

# 团 体 标 准

T/CMSA 0044—2023

## 雷电防护装置 接闪杆性能要求与测试方法

Lightning protection system(LPS)— Performance requirements and testing methods  
of air terminal rod

2023 - 10 - 08 发布

2023 - 10 - 08 实施

## 目 次

前言 .....	II
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	1
4 试验标准接闪杆 .....	2
5 接闪杆分类 .....	2
5.1 常规接闪杆 .....	2
5.2 非常规接闪杆 .....	2
6 性能要求 .....	2
6.1 基本要求 .....	2
6.2 非常规接闪杆的附加要求 .....	3
7 测试方法 .....	4
7.1 总体要求 .....	4
7.2 常规接闪杆共性试验 .....	4
7.3 非常规接闪杆的附加试验 .....	6
附录 A (规范性) 试验标准接闪杆 (SRAT) 的要求 .....	10
附录 B (规范性) 接闪杆的材料、规格及使用条件 .....	12
附录 C (规范性) 耐腐蚀试验要求 .....	14
C.1 盐雾试验 .....	14
C.2 二氧化硫腐蚀试验 .....	14
附录 D (规范性) 电阻率试验 .....	15
附录 E (规范性) 截波时间差的计算和矫正 .....	16
E.1 非常规接闪杆的截断时间参考波形 .....	16
E.2 非常规接闪杆截波时间差的计算和矫正原理 .....	16
参考文献 .....	18

## 前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国气象服务协会提出并归口。

本文件起草单位：北京市雷闪防雷设施检测服务中心、莱茵检测认证服务（中国）有限公司、深圳市国家气候观象台、河北省气象服务中心、杜尔-梅森（南宁）防雷有限公司、四川中光防雷科技股份有限公司、广东中铭安全检测有限公司、湖南中普技术股份有限公司、国雷安全防护科技有限公司。

本文件主要起草人：王建忠、孙涌、王涪德、杨永明、赵新华、张峻、周爽、黄晓光、郑燕、雷成勇、赵毅、倪双兢、周蕾、于三双、苑旭华。

中国气象服务协会

# 雷电防护装置 接闪杆性能要求与测试方法

## 1 范围

本文件规定了试验标准接闪杆要求和接闪杆的分类及其性能要求与测试方法。  
本文件适用于接闪杆，含常规接闪杆和非常规接闪杆。

## 2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；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 50057—2010 建筑物防雷设计规范

GB/T 2423.18—2012 环境试验 第2部分：试验方法 试验Kb：盐雾，交变（氯化钠溶液）（IEC 60068—2—52:1996, IDT）

GB/T 9789—2008 金属和其他无机覆盖层 通常凝露条件下的二氧化硫腐蚀试验（ISO 6988:1985, IDT）

GB/T 16927.1—2011 高电压试验技术 第1部分：一般定义及试验（IEC 60060—1:2010, MOD）

GB/T 33588.2—2020 雷电防护系统部件（LPSC） 第2部分：接闪器、引下线和接地极的要求（IEC 62561—2:2018, IDT）

GJB 7581—2012 移动通信系统雷电防护要求

ISO 6892—1—2016 金属材料 拉伸试验 第1部分 常温测试法（Metallic materials Tensile testing—Part1:Method of test at room temperature）

NFC17—102:2011 雷电防护—提前发射防雷击保护系统（Protection against lightning — Early streamer emission lightning protection systems）。

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**接闪杆** air terminal rod

杆状导体制成的接闪器，用于拦截直击雷并将雷电流传导至引下线和接地装置。

[来源：GB/T 33588.2—2020，3.2]

### 3.2

**试验标准接闪杆** standard reference air terminal; SRAT

在接闪杆（3.1）接闪性能试验中，作为试验基准的接闪器（杆）。

### 3.3

**截断时间** time to chopping

$T_c$

视在起点与截断瞬时的时间间隔。

[来源: GB/T 16927.1—2011, 7.1.27]

