状态的闪烁参数测量装置。

常用的测量系统的方框图见图 1。

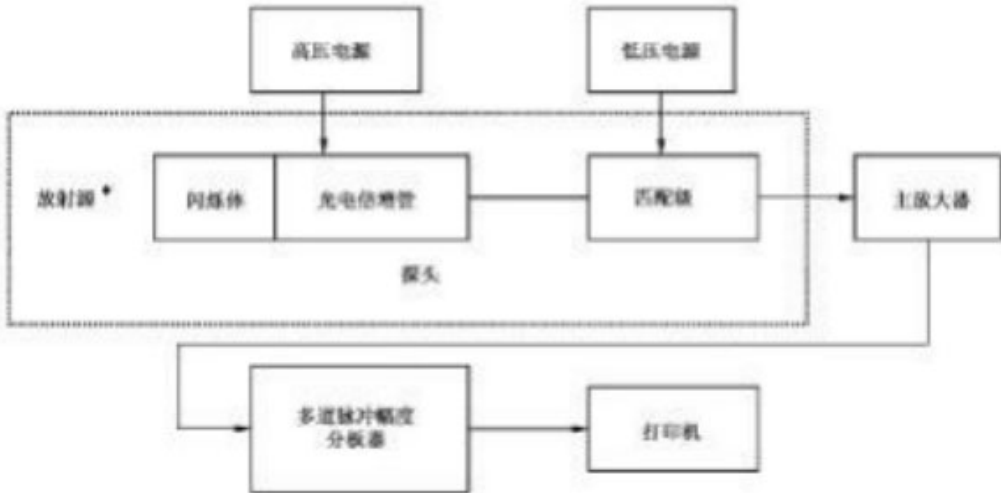


图 1 闪烁体性能脉冲法测量装置框图

6.5.1.2.2 装置的非线性最大偏差应不超过 3%。

6.5.1.2.3 装置的脉冲幅度不稳定性应不超过 2%，测量过程中对稳定性的检测应不少于每工作 7 h 测一次。当不稳定性超过 2%，则从前一次检测后的测量数据应当遗弃。

6.5.1.2.4 光电倍增管阴极的灵敏度不均匀性(按待测闪烁体最大直径所对应的面积考虑)应不超过 20%。

6.5.1.2.5 所使用的标样应是与被测闪烁体同种类型且制作和结构相同的闪烁体，标样及待测样品用单能的同类辐射激发。标样与待测闪烁体直径不同时，其相对差值应不超过 25%，并应对测量结果加以必要的修正。

6.5.1.2.6 放射源的类型由产品标准规定。

6.5.1.3 测量步骤

6.5.1.3.1 标样与光电倍增管避光，并给光电倍增管加高压。

6.5.1.3.2 安置放射源。允许将放射源置于探头外壳内，此时 6.5.1.3.1 与 6.5.1.3.2，逆序进行。

6.5.1.3.3 测量脉冲幅度谱，确定对应全吸收峰或康普顿分布边缘的脉冲幅度 $\bar{V}_{s0}$ 。对应康普顿分布边缘的脉冲幅度由分布高度的 1/2 确定(见图 2)，测量重复 3 次，取平均值 $\bar{V}_{s0}$ 。

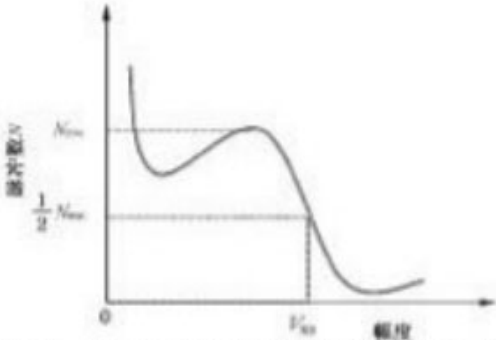


图 2 脉冲幅度分布的康普顿分布边缘图

6.5.1.3.4 将待测闪烁体光耦合于光电倍增管光窗上。

6.5.1.3.5 在放大倍数不变的情况下,重复步骤 6.5.1.3.1 与 6.5.1.3.3,测量重复 11 次,分别计算对应全吸收峰或康普顿边缘脉冲幅度的值 $V_i (i=1,2,\dots,11)$ 。

6.5.1.4 数据处理

6.5.1.4.1 待测闪烁体的光输出 S 按式(1)计算:

$$S_i = \frac{V_i + \bar{V}_0}{\bar{V}_{s,0} - V_0} \times S_0 \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中:

