

ICS 07. 060
A 47
备案号: 41372—2013



中华人民共和国气象行业标准

QX/T 190—2013

高速公路设施防雷设计规范

Design specification for lightning protection of expressway facility

2013-07-11 发布

2013-10-01 实施

中 国 气 象 局 发 布

中 华 人 民 共 和 国
气 象 行 业 标 准
高速公路设施防雷设计规范
QX/T 190—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.cmp.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:15 千字
2014 年 11 月第一版 2014 年 11 月第一次印刷

*

书号:135029-5646 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 防雷区划分	3
5 基本要求	4
6 建筑物雷电防护	5
7 机电系统雷电防护	8
8 SPD 的选择和使用原则	13
图 1 防雷区的划分示意图	4
图 2 收费天棚共用接地系统示意图	7
图 3 收费场站共用地网示意图	8
图 4 收费车道等电位连接示意图	9
图 5 高速公路隧道机电系统雷电防护示意图	11
图 6 高速公路收费站低压配电 SPD 安装示意图	15
图 7 SPD 在各防雷区交界处配置示意图	16
图 8 收费站信号 SPD 安装示意图	17

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：江苏省防雷中心、湖北省防雷中心、浙江虎格电气有限公司、浙江浙北高速公路管理有限公司。

本标准主要起草人：冯民学、王学良、焦雪、刘学春、陈广赢、曹德洪、何兵、吴赞平、王宏伟、黄克俭、赵成志、庞小琪、段振中、叶志明、吕久平、王锡中、程琳。

高速公路设施防雷设计规范

1 范围

本标准规定了高速公路设施的防雷区划分、基本要求、建筑物雷电防护、机电系统雷电防护和电涌保护器的选择和使用原则。

本标准适用于高速公路设施的防雷设计。

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 50057—2010 建筑物防雷设计规范

GB 50156—2012 汽车加油加气站设计与施工规范

GB 50311—2007 综合布线系统工程设计规范

QX 10.1—2002 电涌保护器 第1部分:性能要求和试验方法

QX/T 10.2—2007 电涌保护器 第2部分:在低压电气系统中的选择和使用原则

QX/T 10.3—2007 电涌保护器 第3部分:在电子系统信号网络中的选择和使用原则

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

高速公路 **expressway**

具有四个或四个以上车道,并设有中央分隔带,全部立体交叉并具有完善的交通安全设施与管理设施、服务设施,全部控制出入,专供汽车高速行驶的公路。

[JTJ 002—1987,第2.0.1条]

3.2

高速公路设施 **expressway facility**

高速公路沿线各种附属建筑物、高速公路中的桥梁、隧道等主体工程,以及相关的高速公路机电系统。

3.3

防雷装置 **lightning protection system; LPS**

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

[GB 50057—2010,定义2.0.5]

3.4

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]

3.5

内部防雷装置 internal lightning protection system

由防雷等电位连接和与外部防雷装置的间隔距离组成。

[GB 50057—2010, 定义 2.0.7]

3.6

接地 earth; ground

一种有意或非有意的导电连接,由于这种连接,可使电路或电气设备接到大地的或接到代替大地的某种较大的导电体。

注:接地的目的是:a.使连接到地的导体具有等于或近似于大地(或代替大地的导电体)的电位;b.引导入地电流流入和流出大地(或代替大地的导电体)。

[GB/T 17949.1—2000, 定义 4.1]

3.7

人工接地体 made earth electrode

专门埋设的、具有接地功能的各种金属构件的统称。

注:人工接地体可分为人工垂直接地体和人工水平接地体。

3.8

共用接地系统 common earthing system

将防雷系统的接地装置、建筑物金属构件、低压配电保护线(PE)、等电位连接端子板或连接带、设备保护地、屏蔽体接地、防静电接地、功能性接地等连接在一起构成共用的接地系统。

[GB 50343—2012, 定义 2.0.19]

3.9

防雷等电位连接 lightning equipotential bonding

将分开的诸金属物体直接用连接导体或经电涌保护器连接到防雷装置上以减小雷电流引发的电位差。

[GB 50057—2010, 定义 2.0.19]

3.10

防雷区 lightning protection zone; LPZ

划分雷击电磁环境的区,一个防雷区的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]

3.11

电涌保护器 surge protective device; SPD

用于限制瞬态过电压和分泄电涌电流的器件。它至少含有一个非线性元件。

[GB 50057—2010, 定义 2.0.29]

3.12

电气系统 electrical system

低压配电系统

低压配电线路

由低压供电组合部件构成的系统。

注:改写 GB 50057—2010, 定义 2.0.26。

3.13

电子系统 electronic system

由敏感电子组合部件构成的系统。

[GB 50057—2010, 定义 2.0.27]

3.14

机电系统 mechanical & electronic system

高速公路收费、交通监控、通信、照明及低压配电等电气、电子系统的统称。

3.15

外场设备 outfield equipment

置于高速公路广场和道路两侧的路况监测设备、气象监测设备、可变情报板、通行信号灯、紧急电话、限速标志等机电(电气、电子)设备。

3.16

机房 computer room

建筑物内集中安放服务器、工作站、程控交换机、通信、数据交换等设备,或存放重要数据等电子设备的场所。

3.17

重要机房 important computer room

省域级及以上路网收费结算(拆账)中心、路网监控中心、指挥调度中心等机房。

4 防雷区划分

4.1 原则

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防雷区,以确定各 LPZ 空间的雷击电磁脉冲的强度,并采取相应的防护措施。