### 3.4

**单位临界击穿电压** unit critical breakdown voltage

击穿接闪杆与云极板间每米空气间隙的临界电压值。

### 3.5

**接闪角度** lightning strike angle

以接闪杆为轴,在轴向面XZ形成的,以接闪杆的尖端为顶角,杆与临界保护界面间的夹角。该夹角基于滚球法确定保护范围,接闪杆与滚球圆弦外切角。

## 4 试验标准接闪杆

4.1 SRAT应符合附录A的要求。

4.2 可调节高度的试验标准杆除高度可在13 cm~100 cm范围内调整外,其外形尺寸、材料应符合附录A的要求。

## 5 接闪杆分类

### 5.1 常规接闪杆

按GB 50057—2010和GB/T 33588.2—2020规定要求使用金属材料制成的杆状接闪器。其接闪端部多为单针,也可为均匀布置的多针。接闪端头多为尖状或一定曲率半径。常规接闪杆的材料、结构、最小截面要求,使用条件见附录B。

### 5.2 非常规接闪杆

#### 5.2.1 具有提前接闪功能的接闪杆

通过接闪端部提前放电,其截断时间早于同等条件下的常规接闪杆。其材料、结构和最小截面应符合附录B要求。

#### 5.2.2 具有延迟接闪功能的接闪杆

相对于常规接闪杆,具有增加截断时间功能的接闪杆。

## 6 性能要求

### 6.1 基本要求

#### 6.1.1 标志、铭牌及使用说明书

接闪杆的制造商应提供必要的信息,见7.2.1。

#### 6.1.2 材料、结构和最小截面

应符合附录B中表B.1和B.2的要求。

#### 6.1.3 覆层厚度、有覆层的弯曲和附着力

覆层厚度不应小于表B.2中的要求。

有覆层导体的弯曲、附着力应符合7.2.4试验要求。

#### 6.1.4 耐腐蚀

应符合7.2.5环境试验的要求。

#### 6.1.5 拉伸强度

各种金属材料的拉伸强度不应低于表1中的要求。

表1 各种金属材料的拉伸强度和最大电阻率

材料	拉伸强度 N/mm <sup>2</sup>	最大电阻率 $\mu\Omega\cdot m$
铜材	200~450	0.018
铝	$\leq 150$	0.030
铝合金	120~280	0.036
钢材	290~510	0.25
不锈钢	350~770	0.800

#### 6.1.6 电阻率

各种金属材料的最大电阻率不应高于表1中的要求。

#### 6.1.7 杆头曲率半径

半球状接闪杆头曲率半径宜在4.8mm~12.7mm之间。

#### 6.1.8 雷电流耐受能力

接闪杆应能经受雷电耐受性的冲击，应符合7.2.9试验要求。

#### 6.1.9 单位临界击穿电压

按照本文件7.2.10试验要求和GJB 7581-2012 中7.1.1.4表2的技术要求，常规接闪杆的单位临界击穿电压为460kV/m~514kV/m。

### 6.2 非常规接闪杆的附加要求

#### 6.2.1 截波时间差

具有提前功能的接闪杆，截断时间早于同等条件下SRAT，具有延迟功能的接闪杆，截断时间迟于同等条件下SRAT。

按照7.3.1测试得出的截波时间差，可经过附录E.2中规定的矫正计算方式，得出在650 $\mu s$ 波头下的截波时间差，记为 $\Delta T_{(650\mu s)}$ 。

#### 6.2.2 接闪概率

接闪杆在一定数量的雷击放电中，截收雷击的概率，使用百分比表示。具有提前功能的接闪杆在与用于试验标准接闪杆（SRAT）的同等条件试验中，接闪杆率应不小于55%。具有延迟功能的接闪杆在与SRAT的同等条件试验中，接闪概率应不大于45%。

### 6.2.3 接闪角度

试品接闪杆在与可调高度试验标准接闪杆（SRAT）放电试验中，通过试验测得接闪角度。常规接闪杆的接闪角度为45°，具有提前功能的接闪杆的接闪角度应大于45°。

## 7 测试方法

### 7.1 总体要求

如果没有其他规定，高电压试验程序按照GB/T 16927.1。被测接闪杆应按照制造商的安装程序安装和进行电气连接。

随机选取一个样品，每项试验使用此试品，当试品均通过了所有试验项目，则认定该型号符合试验要求。如果试品没有通过某项试验，则应重新抽取1个新试品重复这项试验，如果重新选取的试品做了更改，而影响到已通过试验的结果，则需要重新进行相关试验。重复试验的新试品中如没能通过试验，试验应至此结束，不再继续下一项的试验，即可判定该产品未通过试验。

