



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 9588—2008  
代替 GB/T 9588—1988

## 盖革-米勒计数管测试方法

Methods of test of Geiger-Müller counter tubes

(IEC 151-25:1971, NEQ)

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

## 目 次

前言 .....	III
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	1
4 测试条件 .....	5
5 参数和特性测试 .....	8
图 1 计数管的基本测量电路 .....	6
图 2 测量放电电荷和电流脉冲的电路 .....	7
图 3 阳极输出测试电路 .....	7
图 4 阴极输出测试电路 .....	7
图 5 电流输出测试电路 .....	8
图 6 计数管的坪特性曲线 .....	9
图 7 计数管的伏安特性曲线 .....	10
图 8 计数率与剂量率特性曲线 .....	11
图 9 计数率与剂量率特性曲线 .....	12
图 10 计数管能量响应曲线(侧面响应) .....	13
图 11 计数管角响应曲线 .....	14
图 12 计数管死时间典型示波图(电压脉冲) .....	15

## 前 言

本标准对应于 IEC 151-25:1971《盖革-弥勒(G-M),计数管测试方法》,与 IEC 151-25:1971 一致性程度为非等效。

本标准代替 GB/T 9588—1988《盖革-弥勒计数管测试方法》。

本标准与 GB/T 9588—1988 相比,主要差异如下:

- a) 第 3 章的“术语和定义”增加了“剂量”、“剂量率”、“吸收剂量”、“吸收剂量率”和“角响应”,删除了“照射量”、“照射量率”等术语,“照射量”、“照射量率”改为“剂量”、“剂量率”;
- b) 参照 GB/T 4960.5《核科学技术术语 辐射防护与辐射源安全》和 GB/T 4960.6《核科学技术术语 核仪器仪表》修改了第 3 章的“术语和定义”的部分术语定义;
- c) 修改了少量单位符号,如将“ $\text{c}/(\text{kg} \cdot \text{h})$ ”改为“ $\text{Gy}/\text{h}$ ”;
- d) 修改了 4.5.1,增加了 $^{137}\text{Cs}$ 和 $^{55}\text{Fe}$ ;
- e) 将推荐电路改为阳极输出图、阴极输出图和电流输出图(4.8.3);
- f) 将“计数率与照射量率特性曲线”改为“计数率与剂量率特性曲线”,删除了“电流与照射量率特性曲线”和“计数管能量响应曲线(射线能量-灵敏度)”(5.9);
- g) 修改了“计数管死时间典型示波图(电压脉冲)”(5.17.1);
- h) 增加了角响应的测试方法(5.13)。

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:南京华东电子集团有限公司、中核(北京)核仪器厂。

本标准主要起草人:刘斌、杨继明、钱志萍、李继源、陶汝军、龙良淑。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为:

——GB/T 9588—1988。

## 盖革-米勒计数管测试方法

### 1 范围

本标准规定了与盖革-米勒计数管有关的术语和定义、测试条件和测试方法。  
本标准适用于盖革-米勒(或 GM)计数管参数和特性的测试。

### 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。

GB/T 4960.6 核科学技术术语 核仪器仪表  
GB/T 7274 电子管极间电容测试方法  
GB/T 10263—2006 核辐射探测器环境条件与试验方法

### 3 术语和定义

GB/T 4960.6 确立的以及下列术语和定义适用于本标准。

#### 3.1

**计数管 counter tube**

工作在正比区或盖革-米勒区的脉冲电离探测器。

#### 3.2

**盖革-米勒区 Geiger-Müller region**

计数管所加的电压范围,在此范围内气体放大因子大到足以使脉冲幅度基本上与计数管灵敏体积内最初生成的离子对总数无关。

#### 3.3

**盖革-米勒计数管 Geiger-Müller counter tube**

工作在雪崩区(盖革-米勒区)的计数管。

注:在下文中的“计数管”若无特别说明均指盖革-米勒计数管。

#### 3.4

**猝灭 quenching**

盖革-米勒计数管内单次电离事件后,为阻止其后的连续放电或多次放电,终止电离雪崩的过程。

#### 3.5

**自猝灭计数管 self-quenched counter tube**

仅靠所充气体而不采取其他措施就能猝灭的盖革-米勒计数管。

注:例如:

- 卤素计数管;
- 有机蒸汽计数管。

#### 3.6

**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-米勒计数管。

GB/T 9588—2008

3.7

**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-米勒计数管。

3.8

**初始电离事件 initial ionization event**  
计数管中由入射粒子所引起的电离事件。

3.9

**脉冲 pulse**  
核辐射通过计数管在测试电路里产生的短时间电流或电压的变化。

3.10

**一次计数 once count**  
被记录的一个输出脉冲。

3.11

**累积计数 accumulated count**  
某一规定时间内所记录的输出脉冲数。

3.12

**灵敏体积 sensitive volume**  
计数管中(对辐射灵敏且用于探测的那部分体积)电离事件能使计数管产生脉冲的那部分体积。

3.13

**气体放大 gas multiplication**  
入射电离辐射在气体中的产生的离子对,在足够强的电场作用下生成更多离子对的过程。

3.14

**气体放大系数 gas multiplication factor**  
在规定的条件下,经气体放大后的离子对数与初始离子对数之比。

3.15

**盖革-米勒阈[值] Geiger-Müller threshold**  
计数管工作在盖革-米勒区所施加的最低电压。

3.16

**计数率 count rate**  
单位时间的计数。

3.17

**本底计数率 background count rate**  
在没有被测辐射源的情况下,测量装置的固有计数。

3.18

**光敏性 photosensitive**  
用可见光对计数管产生的计数。

3.19

**漏电流 leakage current**  
探测器在工作电压下无辐照时产生的电流。

3.20

**绝缘电阻 insulation resistance**  
计数管电极之间所具有的电阻值。

3.21

**起始电压 original voltage**

一个规定特性的系统开始检测到计数管输出信号时加到计数管上的最低电压。

3.22

**坪特性曲线 plateau characteristic curve**

在恒定的辐照下,计数管的计数率与所加电压之间的关系曲线。

3.23

**坪 plateau**

辐射探测器特性曲线的一部分,在此区间测得的电流或计数率与外加电压无关。

3.24

**坪斜 plateau relative slope**

坪区的斜率,表示外加电压每变化 100 V 计数率变化的百分数。

3.25

**坪阈[值]电压(坪始端电压) voltage of plateau initial**

在坪特性曲线中,与坪的起始点相应的外加电压。

3.26

**坪终端电压 voltage of plateau end**

在坪特性曲线中,坪斜(%/V)超过规定值高端的最低外加电压。

3.27

**坪长 plateau**

坪终端电压与坪始端电压之差。

3.28

**工作电压 operate voltage**

由制造厂在计数管的坪区范围内选定一个合适的电压,推荐给使用者作为工作电压。

3.29

**极限工作电压 ultimate operate voltage**

高于坪区电压的某一电压,在该电压下计数率明显上升但计数管能够工作,尚未连续放电的最高电压。

3.30

**伏安特性 volt-ampere characteristic**

在恒定的辐照下,其输出电流与外加电压之间的关系,用曲线表示。

3.31

**伏安特性斜率 volt-ampere characteristic slope**

在规定的电压范围内,伏安特性曲线的相对斜率,即规定的电压范围除电流在该范围内的变化值,再除以该电压范围中点的电流值所得的商。

3.32

**剂量 dose**

吸收能量或辐射的量。

3.33

**剂量率 dose rate**

剂量除以时间的商。

3.34

**吸收剂量 absorbed dose**

致电离辐射授予质量为  $dm$  的物质的平均授予能  $d_e$  除以  $dm$ ;

GB/T 9588—2008

$$D = d\epsilon / dm。$$

3.35

**吸收剂量率 absorbed dose rate**

在时间间隔  $dt$  内吸收剂量的增量  $dD$  除以  $dt$  的商：

$$D = dD / dt。$$

3.36

**剂量率特性 dose rate characteristic**

在规定的测试条件下，计数管的计数率与剂量率之间的关系，其曲线称之为剂量率特性曲线。

3.37

**剂量率线性 dose rate linearity**

在剂量率特性曲线上，其计数管的计数率与剂量率关系的直线性。通常以非线性偏差来表示。

3.38

**过负荷剂量率 over dose rate**

产品标准中规定的超过量程上限的某个剂量率处于工作状态的计数管，在该个剂量率下短时间照射后，仍能恢复工作，这个剂量率，称为过负荷剂量率。

3.39

**辐射灵敏度(辐射响应) radiation sensitivity**

单位剂量率所产生的计数率或电流。

3.40

**能量响应 energy response**

计数管的辐射灵敏度与射线能量之间的关系。

3.41

**角响应 polar response**

计数管的辐射灵敏度与射线入射角度之间的关系。

3.42

**最大计数率 most count rate**

测得的计数率与剂量率的关系曲线上的极大值。

3.43

**脉冲幅度 pluse amplitude**

处于工作状态的计数管所输出的电压或电流脉冲大小。

3.44

**分辨时间 resolving time**

在相继出现而仍然可以分辨的两个脉冲之间的必须经历的最小时间间隔。

3.45

**死时间 dead time**

由单次致电离事件对盖革-米勒计数管引起脉冲后的一段时间间隔，在此期间内，它对后继的致电离事件不能响应。

3.46

**死时间校正 correction of dead time**

适用于对观测到的脉冲计数进行校正，以便考虑分辨时间或死时间引起的脉冲计数损失。

3.47

**起始电压和坪始端电压的温度系数 temperature coefficient of voltage (of plateau initial and plateau end)**

在规定的温度范围内，表征计数管起始电压和坪阈[值]电压(始端电压)随温度变化的系数。

## 3.48

**辐射灵敏度的温度系数** temperature coefficient of radiation sensitivity

在规定的温度范围内,表征计数管的灵敏度随温度变化的系数。

## 3.49

**使用寿命** useful life

在限定的辐射和环境条件下,计数管的特性能保持在规定的容差范围内的最长使用时间或最大累计计数。它通常用累计工作到规定的脉冲计数或连续工作到规定的小时数等来表示。超过使用寿命后,计数管就不能保证满足规定的性能指标。

## 4 测试条件

## 4.1 高压电源

高压电源不应影响测试系统的规定特性且应满足下列要求:

- a) 在被测管(产品标准)规定的电压范围内连续可调;
- b) 纹波(峰-峰值)电压不大于 100 mV;
- c) 输出电压稳定度不小于 0.5%。

## 4.2 定标器

定标器应满足下列要求:

- a) 应带有甄别阈,其阈值得在 0.1 V~5 V 范围内连续可调,阈值的稳定度不小于 1%;
- b) 输入灵敏度不小于 0.1 V;
- c) 分辨时间不大于 1  $\mu$ s;
- d) 最大计数容量不小于  $10^6$ 。

## 4.3 示波器

示波器应满足下列要求:

- a) 上升时间不大于 0.1  $\mu$ s;
- b) 输入阻抗不小于 5 M $\Omega$ ;
- c) 输入灵敏度不小于 0.1 V;
- d) 带宽不小于 10 MHz。

## 4.4 其他测量仪器

其他测量仪器应满足下列要求:

- a) 测试用的电流表精度应不低于 1.0 级,并且要有合适的量程范围,但在测量 1  $\mu$ A 以下电流时,也可使用精度低于 1.0 级的电流表;
- b) 电压表精度不低于 1.0 级,并且要有合适的量程范围;
- c) 高阻表。