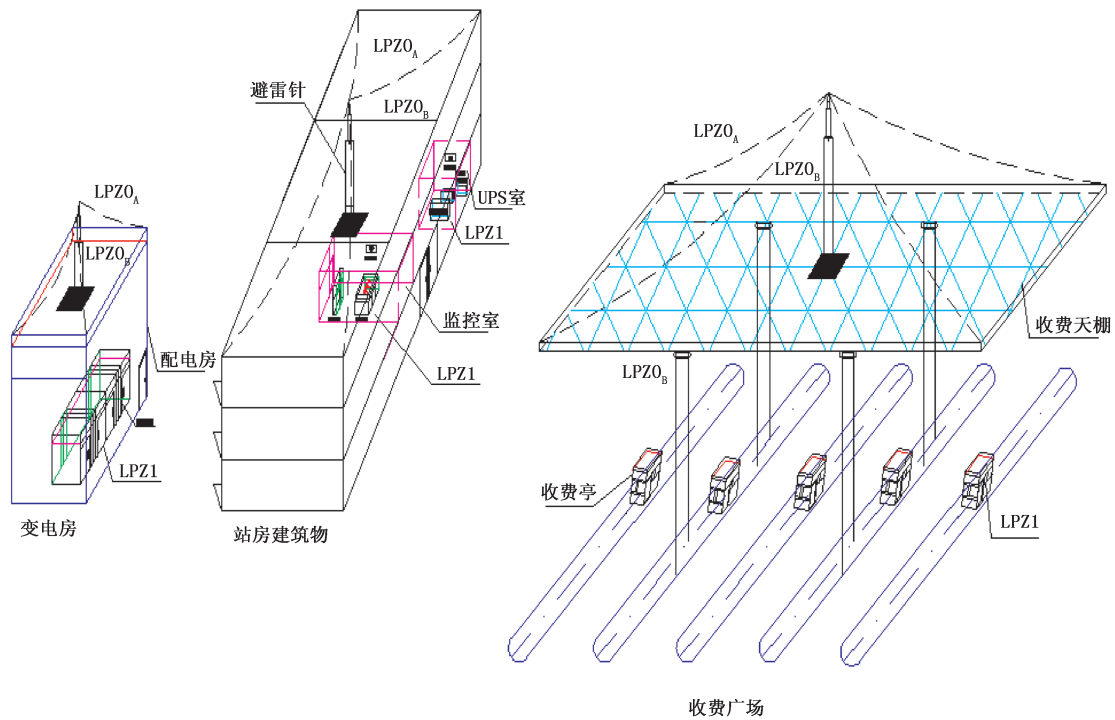
4.2 方法

不同防雷区划分的方法为:

- LPZ0_A 区:本区域内的各物体都可能遭到直接雷击并导走全部雷电流;本区域内的电磁场强度没有衰减。
- LPZ0_B 区:本区域内的各物体不可能遭到大于所选滚球半径对应的雷电流的直接雷击,本区域内的电磁场强度没有衰减。
- LPZ1 区:本区域内的各物体不可能遭到直接雷击,流经各导体的电流比 LPZ0_B 区更小;本区域内的电磁场强度可能衰减(取决于屏蔽措施)。
- LPZ_{n+1} 后续防雷区:当需要进一步减小流入的电流和电磁场强度时,应增设后续防雷区,并按照需要保护的对象所要求的环境区选择后续防雷区的要求条件。

4.3 高速公路建筑物防雷区划分

高速公路建筑物防雷区划分示意图,如图 1。



说明：

- 1——当收费亭采用金属屏蔽体时，亭内处于 LPZ1，否则为 LPZ0_B；
- 2——站房建筑物窗户为大开间，且未采取屏蔽措施时为 LPZ0_B；
- 3——当配电房窗户为大开间，且未采取屏蔽措施时为 LPZ0_B；
- 4——当监控室、UPS 机房等窗户采用金属屏蔽体接地时，监控室、UPS 机房处于 LPZ1 区，此时操作台、电视墙等金属机柜处于 LPZ2 区；当监控室、UPS 机房窗户采用大开间窗户时，监控室、UPS 机房处于 LPZ0_B 区，此时操作台、电视墙等金属机柜处于 LPZ1 区；
- 5——收费亭金属机箱内设备在机箱可靠接地时，亭内电子设备处于 LPZ1 区；
- 6——各电子设备之间的连接线缆，包括配电线缆、信号线缆所处防雷分区由线缆通过空间的防雷区确定。

图 1 防雷区的划分示意图

5 基本要求

5.1 应根据高速公路被保护物所处的地理、地形、地质、土壤、气象、环境等条件和雷电活动规律，并结合高速公路建筑物及机电系统的特点，宜在采取雷击风险评估的基础上进行防雷设计，做到安全可靠、技术先进、经济合理。雷击风险评估方法宜参照 GB/T 21714.2 的计算方法。

5.2 应采用接闪、分流、屏蔽、隔离、等电位连接、共用接地、合理布线、安装 SPD 等措施进行高速公路雷电防护。

5.3 应按照 GB 50057—2010 中 3.0.3 和 3.0.4 的规定进行高速公路建筑物防雷分类；当建筑物内部设有机电系统时，该建筑宜按不低于 GB 50057 规定的第三类防雷建筑物进行防雷设计，机电系统宜采取雷击电磁脉冲防护措施。

5.4 应按 GB 50156—2012 进行高速公路加油(气)站的防雷设计。

6 建筑物雷电防护

6.1 直击雷防护

6.1.1 服务区、办公区的建筑物及附属建筑物

直击雷防护应按 GB 50057 要求采取直击雷防护措施。

6.1.2 收费天棚

6.1.2.1 应优先利用收费天棚的金属顶棚、金属构架、金属支柱(或混凝土柱内钢筋)、收费岛及路面基础钢筋分别作为接闪器、引下线和接地装置。

6.1.2.2 采用金属顶棚的收费天棚,当金属板厚度不小于 0.5 mm 时,宜利用其金属顶棚及顶棚上的其他金属构件作为接闪器。

6.1.2.3 当顶棚为非金属或有较厚的绝缘覆盖层时,应增设避雷针或避雷带,或由其混合组成的接闪器,保护范围按 60 m 滚球半径计算,地处年雷暴日大于 40 d/a 地区的主线收费站宜按 GB 50057 规定的第二类防雷建筑物采取相应的防护措施。避雷带应敷设在天棚的顶部和外沿,其高度不应小于 15 cm。

6.1.2.4 天棚外的限宽柱等金属构件不在接闪器的保护范围内时,应与收费天棚的防雷接地装置可靠连接。

6.1.2.5 应利用收费天棚的金属支柱或混凝土柱内钢筋作为防雷引下线,引下线应上、下电气贯通,并与收费天棚的金属构架和防雷接地装置可靠电气连接。

6.1.2.6 应利用收费天棚的钢筋混凝土基础作为接地体,并与收费岛共用接地系统可靠电气连接。接地装置应在地下连成网格,不应独立。

6.1.2.7 每个收费天棚的立柱下端应预留接地装置检测端子。

6.1.3 服务区广场

应优先利用广场高杆灯顶部安装的避雷针或设置独立避雷针进行直击雷防护,其保护范围按滚球半径 60 m 计算,避雷针的接地装置防护如下:

- a) 水平接地体局部深埋不应小于 1 m;
- b) 水平接地体局部应包绝缘物,可采用 50 mm~80 mm 厚的沥青层;
- c) 采用沥青碎石地面或在接地体上面敷设 50 mm~80 mm 厚的沥青层,其宽度应超过接地体 2 m。

6.1.4 桥梁

6.1.4.1 宜利用桥梁连续钢护栏、斜拉或吊桥悬索等桥梁金属构架作为接闪器。

6.1.4.2 (特)大桥的钢筋混凝土主塔宜采用安装在其顶部的避雷带(网)或避雷针或由其混合组成的接闪器,避雷网的网格尺寸应不大于 10 m×10 m 或 12 m×8 m,采用避雷带时宜沿主塔顶部外沿明敷。当主塔顶部装有永久性金属物时,也可利用其作为接闪器,但其各部件之间均应连成电气通路,并符合作为接闪器的材质规定。