### 7.2 常规接闪杆共性试验

#### 7.2.1 标志、铭牌及使用说明书

7.2.1.1 生产商应在其产品标志、铭牌和使用说明书上提供下列信息：

- a) 生产厂、商标或品牌；
- b) 产品名称、型号；
- c) 制造、出厂编号；
- d) 安装方法；
- e) 材料、规格和尺寸；
- f) 使用条件；
- g) 需要说明的特殊功能（如果有）。

其中a)～c)要标识在产品本体上，其他项目可以标识在产品本体上，也可在使用说明书中说明。

7.2.1.2 应按7.2.1.1检查标志、铭牌及使用说明书内容是否齐全，并做铭牌耐久性试验（除压印、模印、冲压和雕刻方法制成的以外，其他所有铭牌均应进行以下试验。用一块浸湿水的棉布在铭牌上来回擦15次，约每秒钟一次，之后再一块浸湿聚脂族己烷溶液的棉花擦15s，溶液内含芳香体积分数最大为0.1%，贝壳松脂丁醇值为29，初沸点约65℃，干点约为69℃，密度为0.68g/cm<sup>3</sup>）。也可以使用最低为85%正己烷的试剂级己烷。试验后，铭牌上标志应是牢固清晰可见的，不应发生铭牌卷曲或脱落。由于型式试验的内容和方法包含了例行试验、验收试验的全部内容，本试验条件和试验程序只以型式试验为例。

#### 7.2.2 材料、结构和最小截面试验

测量导体的最小截面，按照本文件7.2.6做拉伸强度试验，按照本文件7.2.7做最大电阻率试验。

#### 7.2.3 覆层厚度试验

导体覆层的试验应符合GB/T 33588.2—2020.2中5.2.2的要求。

#### 7.2.4 有覆层导体的弯曲和附着力试验

有覆层导体的弯曲和附着力试验应符合GB/T 33588—2020.2中5.2.3的要求。

#### 7.2.5 耐腐蚀试验

导体耐腐蚀应符合GB/T 33588.2—2020中5.2.4环境试验的要求。见附录C

#### 7.2.6 拉伸强度（Rm）试验

抗拉强度试验方法见ISO 6892-1:2019 金属材料拉伸试验-1部分：室温下试验方法。

#### 7.2.7 电阻率试验

导体电阻率应符合GB/T 33588.2—2020中5.2.5的要求，试验结果应满足表1要求。见附录D

#### 7.2.8 弯头半径测试

半球状接闪端头弯曲半径应使用影像测量仪进行测量。

#### 7.2.9 雷电耐受能力试验

对接闪杆进行的雷电耐受性测试，使用波形为GB/T 33588.2中规定的10/350  $\mu\text{s}$ 波形，对每一个样品施加三次冲击电流，测试电流峰值应 $\geq 100$  kA，单位能量应满足2500 kJ/ $\Omega$ （具有-10%~+45%的相对误差），施加冲击电流的时间间隔应足以使样品冷却到接近环境温度。本试验应在7.3非常规接闪杆的附加试验前完成。

如果满足以下条件，样品可视为通过试验：

- a) 如果样品的连接件没有损坏，或在无放大的正常或矫正目视检查下没有裂纹；
- b) 尽可能靠近连接件，用至少10 A的电源测量接触电阻应小于或等于1 m $\Omega$ ，但对不锈钢的情况应小于或等于3 m $\Omega$ ；
- c) 样品仍然保持完好。

