

γ 射线 G—M 计数管

1 主题内容与适用范围

本标准规定了探测 γ 射线的圆柱式盖革—弥勒计数管(简称 G—M 计数管)的分类、技术要求、测试方法、检验规则以及标志、包装、运输、贮存方法。

本标准适用于探测 γ 射线的有机计数管(简称有机管)和卤素计数管(简称卤素管)。

2 引用标准

GB 9588 盖革—弥勒计数管测试方法

GB 10263. 2~10263. 3 辐射探测器环境试验基本要求与方法

CTB 10263. 8~10263. 10 辐射探测器环境试验基本要求与方法

GB 12057 核仪器与核辐射探测器质量检验规则

3 术语

3.1 计数管 counter tube

充有适当气体的管状脉冲电离探测器。管中电极间加有电场,此电场足以引起气体放大,并能把与电离辐射在灵敏体积内产生的电子、离子有关的电荷收集在电极上。

3.2 盖革—弥勒区 Geiger—Müller region

气体放大系数远大于 1,脉冲幅度实际上与单次电离事件在灵敏体积内最初生成的离子对总数无关的计数管电压区间。

3.3 盖革—弥勒计数管 Geiger—Müller counter tube

工作在盖革—弥勒区的计数管。

3.4 自猝灭计数管 self—quenched counter tube

只靠所充的气体而不需要任何其它措施就能猝灭的盖革—弥勒计数管。

3.5 有机猝灭计数管 organic—quenched counter tube

所充气体中含有少量有机气体的盖革—弥勒计数管。

3.6 卤素猝灭计数管 halogen—quenched counter tube

所充气体中含有少量卤素气体的盖革—弥勒计数管。

3.7 坪特性曲线 plateau characteristic curve

在恒定的辐照下,计数管计数率与外加电压之间的关系曲线。

3.8 起始电压 starting voltage

用一个规定特性的系统开始检测到计数管输出信号时所加到计数管上的最低电压。

3.9 坪区 plateau range

盖革—弥勒计数管坪特性曲线上,计数率基本上不随外加电压变化的那一部分。

3.10 坪斜 plateau slope

在盖革—弥勒计数管特性曲线的坪区,电压每改变 100 V 时计数率变化的百分数。

3.11 辐射灵敏度 radiation sensitivity

单位照射量率所产生的计数率或电流。

3.12 死时间 dead time

从电离事件产生脉冲开始, G-M 计数管对后继的电离事件不能响应的一段时间间隔。

3.13 本底 background

在规定条件下, 待检测的辐射不存在时, 计数管的计数。

3.14 灵敏体积 sensitive volume

G-M 计数管中对辐射灵敏并用于探测的那部分体积。

3.15 使用寿命 using life

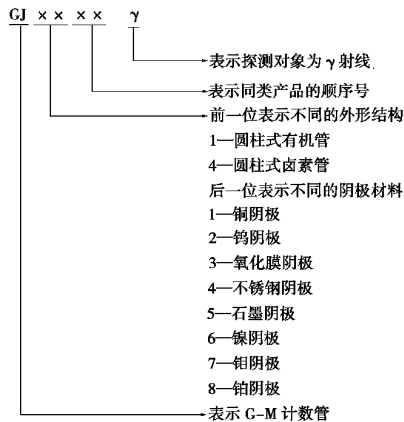
表征 G-M 计数管在规定的工作条件和环境条件下耐用性的一个指标。它通常用产生的脉冲计数来表示。超过使用寿命后, G-M 计数管就不保证满足规定的性能指标。

