

# 硅(锂)X射线探测器系统

## 1 主题内容与适用范围

本标准规定了硅(锂)X射线探测器系统的产品分类、技术要求、试验方法和检测规则等。

本标准适用于带有液氮贮存容器的室内用硅(锂)X射线探测器系统,但不适用于扫描电镜的、便携式或非液氮冷却硅(锂)X射线探测器系统。

## 2 引用标准

GB 8992 硅(锂)X射线探测器系统测试方法

GB 10257 核仪器与核辐射探测器 质量检验规则

## 3 术语、符号

3.1 峰尾比  $P_3$  peak-to-tail ratio

锰的X射线谱线中  $K_{\alpha}$  峰最高计数道数与对应能量为 1 keV 处附近平均计数的比值。

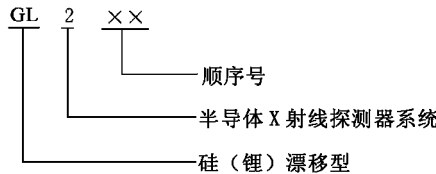
3.2  $R$ : 能量分辨率。

## 4 产品分类

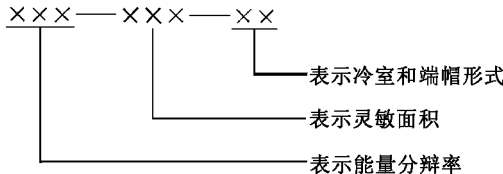
### 4.1 产品的标记

产品标记由产品型号及特征代号组成。

产品型号为



型号后的特征代号由三组数字组成,其顺序及含义为:



### 4.2 产品规格

产品规格按灵敏面积及能量分辨率划分见表 1。

### 4.3 产品的外型结构

4.3.1 产品配有 30 L 或 35 L 容积的液氮容器,端帽形式分两种(图 1),通用型及细帽型。

表1 硅(锂)X射线探测器系统产品规格表

标 记	灵敏面积	能量分辨率 <sup>1)</sup> /eV
	mm <sup>2</sup>	
GL2××-160-012-××	12	$R \leq 160$
GL2××-165-012-××	12	$160 < R \leq 165$
GL2××-170-012-××	12	$165 < R \leq 170$
GL2××-165-030-××	30	$R \leq 165$
GL2××-170-030-××	30	$165 < R \leq 170$
GL2××-175-030-××	30	$170 < R \leq 175$
GL2××-170-050-××	50	$R \leq 170$
GL2××-175-050-××	50	$170 < R \leq 175$
GL2××-180-050-××	50	$175 < R \leq 180$
GL2××-180-080-××	80	$R \leq 180$
GL2××-185-080-××	80	$180 < R \leq 185$
GL2××-190-080-××	80	$185 < R \leq 190$
GL2××-220-200-××	200	$R \leq 220$
GL2××-230-200-××	200	$220 < R \leq 230$
GL2××-250-200-××	200	$230 < R \leq 250$