6.1.4.3 桥梁的长跨距金属构梁等外露面较大的金属物,应保证电气连通,并宜利用桥墩(立柱)内的钢筋和桩基钢筋网作为引下线及接地装置。

6.1.4.4 应保证桥梁伸缩缝间的电气连通,以实现桥梁整体等电位。

6.1.4.5 桥梁伸缩缝之间、桥梁与桥墩基础钢筋之间应采用金属软线跨接。

6.2 雷击电磁脉冲防护

6.2.1 业务办公楼

安装有机电系统的业务办公楼应按 GB 50057—2010 第 6 章的要求采取雷击电磁脉冲防护措施。

6.2.2 机房

6.2.2.1 机房宜设置在建筑物低层中心部位的 LPZ1 及其后续防雷区内。

6.2.2.2 机房内重要电子设备距外墙及梁柱的距离不宜小于 1 m,条件不允许时,应对设备采取电磁屏蔽措施。

6.2.2.3 机房宜采用金属门窗,金属门窗及机房内的金属隔断等大尺寸金属物应就近接地。

6.2.2.4 重要机房应使用金属板门,窗户应加装金属屏蔽网,其外墙钢筋网宜适当加密,网孔尺寸不宜大于 200 mm×200 mm。金属门窗、外墙钢筋网应与建筑物内的结构主筋可靠电气连接。

6.2.2.5 宜在机房的顶部和底部各预留不少于两处(对角线布设)等电位连接端子板,并应就近与建筑物柱、梁内主钢筋可靠电气连接。

6.2.2.6 机房内应设置截面积不小于 90 mm²,厚度不小于 3 mm 的铜排,沿墙四周设一环型闭合接地汇流排,并与机房预留的局部等电位接地端子板至少两处做可靠连接。

6.2.2.7 机电设备的的所有外露导电物应建立一等电位连接网络,其连接方式采用 S 型还是 M 型或 M 型、S 型的组合型,除考虑机电设备的分布和机房面积大小外,还应根据机电设备的抗扰度及设备内部的接地方式来进行选择。通常,S 型等电位连接网络可用于相对较小、低频率和杂散分布电容起次要影响的系统,当采用 S 型等电位连接网络时,机电系统的所有金属组件,除接地基准点外,应与共用接地系统的各组件有大于 10 kV、1.2/50 μs 的绝缘。

6.2.2.8 机房的防静电地板下应采用截面积不小于 48 mm² 的铜排设置等电位连接网格,重要机房的网格尺寸不小于 1.2 m×1.2 m,其他机房网格尺寸不小于 2.4 m×2.4 m,并应就近与接地汇流排做多点可靠电气连接。

6.2.2.9 防静电地板金属支撑架应就近与等电位连接网、接地汇流排做多点可靠电气连接。

6.2.2.10 机房天花板、墙面宜采用耗散性材料,天花板金属龙骨应至少两处与预留的机房等电位连接接地端子板做可靠电气连接。

6.2.2.11 机房内交流工作地、安全保护地、直流地、屏蔽地、防静电接地、防雷接地等应采用共用接地方式。

6.2.2.12 出入机房的低压电源和信号线缆,宜从同一个进线端点进入,并在入口处做等电位连接,机房内的供电线缆和数据、信号线缆应分别敷设于各自的金属线槽内或金属桥架内,金属线槽和桥架均应全程电气连通,并宜在其两端及各防雷区交界处就近可靠接地。信号线缆与电力电缆的间距应符合 GB 50311—2007 中 7.0.1 的规定。

重要机房宜采用专供线路供电,机房交流配电箱处应安装适配的 SPD。出入机房的各类数据、信号线缆应分别设置适配的 SPD。

6.3 收费场站共用地网

6.3.1 收费场站共用地网宜由配电房地网、业务办公楼地网、收费天棚地网等组成。

6.3.2 配电房及业务办公楼宜利用建筑物的基础钢筋作为接地网,并符合 GB 50057 对接地装置的要求。

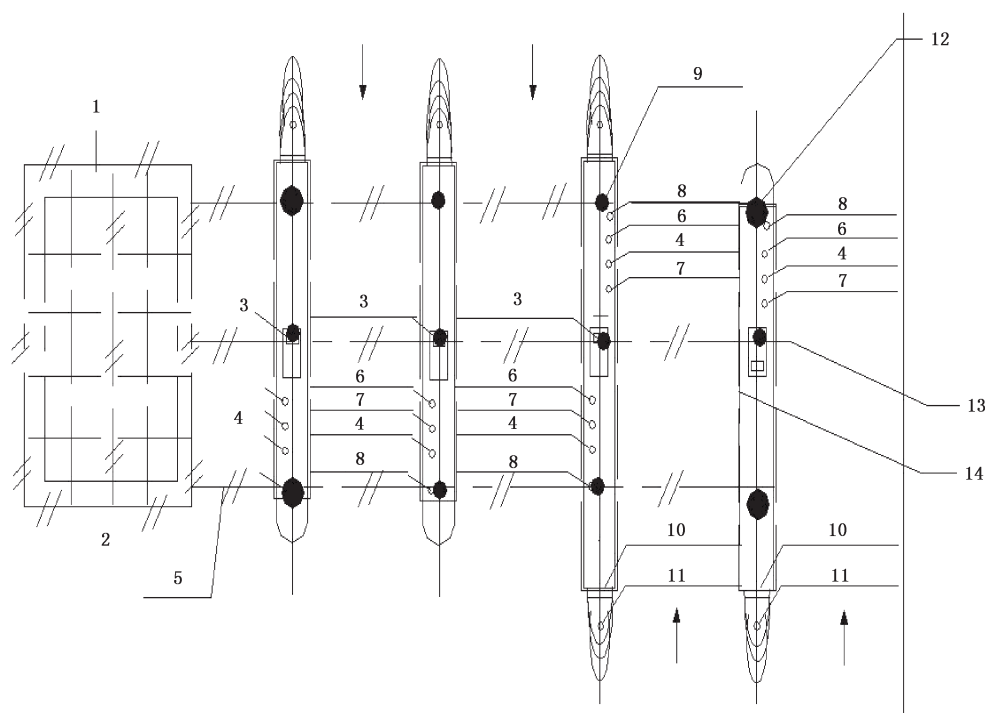
6.3.3 收费天棚应利用收费天棚的钢筋混凝土基础作为接地网,接地电阻值不宜大于 1 Ω,如达不到要求时,应在收费天棚一侧的空地上设置人工接地体。

6.3.4 收费岛应设置供岛上机电设备等电位连接和接地的等电位均压环,均压环宜利用收费岛内的基础钢筋或在收费岛的基础内敷设截面积不小于 90 mm^2 的热镀锌圆钢或扁钢。

6.3.5 收费岛上预计安装收费亭,收费、监控、通信等机电设备处应预留等电位接地端子板,收费亭及附近的线缆沟内应分别预留与等电位均压环可靠电气焊接的接地端子板。

6.3.6 各收费岛的等电位均压环宜进行可靠的电气连接,连接材料应采用两根以上平行敷设的、截面积不小于 90 mm^2 的镀锌圆钢或扁钢,并与收费天棚地网可靠电气连接,组成收费岛共用接地系统。收费天棚共用接地系统见图 2。

