

通信设备过电压保护用气体
放电管通用技术条件

UDC 621.387
.3

GB 9043—88

General technical requirements of gas discharge tubes for
The over-voltage protection of telecommunications installations

本标准适用于通信设备瞬间过电压保护用的二极、三极气体放电管(以下简称放电管)。

本标准规定了放电管的有关名词术语、环境条件、电气性能、放射性、试验方法、检验规则、标志、包装、贮存及运输等基本要求。

本标准未涉及放电管的设计、结构、几何尺寸、安装使用、传输质量及其保护效果。

1 名词术语

1.1 气体放电管 gas discharge tube

密封于放电介质中的一个或一个以上放电间隙,用以保护设备和设备操作人员免遭高电压冲击的过电压保护元件。

1.2 击穿 breakdown(spark-over)

放电管的间隙在一定电压作用下,管内气体被电离,从高阻抗绝缘状态瞬变到低阻抗导通状态,亦称“点火”或“着火”。

1.3 击穿电压 spark-over voltage

在放电管极间施加的致使放电管放电间隙开始发生击穿时刻的电压。

1.4 直流击穿电压 D. C. spark-over voltage

在放电管极间施加缓慢上升的致使放电管发生击穿时刻的直流电压亦称“直流点火电压”。

1.5 标称直流击穿电压 nominal D. C. spark-over voltage

放电管直流击穿电压的额定值,由制造厂家标定。

1.6 交流击穿电压 A. C. spark-over voltage

致使放电管击穿时刻的(频率为 15~62 Hz 的)最小正弦交流电压(有效值)。

1.7 冲击击穿电压 impulse spark-over voltage

对放电管施加一定上升速率的单次冲击电压,致使放电管击穿时刻的电压值。

1.8 放电电压 discharge voltage

放电管击穿后,呈现在放电管极间的电压。

1.9 横向电压 transverse voltage

具有一个以上间隙的气体放电管,当放电电流通过时,出现在连接通信回路的电极间的电压。

1.10 过保持电压 holdover voltage

在特定电路条件下,放电管经冲击放电后,在规定时间内从低阻抗导通状态恢复到高阻抗绝缘状态时允许负荷的最高直流电压。

1.11 辉光电压 glow voltage

放电管呈辉光放电时,放电管极间的电压。

1.12 弧光电压 arc voltage

放电管呈弧光放电时,放电管极间的电压。

1.13 辉光电流 glow current

放电管呈辉光放电时,通过放电管极间的电流。

1.14 弧光电流 arc current

放电管呈弧光放电时,通过放电管极间的电流。

1.15 续流遮断时间 current turn-off time

在特定电路条件下,放电管经冲击放电后,从低阻抗导通状态恢复到高阻抗绝缘状态所需要的时间。

1.16 放电电流 discharge current

放电管击穿后通过放电间隙的电流。

1.17 交流放电电流 alternating discharge current

通过放电管放电间隙的交流电流(有效值)。

1.18 标称电流 nominal current

标称电流是放电管交流放电电流的额定值。

1.19 冲击放电电流 impulse discharge current

通过放电管的冲击电流峰值。亦称“脉冲放电电流”或“浪涌放电电流”。

1.20 续流 follow current

放电管击穿放电而引起线路工作电源产生并继续流经放电管的电流。

2 环境条件

放电管在下列环境条件下仍能正常工作。

温度: $-40 \sim +85^{\circ}\text{C}$

相对湿度:最大 95%(40℃时)

3 电气性能

3.1 直流击穿电压

放电管直流击穿电压应符合表 1 的规定。

表 1

标称直流 击穿电压 V		直流击穿 电压允许 偏差范围 %	测量数据在允许偏差范围内的概率	
			初 测 值	经耐流能力试验后 复 测 值
优 等 品	70	±20	99.7%	99.7%
	90			
	150			
	230			
	250			
	300	±15	数据区间： $U+3S \leq \text{上限值}$ $U-3S \geq \text{下限值}$	数据区间： $U+3S \leq \text{上限值}$ $U-3S \geq \text{下限值}$
	350			
	470			
	600			
	800			
	1 600			
等 品	70	±25	99.7%	99.7%
	90			
	150	±20	数据区间： $U+3S \leq \text{上限值}$ $U-3S \geq \text{下限值}$	数据区间： $U+3S \leq \text{上限值}$ $U-3S \geq \text{下限值}$
	230			
	250			
	300			
	350			
	470			
	600			
	800			
	1 600			

