

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、安徽华琢科技有限公司、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 5 000 m；
 - 抗风能力：12 级（32.6 m/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 25 d 及以下的地区；
 - 中雷区：年平均雷暴日大于 26 d，小于或等于 40 d 的地区；
 - 多雷区：年平均雷暴日大于 41 d，小于或等于 90 d 的地区；
 - 强雷区：年平均雷暴日在 90 d 以上的地区。

表1 产品类别

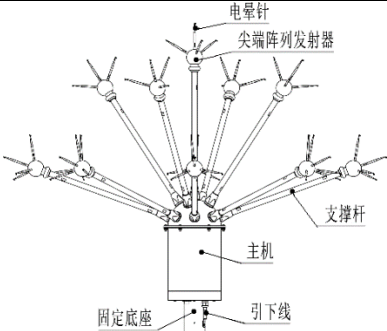
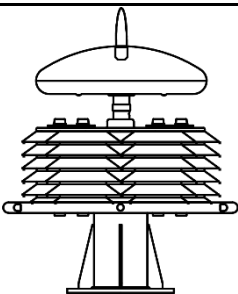
序号	分类	图型	应用场景
1	强雷区用		高压输电电力塔杆、变电站、高铁站点、雷达站、卫星地面站、天线阵列场、易燃易爆场所、林区雷电火灾防护、岛礁军事区、电发火弹药库、石油石化场所、古树、古建筑物、桥梁、水库、天然气加压站、粮棉油储库、国家级剧院、国家级会议中心、大中型港口、大型计算中心、机场导航助航、油气储罐、通信（局）站

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	≥5 A
		中雷区	≥7 A
		多雷区	≥15 A
		强雷区	≥20 A
2	电晕消散电荷	少雷区	≥5 C
		中雷区	≥7 C
		多雷区	≥15 C
		强雷区	≥20 C
3	电晕场消散电压	少雷区、中雷区	>5 kV
		多雷区、强雷区	>10 kV
4	电晕消散脉冲功率	少雷区	≥25 kVA
		中雷区	≥35 kVA
		多雷区	≥150 kVA
		强雷区	≥200 kVA
5	有效保护半径	少雷区	≥728 m
		中雷区	≥609 m
		多雷区	≥630 m
		强雷区	≥651 m
6	保护角		≥89°
7	响应时间		<20 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		≥200 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个轴向的每个方向各施加3次（共18次）	持续时间11 ms	非工作状态
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：

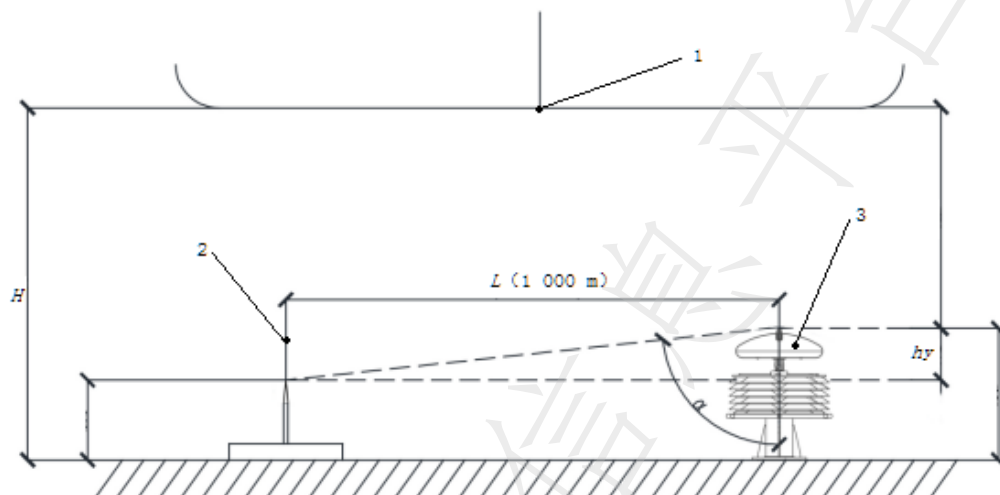
$$D = \pi \times R^2 \times P \times h \dots\dots\dots (1)$$

