



中华人民共和国气象行业标准

QX/T 225—2013

索道工程防雷技术规范

Technical specifications for lightning protection of ropeway system

2013-12-22 发布

2014-05-01 实施

中 国 气 象 局 发 布

中 华 人 民 共 和 国
气 象 行 业 标 准
索道工程防雷技术规范
QX/T 225—2013

*

气象出版社出版发行
北京市海淀区中关村南大街 46 号
邮政编码:100081
网址:<http://www.cma.gov.cn>
发行部:010-68409198
北京中新伟业印刷有限公司印刷
各地新华书店经销

*

开本:880×1230 1/16 印张:1.5 字数:45 千字
2014 年 11 月第一版 2014 年 11 月第一次印刷

*

书号:135029-5648 定价:15.00 元

如有印装差错 由本社发行部调换
版权专有 侵权必究
举报电话:(010)68406301

目 次

前言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 防雷类别划分	3
5 防雷措施	3
6 验收规定	10
7 管理与维护	10
附录 A(规范性附录) 索道年预计雷击次数	11
附录 B(资料性附录) 索道防雷装置安装示意图	13
附录 C(规范性附录) 外部防雷装置和等电位连接导体的材料规格	15
参考文献	19

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由全国雷电灾害防御行业标准化技术委员会提出并归口。

本标准起草单位：河南省防雷中心、河南省质量技术监督局。

本标准主要起草人：卢广建、苗连杰、杨渤海、李鹏、王玮、张永刚、郭红晨、李中有、李武强、程丽丹。

索道工程防雷技术规范

1 范围

本标准规定了索道工程防雷的类别划分、措施、验收规定、管理与维护等。

本标准适用于新建、改建的架空索道,其他地轨缆车和架空缆车等运输工具可参照执行。

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 21431 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 50601—2010 建筑物防雷工程施工与质量验收规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

索道 ropeway

由动力驱动,利用柔性绳索牵引运载工具运送人员或物料的运输系统。

注 1:包括架空索道、缆车和拖牵索道等。

注 2:改写 GB/T 12738—2006,定义 2.1。

3.2

索道工程 ropeway system

由站房和附属建筑物、索道、支架、连接站房之间的电力和信号线路及动力和控制设备组成。

3.3

运载索 carrying-hauling rope

在单线架空索道中既承载又牵引运载工具的运动索。

[GB/T 12738—2006,定义 3.2.1]

3.4

站房 station

线路起至站和分段相衔接的设施。

[GB/T 12738—2006,定义 6.1]

3.5

支架 trestle

在索道线路上用以支承绳索的构筑物。

[GB/T 12738—2006,定义 6.3.1]

3.6

运载工具 carrier

在架空索道或缆车上用于承载人员或物料的部件。包括封闭式和非封闭式。

注:改写 GB/T 12738—2006,定义 5.1。

3.7

外部防雷装置 external lightning protection system

由接闪器、引下线和接地装置组成。

[GB 50057—2010,定义 2.0.6]

3.8

防雷装置 lightning protection system; LPS

用于减少闪击于建(构)筑物上或建(构)筑物附近造成的物质性损害和人身伤亡,由外部防雷装置和内部雷电防护装置组成。

[GB 50057—2010,定义 2.0.5]

3.9

直击雷 direct lightning flash

闪击直接击于建(构)筑物、其他物体、大地或外部防雷装置上,产生电效应、热效应和机械力者。

[GB 50057—2010,定义 2.0.13]

3.10

闪电感应 lightning induction

闪电放电时,在附近导体上产生的雷电静电感应和雷电电磁感应,它可能使金属部件之间产生火花放电。

[GB 50057—2010,定义 2.0.16]

3.11

雷击电磁脉冲 lightning electromagnetic impulse; LEMP

雷电流经电阻、电感、电容耦合产生的电磁效应,包含闪电电涌和辐射电磁场。

[GB 50057—2010,定义 2.0.25]

3.12

接闪器 air-termination system

由拦截闪击的接闪杆、接闪带、接闪线、接闪网及金属屋面、金属构件等组成。

[GB 50057—2010,定义 2.0.8]

3.13

引下线 down-conductor system

用于将雷电流从接闪器传导至接地装置的导体。

[GB 50057—2010,定义 2.0.9]

3.14

接地装置 earth-termination system

接地体和接地线的总和,用于传导雷电流并将其流散入大地。

[GB 50057—2010,定义 2.0.10]

3.15

接地体 earth electrode

埋入土壤中或混凝土基础中作散流用的导体。

[GB 50057—2010,定义 2.0.11]

3.16

接地线 earthing conductor

从引下线断接卡或换线处至接地体的连接导体;或从接地端子、等电位连接带至接地体的连接

导体。

[GB 50057—2010, 定义 2.0.12]

3.17

防雷区 lightning protection zone; LPZ

划分雷击电磁环境的区,一个防雷区的区界面不一定要有实物界面,如不一定要有墙壁、地板或天花板作为区界面。

[GB 50057—2010, 定义 2.0.24]

3.18

等电位连接带 bonding bar

将金属装置、外来导电物、电力线路、电信线路及其他线路连于其上以能与防雷装置做等电位连接的金属带。

[GB 50057—2010, 定义 2.0.20]

3.19

共用接地系统 common earthing system

将防雷装置、建筑物基础金属构件、低压配电保护线、设备保护地、等电位连接带、屏蔽体接地、防静电接地和信息技术设备逻辑地等相互连接在一起的接地系统。

[GB 50601—2010, 定义 2.0.6]

3.20

等电位连接网络 bonding network

将建(构)筑物和建(构)筑物内系统(带电导体除外)的所有导电性物体互相连接组成的一个网。包含总等电位和局部等电位连结。

注:改写 GB 50057—2010, 定义 2.0.22。

3.21

电涌保护器 surge protective device; SPD

用于限制暂态过电压和分流电涌电流的器件。它至少含有一个非线性元件。

[GB 50057—2010, 定义 2.0.29]

4 防雷类别划分

在可能发生对地闪击的地区,根据索道年预计雷击次数,索道工程划分为以下三类防雷索道工程:

- a) 索道预计年雷击次数大于 1.0 次时,应划为第一类防雷索道工程;
- b) 索道预计年雷击次数大于 0.5 且不大于 1.0 次时,应划为第二类防雷索道工程;
- c) 索道预计年雷击次数不大于 0.5 次时,应划为第三类防雷索道工程。

