

DB4403

深圳市地方标准

DB4403/T 414—2023

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

2023-12-19 发布

2024-01-01 实施

深圳市市场监督管理局 发布

目 次

前言	III
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 系统组成及防护措施	3
5.3 直击雷防护要求	5
5.4 屏蔽及等电位连接	6
5.5 雷击过电压防护防雷装置监测系统要求	8
5.6 防雷装置监测系统要求	12
6 施工与安装要求	13
6.1 一般要求	13
6.2 接地装置施工要求	13
6.3 接地引入线及接地排施工	14
6.4 接闪器和引下线施工	14
6.5 等电位连接施工	14
6.6 电涌保护器的安装	15
7 检测与验收要求	15
7.1 一般要求	15
7.2 防雷系统检验流程	15
7.3 文件检查	15
7.4 接地装置检测	16
7.5 接闪器检查	16
7.6 引下线检查	16
7.7 等电位连接及屏蔽检查	16
7.8 雷电过电压防护检验	16
7.9 防雷装置监测系统的检查	17
7.10 验收	17
8 管理与维护要求	17
8.1 一般要求	17

8.2	防雷装置的日常维护	17
8.3	电涌保护器的维护	17
8.4	利用防雷装置监测系统进行维护	17
8.5	利用第三方机构检测结果进行维护	17
附录 A (规范性)	雷电防护划分	18
附录 B (资料性)	验收检测记录表	20
参考文献	27

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）、深圳市联诚发科技股份有限公司、中国通信建设集团设计院有限公司、中灯智慧科技（深圳）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、专鑫控股（深圳）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：张文平、温标荣、游柳锋、陈铎航、陈政浩、胡智勇、黄正育、丛培玉、王海龙、郭丰明、郭浩、陈柯、唐斌、柳志江、王庆晓、郭殷壮、林洺锋、信怀鸿、许海平、陈晓宁、马龙彪、彭林艳、王先峰、周罗红、李小叶、龙平芳、谢诗漫、白莹杰、王如、曹小兵、谭胜淋、徐春明、李新军、刘波、徐涛、钱江、钟海、赵福江、杨栋、舒畅、李焱、廖强、周少雄、韩芳志、李婵、胡绪楨、姜国栋、杨武、孙剑非、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、检测与验收要求、管理与维护要求等内容。

本文件适用于深圳市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。其它类似雷电防护系统及设施可参照使用。

本文件不适用于多功能智能杆集中供电系统。

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 18802.11 低压电涌保护器 (SPD) 第11部分：低压电源系统的电涌保护器 性能要求和试验方法

GB/T 18802.21 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 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

(3.2) 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。

注：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 安装在处于空旷地区（如山地、河边、湖边、山谷风口处、高速公路、桥梁上、公园）、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）、人员聚集区域的多功能智能杆。

