

# DB4403

深 圳 市 地 方 标 准

DB4403/T XXX—XXXX

## 多功能智能杆系统接地与防雷技术规范

Technical specification for earthing and lightning protection of  
multi-function intelligent pole system

(送审稿)

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 实施

深圳市市场监督管理局 发布



目 次

前言 ..... IV

1 范围 ..... 1

2 规范性引用文件 ..... 1

3 术语和定义 ..... 1

4 雷电防护等级划分 ..... 2

    4.1 防雷分类 ..... 2

    4.2 一级防雷 ..... 2

    4.3 二级防雷 ..... 2

5 设计要求 ..... 2

    5.1 一般要求 ..... 2

    5.2 直击雷防护要求 ..... 5

    5.3 屏蔽及等电位连接 ..... 6

    5.4 雷击过电压防护 ..... 9

    5.5 防雷装置监测系统要求 ..... 15

6 施工与安装要求 ..... 15

    6.1 一般规定 ..... 15

    6.2 接地装置施工要求 ..... 15

    6.3 接地引入线及接地排施工 ..... 16

    6.4 接闪器和引下线施工 ..... 16

    6.5 等电位连接要求 ..... 16

    6.6 电涌保护器的安装 ..... 17

7 检测与验收 ..... 17

    7.1 一般要求 ..... 17

    7.2 防雷系统检验流程 ..... 17

    7.3 文件检查 ..... 18

    7.4 接地装置检测 ..... 18

    7.5 接闪器检查 ..... 18

    7.6 引下线检查 ..... 19

    7.7 等电位连接及屏蔽检查 ..... 19

    7.8 雷电过电压防护检验 ..... 19

    7.9 防雷装置监测系统的检查 ..... 19

    7.10 验收 ..... 19

8 管理与维护要求 ..... 19

    8.1 一般规定 ..... 19

    8.2 防雷装置的日常维护 ..... 20

8.3	电涌保护器的维护 .....	20
8.4	利用防雷装置监测系统进行维护 .....	20
8.5	利用防雷装置监测系统进行维护 .....	20
附录 A	雷电防护划分 .....	21
A.1	利用防雷装置监测系统进行维护 .....	21
A.2	雷电防护区划分 .....	21
附录 B	验收检测表 .....	23
B.1	接地装置验收检测记录表 .....	23
B.2	接闪器及引下线验收检测记录表 .....	24
B.3	等电位连接验收检测记录表 .....	25
B.4	电源电涌保护器验收检测记录表 .....	26
B.5	信号电涌保护器验收检测记录表 .....	27
B.6	天馈电涌保护器验收检测记录表 .....	28
B.7	防雷装置监测系统验收检测记录表 .....	29
参考文献	.....	30
图 1	多功能智能杆防雷系统组成示意图 .....	3
图 1	多功能智能杆防雷系统组成示意图（续） .....	4
图 2	合理布线和线路屏蔽减少感应效应 .....	7
图 3	电缆布线系统中的电缆隔离 .....	7
图 4	等电位连接及接地示意图 .....	8
图 4	等电位连接及接地示意图（续） .....	9
图 5	电源系统过电压防护及接地示意图 .....	9
图 6	多功能智能杆电涌保护器安装示意图 .....	10
图 7	信号系统过电压防护及接地示意图 .....	12
图 8	多功能智能杆防雷装置检测流程 .....	18
图 A.1	多功能智能杆雷电防护区（LPZ）划分 .....	22
表 1	电源电涌保护通流容量推荐值 .....	11
表 2	电源用一端口限压型电涌保护器电压保护水平（Up）推荐值 .....	11
表 3	电源用两端口限压型电涌保护器电压保护水平（Up）推荐值 .....	11
表 4	信号电涌保护器主要参数推荐值 .....	13
表 5	信号电涌保护器冲击耐受能力推荐值 .....	13
表 6	天馈电涌保护器主要参数推荐值 .....	13
表 7	天馈电涌保护器冲击耐受能力推荐值 .....	14
表 8	涌保护器工作温度和贮存温度要求 .....	14
表 B.1	接地装置验收检测记录表 .....	23
表 B.2	接闪器及引下线验收检测记录表 .....	24
表 B.3	等电位连接验收检测记录表 .....	25
表 B.4	电源电涌保护器验收检测记录表 .....	26
表 B.5	信号电涌保护器验收检测记录表 .....	27

表 B.6 信号电涌保护器验收检测记录表 ..... 28

表 B.7 防雷装置监测系统验收检测记录表 ..... 29

## 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。

本文件由深圳市工业和信息化局提出并归口。

本文件起草单位：深圳市智慧杆产业促进会、深圳科安达电子科技股份有限公司、深圳市洲明科技股份有限公司、深圳市海能通信股份有限公司、深圳市科安达检测技术有限公司、深圳远征技术有限公司、深圳英飞拓智能技术有限公司、深圳市信息基础设施投资发展有限公司、金砖国家未来网络研究院（中国·深圳）、中国通信建设集团设计院有限公司、安邦智慧杆产业标准研究院（深圳）有限公司、深圳市联诚发科技股份有限公司、深圳市科锐技术有限公司、深圳真如电气技术有限公司、深圳市城市交通规划设计研究中心股份有限公司、深圳市拓普泰克软件技术有限公司、深圳市斯贝达电子有限公司、广东双王太阳能科技有限公司、清科优能（深圳）技术有限公司、广东南方电信规划咨询设计院有限公司分公司、深圳市天盾雷电技术有限公司、深圳市奥拓电子股份有限公司、广州市汇源通信建设监理有限公司、深圳市楚邦智能技术有限公司、深圳市海鹏信电子股份有限公司、专鑫可盈（沧州）有限公司、深圳安邦科技有限公司、安邦咨询规划设计研究（深圳）有限公司、安邦智慧产业研究（深圳）有限公司。

本文件主要起草人：余锡权、陈华平、张文平、黄正育、丛培玉、王海龙、郭丰明、郭浩、陈柯、唐斌、揣玉靖、郭殷壮、林洺锋、王颖、邹道秉、陈晓宁、彭林艳、王先峰、周罗红、李小叶、谢诗漫、曹小兵、谭胜淋、秦海波、徐春明、李新军、刘波、徐涛、钱江、钟海、赵福江、杨栋、李烨、廖强、姚国浩、肖裔勇、黄永嘉、黄珍兰、胡绪桢、顾伟、姜国栋、杨武、孙剑非、陈诗林、朱志安、张杰。

# 多功能智能杆系统接地与防雷技术规范

## 1 范围

本文件规定了多功能智能杆接地与防雷的雷电防护等级划分、设计要求、施工与安装要求、检测与验收、管理与维护要求。

本文件适用于新建及改建多功能智能杆的防雷与接地的设计、施工与安装、检测与验收和管理与维护，包括具有独立设备仓的多功能智能杆，不适用于多功能智能杆集中供电系统。其它类似雷电防护系统及设施可参考使用。

## 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，仅所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 18802.11—2020 低压电涌保护器(SPD) 第1部分：低压配电系统的电涌保护器 性能要求和试验方法

GB/T 18802.21—2016 低压电涌保护器 第21部分：电信和信号网络的电涌保护器(SPD) 性能要求和试验方法

GB/T 21431—2015 建筑物防雷装置检测技术规范

GB 50057—2010 建筑物防雷设计规范

GB 50343—2012 建筑物电子信息系统防雷技术规范

GB 50689—2011 通信局（站）防雷与接地工程设计规范

DL/T 1918—2018 电力工程接地用铝铜合金技术条件

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**多功能智能杆防雷系统** multi-function smart pole lightning protection system

