

团 体 标 准

T/LCH XXXX—XXXX

雷击森林火灾监测预警与防护系统
技术规范

Technical Specification for Monitoring, Warning, and Lightning Drive Protection
System of Lightning Forest Fires

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

目 次

前言	II
引言	错误! 未定义书签。
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 使用环境条件	2
5 设备的型式、基本参数和技术要求	2
6 产品的安装与验收	6
7 检验技术要求及方法	7
8 标识、包装、运输、贮存	10
9 现场安装、调试、交接验收	10
附录 A（规范性） 驱雷器的保护范围确定	12
附录 B（规范性） 安装铁塔的选型	13

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部分可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由山东驱雷科技发展有限公司提出。

本文件由中国长城绿化促进会行业协会归口。

本文件起草单位：山东驱雷科技发展有限公司、山东中呈防雷科技有限公司、广州御安均机电科技有限公司、天津广泽驱雷电气有限公司、山东呈祥电气有限公司、宁夏顺和电工有限公司、方圆电气股份有限公司、南京信息工程大学、山东省气象工程技术中心、北京市雷闪防雷设施检测服务中心、哈尔滨理工大学、中国科学研究院电晕离子物理研究所。

本文件主要起草人：李世伟、邵立忠、张其林、孙涌、袁存景、郭刚强、刘义、申福祥、江勇、郑金鹏、张鹏、赵旭、方亚、曹秀。

雷击森林火灾监测预警与防护系统技术规范

1 范围

本标准规定了雷电防护设备无源电晕场驱雷器及预警与监测设备的术语和定义、设计、施工安装、调试、验收、维护等内容。

本标准适用于森林外部直击雷的雷电防护设备的新建、改建和扩建，还适用于古建筑等的外部直击雷安全防护设备的新建、改建和扩建。

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 30981 工业防护涂料中有害物质限量
- GB 50007 建筑地基基础设计规范
- GB 50057 建筑物防雷设计规范
- GB 50169 电气设备安装工程接地器施工及验收规范
- GB 50205 钢结构工程施工质量验收规范
- GB/T 16927 高电压试验技术
- GB/T 16927.1 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 33588.1 雷电防护系统部件（LPSC） 第1部分：连接件的要求
- GB/T 2423 电工电子产品环境试验
- 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 31268 限制商品过度包装 通则
- GB/T 50314 智能建筑设计标准
- GBJ 64 工业与民用电力设备的过电压保护设计规范
- GBJ 65 工业与民用电力设备的接地设计规范
- GJB 1443A 军品包装、装卸、运输、贮存的质量管理要求
- GJB 516（03） 建筑物防雷设施安装标准
- GJB 6556.6 军用气象装备定型试验方法 第6部分：环境适应性

3 术语和定义

GB/T 32161界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

无源电晕场驱雷器 passive corona field lightning arrester

无源电晕场驱雷器打破传统引雷入地的防雷方式，从不吸收雷电的角度出发，建立大范围内无直击雷产生的保护区作为雷电防护设计理念。设备采用阵列多针的“似尖端效应”，在雷云电场作用下可以释放电晕离子，电晕离子覆盖在被保护物体上方，对被保护物体形成屏蔽保护，抑制上行先导的始发，削弱下行先导的发展速度，抑制雷云与地面间的放电通道形成，有效防止在保护区域内发生云地闪现象。同时也减少了雷电流泄放所带来的强电磁脉冲辐射、感应过电压、电位反击等问题的发生。

3.2

智能监测 intelligent monitoring

智能泄漏电流监测终端等智能监测终端通过RS485/RS232/GPRS/LoRa/4G/5G等通讯方式把终端设备运行数据接入边缘计算网关，边缘计算网关经过采集、解析、交换数据后，通过TCP/4G/5G通讯方式主动把监测设备的运行数据、报警数据实时推送到云平台/局域版管理平台，管控平台提供展示、预警、联动、统计、分析、运维等服务。

3.3

放电电压 discharge voltage V_b
冲击放电电压值。

3.4

截波时间 cutoff wave time T_b
截断的雷电冲击波时刻。

3.5

直击雷 direct lightning flash
闪击直接击于建（构）筑物、其他物体、大地或外部防雷器上，产生电效应、热效应和机械力者。

3.6

雷击 lightning stroke
对地闪击中的一次放电。

3.7

雷击点 point of strike
闪击击在大地或其上突出物上的那一点，一次闪击可能有多个雷击点。

3.8

电晕离子 electronic corona
指因为不平滑的导体产生极不均匀电场，在不均匀的电场周围曲率半径小的电极附近当电压升高到一定值时，产生于各种辉光放电、电晕放电电离。在电晕的外围电场很弱，不发生碰撞游离，电晕外围带电粒子基本都是电离子，便形成了电晕放电电流。电晕离子是具有良好导电性的气态金属，它可以屏蔽掉作用于其上的电势而在宏观平均意义上呈电中性。