4.2.3 临近爆炸或火灾危险场所（如加油站、油气站）5 m 周边范围内的多功能智能杆。

4.2.4 挂载设备价值高，易发生雷电事故且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

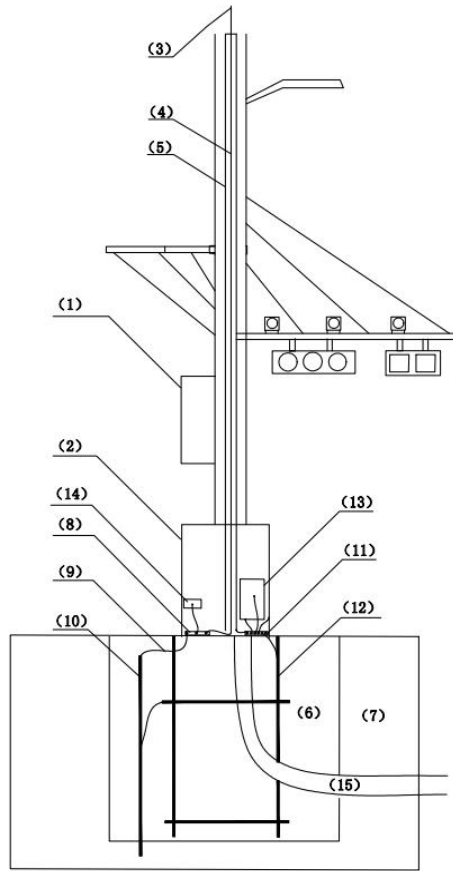
5.1 一般要求

- 5.1.1 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。
- 5.1.2 多功能智能杆应按照第4章的规定确定雷电防护等级划分，并进行相应的设计与施工。
- 5.1.3 选用的电涌保护器应符合 GB/T 18802.11、GB/T 18802.21 的要求。当挂载设备对电涌保护器有特定要求的，应由该挂载设备满足其要求。
- 5.1.4 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，还应符合 GB/T 21431、GB 50057、GB 50343 和 GB 50689 的相关规定。
- 5.1.5 新建多功能智能杆防雷设计应收集以下材料：
- 多功能智能杆所处位置地形、地物状况、气象条件情况；
 - 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；
 - 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；
 - 供电线路、信号线路进入杆体内的方式；
 - 电源系统接地方式。
- 5.1.6 改建多功能智能杆防雷设计除收集 5.1.5 规定的资料外，还应收集以下资料：
- 现有防雷系统运行情况及曾经遭受雷击灾害的记录；
 - 现有多功能智能杆杆体材质和接闪器及专设引下线情况；
 - 接地装置现状，包括接地极材质以及接地电阻值。
- 5.1.7 多功能智能杆按照附录 A 的规定进行雷电防护分区划分。多功能智能杆的电子信息系统应按照 GB 50343—2012 中第 4 章的要求进行雷电防护等级进行划分。
- 5.1.8 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：焊接方式是电焊或放热焊。
- 5.1.9 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。

5.2 系统组成及防护措施

5.2.1 系统组成

多功能智能杆防雷系统组成示意图见图1。



标引序号说明：

- (1) ——挂载设备；
- (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

5.2.2 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；
- b) 屏蔽及等电位连接；
- c) 雷击过电压防护；
- d) 对防雷装置监测系统进行监控。

5.3 直击雷防护要求

5.3.1 概述

采用外部防雷装置对直击雷进行防护。外部防雷装置包括接闪器、引下线 and 接地装置。

5.3.2 接闪器

5.3.2.1 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。

5.3.2.2 二级防雷的多功能智能杆，接闪器可与杆体整体设计。

5.3.2.3 接闪器符合以下要求：

- 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照 GB 50057—2010 中附录 D 规定的计算；
- b) 接闪器的材料、结构和最小截面应符合 GB 50057—2010 中表 5.2.1 的要求。当接闪杆采用热镀锌圆钢或钢管制成时，热镀锌圆钢的直径不应小于 20 mm，热镀锌钢管的直径不应小于 40 mm；
- c) 抗风能力应与杆体一致；
- d) 接闪器与引下线应采用焊接或栓接；
- e) 不应采用提前放电式接闪器。

5.3.3 引下线

5.3.3.1 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。

5.3.3.2 二级防雷的多功能智能杆，可采用金属杆体作为引下线。

5.3.3.3 专设引下线符合以下要求：

- 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) 引下线的材料、结构和最小截面应符合 GB 50057—2010 中表 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 mm²。

5.3.4 接地装置

5.3.4.1 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。

5.3.4.2 单根多功能智能杆接地装置的工频接地电阻不应大于 10 Ω；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，工频接地电阻不应大于 4 Ω。当挂载设备的接地电阻要求小于前述规定时，应按照挂载设备中要求的最小值确定接地电阻。

5.3.4.3 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，用作自然接地体的钢筋直径不应小于 16mm。当自然接地体的接地电阻不能满足 5.3.4.2 要求时，应增设水平接地体和/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，选择以下方式敷设人工接地体：

- a) 按照 GB 50689—2011 中 7.2.2 的规定敷设地网，从地网上引出接地引入线；
- b) 在地基周围设置水平接地体，并与多功能智能杆地基钢筋连接。水平接地体的埋设深度不宜小于 0.5 m。应从水平接地体或地基钢筋上引出接地引入线；
- c) 在地基周围设置垂直接地体，并采用扁钢与地基钢筋焊接连接。应从垂直接地体或地基钢筋上引出接地引入线；
- d) 在允许的情况下，地基钢筋应与附近具有接地条件的建筑物或构筑物等接地装置等电位连接构成联合地网。应从地基钢筋或联合地网上引出接地引入线。

5.3.4.4 人工接地体的设计使用年限应与多功能智能杆一致。人工接地体的材料、结构和最小尺寸应符合 GB 50057—2010 中表 5.4.1 的规定，防腐性能应符合人工接地体接地装置设计寿命年限要求，宜采用热浸镀锌、铜覆钢、铝铜合金等耐腐蚀的材料，当采用铝铜合金材料时还应符合 DL/T 1918 的规定。