由接闪器、引下线、接地装置、屏蔽及等电位连接和电涌保护器等组成的，用于降低或避免多功能智能杆系统因雷电引起故障的系统。

### 3.2

**接地装置** earthing device

由接地排、接地引入线、人工接地体以及地基钢筋等导体相互电气连接，为雷电电流提供泄放通路的装置。

注：人工接地体包括水平接地体和垂直接地体。

### 3.3

**联合接地** common earthing

将各类设备的工作地、保护地、屏蔽地、防静电地及信息设备逻辑地等连接在一起，并与接地装置可靠连接的接地方式。

注：联合接地不包含防雷接地。

### 3.4

**接地引入线 earthing connection**

接地体连接至接地排（3.5）之间的连接导体。

### 3.5

**接地排 earthing bar**

与接地引入线（3.4）连接并为各类设备的接地线（3.8）提供等电位连接的端子排。接地排分为防雷接地排（3.6）和联合接地排（3.7）。

### 3.6

**防雷接地排 lightning protection earthing bar**

用于引下线和电涌保护器接地的接地排（3.6）。

### 3.7

**联合接地排 protective earthing bar**

用于联合接地（3.3）的接地排（3.6）。

### 3.8

**接地线 earthing wire**

接地排（3.5）连接至各类设备的接地端子，在正常情况下不载流的导体。

### 3.9

**防雷装置监测系统 lightning protection device monitoring system**

通过软硬件实现对多功能智能杆防雷装置的工作状态实时监测功能的系统。

## 4 雷电防护等级划分

### 4.1 防雷分类

多功能智能杆按照应用环境和挂载设备的重要性划分为一级防雷和二级防雷。

### 4.2 一级防雷

4.2.1 安装在山地、河边、湖边、山谷风口处、高速公路、桥梁上或公园等，处于空旷地区、孤立状态或未受到直击雷防护的多功能智能杆。

4.2.2 安装在重点场所，如大型广场、运动场、大型车站等人员聚集区域的多功能智能杆。

4.2.3 临近危化场所（如加油站、油气站）5 m 周边范围内的多功能智能杆。

4.2.4 处于高雷区或强雷区的重要设施多功能智能杆。

4.2.5 挂载设备价值高，发生雷电事故的可能性比较大，损坏后果严重的多功能智能杆。

### 4.3 二级防雷

4.3.1 位于城区道路、街道等受周边高大建筑物直击雷防护的多功能智能杆。

4.3.2 其它不属于一级防雷环境的多功能智能杆。

## 5 设计要求

### 5.1 一般要求

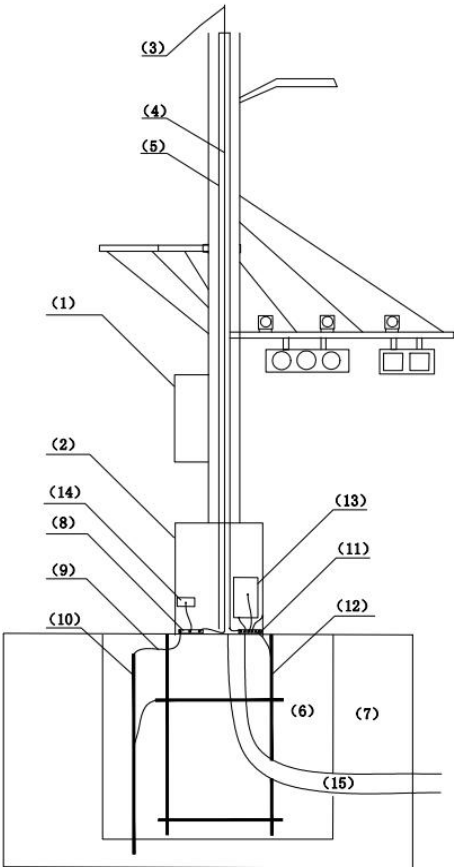


5.1.1 设计原则

- 5.1.1.1 应遵循安全可靠、技术先进、经济合理、节能环保和维修方便的原则。
- 5.1.1.2 应采取直击雷防护、屏蔽与等电位连接、雷击过电压防护和地电位反击等措施。
- 5.1.1.3 多功能智能杆及其挂载的电子信息技术设备宜按第 4 章的规定进行雷电防护等级划分，并进行相应的设计与施工。
- 5.1.1.4 选用的电涌保护器应符合 GB/T 18802.11—2020 或 GB/T 18802.21—2016 的要求，以及挂载专业设备的相关要求。
- 5.1.1.5 宜采用技术成熟的产品并符合相关产品标准。
- 5.1.1.6 多功能智能杆防雷与接地工程设计除应符合本文件规定外，尚应符合 GB/T 21431—2015、GB 50057—2010、GB 50343—2012、GB 50689—2011 等国家现行有关标准的规定。

5.1.2 系统组成

多功能智能杆防雷系统示意图见图1。  
多功能智能杆防雷系统主要由接闪器、引下线、接地装置、电涌保护器及等电位连接和屏蔽装置组成。



标引序号说明：  
(1) ——挂载设备

图 1 多功能智能杆防雷系统组成示意图

- (2) ——设备仓
- (3) ——接闪器
- (4) ——引下线
- (5) ——金属屏蔽管
- (6) ——基础地基
- (7) ——土壤
- (8) ——防雷接地排
- (9) ——接地引入线
- (10) ——垂直接地体
- (11) ——联合接地排
- (12) ——地基钢筋
- (13) ——仓内设备
- (14) ——电涌保护器
- (15) ——穿线金属管

图 1 多功能智能杆防雷系统组成示意图（续）

5.1.3 多功能智能杆雷电防护措施

多功能智能杆雷电防护措施包括：

- a) 直击雷防护和接地；
- b) 屏蔽及等电位连接；
- c) 地电位反击保护；
- d) 合理布线；
- e) 能量配合的电涌保护器防护。

5.1.4 新建多功能智能杆防雷设计

新建多功能智能杆防雷设计应收集下列材料：

- a) 多功能智能杆所处的地区的地形、地物状况、气象条件情况；
- b) 多功能智能杆安装位置及周边建筑物构筑物等设施基本情况；
- c) 按照第 4 章规定，确定多功能智能杆雷电防护等级；
- d) 多功能智能杆及其挂载设备类型、功能、性能、耐受冲击电压水平以及数量等参数；
- e) 供电线路、信号线路进入杆体内的方式；
- f) 供、配电情况和配电系统接地方式。

5.1.5 改建多功能智能杆防雷设计

改建多功能智能杆防雷设计除收集5.1.4条规定的资料外，还应收集以下资料：

- a) 现有防雷系统运行情况及曾经遭受雷击灾害的记录等资料；
- b) 现有多功能智能杆杆体材质和接闪器及专设引下线情况；
- c) 接地装置现状，包括接地极材质以及接地电阻值。

5.1.6 多功能智能杆雷电防护分区划分

多功能智能杆应按照GB 50343—2012第3.2.2条的规定，及附录A进行雷电防护分区划分。

### 5.1.7 多功能智能杆的工频接地电阻的测量

多功能智能杆的工频接地电阻值的测量方法宜参考GB/T 21431—2015的附录D。

### 5.1.8 隐蔽工程的金属导体间连接方式

隐蔽工程的金属导体间应采用焊接连接，焊接点处应做防腐蚀处理。

注：焊接方式可以是电焊或放热焊。

### 5.1.9 栓接连接的防松措施

多功能智能杆防雷系统接地导体采用栓接时，应采取防松动措施，宜采用双栓螺母防松措施。

## 5.2 直击雷防护要求

### 5.2.1 接闪器

5.2.1.1 一级防雷的多功能智能杆，应采用专设接闪器进行直击雷防护，接闪器应与杆体绝缘安装，杆体不应做接闪器使用。

5.2.1.2 二级防雷的多功能智能杆，接闪器可与杆体整体设计。

5.2.1.3 接闪器符合下列要求：

- a) 挂载设备应处于接闪器直击雷保护范围之内；接闪器保护范围应按 GB 50057—2010 附录 D 计算；
- b) 接闪器的材质及规格要求应符合 GB 50057—2010 5.2 的要求，宜采用直径不小于 15 mm 的圆钢不锈钢材质；
- c) 抗风能力应与杆体一致；
- d) 不应采用提前放电式接闪器。

### 5.2.2 引下线

5.2.2.1 一级防雷的多功能智能杆，应采用专设引下线连接接闪器进行直击雷防护，杆体不应作为引下线使用。

5.2.2.2 二级防雷的多功能智能杆，在符合 GB 50057—2010 第 5.3 条要求的情况下，可采用金属杆体作为引下线。

5.2.2.3 专设引下线符合如下要求：

- a) 专设引下线应连接至防雷接地排或直接连接至接地体；
- b) 当引下线敷设在杆体内部时，应对引下线采取电磁屏蔽；可采用镀锌钢管穿管对引下线进行屏蔽；
- c) 引下线的截面积应符合 GB 50057—2010 表 5.2.1 的要求；当采用多芯软铜导体电缆作为引下线时，其截面积不应小于 50 mm<sup>2</sup>。

### 5.2.3 接地装置

5.2.3.1 多功能智能杆接地装置包括接地排、接地引入线、人工接地体以及地基钢筋。

5.2.3.2 多功能智能杆宜优先利用杆体地基钢筋及附近其它埋地金属设施等自然接地体接地，必要时可增设水平接地体和/或垂直接地体等人工接地体降阻；依据所处的环境条件和位置，可选择以下方式敷设人工接地体：

- a) 按 GB 50689—2011 7.2 的规定敷设地网，从地网上引出接地引入线；

- b) 采用截面积不小于  $160 \text{ mm}^2$ ，厚度不小于  $4 \text{ mm}$  的热浸镀锌扁钢或等效面积的铜覆钢作为水平接地体，宜连接沿线的多功能智能杆地基钢筋构成联合地网；水平接地体的埋设深度不宜小于  $0.5 \text{ m}$ ，防腐蚀性能应符合地网设计寿命年限要求。应从水平接地体或地基钢筋上引出接地引入线；
- c) 在允许的情况下，地基钢筋应与附近具有接地条件的埋地金属管线、建筑物或构筑物等金属设施等电位连接构成联合地网。接地引入线应从联合地网上引出；
- d) 在制作地基时，宜于地基周围设置多根垂直接地体，垂直接地体的长度宜为  $2.5 \text{ m}$ ，其间距以及人工水平接地体的间距均宜为  $5 \text{ m}$ ，均应采用扁钢与地基钢筋焊接连接，可从垂直接地体或地基钢筋上引出接地引入线；
- e) 处于桥梁上或建筑物顶部的多功能智能杆，可与桥梁或建筑物共用接地装置，应将杆体底座的金属连接件与桥梁或建筑物顶部的防雷系统可靠连接。

#### 5.2.3.3 接地装置的接地排应符合以下要求：

- a) 接地排分为防雷接地排和联合接地排；
- b) 防雷接地排应单独连接接地体，接入点与联合接地排接地点距离宜大于  $5 \text{ m}$ ；
- c) 接地排的接地引入线与人工接地体或地基钢筋之间应采用焊接方式连接；
- d) 具有独立设备仓的多功能智能杆，联合接地排宜设置在独立设备仓内，防雷接地排宜设置在杆体底部。