续表 1

标称直流 击穿电压 V		直流击穿 电压允许 偏差范围 %	测量数据在允许偏差范围内的概率	
			初 测 值	经耐流能力试验后 复 测 值
合 格 品	70	±25	95%	80%
	90			
	150			
	230			
	250			
	300	±20	数据区间： $U+1.96S \leq \text{上限值}$ $U-1.96S \geq \text{下限值}$	数据区间： $U+1.28S \leq \text{上限值}$ $U-1.28S \geq \text{下限值}$
	350			
	470			
	600			
	800			
	1 600			

注：① 表中： U ——统计平均值(下同)；

S ——标准偏差(下同)。

② 在允许偏差范围外的放电管仍应能击穿放电。

③ 三极放电管两线电极之间的直流击穿电压值不得小于直流击穿电压值的下限值。

3.2 冲击击穿电压

放电管冲击击穿电压应符合表 2 规定。

表 2

标称直流 击穿电压 V		冲击击穿 电压上限值 1 kV/μs(V)	冲击击穿电压上限值在允许范围内的概率				
			初 测 值	经耐流能力试验后 复 测 值			
优 等 品	70 90	≤600	99.7% 数据区间： U+2.78S≤上限值	99.7% 数据区间： U+2.78S≤上限值			
	150 230	≤700					
	250 300 350	≤800					
	470	≤1 000					
	600	≤1 200					
	800	≤1 400					
	1 600	≤2 600					
	等 品	70 90			≤600 ≤700	99.7% 数据区间： U+2.78S≤上限值	99.7% 数据区间： U+2.78S≤上限值
		150 230 250			≤800		
300 350		≤900 ≤1 000					
470		≤1 200					
600		≤1 500					
800		≤1 800					
1 600		≤2 800					
合 格 品		70 90	≤700 ≤800	95% 数据区间： U+1.64S≤上限值	80% 数据区间： U+0.84S≤上限值		
		150 230 250 300	≤900				
	350	≤1 100					
	470	≤1 200					
	600	≤1 500					
	800	≤1 800					
	1 600	≤2 800					

注：① 试验后冲击击穿电压超出表中范围的管子仍能击穿放电。

② 三极放电管两线电极之间冲击击穿电压值不得小于直流击穿电压下限值。

3.3 绝缘电阻

放电管绝缘电阻应符合表 3 规定。

表 3

绝 缘 电 阻		
初 测 值	耐流能力试验期间	耐流能力试验完成后
优等品 $\geq 10^{10}$	$\geq 10^8$	$\geq 10^9$
一等品 合格品 $\geq 10^9$	$\geq 10^7$	$\geq 10^8$

3.4 极间电容

放电管各极间电容均不大于 10 pF。

3.5 过保持电压

放电管的过保持电压(见 5.5 条及图 4、图 5)通常以其续流遮断时间来衡量。放电管进行表 7 或表 8 中的一项或多项过保持电压试验时,任何规格的放电管续流遮断时间都应符合表 4 规定。标称直流击穿电压值为 70 V 和 90 V 的管子不考核此项指标。

表 4

续流遮断时间,ms		在 150 ms 内的数据占所测数据的百分比, %	
		初 测 时	电流试验后复测时
优等品	≤ 150	100	100
一等品	≤ 150	90	80
合格品	≤ 150	80	70

3.6 横向电压

横向电压是三极放电管的一项指标,通常以两个放电间隙不同时击穿的时间差来衡量。横向电压持续时间不大于 200 ns。

所有测试数据不大于 200 ns 所占的百分比:

优等品:100%;

一等品:不小于 90%;

合格品:不小于 80%。

3.7 耐流能力

放电管耐电流能力包括耐交流(15~62 Hz)电流能力和耐两种冲击电流能力等三项电流试验(见表 5)。

a. 各种类型的放电管均应进行表 5 中规定的三项电流试验。

b. 各种类型的放电管应根据各自的标称电流值确定试验电流等级。

c. 在进行耐流试验期间。放电管绝缘电阻应符合表 3 规定。

d. 在各项电流试验完成之后,放电管绝缘电阻应符合表 3 规定,直流击穿电压仍符合表 1 规定,冲击击穿电压仍符合表 2 规定,过保持电压仍符合表 4 规定。

表 5

标称 电 流 A	耐交流电流能力试验 (每次持续放电 1 s 间隔 3 min)		耐冲击电流能力试验	
	电流有效值, A	试验次数	10/700 μ s, 500 次或 10/ 1 000 μ s 300 次 (每次间隔 3 min), A	8/20 μ s, 10 次 (每次间隔 3 min), kA
2.5	2.5	5	50	2.5
5	5	5	100	5
10	10	5	100	10
20	20	10	200	20