$\bar{V}_0$ ——装置转换特性原点,单位为道。

S_0 ——标样光输出的检定值,单位为光子数每电子伏(1/eV);

$\bar{V}_{s,0}$ ——标样的全吸收峰或康普顿分布边缘的脉冲幅度平均值,单位为道。

V_i ——待测闪烁体的全吸收峰或康普顿分布边缘的脉冲幅度值($i=1,2,\dots,11$)单位为道。

注:如果标样的光输出取作 1(或 100%),则由上述公式计算出待测样品的相对输出 S_i 。

6.5.1.4.2 按式(2)计算出待测闪烁体的全吸收峰或康普顿分布边缘的脉冲幅度平均值 $\bar{S}$

$$\bar{S} = \frac{\sum_{i=1}^{11} S_i}{11} \quad \dots\dots\dots (2)$$

6.5.1.4.3 按式(3)计算出 S_i 值的标准偏差 ΔS :

$$\Delta S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{11} (S_i - \bar{S})^2}{10}} \quad \dots\dots\dots (3)$$

6.5.1.4.4 光输出测量总误差 $\frac{\Delta S}{S}$,置信度为 95%时应不超过式(4)的计算值:

$$\frac{\Delta S}{S} = 1.1 \sqrt{\frac{4}{100^2} + \left(\frac{\Delta S_0}{S_0}\right)^2} \quad \dots\dots\dots (4)$$

式中:

$\frac{\Delta S_0}{S_0}$ ——标样光输出测量误差,用%表示。

6.5.2 光电倍增管阳极电流法

6.5.2.1 测量原理

根据闪烁体的类型选用一种能量的电离辐射,照射标样及待测样品,比较闪烁光导致的光电倍增管阳极电流。

6.5.2.2 测量装置

6.5.2.2.1 工作于电流状态的闪烁体参数测定装置,见图 1。

6.5.2.2.2 装置的非线性应不超过 3%。

6.5.2.2.3 光输出标样应用被测闪烁体同种闪烁体制作,且结构也应相同。标样与待测闪烁体的直径应一样,如果光输出与闪烁体尺寸的响应关系已知,允许使用尺寸与待测样品不同的标样,但对测量结果应进行相应的修正。

6.5.2.2.4 放射源的类型由产品标准规定。

6.5.2.3 测量步骤

6.5.2.3.1 将标样置于光电倍增管光窗上,在标样的光学窗及光电倍增管光窗之间置入不透光纸屏,屏的直径应等于光窗直径。

6.5.2.3.2 标样及光电倍增管避光,然后给光电倍增管加高压。

6.5.2.3.3 安置放射源。允许将源置于探头外壳内,此时,步骤 6.5.2.3.3 与 6.5.2.3.4 逆序进行。

6.5.2.3.4 测量光电倍增管的本底电流 I_b 。

6.5.2.3.5 将标样光耦合到光电倍增管光窗上。

6.5.2.3.6 标样与光电倍增管避光,然后给光电倍增管加高压。

6.5.2.3.7 置入放射源,其几何条件应与测本底电流时相同。

6.5.2.3.8 测量光电倍增管阳极电流 I_0 。

6.5.2.3.9 对待测样品重复 6.5.2.3.6~6.5.2.3.8 步骤,测出光电倍增管本底电流 I_b 和阳极电流 I (每个数据测三次取平均值)。

6.5.2.4 数据处理

6.5.2.4.1 待测闪烁体的光输出 S 按式(5)计算:

$$S = \frac{I - I_b}{I_0 - I_b} S_0 \quad \dots\dots\dots (5)$$

式中:

S_0 ——标样光输出的检定值,单位为光子数每电子伏(1/eV),或相对单位。

I_b ——光电倍增管的本底电流,单位为安培(A)。

I_0 ——使用标样时,光电倍增管的阳极电流,单位为安培(A)。

I ——用待测闪烁体时,光电倍增管的阳极电流,单位为安培(A)。

注:如果标样的光输出取作 1(或 100%),则按式(5)计算出的光输出为相对光输出 S_r ,测量次数类同 6.5.1.3.5。

6.5.2.4.2 光输出测量总误差 $\Delta S/S$,当置信度为 95%时,应不超过式(6)计算值:

$$\frac{\Delta S}{S} = 1.1 \sqrt{\frac{8}{100^2} + \left(\frac{\Delta S_0}{S_0}\right)^2} \quad \dots\dots\dots (6)$$

式中:

$\frac{\Delta S_0}{S_0}$ ——标样光输出测量误差,用%表示。

6.5.2.4.3 当置信度为 95%时,相对光输出测量的总误差 $\Delta S/S$ 不应超过 3%。

6.6 探测器效率及 β 与 γ 效率比的测量

6.6.1 测量条件

应符合 6.1 的基本条件,测量装置见图 1。 γ 源用 ^{60}Co 点源, β 源用 ^{90}Sr - ^{90}Y 面源,测量应选择对 γ 探测效率较低而对 β 探测效率损失不大的甄别阈。

6.6.2 测量前的准备

根据放射源的标定日期,标定活度及半衰期计算出放射源在测量时刻单位时间内发射粒子的总数 N 。按 6.5.1.2.1 中规定的谱仪系统,按其中图 1 连接测量装置。

6.6.3 探测器效率的测量步骤

6.6.3.1 将闪烁体放置在光电倍增管阴极窗面正中位置,并用光学硅脂耦合。

6.6.3.2 调整测试系统,选择阈值,使单位时间内本底计数小于或等于该产品技术要求的本底计数 N_b 。

6.6.3.3 将放射源放置在闪烁体正中位置,按 6.6.3.2 的测量条件,记录单位时间的积分计数 N_a 。

6.6.3.4 测量结果的计算

探测效率按式(7)计算:

$$e_t = \frac{N_a - N_b}{N_0} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (7)$$

式中:

e_t ——对某种射线的探测器效率;

N_a ——闪烁体的单位时间内的积分计数率;

N_b ——样品单位时间内的本底计数率;

N_0 ——放射源在单位时间射到探测器上的粒子数(可根据照射几何条件计算出来)。

6.6.4 β 与 γ 效率比的测量步骤

6.6.4.1 将闪烁体放置在光电倍增管阴极窗面正中位置,并用光学硅脂耦合。

6.6.4.2 标样及光电倍增管避光,然后给光电倍增管加高压。

6.6.4.3 调整测试系统,使单位时间内本底计数小于或等于该产品技术要求的本底计数 N_b 。

6.6.4.4 建立 γ 源辐射场,在 γ 源和 β 源活度相同的情况下,调节仪器使本底满足技术条件,反复调节阈值,使 β 效率满足50%的情况下测量 γ 源场的探测计数。

6.6.4.5 将 ^{90}Sr - ^{90}Y 面源直接贴在样品上,测出其对 β 的探测效率,反复调节阈值, β 的探测效率与 γ 的探测效率的比值大于或者等于150%为合格产品。

6.7 相对能量转换效率的测量

6.7.1 方法1

对闪烁体标准样品的发射光谱相同的产品,相对能量转换效率的测量用方法1。

6.7.1.1 测量原理

将标样与待测闪烁体发出的闪烁光照射光电倍增管光窗而产生的阳极电流进行对比。

6.7.1.2 测量装置

6.7.1.2.1 测量装置的方框图见图1,并满足测量非线性(与原点)时,系统的总增益应与测量待测闪烁体时一致。非线性(与原点)的测量应定期进行,更换光电倍增管或系统维修之后,应重新测定。置信度为95%时,系统的非线性测量最大偏差应不大于3%。及电流式的方法或脉冲式的方法测量的不稳定性应不超过2%(95%置信度)的要求。

6.7.1.2.2 使用 ^{90}Sr - $^{90}\text{Y}\beta$ 源。源置入由3 mm厚的有机玻璃板制成的圆盘的中心孔内。圆盘的直径等于光电倍增管阴极的直径。孔的直径等于放射源的直径。孔的另一面用1 mm厚的铅塞盖住。圆盘和孔的侧面涂黑。

6.7.1.2.3 标样。

6.7.1.3 测量步骤

6.7.1.3.1 用 β 辐射从闪烁体光学窗激发标样与待测闪烁体。圆盘置于光电倍增管光窗上使源的活性面背向光阴极。

6.7.1.3.2 光电倍增管与源避光,并给光电倍增管加高压。

6.7.1.3.3 测量光电倍增管本底电流 I_b 。

6.7.1.3.4 把标样安置到源上。

6.7.1.3.5 标样与光电倍增管避光,给光电倍增管加高压。

6.7.1.3.6 测量光电倍增管的阳极电流 I_0 。

6.7.1.3.7 对待测闪烁体重复步骤6.7.1.3.5~6.7.1.3.6,测量光电倍增管的阳极电流 I 。

6.7.1.4 数据处理

6.7.1.4.1 相对能量转换效率 η 按式(8)计算:

$$\eta = \frac{I - I_b}{I_0 - I_b} \times \eta_0 \quad \dots\dots\dots (8)$$

式中:

η_0 ——标样相对能量转换效率的检定值,用%表示。

I_0 ——用标样时,光电倍增管的阳极电流,单位为安培(A)。

I ——用待测闪烁体时,光电倍增管的阳极电流,单位为安培(A)。

I_b ——光电倍增管的本底电流,单位为安培(A)。

6.7.1.4.2 相对能量转换效率测量总误差 $\Delta\eta/\eta$,以百分数表示,当置信度为95%时,应不超过按式(8)计算的值。

$$\frac{\Delta\eta}{\eta} = 1.1 \sqrt{\frac{8}{100^2} + \left(\frac{\Delta\eta_0}{\eta_0}\right)^2} \quad \dots\dots\dots (9)$$

式中:

$\Delta\eta_0/\eta_0$ ——标样相对能量转换效率测量误差, %。

6.7.2 方法 2

对于与闪烁体标准样品的发光光谱相差较大的产品, 相对能量转换效率的测量用方法 2。

6.7.2.1 测量原理

当被测样品与标准样品的发光光谱不同时, 用测量相对光输出的方法并引入闪烁体发射光谱与光电倍增管光谱响应匹配的修正, 得到待测闪烁体的相对能量转换率。

标准样品的光谱匹配因子用 L_0 表示:

$$L_0 = \frac{\int E_0(\lambda) d\lambda}{\int E_0(\lambda) R(\lambda) d\lambda} \quad \dots\dots\dots (10)$$

式中:

$E_0(\lambda)$ ——标准样品的发射光谱;

$R(\lambda)$ ——光电倍增管的相对光谱响应。

待测闪烁体的光谱匹配因子用 L 表示:

$$L = \frac{\int E(\lambda) d\lambda}{\int E(\lambda) R(\lambda) d\lambda} \quad \dots\dots\dots (11)$$

式中:

$E(\lambda)$ ——待测闪烁体的发射光谱。

相对能量转换效率由式(12)表示:

$$\eta = \frac{S \times L}{L_0} \quad \dots\dots\dots (12)$$

式中:

S ——待测闪烁体的相对光输出。

6.7.2.2 测量方法和步骤

- a) 相对光输出 S 的测量, 相对光输出的测量应选用宽光谱响应类型的光电倍增管, 使之对所有塑料闪烁体的发射光都有足够高的灵敏度。
- b) 光电倍增管相对光谱响应 $R(\lambda)$ 的测量。
- c) 闪烁体发射光谱 $E(\lambda)$ 的测量, 见 6.9。