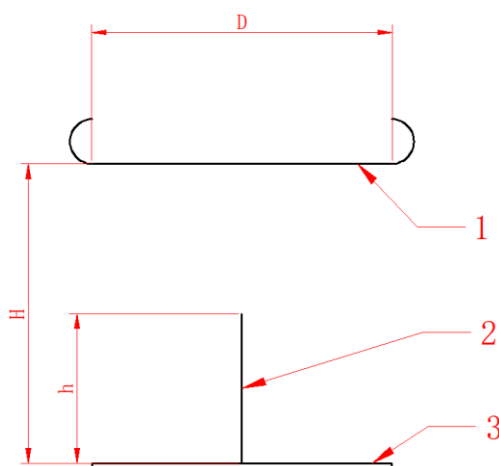
#### 7.2.10 单位临界击穿电压试验

本实验高压端使用平板电极，或称云极板，云极板与地极之间施加直流电压U，产生平行电场。使用一根与被测试品等高试验标准接闪杆（SRAT），替换被测试品后保持同一位置同一高度h，布置图见图1。高度 $H < 2h$ ， $D \geq H$ 。

高压发生器采用1.2/50 $\mu\text{s}$ 标准雷电冲击电压波形，应符合GB/T 16927.1—2011中7.2.1规定的雷电冲击电压波形的要求。试验使用负极性电压模拟上行先导。云极板与地电极板间产生大于20kV/m或制造商声称的均匀电场。



单位为毫米 (mm)



云极板到地极的距离(H)	被测试品高度(h)	云极板直径或边长(D)
$<2h$	$\geq 1000$	$\geq H$

标引序号说明：

- 1---高压端平板电极（云极板）；  
 2---被测试品或试验标准接闪杆（SRAT）；  
 3---平板地电极；

图1 临界击穿电压与截波时间差试验的布置

在雷云板上施加的雷电冲击电压应使云极板与接闪杆产生击穿放电。

按2%的步长递减试验电压，直至接闪杆不接闪。

按1%的步长递增试验电压，使接闪杆50%概率接闪，此时的试验电压为接闪杆临界击穿电压。

把临界击穿电压增加2%作为试验电压，对接闪杆进行100次冲击放电试验。普通避雷针接闪次数应大于96%，否则，增加试验次数。

按上述步骤对被测接闪杆进行100次冲击放电试验。

记录每一次的接闪电压和截断时间，计算出平均接闪电压值，利用平均接闪电压值除以针尖到云极板距离计算出单位临界接闪电压。

### 7.3 非常规接闪杆的附加试验

#### 7.3.1 截波时间差试验

本实验高压端使用平板电极，或称云极板，云极板与地极之间施加直流电压U，产生平行电场。使用一根与被测试品等高试验标准接闪杆（SRAT），替换被测试品后保持同一位置同一高度h，布置图见图1。高度 $H < 2h$ ， $D \geq H$ 。

高压发生器采用250/2500 $\mu$ s标准操作冲击电压波形，应符合GB/T 16297.1-2011中8.2.1对标准操作冲击的波形要求。试验使用负极性电压模拟上行先导。云极板与地电极板间产生大于20kV/m或制造商声称的均匀电场。