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。

7.4.6 保护角

7.4.6.1 将装置放置于雷云板下方，雷云板高度 $H=1\ 000\ \text{mm}$ ，装置距离雷云板高度 $482\ \text{mm}$ ，水平距离 $500\ \text{mm}$ ，见图 1，试验样品采用通用类装置。



1—雷云板；2—普通针；3—装置

图1 试验装置示意图

7.4.6.2 在距离装置 $L=1\ \text{m}$ 间距处设置 1 个普通针，调整普通针高度。按公式 (2) 计算保护角度，随 h_y 不断变化，在雷云板进行放电时，装置能在普通针下非接闪。

$$\alpha = \arctg \frac{L}{h_y} \dots\dots\dots (2)$$

式中：

α ——装置保护角度；

L ——装置与普通针中心距离；

h_y ——装置与普通针高度差。

7.4.7 响应时间

在 7.4.1 试验下，在最大电晕消散电流发生时，将数字示波器调整到每格 $20\ \text{ns}$ 时，检查能否读取完整的电晕电流波形时（非最大值）。

7.4.8 装置工作电位极性

装置工作时，用匹配的高压探头，测试装置顶端电场电位极性，并与雷云板进行比较。

7.4.9 雷电冲击电流

把装置连接到冲击电流发生器，流过装置的电流峰值应不小于 $200\ \text{kA}$ 。试验中检查装置是否有飞弧、闪络，试验后检查结构有无损坏。

7.4.10 装置工作表面温升

装置出现电晕电流开始计时，持续工作 $4\ \text{h}$ 后，用精度不低于 $1\ ^\circ\text{C}$ 的红外测温仪测定金属表面温度，计算温升。