其中,索道预计雷击次数应按附录 A 计算。

5 防雷措施

5.1 一般规定

5.1.1 索道工程应设防直击雷装置,并应采取防闪电感应和防雷击电磁脉冲的措施。

5.1.2 防雷装置冲击接地电阻值应符合表 1 的规定。

表 1 索道防雷装置冲击接地阻值

单位为欧姆

防雷类别	站房	支架
第一类防雷索道工程	≤ 4	≤ 30
第二类防雷索道工程	≤ 4	≤ 30
第三类防雷索道工程	≤ 5	≤ 30

5.2 站房

5.2.1 接闪器

5.2.1.1 站房接闪器应选择接闪杆、接闪带、接闪网等或由其中一种或多种形式组合的接闪措施；站房易受雷击的部位宜敷设接闪带(杆)，安装方法参照图 B.1，接闪网网格尺寸应符合表 2 的规定，易受雷击部位见 GB 50057—2010 附录 B。

表 2 站房接闪网格尺寸

单位为米

建筑物防雷类别	滚球半径 h_r	避雷网网格尺寸
第一类防雷索道工程	30	$\leq 5 \times 5$ 或 $\leq 6 \times 4$
第二类防雷索道工程	45	$\leq 10 \times 10$ 或 $\leq 12 \times 8$
第三类防雷索道工程	60	$\leq 20 \times 20$ 或 $\leq 24 \times 16$

5.2.1.2 接闪网和接闪带宜采用热镀锌圆钢或扁钢。圆钢直径不应小于 8 mm，扁钢截面积不应小于 50 mm²、其厚度不应小于 2.5 mm。

5.2.1.3 接闪杆宜采用圆钢或钢管制成，其直径不应小于下列数值：

- a) 杆长 1 m 以下：圆钢不应小于 12 mm；钢管不应小于 20 mm；
- b) 杆长 1 m~2 m：圆钢不应小于 16 mm；钢管不应小于 25 mm。

5.2.1.4 接闪杆的接闪端宜做成半球状，其最小弯曲半径宜为 4.8 mm，最大宜为 12.7 mm。

5.2.1.5 接闪杆应能承受 0.7 kN/m² 的基本风压，在可能出现大于 11 级风的地区，应增大其尺寸。

5.2.1.6 屋顶上的旗杆、栏杆、装饰物等金属物宜作为接闪器，其截面积应符合附录 C 的规定，其壁厚应符合 5.2.1.10 的规定。

5.2.1.7 外露接闪器处于腐蚀性较强的场所，尚应采取加大其截面积和防腐措施。

5.2.1.8 明敷接闪导体的固定支架应能承受 49 N 的垂直拉力，其高度不宜小于 150 mm，间距应符合表 4 的规定。

5.2.1.9 接闪器上不应附着其他电气、通信或信号线路。

5.2.1.10 金属屋面的站房宜利用其屋面作为接闪器，并应符合下列规定：

- a) 板间的连接应是持久的电气贯通，可采用铜锌合金焊、熔焊、卷边压接、缝接、螺钉或螺栓连接；
- b) 金属板下面无易燃物品时，铅板的厚度不应小于 2 mm，不锈钢、热镀锌钢、钛和铜板的厚度不应小于 0.5 mm，铝板的厚度不应小于 0.65 mm，锌板的厚度不应小于 0.7 mm；
- c) 金属板下面有易燃物品时，不锈钢、热镀锌钢和钛板的厚度不应小于 4 mm，铜板的厚度不应小于 5 mm，铝板的厚度不应小于 7 mm；

d) 金属板无绝缘被覆层。

注:薄的油漆保护层或 1 mm 厚沥青层或 0.5 mm 厚聚氯乙烯层均不属于绝缘被覆层。

5.2.1.11 利用屋顶建筑构件内钢筋做接闪器应符合 GB 50057—2010 中 4.3.5 和 4.4.5 的规定。

5.2.2 引下线

5.2.2.1 站房引下线不应少于两根,应沿站房四周均匀布置,易受雷击部位宜优先布置。引下线平均间距应符合表 3 的规定。

表 3 站房引下线平均间距

单位为米

	第一类防雷索道	第二类防雷索道	第三类防雷索道
引下线间距	≤ 12	≤ 18	≤ 25

5.2.2.2 引下线应以最短路径接地,两端应分别与接闪器和接地装置可靠的电气连接。

5.2.2.3 站房引下线在人员可能停留或经过的区域敷设时,应采用如下措施之一防止接触电压和旁侧闪络电压对人体造成的伤害:

- a) 外露引下线在距地面 2.7 m 以下部分应穿不小于 3 mm 厚的交联聚乙烯管,交联聚乙烯管应能承受 100 kV 冲击电压(1.2/50 μ s 波形);
- b) 应设立阻止人员进入的护栏或警告牌。护栏和警告牌与引下线水平距离不应小于 3 m。

5.2.2.4 站房为框架结构时,应利用钢筋混凝土屋面、梁、柱、基础内的钢筋作为防雷装置,引下线应符合下列规定:

- a) 圆钢直径不应小于 10 mm,扁钢截面积不应小于 80 mm²;
- b) 结构柱内用作引下线的钢筋,直径不小于 16 mm 时利用柱内对角的两根钢筋,直径在 10 mm ~16 mm 时利用柱内四根钢筋。用作引下线的钢筋应焊接良好,敷设应平正顺直,各焊接点应做好标记,并经检查确认隐蔽工程验收记录后方可浇灌,连接工艺应符合 GB 50601—2010 第 5 章的规定;
- c) 引下线两端应分别与接地装置和接闪器做可靠的电气连接。

5.2.2.5 站房为非框架结构时:

- a) 引下线宜按表 3 平均间距要求设置在站房周边,沿外墙表面明敷,并应经最短路径接地,敷设应平正顺直、无急弯,避免形成环路;
- b) 引下线宜采用热镀锌圆钢或扁钢,宜优先采用圆钢。引下线的材料、结构和最小截面积应符合附录 C 的规定,其中圆钢直径不应小于 8 mm;扁钢截面积不应小于 50 mm²,其厚度不应小于 2.5 mm;
- c) 采用多根引下线时,应在各引下线上距地面 0.3 m~1.8 m 处装设断接卡;
- d) 在易受机械损伤和人员可能接触的地方,地面上 1.7 m 至地面下 0.3 m 的接地线,应采用镀锌角钢、改性塑料管或橡胶管等加以保护;
- e) 引下线不应敷设在下水管道和排水槽沟内;
- f) 引下线不应附着其他电气线缆;
- g) 引下线应分段固定,每个固定支架能承受 49 N 的垂直拉力,均匀布设且符合表 4 的规定。