5.3.4.5 接地排通过接地引入线接地。接地排分为防雷接地排和联合接地排。接地排应采用铜材，其截面积不应小于 3mm×30mm，表面应采取防腐措施，其中：

- a) 防雷接地排应单独连接接地体。防雷接地排与联合接地排在接地装置上的接地点间距应大于 0.5 m；

注：防雷接地排与联合接地排在接地装置上的接地点设置间距，减小地电位反击对信号系统的影响。

- b) 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。

5.3.4.6 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，且采取以下防护措施：

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

5.4 屏蔽及等电位连接

5.4.1 屏蔽与布线

依据多功能智能杆设备的性质及所处的环境，采取的屏蔽措施符合以下要求：

- a) 多功能智能杆的重要电子设备，应设置于附录 A 规定的第一防护区 (LPZ1) 或后续防雷分区内；
- b) 当架空电缆从直击雷非防护区 (LPZ0A) 或直击雷防护区 (LPZ0B) 区进入杆体内时，应采用具有金属防护层的线缆或穿金属管，应埋地敷设，埋地长度应按照公式 (1) 计算，但不应小于 15 m；

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

式中：

l——埋地线缆长度，单位为米 (m)；

ρ ——埋地线缆处的土壤电阻率，单位为欧米 (Ω·m)，土壤电阻率按照 GB/T 21431—2015 中附录 B 的要求测量。

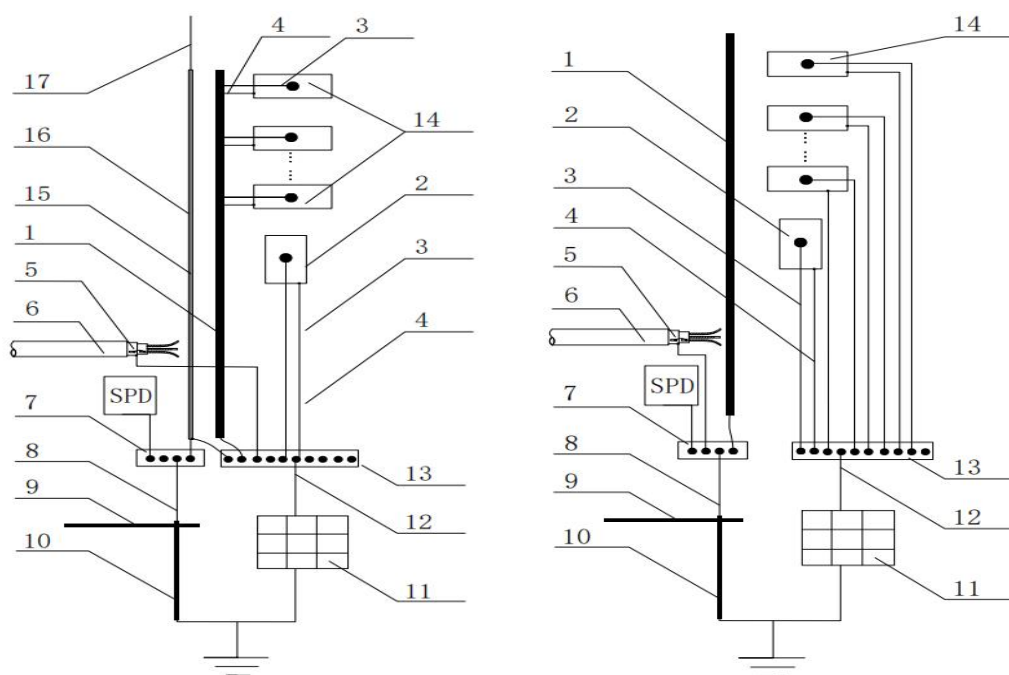
- c) 进入到杆体内的电源线缆与信号电缆应分别敷设于各自的金属线槽，金属线槽的接续应保持电气连通；

- 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、屏蔽线缆、穿金属管或空间屏蔽等措施减小线路中的感应电势。

5.4.2 等电位连接

多功能智能杆的等电位连接见图2, 其中图2a为有专设接闪器的多功能智能杆等电位连接示意图, 图2b为无专设接闪器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:

- 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;
- 挂载设备工作地有专业要求的, 按照其要求接地;
- 从 LPZ0A 或 LPZ0B 区进杆体的电缆金属防护层、光缆金属加强芯、金属管道和金属槽等应与联合接地排可靠连接;
- 敷设在 LPZ1 及更高防护区的设备金属外壳、电缆金属护套及屏蔽层、金属管道和金属槽应与联合接地排可靠连接;
- 电涌保护器的接地线与防雷接地排连接;
- 各设备连接至接地排的过渡电阻不应大于 0.2Ω 。



a) 为有专设接闪器的多功能智能杆

b) 为无专设接闪器的多功能智能杆

标引序号说明:

- 金属杆体;
- 仓内设备;
- 工作接地线;

