

# 团 体 标 准

T/CMSA 0010—2019

---

## 配电线路用多间隙避雷装置

Multi-gap lightning arrester used in distribution line

2019 - 07 - 24 发布

2019 - 07 - 24 实施

中国气象服务协会 发布



## 目 次

前 言 .....	V
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	1
4 标准额定值 .....	2
5 运行条件 .....	3
6 技术要求 .....	3
7 试验要求 .....	5
8 试验方法 .....	6
9 检验规则 .....	8
10 标识、包装、运输和贮存 .....	9
11 安装注意事项 .....	10
参 考 文 献 .....	11

## 前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由中国气象服务协会提出并归口。

本标准起草单位：武汉爱伦菲尼克斯科技有限责任公司、武汉爱劳高科技有限责任公司、中国石化安全工程研究院、北京爱劳高科技有限公司、中石化胜利油田分公司、武汉天宏防雷检测中心发展有限公司、中石化茂名分公司、武汉市标准化研究院、襄阳市防雷中心。

本标准主要起草人：刘旭、王姣、刘全桢、刘宝全、罗家明、谢超、毕晓蕾、姜辉、吴求兵、黄青、刘正君、曾伟、蔡永辉、晏紫淙、熊备、罗俊、贾云岗、王小芳、常立、杨慧、李家宁、齐静静、柯红海、于志国。

# 配电线路用多间隙避雷装置

## 1 范围

本标准规定了10 kV~35 kV配电线路用多间隙避雷装置的标准额定值、运行条件、技术要求、试验要求、试验方法、检验规则、标识、包装、运输和贮存、安装注意事项等。

本标准适用于10 kV~35 kV配电线路用多间隙避雷装置的生产、安装和运行。

## 2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 2900.1 电工术语 基本术语

GB/T 11032—2010 交流无间隙金属氧化物避雷器

GB/T 16927.1—2011 高电压试验技术 第1部分：一般定义及试验要求

GB/T 16927.2 高电压试验技术 第2部分：测量系统

GB/T 26218.1 污秽条件下使用的高压绝缘子的选择和尺寸确定 第1部分：定义、信息和一般原则

DL/T 815 交流输电线路用复合外套金属氧化物避雷器

## 3 术语和定义

GB/T 2900.1 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**灭弧间隙串** arc extinguishing series gaps