3.16 能量响应 energy response

G-M 计数管的灵敏度与辐射能量间的关系。

4 产品分类

4.1 G-M 计数管的型号组成及其含义示意如下:



4.2 G-M 计数管分类

G-M 计数管按外形结构和阴极材料的不同进行分类, 按有效直径的大小分若干系列。

4.2.1 圆柱式卤素管按其阴极有效直径(单位为 mm)分为 1、2、3、5、5、8、10、16、24 等九个系列。

4.2.2 圆柱式有机管按其阴极有效直径(单位为 mLm)分为 15、20、30 等三个系列。

5 技术要求

5.1 外观要求

- a. 计数管的外部零部件应无锈蚀;
- b. 计数管的外涂覆层应牢固、稳定;

计数管可见部分的外观清洁、无污物、无磨损、无伤痕。

5.2 绝缘电阻

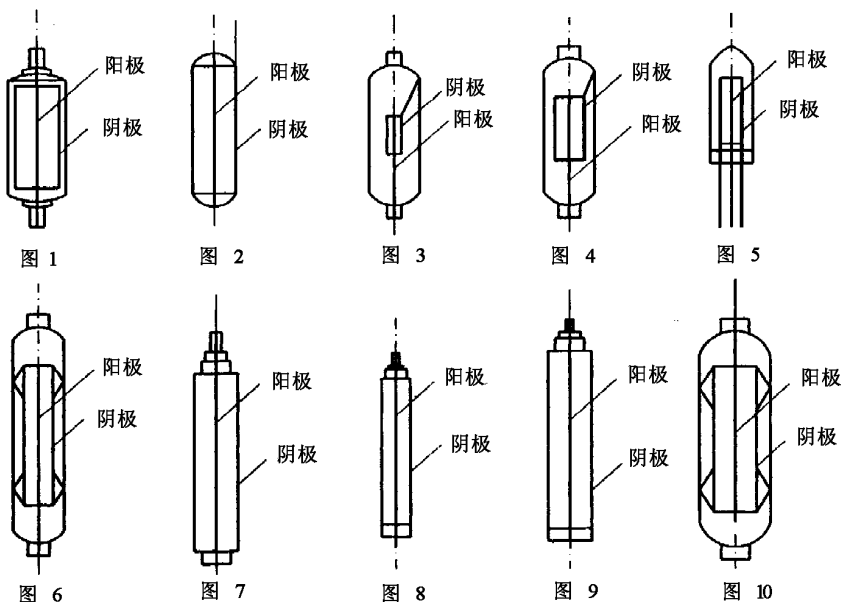
计数管阳极对阴极的绝缘电阻应大于 $10^9 \Omega$ 。

5.3 计数管在正常环境条件下的性能指标

计数管在正常环境条件下的性能指标应符合表1的有关要求。

表1 圆柱式G-M计数管技术性能参数

类别	产品系列	阴极有效直径 mm	阴极有效长度 mm	起始电压 V	坪区范围 V	坪斜 %/100V	本底 min^{-1}	死时间 μs	辐射灵敏度 $\text{s}^{-1} / (2.58 \times 10^{-7} \text{C} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1})$	能量响应偏差 %	外形图	备注	
有机管	15	14~16	50~100	<780	850~950	<15	<30	<100	—	—	图1	—	
	20	19~21	80~150	<780	850~1 050	<10	<180	<150	—	—	图1	—	
	GJ1	30	29~31	150~500	<780	850~1 050	<10	<380	<200	—	—	图1	—
卤素管管 GJ1	1	1.0~1.5	3~5	<350	370~470	<15	<2	<10	0.04	—	图2	—	
		2	2~2.5	3~5	<350	380~480	<25	<5	<15	>0.35	—	图2	—
			2~2.5	10~14	<350	380~460	<15	<5	<15	>0.5	—	图3	—
	3.5	2~2.5	10~14	<450	500~600	<15	<5	<15	>0.5	—	图3	—	
		3~4	8~14	<350	380~460	<15	<5	<15	>0.7	—	图4	—	
		3~4	20~30	<350	380~460	<15	<5	<15	>1.8	—	图4	—	
		3~4	20~30	<350	380~460	<15	<5	<15	>1.8	$\pm 25^{(137)} \text{Cs}$ 归一)	图4	—	
	5	3~4	30~40	<350	370~470	<15	<5	<15	>3.5	—	图4	—	
		5~6	8~20	<350	380~460	<25	<10	<20	>1.4	—	图5	多阳极	
		5~6	50~120	<350	380~460	<15	<10	<20	>8.5	—	图6	—	
	8	5~6	50~120	<450	380~460	<15	<10	<20	>8.5	$\pm 25^{(137)} \text{Cs}$ 归一)	图7	—	