5.2.3.4 单根多功能智能杆接地装置的工频接地电阻不宜大于  $10 \Omega$ ；当具有道路照明功能的多根多功能智能杆组成联合地网时，工频接地电阻值不应大于  $4 \Omega$ 。当挂载设备的接地电阻要求小于前述规定时，应按挂载设备中要求的最小值确定接地电阻值。

5.2.3.5 多功能智能杆位于人行道、公共活动区域或主要出入口等人员活动密集区时，不宜具备充电桩功能，且应采取下列防护措施：

- a) 水平接地体应敷成水平网格，间距不大于  $1.5 \text{ m} \times 1.5 \text{ m}$ ，埋设深度不应小于  $1 \text{ m}$ ；
- b) 多功能智能杆  $3 \text{ m}$  范围内地表的电阻率不小于  $50 \text{ k} \Omega \cdot \text{m}$ ，或敷设  $5 \text{ cm}$  厚的沥青层或  $15 \text{ cm}$  厚的砾石层；
- c) 杆体距地面  $2.7 \text{ m}$  以下的导体用耐  $1.2/50 \text{ us}$  冲击电压  $100 \text{ kV}$  的绝缘层隔离，或用至少  $3 \text{ mm}$  厚的交联聚乙烯层隔离。

5.2.3.6 多功能智能人工接地体宜采用热浸镀锌、铜覆钢、铝铜合金等耐腐蚀的材料，其规格尺寸及性能应符合 GB 50057—2010 表 5.4.1 的要求，铝铜合金材料还应符合 DL/T 1918—2018 的要求。

### 5.3 屏蔽及等电位连接

#### 5.3.1 屏蔽与布线

依据多功能智能杆设备的性质及所处的环境，采取的屏蔽措施应符合如下要求：

- a) 多功能智能杆的重要电子设备，应放置附录 A 规定的 LPZ1 区或后续防雷分区内；
- b) 从 LPZ0A 或 LPZ0B 区进入杆体内的电缆，应采用具有金属防护层的线缆或穿金属管，应埋地敷设，埋地长度应按公式 (1) 计算，但不应小于  $15 \text{ m}$ ；

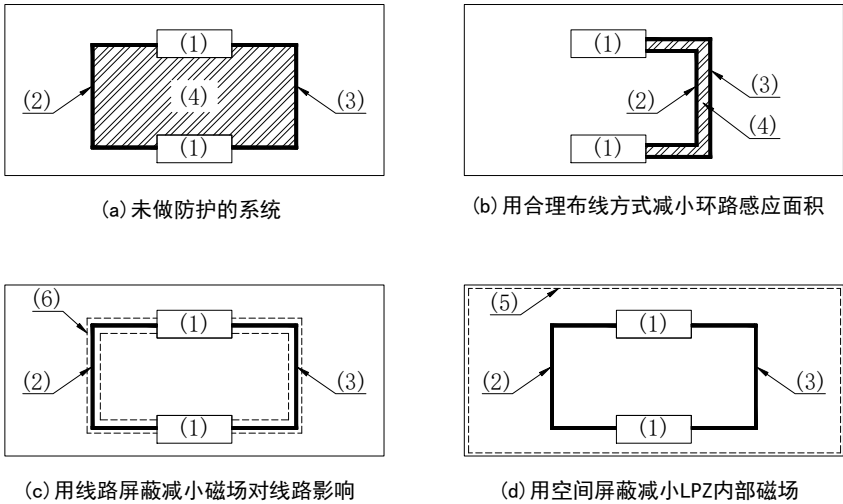
$$l \geq 2\sqrt{\rho} \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中：

$l$ ——埋地线缆长度，单位为米 (m)；

$\rho$ ——埋地线缆处的土壤电阻率，单位为欧米 ( $\Omega \cdot \text{m}$ )，土壤电阻率按 GB/T 21431—2015 的附录 B 测量。

- c) 进入到杆体内的电源线缆、数据线缆或信号线缆应分别敷设于各自的金属线槽，金属线槽应电气连通；
- d) 杆体内线缆布放，应减小线缆自身形成的电磁感应环路面积，应采用合理布线（图 2b）、屏蔽线缆或穿金属管（图 2c）或空间屏蔽（图 2d）等措施减小线路中的感应电涌。



标引序号说明：

- (1) ——系统设备
- (2) ——供电线路
- (3) ——信号线路
- (4) ——感应环路面积
- (5) ——空间屏蔽
- (6) ——屏线缆

图 2 合理布线和线路屏蔽减少感应效应

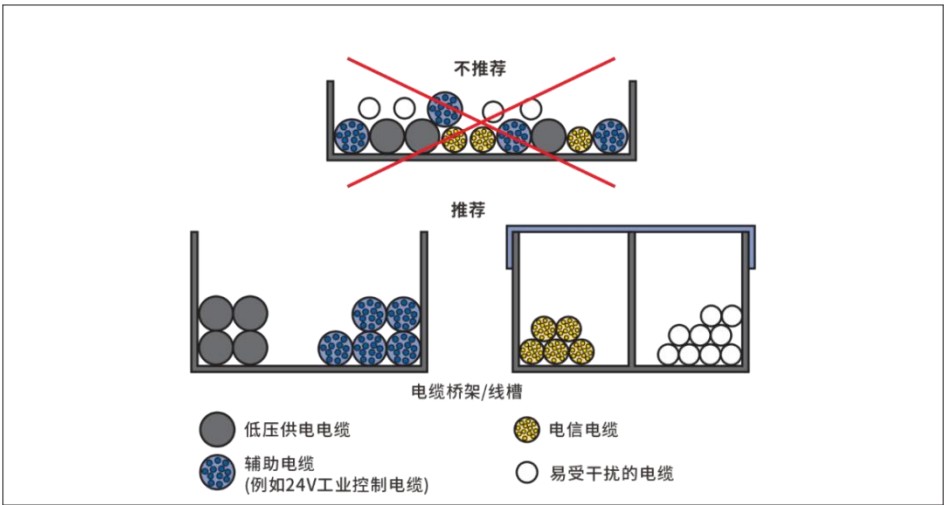
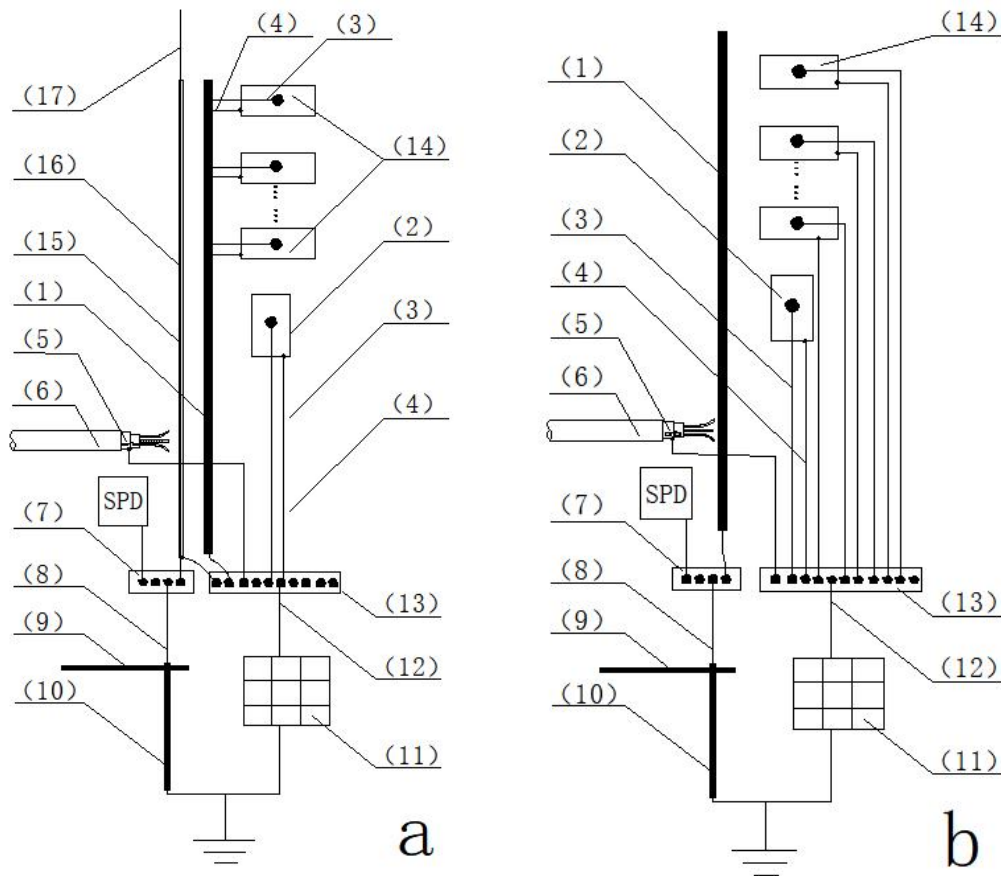


图 3 电缆布线系统中的电缆隔离

5.3.2 等电位连接

多功能智能杆的等电位连接见图4，其中图4a为有专设接闪器的多功能智能杆等电位连接示意图，图4b为无专设引下线的多功能智能杆等电位连接示意图。多功能智能杆的等电位连接应符合以下要求：