图2 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。

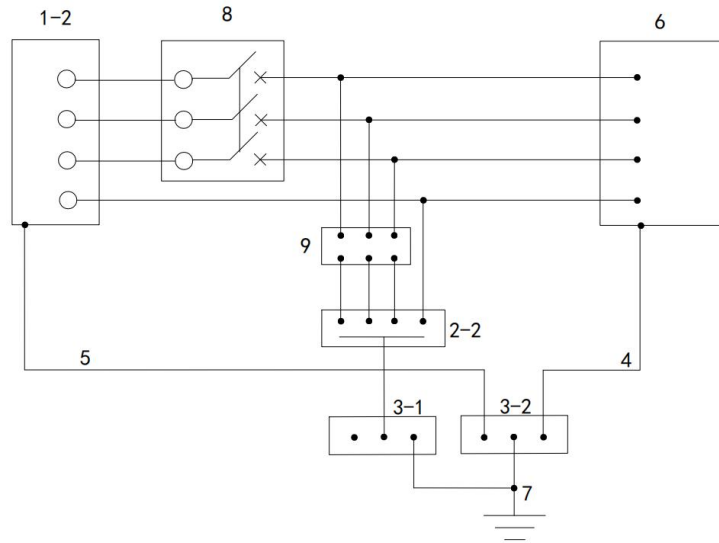
图 2 等电位连接及接地示意图（续）

5.5 雷击过电压防护

5.5.1 电源系统雷电过电压防护

电源系统的配电线路雷电过电压防护见图3，根据被保护设备的需求按照图4所示的布设电涌保护器进行逐级防护，符合以下要求：

- a) 从 LPZ0A 或 LPZ0B 区进入 LPZ1 区的供电线路应安装 I 类试验的电涌保护器作为第一级保护，其电压保护水平不应大于 2.5kV。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 4 所示）作为精细保护，各级间宜安装去耦器件。电涌保护器的通流容量不应低于表 1 要求，电压保护水平应符合表 2 的要求，且不应大于被保护设备耐压水平的 0.8 倍。当采用两端口限压型电涌保护器时，电压保护水平应符合表 3 的要求；
- b) 交流电源电涌保护器最大持续运行电压不应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不应低于系统工作电压的 1.2 倍；
- c) 三相交流电涌保护器接线形式应符合 GB 50057—2010 中 J.1.2 的规定，单相交流电源应采用 L-N/L-PE 保护模式，直流电涌保护器应采用 V+~PE/V-~PE 的保护模式；
- d) 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；
- e) 在电源电涌保护器的引接线上应串接外部脱离器，外部脱离器的通流能力应与电涌保护器相匹配，具体为：
 - 1) 如外部脱离器为熔断器或断路器，其动作特性应与上一级的保护装置相协调，且与浪涌保护器生产厂商标称的类别和规格一致；
 - 2) 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外部脱离器。
- f) 安装于杆体外部的电涌保护器外壳防护等级不应低于 IP65，安装于杆体内部的电涌保护器不应低于客户要求值；
- g) 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。



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 ——户外进入电源电缆的金属防护层；
- 6 ——设备；
- 7 ——地网；
- 8 ——过载保护；
- 9 ——外部脱离器。