## 4.5 放射源及其附属装置

## 4.5.1 在测试时,除非另有规定,一般采用下列放射源:

- a) 探测  $\alpha$  射线,采用  $^{241}\text{Am}$  或  $^{239}\text{Pu}$ ;
- b) 探测  $\beta$  射线,采用  $^{90}\text{Sr}$ - $^{90}\text{Y}$ ;
- c) 探测  $\gamma$  射线,采用  $^{137}\text{Cs}$  或  $^{60}\text{Co}$ ;
- d) 探测低能  $\gamma$  或 X 射线,采用  $^{241}\text{Am}$  或  $^{55}\text{Fe}$ 。

## 4.5.2 放射源活度应经过指定的计量机构定期标定,并标明其不确定度。

4.5.3 除非另有规定,计数管测试时应受均匀照射,工作时约记录 100  $\text{s}^{-1}$  的计数。

## 4.5.4 放射源的传动装置及计数管的测试架应定期检修,以保证安全及几何位置的重复性。



GB/T 9588—2008

#### 4.6 测试环境

##### 4.6.1 温度

除非另有规定,一般测试环境温度为  $15\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 35\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

##### 4.6.2 湿度

除非另有规定,一般测试环境相对湿度为  $45\%\sim 75\%$ 。

##### 4.6.3 气压

除非另有规定,一般测试环境的气压为  $86\text{ kPa}\sim 106\text{ kPa}$ 。

##### 4.6.4 环境光

一般是室内自然光(包括电灯照明),但允许计数管蔽光测试。

##### 4.6.5 电磁场

测试环境应无电磁场干扰。

##### 4.6.6 核辐射

除产品标准规定使用的放射源外,应无其他放射源的影响。

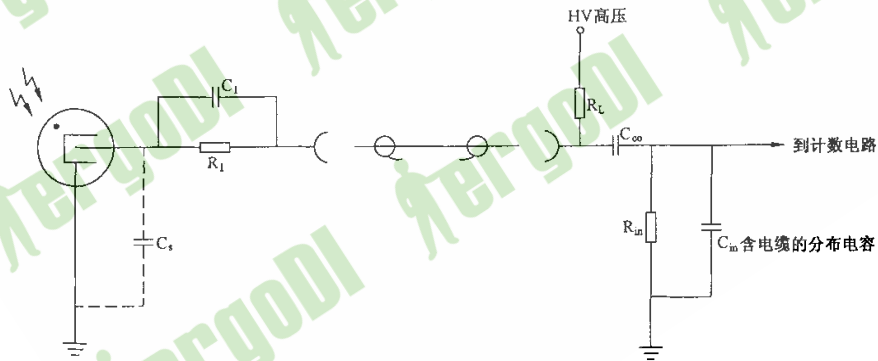
#### 4.7 测试记录时间

在这段时间内的总计数的统计涨落偏差不应影响到测量精确度。

#### 4.8 测试电路

##### 4.8.1 计数管基本测量电路

基本测量电路及其参数选择如图 1 所示。



注 1: 卤素管每次放电所产生的总电荷受外部电路影响大,因此,  $R_1 C_1$  尽可能靠近计数管阳极,  $R_1$  的数值应由制造商规定(通常在  $2.7\text{ M}\Omega\sim 10\text{ M}\Omega$  的范围内),  $C_1$  的数值应在  $0\text{ pF}\sim 10\text{ pF}$  的范围内。

注 2: 计数电路的输入电阻和输入电容与电缆的分布电容一起合并成  $R_{in}$ (通常为  $33\text{ k}\Omega\sim 1\text{ M}\Omega$ )和  $C_{in}$ (通常为  $100\text{ pF}$ ),  $C_{\infty}$  通常为  $100\text{ pF}\sim 0.01\text{ }\mu\text{F}$ ( $R_L \geq 33\text{ k}\Omega\sim 1\text{ M}\Omega$ )。

注 3: 卤素管的电路输入灵敏度推荐为  $0.1\text{ V}\sim 0.5\text{ V}$ 。

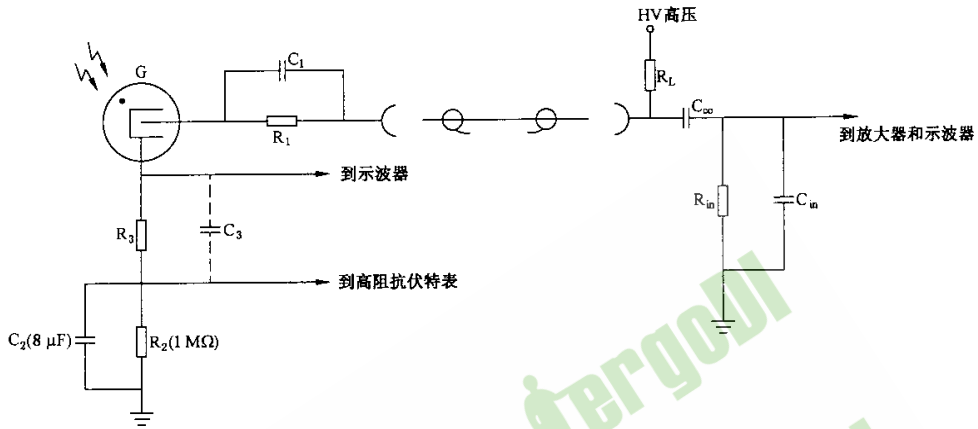
注 4: 有机管的电流脉冲的形状不受外部电路影响,完全受内部的几何尺寸和所加电压的控制,因此,  $R_L C_1$  并不需要,  $R_L$  通常为  $4.7\text{ M}\Omega$ 。