6.7.2.3 结果的计算

用测量光谱匹配因子的同一只光电倍增管测量相对光输出 S , 将相对光输出 S 和光谱匹配因子 L 和 L_0 代入式(12), 计算出相对能量转换效率 η 。

6.8 闪烁衰减时间测量

6.8.1 测量原理

应用单光子计数法, 测量闪烁体在单次激发后发射光子的几率随时间的分布, 多次重复激发, 可测出闪烁体的时间谱, 进而得到闪烁体衰减时间。

6.8.2 测量装置

闪烁衰减时间的测量装置见图 3。

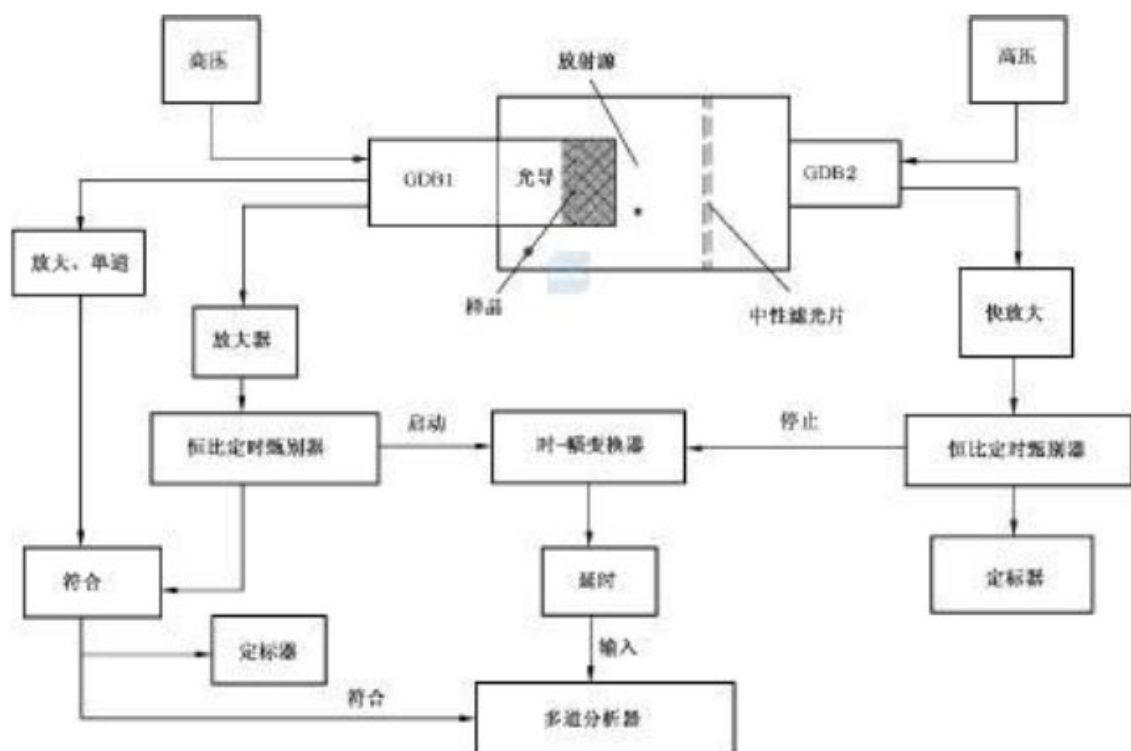


图3 单光子法测量闪烁衰减时间的测量装置方框图

激发光源用一个脉冲宽度为 3 ns~5 ns, 脉冲重复频率为 70 kHz~200 kHz 的脉冲放电闪光灯。

激发单色仪用于选择激发光波长(激发塑料闪烁体的波长为 260 nm)。

光阑以减弱来自样品的发光, 以保证测量系统在单光子工作状态。

样品室应严密切光。

光电倍增管 PM(1) 接受来自激发光源的光信号作为时间检测基准。光电倍增管 PM(2) 用于接受样品的发射光, 并使处于单光子工作状态。

时间谱仪由放大器、延迟器、定时甄别器、时幅变换器和多道分析器组成。

6.8.3 测量步骤

6.8.3.1 在图 3 装置中用一个反射镜代替样品室中的样品, 测出时间响应曲线, 并保证测试系统的分辨时间小于 0.3 ns。

6.8.3.2 将待测样品放入图 3 中的样品室中, 测出响应曲线。

6.8.3.3 用一组标准延迟线对时间谱仪进行时间刻度。

6.8.3.4 样品的响应曲线与系统的响应曲线解卷积积分, 解出待测样品的闪烁衰减曲线, 得到闪烁衰减时间。

6.9 发光光谱测量和最强发射波长的确定

6.9.1 测量原理

采用比较光谱法。用 2 856 K 标准色温灯作为已知光谱辐射能量分布的光源, 标定分析单色仪-光电倍增管组成的测量系统的相对光谱灵敏度。

6.9.2 测量装置

发射光谱测量装置示意图见图 4。

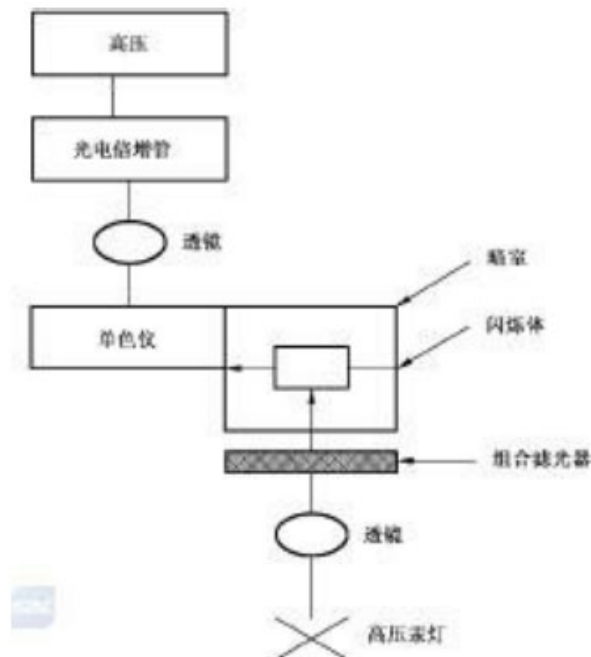


图 4 发射光谱测量装置示意图

6.9.3 测量步骤

6.9.3.1 单色仪波长校准

利用图 2 所示装置,用一面发射镜,取代闪烁体。去掉组合滤光器。使高压汞灯发出的光通过发射镜进入单色仪。用汞灯 253.7 nm,334.1 nm,435.8 nm,546.1 nm 和 690.7 nm 的单线校正单色仪波长。

