

DB41

河南省地方标准

DB 41/T 1472—2017

高速公路机电设施防雷技术规范

地方标准信息服务平台

2017-09-30 发布

2017-12-30 实施

河南省质量技术监督局 发布

前 言

本标准按照GB/T 1.1—2009给出的规则起草。

本标准由河南省气象局提出。

本标准由河南省气象标准化技术委员会归口。

本标准起草单位：河南省防雷中心、河南中天高新智能科技股份有限公司、郑州世创电子科技有限公司、河南华孚永基科技有限公司、呼和浩特市气象局。

本标准主要起草人：郭红晨、林强、杜晓宾、李鹏、张会欣、张玉桦、李森。

本标准参加起草人：李中琪、王昆、刘奇、余曙光、李武强、傅国庆、牛永年、吕建菲、王慧中、潘珍亮、陈会锋、李红娜、周海磊、赵战友、马钦、崔国恩、金师。

地方标准信息服务平台

高速公路机电设施防雷技术规范

1 范围

本标准规定了高速公路机电设施防雷的术语和定义、一般规定、雷电防护、检测。
本标准适用于已建及新建、扩建、改建的高速公路机电设施防雷装置的设计和安全性能检测。

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 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
GB/T 21431—2015 建筑物防雷装置检测技术规范
GB/T 32938—2016 防雷装置检测服务规范
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
QX 30—2004 自动气象站场室防雷技术规范
QX/T 190—2013 高速公路设施防雷设计规范

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

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，定义2.0.1]

3.2

高速公路机电设施

高速公路收费、交通监控、通信、照明及低压配电等电气、电子系统设施和建筑的统称。

注：改写QX/T 190-2013，3.14。

3.3

机房

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。

[QX/T 190-2013，定义3.16]

3.4

电涌保护器

用于限制暂态过电压和分流电涌电流的装置。它至少包含一个非线性限制元件，
[GB 50057-2010，定义2.0.29]

3.5

防雷区

需要规定和控制雷击电磁环境的那些区。

LPZ_0 区：本区内的各物体都可能遭到直接雷击和导走全部雷电流；本区内的电磁场强度没有衰减。

LPZ_0 区：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，但本区内的电磁场强度没有衰减。

LPZ_1 区：本区内的各物体不可能遭到直接雷击，流经各导体的电流比 LPZ_0 区更小；本区内的电磁场强度可能衰减，这取决于屏蔽措施。

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，并按照需要保护的物体所要求的环境区选择后续防雷区的要求条件。

注：改写GB 50057-2010，6.2.1。

3.6

防雷等电位连接

将分开的装置、诸导电物体用等电位连接导体或电涌保护器连接起来以减少雷电流在它们之间产生的电位差。

[GB 50057-2010，定义2.0.19]

3.7

电磁屏蔽

用导电材料减少交变电磁场向指定区域穿透的屏蔽。

[GB 50343-2012，定义2.0.15]

3.8

等电位连接网络

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。

[GB 50057-2010，定义2.0.22]

3.9

接地端子

将保护导体，包括等电位连接导体和工作接地的导体（如果有的话）与接地装置连接的端子或接地排。

[GB 50343-2012，定义2.0.8]

3.10

雷电电磁脉冲

雷电流的电磁效应。

[GB 50343-2012，定义2.0.3]

3.11

I级试验

电气系统中采用I级试验的电涌保护器要用标称放电电流 I_n 、 $1.2/50\mu\text{s}$ 冲击电压和最大冲击电流 I_{imp} 做试验。

[GB 50057-2010，定义2.0.35]

4 一般规定

- 4.1 高速公路机电设施的防直击雷措施应符合 GB 50057—2010 中第三类防雷建筑物的规定。
- 4.2 高速公路机电设施的防雷电磁脉冲措施应符合 GB 50343—2012 中 5.1.3 的规定。
- 4.3 高速公路机电设施的防雷措施还应符合 QX/T 190—2013 中 5 的有关规定。
- 4.4 对高速公路机电设备防雷装置实施检测的单位和检测条件等应符合 GB/T 32938—2016 的规定。