表 4 明敷接闪导体和引下线固定支架的间距

单位为毫米

布置方式	扁形导体和绞线固定支架的间距	单根圆形导体固定支架的间距
水平面上的水平导体	≤ 500	≤ 1000
垂直面上的水平导体	≤ 500	≤ 1000
地面至 20 m 的垂直导体	≤ 1000	≤ 1000
距地面 20 m 以上的垂直导体	≤ 500	≤ 1000

5.2.2.6 钢结构站房的金属支柱应作为自然引下线,分别与接闪器和接地装置电气贯通。

5.2.3 接地装置

5.2.3.1 站房应优先利用建(构)筑物的基础钢筋作为自然接地体,当接地体不符合相应的技术要求时,应增设人工接地体。

5.2.3.2 站房及内部系统应采用共用接地装置。共用接地装置的接地电阻值应按 50 Hz 电气装置的接地电阻值确定,但应不大于按人身安全所确定的接地电阻值。

5.2.3.3 站房四角的引下线距地面上方 0.3 m~0.8 m 处设置接地测试端子。

5.2.3.4 进出站房或与站房防雷接地装置地下土壤中距离小于 3 m 的金属管道、导体应与接地装置相互连接。

5.2.3.5 当站房与毗邻建(构)筑物的距离小于 20 m 时,各自接地装置之间应进行至少两处连接。

5.2.3.6 第一类防雷索道工程站房环形接地体所包围面积的等效圆半径符合要求时,每根引下线的冲击接地电阻可不作规定。当等效圆半径或接地电阻不符合要求时,应增设人工接地体,其最小长度应符合表 5 的规定。

表 5 第一类防雷索道站房接地装置要求

土壤电阻率 $\Omega \cdot \text{m}$	包围面积的等效圆半径 m	人工接地体的最小长度 m
$\rho \leq 500$	$\sqrt{\frac{A}{\pi}} < 5$	$l_r = 5 - \sqrt{\frac{A}{\pi}}$
$500 < \rho \leq 3000$	$\sqrt{\frac{A}{\pi}} < \frac{11\rho - 3600}{380}$	$l_r = \left(\frac{11\rho - 3600}{380} \right) - \sqrt{\frac{A}{\pi}}$ $l_v = \frac{1}{2} \left[\left(\frac{11\rho - 3600}{380} \right) - \sqrt{\frac{A}{\pi}} \right]$
ρ ——土壤电阻率,单位为欧姆米($\Omega \cdot \text{m}$); A ——环形接地体所包围的面积,单位为米²(m^2); l_r ——水平接地体长度,单位为米(m); l_v ——垂直接地体长度,单位为米(m)。		

5.2.3.7 第二类、第三类防雷索道站房宜利用建筑物基础内钢筋网作为自然接地体,在站房周围地面以下距地面不应小于 0.5 m,每根引下线所连接的钢筋表面积总和应符合表 6 的规定。

表 6 站房基础接地体的钢筋面积

站房防雷类别	土壤电阻率 $\Omega \cdot \text{m}$	环形接地体所包围的面积 m^2	钢筋表面积总和 m^2
第二类防雷索道	$\rho \leq 800$	$A \geq 79$	$S \geq 4.24k_c^2$
	$800 < \rho \leq 3000$	$A \geq \pi \left(\frac{\rho - 550}{50} \right)^2$	
第三类防雷索道	——	$A \geq 79$	$S \geq 1.89k_c^2$
ρ —— 土壤电阻率,单位为欧姆米($\Omega \cdot \text{m}$); A —— 环形接地体所包围的面积,单位为米²(m^2); S —— 钢筋表面积总和,单位为米²(m^2); k_c —— 分流系数。			

5.2.3.8 独立接闪杆和架空接闪线或网的支柱及其接地装置至被保护建筑物及与其有联系的管道、电缆等金属物之间的距离,应符合 GB 50057—2010 中 4.2.1 的规定。

5.2.3.9 当站房自然接地装置冲击接地电阻值无法满足要求时,按下列要求增设人工接地体:

- 人工接地体的材料、结构和最小尺寸应符合附录 C 的规定;
- 人工钢质垂直接地体长度宜为 2.5 m,水平接地体的间距宜为 5 m;
- 人工接地体应埋于土质和水分较稳定的土壤中;埋设深度不应小于 0.5 m,并宜敷设在当地冻土层以下,与基础间距不宜小于 1 m;
- 人工接地体宜敷设成闭合状,在接地装置的各条引下线处可靠连接。环形接地体所包围的面积依据土壤电阻率和防雷类别确定,应符合 GB 50057 的规定。

5.2.3.10 人工接地体的连接应采用焊接,并宜采用放热焊接。当采用通常焊接方法时,应在焊接处做防腐处理。导体为钢材、铜材时的焊接应符合 GB 50601—2010 表 4.1.2 的规定。

5.2.3.11 在高土壤电阻率的场地,宜采用下列方法降低接地装置的冲击接地电阻值:

- 采用多支外引接地装置,外引长度不应大于有效长度;
- 接地体埋于较深的低电阻率土壤中或扩大接地体与土壤的接触面积;
- 采用降阻剂或采用新型接地材料;
- 置换成低电阻率的土壤;
- 在永冻地区采用深孔技术的降阻方法。

5.2.3.12 防直击雷的人工接地装置距建筑物出入口或人行道应不小于 3 m,否则应采取下列一种或多种措施:

- 将接地体敷设成水平网格;
- 设立阻止人员进入的护栏或警示牌;
- 铺设 50 mm 厚的沥青层或 150 mm 厚的砾石层,使地面电阻率不小于 $50 \text{ k}\Omega \cdot \text{m}$ 。

5.2.3.13 站房共用接地网应由站房的桩基、承台、地梁或筏板主筋和钢结构支撑柱共同组成。基础闭合网格、等电位或预留接地端子、室外测试点等位置等连接做法参照图 B.2。

5.2.3.14 站房利用承台及桩体纵向主钢筋作为垂直接地体时,应至少有两条与桩台钢筋网连接。

5.2.3.15 站房接地装置连接毗邻建(构)筑物的接地装置时,等电位连接线应至少采用两条直径 10 mm 的热镀锌圆钢或 30 mm×3 mm 的热镀锌扁钢,埋深不应小于 0.5 m。