6.9.3.2 测量系统的标定

用色温位 2 856 K 的标准灯作为光源,取代图 2 所示装置的高压汞灯,去掉组合滤光器,用反射镜代替闪烁体。标准光源的光谱辐射能量分布为 $E_0(\lambda)$,光源经分光后到达光电倍增管引起的光电流为 $I_0(\lambda)$,则系统的相对光谱灵敏度为 $S(\lambda)$ 。

$$S(\lambda) = I_0(\lambda)/E_0(\lambda) \quad \dots\dots\dots(13)$$

6.9.3.3 塑料闪烁体发光光谱的测量

用图 1 所示的装置进行测量。将闪烁体放置在暗室内。对准激发光源 λ 射光和单色仪入射狭缝的样品的表面应抛光。测量光电流按波长的分布,则闪烁体的发射光谱为 $E(\lambda)$ 。

$$E(\lambda) = I(\lambda)/S(\lambda) \quad \dots\dots\dots(14)$$

6.9.3.4 最强发射波长的确定

发射光谱曲线最大值对应的波长就是最大强发射波长。

6.10 标准样品的确定

本标准规定蒽单晶为测量塑料闪烁体相对光输出和相对能量转换效率的标准样品。

6.11 温度试验

温度试验按 GB/T 10263—2006 中 6.1 和 6.2 规定的试验方法进行。

6.12 潮湿试验

潮湿试验按 GB/T 10263—2006 中 6.3 规定的试验方法进行。

6.13 振动试验

振动试验按 GB/T 10263—2006 中 6.4 规定的试验方法进行。

6.14 冲击试验

冲击试验按 GB/T 10263—2006 中 6.5 规定的试验方法进行。

6.15 包装运输试验

包装运输试验按 GB/T 10263—2006 中 6.6 规定的试验方法进行。

7 检验规则

除本标准的具体规定外,执行 GB/T 10257 的有关规定。

7.1 检验的分类和检验、试验项目的分组见表 8。

表 8 检验项目分类表

组别	序号	检验、实验项目	检验类别			抽样方案类型及严格性	检查水平	AQL	检查周期
			鉴定检验	质量一致性检验	交收检验				
A	1	外形、尺寸、外观	●	●	●	全检,剔除不合格品			
	2	相对光输出	●	●	●	二次,正常	Ⅱ	6.5	—
	3	本底	●	●	●	二次,正常	Ⅱ	6.5	—
	4	探测器效率	●	●	●	二次,正常	Ⅱ	6.5	—
B	5	闪烁衰减时间	●	○	○	二次,正常	I	6.5	—
C	6	相对能量转换效率	●	○	○	二次,正常	S-2	10	一般为半年
	7	最强发射波长	●	○	○				
	8	低温试验	●	○	○				
	9	高温试验	●	●	○				
	10	潮湿试验	●	●	○				
	11	振动试验	●	●	○				
	12	冲击试验	●	●	○				
	13	包装运输试验	●	●	○				

注:●—必做项目;○—选做项目。

注: ●—必做项目;○—选做项目。

7.2 鉴定检验

鉴定检验的实施与要求见 GB/T 10257—2001 中 6.3.1 规定。

7.3 质量一致性检验

质量一致性的检验的实施与要求见 GB/T 10257—2001 中 6.3.3 规定。

质量一致性的检验的项目和要求见表 7。

7.4 交收检验

交收检验的实施要求和范围见表 7 和 GB/10257—2001 中 6.3.2 的规定。

8 标志、包装、运输和贮存

8.1 标志

产品标志的内容包括:制造厂名、产品名称、产品型号、制造日期或生产批号、有效期限。

8.2 包装

塑料闪烁体装入软质塑料袋中,用软泡沫塑料填充闪烁体与外包装盒之间的缝隙。包装盒(或箱)内装产品合格证,并注明检验日期。

8.3 运输

按 8.2 包装要求的产品,可以用任何方式运输。运输过程中应防止雨淋、水浸。

8.4 贮存

塑料闪烁体应避光保存,严禁曝晒。存放在环境空气中无有机溶剂蒸气的场合。