试验按以下要求进行：

调节发生器输出电压，使云极板足够击穿试品间的气隙。

按6.2.10找到临界击穿电压值，使用此值进行以下试验，并计算附录E.2中的校正系数。

对试验标准接闪杆（SRAT）进行多于100次放电，记录每次放电波形的截断时间。

对等高试品针进行多于100次放电，记录每次放电波形的截断时间。

概率统计中的有效试验样本数量应大于等于100次。

实验前与实验后应记录室温、气压和湿度值。

合格判别标准：

对实验数据样本使用稳健法统计筛选，对筛选后数据计算SRAT与试品100次试验中截断时间的平均值。

根据附录E，利用校正系数对截断时间进行换算。

对于具有提前功能的接闪杆，截断时间应小于SRAT的截断时间。

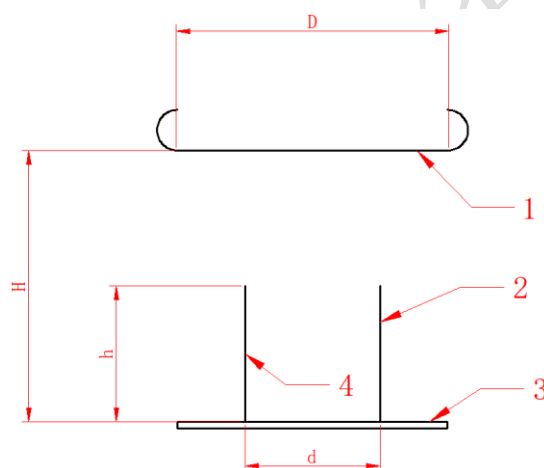
对于具有延迟功能的接闪杆，截断时间应大于SRAT的截断时间。

截波时间差为被测试品接闪杆与试验标准接闪杆（SRAT）截断时间差的绝对值，用 $\Delta T$ 表示，计算方法详见附录E。

### 7.3.2 接闪概率试验

本实验高压端使用平板电极，后称云极板，云极板与地极之间施加直流电压 $U$ ，产生平行电场。使用一根与被测试品等高试验标准接闪杆（SRAT），与被测试品间隔距离 $d$ 并列设置在云极板与地极之间，布置图参考图2。高度 $H < 2h$ ， $d \geq h$ ，云极板直径 $0.75D \geq d$ ， $D \geq H$ 。

高压发生器采用1.2/50 $\mu$ s标准雷电冲击电压波形，应符合GB/T 16927.1—2011中7.2.1规定的雷电冲击电压波形的要求，云极板与地电极板间产生大于20kV/m或制造商声称的均匀电场。



云极板直径或边长(D)	SRAT与试品间距(d)	云极板到地极的距离(H)	被测试品高度(h)
$\geq H$	$\geq h$	$< 2h$	—

标引序号说明：

1—高压端平板电极（云极板）；

2—试验标准接闪杆（SRAT）；

3—平板地电极；

4—被测试品；

图2 接闪概率试验的布置

试验按以下要求进行：

调节发生器输出电压，使云极板足够击穿试品间的气隙。

按6.2.10找到临界击穿电压值，使用此值进行以下试验。

实验应进行大于100次放电，记录试品和试验标准接闪杆（SRAT）各自的接闪次数。

概率统计中的有效实验样本数量应大于等于100次。

实验前与实验后应记录室温、气压和湿度值。

合格判别标准：

对于具有提前功能的接闪杆，接闪概率 $\geq 55\%$ 。

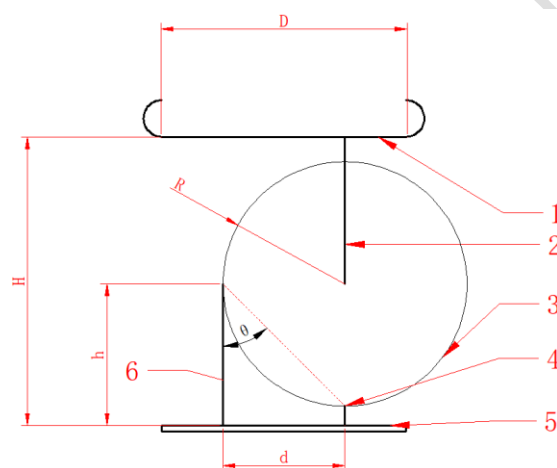
对于具有延迟功能的接闪杆，接闪概率 $\leq 45\%$ 。

### 7.3.3 接闪角度试验

本实验只针对具有提前接闪功能的接闪杆。

高压端使用先导棒垂直布设于云极板下，将一根可调节高度的试验标准接闪杆（SRAT），与被测试品间隔距离 $d$ （ $d < h$ ）平行设置在先导棒与地极之间，先导棒垂直位于SRAT的正上方，先导棒下尖端与被测试品上尖端保持在同一高度，保证距离 $d=R$ ，先导棒的长度 $L$ 应大于 $d$ 。布置图参考图3。 $H \geq 2h$ 。

高压发生器采用1.2/50 $\mu$ s标准雷电冲击电压，如有需要，云极板与地电极板间施加直流电压 $U$ ，生产大于20 kV/m或制造商声称的均匀电场。



SRAT与试品间距（d）	先导棒到地极的距离（H）	被测试品高度（h）	接闪角度（ $\theta$ ）
$< h$	$\geq 2h$	---	---

标引序号说明：

- 1——高压端平板电极（云极板）。
- 2——高压端先导棒（棒体直径小于等于 $28\text{mm} \pm 1\text{mm}$ ，棒头曲率半径不小于 $1\text{mm} \pm 0.05\text{mm}$ ）。
- 3——模拟的半径为 $R$ 的滚球。
- 4——可调节高度的试验标准接闪杆。
- 5——平板地电极。
- 6——被测试品。