由多个串联的空气间隙腔室组成。每个空气间隙腔室由内嵌在复合材料外套里的一对金属电极以及电极间的气室构成，该气室有一个对外喷气口。

### 3.2

**主间隙** main gap

由一对或多对被空气隔离的金属电极（架空线路导线也可作为一个电极）组成。

### 3.3

**配电线路用多间隙避雷装置** multi-gap lightning arrester used in distribution line

由灭弧间隙串（3.1）和主间隙（3.2）两部分串联组成，与线路绝缘子并联，用于限制配电线路上的雷电过电压，并能在雷电冲击过后快速遮断工频续流的一种雷电防护装置。

### 3.4

**工频续流** power frequency follow current

在雷电冲击之后流过多间隙避雷装置的工频电流。

### 3.5

**多间隙避雷装置额定电压** rated voltage of multi-gap lightning arrester

$U_{r-MGA}$

多间隙线路避雷装置端子间的最大允许工频电压有效值,在该电压下多间隙线路避雷装置能正常工作。

### 3.6

**额定遮断工频续流峰值** follow current peaking interrupting rating

多间隙避雷装置在  $U_{r-MGA}$  (3.5) 下能够可靠遮断的最大工频续流 (3.4) 峰值。

### 3.7

**比例单元** proportional unit

一个完整的、组装好的多间隙避雷装置或灭弧间隙串的部件。对某种特定试验,该部件能够代表整只多间隙避雷装置或灭弧间隙串的特性。

### 3.8

**限制电压** limiting voltage

施加在规定波形和幅值的冲击波时,在灭弧间隙串两端测得的最大电压值。

## 4 标准额定值

### 4.1 标准多间隙避雷装置额定电压

多间隙避雷装置的  $U_{r-MGA}$  推荐值见表 1。也可选用其他电压值,但不应低于表 1 的规定。

表1 多间隙避雷装置额定电压推荐值

系统标称电压 (有效值) kV	多间隙避雷装置额定电压 $U_{r-MGA}$ kV
10	17
35	51

### 4.2 标准额定遮断工频续流峰值

标准额定遮断工频续流峰值推荐值见表 2。也可选用其他额定遮断工频续流峰值,但不应低于表 2 的规定。

表2 多间隙避雷装置标准额定遮断工频续流峰值推荐值

系统标称电压 (有效值) kV	标准额定遮断工频续流峰值 kA
10	1
35	1

### 4.3 标准额定 4/10 $\mu\text{s}$ 大电流冲击耐受值

标准额定 4/10  $\mu\text{s}$  大电流冲击耐受值应符合表 3 的要求。

表3 多间隙避雷装置标准额定 4/10  $\mu\text{s}$  大电流冲击耐受值

系统标称电压（有效值） kV	标准额定 4/10 $\mu\text{s}$ 大电流冲击耐受值 kA	使用场所
10	65	所有线路
35	65	一般线路
35	100	雷电活动强烈或防护要求高的线路

## 5 运行条件

### 5.1 正常运行条件

多间隙避雷装置在下述条件下应正常运行：

- 环境温度在 $-40\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 40\text{ }^{\circ}\text{C}$ ；
- 海拔不大于 1000 m；
- 风速不大于 35 m/s；
- 地震烈度Ⅶ度及以下；
- 覆冰厚度不大于 20 mm；
- 有尘土、烟气、腐蚀性气体或盐等污秽，且不超过 GB/T 26218.1 规定的现场污秽度等级为“d”的条件。

### 5.2 异常运行条件

在不同于正常应用和运行条件下，多间隙避雷装置的设计、制造及使用可能需要特殊考虑。在异常运行条件下，本标准的使用需经供需双方协商。下列是多间隙避雷装置典型的异常运行条件：

- 环境温度大于  $40\text{ }^{\circ}\text{C}$  或小于  $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ ；
- 海拔高度大于 1000 m；
- 风速大于 35 m/s；
- 地震烈度大于Ⅶ度；
- 覆冰厚度大于 20 mm；
- 异常运输（如交通事故等）和贮存（如仓库进水等）；
- 靠近大于  $200\text{ }^{\circ}\text{C}$  的热源；
- 能引起绝缘表面或安装金具劣化的烟气或蒸汽；
- 因烟气、灰尘、烟雾或其他导电物引起的严重污秽，达到 GB/T 26218.1 规定的现场污秽度等级“e”的条件；
- 粉尘、气体或烟气的爆炸混合物；
- 多间隙避雷装置用于机械支撑。

## 6 技术要求

### 6.1 放电电压性能

应对整只多间隙避雷装置进行50%雷电冲击放电电压试验，试验数值应与线路绝缘水平相配合，以保证多间隙避雷装置在雷电过电压下始终先于被保护线路绝缘放电动作。50%雷电冲击放电电压试验用来确定多间隙避雷装置的主间隙的最大距离。雷电冲击50%放电电压试验值应符合表4的要求。

表4 雷电冲击 50%放电电压试验值

系统标称电压（有效值） kV	正极性雷电冲击 50%放电电压（峰值） kV
10	≤100
35	≤250

## 6.2 耐受电压性能

应对整只多间隙避雷装置进行工频耐受电压试验，试验可按工频干耐受电压方式进行。工频耐受电压试验用来确定多间隙避雷装置主间隙的最小距离。工频耐受电压的试验值应符合表5的要求。

表5 工频耐受电压试验值

系统标称电压（有效值） kV	工频干耐受电压（有效值） kV
10	≥30
35	≥92

## 6.3 雷电冲击伏秒特性

对整只多间隙避雷装置进行雷电冲击伏秒特性试验，多间隙避雷装置雷电冲击伏秒特性曲线（放电时间为  $1 \mu\text{s} \sim 10 \mu\text{s}$ ）应比被保护线路的线路绝缘雷电冲击伏秒特性曲线至少低15%。