- a) 有专设接闪器的多功能智能杆，挂载设备金属外壳、工作接地线及引下线屏蔽层或穿金属管连接金属杆体后连接联合接地排；引下线独立连接防雷接地排。无专设接闪器的多功能智能杆，金属杆体连接防雷接地排，挂载设备金属外壳和工作接地线分别连接联合接地排。挂载设备设备工作地有专业要求的，按其专业要求接地；
- b) 从 LPZ0A 或 LPZ0B 区进杆体的电缆金属防护层、光缆金属加强芯、金属管道、槽等应与联合接地排可靠连接；
- c) 安装在 LPZ1 及更高防护区的设备金属外壳应与联合接地排可靠连接；
- d) 敷设在 LPZ1 及更高防护区的电缆金属护套及屏蔽层应与联合接地排可靠连接；
- e) 电涌保护器的接地线与防雷接地排连接；
- f) 各设备连接至接地排的过渡电阻不应大于  $0.2\ \Omega$ 。



标引序号说明：

- (1) —— 金属杆体
- (2) —— 仓内设备
- (3) —— 工作接地线

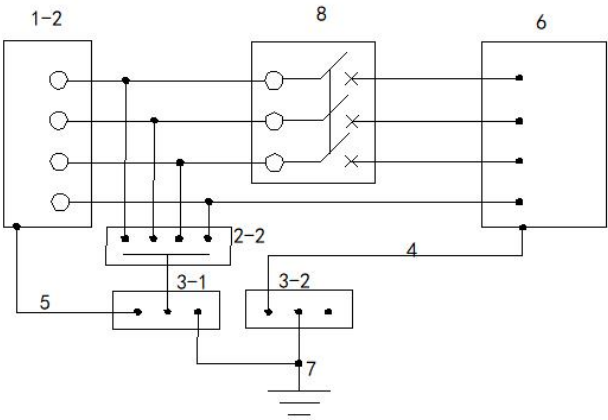
图 4 等电位连接及接地示意图

- (4) ——安全接地线
- (5) ——电缆金属防护层
- (6) ——户外电缆
- (7) ——防雷接地排
- (8) ——防雷接地引入线
- (9) ——水平接地体
- (10) ——垂直接地体
- (11) ——基础钢筋
- (12) ——联合接地引入线
- (13) ——联合接地排
- (14) ——挂载设备
- (15) ——引下线
- (16) ——引下线屏蔽层或穿金属管
- (17) ——接闪器

图 4 等电位连接及接地示意图（续）

5.4 雷击过电压防护

5.4.1 供配电系统雷电过电压防护



- 标引序号说明：
- 1-2——电源电缆
  - 2-2——电源SPD
  - 3-1——防雷接地排
  - 3-2——联合接地排
  - 4——设备保护接地线
  - 5——户外进入电源线缆的金属防护层
  - 6——设备
  - 7——地网
  - 8——过载保护

图 5 电源系统过电压防护及接地示意图

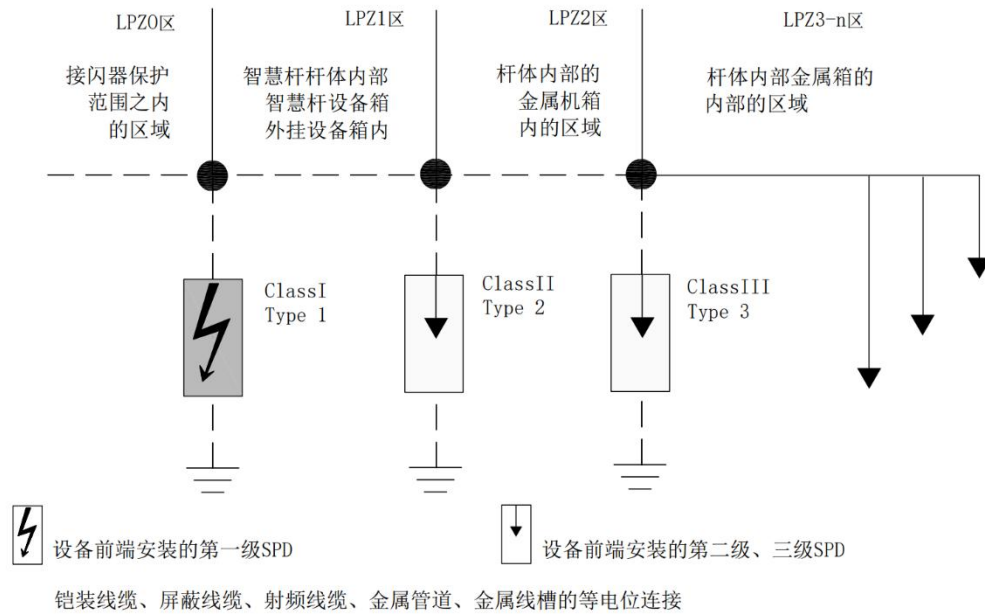


图 6 多功能智能杆电涌保护器安装示意图

供配电系统雷电过电压防护原理见图5,根据系统布线特点按图6所示的布设电涌保护器进行逐级防护,应符合如下要求:

- a) 从 LPZ0A 或 LPZ0B 区进入 LPZ1 区的供电线路应安装 B+C 级 T1/T2 类型的电涌保护器作为第一级保护,依据各专业设备的要求,后续可安装 II 类试验或 III 类试验的电涌保护(如图 6 所示)作为精细保护,各级电涌保护器宜采用相同品牌,其通流容量不应低于表 1 要求;
- b) 电涌保护器设置级数应综合考虑保护距离、电涌保护器连接导线长度和被保护设备耐冲击电压水平。各级电涌保护器应能承受在安装点上预计的放电电流,其有效保护水平应小于被保护设备的耐冲击电压水平。电涌保护器的限制电压不应大于被保护设备耐压水平的 0.8 倍;
- c) 交流电源电涌保护器最大持续运行电压应不低于系统工作电压的 1.45 倍,直流电涌保护器最大持续运行电压值应不低于系统工作电压的 1.2 倍;
- d) 三相交流电涌保护器接线形式应符合 GB 50057—2010 附录 J 第 J.1.2 的规定,单相交流电源宜采用 L-N/L-PE/N-PE 保护模式,直流电涌保护器应采用 V+~V-/V+~PE/V~PE 的保护模式;
- e) 每线使用的电涌保护器通流容量与电压保护水平应符合表 1、表 2、表 3 要求,其它特性应符合 GB/T 18802.11—2020 的规定;
- f) 电涌保护器应具有劣化指示、热熔保护、过流保护等功能,可根据需要选择雷电计数、遥信功能;
- g) 在电源电涌保护器的引接线上应串接后备保护器或断路器。后备保护器的通流能力应与电涌保护器相匹配,采用的断路器标称电流不宜大于前级供电线路断路器的 1/1.6。当设备交流供电回路电流小于 10 A,且已在回路中装有断路器,可不在电涌保护器前另加后备保护器或断路器;
- h) 安装于杆体外部的电涌保护器外壳防护等级应不低于 IP65,安装与杆体内部的电涌保护器应不低于客户要求值;
- i) 一级防雷的多功能智能杆,宜采用防雷装置监测系统,对电涌保护器等防雷装置工作状态进行实时监测。



表 1 电源电涌保护通流容量推荐值

防雷等级	供电系统	电涌保护器安装位置	标称放电电流 $I_n$ (8/20 $\mu$ s)	冲击放电电流 $I_{imp}$ (10/350 $\mu$ s)
一级防雷	交流	LPZ0B-LPZ1	—	$\geq 12.5$ kA
		LPZ0B-LPZ1	$\geq 60$ kA	—
		LPZ1-LPZ2	$\geq 20$ kA	—
		LPZ2-LPZn	$\geq 3$ kA	—
	直流	LPZ0B-LPZ1	—	$\geq 5$ kA
		LPZ0B-LPZ1	$\geq 20$ kA	—
		LPZ1-LPZn	$\geq 3$ kA	—
二级防雷	交流	LPZ0B-LPZ1	—	$\geq 12.5$ kA
		LPZ0B-LPZ1	$\geq 40$ kA	—
		LPZ1-LPZ2	$\geq 10$ kA	—
		LPZ2-LPZn	$\geq 3$ kA	—
	直流	LPZ0B-LPZ1	—	$\geq 5$ kA
		LPZ0B-LPZ1	$\geq 10$ kA	—
		LPZ1-LPZn	$\geq 3$ kA	—

表 2 电源用一端口限压型电涌保护器电压保护水平（Up）推荐值

最大持续运行电压 $U_c$ (V)	交流电涌保护器电压保护水平 $U_p$ (V)				直流电涌保护器电压保护水平 $U_p$ (V)		
	$I_n=3$ kA	$I_n=10$ kA	$I_n=20$ kA	$I_n=60$ kA	$I_n=3$ kA	$I_n=10$ kA	$I_n=20$ kA
24	—	—	—	—	$\leq 425$	$\leq 600$	—
48	—	—	—	—	$\leq 500$	$\leq 700$	$\leq 900$
320	$\leq 1200$	$\leq 1400$	$\leq 1700$	$\leq 2300$	—	—	—
385	$\leq 1500$	$\leq 1600$	$\leq 1800$	$\leq 2500$	—	—	—