图3 接闪角度试验的布置

试验按以下要求进行：

调节发生器输出电压，使高压端先导棒足够击穿可调节高度的试验标准接闪杆（SRAT）间的空气。降低SRAT的，使初期与试品等高的SRAT调节至电弧不再击打。

以20mm为步长，升高SRAT的高度，找到再次接闪的高度。

在此高度进行大于100次试验，记录试品和SRAT各自的接闪次数。

当完成100次试验后，SRAT的接闪概率=50%时，按SRAT高度计算接闪角度；SRAT的接闪概率>50%时，按SRAT高度减去10 mm计算接闪角度。

当完成100次试验后，SRAT的接闪概率<50%时，应再次升高SRAT高度20 mm，进行15次试验，在此15次试验中，接闪概率=100%时，按此SRAT高度减去10 mm计算接闪角度。

实验前与实验后应记录室温、气压和湿度值。

合格判别标准：

使用SRAT的高度，间距d和试品针的高度h，按三角函数计算试品的接闪角度 $\theta$ 。

对于提前功能的接闪杆的接闪角度应大于SRAT的接闪角度，SRAT的接闪角度取 $45^\circ$ 。

中国气象服务协会

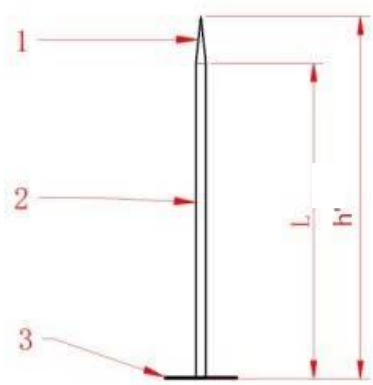
## 附录 A

(规范性)

## 试验标准接闪杆 (SRAT) 的要求

SRAT应采用不锈钢标号为314以上单根圆钢制作,表面粗糙度 $Ra \leq 3.2\mu\text{m}$ ,尺寸应符合图A.1~图A.3所示:

单位为毫米(mm)

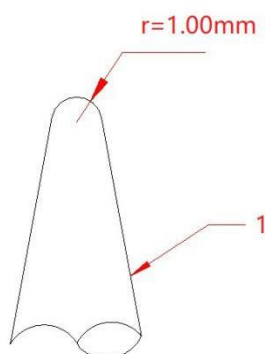


标引序号说明:

- 1——SRAT顶端锥体部分,锥面长不小于130 mm;
- 2——SRAT杆部,其直径为 $28\text{mm} \pm 1\text{mm}$ ;
- 3——金属底座,底座厚度不小于5mm;
- $h'$ ——SRAT,全长不小于1000 mm;
- $L$ ——SRAT主体部分,不小于900 mm;

图A.1 SRAT 的尺寸

单位为毫米(mm)



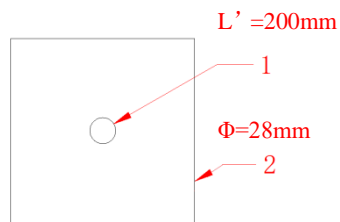
标引序号说明:

1---针头顶端;

r---曲率半径, 为 $1\text{mm} \pm 0.05\text{mm}$ ;

图A.2 SRAT 的针头顶端尺寸

单位为毫米(mm)



标引序号说明:

1---底座 $L'=200\text{mm} \pm 2\text{mm}$ .

2---杆直径 $\Phi=28\text{mm} \pm 1\text{mm}$ .