4 使用环境条件

4.1 环境温度

安装使用地点的最高环境空气温度不宜超过55℃，环境空气温度不宜低于-55℃。

4.2 海拔

安装场地的海拔不宜超过4000m。

4.3 特殊环境条件

环境条件超出4.1-4.2规定时，应由制造商与用户协商。

5 设备的型式、基本参数和技术要求

5.1 整个系统组成

无源电晕场驱雷器由引聚单元、离子发生单元、固定连接单元、信息采集处理单元、支撑体等基本单元组成。支撑体可以独立杆塔使用，信息采集处理单元可根据用户的需求采用。整个系统组成，如图1所示。

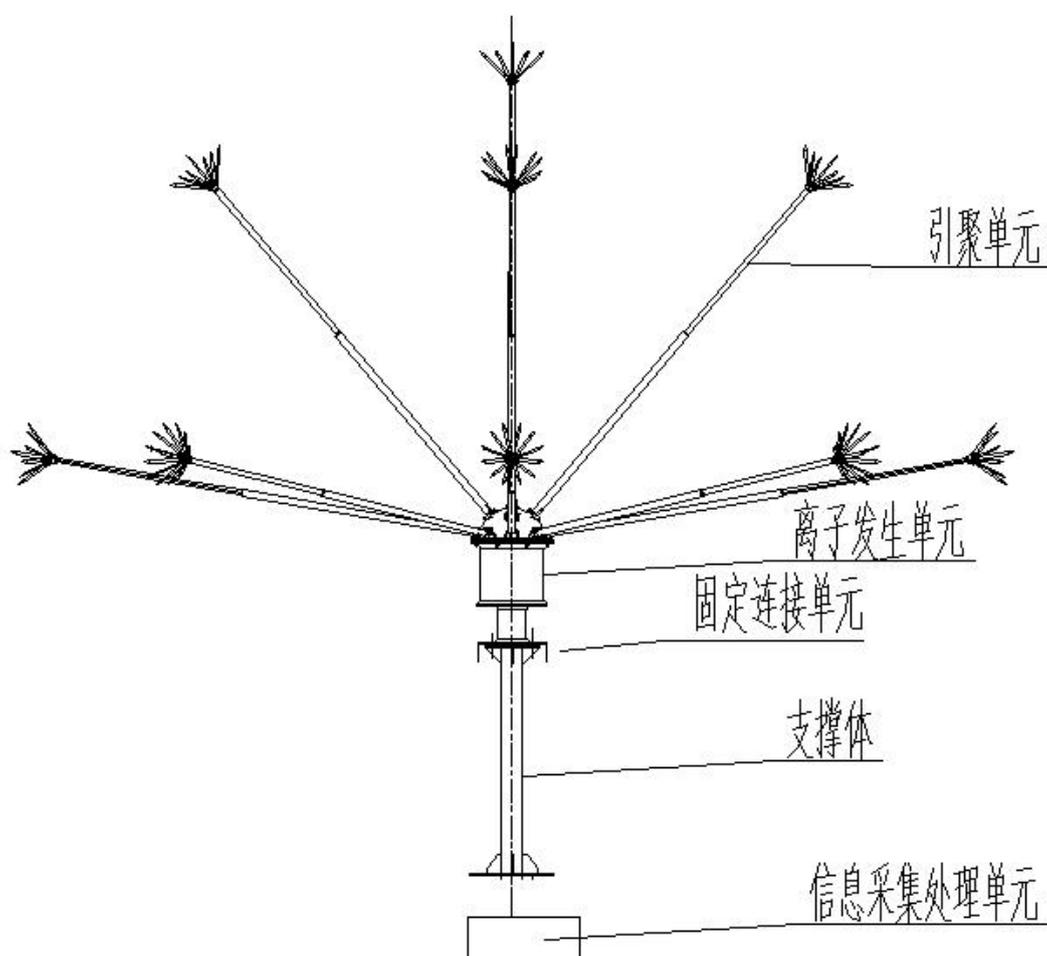


图 1 无源电晕场驱雷设备组成

5.2 型式

5.2.1 普通型电晕场驱雷器

由电晕离子发射仓及阵列尖端等部分组成。

5.2.2 预警性电晕场驱雷器

由电晕离子发射单元及阵列尖端，雷电预警器，智能管理软件组成。

5.3 基本参数

电晕场驱雷器的基本参数为：

- 保护半径：(R) $H \times 9.5m$, H 为安装高度；
- 保护角：(θ) 应不小于 84° ；
- 接地电阻适应性：不应大于 1000Ω ；
- 电晕离子电流：应不小于 $5mA$ ；
- 尖端和底座的绝缘电阻应不小于 $20m\Omega$ ；
- 运行工作温度： $-55 \text{ }^\circ\text{C} \sim +55 \text{ }^\circ\text{C}$ ；
- 最大抗风能力：应不小于 12 级；
- 储存温度： $-55 \text{ }^\circ\text{C} \sim +55 \text{ }^\circ\text{C}$ ；
- 淋雨、运输、冲击、扬尘、盐雾等，应符合 GJB 6556.6 有关规定。

5.4 可靠性与维修性要求

5.4.1 平均故障间隔时间 (MTBF)：应不小于 50000 h；

5.4.2 平均修复时间 (MTTR)：应不大于 0.5 h。

5.5 普通型电晕场驱雷设备的技术要求

5.5.1 产品的安装与验收

产品的安装与验收见第6章。

5.5.2 产品的技术要求

产品的技术要求见第5章。

5.5.3 机械安全要求

产品应具有足够的机械强度，对危险零部件应在结构、设置或包装方面采取措施以避免其产生人身伤害。

5.6 预警型电晕场驱雷设备的技术要求

雷电预警系统应满足：

a) 系统组成：

- 1) MEMS 微机电系统传感器；