7.5 防护等级

按GB/T 4208—2017的规定进行。

7.6 软件

7.6.1 操作装置，模拟检测线路的运行状态，检查相应的报警装置是否有报警功能。

7.6.2 调整至界面选择，观察页面主菜单。

7.6.3 调节至实时监测显示，检查装置故障、工作状态、历史数据显示功能

7.7 电气安全检查

7.7.1 绝缘电阻

装置和底座的金属零件之间及预警器的电源和壳体之间用500 V兆欧表测量。

7.7.2 电的连续性

装置与保护导体（金属桶）连接时通过30 A（DC）的电流时，其电压降最大为3 V，判定为合格。

7.7.3 接地电阻

按GB 50689—2011中附录E.0.1的规定执行。

7.8 可靠性

7.8.1 平均故障间隔时间按式（3）计算。

$$MTBF = \frac{\sum t_i}{r} \dots\dots\dots (3)$$

式中：

$MTBF$ ——平均故障间隔时间，单位为小时（h）；

$\sum t_i$ ——装置的累计工作时间之和，单位为小时（h）；

r ——被试装置在生产考核期间累计故障次数（轻度故障除外）。

注：装置出现磨损、腐蚀、接地状态虚接为轻度故障。

7.8.2 平均修复时间按式（4）计算。

$$MTTR = \frac{\sum T_i}{r} \dots\dots\dots (4)$$

式中：

$MTTR$ ——平均修复时间，单位为小时（h）；

T_i ——装置的累计故障时间之和，单位为小时（h）；

r ——被试装置在生产考核期间累计故障次数（轻度故障除外）。

注：装置出现磨损、腐蚀、接地状态虚接为轻度故障。

7.9 环境适应性

7.9.1 高温贮存、高温工作

按照GB/T 2423.2的规定进行。

7.9.2 低温贮存、低温工作

按照GB/T 2423.1的规定进行。

7.9.3 淋雨

按照GB/T 2423.38的规定进行。

7.9.4 湿热

按照GB/T 2423.4的规定进行。

7.9.5 低气压

按照GB/T 2423.21的规定进行。

7.9.6 霉菌

按照GB/T 2423.16的规定进行。

7.9.7 盐雾

按照GB/T 2423.17的规定进行。

7.9.8 沙尘

按照GB/T 2423.37的规定进行。

7.9.9 冲击

按照GB/T 2423.5的规定进行。

7.9.10 振动

按照GB/T 2423.10的规定进行。

7.9.11 抗风等级

按照GB/T 2423.41的规定进行。

注：抗风等级指装置在受到强风作用时所能承受的风速或风压等级的大小。

7.10 电磁兼容性

按GB/T 17626（所有部分）和GB 17799（所有部分）规定的进行。

8 检验规则

8.1 检验分类

产品检验分出厂检验和型式检验。

8.2 出厂检验

8.2.1 装置应经制造厂检验合格，并开具产品出厂合格证后，方可出厂。

8.2.2 出厂检验的项目见表4。

8.2.3 由于本产品特殊性，部分项目需在现场调试后进行。当全部检验项目符合规定时，则判定为出厂检验合格。当检验项目不合格时，可进厂返修，返修后重新提交检验，若仍不合格则判为出厂检验不

合格。其中，6.6 不应返修。

8.3 型式检验

8.3.1 当出现下列情况之一时，应进行型式试验：

- 老产品转厂生产或新产品试制定型鉴定；
- 正式生产后，如材料、结构、工艺有较大差异，可能影响产品性能；
- 正常生产时，每年定期进行一次检验；
- 停产两年后恢复生产时；
- 出厂检验结果与上次型式检验有较大差异时；
- 行业主管部门提出型式检验要求时。

8.3.2 装置型式检验的检验项目按表4的规定进行，在出厂检验合格的产品中随机抽取2台进行检验。

表4 检验项目

序号	检验项目	出厂检验	型式检验
1	外观与结构	√	√
2	机械要求	√	√
3	电晕消散电流	—	√
4	电晕消散电荷	—	√
5	电晕消散电压	—	√
6	电晕消散脉冲功率	—	√
7	有效保护半径	—	√
8	保护角	—	√
9	响应时间	—	√
10	装置工作电位极性	—	√
11	雷电冲击电流	—	√
12	装置工作表面温升	—	√
13	防护等级	—	√
14	软件	√	√
15	绝缘电阻	√	√
16	电的连续性	√	√
17	接地电阻	√	√
18	可靠性	—	√
19	环境适应性	—	√
20	电磁兼容性	—	√
注：“√”为检测项目，“—”为不检项目。			

8.3.3 所有项目合格时，应判定该批产品为合格；当某项目不合格时，可加倍抽样复检，所有项目复检合格，应判定该批产品为合格；若复检项目仍有不合格时，应判定该批产品为不合格。

9 标志、包装、运输和贮存

9.1 标志

9.1.1 铭牌应牢固和无卷曲的固定于装置上，标志的内容应齐全、清晰可读且不易磨灭。至少应标有

下列内容：

- a) 制造商或供应商的名称或商标；
- b) 识别符号（图片，产品编号等）。

注：当实际情况不允许时，b) 规定的标识可在最小包装上标注，或在随同包装文件中标注。

9.1.2 产品包装箱应具有以下内容：

- a) 制造厂名及地址；
- b) 收货单位名称及地址；
- c) 产品名称、型号、装箱年月及产品标准编号；
- d) 净重、毛重、箱罩外型尺寸以及“轻放”“不许倒置”“怕湿”等标记，并应符合 GB/T 191 相关要求。

9.1.3 包装箱上字符应不致因日晒雨淋而模糊不清。

9.2 包装

9.2.1 产品（包括附件、备件）在装箱时应加防震措施并固定，以防在运输时损坏或失散。

9.2.2 产品应用罩箱包装，并满足露天存放及运输要求。

9.2.3 产品包装应根据需要满足水路、航空和公路运输要求。

9.2.4 随同产品供应的技术资料包括：

- a) 装箱清单；
- b) 产品出厂合格证书；
- c) 产品使用说明书。

9.3 运输和贮存

9.3.1 所有的紧固件应有防松措施，避免在运输过程中松脱或意外事故发生。

9.3.2 产品在贮运中不应雨雪侵袭。产品在保管期间，应存放在相对湿度不大于 85% 的仓库中，仓库内不应有腐蚀性有害气体存在，贮运温度为 $-55\text{ }^{\circ}\text{C} \sim +80\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