注:1)所列的能量分辨率系指对放射源<sup>55</sup>Fe(5.89 keV—MnKa)而言。

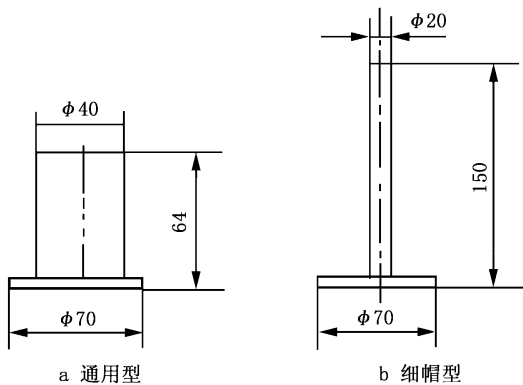


图1 端帽尺寸图

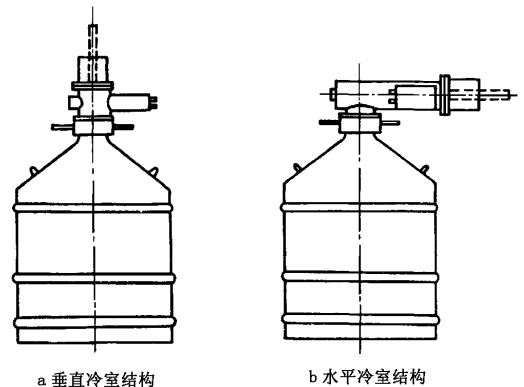


图2 总体外型结构图

冷室除特殊规定外一般分为垂直和水平两种。

4.3.2 产品总体外型结构如图2所示。容器与冷室尺寸暂不作规定,冷室及端帽分类见表2。

## 5 技术要求

主要性能要求见表3。

表2 冷室及端帽分类

型号中最后一组数	类 型
01	垂直冷室,通用端帽
02	垂直冷室,细帽
11	水平冷室,通用端帽
12	水平冷室,细帽

表 3 主要性能要求

序号	项目名称	性能要求	试验方法	结果
1	能量分辨率	见 5.2	见 6.1	符合表 1 规定
2	系统噪声	见 5.3	见 6.2	符 5.3
3	峰尾比	见 5.4	见 6.3	符合 5.4
4	峰谷比	见 5.5	见 6.4	符合表 4 规定
5	长时间漂移	见 5.6	见 6.5	符合 5.6
6	液氮消耗量	见 5.6	见 6.6	符合 5.7
7	能量刻度积分非线性	见 5.8	见 6.7	符号 5.8
8	温度效应	见 5.9	见 6.8	符号 5.9

## 5 额定工作条件

在额定工作条件下测得的指标应符合原规定等级。

额定工作条件为：

- a. 温度 5~40℃；
  - b. 相对湿度不大于 75%；
  - c. 周围空气中无酸、碱及有机溶剂等气体；
  - d. 真空度  $1 \times 10^5 \sim 1.33 \times 10^{-4}$  Pa。
- 5.2 不同灵敏面积探测器系统的能量分辨率应符合表 1 规定。
- 5.3 系统噪声的大小由制造厂家规定。
- 5.4 5.9 keV 的峰与 1 keV 处的峰尾比应不小于 500:1。
- 5.5 系统的峰谷比应符合表 4 中的规定。

表 4 不同灵敏面积探测器的峰谷比要求

灵敏面, mm <sup>2</sup>	峰谷比
12 与 30	>140:1
50 与 80	>120:1
200	>70:1

- 5.6 系统的 8h 峰位漂移应小于 0.5%。
- 5.7 液氮消耗量应不大于 1.2 kg/d。
- 5.8 系统的能量刻度积分非线性应不大于 0.1%。
- 5.9 系统的温度效应引起的脉冲高度变化应不大于 0.05%/℃。
- 5.10 其它要求：

- a. 铍窗直径必须大于探测器灵敏面直径；
- b. 铍窗表面不得涂有其它材料或留有胶丝；
- c. 各连接处螺钉必须齐全、固紧；
- d. 前置放大器上各插座必须安装牢固并标有用途；
- e. 应配有温度传感器, 以便与液氮水平监测器连接使用。当探测器升温时, 能自动切断偏压, 保护探测器不致损坏。

## 6 试验方法

各项指标的测试除另有规定外, 一般应在表 5 所列基准条件下进行。无异议时, 可在室温条件下进行。

### 6.1 能量分辨率测量

按照 GB 8992 中 5.2 规定的仪器和方法进行测量。

### 6.2 噪声测量

按照 GB 8992 中 5.1 规定的仪器及方法进行测量。

表 5 基准条件

影 响 量	基 准 值	偏差或范围
环境温度	20℃	±2℃
相对湿度	65%	55%~75%
大气压强	101.3kPa	86~106kPa
电压频率	50Hz	±0.5Hz
电压波形	正弦波	波形总畸变<5%
环境 $\gamma$ 辐射	0.2 $\mu$ Gy/b	0.25 $\mu$ Gy/h
交流电压	220V	±2.2V
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
振动	可忽略	小于引起干扰的最低值

### 6.3 峰尾比的测量

按照 GB 8992 中 5.3.2 规定的仪器和方法测量  $P_3$  值。

### 6.4 峰谷比的测量

按照 GB 8992 中 5.3.1 规定的仪器和方法测量。

### 6.5 长时间漂移的测量

按照 GB 8992 中 8.2 规定的仪器和方法测量系统的 8h 漂移。

### 6.6 液氮消耗量测量

利用磅秤称量系统的液氮消耗量。每隔 24 h 测量一次系统总重量。以相邻的两次测量值之差为一天液氮消耗量数据。连续测得五组数据,以其平均值作为该系统的液氮消耗量。

### 6.7 系统能量刻度积分非线性的测量

选定测量的能量范围为 0~30 keV。

利用  $^{55}\text{Fe}$  源的 5.90 keVX 射线,  $^{241}\text{Am}$  源的 9.44 keV, 11.25 keV, 13.95 keV, 17.74 keV, 20.87 keV, 26.35 keV 的 X 和  $\gamma$  射线,以及用  $^{55}\text{Fe}$  源激发钙靶得到的 3.69 keVX 射线激发硅靶得到的 1.74 keVX 射线,用  $^{241}\text{Am}$  源激发碘靶得到的 28.61 keVX 射线作为入射射线。按 GB 8992 中 6 规定的仪器和方法测量系统的积分非线性。