3.8 失效形式

当放电管通过的交流电流或冲击电流值超过表 5 所列出的数值数, 其电气特性较大地改变, 可能发生下列失效方式:

- 放电管实际上变成高介质强度的绝缘子, 即开路。
- 放电管特性变化, 导致影响设备的正常工作, 即短路 (从维护观点来看, 这种情况更可取)。

4 放射性

促进放电管间隙离子化的任何放射性物质, 其剂量必须限制在我国有关放射性物质防护的容许范围之内。这不仅适用零散的放电管同时也适用于成批的放电管 (例如运输、贮存等)。还应依照国际原子能机构 (IAEA)《放射性物质运输安全规则》指出的要求。并就下列内容执行有关国际规定:

- 每包产品的极限包装数量;
- 每船载货的极限数量;
- 可同时堆放在一起的极限数量;
- 其他存放要求;
- 装卸防护措施和要求;
- 处理布置。

含有放射性物质的气体放电管必须在表面作上标记, 注明放射性物质的名称。

5 试验方法

对测试装置的要求应参照 GB 311.4—83《高电压试验技术》第三部分测量装置。

正常的试验大气条件:

- 温 度: 15~35℃;
相对湿度: 45%~75%;
气 压: 36~106 kPa。

5.1 直流击穿电压试验

试验电路如图 1 所示。直流电压上升速率为 100 V/s。试验电压波形应在图 2 阴影线所围的区域内 U_{max} 应大于放电管直流击穿电压上限值, 而小于其下限值的三倍, 放电电流限制在 5~15 mA。试样在试验前至少在黑暗环境中放置 24 h。并且在整个试验过程始终置于黑暗环境中。每个二极放电管试样都应测正、反极性击穿电压各两次, 同一试样相邻两次测试的时间间隔不小于 15 min。三极放电管的每对电极 (线与地、线与线电极) 按二极放电管方法分别测试, 未测的电极应开路。

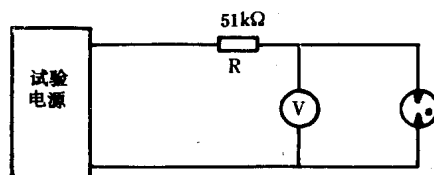


图 1 直流击穿电压试验电路图

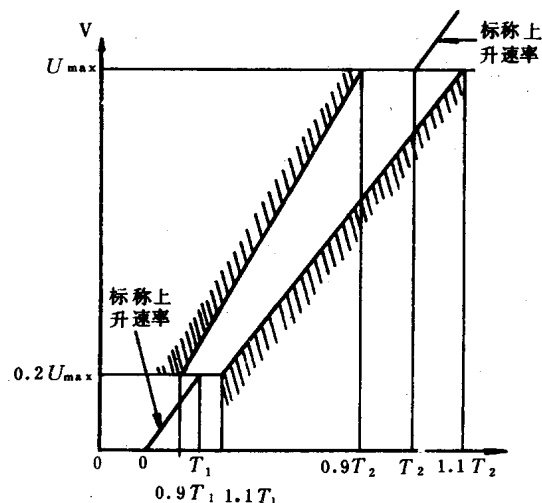
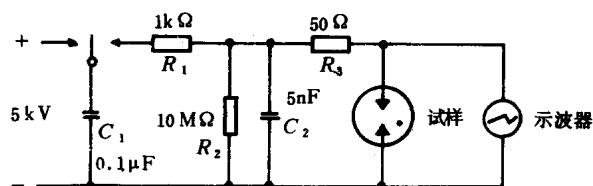


图 2 试验电压波形

5.2 冲击击穿电压试验

试验电压的标称上升速率为 $1 \text{ kV}/\mu\text{s}$ ，其波形亦应在图 2 规定的范围内，电原理图如图 3 所示。当试样的冲击击穿电压最大值高于 1100 V 时，图 3 中主电容器的充电电压应高于 5 kV 。直至图 2 中 U_{max} 值高于被测试样的最大冲击击穿电压值（调试冲击电压峰值和波形时，图 3 中试样应开路）。以保证波形上升速率满足上述要求。

