

团 体 标 准

T/CI 166—2023

非接闪直击雷消散防护装置检验和使用 技术规范

Technical specification for inspection and use of non-contact lightning dissipating
protection devices

2023 - 10 - 23 发布

2023 - 11 - 01 实施

中国国际科技促进会 发 布

目 次

前言 II

引言 III

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 2

4 使用条件 3

5 分类和构成 3

6 技术要求 4

7 试验方法 6

8 检验规则 10

9 标志、包装、运输和贮存 11

10 安装与验收 12

附录 A（资料性） 全国主要城市平均雷暴日数统计表 15

附录 B（规范性） 支撑杆技术指标 18

附录 C（资料性） 非接闪直击雷消散防护装置验收 20

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。

本文件由北京捷安通达科技有限公司提出。

本文件由中国国际科技促进会归口。

本文件起草单位：北京捷安通达科技有限公司、慈溪市万能电子有限公司、泸州市气象局、广东雷宁普电气检测技术有限公司、北京捷安辰峰科技有限公司、河北昆雷科技开发有限公司、北京广荣防雷技术有限公司、衡水瑞福特防雷技术有限公司、安徽三升建设工程有限公司、安徽华豫科技有限公司、北京雷布斯雷电科学研究院有限公司、南京意诚科技有限公司、重庆市渝中区文物保护管理所、中国铁塔股份有限公司宣城市分公司、江西五和防护工程有限公司。

本文件主要起草人：全宇辰、刘细华、叶丽、张涛、余孟达、全宇峰、杜佳悦、马厂、朱立华、徐益民、李洋、王雷达、李和国、徐家兵、肖雷、张骏、孙永志、胡征、汪俊、李晓路。

引 言

雷电是大气臭氧层电位变化时维系臭氧层电位的基本自然现象。雷电通常产生于空气对流发展旺盛的积雨云中并完成其全部过程。臭氧层电位升高则向大地泄放电荷流（即发生正极性雷击现象）。臭氧层电位降低则由大地向其补偿电荷流（即发生负极性雷击现象）。雷云只是一种类似于电解质的媒介，实现电荷及能量的传递效应，因此常伴有大风、暴雨等强烈的大气活动现象。

区别于传统的“富兰克林”引雷入地保护形式，非接闪直击雷消散防护装置彻底杜绝了地面相邻空间内形成上行先导路径，同时以大功率脉冲方式强行向雷云发射高能的消散电荷，使得雷云在有效保护区域内无法呈现雷闪放电现象，在核心的、重要的、关键的、危险的场所及不应接闪落雷区，最大限度的基本杜绝接闪落雷对人身安全、设备安全的事故隐患。非接闪直击雷消散防护技术是对现有国家标准及行业标准的补充及完善。

非接闪直击雷消散防护装置检验和使用技术规范

1 范围

本文件规定了非接闪直击雷消散防护装置（以下简称“装置”）的使用条件、分类和构成、技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输和贮存、安装与验收。

本文件适用于非接闪直击雷消散防护装置的制造、检验和安装。

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/T 191 包装储运图示标志

GB/T 2900.33 电工术语 电力电子技术

GB/T 4208—2017 外壳防护等级（IP代码）

GB/T 17626（所有部分） 电磁兼容 试验和测量技术

GB 17799（所有部分） 电磁兼容 通用标准

GB/T 19663 信息系统雷电防护术语

GB/T 33588.1—2020 雷电防护系统部件（LPSC） 第1部分：连接件的要求

GB/T 33588.4—2020 雷电防护系统部件（LPSC） 第4部分：导体的紧固件要求

GB/Z 33588.8—2022 雷电防护系统部件（LPSC） 第8部分：雷电防护系统隔离部件的要求

GB 50057 建筑物防雷设计规范

GB/T 50065 交流电气装置的接地设计规范

GB 50169 电气装置安装工程 接地装置施工及验收规范

GB 50202 建筑地基基础工程施工质量验收标准

GB 50204 混凝土结构工程施工质量验收规范

GB 50205 钢结构工程施工质量验收标准

GB 50233 110kV～750kV架空输电线路施工及验收规范

GB 50601 建筑物防雷工程施工与质量验收规范

GB 50689—2011 通信局（站）防雷与接地工程设计规范

DL/T 741—2019 架空输电线路运行规程

GB/T 2421 环境试验 概述和指南

GB/T 2423.1 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验A：低温

GB/T 2423.2 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验B：高温

GB/T 2423.4 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验Db：交变湿热（12h+12h循环）