10 安装与验收

10.1 安装

10.1.1 支撑塔杆

10.1.1.1 装置各部件组装好后，将装置整体通过连接件固定在支撑塔杆座上。

10.1.1.2 安装装置时连接应可靠。

10.1.1.3 安装完成后，装置各连接处或金属表面涂镀层有损伤处，应做好防锈处理。

10.1.1.4 钢结构塔架及钢管杆应采用工厂化加工，现场组装，有限采用螺栓连接，焊接宜在工厂完成，杆件应做好热浸（镀）锌防腐处理，若在现场安装，焊接后应对焊缝进行防腐处理，螺栓、螺母、垫圈等应采取镀锌处理。

10.1.1.5 镀锌层厚度：镀件厚度在 $3\text{ mm} \sim 6\text{ mm}$ ，镀锌层厚度不小于 $70\text{ }\mu\text{m}$ ；镀件厚度大于或等于 6 mm 时，镀锌层厚度不小于 $85\text{ }\mu\text{m}$ 。镀锌层的均匀性、附着性应抽样检测，不符合要求重新加工。

10.1.1.6 基坑开挖，应注意不扰动坑底及四周的土壤，雨水不应侵入，回填时应分层夯实。

10.1.1.7 钢结构塔安装应按施工组织设计进行，安装时结构应稳定和不导致永久变形。

10.1.1.8 吊装前应清除结构件表面上的油污、冰雪、泥沙和灰尘等杂物。

10.1.1.9 钢结构塔安装前，应对钢结构进行检查，结构件的变形缺陷超过允许偏差时，应进行质量处理。

10.1.1.10 钢结构塔安装采用散装结构拼装，每个塔节为一独立单元，独立单元的全部钢结构安装完毕后，应形成空间钢架单元。

10.1.1.11 各构件的连接头，应检查合格后方可紧固。

10.1.1.12 立塔过程中，应使用经纬仪检测铁塔中心线倾斜度，使其保证他的倾斜度不大于 H （主塔高）/1 000，塔身每段上下平面中心线的偏差小于 H （节点高）/750；

10.1.1.13 接闪杆体、接闪带、支架、接地引下线、连接线等部件，均应采用热浸（镀）锌方法防止锈蚀，大件物品采用热浸锌，小件物品采用镀锌。

10.1.2 机动升降杆

10.1.2.1 装置各部件组装好后，将装置整体通过连接件固定在动升降杆上。

10.1.2.2 安装装置时连接应可靠。

10.1.2.3 安装完成后，装置各连接处或金属表面涂镀层有损伤处，应做好防锈处理。

10.1.2.4 使用前应检查以下内容：

- 升降杆应完全闭合；
- 杆体各节钢丝绳应与其上滑轮正对；
- 顶部挂钩应与拉线盘脱开。

注：升降杆在使用时应注意观察钢丝绳，尤其是绞线器中外露的钢丝绳，如有发现断丝、严重磨损的现象应及时对该节钢丝绳进行更换，如有发现钢丝绳挤压弯曲、变形，应及时停止当前操作，立即排除。

10.1.2.5 带拉线盒的升降杆上升过程按照以下步骤进行：

- a) 找好固定点后，将垫板通过地钎进行固定，将拉线盒支架打在以杆体为中心的三等分圆周上，半径不小于 10 m，把拉线盒挂在拉线盒支架上；
- b) 将拉线盒第一根拉线分别挂在下层耳环上，同时拉紧，并要保持升降杆与地面垂直。再将拉线盒第二拉线全部拉出挂在上层耳环上，上升过程中调整第二根拉线使升降杆与地面垂直；
- c) 当上升到顶端时，见红色横线标记即停止上升，然后用小摇把紧好拉线盒拉线，调整到升降杆与地面垂直位置。