图 3 电源系统过电压防护及接地示意图

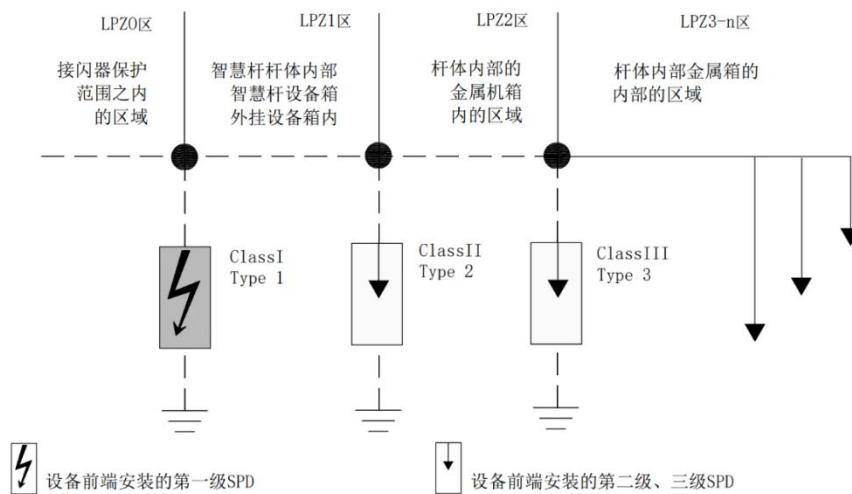


图 4 多功能智能杆电涌保护器安装示意图

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 μ s)	冲击放电电流 I_{imp} (10/350 μ s)
一级防雷	交流	LPZ0B-LPZ1	—	≥ 12.5 kA
		LPZ0B-LPZ1	≥ 60 kA	—
		LPZ1-LPZ2	≥ 20 kA	—
		LPZ2-LPZn	≥ 10 kA	—
	直流	LPZ0B-LPZ1	—	≥ 5 kA
		LPZ0B-LPZ1	≥ 10 kA	—
LPZ1-LPZn		≥ 5 kA	—	
二级防雷	交流	LPZ0B-LPZ1	—	≥ 12.5 kA
		LPZ0B-LPZ1	≥ 40 kA	—
		LPZ1-LPZ2	≥ 10 kA	—
		LPZ2-LPZn	≥ 5 kA	—
	直流	LPZ0B-LPZ1	—	≥ 5 kA
		LPZ0B-LPZ1	≥ 5 kA	—
		LPZ1-LPZn	≥ 2 kA	—

表 2 电源用一端口限压型电涌保护器电压保护水平 (U_p) 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)		
	$I_n=5$ kA	$I_n=10$ kA	$I_n=20$ kA	$I_n=40$ kA	$I_n=60$ kA	$I_n=2$ kA	$I_n=5$ kA	$I_n=10$ kA
45	—	—	—	—	—	≤ 250	≤ 425	≤ 600
52	—	—	—	—	—	≤ 275	≤ 450	≤ 700
320	≤ 1150	≤ 1400	≤ 1600	≤ 2300	≤ 2850	—	—	—
385	≤ 1400	≤ 1600	≤ 1800	≤ 2500	≤ 3200	—	—	—

表 3 电源用两端口限压型电涌保护器电压保护水平 (U_p) 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
45	≤ 120	≤ 150	—	≤ 120	≤ 150	—
52	≤ 150	≤ 160	≤ 180	≤ 150	≤ 160	≤ 180
320	≤ 1000	≤ 1200	≤ 1400	≤ 900	≤ 1100	≤ 1300

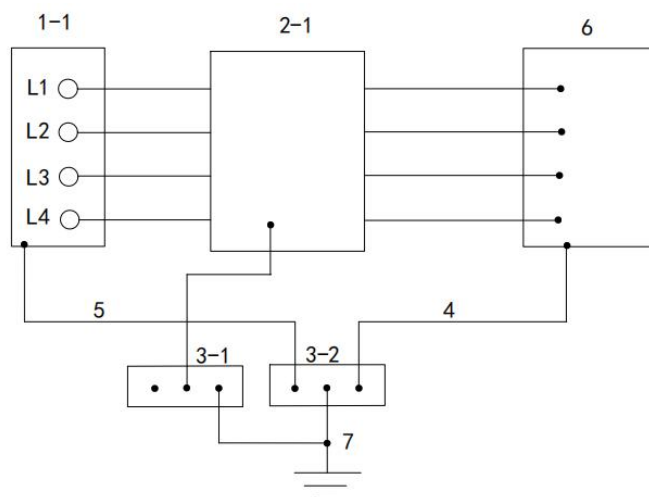
5.5.2 信号系统雷电过电压防护

信号系统过电压防护见图 5，符合以下要求：

- a) 各种通信线缆电涌保护器应满足通道工作频率、传输介质、传输速率、传输带宽、工作电压、接口型式和特性阻抗等参数的要求，选用电压驻波比和插入损耗小的适配的电涌保护器，安装电涌保护器后，不应影响正常信号的传输；
- b) 信号系统电涌保护器应设置在雷电防护分区界面处，在 LPZ0B-LPZ1 应设置 D1 电涌保护器。依据各专业设备的要求，在 LPZ1 或其后续区域以及被保护设备接线端口处应设置 C2 或 C1 电涌保护器。信号系统的电涌保护器应符合表 4 及 GB/T 18802.21 的要求；

注：D1、C2、C1是GB 50057—2010中表J.2.1规定的电涌保护器类别。

- c) 天馈系统电涌保护器应安装在多功能智能杆馈线入口处或收、发通信设备的射频电缆接口处。天馈电涌保护器应符合表 5 及 GB/T 18802.21 的要求；
- d) 外壳防护等级要求包括：
 - 1) 安装于多功能智能杆杆体外部的电涌保护器外壳防护等级不应低于 IP65；
 - 2) 安装于杆体内的电涌保护器不应低于客户要求。