## 6.4 工频续流遮断能力

对整只多间隙避雷装置进行工频续流遮断试验，试品在承受额定工频电压下，应具有正、负极性冲击电压下分别连续多次（不小于10次）遮断工频续流（电流值不小于额定遮断工频续流峰值）的能力，应在工频续流第一次过零点时将其遮断，且不出现重燃。

## 6.5 大电流冲击耐受能力

灭弧间隙串应具有耐受连续2次大电流冲击的能力。对灭弧间隙串或比例单元进行大电流冲击耐受试验，试验电流波形为4/10  $\mu\text{s}$ ，试验电流值不应小于表3的规定。试验后，灭弧间隙串试品外套应无击穿、闪络、开裂或其他明显损坏痕迹。

## 6.6 雷电放电能力

灭弧间隙串应具有耐受连续多次雷电冲击放电电流的能力。对灭弧间隙串进行雷电放电能力试验，试验电流波形为4/10  $\mu\text{s}$ ，试验电流为20 kA，试验次数为18次。试验后，试品外套应无击穿、闪络、开裂或其他明显损坏痕迹。

## 6.7 限制电压特性

对灭弧间隙串进行限制电压特性试验，试验电流波形为8/20  $\mu\text{s}$ ，试验电流为30 kA，试验次数为3次，满足表6规定。

表6 限制电压值（峰值）

系统标称电压（有效值） kV	限制电压（峰值） kV
10	≤15
35	≤50

## 6.8 机械性能

对柱式结构的多间隙避雷装置，应能耐受拉伸、风力引起的机械负荷。当多间隙避雷装置作悬挂安装时，机械性能由拉伸负荷试验考核；当多间隙避雷装置作非悬挂（直立、斜立）安装时，机械性能由弯曲负荷试验考核。相对应，灭弧间隙串应能承受15倍自重的额定拉伸负荷1 min不损坏，或作用于灭弧间隙串上2.5倍最大风压力的额定弯曲负荷1 min不损坏。风压力的计算见GB/T 11032—2010中6.14.1。

例行试验时，灭弧间隙串应能耐受50%的额定拉伸负荷10 s试验或50%的额定弯曲负荷10 s试验而不损坏。

## 6.9 外观要求

### 6.9.1 复合外套表面缺陷

灭弧间隙串的复合外套表面单个缺陷面积（如缺胶、杂质、凸起等）不大于25 mm<sup>2</sup>，深度不大于1 mm，凸起表面和合缝应清理平整，凸起高度不大于0.8 mm，粘接缝凸起高度不大于1.2 mm，总缺陷面积不应超过绝缘总表面积的0.2%。

### 6.9.2 主间隙距离要求

每只多间隙避雷装置的主间隙距离尺寸应满足制造商设计的尺寸及其公差范围，对于需要现场安装后才能确定的主间隙尺寸，应明确安装要求，以保证多间隙避雷装置的放电特性。

### 6.9.3 金具要求

多间隙避雷装置镀锌金属件应符合DL/T 815 的规定。

## 6.10 空气间隙腔室要求

对灭弧间隙串施加高压使其击穿，观察试品喷弧情况，每个空气间隙腔室均应正常喷弧。

## 6.11 耐污秽性能

多间隙避雷装置应具有一定的耐污闪能力，爬电比距值应不小于表7的规定。

表7 爬电比距值

产品类型	爬电比距值 mm/kV
10 kV, 普通型	—
10 kV, 加强型	26
35 kV, 普通型	26
35 kV, 加强型	35

## 7 试验要求

### 7.1 测量设备及精度

7.1.1 测量设备应满足 GB/T 16927.2 的要求，其精度应符合有关试验条款的要求。

7.1.2 除另有规定外，所有工频电压试验的交流电压频率在 48 Hz~62 Hz，且近似于正弦波。

### 7.2 试验样品

7.2.1 除另有规定，对每个试验项目完整试验顺序应在同样样品上完成。样品应是新的、清洁的、装配完整的并按照能模拟运行条件布置。

7.2.2 当试验在比例单元上进行时，应满足以下条件：

——整只产品与比例单元的多间隙避雷装置额定电压比定义为  $n$ ， $n$  不大于 4；

——比例单元的灭弧间隙串样品中空气间隙腔室结构尺寸和材料应与多间隙避雷装置的灭弧间隙串完全相同，前者的空气间隙腔室串联数量为后者的空气间隙腔室串联数量除以  $n$  并向小值侧取整数；