### 6.8 温度效应的测量

按 GB 8992 中 8.1 规定的设备及方法测量系统的温度效应。

### 6.9 公路运输试验

将按 8.2 中规定包装好的系统置于运输汽车的中、后部,用绳子固定牢。在二级公路上,以 25~40 km/h 的车速行驶,行驶距离为 150~350 km。

## 7 检验规则

除本标准规定的具体要求外,按 GB 10257 中的有关规定进行检验。

### 7.1 检验的分类与检验项目的分组

检验的分类与检验项目分组见表 6。

表 6 检验项目分类及要求

组别	序号	检验类别与要求	监定检验	质量一致性检验	交收检验	抽样方案及严格性	检查水平	AQL
		检验项目						
A	1	外形、尺寸、外观	●	●	●	全检剔除不合格品	—	—
	2	能量分辨率						
	3	液氮消耗量						
B <sub>1</sub>	4	系统总噪声	●	○	○	一次正常	一般水平 II	4.0
B <sub>2</sub>	5	峰尾比	●	●	●			
C <sub>1</sub>	6	峰谷比	●	○	○	一次正常	S-3	6.5
	7	脉冲高度线性						
	8	长时间漂移						
	9	包装运输						
C <sub>2</sub>	10	温度试验	○					

注：●为必做项目。

○为选做项目。

## 7.2 鉴定检验

7.2.1 鉴定检验的实施与要求见 GB 10257 中 10.1 条,批量小于 280 时,抽样方案见表 7。当不合格品超过合格判定数而低于不合格判定时,应采用表 7 所示的第二次抽样。

表 7 抽样方案表

组别	批量大小	样本大小	合格判定数	不合格判定数	第二次样本数	样本总数	合格判定数	不合格判定数
A	1~7	100% <sup>1)</sup>	0	1				
	8~280	5	0	2	3	8	1	2
B	1~7	100% <sup>1)</sup>	0	1				
	8~280	5	0	2	3	8	1	2
C	1~4	100% <sup>1)</sup>	0	1				
	5~280	3	0	2	2	5	1	2

注:1) 检验的样品应不少于 2 个。

7.2.2 鉴定检验的项目及要求见表 6。

## 7.3 质量一致性检验

7.3.1 质量一致性检验的实施与要求见 GB 10257 中的 10.2 条。

7.3.2 质量一致性检验的项目及其要求见表 6。

## 7.4 交收检验

7.4.1 交收检验的实施与要求执行 GB 10257 中 11 章的有关规定。

7.4.2 交收检验的项目及其要求见表 6。

## 8 标志、包装、运输、贮存

### 8.1 标志

#### 8.1.1 系统上的标志

产品上应有标志牌,标志牌上印有产品型号、名称、编号、制造厂家及商标。

### 8.1.2 性能卡

产品应带有性能卡,卡上标有:

- a. 产品名称、标记及编号;
- b. 产品主要性能(如能量分辨率、灵敏面直径、液氮消耗量等);
- c. 铍窗厚度;
- d. 检测日期。

### 8.1.3 合格证

合格证上应有产品标记、编号、制造厂家、检验日期及检验部门的印章。

## 8.2 包装

### 8.2.1 包装要求

- a. 端帽上须带有铍窗保护帽;
- b. 端帽和前置放大器一起用塑料布包住。内部装防潮干燥剂;
- c. 包装箱的上盖与系统端帽间距不小于 10 cm;
- d. 外包装应符合固定、防震、防潮要求。包装箱外应有“不得倾斜”、“防潮”、“轻放”标志。

### 8.2.2 包装时随带的文件及附件

- a. 说明书、合格证、性能卡;
- b. 前置放大器电源线、信号输出线、高压输入线及检验信号线。

## 8.3 运输

运输中产品要防压、防雨淋和避免激烈振动。搬运时要轻拿轻放,不得摔、碰,倾斜角不得超过 30℃。

## 8.4 贮存

探测器应存放于相对湿度不大于 75% 的常温库房内,不得堆放。室温温度不应高于 35℃ 或低于 5℃。周围空气中不能有酸、碱及有机溶剂等气体。存放时要将端帽及前置放大器部分用塑料布包紧,内装干燥剂。

贮存中要按时加注液氮,不得使系统由于液氮不足而升温。