GB/T 2423.5 环境试验 第2部分：试验方法 试验Ea和导则：冲击

GB/T 2423.10 环境试验 第2部分：试验方法 试验Fc：振动（正弦）

GB/T 2423.16 环境试验 第2部分：试验方法 试验J和导则：长霉

GB/T 2423.17 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验Ka：盐雾

GB/T 2423.21 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验M：低气压

GB/T 2423.37 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验L：沙尘试验

GB/T 2423.38 环境试验 第2部分：试验方法 试验R：水试验方法和导则

GB/T 2423.41 环境试验 第2部分：试验方法 风压

3 术语和定义

GB 50057、GB/T 2900.33、GB/T 19663界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

非接闪直击雷消散防护装置 non-contact lightning dissipating protection devices

在雷云电场条件下产生电晕消散电流及电晕消散电压，以全面降低云层电荷积聚形成对地的电场强度为目的且减少和杜绝直击雷接闪落雷现象的装置。

3.2

电晕消散电流 corona dissipation current

装置向雷云电荷补偿而形成的电荷流，单位为安培。

3.3

电晕消散电荷 corona dissipation charge

装置向雷云进行补偿时发射的电荷，单位为库伦。

3.4

电晕消散脉冲功率 corona dissipation pulsed power

装置工作时，电晕消散电压与电晕消散电流有效值之积。

3.5

保护角 shielding angle

通过装置顶部的铅垂线与通用接闪器顶到大地的线段相交形成的角。该角沿接闪器顶部的铅垂线旋转一周形成了一个锥形保护区。位于保护区内的物体可避免直击雷侵袭。

3.6

表面温升 surface temperature rise

装置在额定连续工作时间所允许的最高温度与环境温度之差。

3.7

电的连续性 continuity of electricity

装置外露可导电部分与保护导体连接的端子之间的过渡电阻值。

3.8

响应时间 response time

装置工作时仪器可观测到的最小电晕消散电流波形时间宽度值，单位为ns。

3.9

装置工作电位极性 device working potential polarity
装置工作时，顶端与大地间的电位极性。

3. 10

绝缘电阻 insulation resistance
装置顶部与底座之间的电阻值。

3. 11

雷电冲击电流 lightning current impulse
装置在规定的雷电流参数下的冲击耐受。

3. 12

有效保护半径 effective protection radius
装置的电晕消散电荷定义下的保护范围。

3. 13

接地电阻 earthing resistance
在给定的频率下，系统、装置或设备的给定点与参考地之间的阻抗的实部。

3. 14

最大允许接地电阻 max allowable grounding resistance
制造商声明的装置在工作时，出现0.1倍电晕消散电流时所允许的接地电阻。

4 使用条件

- 工作环境应符合以下要求：
- 环境温度：-40℃~+70℃；
 - 相对湿度：不大于98%（无凝露）；
 - 海拔：不大于5000m；
 - 抗风能力：12级（32.6m/s）；
 - 安装地点：被保护区域内最高位置点。
- 注：超出以上使用条件规定为特殊使用条件，由制造商与用户协商。

5 分类和构成

5.1 分类

- 5.1.1 装置分为通用型和特殊型。
- 5.1.2 通用型依据雷暴区域等级分为少雷区用、中雷区用、多雷区用和强雷区用四类产品，应符合表1的要求，雷暴区域等级按年平均雷暴日数见附录A，划分应符合下列规定：
- 少雷区：年平均雷暴日在25d及以下的地区；
 - 中雷区：年平均雷暴日大于26d，小于或等于40d的地区；
 - 多雷区：年平均雷暴日大于41d，小于或等于90d的地区；
 - 强雷区：年平均雷暴日在90d以上的地区。

表1 产品类别

序号	分类	图型	应用场景
----	----	----	------

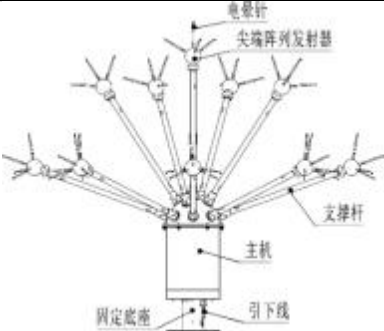
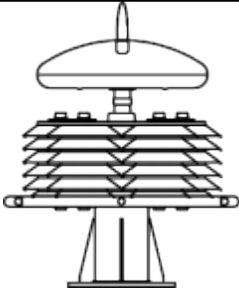
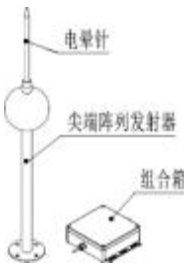
1	强雷区用		高压输电电力塔杆、变电站、高铁站点、雷达站、卫星地面站、天线阵列场、易燃易爆场所、林区雷电火灾防护、岛礁军事区、电发火弹药库、石油石化场所、古树、古建筑物、桥梁、水库、天然气加压站、粮棉油储库、国家级剧院、国家级会议中心、大中型港口、大型计算中心、机场导航助航、油气储罐、通信（局）站
---	------	---	---

