

# T/CWDPA

团 体 标 准

T/CWDPA XXX—XXXX

## PET-CT 探测器用硅酸钇镧闪烁晶体性能要求

Performance requirements for yttrium-lutetium silicate scintillation crystals used in  
PET-CT detectors

(征求意见稿)

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 实施

中国西部开发促进会 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 技术要求 .....	2
4.1 光输出 .....	2
4.2 闪烁衰减时间快分量 .....	2
4.3 闪烁衰减时间快比例 .....	2
4.4 余辉 .....	2
4.5 透过率 .....	2
4.6 能量分辨率 .....	2
4.7 密度 .....	2
4.8 表面洁净度 .....	2
5 试验方法 .....	2
5.1 试验环境 .....	2
5.2 光输出 .....	2
5.3 闪烁衰减时间 .....	2
5.4 余辉 .....	3
5.5 透过率 .....	3
5.6 能量分辨率 .....	3
5.7 密度 .....	3
5.8 表面洁净度 .....	3
6 检验规则 .....	3
6.1 检验分类 .....	3
6.2 出厂检验 .....	3
6.3 型式检验 .....	3
6.4 组批 .....	4
6.5 抽样方案 .....	4
6.6 判定规则 .....	4
7 标志、包装、运输、贮存和随行文件 .....	4
7.1 标志 .....	4
7.2 包装 .....	4
7.3 运输、贮存 .....	4
7.4 随行文件 .....	4

## 前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国西部开发促进会提出。

本文件由中国西部开发促进会归口。

本文件起草单位：。

本文件主要起草人：。

本文件首次发布。

# PET-CT 探测器用硅酸钷闪烁晶体性能要求

## 1 范围

本文件规定了PET-CT探测器用硅酸钷闪烁晶体（以下简称“闪烁晶体”）的技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输、贮存和随行文件。

本文件适用于PET-CT探测器用硅酸钷闪烁晶体。

## 2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；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 4472 化工产品密度、相对密度的测定  
GB/T 13181—2024 固体闪烁体性能测量方法  
GB/T 37418—2019 硅酸钷、硅酸钷闪烁单晶

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**闪烁晶体** scintillation crystal

在X-射线、 $\gamma$ -射线、中子束流等高能粒子的撞击下，将高能粒子的动能转变为光能而发出荧光的晶体。

### 3.2

**光输出** light output

闪烁体吸收单位入射辐射能量后，产生的光子中被后端光电探测器有效接收的部分，是衡量闪烁体转换效率的关键指标，单位为光子每兆电子伏。

### 3.3

**闪烁衰减时间** scintillation decay time

闪烁体受辐射源激发后，发射的光强度下降到其最大值的 $1/e$ 所需的时间。

注： $e=2.718\cdots$

### 3.4

**余辉** afterglow

停止辐射源辐照后闪烁体发光的延续，其发光寿命远大于闪烁衰减时间，用辐射停止后，规定时间点处的发光强度与辐射停止前闪烁体发光强度的最大值的百分比表示。

### 3.5

**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度量。

注1：在一般应用中，能量分辨率用谱仪测得的单能粒子能量分布曲线的全能峰的半高宽与峰位所对应的能量之比计算，当能量用脉冲幅度表示时，其比值为脉冲幅度分辨率。

注2：闪烁探测器的能量分辨率扣除光电倍增管的能量分辨率是闪烁体的固有能量分辨率。

## 4 技术要求

### 4.1 光输出

闪烁晶体的光输出应不小于32000 ph/MeV。

### 4.2 闪烁衰减时间快分量

闪烁晶体的闪烁衰减时间快分量应不大于50 ns。

### 4.3 闪烁衰减时间快比例

闪烁晶体的闪烁衰减时间快比例不小于60%。

### 4.4 余辉

停止激发后10 ms时，闪烁晶体的余辉应不大于0.2%。

### 4.5 透过率

闪烁晶体的透过率应不小于50%@550nm。

### 4.6 能量分辨率

闪烁晶体的能量分辨率应不大于13%。

### 4.7 密度

闪烁晶体的密度应不小于7.1 g/cm<sup>3</sup>。

### 4.8 表面洁净度

闪烁晶体表面应无可见颗粒、灰尘、指纹、油渍、水渍及其他外来污染物。表面洁净度应满足后续工艺要求，不得因污染导致光传输效率显著下降。

## 5 试验方法

### 5.1 试验环境

试验环境应符合表1的要求。

表1 试验环境

环境参数	参考条件	标准检测条件
环境温度	20℃	18℃~22℃
相对湿度	65%	50%~75%
大气压	101.3kPa	86kPa~106kPa
交流供电电压	220V	220 (1±1%) V
交流供电频率	50Hz	50 (1±1%) Hz
交流供电波形	正弦波	正弦波，波形总畸变<5%
环境γ辐射	空气吸收剂量率 0.1 μGy/h	空气吸收剂量率≤0.25 μGy/h
外磁场干扰	可忽略	小于引起干扰的最低值
外界磁感应	可忽略	小于地磁场引起的干扰的2倍
放射性污染	可忽略	可忽略

