

ICS 27.120
F 88



中华人民共和国国家标准

GB/T 7167—2008
代替 GB/T 7167—1996

GB/T 7167—2008

锗 γ 射线探测器测试方法

Test procedures for germanium gamma-ray detectors

(IEC 60973:1989, NEQ)

中华人民共和国
国家标准
锗 γ 射线探测器测试方法
GB/T 7167—2008

*

中国标准出版社出版发行
北京复兴门外三里河北街16号
邮政编码:100045

网址: www.spc.net.cn

电话: 68523946 68517548

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷
各地新华书店经销

*

开本 880×1230 1/16 印张 1 字数 21 千字
2008年11月第一版 2008年11月第一次印刷

*

书号: 155066·1-33579 定价 16.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换

版权专有 侵权必究

举报电话: (010)68533533



GB/T 7167—2008

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
中国国家标准化管理委员会 发布

度在 0.02 mm~1 mm;

- b) 探测器热屏蔽罩。用于屏蔽热光子,通常由铝膜或铍膜构成,典型厚度在 0.01 mm~0.2 mm;
- c) 探测器外电极所形成的死层。P 型探测器典型厚度在 0.3 μm~0.7 mm,N 型探测器典型厚度约为 0.3 μm。

8.2 入射窗厚度指示参数

对于中高能 γ 射线,入射窗厚度对测量影响很小。对于低能光子,入射窗厚度对能量分辨力、探测效率有足够的影响。

对于封装好的探测器,测量入射窗各个组成的厚度是很困难的。因此,探测器入射窗厚度信息用不同能量的低能光子全能峰面积的比来表示。一般用¹³³Ba 的 31 keV,54 keV,80 keV,161 keV 四条谱线,也可以用¹⁰⁹Cd 的 22 keV 和 88 keV 谱线。

9 温度循环能力

9.1 概述

探测器的温度循环能力的测试按第 5 章至第 8 章所述的方法进行。

9.2 表面钝化探测器

表面钝化探测器可储存在温度变化不大的室内空气中(通常放在干燥器内)。使用时,可把探测器装入致冷器中抽真空,然后冷却和使用。它可返回到室内空气中保存。这种循环和保存应按厂家所规定的条件进行。

9.3 温度可循环高纯锗探测器

温度可循环高纯锗探测器要么是表面钝化探测器,要么把探测器晶体安装在一个真空室中,可以承受由液氮温度到室温,再回到液氮温度的无限次反复循环,以及无限期在室温下保存,探测器性能保持规定值。

9.4 可退火探测器

可退火高纯锗探测器是一种温度可循环探测器。当探测器遭受辐射(特别是快中子)损伤后,探测器及其真空室和冷指能够经历一个持续(例如 24 h)的温度(例如 120 ℃)退火,以减少辐射损伤的影响。经过适当的退火过程后,探测器应当恢复或接近于辐射损伤前的性能指标。

在退火过程中,应用一超洁的真空泵系统对探测器真空室进行抽空。

N 型高纯锗探测器的退火恢复能力好于 P 型高纯锗探测器。

前 言

本标准对应于 IEC 60973:1989《锗 γ 射线探测器测试方法》,与 IEC 60973:1989 一致性程度为非等效。

本标准代替 GB/T 7167—1996《锗 γ 射线探测器测试方法》。

本标准与 GB/T 7167—1996 相比主要变化如下:

- 修改了术语和定义中能量分辨力和探测器窗厚度等部分(见本标准 3.16、3.17、3.25);
- 删除了锗探测器分类部分(见原标准第 3 章);
- 修改了探测效率部分(见本标准第 6 章)。

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:中国原子能科学研究院。

本标准主要起草人:袁大庆,魏可新。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为:GB/T 7167—1987、GB/T 7167—1996。

端帽中心轴线上,距离探测器端帽表面 25.0 cm 处的全能峰绝对探测效率。

6.3.2 标准点源

用于效率测量的标准点源,其活度值应经过校准或者检定,不确定度一般要求不大于 2.5% ($k=3$)。源斑位于源托中心,直径不大于 2.0 mm,偏离中心 <1.5 mm。源自吸收和源衬托膜的吸收对效率测量的影响小于 0.1%,可以不计。

6.3.3 点源效率计算

能量为 E 的被测 γ 射线的点源全能峰探测效率 $\epsilon(E)$ 由式(10)计算:

$$\epsilon(E) = \frac{A}{N_s} C_c \quad \dots\dots\dots (10)$$

式中:

A ——测量活时间内全能峰净面积;