图A.3 SRAT 的金属底座尺寸

## 附录 B

(规范性)

## 接闪杆的材料、规格及使用条件

接闪杆的选用材料和使用条件的要求详见表B.1，接闪杆的尺寸规格应满足表B.2的要求。

表B.1 接闪杆的材料及使用条件

材料	使用于大气中	使用于地中	使用于混凝土中	耐腐蚀情况		
				在下列环境中能耐腐蚀	在下列环境中增加腐蚀	与下列材料接触形成直流电耦合可能受到严重腐蚀
铜	单根导体，绞线	单根导体，有镀层的绞线，铜管	单根导体，有镀层的绞线	在许多环境中良好	硫化物 有机材料	—
热镀锌钢	单根导体，绞线	单根导体，钢管	单根导体，绞线	敷设于大气、混凝土和无腐蚀性的一般土壤中受到的腐蚀是可接受的	高氯化物含量	铜
电镀铜钢	单根导体	单根导体	单根导体	在许多环境中良好	硫化物	—
不锈钢	单根导体，绞线	单根导体，绞线	单根导体，绞线	在许多环境中良好	高氯化物含量	—
铝	单根导体，绞线	不适合	不适合	在含有低浓度硫和氯化物的大气中良好	碱性溶液	铜
铅	有镀铅层的单根导体	禁止	不适合	在含有高浓度硫酸化合物的大气中良好	—	铜不锈钢

敷设于粘土或潮湿土壤中的镀锌钢可能受到腐蚀；在沿海地区，敷设于混凝土中的镀锌钢不宜延伸进入土壤中；不应在地中采用铅。

表 B.2 接闪杆的材料、结构与最小截面

材料	结构	最小截面 (mm <sup>2</sup> )	备注 <sub>7</sub>
铜，镀锡铜 <sub>1</sub>	单根圆铜 <sub>2</sub>	50	直径 8mm
	单根圆铜 <sub>2</sub>	176	直径 15mm
铝	单根圆铝	50	直径8mm
铝合金	单根圆形导体 <sub>3</sub>	50	直径8mm
	单根圆形导体	176	直径 15mm
	外表面镀铜的	50	直径8mm，径向镀铜厚度至少

材料	结构	最小截面 (mm <sup>2</sup> )	备注 <sup>7</sup>
	单根圆形导体		70 μm, 铜纯度99.9%
热浸镀锌钢 <sup>2</sup>	单根圆钢 <sup>6</sup>	50	直径8mm
	单根圆钢 <sup>3</sup>	176	直径 15mm
不锈钢 <sup>4</sup>	单根圆钢 <sup>3</sup>	176	直径 15mm
外表面 镀铜的钢	单根圆钢 (直径8 mm)	50	镀铜厚度至少70 μm, 铜纯度 99.9%

注 1: 热浸或电镀锡的锡层最小厚度为 1 μm;

注 2: 镀锌层宜光滑连贯、无焊剂斑点, 镀锌层圆钢至少 22.7 g/m<sup>2</sup>、扁钢至少 32.4 g/m<sup>2</sup>;

注 3: 当应用于机械应力没达到临界值之处, 可采用直径 10 mm、最长 1 m 的接闪杆, 并增加固定;

注 4: 不锈钢中, 铬的含量等于或大于 16%, 镍的含量等于或大于 8%, 碳的含量等于或小于 0.08%;

注 5: 在机械强度没有重要要求之处, 50mm<sup>2</sup> (直径 8mm) 可减为 28mm<sup>2</sup> (直径 6mm)。并应减小固定支架间的间距;

注 6: 避免在单位能量 10 MJ/Ω 下熔化的最小截面是铜为 16 mm<sup>2</sup>、铝为 25 mm<sup>2</sup>、

钢为 50 mm<sup>2</sup>、不锈钢为 50 mm<sup>2</sup>。

注 7: 截面积允许误差为 -3%。



附录 C  
(规范性)  
耐腐蚀试验要求

C.1 盐雾试验

经过雷电防护实验的样品方可进行环境试验。

通常试验样品为实际工况中的整机，试验样品不包装，不通电。试验方法按照GB/T 2423.18—2012严酷等级(1)进行，四个喷雾周期，每个2h，每个喷雾周期之后紧接着一个为期7d的湿热贮存周期。

当试验条件无法满足整机试验时，可用零部件或所安装的典型元器件(包括外装部件)进行，沿海(海上)实验方式按照实际需要另定试验方法。

C.2 二氧化硫腐蚀试验

二氧化硫腐蚀试验应按GB/T 9798—2008进行，在二氧化硫浓度为 $667 \times 10^{-6} \pm 25 \times 10^{-6}$ 单位体积的条件下进行7次循环，其中条款9和10除外。