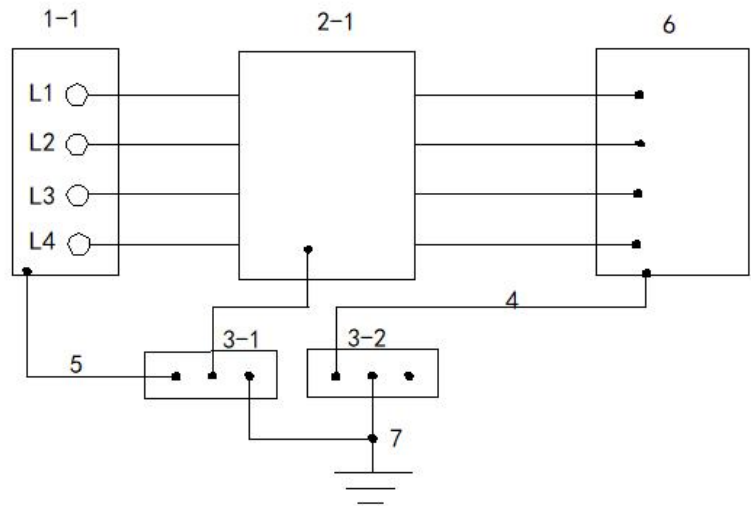
表 3 电源用两端口限压型电涌保护器电压保护水平（Up）推荐值

最大持续运行电压 $U_c$ (V)	交流电涌保护器电压保护水平 $U_p$ (V)			直流电涌保护器电压保护水平 $U_p$ (V)		
	$I_n=3$ kA	$I_n=10$ kA	$I_n=20$ kA	$I_n=3$ kA	$I_n=10$ kA	$I_n=20$ kA
35	$\leq 80$	$\leq 120$	—	$\leq 80$	$\leq 120$	—
45	$\leq 120$	$\leq 150$	—	$\leq 120$	$\leq 150$	—
60	$\leq 150$	$\leq 160$	$\leq 180$	$\leq 150$	$\leq 160$	$\leq 180$
320	$\leq 1000$	$\leq 1200$	$\leq 1400$	$\leq 900$	$\leq 1100$	$\leq 1300$

5.4.2 天馈、信号系统雷电过电压防护

5.4.2.1 天馈、信号系统是指多功能智能杆的控制系统、有线和无线通信系统。

5.4.2.2 信号系统过电压防护见图 7，应符合以下要求：



标引序号说明：

1-1——信号电缆

2-1——信号 SPD

3-1——防雷接地排

3-2——联合接地排

4——设备保护接地线

5——户外进入信号屏蔽层、光缆金属加强芯

6——设备

7——地网

图 7 信号系统过电压防护及接地示意图

- a) 根据被保护信号设备的工作频率、传输速率、工作电压、接口形式、特性阻抗等技术参数选择使用插入损耗小、分布电容小、并与纵向平衡、近端串扰指标相适应信号电涌保护器，在安装信号电涌保护器后，应不影响正常信号的传输。 $U_c$  应大于线路上的最大工作电压的 1.2 倍；
- b) 信号线路电涌保护器宜设置在雷电防护分区界面处，在 LPZ0B-LPZ1 宜设置 D1 或 B2 试验的电涌保护器，在 LPZ1-LPZ2 宜设置 C2 或 B2 试验的电涌保护器；  
注：D1、B2、C1 是 GB/T 18802.21-2016 表 3 冲击试验测试波形。
- c) 信号系统的电涌保护器符合表 4 和表 5 以及 GB/T 18802.21-2016 的要求；
- d) 天馈线路电涌保护器宜设置在 LPZ0B 区，根据被保护设备工作频率、平均输出功率、连接器形式及特性阻抗等参数，选用插入损耗小、电压驻波比小，适配的天馈电涌保护器；
- e) 天馈系统的电涌保护器应安装在收/发通讯设备的射频出入端口处，符合表 6 和表 7 以及 GB/T 18802.21—2016 的要求；

表 4 信号电涌保护器主要参数推荐值

最大持续 运行电压 $U_c$ V	额定电流 mA	插入损耗 dB	绝缘电阻 $M\Omega$	限制电压 (V) 1.2/50 $\mu s$ , 8/20 $\mu s$ 组合波		试验类型			通流能力 $I_n$ 8/20 (KA)
				线-线	线-地	LPZ0/1	LPZ1/2	LPZ2/n	
5	200	$\leq 0.5$	$\geq 0.4$	$\leq 25$	$\leq 500$	——	B2	C1	1.5
12	200	$\leq 0.5$	$\geq 1.5$	$\leq 50$	$\leq 500$	D1	C2/B2	C1	2.5
24	200	$\leq 0.5$	$\geq 1.5$	$\leq 75$	$\leq 700$	D1	C2/B2	C1	5
48	200	$\leq 0.5$	$\geq 1.5$	$\leq 120$	$\leq 700$	D1	C2/B2	C1	5
110	200	$\leq 0.5$	$\geq 1.5$	$\leq 350$	$\leq 700$	D1	C2/B2	C1	5

f) 信号系统电涌保护器保护模式要求:

- 1) 平衡传输信号电涌保护器必须具备 L-L, L-PE 的保护模式; 非平衡传输信号电涌保护器必须具备 L-GND 的保护模式, 同轴信号电涌保护器必须具备芯-壳的保护模式;
- 2) 网络信号电涌保护器应具备 L-L、L-PE 的保护模式。

g) 外壳防护等级:

- 1) 安装于多功能智能杆杆体外部的安装的电涌保护器外壳防护等级应不低于 IP65;
- 2) 安装于杆体内部电涌保护器应不低于客户要求值。

表 5 信号电涌保护器冲击耐受能力推荐值

电涌保护器类型	接口类型	保护引脚	冲击耐受能力 (1.2/50 $\mu s$ , 8/20 $\mu s$ 组合波)	
			线-线	线-地
1000M网络信号	RJ45	1, 2; 3, 6; 4, 5; 7, 8	$\geq 1$ kV; 0.5 kA	$\geq 3$ kV; 1.5 kA
100M网络信号	RJ45	1, 2; 3, 6; 4, 5; 7, 8	$\geq 1$ kV; 0.5 kA	$\geq 3$ kV; 1.5 kA
RS485/RS422信号	DB9	A, B, GND	$\geq 1$ kV; 0.5 kA	$\geq 3$ kV; 1.5 kA
RS485/RS422信号	压线端子	A, B, GND	$\geq 5$ kV; 2.5 kA	$\geq 10$ kV; 5 kA
RS232信号	DB9	L1, L2, GND	$\geq 1$ kV; 0.5 kA	$\geq 3$ kV; 1.5 kA
RS232信号	压线端子	L1, L2, GND	$\geq 5$ kV; 2.5 kA	$\geq 10$ kV; 5 kA
同轴视频信号	BNC	芯-壳-地	$\geq 10$ kV; 5 kA	$\geq 10$ kV; 5 kA
电话/传真信号	RJ11	3, 6; 4, 5	$\geq 1$ kV; 0.5 kA	$\geq 3$ kV; 1.5 kA
电话/传真信号	压线端子	L1, L2	$\geq 5$ kV; 2.5 kA	$\geq 10$ kV; 5 kA
其他控制信号	压线端子	L1, L2, ……., Ln; GND	$\geq 1$ kV; 0.5 kA	$\geq 3$ kV; 1.5 kA

表 6 天馈电涌保护器主要参数推荐值

保护器接口类别	功率	插入损耗	驻波比a	特性阻抗	工作频率
N	0-300 W	≤0.5 dB	≤1.2	50 Ω	0-6 GHz
BNC	0-100 W			50 Ω , 75 Ω	0-2.5 GHz
TNC	0-100 W			50 Ω	0-2.5 GHz
SL16	0-100 W			75 Ω	0-2.5 GHz
DIN (7/16)	0-500 W			50 Ω	0-2.5 GHz

表 7 天馈电涌保护器冲击耐受能力推荐值

保护器接口类别	保护模式	冲击耐受能力（1.2/50 μs，8/20 μs组合波）	冲击耐受能力（10/350 μs
N	芯-壳	≥20 kV； 10 kA	≥2 kA
BNC		≥20 kV； 10 kA	≥2 kA
TNC		≥20 kV； 10 kA	≥2 kA
SL16		≥20 kV； 10 kA	≥2 kA
DIN（7/16）		≥40 kV； 20 kA	≥2 kA
SMA		≥20 kV； 10 kA	≥2 kA
注：其他接口的电涌保护器根据项目要求。			

5.4.3 电涌保护器环境适应性要求

电源电涌保护器、信号电涌保护器、天馈电涌保护器的环境温度应符合表8规定。

表 8 涌保护器工作温度和贮存温度要求

项目	工作温度 (℃)	贮存温度 (℃)
多功能智能杆杆体内	-20 ℃~+75 ℃	-25 ℃~+70 ℃
多功能智能杆杆体外	-40 ℃~+60 ℃	

5.4.4 两端口电涌保护器电压降要求

交流串联两端口型电涌保护器的电压降不应高于2%，直流两端口型电涌保护器的电压降不应高于0.5%。

5.5 防雷装置监测系统要求

雷电防护系统的正常运行为多功能智能杆提供保障，宜采用防雷装置监测系统对多功能智能杆的防雷防雷装置实施监测。防雷装置监测系统应具备下列功能：

- a) 电涌保护器监测：
  - 1) 漏电流监测；
  - 2) 温度监测；
  - 3) 劣化监测。
- b) 接地状态监测功能；
- c) 接地电阻监测功能；
- d) 雷电监测功能：
  - 1) 监测雷电强度峰值、雷电发生时间和雷电次数等；
  - 2) 雷电监测查询功能，可显示强度、时间和次数；
  - 3) 雷电强度数值误差 $\pm 10\%$ 。
- e) 不小于 8 小时的电池续航时间和电池断电记忆功能；
- f) 具备网络传输功能，配置 RS232、RS485 或网络通信接口；
- g) 具备远程参数设定及远程时间校准功能：时间可通过中心进行远程校准，各种参数的阈值可通过远程修改或设定；
- h) 数据存储功能：
  - 1) 具备实时数据存储功能；
  - 2) 各种历史数据存储数量大于 100 条；
  - 3) 数据存储掉电后，各类历史数据与设定参数应有保存，不丢失；
  - 4) 数据存储应稳定、可靠，避免因错误操作、错误监控命令等原因丢失、缺损；
  - 5) 历史告警信息的存储采用先进先出的原则。
- i) 具有雷击故障诊断、分析及输出告警功能。