5 雷电防护

5.1 低压配电设施雷电防护

- 5.1.1 低压电力电缆从变压器至配电室应全程埋地敷设。
- 5.1.2 机电系统设备由 TN 交流配电供电时，配电线路应采用 TN-S 系统的接地方式。供配电线路的电源过电压保护电涌保护应采用分级保护。
- 5.1.3 应根据当地雷电环境、供电系统的分布范围和分布特点，在变压器低压侧、低压配电室（柜）、楼内（层）配电室（井）、机房交流配电屏（箱）、开关电源交流屏、用电设备配电柜及精细用电设备端口，使用相应的电源电涌保护器做分级保护。电源电涌保护器主要参数应符合 GB 50343-2012 中表 5.4.3-2 和表 5.4.3-4 的规定。

5.2 通信设施雷电防护

- 5.2.1 通信系统的有线通信系统、无线通信系统均应采取综合雷电防护措施。
- 5.2.2 通信机房的雷电防护措施应符合以下规定：
 - a) 机房宜设置在所处建筑物近中心层低层部位的 LPZ1 区及其后续防雷区内；
 - b) 机房所处建（构）筑物应具有完善的直击雷和雷击电磁脉冲防护措施；
 - c) 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；
 - d) 在机房应预留不少于两处等电位连接端子板，并应就近与结构主钢筋可靠电气连接；
 - e) 机房外墙的钢筋宜适当加密，门窗宜采取屏蔽措施，并与建筑物内的结构主钢筋可靠电气连接。监控中心等重要机房的外墙钢筋网孔尺寸不宜大于 200 mm×200 mm；
 - f) 机房应设置防静电地板，应在防静电地板下设等电位连接网络，并与预留的等电位连接端子板可靠电气连接；
 - g) 进出机房的金属管、槽、线缆屏蔽层等装置外可导电部分及设备金属外壳、机柜、机架等装置的外露可导电部分应就近与等电位连接网络可靠电气连接；
 - h) 机房内各重要电子设备距外墙及柱、梁的距离不宜小于 1 m，条件不允许时，对设备应采取电磁屏蔽措施；
 - i) 机房内电源配电箱处应安装电压保护水平与被保护设备的耐压水平相适应的电涌保护器；
 - j) 进出机房的各类信号线缆应分别安装相适配的电涌保护器。信号电涌保护器应满足信号传输频率、传输介质、工作电平、网络类型的需要，同时接口应与被保护设备兼容。
- 5.2.3 进入建筑物内的各类通信线缆应埋地引入。具有金属护套的线缆引入时，应将金属护套两端接地；无金属外护套的电缆宜穿钢管埋地引入，并在入口处与接地装置可靠电气连接。
- 5.2.4 光缆通信线路雷电防护措施应符合下列要求：
 - a) 通信传输光缆宜采用直埋敷设方式，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，应将光缆的金属护套直接或通过电涌保护器接地。
 - 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。

5.2.5 金属通信线缆雷电防护措施应符合下列要求:

- 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,埋地深度不应小于0.7 m。
- b) 在多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,其接地电阻值不应大于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,且应采用铠装线缆或穿钢管保护,埋地长度应不小于 $2\sqrt{\rho}$ (ρ 为土壤电阻率),且小于15 m,线缆埋地深度不应小于0.7 m,且不应与电源线缆同管槽入室。
- 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) 通信系统总配线架应就近接地,且应在总配线架处安装适配的信号电涌保护器。未接入总配线架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,应在其中间部位进行重复接地。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) 处于多雷区以上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电涌保护器;若长度大于50 m,应在终端设备的两端输入口安装适配的电涌保护器。

5.3 收费设施雷电防护

5.3.1 收费场站的地网由配电房地网、业务办公楼地网、收费天棚地网等组成。

5.3.2 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 50057-2010 对接地装置的规定。

5.3.3 收费天棚应利用天棚的钢筋混凝土基础作为接地网,接地电阻值不宜大于4 Ω ,如达不到要求时,则应在天棚附近设置人工接地体,人工垂直接地体的间距及人工水平接地体间的距离宜为5 m,当受地方限制时可适当减小。收费天棚共用接地系统示意图见附录 A 中的图 A.1。

5.3.4 收费岛应设置等电位连接网络,等电位连接网络宜利用收费岛内的基础钢筋或在收费岛的基础内敷设镀锌圆钢或扁钢。等电位连接的材料规格应符合 GB 50343—2012 中表 5.2.2 的规定。