——比例单元的主间隙电极的尺寸和形状不必按比例缩放，连接金具应与多间隙避雷装置相同。

——比例单元正极性 50% 雷电冲击放电电压取值为多间隙避雷装置最小主间隙距离时的正极性 50% 雷电冲击放电电压除以  $n$ ，允许最终取值与此电压值的偏差在  $\pm 3\%$  以内。

——根据比例单元正极性 50% 雷电冲击放电电压确定比例单元的主间隙距离。

## 8 试验方法

### 8.1 雷电冲击放电电压试验

样品为整只多间隙避雷装置，试验应在制造商规定的最大主间隙距离下进行，试验波形为标准雷电冲击 1.2/50  $\mu\text{s}$ ，试验方法按照 GB/T 16927.1—2011 附录 A 中 A.1.2 规定的升降法进行。

### 8.2 工频耐受电压试验

样品为整只多间隙避雷装置，试验应在制造商规定的最小主间隙距离下按照 GB/T 16927.1—2011 中 6.3.1 规定的工频耐受电压试验方法进行。

### 8.3 雷电冲击伏秒特性试验

样品为整只多间隙避雷装置，试验应在制造商规定的最大主间隙距离下进行，试验方法应符合 GB/T 16927.1—2011 中 7.1.31.2 的规定进行。

### 8.4 工频续流遮断试验

8.4.1 样品为整只多间隙避雷装置，试验时主间隙距离调整到最小规定值。

8.4.2 试验回路满足以下要求：

——试验回路可采用雷电冲击电源与  $L$  (电感)  $C$  (电容) 谐振回路组成的合成试验回路，或者雷电冲击电源与工频电源组成的合成试验回路；

——试验回路输出工频电流应至少满足多间隙避雷装置击穿动作后，流过样品的第一个电流半波峰值不小于表 2 规定的标准额定遮断工频续流峰值推荐值；

——试验回路输出工频电压应至少满足在多间隙避雷装置遮断续流后，施加在样品两端的第一个反向电压半波峰值不小于表 1 规定的  $U_{r-MGA}$  乘以  $\sqrt{2}$ 。

#### 8.4.3 试验按以下程序进行:

- 在雷电冲击点火前给试品施加足够时间的工频电压,在电压正半波峰值前  $30^{\circ} \sim 0^{\circ}$  施加同极性雷电冲击以使试品击穿放电,并测量记录试品两端工频电压和电流波形。试验波形应能显示电压和电流的全过程,即从冲击施加前的第一个电压波完整循环到电流最终遮断后的 5 个电压波完整循环;
- 对同一试品,在电压负半波下,接续进行上述步骤;
- 重复上述试验过程 10 次。

#### 8.4.4 试验后,观察结果和试验波形应到如下要求:

- 灭弧间隙串表面无闪络发生;
- 试品 20 次放电动作,工频电流均在第一次过零点被遮断,且在随后的电压半波内没有重燃。

### 8.5 大电流冲击耐受试验

8.5.1 试品为灭弧间隙串或灭弧间隙串比例单元,试品应耐受 2 次同样极性的  $4/10 \mu\text{s}$  大电流冲击,两次冲击试验时间间隔  $50 \text{ s} \sim 60 \text{ s}$ 。试验波形应符合 GB 11032—2010 中第 8.19 条的规定,试验电流值不应小于表 3 的规定。