注 5: 有机管的电路输入灵敏度推荐为  $0.2\text{ V}$ 。

图 1 计数管的基本测量电路

##### 4.8.2 放电电荷和电流脉冲的测量电路

测量每次放电电荷和电流脉冲的电路如图 2 所示。



注 1:  $R_3 C_3$  的乘积与电流脉冲的上升时间比较可以忽略不计。

注 2: 对于其他的推荐值, 见图 1 注。

观察点: A 点观察电流脉冲、死时间;

B 点观察每次放电的平均电荷;

C 点观察电压脉冲。

图 2 测量放电电荷和电流脉冲的电路

#### 4.8.3 推荐电路的其他测试电路

图 3~图 5 是推荐的其他几种测试电路, 产品的技术说明书应注明所选用的测试电路。

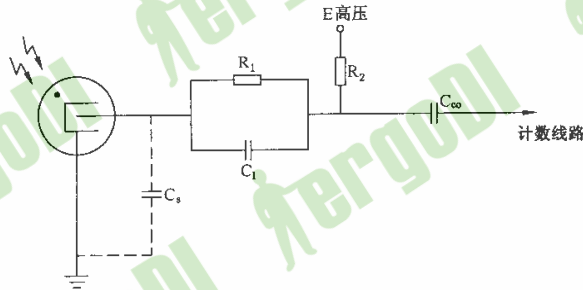


图 3 阳极输出测试电路

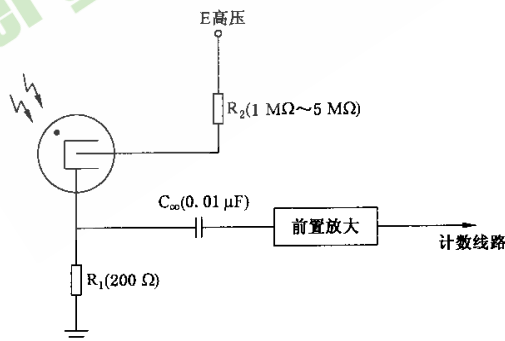


图 4 阴极输出测试电路

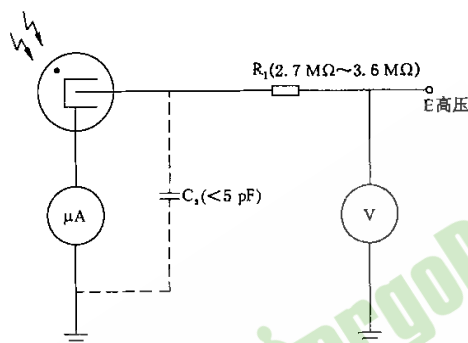


图 5 电流输出测试电路

## 5 参数和特性测试

### 5.1 本底计数率

把计数管安装在特制的铅室内,铅室四周为 50 mm 厚度的铅板,内衬 3 mm 厚度的铝板,按产品标准规定的测试电路,于被测管加上规定的工作电压,在规定的时间内测量计数,算出的计数率即为本底[计数率]。

### 5.2 光敏性

按产品标准规定的测试电路,加上规定的工作电压,在黑暗中和用氙灯(或用截止波长 300 nm 以下超高压水银灯,使被测管窗口处的照度为 2 000 lx 状态下)两种条件下测量各自规定时间内的计数率,两种计数率之差即为光敏性的计数率。

注:测试前 60 min 计数管不应暴露在紫外线下。

### 5.3 漏电流

在周围无放射源影响的条件下,计数管加上规定的电压(低于起始电压),在阴极和阳极之间的漏电流即计数管的漏电流。

### 5.4 绝缘电阻

用高阻表测量计数管两电极之间的电阻值,但所加的电压应低于起始电压。

### 5.5 极间电容

按 GB/T 7274 的规定测量计数管的极间电容。

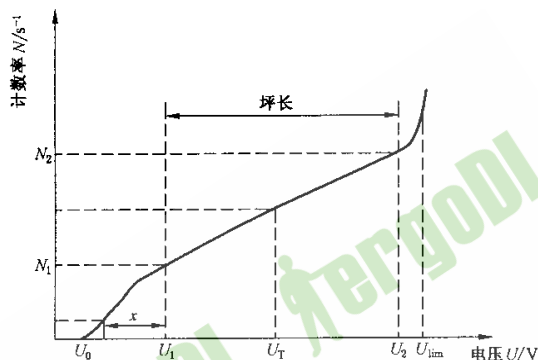
### 5.6 起始电压

计数管在均匀照射的条件下,在规定的测试电路和测试仪器输入灵敏度下工作,逐步升高外加电压,当计数率达到约  $1 \text{ s}^{-1}$  或电流表读数达到规定值或脉冲幅度达到规定值的电压,即为起始电压。

### 5.7 坪特性

#### 5.7.1 坪特性曲线

计数管在均匀照射的条件下,在规定的测试电路下工作(如 5.6),将电压从相当于起始电压值开始逐步升高,每提高一段工作电压(如 10 V),记录一次计数(测试时间根据计数率而定,应满足测量的统计误差小于允许的测量精度)。然后将测试数据(在统计误差范围内)用图示法画成平滑曲线(坪特性曲线),如图 6 所示。



- $U_0$ ——起始电压；
- $U_1$ ——坪始端电压；
- $U_T$ ——推荐工作电压；
- $U_2$ ——坪终端电压；
- $U_{lim}$ ——极限工作电压。

图 6 计数管的坪特性曲线

### 5.7.2 坪斜

坪斜按式(1)计算：

$$S = \frac{N_2 - N_1}{(N_2 + N_1)/2} \times \frac{100}{U_2 - U_1} \dots\dots\dots(1)$$