6.3.7 收费广场高杆灯、外场摄像设备接地宜与收费场站地网共地,如接地装置间距距离大于 20 m 时,亦可独立接地,其接地系统宜做成放射状。收费场站共用地网见图 3。

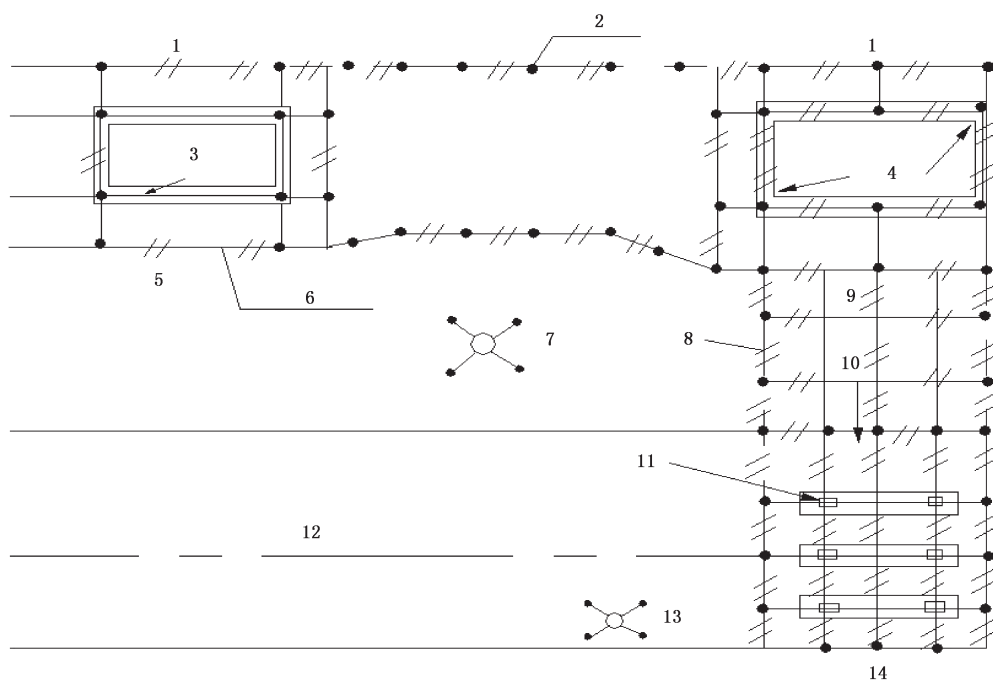


说明:

整个收费站组成一个接地系统,其中:

- 1 —— 监控室环型接地网与建筑基础组成基本接地系统;
- 2 —— 辅助地网;
- 3 —— 车道控制机;
- 4 —— 通行信号灯;
- 5 —— 水平接地体;
- 6 —— 牌照识别摄像机;
- 7 —— 自动栏杆;
- 8 —— 车道摄像机;
- 9 —— 垂直接地体;
- 10 —— 自动分类器;
- 11 —— 雾灯;
- 12 —— 收费广场顶棚基础;
- 13 —— 收费广场等电位连接线;
- 14 —— 车道等电位连接线。

图 2 收费天棚共用接地系统示意图



说明：

- 1 —— 环型地网；
- 2 —— 垂直接地体；
- 3 —— 主体钢筋；
- 4 —— 避雷针引下线；
- 5 —— 配电房；
- 6 —— 水平接地体；
- 7 —— 高杆灯；
- 8 —— 地网；
- 9 —— 办公楼；
- 10 —— 收费岛；
- 11 —— 收费大棚基础；
- 12 —— 路面；
- 13 —— 广场摄像；
- 14 —— 收费车道。

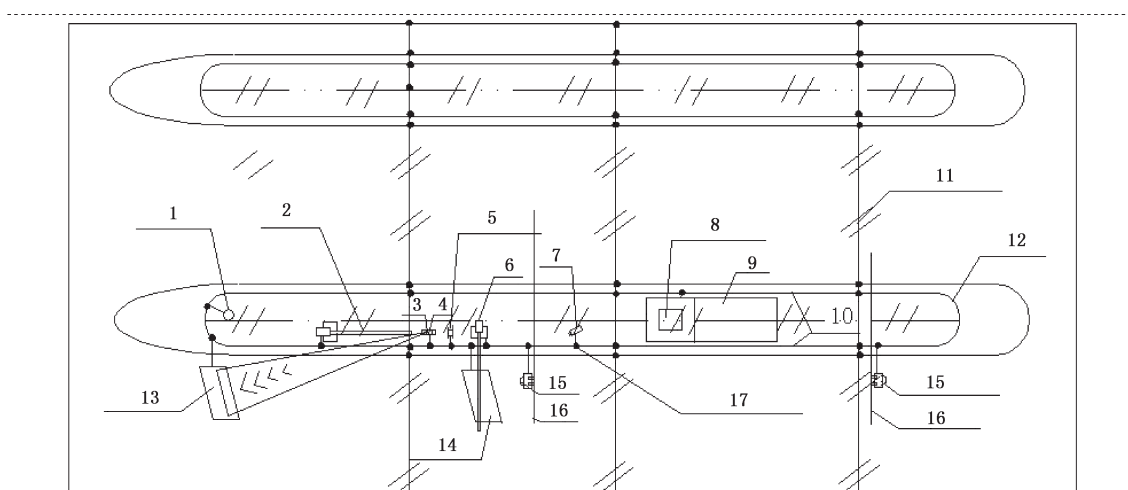
图3 收费场站共用地网示意图

7 机电系统雷电防护

7.1 收费岛

7.1.1 收费亭、自动栏杆、通行信号灯、计重装置金属构件、费显装置及车道摄像机支撑架(杆)、车道护栏、立柱、限宽柱、地下通道的门、扶栏等所有的金属构件应就近与预留的等电位接地端子板可靠电气连接。收费车道的等电位连接见图4。

车道上各电子设备基础应与布设在车道水平接地体可靠焊接，并至少有两处与车道等电位均压环做可靠焊接。防雷改造工程中，无法采用镀锌扁钢作为接地干线时，在收费亭底部宜安装等电位端子箱，各电子设备接地宜采用大于 6 mm^2 多股铜芯线直接连接到等电位端子箱内。



说明：

- 1 —— 雾灯；
- 2 —— 手动栏杆；
- 3 —— 天线；
- 4 —— 发生器；
- 5 —— 通信信号灯；
- 6 —— 自动栏杆；
- 7 —— 车道摄像机；
- 8 —— 车道控制机(含终端和键盘)；
- 9 —— 收费亭；
- 10 —— 基础配筋；
- 11 —— 连接钢筋(4 mm×40 mm 扁钢)；
- 12 —— 等电位均压环；
- 13 —— 存在线圈；
- 14 —— 车辆检测器；
- 15 —— 雨棚信号灯；
- 16 —— 雨棚边缘；
- 17 —— 等电位连接端子。