图 3 $1 \text{ kV}/\mu\text{s}$ 冲击电压发生器电路图

试验过程中试样应始终置于黑暗环境中进行。测试前试样在黑暗中至少放置 15 min 。每个试样应分别测试其正、反极性的冲击击穿电压各 5 次，同一试样相邻两次测试的时间间隔不小于 15 min 。三极放电管的测试方法同二极放电管，未测的电极开路。

5.3 绝缘电阻试验

绝缘电阻从放电管的每对电极间测得。测量时未测的电极应开路测试电压按表 6 规定，测试短路电流应限制在 10 mA 以内。每对电极测试一次。

表 6

标称直流击穿电压,V	测试电压,V
70	25
90	50
150	
230	100
250	
300	
350	
470	250
600	
800	500
1 600	1 000

5.4 极间电容测试

试样每对电极之间的电容,各测量一次。测试频率为 1 kHz。测量时未测电极应接地。

5.5 过保持电压试验

5.5.1 二极管放电管

试验电路如图 4 所示。电路参数 PS、 R_2 、 R_3 和 C_1 按表 7 规定。若过保持电压 PS 超过表 7 范围时,则各参数值另行考虑。

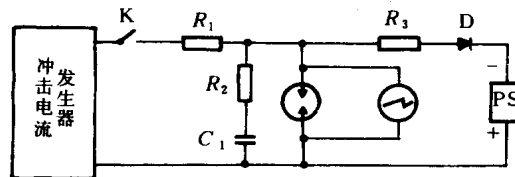


图 4 二极管放电管过保持电压试验电路图

PS——保持电压直流电源；D——隔离二极管； R_1 ——波形形成电阻

表 7

	试验 1	试验 2	试验 3	试验 4
PS,V	52	80	135	150
R_3,Ω	260	330	1 300	1 500
R_2,Ω	—	150	150	150
C_1,nF	—	100	100	100

试验冲击电流波形为 10/1 000 μs 或 10/700 μs 。电流幅值为 100 A(此电流波形是将试样短路时测得)。冲击电流与 PS 电流极性相同。每个试样的正、反极性各冲击三次。每次冲击之间的时间间隔不大于 1 min,并测量出每次的续流遮断时间。

5.5.2 三极放电管

试验电路如图 5 所示。电路参数 PS_1 、 PS_2 、 R_2 、 R_3 和 C_1 按表 8 规定。若过保持电压 PS_1 、 PS_2 要求超过表 8 范围时,则各参数值另行考虑。试验冲击电流波形为 $10/1\,000\,\mu s$ 或 $10/700\,\mu s$,幅值为 $100\,A$ (此电流波形是将电路中试样短路时测得)。冲击电流的电流极性与 PS_1 、 PS_2 的电流极性相同。每个试样要进行正、反两个极性冲击各三次。两次冲击之间的时间间隔不大于 $1\,min$ 。并测量出每次续流遮断时间。

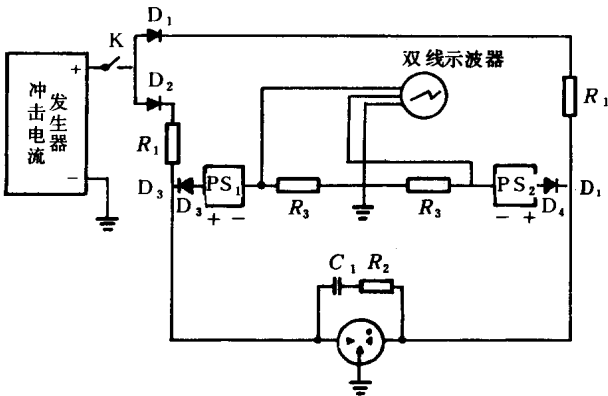


图 5 三极放电管过保持电压试验电路图
 D_1 、 D_2 、 D_3 、 D_4 —隔离二极管； PS_1 、 PS_2 —保持电压直流电源；
 R_1 —波形成电阻

表 8

	试验 1	试验 2	试验 3	试验 4
PS_1, V	52	80	135	150
PS_2, V	0	0	52	52
R_3, Ω	260	330	1\,300	1\,500
R_2, Ω	—	150	150	150
$C_1, \mu F$	—	100	100	100