		7.5~8.5	20~29	<450	500~600	<10	<15	<80	>4.4	—	图8	—	
7.5~8.5		30~60	<350	380~460	<25	<20	<80	>6.6	$\pm 25^{(137)} \text{Cs}$ 归一)	图8	多阳极		
7.5~8.5		30~60	<620	650~800	<8	<20	<80	>6.6	—	图8	—		
7.5~8.5		30~60	<620	650~800	<10	<20	<80	>6.6	$\pm 25^{(137)} \text{Cs}$ 归一)	图8	—		
7.5~8.5		60~150	<620	650~800	<8	<25	<80	>13	—	图8	—		
7.5~8.5		60~150	<620	650~800	<10	<25	<80	>13	—	图8	—		
卤素管管 GJ4	10	7.5~8.5	60~150	<620	650~800	<8	<25	<80	>13	$\pm 25^{(137)} \text{Cs}$ 归一)	图8	—	
		9.5~10.5	50~80	<350	380~460	<12.5	<25	<80	>22	—	图8	—	
		9.5~10.5	100~400	<620	650~800	<8	<40	<80	>42	—	图8	—	
	16	9.5~10.5	100~400	<620	650~800	<8	<40	<42	>42	—	图8	—	
		15.5~16.5	50~200	<350	380~460	<8	<50	<100	>28	—	图9	—	
		15.5~16.5	50~200	<720	800~1000	<8	<50	<100	>32	—	图9	—	
	18	15.5~16.5	50~200	<720	800~1000	<8	<50	<100	>28	$\pm 25^{(137)} \text{Cs}$ 归一)	图9	—	
		18~20	100~250	<350	380~460	<12.5	<130	<120	>72	—	图10	—	
		18~20	100~250	<720	800~1000	<8	<130	<120	>72	—	图9	—	
18~20		100~250	<720	800~1000	<10	<130	<120	>72	—	图9	—		
24		23~25	150~300	<350	400~500	<10	<220	<150	>90	—	图10	—	
	23~25	150~300	<720	800~1000	<8	<220	<150	>90	—	图9	—		



5.4 产品对环境条件的适应性

5.4.1 产品在工作状态下,对环境极限温度的要求应符合表 2 所列有关规定。

5.4.2 寿命终止时,其性能参数应符合表 2 所列有关左面规定。

5.4.3 产品在非工作状态下,一般经下列环境条件之后,仍能稳定的工作,其外观、起始电压、坪长、坪斜应符合 5.1 和表 1 的要求。

a. 在相对湿度为 $(95 \pm 3)\%$ (温度为 $40 \pm 3^\circ\text{C}$)的条件下放置 24 h;

b. 经 19.6 m/s^2 的加速度,扫描频率为 30~55 Hz。在与计数管轴线平行、垂直两个方向振动各 20 min 的试验;

c. 经 39.2 m/s^2 的加速度,0.3 mm 的振幅,脉冲持续时间为 $6 \pm 1 \text{ ms}$ 在与计数管轴线平行、垂直两个方向各冲击 100 次的试验;