5.2.4 屏蔽与等电位连接

5.2.4.1 站房防雷区划分原则：

- a) 本区内的各物体都可能遭到直接雷击并导走全部雷电流,以及本区内的雷击电磁场强度没有衰减时,应划分为 LPZ0_A 区;
- b) 本区内的各物体不可能遭到大于所选滚球半径对应的雷电流直接雷击,以及本区内的雷击电磁场强度仍没有衰减时,应划分为 LPZ0_B 区;
- c) 本区内的各物体不可能遭到直接雷击,且由于在界面处的分流,流经各导体的电涌电流比 LPZ0_B 区内的更小,以及本区内的雷击电磁场强度可能衰减,衰减程度取决于屏蔽措施时,应划分为 LPZ1 区;
- d) 需要进一步减小流入的电涌电流和雷击电磁场强度时,增设的后续防雷区应划分为 LPZ2...n 后续防雷区。

5.2.4.2 控制机房应设在站房的低层中心部位,其设备应远离外墙结构柱;当机房屏蔽未达到设备电磁环境要求时,应设金属屏蔽网或金属屏蔽室。金属屏蔽网(室)应就近与等电位接地端子板连接。

5.2.4.3 为减少闪电电磁干扰,各类站房宜采取以下屏蔽措施:

- a) 当屏蔽是由屋顶金属表面、金属(门窗)框架或钢筋混凝土的钢筋等自然构件组成时,穿过这类屏蔽的导电金属物应就近与其做等电位连接;
- b) 当采用屏蔽电缆时,应在屏蔽层两端及防雷区交界处做等电位连接并接地;
- c) 当采用非屏蔽电缆和屏蔽电缆只能在一端做等电位连接时,应采用两层屏蔽或穿金属管敷设,外层屏蔽或金属管的等电位连接和接地应符合本条 b) 的规定。

5.2.4.4 进入站房的导电物应在 LPZ0_A 或 LPZ0_B 与 LPZ1 区的交界处进行等电位连接;当外来导电物从不同位置进入站房时,宜设若干条等电位连接带,并就近与环形接地体、内部环形导体或在电气上贯通并连通到接地体或基础接地体的钢筋上。环形接地体和内部环形导体应连到钢筋或金属立面等其他屏蔽构件上,宜每隔 5 m 连接一次。连接导体的截面积应符合附录 C 的规定。

5.2.4.5 当站房与邻近的建筑物之间有线缆或金属管道连通时,宜将其接地体互相连接,可通过接地线、PE 线、屏蔽层、穿线钢管、电缆沟的钢筋、金属管道等连接。

低压供电线路和金属管道宜埋地敷设。因条件限制而架空敷设时,应在进出建筑物前采用埋地、钢管屏蔽措施,埋地长度按式(1)计算且不应小于 15 m。

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

式中:

l ——电缆铠装或穿电缆的钢管埋地直接与土壤接触的长度,单位为米(m);

ρ ——埋电缆处的土壤电阻率,单位为欧姆米($\Omega \cdot m$)。

注:{ }表示物理量的数值。

5.2.4.6 站房设置的等电位连接带(网络)应符合下列要求:

- a) 应设在方便安装和检查的位置,宜采用金属板,连接点应满足机械强度和电气连通性的要求,并与钢筋或其他屏蔽构件作多点连接;
- b) 等电位连接带与建筑物共用接地系统,不宜设单独的接地装置;
- c) 设备金属外壳、机柜、机架、金属管、槽、屏蔽线缆外层、防静电接地、安全保护接地、SPD、接地端等均应应以最短距离与等电位连接网络的接地端子连接。

5.2.4.7 等电位连接应符合下列要求:

- a) 连接导体与接地端子板之间应采用螺栓连接,紧固螺帽、防松零件齐全,连接处应进行热搪锡处理。等电位连接网络的连接宜采用焊接、熔接或压接。
- b) 连接导线应使用具有黄绿相间色标的铜质绝缘导线。暗敷的等电位连接线及其连接处,应做

隐蔽记录,并在竣工图上注明其实际部位走向。

- c) 连接带表面应无毛刺、明显伤痕、残余焊渣,安装应平整端正、连接牢固,绝缘导线的绝缘层无老化龟裂现象。

5.2.5 防电涌措施

5.2.5.1 站房电源系统应采取以下措施防御闪电电涌:

- a) 电源采用 TN 系统时,从站房内总配电盘(箱)开始引出的配电线路和分支线路应采用 TN—S 系统;
- b) 等电位连接宜在各防雷区的交界处,当线路能承受所发生的电涌电压时,SPD 可安装在被保护设备处,而线路的金属保护层或屏蔽层宜首先于界面处做一次等电位连接;
- c) SPD 的选择和安装应符合 GB 50057—2010 中附录 J 的规定;
- d) 连接 SPD 的导体截面积应符合附录 C 的规定。

5.2.5.2 总配电箱应采取以下措施:

- a) 在进入站房的总配电箱内应装设 I 级试验的 SPD;
- b) 在电缆与架空线连接处,应装设户外型 SPD。SPD、电缆金属外皮、钢管和绝缘子铁脚、金具等应连在一起接地,其冲击接地电阻值不宜大于 $10\ \Omega$ 。SPD 应选用 I 级试验产品,其电压保护水平 U_p 应小于或等于 $4.0\ \text{kV}$,每台 SPD 应选冲击电流 I_{imp} 等于或大于 $12.5\ \text{kA}$;
- c) 若无户外型 SPD,可选用户内型 SPD,其使用温度应满足安装处的环境温度,并应安装在防护等级 IP54 型箱内。

5.2.5.3 分配电箱、终端配电盘安装宜选择限压型 SPD,分级配合参见图 B.3。

5.2.5.4 使用直流电源的信息设备,视其需要选用适配的直流电源 SPD。

5.2.5.5 当电压开关型 SPD 至限压型 SPD 之间的线路长度小于 $10\ \text{m}$ 、限压型 SPD 之间的线路长度小于 $5\ \text{m}$ 时,在两级 SPD 之间应加装退耦装置。当 SPD 具有能量自动配合功能时,SPD 之间的线路长度不受限制。SPD 应有过电流保护装置,外封装应为阻燃型材料,并宜有劣化显示、报警等功能。