图 4 收费车道等电位连接示意图

7.1.2 收费亭宜使用金属材料,保证其电气连通,并与收费岛接地系统可靠电气连通,连接点不少于两处。

7.1.3 收费亭内应设置防静电地板,防静电地板的金属支撑架应可靠接地。

7.1.4 收费亭内的金属工作台、金属机柜、各种机电设备的金属外壳应可靠接地。进出收费亭(岛)的各种线缆的金属屏蔽层或穿线金属管(桥架)应就近与线缆沟内预留的等电位接地端子板可靠电气连接。

7.1.5 收费亭内低压配电箱(插座)处、车道工控机、电动栏杆、雨棚信号灯、车道摄像机、计重控制器、广场摄像机应设置适配的 SPD。

7.2 外场机电设备

7.2.1 高速公路沿线外场机电设备宜利用自身的金属构架或在其顶部安装接闪器进行直击雷防护。

7.2.2 宜利用外场机电设备的金属支撑构件作为引下线。

7.2.3 宜优先利用外场设备的混凝土基础钢筋作为接地装置,接地电阻值不宜大于 $4\ \Omega$,当达不到要求时,应增设人工接地体,人工接地体宜采用辐射状。

7.2.4 机电设备的接地装置间距小于 20 m 时,其接地装置应相互连接。

7.2.5 外场机电设备的供电及信号线缆宜穿金属管或采用带屏蔽层的线缆埋地敷设,电缆屏蔽层和外部屏蔽体,应两端接地。

7.2.6 外场机电设备配电箱宜安装适配的 SPD,信号、控制端口应安装适配的 SPD。

7.2.7 高杆、中杆、低杆等外场照明设备的顶端应装设避雷针,设备支撑采用钢杆或砼杆时,其杆体和结构钢筋可作为防雷引下线,但应保证砼杆的结构钢筋自上而下焊接连通,其接地装置宜直接利用灯杆的混凝土基础钢筋,接地电阻值应不大于 $10\ \Omega$,如达不到要求,应增设人工接地体,人工接地体宜采用辐射状。

7.2.8 外场照明设备的供电线缆宜采用铠装电缆或穿金属管埋地敷设,铠装电缆屏蔽层或金属管应两端接地。高杆灯应在杆体底部的接线维修盒内安装适配的 SPD。

7.3 隧道机电系统

7.3.1 隧道的结构钢筋应构成闭合的接地网,接地网的接地电阻值不宜大于 $4\ \Omega$ 。隧道洞口外没有接入共用接地系统的设备应设置独立的接地装置,防雷接地电阻值不宜大于 $10\ \Omega$,保护接地电阻值不宜大于 $4\ \Omega$ 。

7.3.2 隧道内两侧宜分别设置一组贯穿隧道的等电位连接带,并与隧道结构钢筋网可靠电气连接。

7.3.3 隧道内各区域控制器(箱、屏)及预计安装监控、消防、通风、照明等机电设备处应预留等电位接地端子板,该等电位接地端子板与隧道结构钢筋网可靠焊接连通。

7.3.4 隧道内信号、电力线缆宜分两边布设,在距隧道洞口 100 m 内的位置,宜采取封闭的金属桥架布线,并与等电位连接带至少有两处以上连接。

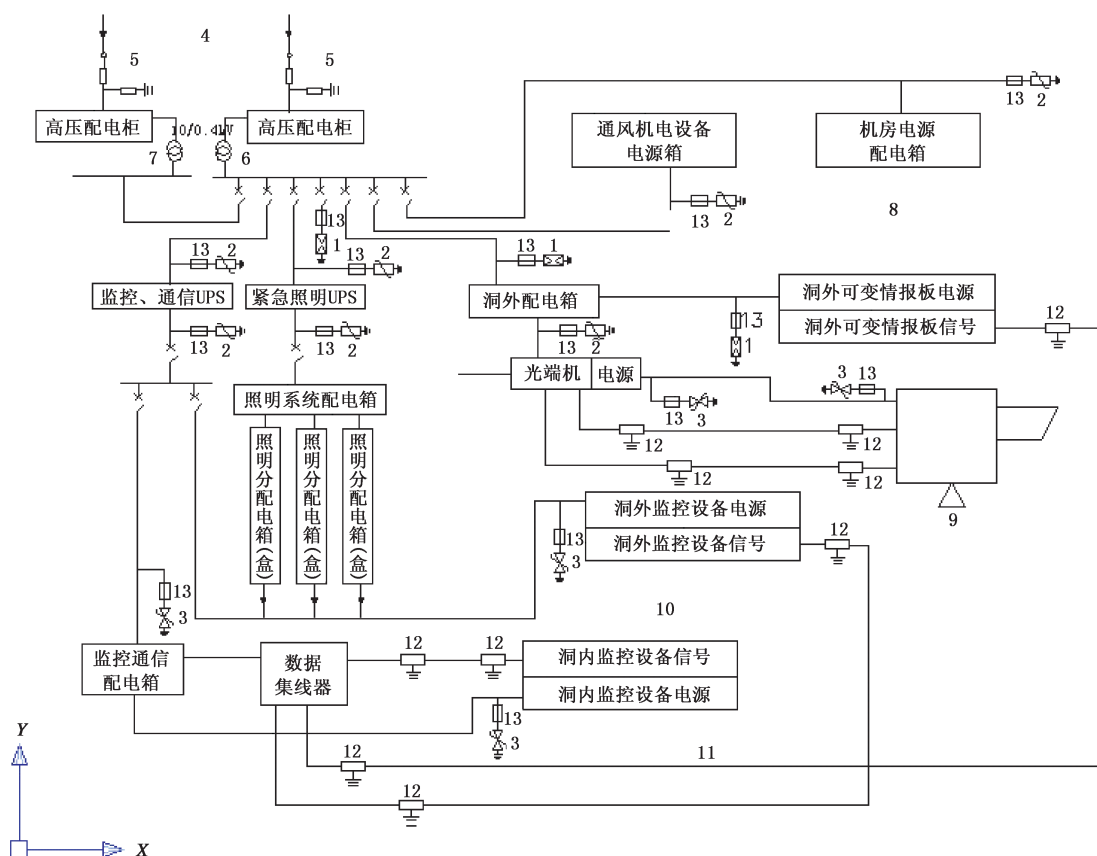
7.3.5 隧道洞口外的金属广告牌及指示牌、路灯及信号灯金属杆、摄像头金属支撑杆等金属物应就近与隧道共用接地系统相连,若相距较远(20 m 以上)可单独设置独立接地装置。