式中：

$S$ ——坪斜,单位为百分数每伏(%/V)；

$N_1$ ——电压  $U_1$  下测得的计数率,单位为计数每秒( $s^{-1}$ )；

$N_2$ ——电压  $U_2$  下测得的计数率,单位为计数每秒( $s^{-1}$ )。

坪斜指标在产品标准中规定。

### 5.7.3 坪终端电压

坪终端电压即图 6 中的  $U_2$ 。

### 5.7.4 坪长

坪长即图 6 中的  $U_2 - U_1$  (以伏为单位)。

坪长通常由制造商规定。

注 1: 坪始端电压一般由制造商规定；

注 2: 坪始端电压=起始电压+ $X$ 。

对每种计数管要给出  $X$  值(见图 6)。

### 5.7.5 工作电压

制造厂推荐一个工作电压,或者取

$U_1 + \left[ \frac{U_2 - U_1}{3} \text{ 至 } \frac{U_2 + U_1}{2} \right]$  之间的某一电压值。

GB/T 9588—2008

### 5.7.6 极限工作电压

计数管在均匀辐射的条件下,在规定的测试电路下工作,电压从相当于坪终端电压  $U_2$  开始增加,计数率明显上升,但未连续放电,此时移走放射源,本底计数率不能恢复到原来大小,当所测本底计数率与规定值比较有明显增加时的电压,即为极限工作电压。

### 5.8 伏安特性及其斜率

计数管在恒定剂量率照射下,按规定的测试电路,改变计数管工作电压,测出相应的输出电流。作出的输出电流与工作电压之间的关系曲线,即为伏安特性曲线,如图 7 所示。其伏安特性斜率按式(2)计算:

$$S = \frac{I_3 - I_1}{\Delta U \cdot I_2} \times 100 \dots\dots\dots (2)$$

式中:

$S$ ——伏安特性斜率,单位为百分数每伏( $\%/V$ );

$I_1$ ——电压  $U_1$  下的输出电流,单位为毫安(mA);

$I_2$ ——电压  $U_2$  下的输出电流,单位为毫安(mA);

$I_3$ ——电压  $U_3$  下的输出电流,单位为毫安(mA);

$\Delta U$ —— $U_3 - U_1$ ,单位为伏特(V);

$U_1, U_3$ ——一般是某种规定值,单位为伏特(V);

$U_2 = \frac{U_1 + U_3}{2}$ ,即  $U_1 \sim U_3$  的中点值。

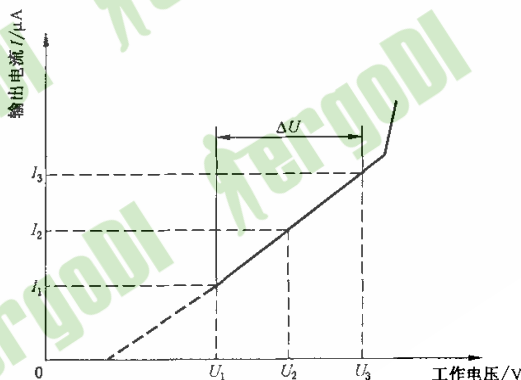


图 7 计数管的伏安特性曲线

### 5.9 剂量率特性及线性

#### 5.9.1 剂量率特性

将计数管放置在刻有剂量率的标准照射室的固定架上,按规定的测试电路,加上工作电压,改变计数管所受的剂量率(一般是用改变放射源和计数管的距离来获得),在规定的剂量率范围由弱到强选定五个以上不同剂量率的点,在规定的时间内测量计数率,然后在坐标纸上画出计数率  $N$ ,与剂量率( $\dot{D}$ )的特性曲线趋向,典型例子示于图 8。

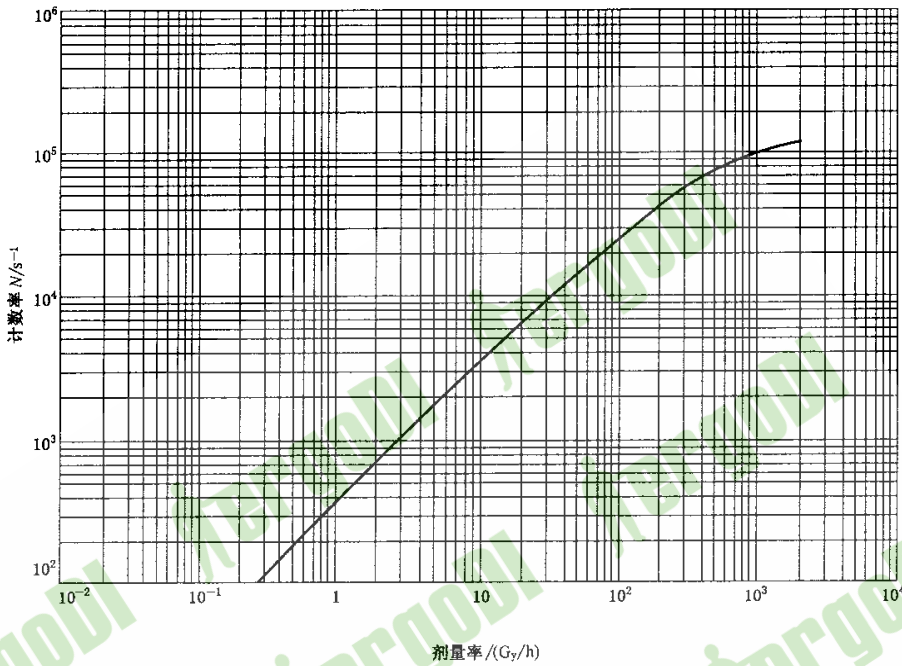


图 8 计数率与剂量率特性曲线

### 5.9.2 剂量率线性

在图 9 计数率与剂量率特性曲线中,最高剂量率点实际测出的计数率一定低于理想值(由于死时间导致漏计)。因此,某一剂量率下的线性程度常用该点的非线性偏差来表征。非线性偏差  $d_N$ 按式(3)计算:

$$d_N = \frac{\Delta N}{N_L} \times 100\% \quad \dots\dots\dots(3)$$

式中:

$\Delta N$ —— $N_L - N_S$ ;

$N_L$ ——理想值;