5.2.5.6 电源 SPD 的接地应就近接到等电位电气预留端子上。

5.2.5.7 信号 SPD 应根据线路的工作频率、传输介质、传输速率、传输带宽、工作电压、接口形式、特性阻抗等参数选用电压驻波比和插入损耗小的信号 SPD。

5.3 支架与运载索

5.3.1 接闪器

5.3.1.1 第二类及以上防雷索道宜在全段架设接闪线作为接闪器。接闪线终端不宜与站房防雷装置连接,安装位置参见图 B.4。

5.3.1.2 第三类防雷索道宜在容易雷击地带架设接闪线或利用运载索作为接闪器。

5.3.1.3 金属支架自身可作为接闪器,或在支架顶部安装接闪短杆。

5.3.1.4 接闪器的材料、结构和最小截面积应符合附录 C 的规定。

5.3.2 引下线

5.3.2.1 金属支架可作为引下线;非金属支架或条件限制时,需专设引下线,并分别与接闪器、接地轮、接地装置形成电气连接,过渡电阻不应大于 $0.03\ \Omega$ 。

5.3.2.2 引下线明敷时,固定卡子的间距应符合表 4 的规定。

5.3.2.3 引下线位于人员经常活动区域时,应悬挂警示标志,并设置半径不小于 $3\ \text{m}$ 的隔离区。

5.3.2.4 引下线的材料、结构和最小截面积应符合附录 C 的规定。

5.3.3 接地装置

5.3.3.1 应利用支架自然基础钢筋作为接地体,接地电阻值和钢筋表面积应符合表 1 和表 6 的规定,不符合时应增设人工接地体。

5.3.3.2 人工接地体应按照 5.2.3.9 和 5.2.3.10 的要求,与基础接地的连接点不应少于 2 个且间距不应大于 3 m,安装位置参见图 B.5。

5.3.4 屏蔽与等电位连接

5.3.4.1 支架与运载索之间的等电位连接,应采用安装接地轮等方法。

5.3.4.2 信号线缆宜使用铠装或屏蔽线缆,宜采取埋地敷设方式和接地保护措施。在支架上安装时,应处于接闪线(器)保护区内。

5.3.4.3 信号电缆屏蔽(保护)层和承载金属线应与支架进行等电位连接,其过渡电阻不应大于 $0.03\ \Omega$ 。

5.4 其他防护措施

5.4.1 站房与附近建筑物之间不应架空外露敷设任何电气、通信线路和金属线缆。

5.4.2 安装在站房外部的监控摄像、广播、景观照明、射灯等外露电器设备和信号线路,均应安装在接闪器的保护范围内,户外配电和信息线路应采取屏蔽、等电位连接等措施。

5.4.3 信号线路不应敷设在女儿墙顶面上,如只能在屋面或外墙上外露敷设时,应采用屏蔽和穿钢管接地保护,并至少在两端及防雷区交界处做接地连接。

5.4.4 站房周围的路灯、旗杆等金属物,应采取防直击雷接地措施,且宜采取安全隔离措施或安装醒目的“雷雨天气请勿靠近”危险警示牌。

5.4.5 站房与外部连接的栏杆宜采用非金属材料。站房周围 5 m 范围内的树木均不能超过站房高度。

6 验收规定

6.1 各工序应按本标准和 GB 50601—2010 进行质量控制,每道工序完成后应由具有检测资质的单位进行检测。未经质量验收确认或经验收不合格时,不应进行下道工序施工。

6.2 施工质量监督人员应依照工程进度,及时到现场跟踪服务,逐项填写检测验收报告并签字,并注意保存隐蔽部位的拍照资料和测量数据。

6.3 主要防雷装置的材料、规格和质量验收记录应符合附录 C 和 GB 50601—2010 附录 E 的规定。

7 管理与维护

7.1 索道防雷装置的设计、安装、隐蔽工程图纸、测试记录等资料,均应及时归档,妥善保管。

7.2 索道投入使用后,应指定专人负责落实防雷装置运行和检测维护等安全管理事项。

7.3 应按照 GB/T 21431 规定的周期、程序,由具有防雷装置检测资质的机构对防雷装置进行检测。

7.4 当遇到强对流、大风等恶劣天气后,应及时巡视检查防雷装置的安装牢固状况、运行是否异常。

7.5 雷雨季节,应注意收听天气预报和雷电预警信息,必要时采取相应的停运、电气隔离、引导游客等防护措施。

7.6 索道上的游客遇到雷电活动时,应关闭轿厢窗户,双足并拢下蹲,以降低人身遭受雷击的风险。

附 录 A
(规范性附录)
索道年预计雷击次数

A.1 索道年预计雷击次数计算方法

索道年预计雷击次数计算方法见式(A.1)。

$$N = K \times N_g \times A_e \quad \dots\dots\dots (A.1)$$

式中：

N ——索道年预计雷击次数,单位为次/年;

K ——环境校正系数, K 值应参照表 A.1 选取;

N_g ——索道所处地区雷击大地的年平均密度,单位为次/(千米²·年);

A_e ——与索道截收相同雷击次数的等效面积,单位为千米²(km²)。

表 A.1 校正系数 K 的参考值

特征描述	K
山谷、峡谷或凹陷地带;设计运力每小时小于 200 人	0.8
平坦地带且地质结构无变化地带;设计运力为每小时 200 人~400 人	1.0
山坡下、背风山坡;设计运力为每小时 400 人~600 人	1.2
土壤电阻率突变地带;设计运力为每小时 600 人~800 人	1.5
土山顶部、山谷风口、迎风山坡;设计运力为每小时 800 人~1000 人	1.7
山顶、孤立的旷野、金属矿藏等极易雷击地带;设计运力每小时大于 1000 人	2.0
注:按就高原则选取 K 值。	

A.2 雷击大地年平均密度计算方法

雷击大地年平均密度 N_g 的计算方法见式(A.2)。

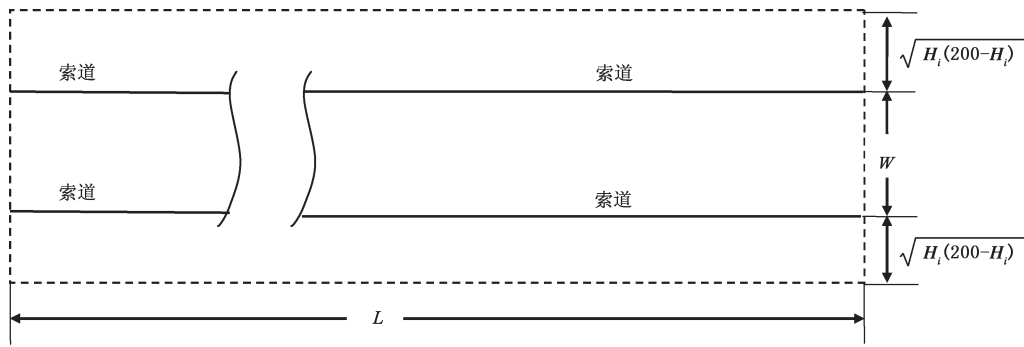
$$N_g = 0.1 \times T_d \quad \dots\dots\dots (A.2)$$