- 2) 一体式太阳能供电系统；
- 3) 数据处理模块；
- 4) 通讯模块 4G/5G/北斗；
- 5) 支撑杆。

b) 技术特征：

- 1) 采用高灵敏、低功耗的 MEMS 电场传感器敏感芯片技术，无转动易磨损机械部件，既降低了功耗，又提高了产品可靠性。
- 2) 抗静电及电磁干扰、耐环境温湿度变化影响、高可靠的气密性封装、防湿气结构密封技术，提高了探测的准确度和长期稳定性。
- 3) 数据传输通道应选全网络的 4G 及北斗系统，做到无信号盲区，全境部署。

c) 主要技术参数：

- 1) 测量范围：-50kV/m~+50kV/m（可根据应用扩展）；
- 2) 分辨力：20V/m；
- 3) 准确度：应不小于 5%；
- 4) 响应时间：1s；
- 5) 数据接口：RS232；
- 6) 供电电压：直流 12V；
- 7) 传感器功耗：0.68W；
- 8) 外壳防护等级：IP65；
- 9) 尺寸：1600mm × 600mm × 700mm，含太阳能供电系统。

d) 性能指标：

- 1) 雷电预警提前时间不低于 20min；
- 2) 雷电平均有效报警率应不小于 90%；
- 3) 三级雷电预警；
- 4) 雷电预警历史数据储存时间为 2 年；
- 5) 兼顾检测温度湿度等环境数据，可提供更多气象信息；
- 6) 系统平台可记录 2 年内电场数据及报警记录，可视化的曲线便于直观显示数值变化。
- 7) 提供多种报警手段，含声光终端报警器及短信报警功能。

5.7 电晕离子发生单元技术要求

- 5.7.1 金属导体：电晕离子产生针的金属导体应抗氧化、耐腐蚀，而且具有良好的导电率。金属导体可以是专用合金等材料。
- 5.7.2 绝缘子：绝缘子应抗氧化、耐腐蚀，能承受不小于 85kV 的直流实验电压，耐热温度 200℃
- 5.7.3 支撑杆应满足：
- a) 受力杆应具备防锈和耐腐蚀性能（防腐能力接近氟碳漆的防腐能力）；
 - b) 受力杆应采用不小于 $\Phi 20\text{mm}$ ，厚度不小于 3mm 的金属圆管；
- 5.7.4 放电针应满足：
- a) 放电针应采用不小于 $\Phi 6\text{mm}$ 的实心不锈钢棒；
 - b) 前部尖端应满足锥度 1:6。
- 5.7.5 电晕离子体发生单元应能连续运行 24h 以上电击穿产生电晕离子状态无故障。
- 5.7.6 电晕离子体发生单元在海平面、低海拔、高气压条件下应能保持正常电离和输出电晕离子体。