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 5 信号系统过电压防护及接地示意图

表4 信号电涌保护器主要参数推荐值

标称工作电压 U_{SN} V	额定电流 mA	插入损耗dB	绝缘电阻 M Ω	限制电压 (V) 1.2/50 μ s, 8/20 μ s 组合波		SPD类别/短路电流幅值		
				线-线	线-地	LPZ0/1	LPZ1/2	LPZ2/n
5	200	≤ 0.5	≥ 0.4	≤ 25	≤ 500	—	—	C1/1kA
12	200	≤ 0.5	≥ 1.5	≤ 50	≤ 500	D1/2.5kA	C2/5kA	C1/1kA
24	200	≤ 0.5	≥ 1.5	≤ 75	≤ 700	D1/2.5kA	C2/5kA	C1/1kA
48	200	≤ 0.5	≥ 1.5	≤ 120	≤ 700	D1/2.5kA	C2/5kA	C1/1kA
110	200	≤ 0.5	≥ 1.5	≤ 350	≤ 700	D1/2.5kA	C2/5kA	C1/1kA

注：试验的短路电流采用GB 50057—2010中表J.2.1规定的波形。

表5 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			50 Ω , 75 Ω	0-2.5 GHz
DIN (7/16)	0-500 W			50 Ω	0-2.5 GHz

5.5.3 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6规定。

表6 涌保护器工作温度和贮存温度要求

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

5.5.4 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%。

5.6 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装置实施监测。防雷装置监测系统应具备以下功能：

- a) 电涌保护器监测，满足以下要求：
 - 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，满足以下要求：
 - 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，应配置 RS232、RS485 或网络通信协议接口；
- 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，满足以下要求：
 - 1) 具备实时性；
 - 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 一般要求

- 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；施工所用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，规避安全风险。

6.2 接地装置施工要求

接地装置施工符合以下要求：

- a) 当自然接地体的接地电阻不能满足设计要求时，按照 5.3.4.3 要求的方式设置人工接地体；
- b) 水平接地体应挖沟埋设，埋设深度应符合 5.3.4.3 b) 的要求；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方法安装；
- c) 垂直接地体和水平接地体应采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，应采用换土法、长效降阻剂等方式降阻，所采用降阻材料应符合环保规定；
- e) 处于盐碱地或海边等腐蚀环境的接地装置，应使用防海水腐蚀、电化学腐蚀材料；
- f) 钢质接地体连接应采用焊接方式，搭接长度应符合以下要求：

- 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 接地引入线施工符合以下要求：

- a) 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，铜铁材质间以及铜材间应采用放热焊接；
- b) 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 接地排施工符合以下要求：

- a) 接地排应安装在设备仓底部，靠近接地引入线设置，与接地引入线栓接，并采用双螺母防松。防雷接地排应与设备仓金属外壳绝缘安装；
- b) 当采用铁材质接地引入线与接地装置连接时，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；
- c) 接地排的安装不应影响到其它设备的正常维护。

6.4 接闪器和引下线施工

6.4.1 专设接闪器安装在多功能智能杆顶部并与杆体绝缘。当专设接闪器与专设引下线焊接连接时，清理焊渣后应做防腐处理。当专设接闪器与专设引下线栓接时，螺栓规格不应小于M10，并应用双螺母防松。

6.4.2 当引下线直接接入接地体时，引下线应与防雷接地引入线焊接，清理焊渣后做防腐处理。当引下线与防雷接地排栓接时，采用规格不应小于M10同螺栓栓接，并采用双螺母防松。

6.4.3 当采用多芯软铜导体电缆作为引下线时，引下线两端均应安装铜接线端子，铜接线端子尺寸应与引下线线径相匹配并压接或焊接牢靠。

6.5 等电位连接施工

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应采用焊接或栓接等可靠连接，连接线应短直。当采用栓接时，连接线两端均应加装铜接线端子并应压（焊）接牢固，接线端子尺寸应与连接线径相匹配，接线端子与设备及接地排的接触部分应平整并应无锈蚀和氧化，螺栓上应采取防松措施。

6.5.2 进入多功能智能杆内电缆等电位连接

由LPZO A/B区进入多功能智能杆杆体内LPZ1区电缆等电位连接满足以下要求：

- a) 进入杆体前的线缆敷设应符合5.4.1 b)的要求，线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5.4.1 c)的要求，线缆内的空线对、光缆金属加强芯、电缆金属防护层在进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，等电位连接线的截面积不应小于 2.5 mm^2 的黄绿多心绝缘铜质导线；
- d) 等电位连接线应采用黄绿双色电缆，应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在螺栓上采取防松措施。

6.6 电涌保护器的安装

电涌保护器的安装符合以下要求：

- 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，应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，电源电涌保护器引接线截面积不应小于 6 mm^2 ；引接线的敷设应短直且长度应小于 0.5 m ；
- c) 电源电涌保护器接地线截面积不应小于 10 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外部脱离器应符合 5.5.1e) 的要求；
- e) 天馈电涌保护器应安装在馈线从 LPZ0B 区进入 LPZ1 区进线口处；接地线截面积不应小于 6 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线缆上；接地线的截面积不应小于 1.5 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。