8.5.2 试验后试品应无击穿、闪络、开裂或其他明显损坏的痕迹。

### 8.6 雷电放电能力试验

8.6.1 试品为灭弧间隙串,试验由 18 次电流波形为  $4/10 \mu\text{s}$ 、电流为不小于 20 kA 的放电冲击组成,分成 6 组进行,每组 3 次,两组之间的间隔时间应使试品冷却到接近初始环境温度。

8.6.2 试验后试品无击穿、闪络、开裂或其他明显损坏的痕迹。

### 8.7 限制电压试验

试验可在灭弧间隙串 (10 kV) 或灭弧间隙串 (35 kV) 比例单元上进行,对 3 只试品的每 1 只试品施加 3 次雷电电流冲击,试验电流波形为  $8/20 \mu\text{s}$ ,其幅值为 30 kA,两次冲击试验之间的间隔时间应使试品冷却到接近初始环境温度,限制电压值符合表 6 的规定。

### 8.8 机械强度检查

#### 8.8.1 拉伸负荷试验

8.8.1.1 对悬挂安装使用的柱式结构多间隙避雷装置,应进行拉伸负荷试验。试验在灭弧间隙串上进行。试品悬挂安装在试验机的安装面上,负载施加于试品的自由端,负载的方向应为试品的纵轴方向。型式试验时,试验负荷为额定拉伸负荷;例行试验时,试验负荷为额定拉伸负荷的 50%。

8.8.1.2 试验程序为:时间在  $30 \text{ s} \sim 90 \text{ s}$ ,应将拉伸负荷平稳增加到试验负荷值并保持稳定。在此期间测量伸长。达到规定的耐受时间后平稳释放负荷,并记录残余伸长。

#### 8.8.1.3 试验后应达到如下要求:

- 无可见的机械破坏;
- 作用力—伸长曲线无突变;
- 去掉拉伸负载后试品的残余伸长保持在施加拉伸负载前试品高度的  $\pm 5\%$  以内。

#### 8.8.2 弯曲负荷试验

8.8.2.1 对非悬挂安装使用的柱式结构多间隙避雷装置,应进行弯曲负荷试验。试验在灭弧间隙串上进行。试品安装固定在试验机的安装面上,负载施加于试品的顶端,负载的方向要穿过试品的纵轴并且

与它垂直，且为最低机械强度的方向。型式试验时，试验负荷为额定弯曲负荷；例行试验时，试验负荷为额定弯曲负荷的50%。

8.8.2.2 试验程序为：时间在30 s~90 s，应将弯曲负荷平稳增加到试验负荷值并保持稳定。在此期间测量偏移，达到规定的耐受时间后平稳释放负荷，并记录残余偏移。

8.8.2.3 试验后应达到如下要求：

- 无可见的机械破坏；
- 作用力—偏移曲线无突变；
- 去掉弯曲负载后外套的残余偏移保持在施加弯曲负载前外套总高度的±5%以内。

## 8.9 外观检查

8.9.1 用量具仔细检查灭弧间隙串外套的表面缺陷，检查结果应符合6.9.1的规定。

8.9.2 用量具测量多间隙避雷装置的主间隙的尺寸，其值应符合设计规定。

8.9.3 对镀锌金属件，试验检测方法应符合DL/T 815的规定。

## 8.10 空气间隙腔室检查

试品为灭弧间隙串。通过检查试品被击穿时产生的喷弧情况，间接判断空气间隙腔室的成型结构是否合格。采用以下方式进行试验：将灭弧间隙串的两个电极接入高压发生器的两端使试品间隙击穿，观察喷气口是否产生可见电弧，当所有喷气口均应有电弧产生。