$N_S$ ——实测值。

### 5.10 过负荷剂量率

计数管按规定的测试电路加上工作电压,在过负荷剂量率(一般为量程上限的 5~10 倍)下照射规定的时间,观测其计数率(不应下降),然后除去计数管上的电压,使其休息规定的时间后,再按规定测量有关参数应正常工作。照射时间和休息时间在产品标准中规定。

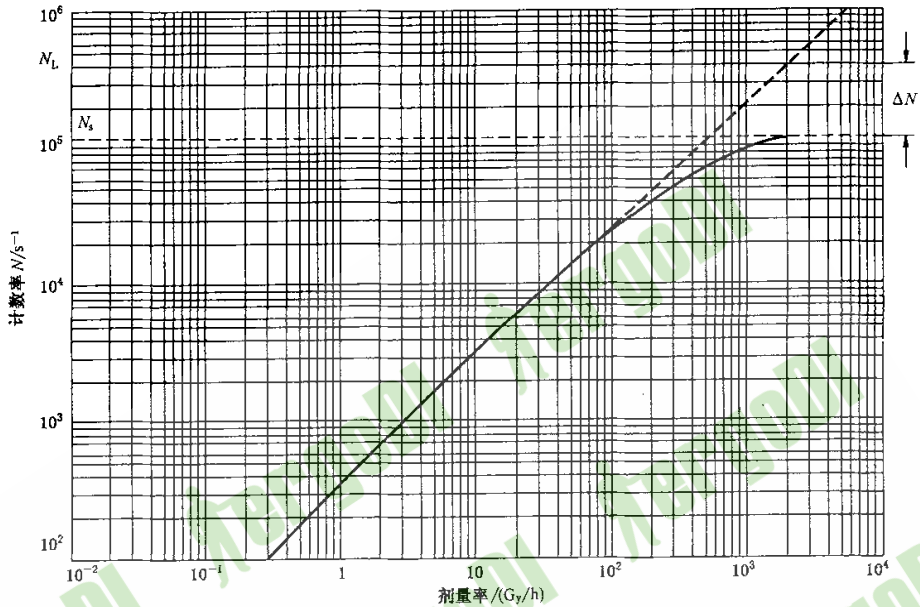


图9 计数率与剂量率特性曲线

## 5.11 辐射灵敏度(辐照效应)

### 5.11.1 $\gamma$ 射线和X射线灵敏度

将计数管放置在周围的物体对射线的反射和散射尽可能小(相对于被测射线的直接照射而言)的位置(如计数管放在离地面1.5 m以上,离周围物体或墙壁2 m以上),在一个规定特性的系统中,将规定的 $\gamma$ 射线源(见注1)放置在正对离被测管的一边或端部(见注2)一定距离的位置上,使管子受到比较均匀的照射。

如果计数管管壁的厚度小于所用射线能量下次级电子平衡所要求的厚度,则应将一个合成塑料或其他材料的套管(或管帽),配合在计数管上,以便给出合适的等效壁的总厚度(见注3)。

放射源的活度和距离应选择使计数管的计数率足够高,以满足统计精确度的要求,但不能高到由于死时间而引起显著的计数损失。

计数管的计数率由测得的并经过死时间校正的计数率或减去本底计数率来得到。

计数管的灵敏度就是计数管的净计数率除以已知剂量率的商。由于灵敏度随射线能量而变化,因此若不给出 $\gamma$ 射线能量响应曲线,就应规定所用放射源,建议给出对 $^{60}\text{Co}$ 或 $^{137}\text{Cs}$ 的灵敏度(见注1)。

注1:  $\gamma$ 放射源应该滤除 $\beta$ 射线和不需要的软 $\gamma$ 射线成分。由于过滤板对 $\gamma$ 射线有显著影响,因此过滤板的性质和厚度应加以规定。对于 $^{60}\text{Co}$ ,最薄的过滤板应为0.3 mm的铝板,除非另有规定,就假定放射源物质是与它们蜕变的产物(如有的话)已达到平衡。X射线也应过滤,被滤射线的滤除情况或半值厚度(H·V·L)应加以规定,应采取措施来避免计数管放射源和(或)几何形状而引起的康普顿效应。

注2: 测试同轴圆柱体计数管对射线的灵敏度时应采用侧面受照射的方式。测试端窗计数管对射线的灵敏度时,应采用端窗受照射的方式。

注3: 为了达到 $^{60}\text{Co}$ 射线的电子平衡,计数管壁应有的最小壁厚大约为 $400\text{ mg/cm}^2$ ,如果壁的厚度小于 $400\text{ mg/cm}^2$ 则应配合一个合成塑料帽或其他材料的套管(或管帽),使其等效壁厚达 $400\text{ mg/cm}^2$ 。

### 5.11.2 $\beta$ 射线灵敏度

测试时,放射源直接放在计数管壁的下面,计数管侧面放在离放射源平面距离为  $6\text{ mm} \pm 1\text{ mm}$  处,在放射源照射下围绕管轴至少旋转三次,但每次转动部位不能重复,所有测量持续时间不得少于  $2\text{ min}$ 。然后,根据三个位置的测试数据计算误差。

### 5.12 能量响应

将裸体计数管或在外面上装上专用“能量补偿(或屏蔽)套”的计数管,按规定的测试电路加上工作电压,在不同能量的  $\gamma$  射线(或不同能量 X 射线)照射下,测出计数管的灵敏度并以  $^{60}\text{Co}$   $\gamma$  射线的灵敏度归一化,得出能量响应系数(简称能响系数)  $K$ ,然后给出能量响应特性。典型例子示于图 10 中。