d. 经包装后在三级公路上,以 25~40 km/h 的车速行驶 150 km 以上(或相当的模拟条件)的试验。

6 试验方法

6.1 测试环境条件

各项性能指标测试的基准条件见表 3。

6.2 计数管在正常环境条件下性能指标的测试

计数管在正常环境条件下性能指标的测试方法见 GB 9588。

6.3 计数管的环境试验方法

6.3.1 高温、低温试验见 GB 10263.2,升(降)温速率为 20°C/h 。

6.3.2 潮湿试验见 GB 10263.3。

6.3.3 振动试验见 GB 10263.8。

6.3.4 冲击试验见 GB 10263.9。

表2 圆柱式G-M计数管极限工作环境下的性能参数

类别	产品系列	阴极有效直径 mm	阴极有效长度 mm	极限温度参数				寿命终止参数			阳极 负电 阻 M Ω
				工作温 度范围 C	试验 时间 h	允许坪斜 变化偏差 %	允许辐射 灵敏度偏差 %	寿 命 次	允许坪斜 变化偏差 %	允许辐射 灵敏度偏差 %	
有机 管 GJ1	15	14~16	50~100	-15~+55	4	±20	±20	10 ⁸	±20	±20	10
	20	19~21	80~150	-20~+55	4	±20	±20	2×10 ⁸	±20	±20	10
	30	30~3	150~500	-20~+55	4	±20	±20	2×10 ⁸	±20	±20	10
卤素 管 GJ1	1	1~1.5	3~5	-40~+55	4	±20	±20	10 ⁹	±20	±20	1
	2	2~2.5	3~5	-40~+55	4	±20	±20	10 ⁹	±20	±20	1
		2~2.5	10~14	-40~+55	4	±20	±20	10 ⁹	±20	±20	1
	3.5	3~4	8~14	-40~+55	4	±20	±15	5×10 ⁹	±20	±20	1
		3~4	20~30	-40~+55	4	±20	±15	5×10 ⁹	±20	±20	1
		3~4	20~30	-40~+100	4	±20	±10	5×10 ⁹	±20	±20	1
		3~4	30~40	-40~+55	4	±20	±15	10 ⁹	±12	±20	1
	5	5~6	8~20	-40~+55	4	±20	±10	10 ¹⁰	±20	±20	2
		5~6	50~120	-40~+55	4	±20	±10	10 ¹⁰	±20	±20	2
	8	7.5~8.5	20~29	-40~+55	4	±20	±10	10 ¹⁰	±20	±20	2
		7.5~8.5	30~60	-40~+55	4	±20	±10	10 ¹⁰	±20	±20	2
		7.5~8.5	30~60	-40~+200	4	±20	±10	5×10 ⁹	±20	±20	2
		7.5~8.5	60~150	-40~+55	4	±20	±10	10 ¹⁰	±20	±20	2
		7.5~8.5	60~150	-40~+200	4	±20	±10	5×10 ⁹	±20	±20	2
		7.5~8.5	60~150	-40~+55	4	±20	±10	10 ¹⁰	±20	±20	2
	10	9.5~10.5	50~80	-40~+55	4	±20	±10	10 ⁹	±20	±20	5
		9.5~10.5	100~400	-40~+55	4	±20	±10	10 ⁹	±20	±20	5
		9.5~10.5	100~400	-40~+200	4	±20	±10	5×10 ⁹	±20	±20	5
	16	15.5~16.5	50~200	-40~+55	4	±20	±10	10 ¹⁰	±20	±20	5
		15.5~16.5	50~200	-40~+175	4	±20	±10	5×10 ⁹	±20	±20	5
15.5~16.5		50~200	-40~+55	4	±20	±10	10 ¹⁰	±20	±20	5	
18	18~20	100~250	-40~+50	4	±20	±10	10 ⁹	±20	±20	5	
	18~20	100~250	-40~+55	4	±20	±10	10 ¹⁰	±20	±20	5	
	18~20	100~250	-40~+175	4	±20	±10	10 ¹⁰	±20	±20	5	
24	23~25	150~300	-40~+55	4	±20	±10	10 ¹⁰	±20	±20	5	
	23~25	150~300	-40~+200	4	±20	±10	5×10 ⁹	±20	±20	5	