5.8 智能在线监测型产品技术要求

智能在线监测型避雷器，除应满足预警型电晕场避雷器设备的技术要求外，还应满足以下技术要求：

- a) 监控系统采用分布式体系架构，由设备层、采集层、应用层（平台软件）三部分组成。
- b) 边缘计算网关每隔 0.01s 轮巡采集设备运行数据、运行状态。
- c) 边缘计算网关每隔 2s 把数据推送到云平台或者局域网平台。
- d) 从设备出现故障信息到平台发出报警信息速度控制在 10s 内。
- e) 在线监控系统可根据不同用户要求配置。
- f) 系统供电电压：DC 12V；
- g) 外壳防护等级为 IP65；
- h) 通信网络要求：能接入 4G/5G 移动网络及通过北斗网络实现数据远传；
- i) 测量方式为间接非接触测量，待测电流不流过测量电路，器失效情况下不影响电流通路和避雷器性能；
- j) 电流测量范围为 0.10mA~50mA；
- k) 分辨率应不小于 0.05mA；
- l) 当监测到避雷器激发电流，使用移动网络上传电流值数据时，上传间隔不大于 5s，数值为间隔区间全采样数据平均值。使用北斗网络进行数据传输时，上传间隔为 1min，上传数据应含每 5 秒内的电流全采样数据平均值；
- m) 在线监测互联网显示软件平台功能包括：
 - 1) 可在任意连接到互联网的电脑上查看运行记录及实时数据；
 - 2) 图示曲线显示避雷器电流及温湿度记录；
 - 3) 后台数据保存 2 年。
- n) 上传数据应包含：
 - 1) 避雷器激发电流实时值；
 - 2) 30 天内避雷器激发电流最大值；
 - 3) 实时温湿度数据；
 - 4) 供电系统电压实时数据。

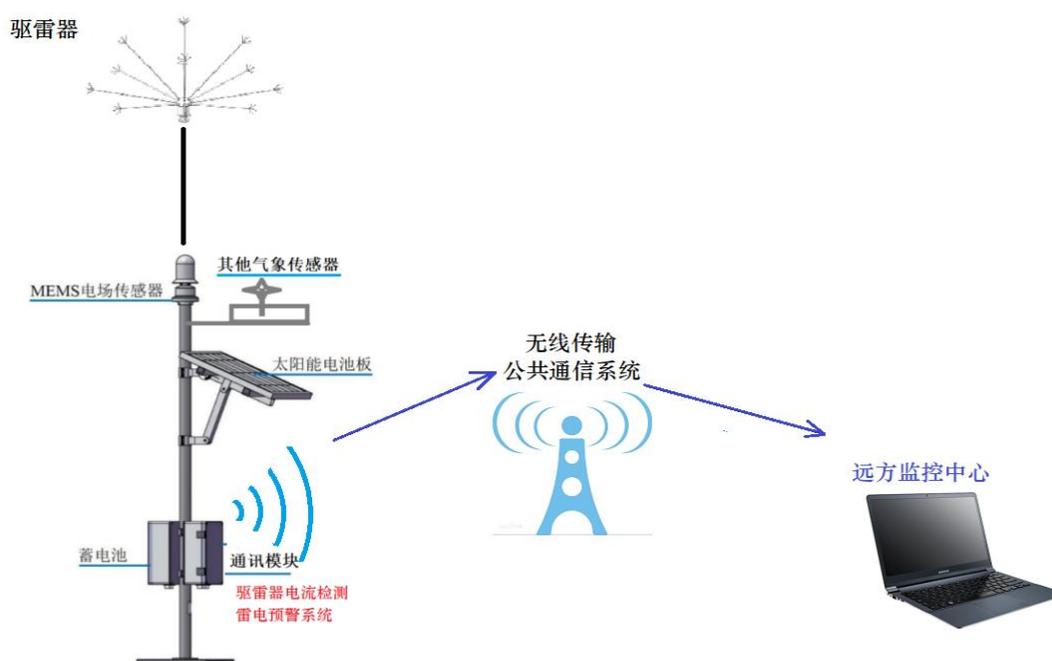


图2 智能在线监测型避雷系统结构

6 产品的安装与验收

6.1 总的要求与验收

6.1.1 总则

电晕场避雷器的安装应符合GB 50169 电气设备安装工程接地设备施工及验收规范GJB-516(03) 建筑物防雷设施安装标准和森林方面有关标准，并按其规定验收。

6.1.2 安装设计依据

6.1.2.1 确定雷电活动路径

依据当地的地理环境条件和气候特征，用当地30年风向频率玫瑰图、雷击路径图和等高线图分析。

6.1.2.2 确定落雷点

分析山脉的高度、走向对雷云的抬升作用和山谷风复合的影响，确定雷击点在山顶、山腰还是在山脚下。

6.1.2.3 确定电晕场避雷器安装位置及数量

在雷击路径上风向每隔1-2km的地表最高处设置安装点（山脉与雷击路径平行）；在落雷概率高（通常为风抬升曲率半径最大处）的位置设置安装点（山脉与雷击路径垂直），当山脉与雷击路径夹角时，综合考虑。