7.3.6 隧道洞口外的低压配电线路应采用金属外护套电力电缆埋地敷设。洞外配电箱内应安装适配的 SPD,洞内配电箱内宜安装适配的 SPD。

7.3.7 洞外监控设备(照度仪、可变限速标志等)、情报板、摄像机等的低压配电端应分别安装适配的 SPD,有关数据信号金属线入线端应分别安装适配的 SPD。

7.3.8 洞内监控设备(车辆检测器、风速仪、摄像机等)的低压配电宜安装适配的 SPD,有关的数据信号金属线缆输入端应安装适配的数据信号 SPD。

7.3.9 不间断电源(UPS)低压配电的输入端宜安装适配的 SPD。高速公路隧道机电系统雷电防护见图 5。



说明:

- 1 —— T1 型电源 SPD;
- 2 —— T2 型电源 SPD;
- 3 —— T3 型电源 SPD;
- 4 —— 双回路供电;
- 5 —— 高压 SPD;
- 6 —— 1# 变电柜;
- 7 —— 2# 变电柜;
- 8 —— 监控、通信、火灾自动报警系统等;
- 9 —— 洞外云台摄像机;
- 10 —— 洞外监控设备:照度仪、可变限速标志等;
- 11 —— 洞内监控设备:车辆检测器、风速仪、摄像机等;
- 12 —— 各类数据、信号 SPD;
- 13 —— 过电流保护装置。

图 5 高速公路隧道机电系统雷电防护示意图

7.4 通信系统

7.4.1 通信机房的雷电防护措施,应按照 6.2.2 的规定执行。

7.4.2 进入建筑物内的各类通信线缆应埋地引入,埋地长度应符合式(1)的要求,但不应小于 15 m。具有金属护套的线缆引入时,应将金属护套接地;无金属外护套的电缆宜穿钢管理地引入,并在入口处与接地装置可靠电气连接。

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

式中:

l ——埋地长度,单位为米(m);

ρ ——埋地电缆处土壤电阻率,单位为欧姆米($\Omega \cdot m$)。

7.4.3 光缆通信线路雷电防护措施如下:

- a) 通信传输光缆应采用直埋敷设方式,直埋光缆的金属护套在接头处应集中接地。在每段光缆的终端,光缆的金属护套应直接或通过 SPD 接地。
- b) 进入机房光缆末端的金属屏蔽层,加强芯或铠装层(如有)应与光纤数字配线架的等电位连接带连通。

7.4.4 金属通信线缆雷电防护措施如下:

- a) 用于长距离传输的通信金属线缆,应采用屏蔽线缆或穿金属管埋地敷设,埋地深度应不小于 0.7 m。
- b) 在多雷区、强雷区当金属线缆采取埋地方式时,在其上方 30 cm 左右应平行敷设避雷线(排流线)的保护方式,排流线应每间隔 200 m 做一组人工接地体,其接地电阻值应不大于 10 Ω 。
- c) 进入机房的通信金属线缆应采用直埋或缆沟方式引入,并应采用铠装线缆或穿钢管保护,埋地长度应不小于 $2\sqrt{\rho}$,且不小于 15 m,线缆埋地深度应不小于 0.7 m,不应与低压配电线缆同管槽入室。
- d) 建筑物内的金属线缆宜敷设于金属桥架(管、槽)内,桥架(管、槽)全程应电气贯通,其两端和穿越不同防雷区交界处应可靠接地。
- e) 建筑物内的通信、数据、信号线缆与低压配电线缆不应同管槽平行敷设。
- f) 通信系统总配线架(MDF)必须就近接地,且应在 MDF 处安装适配的 SPD。未接入 MDF 的金属信号线缆中的空线对应做接地处理。
- g) 无线通信的天馈系统中的馈线金属外护层应在线缆两端分别就近接地。若长度大于 60 m 时,应在其中心部位将金属外护层再接地一次。户外馈线桥架、线槽的始末两端亦应与邻近的等电位连接端子连通。
- h) 天馈线路上应安装适配的 SPD 进行保护。
- i) 地处雷暴日大于 40 d/a 地区的各类网络系统的金属数据信号线,若长度大于 30 m 且小于 50 m,应在终端设备的一端输入口安装适配的 SPD;若长度大于 50 m,应在终端设备的两端输入口安装适配的 SPD。
- j) 入户市话电缆的金属外护层应在进线室或 MDF 架下做接地处理。市话电缆的空线对应做接地处理。

7.5 低压配电系统

7.5.1 变电所、配电房建筑物应按 GB 50057 中第三类防雷建筑物的要求进行雷电防护。

7.5.2 从变压器至配电室的低压配电线路宜全程埋地敷设。

7.5.3 当低压配电采用 TN 系统时,配电线路应采用 TN-S 系统。

7.5.4 低压配电线路应采用适配的 SPD 进行分级保护。

7.5.5 根据当地雷电环境、供电系统的分布范围和分布特点,变压器低压侧、低压配电室(柜)、楼内(层)配电室(井)、机房交流配电屏(箱)、开关低压配电交流屏、用电设备配电柜及精细用电设备端口,应使用适配的 SPD 做分级保护。

8 SPD的选择和使用原则

8.1 低压电气系统

8.1.1 SPD的电压保护水平(U_p)应根据 220 V/380 V 配电系统各种设备绝缘耐冲击过电压(U_w)确定,见表 1。

表 1 220V/380V 配电系统各种设备绝缘耐冲击过电压值 U_w

设备位置	电源处的设备	配电线路和最后分支线路的设备	用电设备	特殊需要保护的設備
耐冲击过电压类别	Ⅳ类	Ⅲ类	Ⅱ类	Ⅰ类
耐冲击电压值	6 kV	4 kV	2.5 kV	1.5 kV

8.1.2 SPD1 应安装在 LPZ0(含 LPZ0_A 和 LPZ0_B)与 LPZ1 区的交界处,即在建筑物入口的配电柜(箱)上应选择Ⅰ级分类试验的 SPD,其主要技术参数应符合以下要求:

- SPD 的冲击电流值(I_{imp})应按 QX/T 10.2—2007 中 7.1.1.2 条规定选择;
- 在 220 V/380 V 电气装置内 SPD1 的 U_p 不应超过 2.5 kV。当使用一组 SPD1 达不到 U_p 不大于 2.5 kV 时,应采用配合协调的 SPD2,以确保达到要求的电压保护水平。

8.1.3 当存在如下因素之一,应考虑 SPD2 以及 SPD3 的选择:

- SPD1 的 U_p (2.5 kV) 大于其后电气设备的 U_w 的 0.8 倍,即 $U_p > 0.8U_w$;
- SPD1 与受保护设备之间距离过长(一般指线缆长度大于 10 m);
- 建筑物内部存在雷击放电或内部干扰源产生的电磁场干扰。