表3 检验、试验的基准条件

影 响 量	基准数值	偏差(范围)
环境温度	20℃	±2℃
相对湿度	65%	55%~75%
大气压强	101.3 kPa	86~106 kPa
交流供电电压	220 V	±2.2 V
交流供电频率	50Hz	±0.5 Hz
交流供电波形	正弦波	波形总畸变<5%
环境 γ 辐射	空气吸收剂量 0.2μGy·h ⁻¹ (20 μrad·h ⁻¹)	空气吸收剂量 0.25μGy·h ⁻¹ (25μrad·h ⁻¹)
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	小于地磁引起干扰的2倍
放射性沾染	可忽略	可忽略

注:在检验、试验结果不产生疑义时,可在室温条件下进行。

6.3.5 包装运输试验见 GB 10263. 10。

6.4 计数管的寿命试验

计数管的寿命试验方法见 GB 9588。

7 质量检验规则

除本标准规定的具体要求外,按 GB 10257 中一、三、四篇规定。

7.1 检验的分类和检验、试验项目的分组

检验的分类和检验、试验项目的分组见表 4。

表 4 检验、试验项目的分组

组别	序号	检验、试验项目名称	鉴定检验	质量一致性检验	交收检验	抽样方案类型及严格性	检查水平	AQL	检查周期			
A1	1	外观尺寸、外观	●	●	●	全检、剔除不合格品	—	—	—			
A2	2	起始电压										
	3	坪区范围										
	4	辐射灵敏度(特殊管)										
B	5	高温(高温管)				●	●	○		二次、正常	II	1.5
	6	坪斜										
C1	7	死时间				●	●	○		S-3	6.5	—
	8	本底										
C2	9	辐射灵敏度				●	●	○		S-3	6.5	一季(1000支以上) 半年(200~1000支) 一年(200支以下)
	10	高温										
	11	低温										
C3	12	潮湿				●	●	○		S-2	10	—
	13	振动										
	14	冲击										
D	15	包装运输				●	●	○		S-1	6.5	—
C3	16	能量响应										
D	16	寿命	●	●	○	S-1	6.5	—				

注:●为必做项目。

○为选做项目。

7.2 鉴定检验

鉴定检验的范围见表 4。

鉴定检验的实施与要求见 GB 10257 的 10.1 规定

7.3 质量一致性检验

质量一致性检验的范围见表 4。

质量一致性检验的实施与要求见 GB 10257 的 10.2 条规定。

7.4 交收检验

交收检验的范围和实施要求见表 4 和 GB 10257 的 11 章规定。

8 标志、包装、运输、贮存

8.1 标志

8.1.1 在每一个出厂的 γ 计数管的侧面应有下列标志:

- a. 计数管型号；
- b. 制造厂家；
- c. 验检部门的印章及日期。

8.1.2 直径小于 $\phi 5\text{mm}$ 的计数管的标志可印在合格证上。

8.1.3 每一个出厂的 γ 计数管应有合格证。合格证上应有：

- a. 制造厂名和商标；
- b. 计数管型号、编号
- c. 制造年、月

8.2 包装

8.2.1 包装的基本要求

计数管采用塑料或纸盒包装，盒内有软泡沫塑料做衬垫。包装应防震、防潮。

8.2.2 计数管包装时随带的文件

- a. 产品合格证；
- b. 产品说明书。

8.3 运输

8.3.1 经包装后的计数管能符合汽车、火车、轮船、飞机等运输工具的要求。

8.3.2 计数管出厂外运时，应该用木箱或纸箱做外包装。箱内要衬有防震纸屑或软泡沫塑料，并填满塞紧。箱外表面应标有“小心”、“防潮”、“轻放”等字样。

8.3.3 运输中搬运时要轻放，防摔。

8.4 贮存

计数管应存放于相对湿度不大于 80% 的常温库房内，周围空气中应无酸、碱及有机溶剂的气体。