6.1.2.4 利用现有设施原则

电晕场避雷器一般设计安装在森林现有建筑顶部，主要安装位置包括检查站、防火瞭望塔、通讯塔、观景塔等铁塔顶部，设备与铁塔用支架连接，支架应安装在坚固的固定建筑物或铁塔的顶部、水泥底座、钢架上，支架与固定物件的结合应牢固。

6.1.3 接地

6.1.3.1 建筑物安装可以直接连接在避雷带或建筑物本身的接地体，没有接地的建筑物采用扁钢接地，截面应不小于 100mm^2 ，厚度应不小于4mm。

6.1.3.2 铁塔的金属结构可直接作为引下线用，铁塔原有接地的，可以作为防雷设备接地使用，不用重复接地。

6.1.3.3 接地体的接地电阻应符合相应场所的要求，在高土壤电阻率地区可放宽，但应小于 $1000\ \Omega$ 。

6.1.3.4 人工垂直接地体的长度宜为 2.5m。人工垂直接地体间的距离及人工水平接地体间的距离宜为 5m，当受地方限制时可减小到 3m。

6.1.3.5 埋于土壤中的人工垂直接地体可采用角钢、钢管或圆钢；埋于土壤中的人工水平接地体可采用扁钢或圆钢。圆钢直径应不小于 10mm；扁钢截面应不小于 100mm^2 ，其厚度应不小于 4mm；角钢厚度应不小于 4mm；钢管壁厚应不小于 3.5mm；在腐蚀性较强的土壤中，应采用热镀锌等防腐措施或加大截面。

6.1.3.6 利用原来塔架安装时，接地设备利用原有接地体等电位连接。

6.1.3.7 升降杆用电晕场驱雷器，金属拉线接地桩，可以作为引下线和接地体。

6.1.4 预警器设备

预警器部分应安装在较为空旷的地面、屋顶、墙上，在半径10m的面积内应无建筑物或安装位置远离附近建筑高度2倍的距离。

6.2 户外主体的安装与验收

6.2.1 主体应安装在比被保护物体高的坚固的底座和构架上。

6.2.2 驱雷器的安装高度应不小于 10m，被保护对象应处于驱雷器基座水平面 50cm 以下，并在设计的保护范围内。

6.2.3 用在铁塔上的驱雷器针组的安装高度可直接取铁塔的高度，此时其减弱上行雷及限制下行雷雷电流的作用不变。

6.2.4 驱雷设备的保护范围：

- a) 驱雷设备的保护范围的确定见附录 A；
- b) 最大保护半径 2km。

6.3 产品参数的测量

产品安装完后应测量 5.2.1 中所规定的参数，符合其规定后方可验收。

7 检验技术要求及方法

7.1 检验类型

7.1.1 检验包括型式检验和出厂检验。

7.1.2 除订购方另有要求外，无源电晕场驱雷器应按本文件规定的检验条件下进行所有检验。

7.2 检验条件

7.2.1 无源电晕场驱雷器检验是指无源电晕场驱雷器生产完成后的验收检验，或者无源电晕场驱雷器鉴定（或定型）检验。

7.2.2 应在室外环境条件下进行检验的技术指标，检验场地应符合 GJB 6556.6 规定的自然大气环境条件。

7.2.3 应在室内环境条件下进行检验的技术指标，应采用专用测试仪器或设备进行检验，并应避免对被检产品造成影响的外在因素干扰。

7.2.4 环境适应性检验应在 GJB 6556.6 规定的实验室环境条件下进行。

7.2.5 检验所用的测试仪器、仪表、标准器应经过计量检定合格，并处于有效期内。

7.2.6 无源电晕场驱雷器在下列情况下进行型式检验：

- 试制的新系列无源电晕场驱雷器；
- 使用材料方面有重大变更；
- 不经常生产的型号再生产；
- 批量进行定期抽检；
- 国家质量监督部门提出型式检验要求时。

7.3 出厂试验

7.3.1 检验要求

- 7.3.1.1 出厂检验是指产品生产完成后的验收检验。
- 7.3.1.2 除订购方另有要求外，应按本文件规定的检验条件下进行所有检验。
- 7.3.1.3 检验在整机组装（不含支架）完毕状态下进行。
- 7.3.1.4 环境适应性检验应在 GJB 6556.6 规定的实验室环境条件下进行。
- 7.3.1.5 在室内环境条件下进行的检验，应采用专用测试仪器或设备进行检验，检验所用的测试仪器、仪表、标准器应经过计量检定合格，并处于有效期内。