## 6 施工与安装要求

### 6.1 一般规定

- 6.1.1 多功能智能杆防雷工程施工按照本文件的规定和已批准的设计施工文件进行。
- 6.1.2 多功能智能杆防雷工程应由主管部门组织有能力的单位设计和施工。
- 6.1.3 施工单位应建立健全质量、安全生产管理体系，规范现场管理，文明施工。
- 6.1.4 施工单位在进场前应编制好施工方案，施工方案中应合理安排设备、材料到场计划，规范施工工艺；明确质量验收标准；配置数量和资质满足需要的施工队伍；配备的工装器具满足施工需要；测量仪器仪表检定合格且处于有效期内。
- 6.1.5 施工过程中应注意其它市政工程，特别是隐蔽工程的调查，规避相关的安全风险。

### 6.2 接地装置施工要求

接地装置施工应符合下列要求：

- a) 在自然接地体的接地电阻值不能满足设计要求时，可按第 5.2.3 条 b) 款方式设置人工接地体；
- b) 水平接地体应挖沟埋设，埋设深度不应小于 0.5 m；钢质垂直接地体宜直接打入土壤中，铜制材料、石墨或其他非金属导电材料接地体宜挖坑埋设或按照厂家提供的安装要求埋深；
- c) 垂直接地体和水平接地体宜用低电阻率土壤回填掩埋并分层夯实；

- d) 在高土壤电阻率地区，宜采用换土法、长效降阻剂或其他新技术、新型环保材料降低接地装置的接地电阻；
- e) 处于盐碱地或海边的接地装置，应使用防海水腐蚀、电化学腐蚀材料，宜使用锌合金材料；
- f) 钢质接地体连接应采用焊接方式，搭接长度应符合下列要求：
  - 1) 扁钢与扁钢（角钢）搭接长度为扁钢宽度的 2 倍，不少于三面施焊；
  - 2) 圆钢与圆钢搭接长度为圆钢直径的 6 倍，双面施焊；
  - 3) 圆钢与扁钢搭接长度为圆钢直径的 6 倍，双面施焊；
  - 4) 扁钢和圆钢与钢管、角钢互相焊接时，除应在接触部位双面施焊，还应增加圆钢搭接件；圆钢搭接件在水平、垂直方向的焊接长度各为圆钢直径的 6 倍，双面施焊；
  - 5) 焊接部位应除去焊渣后做防腐处理。
- g) 铜质接地装置之间或钢质与铜质接地装置之间应采用放热焊接，连接部位应做防腐蚀处理；
- h) 接地装置连接应可靠，连接处不应松动、焊脱或接触不良。

### 6.3 接地引入线及接地排施工

#### 6.3.1 接地引入线施工应符合下列要求：

- a) 新建多功能智能杆的防雷接地引入线宜从人工接地体中引出连接至防雷接地排，联合接地引入线宜从杆体地基的钢筋焊接引出连接至联合接地排，防雷接地引入线与联合接地引入线的距离宜大于 5 m；
- b) 改建多功能智能杆的防雷接地引入线与联合接地引入线分开敷设，两者的距离宜大于 5 m；
- c) 处于建筑物楼顶、桥梁的多功能智能杆，应使用热镀锌圆钢或扁钢等防腐金属导体与建筑楼顶和桥梁附近的接地金属导体焊接作为接地引入线，焊接后应采取相应的防腐措施。

#### 6.3.2 接地排施工应符合以下要求：

- a) 接地排分防雷接地排和联合接地排，安装在设备仓底部，靠近接地引入线设置，接地排宜采用镀镍铜排。防雷接地排与设备仓金属外壳绝缘；
- b) 多功能智能杆具有独立设备仓时，防雷接地排设置在多功能智能杆底部，联合接地排设置在独立设备仓内；
- c) 接地排的安装不应影响到其它设备的正常维护；
- d) 接地引入线上焊接铜铁过渡器，铜铁过渡器栓接在接地排上。

### 6.4 接闪器和引下线施工

6.4.1 当专设有接闪器和引下线时，接闪器安装在多功能智能杆顶部并与杆体绝缘，接闪器与引下线宜焊接连接。当采用栓接时，连接的螺栓应采用铜材质，直径不小于 M10，并应采取防松措施。

6.4.2 引下线宜与防雷接地引入线焊接方式连接。引下线与防雷接地排连接时，应连接可靠并防止松脱。

6.4.3 采用栓接时，引下线应安装铜接线端子，铜接线端子与引下线应压接或焊接牢靠。

### 6.5 等电位连接要求

#### 6.5.1 多功能智能杆等电位连接

多功能智能杆的等电位连接安装和施工应符合下列要求：

- a) 等电位连接应采用铆接、压接、焊接或栓接等可靠连接方法；
- b) 等电位连接电缆应使用截面积不小于  $2.5 \text{ mm}^2$  的黄绿多心绝缘铜质导线；
- c) 多功能智能杆的金属杆体应连接联合接地排；

- d) 多功能智能杆内的电子电气设备金属外壳以及金属走线槽等应连接至联合接地排；
- e) 专设引下线的金属屏蔽层或屏蔽金属管连接至联合接地排。多功能智能杆高度大于 5 m 时，引下线的金属屏蔽层，应每间隔 5 m 与金属杆体做一次等电位连接。

### 6.5.2 进入多功能智能杆内电缆等电位连接

由LPZ0A/B区进入多功能智能杆杆体内LPZ1区电缆等电位连接应满足下列要求：

- a) 进入杆体前的线缆敷设应符合 5.3.1b) 的要求，电缆的金属防护层应两端接地；
- b) 进入杆体内的线缆的敷设应符合 5.3.1c) 和 d) 的要求，电缆内的空线对、光缆金属加强芯、电缆金属防护层在进入杆体内处与联合接地排可靠连接；
- c) 接地线的敷设应短直的与接地排可靠连接；
- d) 等电位连接线宜采用黄绿双色电缆，并且在两端设置路径标识。等电位连接线与设备及接地排连接时，应加装铜接线端子并连接可靠。

## 6.6 电涌保护器的安装

电涌保护器的安装符合如下要求：

- a) 电源电涌保护器应安装于杆体内电源设备的进线端。当采用多级电源电涌保护器进行防护时，应在两级之间安装退耦器，符合两级电涌保护器能量配合和被保护设备耐压水平的要求；
- b) 电源电涌保护器与电源线缆应并联，一级电源电涌保护器引接线截面积应不小于  $6\text{ mm}^2$ ，二级电源电涌保护器引接线截面积应不小于  $4\text{ mm}^2$ ，三级电源电涌保护器引接线截面积应不小于  $2.5\text{ mm}^2$ ；引接线的敷设应短直且长度不宜大于 0.5 m；
- c) 一级电源电涌保护器接地线截面积应不小于  $10\text{ mm}^2$ ，二级电源电涌保护器接地线截面积应不小于  $6\text{ mm}^2$ ，三级电源电涌保护器接地线截面积应不小于  $4\text{ mm}^2$ ；接地线应短直并可靠的连接至防雷接地排上；
- d) 在电源电涌保护器的引接线上串接后备保护器或断路器应符合 5.4.1 第 g) 项的要求；
- e) 天馈电涌保护器宜安装在馈线从 LPZ0B 区进入 LPZ1 区进线口处；接地线截面积应不小于  $6\text{ mm}^2$ ，接地线应短直并可靠的连接至防雷接地排上；
- f) 信号电涌保护器应串联安装于信号设的信号线缆上；接地线的截面积应不小于  $1.5\text{ mm}^2$ ，接地线应短直并可靠的连接至防雷接地排上；
- g) 信号电涌保护器输入输出端安装应与信号进出线方向一致；
- h) 采用的电涌保护器应符合第 5.4 的要求。