SPD2、SPD3 应安装在 LPZ1 区与 LPZ2 区交界处,或靠近被保护设备处。

8.1.4 SPD2、SPD3 应选择Ⅱ级或Ⅲ级分类试验的产品,其主要技术参数标称放电电流(I_n)与 U_c 值应符合 QX/T 10.2—2007 中 7.2.2 的要求; U_p 不应大于被保护线路和设备的 U_w 值,并应有 20% 的裕度,即; U_p 小于或等于 0.8 U_w 。

8.1.5 SPD 通流量参数值不应小于表 2 中的数值。

表 2 低压配电线路 SPD 通流量参数值

单位为千安

雷暴日 d/a	防雷区	城市		郊区/山区		高山/沿海	
		10/350 μ s I_{imp}	8/20 μ s I_n	10/350 μ s I_{imp}	8/20 μ s I_n	10/350 μ s I_{imp}	8/20 μ s I_n
<25	LPZ0、LPZ0—LPZ1	—	20	—	20	—	30
	LPZ2	—	10	—	10	—	20
25~40	LPZ0、LPZ0—LPZ1	12.5	20	12.5	30	12.5	30
	LPZ2	—	10	—	20	—	20
	LPZ3	—	5	—	10	—	10

表 2 低压配电线路 SPD 通流量参数值(续)

单位为千安

雷暴日 d/a	防雷区	城市		郊区/山区		高山/沿海	
		10/350 μs I_{imp}	8/20 μs I_n	10/350 μs I_{imp}	8/20 μs I_n	10/350 μs I_{imp}	8/20 μs I_n
40~60	LPZ0、LPZ0—LPZ1	12.5	40	12.5	40	15	50
	LPZ2	—	20	—	20	—	30
	LPZ3	—	10	—	10	—	20
>60	LPZ0、LPZ0—LPZ1	15	50	15	50	15	60
	LPZ2	—	20	—	20	—	30
	LPZ3	—	10	—	10	—	20
注:屏蔽效能较高时,参数可适当降低标准。							

8.1.6 各分类试验的 SPD 的连接导线最小截面积要求见表 3。

表 3 各种 SPD 的连接导线最小截面积

单位为平方毫米

SPD 试验类型	铜导线的最小截面积
I 级	6
II 级	4
III 级	1.5
如无相应规格的导线,最小截面应大于表内的尺寸。铜导线系列优选值见 QX/T 10.1。	

8.1.7 SPD 两端的连接导线应短且直,其长度之和不宜超过 0.5 m。

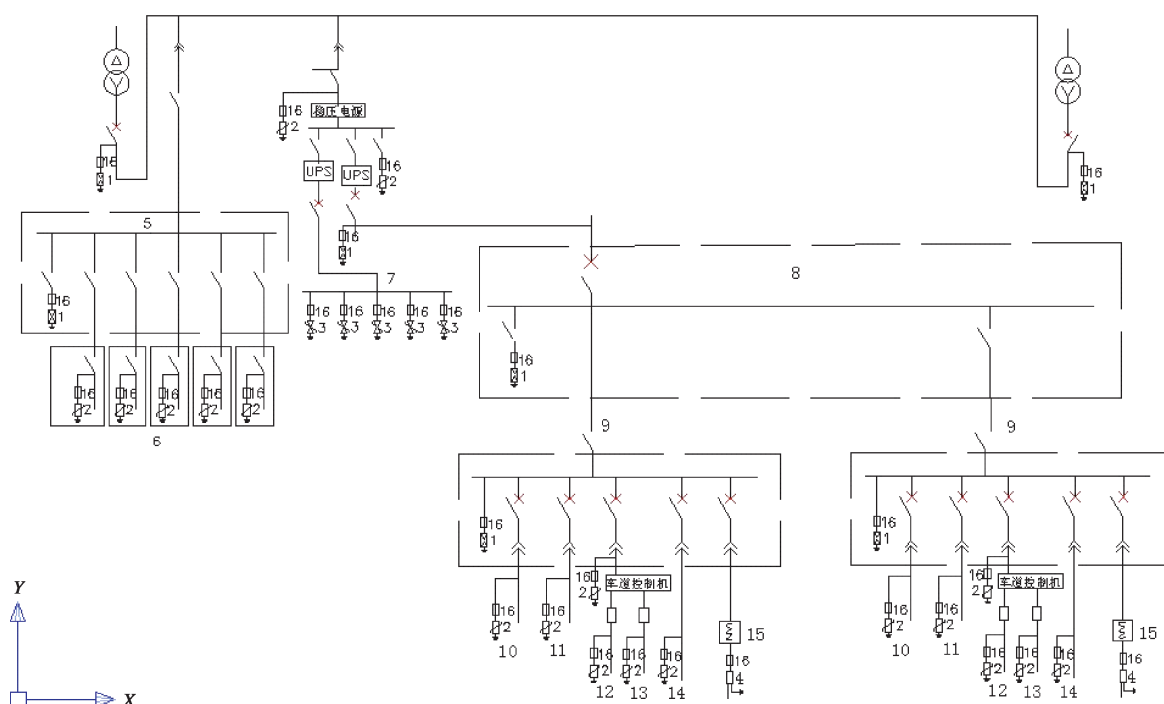
8.1.8 当 SPD 的失效保护模式为短路型,且 SPD 内部无热脱扣装置时,宜在 SPD 前端安装过电流保护装置(如熔丝、热熔线圈)进行过电流保护。熔丝的熔断电流值与其电路上的熔丝的熔断电流值之比不宜大于 1:1.6。

8.1.9 当在线路上多处安装 SPD 且无准确数据时,电压开关型 SPD 与限压型 SPD 之间的线路长度不宜小于 10 m,限压型 SPD 之间的线路长度不宜小于 5 m,当线路长度达不到要求时,应增加退耦装置。对已实现能量配合的自动触发型 SPD,可不加装退耦装置。

8.1.10 SPD 宜有状态指示器。

8.1.11 当机电设备采用直流供电时,宜视其具体情况选择适配的 SPD 保护。

8.1.12 收费站低压配电 SPD 安装见图 6。



说明：

- 1 —— T1 型电源 SPD；
- 2 —— T2 型电源 SPD；
- 3 —— T3 型电源 SPD；
- 4 —— 直流电源 SPD；
- 5 —— 收费广场市电总箱；
- 6 —— 车道市电配电箱；
- 7 —— 监控室；
- 8 —— 收费广场 UPS 配电总箱；
- 9 —— 车道 UPS 配电箱；
- 10 —— 电动杆配电；
- 11 —— 计重控制器配电；
- 12 —— 雨棚信号灯配电；
- 13 —— 通信信号灯配电；
- 14 —— 车道摄像机配电；
- 15 —— 直流变压器；
- 16 —— 过电流保护装置。