N_s ——测量活时间内源发射的此种能量光子数;

C_c ——被测 γ 射线符合相加修正因子。

符合相加修正因子的确定见 JJG 752—1991 的附录,对于相对效率小于 30% 的探测器可以忽略符合相加修正。

6.4 探测器相对探测效率

为了比较不同探测器的效率,定义探测器相对探测效率 ϵ_{rel} 为:

$$\epsilon_{rel} = \frac{\epsilon_a}{\epsilon_{NaI(Tl)}} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (11)$$

式中:

ϵ_a —— ^{60}Co 点薄膜源位于探测器端帽中心轴线上,距离探测器顶帽 25.0 cm 处,1 332.5 keV 能峰的绝对探测效率。

$\epsilon_{NaI(Tl)}$ ——是 $\phi 76.0$ cm $\times 76.0$ cm 的 NaI(Tl) 闪烁探测器对 ^{60}Co 点薄膜源距离探测器顶帽 25.0 cm 处,1 332.5 keV 能峰的绝对探测效率的理论值,取为 1.2×10^{-3} 。

7 定时性能测试

7.1 概述

定时性能测试采用符合方法,利用一个快定时探测器与高纯锗探测器,同时测量 ^{22}Na 源发射的正电子湮没时发射的两个 511 keV 的光子,来测量锗探测器的定时性能。

锗探测器给出起始定时信号,快定时探测器给出经延迟的停止定时信号,测量起始定时信号和停止定时信号的时间差。由时间差的分布确定锗探测器的定时时间分辨力。

给出停止定时信号的快定时探测器定时性能要远好于锗探测器的定时性能,一般要好于 200 ps。定时线路所用电子学仪器的定时性能不得明显影响测量时间差的分布。

7.2 定时测试系统

图 4 给出一个锗探测器定时性能测试系统参考框图。

锗探测器的输出信号经过前放后,分为时间信号和能量信号两路。时间信号经过快成形放大器、恒比定时甄别器后送入时间-幅度变换器的起始信号输入端。选择快成形放大器的微分时间常数接近前置放大器输出最快脉冲上升时间。恒比定时甄别器工作于 ARC (Amplitude and Risetime Compensated,幅度和上升时间补偿)模式,延迟时间设为前置放大器输出最快脉冲上升时间的一半,恒比因子选择 0.2,对于大体积的高纯锗探测器,最好使用恒比定时甄别器的 SRT (Slow Rise Time,慢上升时间)排除功能。能量信号经主放大器、定时单道,作为 ADC 的选通门信号。定时单道的中心设置在 511 keV 处,上下阈值在 $(1 \pm 10\%)511$ keV 处。

停止道的探测器系统由快闪烁探测器(塑料闪烁体、BaF₂ 闪烁体等)与渡越时间短的快光电倍增管

锗 γ 射线探测器测试方法

1 范围

本标准规定了锗 γ 射线探测器的性能测试方法。

本标准适用于高纯锗 γ 射线探测器的性能测试,也适用于高纯锗 X 射线探测器和锗(锂)探测器的性能测试。

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。

JJG 578—1994 锗 γ 谱仪体源活度测量装置检定规程

JJG 752—1991 锗 γ 谱仪活度标准装置检定规程

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1

高纯锗 high-purity germanium (HPGe)

在室温下,电活性杂质净浓度稳定的锗单晶,杂质净浓度典型值小于 $3 \times 10^{10} \text{cm}^{-3}$ 。在适当的偏压下,由常规尺寸高纯锗单晶制成的探测器可达到全耗尽。

3.2

平面型半导体探测器 planar semiconductor detector

半导体探测器的两电接触极面是平行的。

3.3

同轴半导体探测器 coaxial semiconductor detector

半导体探测器的两电接触极面是部分或全部同轴的。一般地,某一个电极的一端是闭合的,称为单开同轴探测器。两个电极端都不是闭合的,称为双开同轴探测器。

3.4

普通电极同轴探测器 conventional-electrode coaxial detector

外接触层(外电极)是 N+型的同轴探测器,外电极上加正偏压。因探测器晶体采用 P 型高纯锗,又称 P 型同轴探测器。

3.5

反电极同轴探测器 reverse-electrode coaxial detector

外接触层(电极)是 P 型的同轴探测器,外电极上加负偏压。因探测器晶体采用 N 型高纯锗,又称 N 型同轴探测器。

3.6

井型同轴探测器 well-type coaxial detector

探测器灵敏体积中有一与电极同轴的井形圆柱孔。测量样品可以放入井中,被探测器灵敏区所包