## 7 检测与验收

### 7.1 一般要求

7.1.1 多功能智能杆防雷与接地系统检测与验收除符合本文件以外，还应符合 GB/T 21431—2015 等国家现行的相关标准。

7.1.2 多功能智能杆防雷与接地系统应由主管部门组织有资质的单位验收。

7.1.3 检测验收用仪器仪表等器具应校准或鉴定合格，并在有效期内使用。

### 7.2 防雷系统检验流程

防雷装置检测应按图8所示的流程，应符合第5章和第6章的规定。

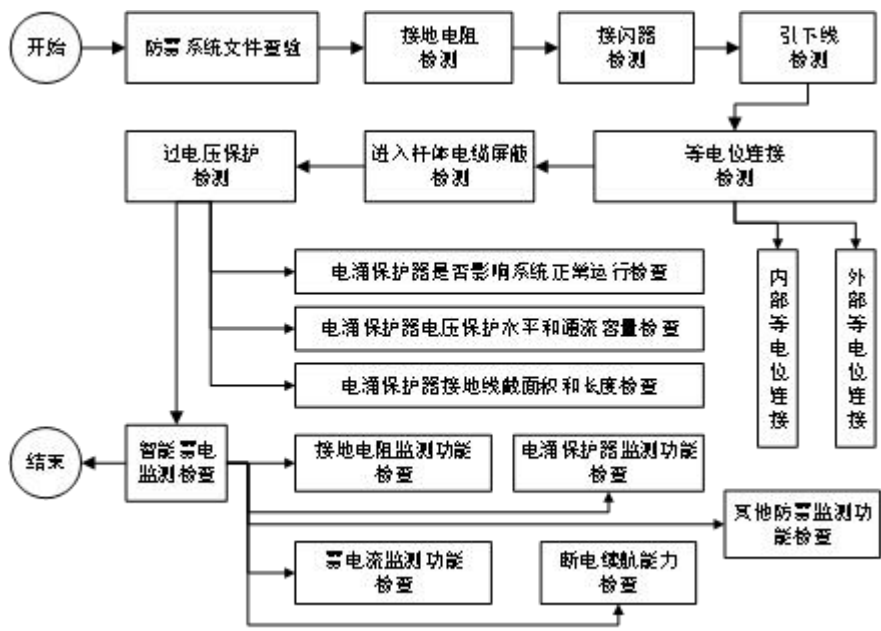


图 8 多功能智能杆防雷装置检测流程

### 7.3 文件检查

多功能智能杆防雷装置应具有以下文件，并对其完整性、规范性和有效性进行检查：

- a) 设计文件；
- b) 被保护设备清单；
- c) 关键部件第三方检测报告；
- d) 改造多功能智能杆的故障记录和历年检查记录；
- e) 施工日志，隐蔽工程的施工记录宜有拍照记录。

### 7.4 接地装置检测

多功能智能杆接地装置应符合5.2.3的要求，应包括以下内容：

- a) 接地装置、接地排的敷设及防腐措施情况检查；
- b) 各处接地点连接情况检查；
- c) 接地装置的规格尺寸以及锈蚀情况检查；
- d) 接地装置的工频接地电阻检测；
- e) 设置在人员活动密集区多功能智能杆防电击措施检查。

### 7.5 接闪器检查

接闪器采用目测或工具检测应符合按5.2.1的要求，应包括以下内容：

- a) 接闪器连接或焊接检查；
- b) 接闪器规格及材质检查；
- c) 接闪器锈损情况检查。

### 7.6 引下线检查

采用目测或工具检测应符合5.2.2的要求，应包括以下内容：



- a) 引下线敷设方式及连接紧固度进行检查;
- b) 引下线所使用的材料及规格进行核查;
- c) 引下线连接处锈损情况检查。

### 7.7 等电位连接及屏蔽检查

多功能智能杆的等电位连接采用目测或工具检测应符合5.3和按6.3的要求,应包括以下内容:

- a) 检查多功能智能杆各种金属构件、光纤加强芯、电缆金属防护层等金属导体与接地排之间的连接方式;
- b) 检查进入多功能智能杆金属管道、金属槽道、金属铁架等与接地排之间的连接方式;
- c) 检查等电位连接线缆的规格尺寸;
- d) 检查等电位连接方式及放松措施;
- e) 测量各等电位连接的过渡电阻;
- f) 检查信号电缆、电源电缆敷设方式;
- g) 多功能智能杆挂载设备金属外壳连接方式。

### 7.8 雷电过电压防护检验

7.8.1 电涌保护器主要技术指标应符合 5.5 和 5.6 的要求,以及电源电涌保护器符合 GB 18802.11—2020,信号电涌保护器符合 GB/T 18802.21—2016 的规定。电涌保护器应提供第三方机构的检测报告。

7.8.2 检查电涌保护器的参数符合设计文件要求。

7.8.3 检查电涌保护器的接地连接线的长度、规格符合 6.5 的要求。

7.8.4 检查电涌保护器的安装位置符合 6.5 的要求。

7.8.5 检查电涌保护器的状态指示器是否正常。

7.8.6 按照 GB/T 21431—2015 的要求测量电涌保护器的压敏电压、泄漏电流、绝缘电阻,应符合本文件第 6.5 的规定。

### 7.9 防雷装置监测系统的检查

防雷装置监测系统的各项功能依据5.7的要求逐项检查,应符合要求。

### 7.10 验收

依据7.3~7.9的检查结果,每个检测项均应合格,给予验收。检测记录表见附录B。

## 8 管理与维护要求

### 8.1 一般规定

8.1.1 应由熟悉雷电防护技术的专职或兼职人员负责管理。

8.1.2 防雷系统投入使用后,应建立制度统筹管理防雷相关工作。对防雷系统的设计、安装、隐蔽工程记录、年检记录等均应及时归档妥善保管。

8.1.3 多功能智能杆挂载设备变更时,应依据变动情况,采取相应的雷电保护措施。

### 8.2 防雷装置的日常维护

8.2.1 宜在每年雷雨季节前,对杆体内、外接地装置(包括接地排、接地线、接地引入线、专设引下线、接闪器等)及它们的连接状况进行巡检,发现脱焊、松动、严重锈蚀等情况应进行修复性处理。

8.2.2 对于多功能智能杆遭受的每一次雷击造成设备和站内外设施损坏情况，应作详细记录，并对雷害原因进行分析，提出针对性整改措施并组织实施。对严重的雷害事故应按规定上报。

8.2.3 应建立和健全多功能智能杆的防雷资料，防雷资料应包括防雷与接地系统工程的验收报告、每年的例行检查和检修记录、接地电阻测试记录，以及每年雷害发生情况、原因分析和整改情况等。

### 8.3 电涌保护器的维护

8.3.1 定期对电涌保护器（包括设备本身配置的电涌保护器）状态进行一次巡视，当发现电涌保护器的状态显示失效时，应及时更换。

8.3.2 每年雷雨季节前，宜对电涌保护器的参数进行一次测试。测试方法按 GB/T 21431—2015 的相关规定执行。测试发现性能严重下降、但尚未失效的电涌保护器，应及时更换。

### 8.4 利用防雷装置监测系统进行维护

宜利用防雷装置监测系统实时监测数据、报警等信息进行维护，对出现异常情况及时处理。

### 8.5 利用防雷装置监测系统进行维护

宜聘请具有雷电防护装置检测资质的第三方检测机构，每年对多功能智能杆的防雷装置进行一次定期检测，对发现的问题及时整改。

附 录 A  
(规范性)  
雷电防护划分

A.1 利用防雷装置监测系统进行维护

雷暴区域等级按年平均雷暴日数划分为少雷区、中雷区、多雷区、强雷区，并应符合以下规定：

- a) 少雷区：年平均雷暴日数不超过 25 的地区；
- b) 中雷区：年平均雷暴日数在 26~40 以内的地区；
- c) 多雷区：年平均雷暴日数在 41~90 以内的地区；
- d) 强雷区：年平均雷暴日数超过 90 的地区。

A.2 雷电防护区划分

雷电防护区的划分是将需要保护的控制雷电电磁脉冲环境的建筑物，从外部到内部划分为不同的雷电防护区（LPZ）。雷电防护区应划分为：直击雷非防护区、直击雷防护区、第一防护区、第二防护区、后续防护区，见图A.1，并符合下列规定：

- a) 直击雷非防护区（LPZ0A）：区域内的雷击电磁场强度没有衰减，各类物体都可能遭到直接雷击并导走全部雷电流，属完全暴露的不设防区；
- b) 直击雷防护区（LPZ0B）：区域内的雷击电磁场强度没有衰减，各类物体不可能遭受到大于滚球半径对应雷击电流直接雷击；
- c) 第一防护区（LPZ1）：由于杆体的分流，流经各类导体的雷电流比直击雷防护区（LPZ0B）减小，电磁场强度得到了初步的衰减，各类物体不可能遭受直接雷击；
- d) 后续防护区（LPZn）：需要进一步减小流入的电涌电流和雷击电磁场强度时，增设的后续防护区应划分为 LPZ2...n。