在选择能量范围内,可用不同能量的放射源和 X 光机。

注:在进行灵敏度测量时,应使计数管工作在量程曲线的线性段。否则,需要对测得的计数进行死时间校正。

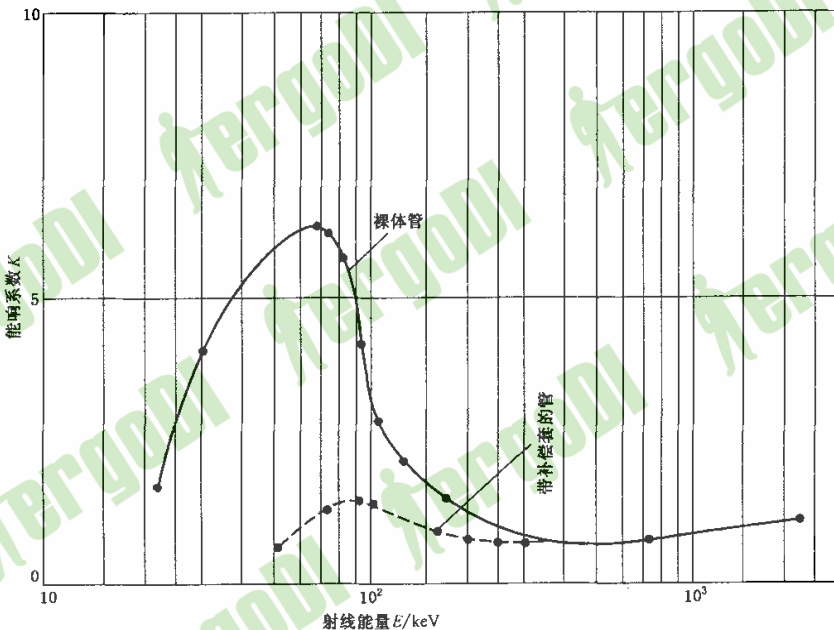


图 10 计数管能量响应曲线(侧面响应)

### 5.13 角响应

将计数管按规定的测试电路加上工作电压,在产品标准规定的某一种能量的  $\gamma$  射线(或 X 射线)照射下,使射线垂直于计数管圆柱体轴线(对于有窗的非圆柱形计数管,应使射线垂直于窗表面)的方向照射计数管,测出其灵敏度。然后按照产品标准的规定,依次将计数管的轴线偏转一定的角度,使射线从不同角度照射计数管,分别测出计数管的灵敏度并以垂直入射时的灵敏度归一化。

不同能量的射线照射时,计数管的角响应也不同。一般需要测出几种不同的典型射线能量下的角响应。典型例子示于图 11 中。



GB/T 9588—2008

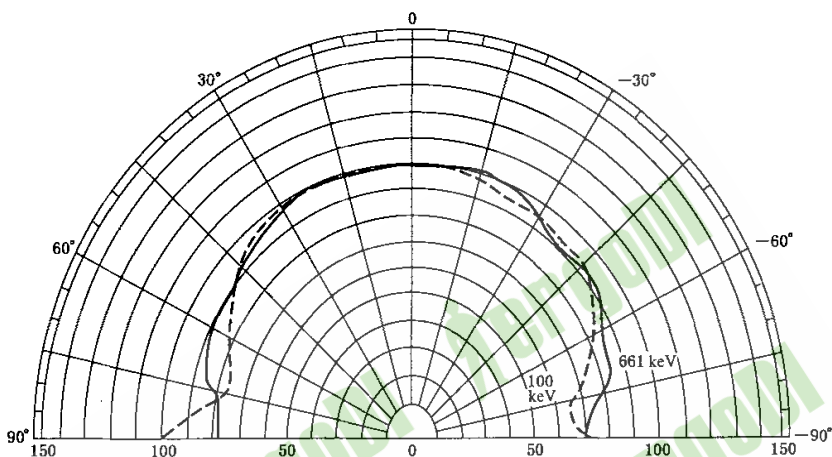


图 11 计数管角响应曲线

5.14 最大计数率

计数管按规定的测试电路,加上工作电压,改变剂量率在规定的剂量率范围内由弱到强直至出现拐点,在规定的时间内测量计数率,然后在坐标纸上画出计数率与剂量率的关系曲线,这曲线上的极大值即为最大计数率。

5.15 每个计数脉冲的平均电荷

计数管在均匀照射的条件下,按图 2 测试电路,加上工作电压,以大于  $100 \text{ s}^{-1}$  的计数率,同时测出计数管的平均电流与计数率,每个计数脉冲的平均电荷按式(4)计算:

$$\bar{Q} = \frac{\bar{I}}{N} \dots\dots\dots (4)$$

式中:

$\bar{Q}$ ——每个计数脉冲的平均电荷,单位为库仑(C);

$\bar{I}$ ——平均电流,单位为安培(A);

$N$ ——计数率,单位为计数每秒( $\text{s}^{-1}$ )。

5.16 脉冲幅度

计数管在均匀照射的条件下,按图 2 的测试电路,加上工作电压,以约  $100 \text{ s}^{-1}$  的计数率,将示波器或其他合适的脉冲高度测试装置的输入端接到图 2 的 C 点,观察脉冲高度,它即表示跨在规定的输入电容和电阻上的峰值电压的变化,即脉冲幅度。

5.17 死时间

5.17.1 示波器法

计数管按图 2 规定的测试电路,加上工作电压,将电路的输出端 A 点接到示波器 y 轴的输入端。调整示波器的输入灵敏度,使示波器屏幕刚好显示脉冲全幅值,并使 x 轴的扫描时间恰好大于计数管的恢复时间。计数管在较高计数率下(例如  $500 \text{ s}^{-1}$ )工作,使得死时间和恢复时间都能从示波器上显示出来。如图 12 所示。