每次循环持续24h，包括在温度 $40^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度100%的试验箱内暴露8h，再在室内环境大气中储存16h。试验后，更换潮湿二氧化硫气体进行下一循环试验。如果试验箱保持GB/T 9798—2008 6.5.2中规定的温度条件，样品也可以在储存期间放置其中。

附录 D  
(规范性)  
电阻率试验

电阻率计算:

应使用长约1.2m的试品试验。电阻测量应在 $1\text{m} \pm 1\text{mm}$ 的距离上进行,使用微欧姆表,通过适当的修正系数将读数修正到 $20^\circ\text{C}$ 。试品应进行称重。试品电阻率可以由下式得到:

$$\rho = \frac{R \times a}{l}$$

式中:

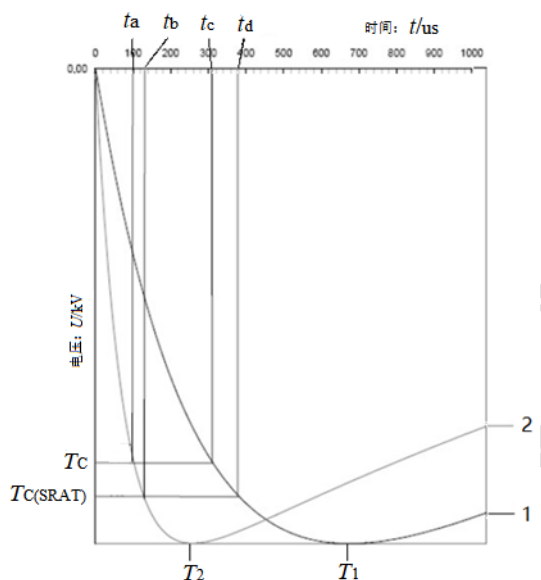
- $\rho$ ——电阻率 ( $\Omega \cdot \text{m}$ );
- $R$ ——1m长导体的电阻 ( $\Omega$ );
- $a$ ——截面积 ( $\text{m}^2$ );
- $l$ ——单位长度 (m);

中国气象服务协会

附录 E  
(规范性)  
截波时间差的计算和矫正

E.1 非常规接闪杆的截断时间参考波形

提前或延迟截断时间的测定与上升时间650 μs规定的参考波，见图E.1。



标引序号说明:

- 1——650 μs参考波形
- 2——测试电压波形
- $t_a$ ——试品的截断时间(μs)
- $t_b$ ——SRAT的截断时间(μs)
- $t_c$ ——转化参考波形下试品的截断时间(μs)
- $t_d$ ——转化参考波形下SRAT的截断时间(μs)
- $T_1$ ——参考波形的上升沿时间650(μs)
- $T_2$ ——测试波形的上升沿时间(μs)
- $T_{c(SRAT)}$ ——SRAT截断电压峰值位置(μs)
- $T_c$ ——试品截断电压峰值位置(μs)

图E.1 参考波形转化与校正原理图

E.2 非常规接闪杆截波时间差的计算和矫正原理

截波时间差和矫正原理分别按公式E.1和E.2计算:

$$\Delta T_{(650\mu s)} = (t_a - t_b) K \dots\dots\dots (E.1)$$

$$K = 650 / T_2 \dots\dots\dots (E.2)$$

式中：

$\Delta T_{(650\mu s)}$ ——截波时间差（ $\mu s$ ）

$t_a$ ——试品的截断时间（ $\mu s$ ）

$t_b$ ——SRAT的截断时间（ $\mu s$ ）

K——修正系数。

$T_2$ ——测试波形的上升沿时间（ $\mu s$ ）

中国气象服务协会

## 参 考 文 献

- [1] GB/T 33588.2 2020 雷电防护系统部件 (LPSC) 第2部分: 接闪器、引下线和接地极的要求
- [2] NFC17-102: 2011 Protection against lightning — Early streamer emission lightning protection systems
- [3] GJB 75812012 移动通信系统雷电防护要求

中国气象服务协会