式中：

T_d ——年平均雷暴日,根据当地气象台、站资料确定,单位为天/年(d/a)。

A.3 索道等效截收面积计算方法

与索道截收相同雷击次数的等效面积(图 A.1 中虚线包围的面积)应为其实际面积向外扩大后的面积,由于索道长度远远大于宽度,其长度方向扩大的面积可忽略不计。



A.1 索道的等效面积

索道等效截收面积计算方法见式(A.3)。

$$A_e = \sum_{i=1}^n [L_i w + 2L_i \sqrt{H_i(200-H_i)}] \times 10^{-6} \quad \dots\dots\dots (A.3)$$

式中：

L_i 、 W 、 H_i ——分别为索道分段计算中的长、宽、高，单位均为米(m)。

当索道安装在山洞时，长度 L 应减去相应地段长度。

宜按实际数据分段计算 A_e 后累计，如无数据或简单估算时，也可按安装平均高度计算。

附录 B
(资料性附录)
索道防雷装置安装示意图

图 B.1 至图 B.5 给出了索道防雷装置安装要求示意图。

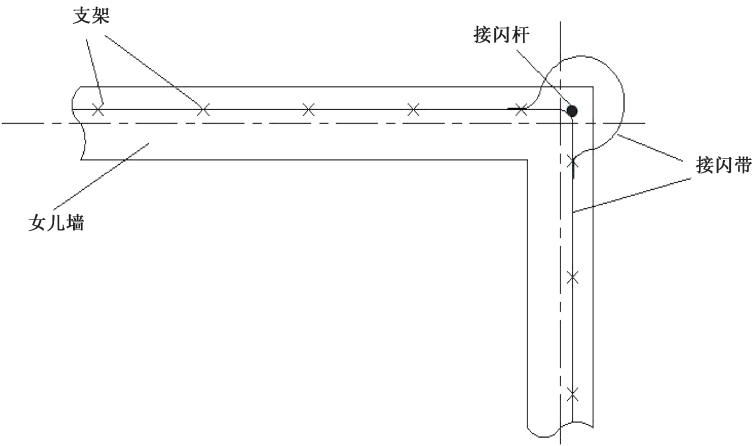


图 B.1 站房屋面接闪平面图

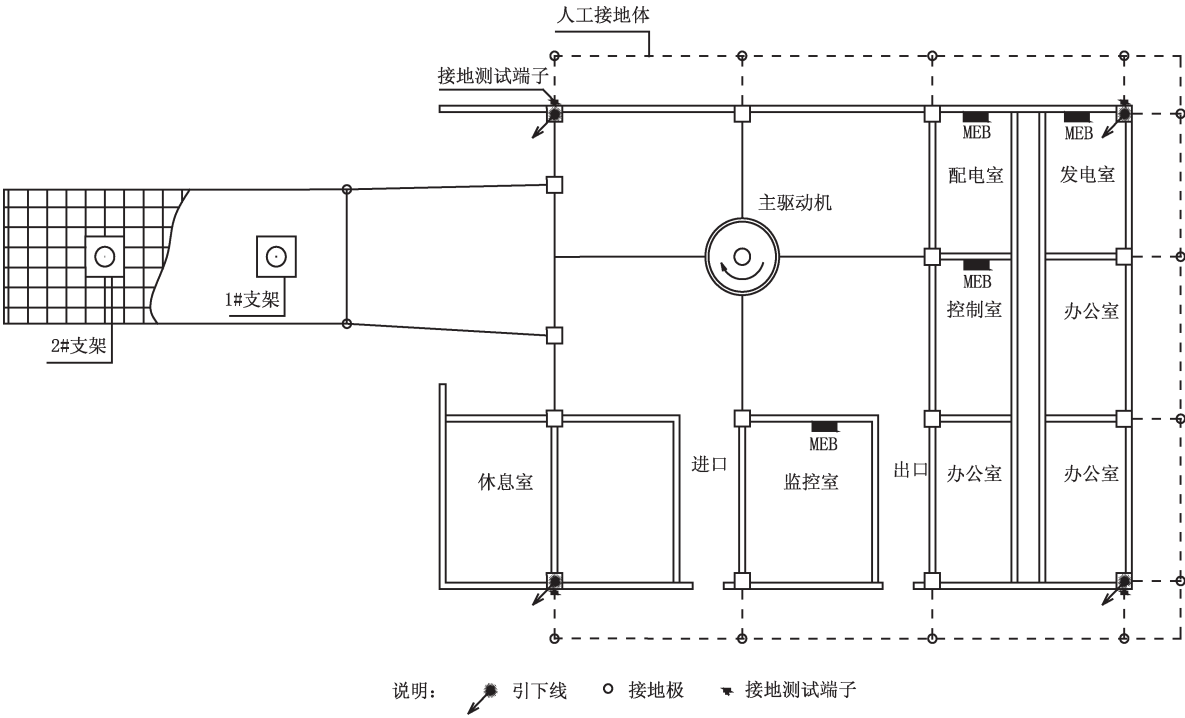


图 B.2 站房防雷接地平面图

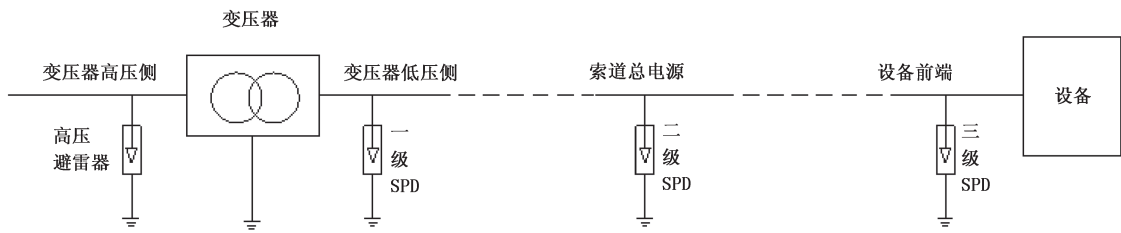


图 B.3 索道供电线路多级 SPD 保护示意图

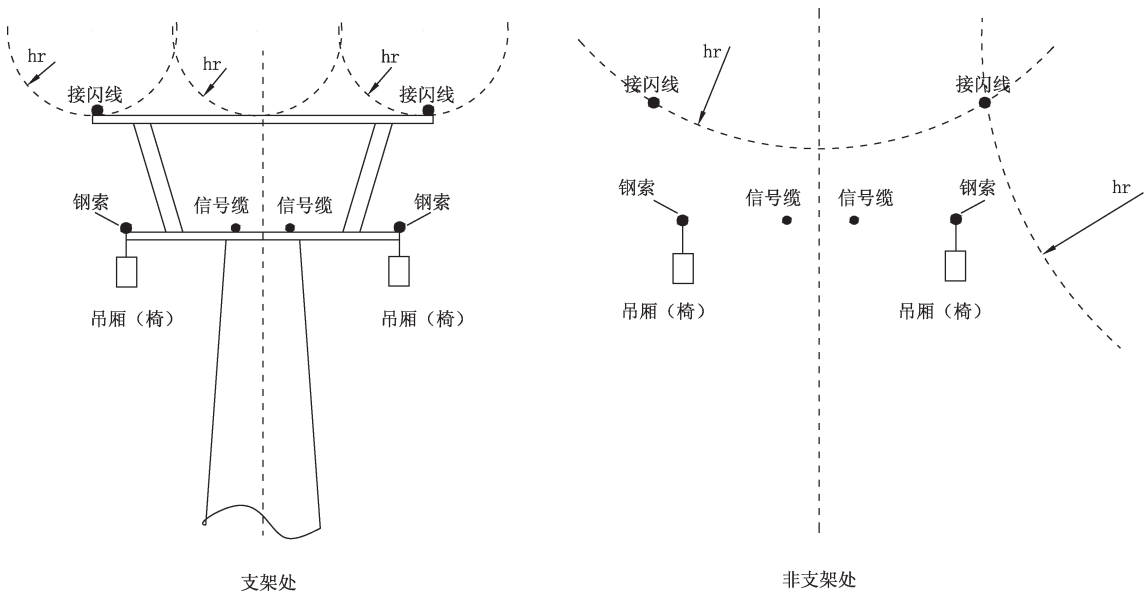
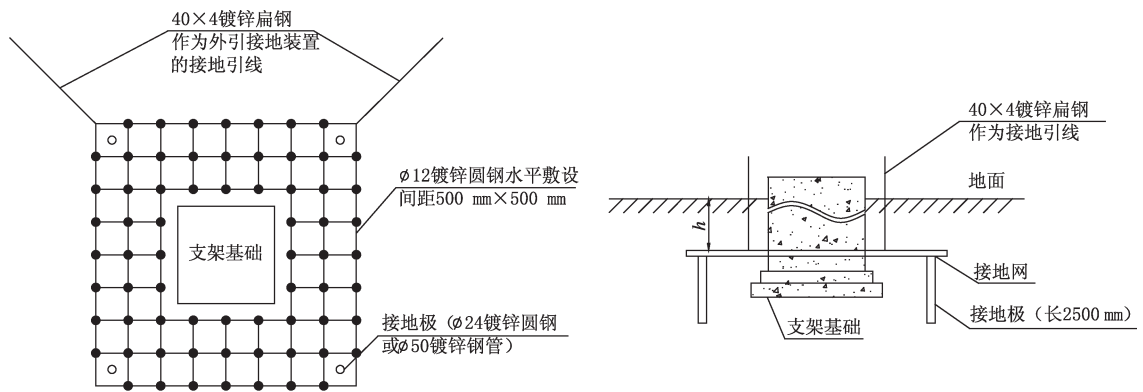


图 B.4 接闪线安装位置示意图



其中：

- 1——接地网离地面距离 h 为 600 mm~800 mm，与支架基础距离不应小于 200 mm，如受到地形限制，接地网可沿地势倾斜敷设，网格交错处应焊接。
- 2——在接地网四角的边缘敷设垂直接地极，两者之间应用 40×4 镀锌扁钢弯成 U 型焊接。

图 B.5 索道支架防雷接地平面图

附 录 C

(规范性附录)

外部防雷装置和等电位连接导体的材料规格

C.1 接闪杆(线、带)和引下线的材料、规格

C.1.1 接闪杆(线、带)和引下线的材料结构和最小截面积应符合表 C.1。

表 C.1 接闪线(带)、接闪杆和引下线的材料、结构与最小截面积