7 检测与验收要求

7.1 一般要求

- 7.1.1 多功能智能杆防雷与接地系统验收应符合本文件规定，并按照 GB/T 21431 的要求实施验收检测。
- 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 防雷系统检验项目

防雷系统检验项目包括：

- a) 文件检查；
- b) 接地装置检测；
- c) 接闪器检查；
- d) 引下线检查；
- e) 等电位连接及屏蔽检查；
- f) 雷电过电压防护检验；
- g) 防雷装置监测系统的检查。

7.3 文件检查

多功能智能杆防雷装置应具备以下文件，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，包括隐蔽工程的施工记录。

7.4 接地装置检测

接地装置应符合5.3.4的要求，应包括以下内容：

- a) 接地体材料的规格尺寸；
- b) 接地体的敷设及防腐措施情况；
- c) 各处接地点连接情况；
- d) 接地排设置位置情况；
- e) 接地装置的接地电阻；
- f) 设置在人员活动密集区多功能智能杆防电击措施；
- g) 总体工艺；
- h) 在覆盖前检测接地装置中的隐蔽工程部分。

7.5 接闪器检查

接闪器采用目测或工具检测应符合5.3.2的要求，应包括以下内容：

- a) 接闪器保护范围；
- b) 接闪器连接或焊接；
- c) 接闪器规格及材质；
- d) 接闪器锈损情况。

7.6 引下线检查

引下线采用目测或工具检测应符合5.3.3的要求，应包括以下内容：

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

7.7 等电位连接及屏蔽检查

等电位连接采用目测或工具检测应符合5.4和6.5的要求，应包括以下内容：

- a) 进入多功能智能杆金属管道、金属槽道、电缆金属防护层、光纤加强芯等与接地排之间的连接；
- b) 多功能智能杆内各种金属构件、电缆金属防护层、金属线槽等与接地排之间的连接；
- c) 多功能智能杆各种挂载设备外壳与接地排之间的连接；
- d) 等电位连接线缆的规格尺寸；
- e) 等电位连接线的防松措施；
- f) 各等电位连接的过渡电阻；
- g) 信号电缆、电源电缆敷设方式；
- h) 总体工艺。

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的要求，电源电涌保护器还应符合GB 18802.11的规定，信号电涌保护器还应符合GB/T 18802.21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6.6的要求。

- 7.8.4 检查电涌保护器的安装位置符合 6.6 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 的要求测量电涌保护器的压敏电压、泄漏电流和绝缘电阻。

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按照 5.6 的要求逐项检查。

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 一般要求

- 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 对雷击造成设备损坏的情况应作详细记录，原因分析后进行针对性整改。对严重的雷害事故应按照相关规定上报。
- 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。测试方法按照 GB/T 21431 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 利用第三方机构检测结果进行维护

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)

多功能智能杆雷电防护区 (LPZ) 划分

A.1 雷暴区域等级划分

雷暴区域等级按照年平均雷暴日数划分为少雷区、中雷区、多雷区和强雷区，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 多功能智能杆雷电防护区 (LPZ) 划分

雷电防护区的划分是将需要保护和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、第二防护区和后续防护区，见图A.1，并符合以下规定：

- a) 直击雷非防护区 (LPZ0A)：区域内各物体都可能遭到直接雷击并承载全部雷电流，且区域内雷击电磁场强度没有衰减；
- b) 直击雷防护区 (LPZ0B)：受多功能智能杆的接闪器直接雷击防护的区域，但该区域内的雷击电磁场强度没有衰减；
- c) 第一防护区 (LPZ1)：受多功能智能杆杆体的分流，流经各类导体的雷电流比直击雷防护区 (LPZ0B) 减小，电磁场强度得到初步衰减，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。