### 5.2 光输出

光输出的测定应符合GB/T 13181—2024中第5章的相关要求。

### 5.3 闪烁衰减时间

闪烁衰减时间的测定应符合GB/T 13181—2024中11.1的相关要求。

#### 5.4 余辉

余辉检测使用放射源 ( $^{137}\text{Cs}$ ) 激发闪烁体, 实现稳定激发1s以上后将射线截止。读取稳定激发1s以后, 射线截止前的光电探测器输出电流, 扣除光电探测器本身的暗电流获得光电流 $Y_0$ 。读取射线截止后特定时间的光电探测器输出电流, 扣除光电探测器本身的暗电流获得光电流 $Y_t$ 。余辉数值即为 $Y_t$ 与 $Y_0$ 的比值。其余应符合GB/T 13181—2024的相关要求。

#### 5.5 透过率

5.5.1 样品制备: 样品尺寸 3mm 厚度、粗糙度  $Ra$ : 10nm~20nm。

5.5.2 透过率应采用分光光度计进行测定, 分光光度计波长范围为 300 nm~700 nm, 精度 $\pm 0.5\%$ , 取 550 nm 波长处数值。

#### 5.6 能量分辨率

能量分辨率检测的样品尺寸为10 mm×10 mm×2 mm, 其余应符合GB/T 13181—2024的相关要求。

#### 5.7 密度

密度检测应符合GB/T 4472的相关要求。

#### 5.8 表面洁净度

5.8.1 表面洁净度的检测应按以下方法进行:

- 目视检查法: 在照度不低于 300 lx 的标准光源下, 使用放大倍数为 40 倍的光学显微镜, 对晶体全部表面进行扫描观察, 不得有可见颗粒、斑点、指纹或纤维残留;
- 擦拭-显影法 (可选): 使用洁净无尘布蘸取高纯异丙醇对晶体表面进行定点擦拭, 将擦拭物置于洁净载玻片上, 采用光学显微镜 (放大 100 倍以上) 观察是否有析出物或微粒;
- 表面污染快速检测仪法 (推荐): 采用表面洁净度仪 (如 ATP 荧光检测仪或颗粒计数仪) 对晶体表面进行非接触式扫描, 单位面积相对光单位 (RLU) 或颗粒数应低于设备设定阈值。

5.8.2 检测应在洁净环境 (洁净度不低于 ISO 5 级) 中进行, 操作人员应佩戴无尘手套和指套。

### 6 检验规则

#### 6.1 检验分类

产品分为出厂检验和型式检验, 检验项目见表2。

表2 检验项目

检验项目	出厂检验	型式检验
光输出	√	√
闪烁衰减时间	√	√
余辉	—	√
透过率	√	√
能量分辨率	√	√
密度	—	√
注: “√” 需要进行检验, “—” 不需要进行检验。		

#### 6.2 出厂检验

出厂检验项目见表2。

#### 6.3 型式检验

型式检验项目见表2, 在下列情况之一时应进行型式检验:

- 新产品投产或产品转产的试制定型鉴定;

- b) 正式生产后，如原料、工艺有较大改变，可能影响产品性能时；
- c) 正常生产时，定期每半年进行一次；
- d) 产品长期停产后，恢复生产时；
- e) 出厂检验结果与上次型式检验有较大差异时。

#### 6.4 组批

产品应成批提交检验。每批产品应由同一批原料、相同工艺条件下连续生产、同时提交验收的一组产品组成。

#### 6.5 抽样方案

按照GB/T 2828.1的要求，在每个检验批中随机抽样。采用一次正常检验抽样方案，一般检验水平II，可接收质量水平为2.5。

#### 6.6 判定规则

产品的各项性能全部符合本文件规定时，则出厂检验合格；性能检测结果不符合本文件规定时，则从该批产品中随机取样对不合格项目进行重复试验，如仍有不合格项，则判该批产品为不合格。

### 7 标志、包装、运输、贮存和随行文件

#### 7.1 标志

每袋外应标明：

- a) 供方名称；
- b) 产品名称、牌号；
- c) 规格；
- d) 批号；
- e) 净重、毛重；
- f) 出厂日期及“防潮”标志。

#### 7.2 包装

产品之间应使用洁净、无尘、低析出的柔软材料（如洁净海绵、泡棉或吸塑盒）进行隔开和固定，排列于防尘、防静电的塑料袋或塑料盒等内包装中。内包装应确保产品在运输途中不发生相互摩擦、碰撞及表面污染。外包装应牢固，防止运输过程中的挤压变形。如需方对包装有特殊洁净度或防潮要求，可由供需双方在合同中另行规定。

#### 7.3 运输、贮存

产品运输时应严防淋雨吸潮，需存放在干燥处，不得露天堆放。

#### 7.4 随行文件

每批产品应附有随行文件，其中除应包括供方信息、产品信息、本文件编号、出厂日期或包装日期外，还应包括：

- a) 产品质量保证书：
  - 1) 产品的主要性能及技术参数；
  - 2) 产品特点（包括制造工艺及原材料的特点）；
  - 3) 对产品质量所负的责任；
  - 4) 产品获得的质量认证及带供方技术监督部门检印的各项分析检验结果。
- b) 产品合格证：
  - 1) 检验项目及其检验结果或结论；
  - 2) 批量或批号；
  - 3) 检验日期；
  - 4) 检验员签名及盖章。

- c) 产品质量控制过程中的检验报告及成品检验报告；
  - d) 产品使用说明：正确搬运、使用、贮存方法；
  - e) 其他。
-