## 8.11 爬电距离测量

试品为整只多间隙避雷装置。测量爬电距离时，应采用不会伸长的胶布带（或金属丝），在试品两电极间，沿绝缘件表面量得最短距离。经计算得到的爬电比距应符合表7的规定。

## 9 检验规则

### 9.1 总则

多间隙避雷装置应由生产厂家进行检验，应保证所交货的多间隙避雷装置符合本标准的要求，用户可按本标准的规定对多间隙避雷装置进行检验。

### 9.2 检验

多间隙避雷装置的检验分为型式试验、例行试验和验收试验三种。试验方法应符合本标准规定。试品应是新的、清洁的、装配完整的，并尽可能按实际运行情况安装布置。

### 9.3 型式试验

新产品试制定型时，应按表8规定进行型式试验。型式试验通过后，在设计和工艺有所变更对产品性能有影响时，应对有关试验项目进行试验。

表8 多间隙避雷装置型式试验项目

序号	试验名称	试验依据	试验方法	试品及数量
1	雷电冲击放电电压试验	6.1	8.1	整只产品，1只
2	工频耐受电压试验	6.2	8.2	整只产品，1只

表 8 多间隙避雷装置型式试验项目 (续)

序号	试验名称	试验依据	试验方法	试品及数量
3	雷电冲击伏秒特性试验	6.3	8.3	整只产品, 1 只
4	工频续流遮断试验	6.4	8.4	整只产品, 3 只
5	大电流冲击耐受试验	6.5	8.5	灭弧间隙串或比例单元, 3 只
6	雷电放电能力试验	6.6	8.6	灭弧间隙串, 3 只
7	限制电压	6.7	8.7	灭弧间隙串或比例单元, 3 只
8	机械强度检查	6.8	8.8	灭弧间隙串, 1 只
9	外观检查	6.9	8.9	整只产品, 1 只
10	空气间隙腔室检查	6.10	8.10	灭弧间隙串, 3 只
11	爬电距离测量	6.11	8.11	整只产品, 1 只

#### 9.4 例行试验

出厂的每只多间隙避雷装置产品应按表9规定进行检查, 若有任何一项不满足要求时, 则判定该多间隙避雷装置产品为不合格。

表9 多间隙避雷装置例行试验项目

序号	试验名称	试验依据	试验方法	试品及数量
1	外观检查	6.9	8.9	整只产品
2	空气间隙腔室检查	6.10	8.10	灭弧间隙串
3	工频耐受电压试验	6.2	8.2	整只产品

#### 9.5 验收试验

当订货者在订货协议中规定有验收试验时, 应进行下述规定试验项目:

- 按供货多间隙避雷装置产品数量抽取大于立方根的最小整数, 按 8.9 的要求进行外观检查;
  - 在供货多间隙避雷装置产品中随机抽取 3 只, 按 8.2 的要求进行工频耐受电压试验。
- 经供需双方协商, 试验可以在制造厂内进行。

### 10 标识、包装、运输和贮存

#### 10.1 标识

多间隙避雷装置上至少应包括下述信息, 信息应永久标记在多间隙避雷装置的铭牌上:

- 产品名称;
- 产品型号;
- 系统标称电压;
- 多间隙避雷装置额定电压;
- 产品编号;
- 制造厂名称;

——产品制造年月。

## 10.2 包装

多间隙避雷装置产品的包装应保证其在正常运输中，不因包装不良而使产品损坏。在包装箱上应注明：

- 产品名称、型号及制造厂名称；
- 发货单位、收货单位及详细地址；
- 产品净重、毛重、体积等；
- “小心轻放”等字样和标记。

## 10.3 随产品提供的技术文件

随产品提供的技术文件应包括：

- 装箱单；
- 产品出厂合格证；
- 说明书。

## 10.4 运输和贮存

运输和保管应注意以下事项：

- 产品运输、装卸应符合包装箱上标明的要求；
- 包装件不应与酸碱等腐蚀性物品放在同一车厢内运输；
- 包装件应放在通风、干燥、防潮的库房中贮存，不应与酸碱等腐蚀性物品放在同一库房中。

## 11 安装注意事项

11.1 距离变电站电气距离小于 1 km 的出线线路段，不宜采用多间隙避雷装置作为防雷措施。

11.2 多间隙避雷装置在架空线路（段）安装时宜选用交错换相安装方式。

### 参 考 文 献

- [1] 何金良 等. 配电线路雷电防护[M]. 北京: 清华大学出版社, 2013.
  - [2] 解广润 等. 电力系统过电压[M]. 北京: 中国电力出版社, 2018.
-