注：当拉线盒收线时，应确保钢丝绳被拉直或者有一定拉力，方可进行收线动作，避免收线时钢丝绳过于松散，造成钢丝绳收回后散乱、叠压，而影响拉线盒性能。

10.1.2.6 升降杆靠摇把反方向摇动下降。

注：下降时杆体各节钢丝绳不松动，若发现钢丝绳松动时，向下拉上层拉绳，使各节钢丝绳绷紧后方可下降，严禁无载荷升降。

10.1.3 建筑物屋顶

10.1.3.1 同 10.1.1.1~10.1.1.3。

10.1.3.2 房脊安装支座现场浇制在浇制时先将脊瓦敲去一角，使支座与脊瓦内的砂浆连成一体，应与土建同时施工。

10.1.3.3 无法整体浇制时，采用电钻钻孔，在将支架插入孔内，用水泥砂浆填塞牢固。

10.1.3.4 天沟、屋面安装将装置安装支座孔位在天沟、屋面上用蜡笔或记号笔标记，使用钻头钻孔，使用螺栓固定支座。

10.1.3.5 女儿墙及侧墙、山墙安装应按以下步骤：

- 当女儿墙及侧墙、山墙可直接打孔安装雷电驱离保护装置支座时，根据现场实际工程情况打孔安装；

——当女儿墙及侧墙、山墙无法直接打孔安装雷电驱离保护装置支座时，可采用现场整体浇制，使其安装支座固定。

10.1.4 单兵背负

10.1.4.1 单兵背负包含小型背负滚塑箱、装置、支架及安装工具等，总重量小于 25 kg。

10.1.4.2 打开滚塑箱，将装置与支架用螺栓连接牢固，因支架固定端和滚塑箱为一整体，将防护装置与支架连接后，将支架与支架固定端用螺栓紧固固定，如野外有风可将滚塑箱内固定拉绳一端安装支架一端固定地面。

10.1.5 架空电力线塔

10.1.5.1 基本要求

10.1.5.1.1 先要固定装置底座，然后由下而上逐组安装装置各单元（节）。

10.1.5.1.2 装置在出厂前已经过装配试验并合格，现场安装按制造厂编号组装。

10.1.5.1.3 装置接触表面应擦拭干净，除去氧化膜及油漆，并涂一层电力复合脂。

10.1.5.1.4 装置应垂直安装，垂度偏差不大于 2%，必要时可在法兰面间垫金属片予以校正。

10.1.5.2 注意事项

10.1.5.2.1 装置在安装前按照规程开展交接试验。

10.1.5.2.2 安装支架伸出距离应满足装置与被保护绝缘子的安全距离大于大的间隙距离的要求，并留有一定裕度，防止装置对绝缘子金具放电，如 220kV 线路装置与接地体的空气距离不低于 1.9 m。

10.1.5.2.3 装置安装支架可采用两根角钢靠背双并斜担在杆塔塔头主横担上或者采用槽钢、角钢结合的方式，采用的槽钢、角钢型号应满足装置承载力要求，如安装 220 kV 装置采用两根角钢应不低于 L63×6，若采用槽钢、角钢结合的方式，槽钢不低于 10 号。

10.1.5.2.4 安装完成后，测量装置本体高压端各金属件至接地体的绝缘距离符合 GB 50233 的规定。

10.1.5.2.5 与架空电力线的最小距离应符合 DL/T 741—2019 附录 B 的要求，产品与架空电力线的最小距离应大于表 5 所示的距离，用米尺测试验收。

表5 装置与架空电力线的最小距离

架空电力线电压等级 kV	装置与架空电力线的最小距离 m	
	水平距离	垂直距离
10及以下	1.5	1
35~110	3	2
220	4	3
330	6	4
500	7	4

10.2 验收

施工验收根据GB 50057、GB 50169、GB 50601、GB 50205、GB 50202、GB 50204、GB 50233等规定要求，验收项目见附录C。

附 录 A

(资料性)