图 6 高速公路收费站低压配电 SPD 安装示意图

8.2 电子系统信号网络

8.2.1 信号线路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,选择适配的 SPD。

8.2.2 SPD 的主要技术参数应符合 QX/T 10.3—2007 中 5.2 的要求。

8.2.3 SPD 应安装在图 1 所示的防雷区交界处。其中 SPD1 安装在 LPZ0/1 区交界处,SPD2 安装在 LPZ1/2 区交界处,SPD3 安装在 LPZ2/3 交界处(见图 7)。

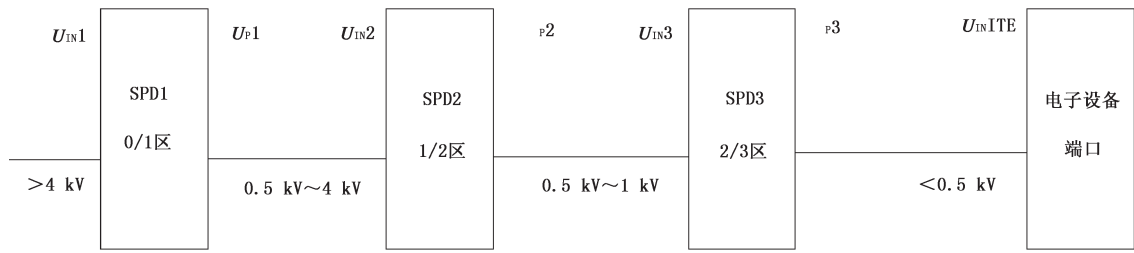


图 7 SPD 在各防雷区交界处配置示意图

8.2.4 应根据 SPD1 的 U_p 值能否满足被保护电子设备的冲击耐受性和电子设备的通信线缆布置情况确定安装多级 SPD。通常,SPD 应安装在各防雷区交界处,但由于工艺要求或其他原因,被保护设备的位置不一定恰好设在交界处,在这种情况下,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,线路的金属保护层或屏蔽层宜首先与防雷区界面处做一次等电位连接。

8.2.5 SPD 的选择

8.2.5.1 应在电子设备信号线的建筑物入口处安装 SPD1,其主要技术参数应符合 QX/T 10.3—2007 中 7.3 的要求。

8.2.5.2 按 QX/T 10.3—2007 中 7.3 选择 SPD1 的 U_p 在不大于电子设备 U_w 的 0.8 倍,能对信号线路下游的末端电子设备进行有效限压保护时,可在 LPZ0/1 或设备端口处安装一组 SPD1。如果存在如下因素之一,应考虑 SPD2 甚至 SPD3 的选择:

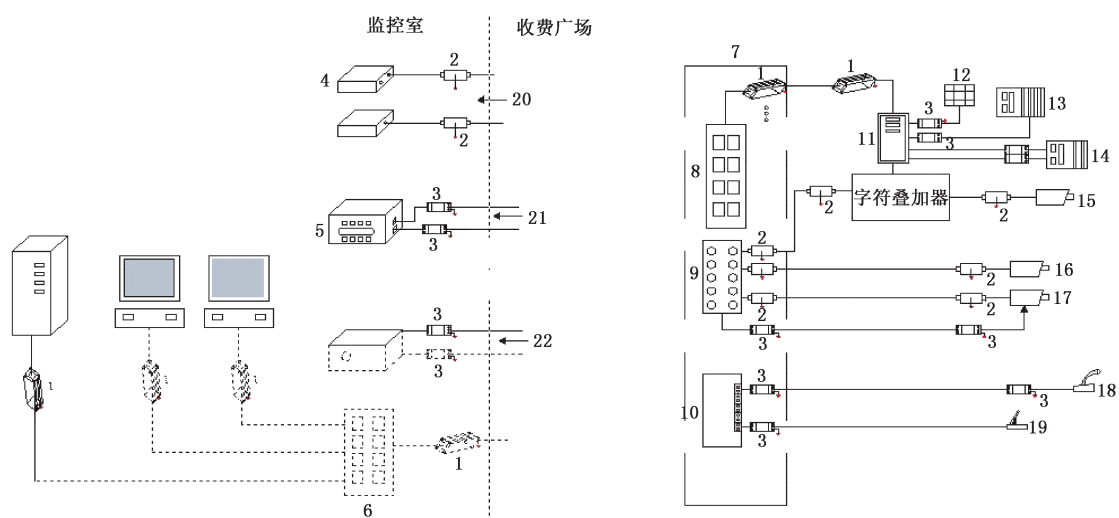
- a) SPD1 的 U_p 大于电子设备耐冲击过电压额定值的 0.8 倍,即 U_p 大于 $0.8U_w$;
- b) SPD1 与被保护设备之间距离过长;
- c) 建筑物内部存在雷击感应或内部干扰源产生的电磁干扰。

8.2.5.3 SPD 额定值选型见表 4。

表 4 在防雷区交界处使用的 SPD 额定值选型

防雷区		LPZ0/1	LPZ1/2	LPZ2/3
SPD 值范围	10/350 μ s 10/250 μ s	0.5 kA~2.5 kA 1.0 kA~2.5 kA	—	
	1.2/50 μ s 8/20 μ s	—	0.5 kV~10 kV 0.25 kA~5 kA	0.5 kV~1 kV 0.25 kA~0.5 kA
	10/700 μ s 5/300 μ s	4 kA 100 A	0.5 kV~4 kV 25 A~100 A	—
SPD 的要求	SPD1	D1,D2 B2	—	与建筑物外部无电阻性连接
	SPD2	—	C2/B2	—
	SPD3	—	—	C1
D1、D2、B2、C1、C2 值应符合 QX 10.1 的要求。 注:LPZ2/3 栏下 SPD 值包括了典型的最低耐受能力要求并可安装于信息技术设备内部。				

8.2.7 收费站信号 SPD 安装示意图见图 8。



说明：

- 1 —— 网络信号 SPD；
- 2 —— 同轴信号 SPD；
- 3 —— I/O 信号、数据总线信号 SPD；
- 4 —— 视频分配器；
- 5 —— 对讲通信主机；
- 6 —— 交换机；
- 7 —— 广场弱电总箱；
- 8 —— 广场交换机；
- 9 —— 主端机；
- 10 —— 光端机；
- 11 —— 车道控制机；
- 12 —— 地感线圈；
- 13 —— 计重控制器；
- 14 —— 电动栏杆控制器；
- 15 —— 车道摄像机；
- 16 —— 亭内摄像机；
- 17 —— 广场摄像机；
- 18 —— 对讲分机；
- 19 —— 脚踏报警分机；
- 20 —— 同轴线缆输入；
- 21 —— 对讲通信线缆输入；
- 22 —— 脚踏报警信号线缆输入。

图 8 收费站信号 SPD 安装示意图

参 考 文 献

- [1] GB/T 17949.1—2000 接地系统的土壤电阻率、接地阻抗和地面电位测量导则 第1部分：常规测量
 - [2] GB/T 21714.2 雷电防护 第2部分：风险管理
 - [3] GB 50343—2012 建筑物电子信息系统防雷技术规范
 - [4] JTJ 002—1987 公路工程名词术语
-