5.6 冲击横向电压试验

试验电路如图 6 所示。冲击电压发生器以 $1\,kV/\mu s$ 上升速率的脉冲同时施加到试样的二个间隙上,用示波器测出其横向电压的持续时间。试样在试验前至少在黑暗环境中放置 $24\,h$,并不得施加任何电压。并且在整个试验过程始终置于黑暗环境中。每个试样分别在图 6 电阻 R 为 $50\,\Omega$ 和 $800\,\Omega$ 情况下正、反极性各测 4 次,每次试验之间的时间间隔不小于 $15\,min$ 。

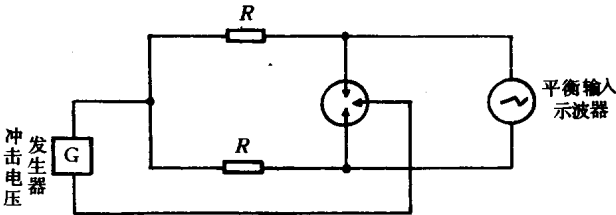


图 6 三极放电管冲击横向电压试验电路图

5.7 耐交流电流能力试验

将经测试符合 3.1、3.2、3.3 条要求的试样,按表 5 选择相应的试验电流等级进行耐交流电流试验。施加的交流电压(有效值)应不小于试样最大直流击穿电压的 1.5 倍。每次放电后一般应测试直流击穿电压、冲击击穿电压和绝缘电阻。检验其是否仍满足 3.1、3.2、3.3 条要求。规定放电次数完成后,试样在室温静置 24 小时后仍应符合 3.1、3.2、3.5 条测试要求。

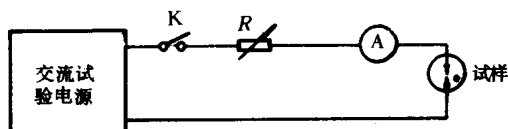


图 7 二极放电管交流电流试验电路图

R—阻流电阻

对于三极放电管应各自以规定电流值独立地施加至两个线电极上,并同时向公共电极放电。

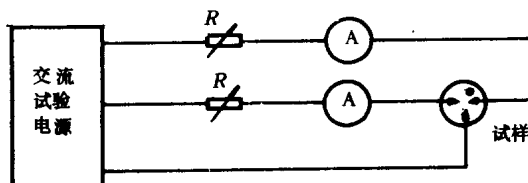


图 8 三极放电管交流电流试验电路图

R—限流电阻; A—电流表

5.8 耐冲击电流能力试验

5.8.1 冲击电流试验 1

对经测试符合 3.1、3.2、3.5 条要求的试样施加波形为 10/1 000 μ s、300 次或 10/700 μ s、500 次的冲击电流(按表 5 选取相应的电流等级)。冲击电流源的电压应不小于试样最大冲击击穿电压的 1.5 倍。试验脉冲应分别用正、反两种极性,且冲击次数应相等。试验后在室温中静置 24 小时试样仍应符合 3.1、3.2 和 3.3 条要求。

对于三极放电管,试验时应各自独立地同时向公共电极放电。

5.8.2 冲击电流试验 2

对试样施加波形为 8/20 μ s 的冲击电流,电流幅值按表 5 中相应的等级选取,正、反性冲击电流各冲击 5 次,其他要求同 5.8.1 条。

6 环境试验

试样应能承受下列基本环境试验。

6.1 引出端强度

根据 GB 2423.29—82 试验 U 的规定,选择相应的试验方法。

6.2 焊接性能

6.2.1 可焊性

带焊接端子的样品应符合 GB 2423.28—82 试验 Ta 方法 1 的要求。

6.2.2 耐焊接热

带焊接端子的样品应符合 GB 2423.28—82 试验 Tb 方法 1B 的要求。试验后外观检查不应出现破

损痕迹。击穿电压应符合本标准 3.1、3.2 条的要求。

6.3 振动

试样应能承受 GB 2423.10—81 试验 Fc: 振动(正弦)试验方法, 频率 10~500 Hz、位移幅值 0.15 mm, 沿放电管 X、Y 两个方向各 45 min 的振动试验。试验后试样不损坏, 并符合本标准 3.1、3.2 和 3.3 条要求。

6.4 碰撞

试样应能承受 GB 2423.6—81 试验 Eb 碰撞试验方法中加速度 10 g, 持续时间 11 ms, 频率 60~80 次/min、X、Y 两个方向碰撞各 1 000 次的碰撞试验。试验后应符合本标准 3.1、3.2 和 3.3 条要求。