表1 产品类别（续）

序号	分类	图型	应用场景
2	多雷区用		高速收费站、医院学校、证券、保险、银行、智能建筑、加油站、加气站、旅游景点、运动场馆、高档别墅区、高层建筑、中小型计算中心
3	中雷区用		移动车载装备、机动野战、单兵背负装备、移动弹药库、移动后勤保障仓库、移动指挥所
4	少雷区用		大型工矿企业、大型平板屋顶、光伏场站、大型露天矿区、考古现场、文物群、露天会场、特殊应急环境、大型室外照明、户外广告屏幕

5.1.3 特殊型装置可参照复杂地质、地况及恶劣气候条件等诸多因素定制类别。

5.2 构成

非接闪直击雷消散防护装置由主机、监测单元、接地系统、支撑塔杆等构成，支撑杆应符合附录B的规定。

6 技术要求

6.1 外观与结构

- 6.1.1 外观光洁平整，不应有明显的凹凸不平或机械划伤，不应有裂纹、毛和刺、破坏性压或严重锈蚀等缺陷。
- 6.1.2 零件之间所有焊接采用满焊连接，不应有焊缝间断、气孔、烧穿等焊接缺陷，表面焊缝打磨光滑后，整体抛光处理，表面无划伤、凹坑等缺陷。
- 6.1.3 金属外壳表面无气泡、腐蚀、划痕、涂层脱落和沙孔；无锐边、毛刺和咬边。

- 6.1.4 外表面上的各种文字、图形、数字等应清晰、准确。
- 6.1.5 容易松脱的零件应有可靠的防松装置。
- 6.1.6 各部件应连接紧密，紧固件应安装牢固，各控制开关、调节装置应灵活、可靠，无阻滞现象。
- 6.1.7 装置正常工作时应有明显的指示，出现故障时应有易于用户识别的报警提示。

6.2 机械要求

应符合GB/T 33588.4—2020中5.3及GB/Z 33588.8—2022中4.2.3的要求。

6.3 性能指标

主要性能指标应符合表2的规定。

表2 性能指标

序号	项目		指标
1	电晕消散电流	少雷区	$\geq 5\text{ A}$
		中雷区	$\geq 7\text{ A}$
		多雷区	$\geq 15\text{ A}$
		强雷区	$\geq 20\text{ A}$
2	电晕消散电荷	少雷区	$\geq 5\text{ C}$
		中雷区	$\geq 7\text{ C}$
		多雷区	$\geq 15\text{ C}$
		强雷区	$\geq 20\text{ C}$
3	电晕场消散电压	少雷区、中雷区	$> 5\text{ kV}$
		多雷区、强雷区	$> 10\text{ kV}$
4	电晕消散脉冲功率	少雷区	$\geq 25\text{ kVA}$
		中雷区	$\geq 35\text{ kVA}$
		多雷区	$\geq 150\text{ kVA}$
		强雷区	$\geq 200\text{ kVA}$
5	有效保护半径	少雷区	$\geq 728\text{ m}$
		中雷区	$\geq 609\text{ m}$
		多雷区	$\geq 630\text{ m}$
		强雷区	$\geq 651\text{ m}$
6	保护角		$\geq 89^\circ$
7	响应时间		$< 20\text{ ns}$
8	装置工作电位极性		与雷云板电场电位同极性
9	雷电冲击电流		$\geq 200\text{ kA}$

10	装置工作表面温升	<40 ℃
注：电晕场消散电压指装置工作时，其顶部与装置接地端子之间最大直流电压有效值。		

6.4 防护等级

主机和室外监测单元外壳、机箱及接口部位的外壳防护等级应不低于GB/T 4208—2017规定的IP65。

6.5 软件

- 6.5.1 应具有实时传递、接收、处理、显示数据等功能。
- 6.5.2 应具有实时监测功能，包括装置故障、工作状态、接地状态、历史数据存储和查询等。

6.6 电气安全性

6.6.1 绝缘电阻

装置和底座的绝缘电阻应大于20 M Ω 。

6.6.2 电的连续性

所有外露可导电部分（包括金属外壳）与保护导体连接的端子之间的电阻不应超过0.1 Ω 。

6.6.3 接地电阻

接地电阻应符合以下要求：

- 接地装置工频接地电阻的计算应符合 GB/T 50065 的规定，其与冲击接地电阻的换算应符合 GB 50057 的规定；
- 接地电阻应符合相应场所的要求，应不大于 30 Ω ；装置在工作时，发生电晕消散电流现象，最大允许接地电阻应不大于 1200 Ω 。