全国主要城市平均雷暴日数统计表

表A. 1给出了全国主要城市年平均雷暴日统计数据。

表A. 1 全国主要城市年平均雷暴日数统计表

地名	雷暴日数 d/a	地名	雷暴日数 d/a	地名	雷暴日数 d/a
1. 北京市	36.3	鞍山市	26.9	宁波市	40.0
2. 天津市	26.3	本溪市	33.7	温州市	51.0
3. 上海市	28.4	锦州市	28.8	丽水市	60.5
4. 重庆市	36.0	9. 吉林省	—	衢州市	57.6
5. 河北省	—	长春市	35.2	13. 安徽省	—
石家庄市	31.2	吉林市	40.5	合肥市	30.1
保定市	30.7	四平市	33.7	蚌埠市	31.4
邢台市	30.2	通化市	36.7	安庆市	44.3
唐山市	32.7	图们市	23.8	芜湖市	34.6
秦皇岛市	34.7	10. 黑龙江省	—	阜阳市	31.9
6. 山西省	—	哈尔滨市	27.7	14. 福建省	—
太原市	34.5	大庆市	31.9	福州市	53.0
大同市	42.3	伊春市	35.4	厦门市	47.4
阳泉市	40.0	齐齐哈尔市	27.7	漳州市	60.5
长治市	33.7	佳木斯市	32.2	三明市	67.5
临汾市	31.1	11. 江苏省	—	龙岩市	74.1
7. 内蒙古自治区	—	南京市	32.6	15. 江西省	—
呼和浩特市	36.1	常州市	35.7	南昌市	56.4
包头市	34.7	苏州市	28.1	九江市	45.7
海拉尔市	30.1	南通市	35.6	赣州市	67.2
赤峰市	32.4	徐州市	29.4	上饶市	65.0
8. 辽宁省	—	连云港市	29.6	新余市	59.4
沈阳市	26.9	12. 浙江省	—	16. 山东省	—
大连市	19.2	杭州市	37.6	济南市	25.4

表 A.1 全国主要城市年平均雷暴日数统计表（续）

地名	雷暴日数 d/a	地名	雷暴日数 d/a	地名	雷暴日数 d/a
青岛市	20.8	21. 广西壮族自治区	—	25. 西藏自治区	—
烟台市	23.2	南宁市	84.6	拉萨市	68.9
济宁市	29.1	柳州市	67.3	日喀则市	78.8
潍坊市	28.4	桂林市	78.2	那曲	85.2
17. 河南省	—	梧州市	93.5	昌都	57.1
郑州市	21.4	北海市	83.1	26. 陕西省	—
洛阳市	24.8	22. 四川省	—	西安市	15.6
三门峡市	24.3	成都市	34.0	宝鸡市	19.7
信阳市	28.8	自贡市	37.6	汉中市	31.4
安阳市	28.6	攀枝花市	66.3	安康市	32.3
18. 湖北省	—	西昌市	73.2	延安市	30.5
武汉市	34.2	绵阳市	34.9	27. 甘肃省	—
宜昌市	44.6	内江市	40.6	兰州市	23.6
十堰市	18.8	达州市	37.1	酒泉市	12.9
施恩市	49.7	乐山市	42.9	天水市	16.3
黄石市	50.4	康定	52.1	金昌市	19.6
19. 湖南省	—	23. 贵州省	—	28. 青海省	—
长沙市	46.6	贵阳市	49.4	西宁市	31.7
衡阳市	55.1	遵义市	53.3	格尔木市	2.3
张家界市	48.3	凯里市	59.4	德令哈市	19.3
邵阳市	57.0	六盘水市	68.0	29. 宁夏回族自治区	—
郴州市	61.5	兴义市	77.4	银川市	18.3
20. 广东省	—	24. 云南省	—	石嘴山市	24.0
广州市	76.1	昆明市	63.4	固原市	31.0
深圳市	73.9	东川市	52.4	30. 新疆维吾尔自治区	—
湛江市	94.6	个旧市	50.2	乌鲁木齐市	9.3
茂名市	94.4	景洪	120.8	克拉玛依市	31.3
汕头市	52.6	大理市	49.8	伊宁市	27.2
珠海市	64.2	丽江	75.8	库尔勒市	21.6
韶关市	77.9	河口	108	—	—

表 A.1 全国主要城市年平均雷暴日数统计表（续）

地名	雷暴日数 d/a	地名	雷暴日数 d/a	地名	雷暴日数 d/a
31. 海南省	—	32. 香港特别行政区	—	34. 台湾省	—
海口市	104.3	香港	34	台北市	27.9
三亚市	69.9	33. 澳门特别行政区	—	—	—
琼中	115.5	澳门	—	—	—