6.5 恒定湿热

试样应能承受 GB 2423.3—81 试验 Ca 方法试验持续时间 2 天的恒定湿热试验。试验结束时, 试样应保留在试验箱内进行测试, 其绝缘电阻应不小于 $10^7 \Omega$ 。

6.6 密封

试样应通过 GB 2423.23—82 试验 QK 方法的小漏气率密封试验, 严酷度等级 600 h, 用氮气检验, 测量漏率应低于 $0.01 \text{ Pa} \cdot \text{cm}^3/\text{s}$ ($10^{-7} \text{ bar} \cdot \text{cm}^3/\text{s}$)。试样通过 QK 试验后, 还应通过试验 Qc 方法 1 的粗检漏试验。

6.7 高温

试样应能承受 GB 2423.2—81 试验 Bb 方法中 $+85^\circ\text{C}$ 持续时间 2 h 的高温试验。试验结束时, 试样应保留在试验箱内进行测试, 其测试结果均应符合 3.1 和 3.2 条的要求。

6.8 低温

试样应能承受 GB 2423.1—81 试验 Ab 方法中 -40°C 持续时间 2 h 的低温试验。试验结束时, 试样应保留在试验箱内进行测试, 其测试结果均应符合 3.1 和 3.2 条的要求。

6.9 温度变化

试样应通过 GB 2423.22—81 试验 Na 方法中低温 -40°C 、高温 85°C 、暴露时间 30 min、转换时间 2~3 min、循环数 5 次的温度变化试验。试验后外观检查不应出现破损痕迹。

7 检验规则

放电管产品的检验分为验收试验和型式试验。

7.1 验收试验

验收试验主要作产品交收之用。其抽样数量、抽样方案、试验项目、判别标准由有关标准另行规定或供需双方商定。

7.2 型式试验

7.2.1 型式试验是全面考验产品性能是否满足技术要求的试验, 在下列任一情况下均应进行型式试验。

- a. 新设计的产品需要定型生产时;
- b. 已成批生产的放电管当工艺有导致影响性能的改变时;
- c. 成批生产的放电管任一种材料改变时;
- d. 成批生产的产品每年至少试验一次。

型式试验的样品要同时达到本标准第 3、4、6 章的要求。

型式试验不合格时, 可对该项指标重新加倍试验, 若符合本标准第 3、4、6 章的要求仍判为合格, 否则为不合格。

7.2.2 具有不同直流击穿电压标称值的几种放电管, 当它们的结构几何尺寸、原材料和工艺完全相同, 并同期或连续生产时, 原则上可任意抽取一种放电管的环境试验结果代替。

7.2.3 试样分组:

7.2.3.1 电特性试验分组:

试样抽取数为 300 只(型式试验),其分组如下:

a 组:20 只,作交流电流试验;

b 组:20 只,作波形为 10/1 000 μ s(或 10/700 μ s)冲击电流试验。

c 组:20 只,作波形为 8/20 μ s 冲击电流试验;

d 组:20 只,作过保持电压试验;

e 组:10 只,作极间电容测试兼备用;

f 组:10 只,作三极管横向电压测试。

其余为备份。

所有样品按 5.1、5.2、5.3 条试验测试数据的集中统计结果作为 3.1、3.2、3.3 项指标的评价依据。

7.2.3.2 环境试验分组:

试样抽取数为 120 只,分成两组,每组 20 只,其余为备份。试验前应做 5.1、5.2、5.3 条试验。

a 组:20 只,高温(6.7 条)—低温(6.8 条)—恒定湿热(6.5 条);

b 组:20 只,引出端强度(6.1 条)10 只;

焊接性能(6.2 条)10 只-温度变化试验(6.9 条)-振动(6.3 条)-碰撞(6.4 条)-密封(6.6 条)。

8 标志、包装、贮存和运输

8.1 标志

放电管产品上须有清晰、耐久的生产厂、型号和制造年月的标志。

8.2 包装

由有关标准另行规定。

8.3 贮存

带包装的放电管,在日常温度、湿度条件下,无酸性、无碱性及其它有害杂质侵蚀,无鼠咬、虫害的环境中存放三年,仍能正常使用。

8.4 运输

由有关标准另行规定。

附加说明:

本标准由邮电部邮电工业标准化研究所归口。

本标准由广东省邮电科学研究所负责起草。

本标准主要起草人谢干民、罗学勤、陈瑞宏、武克林、华慧英。

本标准由广东省邮电科学研究所负责解释。