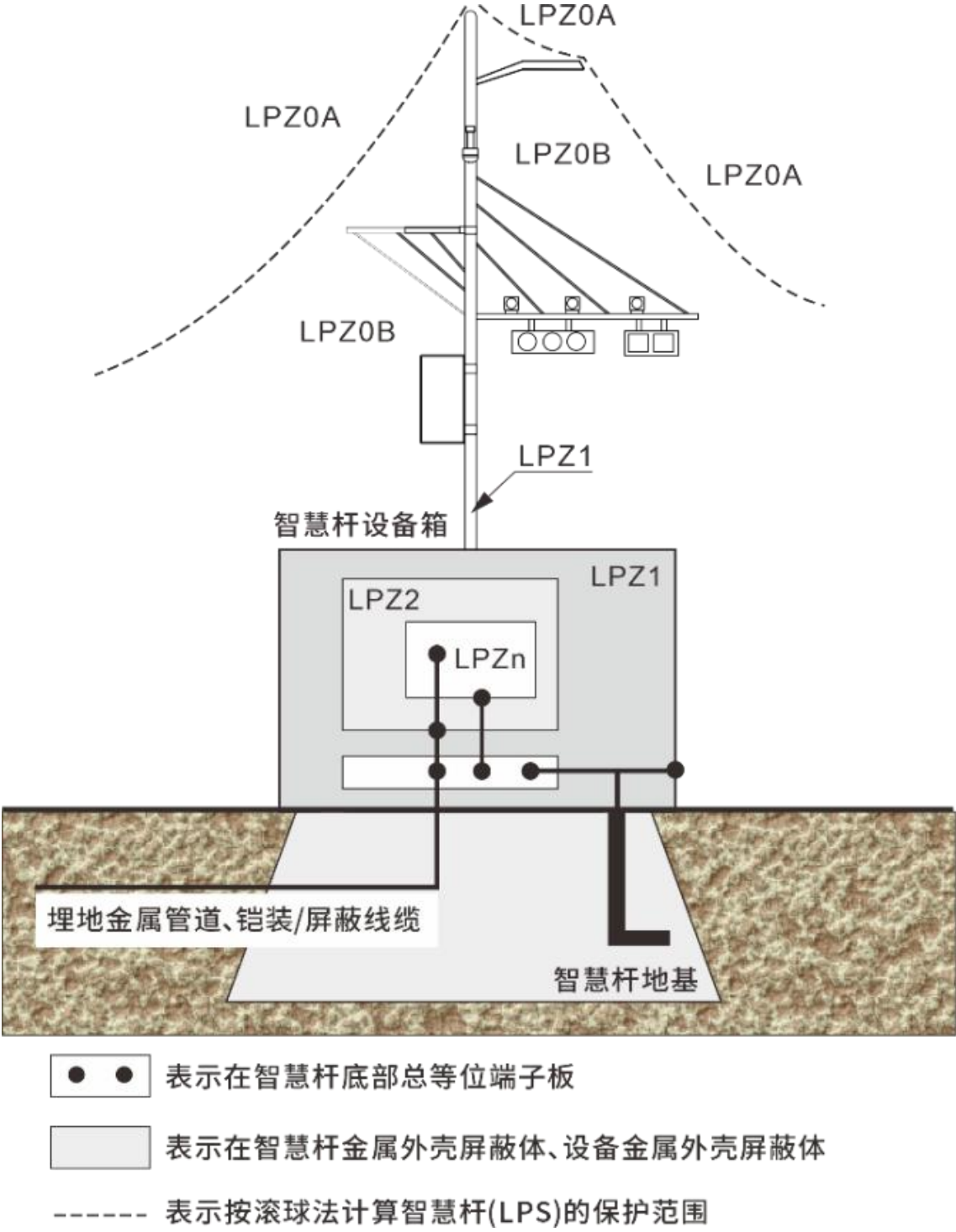


图 A. 1 多功能智能杆雷电防护区（LPZ）划分

附 录 B  
(规范性)  
验收检测表

B.1 接地装置验收检测记录表

表 B.1 接地装置验收检测记录表

序号	检测内容	检测结果	质量评价		整改意见
			合格	不合格	
1	接地体数量				
2	接地体规格				
3	埋设深度（m）				
4	接地线规格				
5	连接方式				
6	防腐措施				
7	防电击措施				
8	接地电阻值				
9	总体工艺水平				
10	接地排设置位置				
11	接地排材质规格				
验收结论					
整改意见					
设计单位（签字、盖章）		施工单位（签字、盖章）		验收单位（签字、盖章）	

B.2 接闪器及引下线验收检测记录表

表 B.2 接闪器及引下线验收检测记录表

序号	检测内容	检测结果	质量评价		整改意见	
			合格	不合格		
1	接闪器高度（m）					
2	接闪器材质规格					
3	引下线材质规格					
4	引下线敷设方式					
5	防腐措施					
6	焊接质量					
7	总体工艺水平					
8						
9						
10						
验收结论						
整改意见						
设计单位（签字、盖章）                      施工单位（签字、盖章）                      验收单位（签字、盖章）						

B.3 等电位连接验收检测记录表

表 B.3 等电位连接验收检测记录表

序号	检测内容	检测结果	质量评价		整改意见
			合格	不合格	
1	等电位连接线缆材质规格				
2	进入杆体屏蔽线缆、金属管道接地方式				
3	光纤加强芯接地				
4	设备金属机壳、机架接地				
5	等电位接地排规格				
6	防雷接地排、联合接地排是否分别设置				
7	等电位连接防腐措施				
8	等电位连接防松措施				
9	等电位连接过渡电阻				
10					
11					
12					
验收结论					
整改意见					
设计单位（签字、盖章）		施工单位（签字、盖章）		验收单位（签字、盖章）	

B.4 电源电涌保护器验收检测记录表

表 B.4 电源电涌保护器验收检测记录表

序号	检测内容	检测结果	电涌保护器防护等级		
			一级	二级	三级
1	线缆埋设方式（架空、埋地）				
2	变压器电涌保护器规格				
3	电涌保护器规格型号				
4	电涌保护器数量				
5	电涌保护器最大持续工作电压 $U_c$ (V)				
6	电涌保护器最大工作电流 $I_{imp}/I_{max}$ (KA)				
7	电涌保护器电压保护水平 $U_p$ (V)				
8	电涌保护器保护模式				
9	电涌保护器外壳防护等级 $I_p$				
10	标称放电电流 $I_n$ (kA)				
11	电涌保护器安装位置				
12	电涌保护器相线规格 ( $mm^2$ )				
13	电涌保护器相线长度 (m)				
14	电涌保护器接地线规格 ( $mm^2$ )				
15	电涌保护器接地线长度 (m)				
16	电涌保护器状态指示器是否正常				
17	电涌保护器压敏电压				
18	电涌保护器泄漏电流				
19	电涌保护器绝缘电阻				
质量	合格				
状况	不合格				
整改					
意见					
验收结论					
设计单位（签字、盖章）                      施工单位（签字、盖章）                      验收单位（签字、盖章）					



B.5 信号电涌保护器验收检测记录表

表 B.5 信号电涌保护器验收检测记录表

序号	检测内容	检测结果	电涌保护器防护等级		
			一级	二级	三级
1	线缆埋设方式（架空、埋地）				
2	电涌保护器接口型式				
3	电涌保护器规格型号				
4	电涌保护器数量				
5	电涌保护器最大持续工作电压 $U_c$ （V）				
6	电涌保护器最大工作电流 $I_{imp}/I_{max}$ (KA)				
7	电涌保护器工作频率（Hz）				
8	电涌保护器保护模式				
9	电涌保护器外壳防护等级				
10	冲击耐受能力（kA）				
11	电涌保护器安装位置				
12	电涌保护器接地线规格（mm <sup>2</sup> ）				
13	电涌保护器接地线长度（m）				
14	总体工艺水平				
15	其他要求				
质量 状况	优良				
	合格				
	不合格				
整改 意见					
验收结论					
设计单位（签字、盖章）                      施工单位（签字、盖章）                      验收单位（签字、盖章）					

B.6 天馈电涌保护器验收检测记录表

表 B.6 信号电涌保护器验收检测记录表

序号	检测内容	检测结果	电涌保护器防护等级		
			一级	二级	三级
1	线缆埋设方式（架空、埋地）				
2	电涌保护器接口型式				
3	电涌保护器规格型号				
4	电涌保护器数量				
5	电涌保护器工作频率（Hz）				
6	电涌保护器插入损耗（dB）				
7	电涌保护器驻波比				
8	电涌保护器适用功率				
9	电涌保护器特性阻抗				
10	电涌保护器保护模式（开关型、1/4 波长、其他）				
11	电涌保护器外壳防护等级				
12	冲击耐受能力（kA）				
13	电涌保护器安装位置				
14	电涌保护器接地线规格（mm <sup>2</sup> ）				
15	电涌保护器接地线长度（m）				
16	总体工艺水平				
17	其他要求				
质量 状况	优良				
	合格				
	不合格				
整改 意见					
验收结论					
设计单位（签字、盖章）                  施工单位（签字、盖章）                  验收单位（签字、盖章）					

B.7 防雷装置监测系统验收检测记录表

表 B.7 防雷装置监测系统验收检测记录表

序号	检测内容		检测结果	质量评价		整改意见	
				合格	不合格		
1	电涌保护器	漏电流监测					
2		温度监测					
3		劣化监测					
4	雷电监测	峰值					
5		雷电发生时间					
6		雷电次数					
7	数据存储功能	数据存储数量					
8		历史告警信息的存储					
9		防雷装置掉电后数据保存情况					
10	具有雷击故障诊断、分析及输出告警功能						
11	电池续航时间						
12	错误操作对存储数据的影响						
13	接地电阻监测范围						
14	环境监测方式						
15	网络传输接口						
16	远程参数设定						
验收结论							
设计单位（签字、盖章）                      施工单位（签字、盖章）                      验收单位（签字、盖章）							

参 考 文 献

- [1] GB/T 4208—2017 外壳防护等级（IP代码）
  - [2] GB 50348—2018 安全防范工程技术规范
  - [3] GB/T 18802.31—2021 低压电涌保护器 第31部分：用于光伏系统的电涌保护器 性能要求  
和试验方法
  - [4] GB/T 50065—2011 交流电气装置的接地设计规范
  - [5] GB/T 21714.1—2015 雷电保护 第1部分：总则
  - [6] GB/T 21714.2—2015 雷电保护 第2部分：风险管理
  - [7] GB/T 21714.3—2015 雷电保护 第3部分：建筑物的物理损坏和生命危险
  - [8] GB/T 21714.4—2015 雷电保护 第4部分：建筑物内电气和电子系统
  - [9] DB4403/T 30—2019 多功能智能杆系统设计与工程建设规范
  - [10] CJJ 45—2015 城市道路照明设计标准
  - [11] CJJ 89—2012 城市道路照明工程施工及验收规程
  - [12] QX/T 210—2013 城市景观照明设施防雷技术规范
-