材料	结构	最小截面(mm ²)	备注 ^j
铜,镀锡铜 ^a	单根扁铜	50	厚度 2 mm
	单根圆铜 ^e	50	直径 8 mm
	铜绞线	50	每股线直径 1.7 mm
	单根圆铜 ^{c,d}	176	直径 15 mm
铝	单根扁铝	70	厚度 3 mm
	单根圆铝	50	直径 8 mm
	铝绞线	50	每股线直径 1.7 mm
铝合金	单根扁形导体	50	厚度 2.5 mm
	单根圆形导体	50	直径 8 mm
	绞线	50	每股线直径 1.7 mm
	单根圆形导体 ^c	176	直径 15 mm
	外表面镀铜的单根圆形导体	50	直径 8 mm,径向镀铜厚度至少 70 μm,铜纯度 99.9%
热浸镀锌钢 ^b	单根扁钢	50	厚度 2.5 mm
	单根圆钢 ⁱ	50	直径 8 mm
	绞线	50	每股线直径 1.7 mm
	单根圆钢 ^{c,d}	176	直径 15 mm
不锈钢 ^e	单根扁钢 ^f	50 ^h	厚度 2 mm
	单根圆钢 ^f	50 ^h	直径 8 mm
	绞线	70	每股线直径 1.7 mm
	单根圆钢 ^{c,d}	176	直径 15 mm
外表面 镀铜的钢	单根圆钢(直径 8 mm)	50	镀铜厚度至少 70 μm,铜纯度 99.9%
	单根扁钢(厚 2.5 mm)		
^a 热浸或电镀锡的锡层最小厚度为 1 μm。 ^b 镀锌层宜光滑连贯、无焊剂斑点,镀锌层圆钢至少 22.7 g/m²、扁钢至少 32.4 g/m²。 ^c 仅应用于接闪杆。当应用于机械应力没达到临界值之处,可采用直径 10 mm、最长 1 m 的接闪杆,并增加固定。 ^d 仅应用于入地之处。 ^e 不锈钢中,铬的含量等于或大于 16%,镍的含量等于或大于 8%,碳的含量等于或小于 0.08%。 ^f 对埋于混凝土中以及可与可燃材料直接接触的不锈钢,其最小尺寸宜增大至直径 10 mm 的 78 mm²(单根圆钢)和最小厚度 3 mm 的 75 mm²(单根扁钢)。 ^g 在机械强度没有重要要求之处,50 mm²(直径 8 mm)可减为 28 mm²(直径 6 mm)。并应减小固定支架间的间距。 ^h 当温升和机械受力是重点考虑之处,50 mm² 加大至 75 mm²。 ⁱ 避免在单位能量 10 MJ/Ω 下熔化的最小截面是铜为 16 mm²、铝为 25 mm²、钢为 50 mm²、不锈钢为 50 mm²。 ^j 截面积允许误差为-3%。			