7.3.2 一般检验

- 7.3.2.1 产品表面外观应无锈蚀、碰伤和划痕，涂覆层光滑平整、厚度均匀、无裂纹、气泡及脱落等缺陷。应无锐边、毛刺和咬边。
- 7.3.2.2 标识、标牌信息应完整、字体清晰、牢固，紧固件连接到位、可靠。
- 7.3.2.3 包装箱应附带安装说明书、合格证、出厂检验报告。
- 7.3.2.4 绝缘电阻：放电筒和底座的绝缘电阻大于 $20\text{M}\Omega$ 。智能电流监测的供电输入端与控制箱外壳之间的绝缘电阻不应小于 $10\text{M}\Omega$ 。

7.4 型式检验

7.4.1 型式检验应符合 GB/T 16927.1 高电压试验技术 第 1 部分：一般定义及试验要求和 GB/T 16927.2 高电压试验技术 第 2 部分：测量系统的相关要求。

7.4.2 外壳防护等级：

- a) 安装在户外的放电筒无防护等级要求。
- b) 安装在户外的雷电预警器的外壳防护等级为 IP65。

7.4.3 泄漏消散离子电流实验：

- a) 无源电晕场驱雷器放置雷云板下的中央（试验布置图 3）；
- b) 调整雷云板距无源电晕场驱雷器顶端距离为 $200\text{mm}\pm 2\text{mm}$ ；
- c) 测试次数应不小于 5 次；结果满足 6.3.2 的要求。

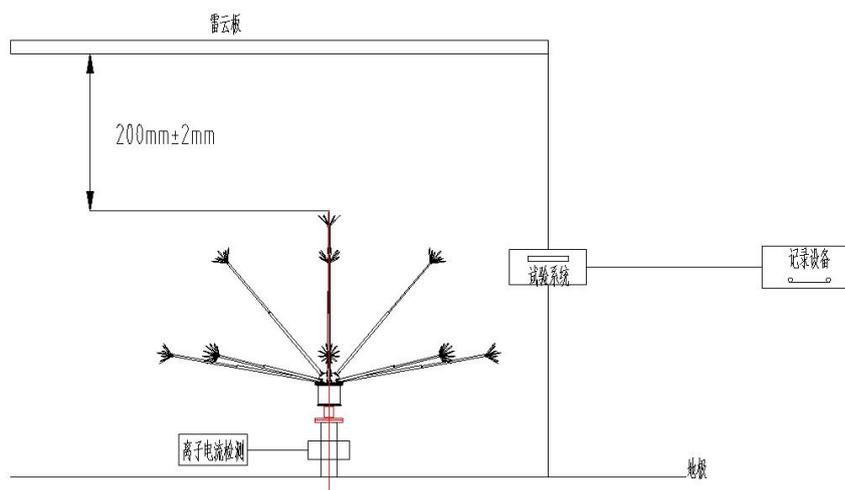


图 3 无源电晕场驱雷器试验布置图

7.4.4 保护角度检验：

- a) 调整雷云板距无源电晕场驱雷器顶端距离 $500\text{mm}\pm 2\text{mm}$ 。

- b) 无源电晕场驱雷器、尖锥型接闪杆放置高压极板下的中央，高度相等，水平间距应不小于 1000 mm（见图 4）。
- c) 测试数应不小于 10 次。
- d) 施加操作波，波头时间为 250 μ S，全程自动记录。
- e) 调整接闪杆不同高度，接闪杆不接闪的测试数据确定保护角度。
- f) 保护角应不小于 84°。