附 录 B
(规范性)
支撑杆技术指标

B.1 支撑塔杆

支撑塔杆技术指标应符合下列要求：

- a) 风压载荷：0.7 kN/m²；
- b) 允许裹冰：6 mm；
- c) 抗震烈度：8 度；
- d) 垂直度：<1/1 000；
- e) 地基基础：加强型基础；
- f) 材质：Q235 钢热镀锌。

B.2 机动升降杆装置

机动升降杆装置技术指标应符合下列要求：

- a) 最大展开高度：10 m、12 m、15 m、18 m；
- b) 最大收缩高度：2.2 m、2.2 m、2.3 m、2.6 m、2.8 m；
- c) 额定举升重量：<25 kg；
- d) 扭转精度：±2.5°；
- e) 升降速度：≥2.4 m/min；
- f) 抗风能力：
 - 1) ≤20 m/s 时正常工作；
 - 2) ≥14m/s 时需加人工跟踪拉绳；
 - 3) 保障抗风能力：≤12 级（32.6 m/s）；
- g) 工作温度：-40 ℃~+70 ℃；
- h) 贮存温度：-55 ℃~+80 ℃。

B.3 单兵背负升降装置

单兵背负升降装置技术指标应符合下列要求：

- a) 最大展开高度；
- b) 6 m 最大收缩高度：1 m；
- c) 额定举升重量：<10kg；
- d) 升降速度：≥2.4 m/min；
- e) 抗风能力：
 - 1) ≤20 m/s 时正常工作；
 - 2) ≥14m/s 时需加人工跟踪拉绳；
 - 3) 保障抗风能力：≤12 级（32.6 m/s）；
- f) 工作温度：-40 ℃~+70 ℃；

B.4 架空电力线塔

架空电力线塔杆技术指标要求应符合下列要求：

- a) 风压载荷：0.7 kN/m²；
- b) 允许覆冰：6 mm；

- c) 抗震烈度：8 度；
- d) 垂直度：<1/1 000；
- e) 地基基础：加强型基础；
- f) 材质：Q235 钢热镀锌；
- g) 塔杆挠曲度：5 h/1 000；
- h) 地基基础：加强型基础；
- i) 材质：Q235 钢热镀锌；
- j) 工作温度：-40 ℃~+70 ℃；
- k) 贮存温度：-55 ℃~+80 ℃。

附录 C

(资料性)

非接闪直击雷消散防护装置验收

C.1 装置竣工验收应在客户、施工单位等参与共同进行。被验收的装置应与设计一致并符合技术规范的规定。所用材料、安装位置、焊接面、整体布局与设计方案或图纸规定相符，详见表 C.1。

C.2 装置验收应涉及下列部分：

- a) 非接闪直击雷消散防护装置：应包含材料、规格尺寸、安装方式、电气连接、安全距离和保护范围等。
- b) 监测单元：应包含规格尺寸、安装方式、电气连接、告警功能等。
- c) 接地装置：应包含接地装置的结构和安装位置；接地体的埋设间距、深度、安装方法；接地装置的接地电阻；接地装置的材料、连接方法、防腐处理。

表C.1 非接闪直击雷消散防护装置验收单

工程名称		工程地址	
DTU编号		机器码	
施工单位		竣工日期	
序号	分项工程名称	检查项目	检查情况
1	非接闪直击雷消散防护装置	材料	
		规格尺寸	
		安装方式	
		电气连接	
		安全距离	
		保护范围	
2	监测单元	规格尺寸	
		安装方式	
		电气连接	
		告警功能	
3	接地装置	结构和安装位置	
		接地体的埋设间距、深度、安装方法	
		接地电阻	
		材质、连接方法、防腐处理	
已完成设计和合同约定的各项内容，工程质量符合有关法律、法规和工程建设强制性标准，特办理工程竣工验收单。			
验收单位	项目经理	签字：	年 月 日
	施工负责人	签字：	年 月 日
	客户	签字：	年 月 日