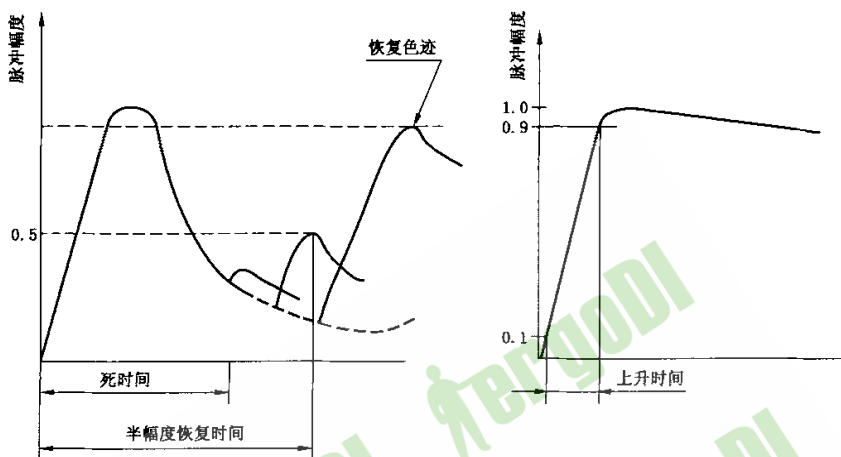


图 12 计数管死时间典型示波图(电压脉冲)

### 5.17.2 双源法

用两个活度近乎相等的放射源进行测量。按规定的测试电路于被测管加上工作电压，在距计数管一定距离上放置放射源(1)，测得计数率  $N_1$ ，然后在另一个距离上放置第二个放射源(2)，该源距计数管的距离，应使两个放射源产生的计数率  $N_{12}$  比  $N_1$  的大致高一倍。然后拿走第一个放射源(此时第二个放射源位置保持距离不变)，测得第二个放射源产生的计数率  $N_2$ ，最后拿走第二个放射源，测量本底计数率  $N_b$ 。则死时间  $t_d$ ，可用式(5)计算：

$$t_d = \frac{N_1 + N_2 - N_{12} - N_b}{2(N_1 - N_b)(N_2 - N_b)} \quad \dots\dots\dots(5)$$

式中：

- $t_d$ ——计数管的死时间，单位为纳秒(ns)；
- $N_1$ ——在放射源(1)下测得的计数率，单位为计数每秒( $s^{-1}$ )；
- $N_2$ ——在放射源(2)下测得的计数率，单位为计数每秒( $s^{-1}$ )；
- $N_{12}$ ——在放射源(1)和(2)下测得的计数率，单位为计数每秒( $s^{-1}$ )；
- $N_b$ ——本底计数率，单位为计数每秒( $s^{-1}$ )。

双源法测量死时间要求测量时间足够长，仪器应稳定，且放射源的几何位置应保持不变，能很好重复。

### 5.18 起始电压和坪始端电压的温度系数

如果在所要求的工作温度范围内起始电压与温度的关系是非线性的，就需要在不同的温度范围内测出其温度系数，因此起始电压应在工作温度范围内合适的温度间隔下测试。其结果用图解法画成曲线，在给定温度范围内温度系数的变化能够根据这个曲线计算出来。

如果在工作温度范围内温度系数是线性的，起始电压值就在工作温度范围末端选择两个不同的温度点按 GB/T 10263—2006 的 6.1 和 6.2 来测试。如果在温度  $T_1$  和  $T_2$  下测得的起始电压为  $U_{01}$  和  $U_{02}$ ，则得到温度系数  $\alpha_u$  为：

$$\alpha_u = \frac{U_{02} - U_{01}}{(U_{01} + U_{02})/2} \times \frac{100}{T_2 - T_1} \quad \dots\dots\dots(6)$$

式中：

- $\alpha_u$ ——坪始端电压的温度系数，单位为百分数每摄氏度( $\%/^{\circ}C$ )；
- $U_{01}$ ——在温度  $T_1$  下测得的起始电压，单位为伏特(V)；

GB/T 9588—2008

$U_{02}$ ——在温度  $T_2$  下测得的起始电压,单位为伏特(V)。

因为坪始端电压和起始电压之间的差接近不变,因此起始电压的温度系数也就是坪始端电压的温度系数。

### 5.19 辐射灵敏度的温度系数

如果在所要求的工作温度范围内辐射灵敏度与温度的关系是非线性的,就需要在不同的温度范围内测出温度系数,而灵敏度应在工作温度范围内于合适的温度间隔下测试。其结果用图解法画成曲线,在给定的温度范围内温度系数的变化能够根据这个曲线图计算出来。

如果在工作温度范围内温度系数是线性的,灵敏度的值就在工作温度范围末端选择两个不同的温度点按 GB/T 10263—2006 的 6.1 和 6.2 来测试,如果在温度  $T_1$  和  $T_2$  下的灵敏度分别为  $\epsilon_1$  和  $\epsilon_2$ ,则温度系数  $\alpha_\epsilon$  按式(7)计算

$$\alpha_\epsilon = \frac{\epsilon_2 - \epsilon_1}{(\epsilon_1 + \epsilon_2)/2} \times \frac{100}{T_2 - T_1} \dots\dots\dots(7)$$

式中:

$\alpha_\epsilon$ ——辐射灵敏度的温度系数,单位为百分数每摄氏度( $\%/^\circ\text{C}$ );

$\epsilon_1$ ——在温度  $T_1$  下测得的灵敏度,以单位剂量率的计数率或电流表示;

$\epsilon_2$ ——在温度  $T_2$  下测得的灵敏度,以单位剂量率的计数率或电流表示。

### 5.20 使用寿命

#### 5.20.1 概述

寿命试验,选用脉冲累计法或时间累计法进行。寿命试验过程中,电参数测试的时间间隔及允许变化的范围在产品标准中规定。

#### 5.20.2 脉冲累计法

计数管在规定的工作电压和计数率下,累计工作到规定的脉冲次数。

#### 5.20.3 时间累计法

计数管在规定的工作电压和工作电流或剂量率下,连续工作到规定的小时数。