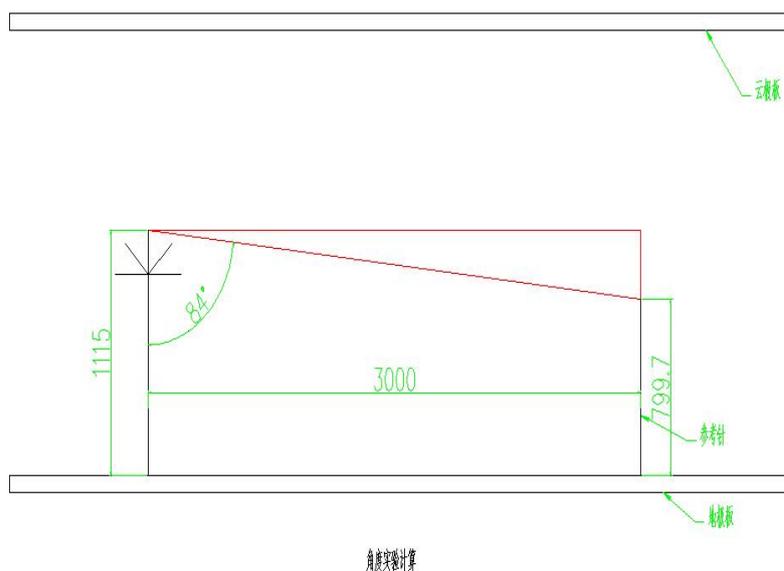


图 4 无源电晕场驱雷器、尖锥型接闪杆放置位置

7.4.5 环境适应性检验

7.4.5.1 应按 GB/T 2423.1 规定的方法进行低温试验。试验完成后，设备能够正常工作，目测正常无损伤。

7.4.5.2 应按 GB/T 2423.2 规定的方法进行高温试验。试验完成后，设备能够正常工作，目测正常无损伤。

7.4.5.3 应按 GJB 6556.6 规定的方法进行湿热试验、淋雨试验、运输试验、冲击试验、扬尘试验、盐雾试验。试验完成后，设备能够正常工作，目测正常无损伤。

7.4.5.4 应对无源电晕场驱雷器的抗风能力进行理论计算和结构设计，且满足 6.1.3 的指标要求，并在室外自然环境下对抑制雷电器的抗风能力进行实际验证。可以采纳具备国家资质认证的第三方测试机构出具的报告或用户使用证明来验证此项指标。

7.5 检验规则

7.5.1 检验分类和项目

检验包括出厂检验和型式检验。

产品只进行出厂检验。安装验收按第8章进行。

主机按规定进行出厂检验和型式试验，出厂检验和型式试验的项目见表1。

表 1 出厂检验和型式试验的项目

序号	项目名称	出厂检验	型式试验	检验标准
1	外观	△	△	7.3.2.1

2	铭牌与标志	△	△	7.3.2.2
3	绝缘电阻	△	△	7.3.2.5
4	外壳防护等级		△	7.3.2.4
5	泄漏消散离子电流		△	7.4.3
6	保护角测试		△	7.4.4
7	盐雾实验		△	7.4.6.3

7.5.2 检验规则

产品应经试验合格后才能出厂。凡属下列情况之一者，应进行型式试验：

- a) 新产品或老产品转厂生产的定型鉴定时；
- b) 定型生产后，如结构、材料或工艺有较大改变，可能影响产品性能时；
- c) 长期停产后（一年以上），再恢复生产时；
- d) 国家质量监督部门指定进行的检验时。

8 标识、包装、运输、贮存

8.1 标识

产品的外包装上应印刷或粘贴牢固的标识并注明以下内容：

- 设备名称；
- 设备型号、设备编号；
- 执行标准号；
- “防踩踏”、“轻放”、“怕湿”、“堆叠”等提示字样；
- 二维码或条形码、出厂日期和生产厂家的标识；
- 标识应不褪色，准确、清晰、安装牢固。