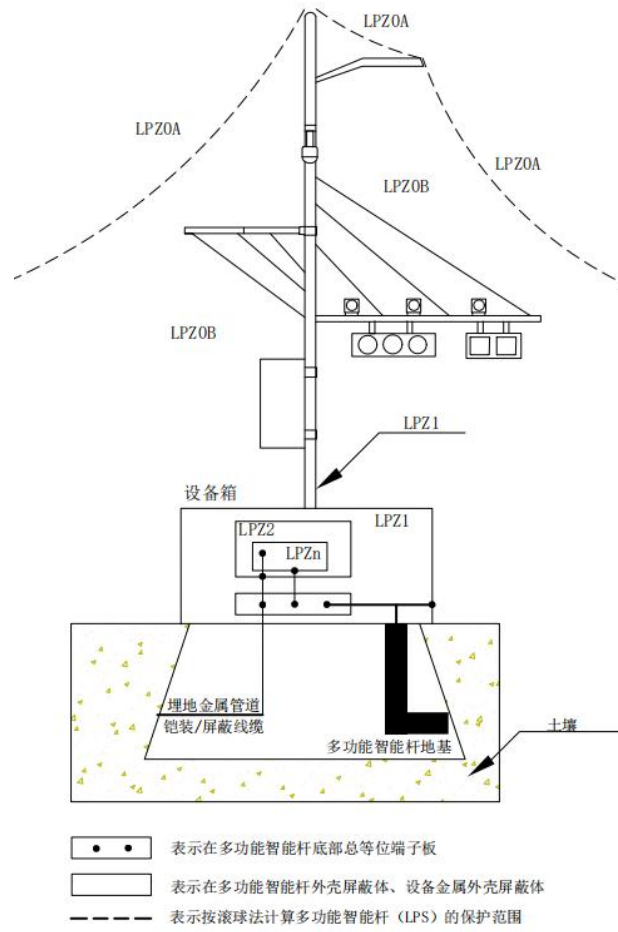


图 A.1 多功能智能杆雷电防护区 (LPZ) 划分示意图

附 录 B
(资料性)
验收检测记录表

B.1 接地装置验收检测记录表

接地装置验收检测记录表见表B.1。

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	接地体材料规格尺寸				
2	接地装置的敷设				
3	接地体防腐措施				
4	各处接地点连接				
5	接地排设置位置				
6	接地电阻值				
7	防电击措施				
8	总体工艺				
9				
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

接闪器及引下线验收检测记录表见表B.2。

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	接闪器保护范围				
2	接闪器材质规格				
3	接闪器连接				
4	接闪器锈损				
5	引下线材质规格				
6	引下线敷设方式				
7	防腐措施				
8	焊接质量				
9	总体工艺				
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

等电位连接验收检测记录表见表B.3。

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	进入多功能智能杆金属管道、金属槽道、电缆金属防护层、光纤加强芯等与接地排之间的连接				
2	多功能智能杆内各种金属构件、电缆金属防护层、金属线槽等与接地排之间的连接				
3	多功能智能杆各种挂载设备外壳与接地排之间的连接				
4	等电位连接线缆的规格尺寸				
5	等电位连接线的防松措施				
6	各等电位连接的过渡电阻				
7	信号电缆、电源电缆敷设方式				
8	总体工艺				
9				
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

电源电涌保护器验收检测记录表见表B.4。

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	线缆敷设方式（架空、埋地）				
2	电涌保护器规格型号				
3	电涌保护器保护模式				
4	电涌保护器外壳防护等级 IP				
5	电涌保护器数量				
6	电涌保护器最大持续工作电压 U_c (V)				
7	电涌保护器电压保护水平 U_p (V)				
8	标称放电电流 I_n (kA)				
9	电涌保护器安装位置				
10	电涌保护器相线规格 (mm^2)				
11	电涌保护器相线长度 (m)				
12	电涌保护器接地线规格 (mm^2)				
13	电涌保护器接地线长度 (m)				
14	电涌保护器状态指示器是否正常				
15	电涌保护器压敏电压				
16	电涌保护器泄漏电流				
17	电涌保护器绝缘电阻				
18	总体工艺				
19				
质量 状况	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.5 信号电涌保护器验收检测记录表

信号电涌保护器验收检测记录表见表B.5。

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	线缆敷设方式（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_{max} (KA)				
7	电涌保护器工作频率 (Hz)				
8	电涌保护器外壳防护等级				
9	冲击耐受能力 (kA)				
10	电涌保护器安装位置				
11	电涌保护器接地线规格 (mm^2)				
12	电涌保护器接地线长度 (m)				
13	总体工艺				
14	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

天馈电涌保护器验收检测记录表见表 B.6。

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 ² ）				
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

防雷装置监测系统验收检测记录表见表B.7。

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/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
 - [3] GB/T 21714.1—2015 雷电保护 第1部分：总则
 - [4] GB/T 21714.2—2015 雷电保护 第2部分：风险管理
 - [5] 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
 - [6] GB/T 21714.4—2015 雷电保护 第4部分：建筑物内电气和电子系统
 - [7] GB/T 50065—2011 交流电气装置的接地设计规范
 - [8] GB 50348—2018 安全防范工程技术规范
 - [9] CJJ 45—2015 城市道路照明设计标准
 - [10] CJJ 89—2012 城市道路照明工程施工及验收规程
 - [11] QX/T 210—2013 城市景观照明设施防雷技术规范
 - [12] DB4403/T 30—2019 多功能智能杆系统设计与工程建设规范
-