6.7 可靠性

可靠性应符合以下要求：

- 平均故障间隔时间（MTBF）不小于 20 000 h；
- 平均修复时间（MTTR）不大于 0.5 h。

6.8 环境适应性

装置按表3规定进行环境试验，试验后装置工作正常，外观无变形、标志无损坏。

表3 环境试验

项目	试验条件	持续时间	状态
高温贮存	80 $^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$	4 h	非工作状态
高温工作	70 $^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$	4 h	工作状态
低温贮存	-55 $^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$	4 h	非工作状态
低温工作	-40 $^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$	4 h	工作状态
淋雨	水压276 kPa，雨滴直径0.5 mm~4.5 mm	40 min	非工作状态
湿热	$\leq 95\%$ (25 $^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$)	4 h	非工作状态
低气压	气压53.5 kPa、海拔5 000 m	1 h	非工作状态
霉菌	温度25 $^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ，湿度 $\leq 95\%$ ，风速0.5 m/s~1.7 m/s	28 d	非工作状态
盐雾	盐溶液浓度5% $\pm 1\%$ 、pH值6.5~7.2，盐雾沉降率3 mL/（80 m ² ·h），温度35 $^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$	96 h（24 h喷盐雾24 h干燥，两个阶段）	非工作状态
沙尘	吹尘温度33 $^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 、55 $^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ，湿度 $\leq 30\%$ ，风速8.9 m/s ± 1.2 m/s，吹尘浓度10.6 g/m ³ ± 7 g/m ³ ； 吹砂温度55 $^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ，湿度 $\leq 30\%$ ，风速18 m/s~27 m/s，浓度2.2 g/m ³	15 h	非工作状态
冲击	冲击加速度为20 g，沿3个互相垂直轴的6个轴向上的每个方向各施加3次（共	持续时间11 ms	非工作状态

	18次)		
振动	每轴向60 min, X、Y、Z三个方向	3 h	非工作状态
抗风	试验风速32.6 m/s, 风速变化率不超过5 m/s	10 min	非工作状态

6.9 电磁兼容性

装置的电磁兼容性应符合GB/T 17626（所有部分）和GB 17799（所有部分）的要求。

7 试验方法

7.1 试验条件

- 7.1.1 在试验前 30 min 测量记录试验环境的温度、气压和相对湿度。
- 7.1.2 温度应在空温下，试验前后温度变化量不大于 10℃。
- 7.1.3 试验前后气压变化量不大于 2%。
- 7.1.4 在室温下相对湿度应在 0%RH~80%RH (20℃)，试验前后相对湿度变化量不大于 20%。
- 7.1.5 检验的仪器设备均经计量检定合格并在有效期内，专用检测设备应经过鉴定并检定合格，陪试设备应通过鉴定并经检验合格，所用测试仪器应具有足够的精度和稳定度，其精度应高于被测指标精度一个数量级或误差小于被测参数容许误差的 1/3。
- 7.1.6 环境适应性试验应符合 GB/T 2421 的规定。

7.2 外观与结构

自然光线下，目测检查。

7.3 机械检查

按 GB/T 33588.4—2020 和 GB/Z 33588.8—2022 的规定执行。

7.4 技术指标

7.4.1 电晕消散电流

7.4.1.1 装置放在雷云板 (2 000 mm×2 000 mm×50 mm) 正下方，雷云板到装置尖端为 150 mm~500 mm，测试时每次施加 20 kV/m~25 kV/m 电场 10 min，如贯穿放电则终止试验。

7.4.1.2 装置下部串接无感采样电阻，在装置稳定工作后，使用仪器读取秒周期 1 Hz 下均方根 AVG 值。

7.4.2 电晕消散电荷

通过 7.4.1.2 测试得出的电晕消散电流计算得出。

7.4.3 电晕消散电压

用直流电流表串联电阻，装置顶端与雷云板间发生离子电晕现象时，顶端与大地之间电压在装置稳定工作 10 min 后，读取直流电压有效值。

7.4.4 电晕消散脉冲功率

通过 7.4.1.2 和 7.4.3 测试得出的电晕消散电流和电晕消散电压计算得出。

7.4.5 有效保护半径

在 90° 保护角条件下，装置在指定雷云厚度下对被保护物的最大保护范围按式 (1) 计算：

$$D = \pi \times R^2 \times P \times h \dots \dots \dots (1)$$

式中：

D ——秒周期下电晕消散电流，单位为A · s；

R ——保护半径，单位为m；

P ——单位体积小雷云电荷含量 3×10^{-9} A · s/m³；

H ——指定的雷云厚度，单位为m。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/248031017131006116>