8.2 包装

包装应符合如下要求：

- 应符合 GJB 1443A 的要求；
- 标识应齐全、清晰、无错漏；
- 箱体应整洁、完整、无缺损；
- 按规定紧固包装，不应有突出尖状物。

8.3 运输

8.3.1 应能由公路、水路、铁路、空中运输，并应装在专用运输包装箱中。

8.3.2 产品运输过程中应采取适当的防护措施，如防震、防火、防雨等，并避免与腐蚀性、放射性物品混装运输。

8.4 贮存

产品贮存应符合 GJB 1443A 的要求，贮存期间应避免雨雪侵袭。

9 现场安装、调试、交接验收

9.1 安装

9.1.1 产品总体安装顺序严格按安装说明书执行。

9.1.2 地基和钢构塔架严格按照图纸施工，钢构塔架制造应符合 GB 50205 的规定，地基建造成应符合 GB 50007 的规定。见附件 1。

9.2 现场调试

9.2.1 依据安装使用说明书进行产品的现场安装及试运行。

9.2.2 现场只需外观检查和装箱清单的复核，符合 7.3.2 规定的产品可免于调试。

9.3 交接验收

9.3.1 交接验收应依据产品使用说明书中相关条款进行。

9.3.2 工程验收应由用户组织的专门验收组在现场检验合格后移交用户使用。

附录 A
(规范性)
驱雷器的保护范围确定

单个驱雷器的保护范围应按下列方法确定：见图1

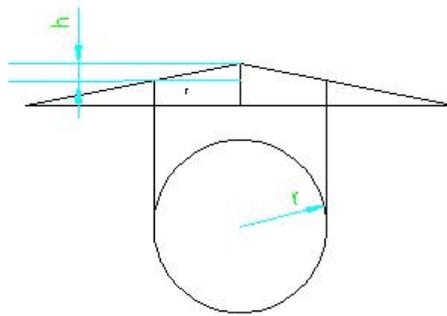


图 1 单个驱雷器的保护范围

在被保护物体离驱雷器上部距离h的保护半径按下式计算：

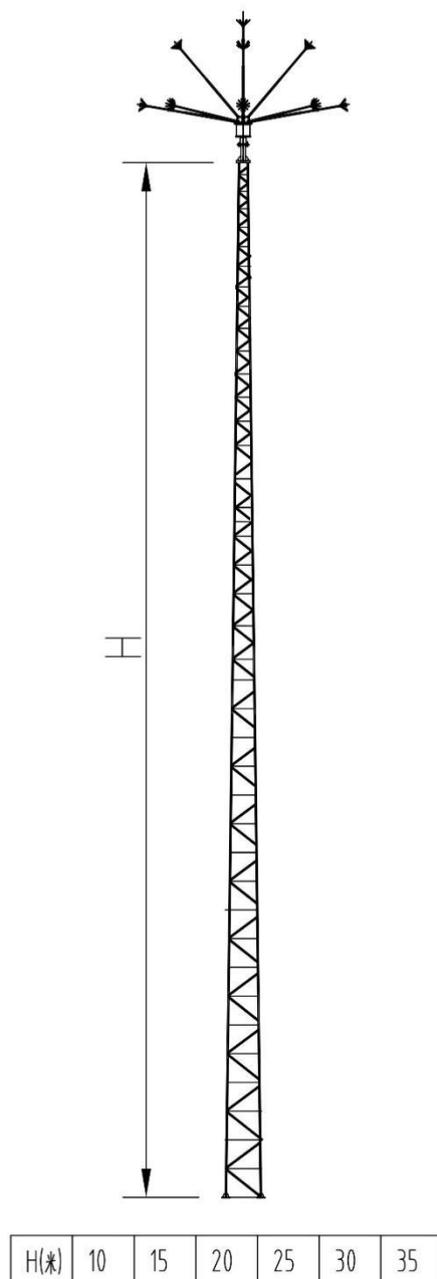
$$r=9.5h \dots \dots \dots (A1)$$

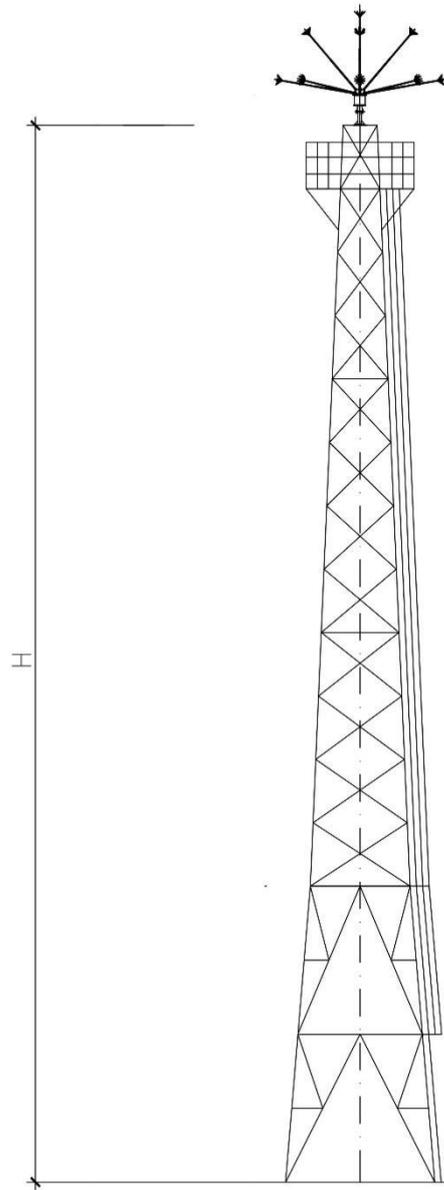
式中：h——被保护物体离驱雷器上部距离，m；

r——被保护物体在离驱雷器上部距离为水平面上的保护半径，m。

附录 B
(规范性)
安装铁塔的选型

- B.1 避雷器安装是一个系统工程，为提高总体防雷性能，应该安装在支撑铁塔之上，可以是四脚角钢塔，也可以是三脚三管塔。避雷器和支撑塔之间用过渡段联接。
- B.2 支撑塔的选用原则为，高度高于周围树木和建筑物等物体 1 到 2m。





H(米)	10	15	20	25	30	35
------	----	----	----	----	----	----