C.1.2 利用金属屋面做站房的接闪器时,接闪的金属屋面的材料和规格应符合下列规定:

- a) 金属板下无易燃物品时:
 - 1) 铅板厚度大于或等于 2 mm;
 - 2) 钢、钛、铜板厚度大于或等于 0.5 mm;
 - 3) 铝板厚度大于或等于 0.65 mm;
 - 4) 锌板大于或等于 0.7 mm。
- b) 金属板下有易燃物品时:
 - 1) 钢、钛板厚度大于或等于 4 mm;
 - 2) 铜板厚度大于或等于 5 mm;
 - 3) 铝板厚度大于或等于 7 mm。
- c) 使用单层彩钢板为屋面接闪器时,其厚度分别满足本条中 a)和 b)的规定;使用双层夹保温材料的彩钢板,且保温材料为非阻燃材料和(或)彩钢板下无阻隔材料,不宜在有易燃物品的场所使用。

C.2 接地体和等电位连接导体的材料、规格

C.2.1 接地体的材料、结构和最小尺寸规定应符合表 C.2。

表 C.2 接地体的材料、结构和最小尺寸

材料	结构	最小尺寸			备注
		垂直接地体 直径 mm	水平接地体最小截 面积或直径 mm ²	接地板 mm	
铜	铜绞线	—	50	—	每股直径 1.7 mm
	单根圆铜	—	50	—	直径 8 mm
	单根扁铜	—	50	—	厚度 2 mm
	单根圆铜	15	—	—	—
	铜管	20	—	—	壁厚 2 mm
	整块铜板	—	—	500×500	厚度 2 mm
	网络铜板	—	—	600×600	各网格边截面 25 mm×2 mm, 网格网边总长度不少于 4.8 m
钢	热镀锌圆钢	14	78	—	—
	热镀锌钢管	20	—	—	壁厚 2 mm
	热镀锌扁钢	—	90	—	厚度 3 mm
	热镀锌钢板	—	—	500×500	厚度 3 mm
	热镀锌网络钢板	—	—	600×600	各网络边截面 30 mm×3 mm, 网格网边总长度不少于 4.8 m
	镀铜圆钢	14	—	—	径向镀铜层至少 250 μm, 铜纯度 99.9 %
	裸圆钢	—	78	—	—

表 C.2 接地体的材料、结构和最小尺寸(续)

材料	结构	最小尺寸			备注
		垂直接地体 直径 mm	水平接地体最小截 面积或直径 mm ²	接地板 (mm)	
钢	裸或热镀锌扁钢	—	90	—	厚度 3 mm
	热镀锌钢绞线	—	70	—	每股直径 1.7 mm
	热镀锌角钢	50 mm×50 mm× 3 mm	—	—	—
	镀铜圆钢	—	50	—	径向镀铜层至少 250 μm, 铜纯度 99.9%
不锈钢	圆形导体	16	78	—	—
	扁形导体	—	100	—	厚度 2 mm
镀锌层应光滑连贯、无焊剂斑点,镀锌层至少圆钢厚度 22.7 g/m ² 、扁钢镀层厚度 32.4 g/m ² 。 热镀锌之前螺纹应先加工好。 铜绞线、单根圆钢、单根扁钢也可采用镀锡。 铜应与钢结合良好。 裸圆钢、裸扁钢和钢绞线作为接地体时,只有完全埋在混凝土中时才允许采用。 裸扁钢或热镀锌扁钢、热镀锌钢绞线,只适用于与建筑物内的钢筋或钢结构每隔 5 m 的连接。 不锈钢中铬大于或等于 16%,镍大于或等于 5%,钼大于或等于 2%,碳小于或等于 0.08%。 截面积允许误差为-3%。 不同截面的型钢,其截面不小于 90 mm ² ,最小厚度为 3 mm。如可用 50 mm×50 mm×3 mm 的角钢作垂直接地体。					

C.2.2 防雷装置各连接部件的最小截面积应符合表 C.3 的规定。

表 C.3 防雷装置各连接部件的最小截面积

等电位连接部件			材料	截面积 mm ²
等电位连接带(铜或热镀锌钢)			铜、铁	50
从等电位连接带至接地装置或至其他等电位连接带的连接导体			铜	16
			铝	25
			铁	50
从屋内金属装置至等电位连接带的连接导体			铜	6
			铝	10
			铁	16
连接 SPD 的导体	电气系统	I 级试验的 SPD	铜	6
		II 级试验的 SPD		2.5
		III 级试验的 SPD		1.5
	电子系统	电涌保护器		1.2

C.2.3 连接单台或多台 I 级分类试验或 D1 类 SPD 的单根导体的最小截面积的计算方法,应符合 GB 50057—2010 中 5.1.2 的规定。

参 考 文 献

- [1] GB 12352—2007 客运架空索道安全规范
 - [2] GB/T 12738—2006 索道 术语
 - [3] GB 18802.1—2002 低压配电系统的电涌保护器(SPD) 第一部分:性能要求和试验方法
 - [4] GB/T 18802.21—2004 电信和信号网络系统的电涌保护器 SPD 第一部分:性能要求和试验方法
 - [5] GB/T 21714.2—2008 雷电防护 第2部分:风险管理
 - [5] GB 50127—2007 架空索道工程技术规范
 - [6] GB 50343—2012 建筑物电子信息系统防雷技术规范
-