5.3.5 应在收费岛预留收费亭、收费、监控、通信等机电设备的等电位接地端子板,并与等电位连接网络可靠电气连接。

5.3.6 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镀锌扁钢或圆钢,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。接地系统材料规格应符合 GB 50057—2010 中表 5.4.1 的规定。

5.3.7 收费亭内工控机端连接费额显示器、车道计重器的控制线上应安装符合 D1 类高能量试验类型要求的电涌保护器;车道计重器与工控机、光栅分离器端的控制线上应分别安装符合 D1 类高能量试验类型要求的电涌保护器。D1 类高能量试验类型要求参见 GB 50057—2010 附录 J。

5.3.8 收费亭内工控机端连接车道摄像机的视频线上应安装符合 D1 类高能量试验类型要求的电涌保护器;收费亭内工控机网络接口应安装符合 D1 类高能量试验类型要求的电涌保护器。

5.3.9 收费广场电源系统雷电防护示意图见附录 A 中的图 A.2,收费系统雷电防护示意图见附录 A 中的图 A.3。

5.3.10 收费系统控制线两端宜安装相应接口的光电隔离器。光电隔离器工作原理见附录 A 中的图 A.4。

5.3.11 收费系统内的信号线及控制线均应采用屏蔽线缆，并在接入设备端作接地处理。

5.4 监控设施雷电防护

5.4.1 室外监控摄像机应采用防直击雷措施，接地阻值不应大于 $4\ \Omega$ ，并设断接卡。

5.4.2 视频线、电源线、控制线应穿金属管屏蔽敷设或采用屏蔽电缆，接地线与接地端子相连接。

5.4.3 监控机房防雷措施见 5.2.2。

5.4.4 自动气象站的雷电防护设计应符合 QX 30—2004 的规定。

5.4.5 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，其保护范围按滚球半径 $60\ \text{m}$ 计算。

5.4.6 宜利用外场机电设备的金属支撑构件作为防雷引下线，并设置断接卡。

5.4.7 宜优先利用外场设备的混凝土基础钢筋作为接地装置，接地电阻值不应大于 $4\ \Omega$ ，当达不到要求时，应增设人工接地体。当土壤电阻率大于 $1000\ \Omega \cdot \text{m}$ 时，接地电阻值可适当放宽。

5.4.8 相邻 $20\ \text{m}$ 内机电设备应将其接地装置相互连接。

5.4.9 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。

5.4.10 外场机电设备配电箱宜安装 I 级试验的电源电涌保护器，其保护水平应与被保护设备耐压水平相适应，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，金属屏蔽层应两端接地。高杆灯应在杆体底部的接线盒内安装 I 级试验的电源电涌保护器。

5.5 照明设施雷电防护

5.5.1 高杆灯、射灯、广场灯、匝道灯等照明设施应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，并设置断接卡，其保护范围按滚球半径 $60\ \text{m}$ 计算，宜利用金属杆体或结构钢筋作防雷引下线，宜利用灯杆的混凝土基础钢筋作为接地体，接地电阻值不应大于 $10\ \Omega$ ，如达不到要求时，应增设人工接地体。

5.5.2 收费广场高杆灯、外场摄像设备宜与收费场站地网共用接地，如接地装置间距大于 $20\ \text{m}$ 时，可独立接地，并设断接卡。

5.5.3 高、中、低杆灯应在杆体接线盒内安装符合 I 级试验的电源电涌保护器。I 级试验参见 GB 50057—2010 中 2.0.35。

5.5.4 收费天棚照明灯和信号灯的供电金属线缆应穿金属管，其两端应接地，并设置接地端子。

5.5.5 应在外场照明设备的配电箱安装符合 I 级试验的电源电涌保护器。

5.6 隧道机电设施雷电防护

5.6.1 隧道中控室的雷电防护措施见 5.2.2。

5.6.2 隧道的结构钢筋应构成闭合的接地网，接地电阻值不宜大于 $4\ \Omega$ 。

5.6.3 隧道内车道两侧分别设置贯穿隧道的等电位连接带，与隧道的结构钢筋可靠电气连接，且宜每间隔 $50\ \text{m}$ 做一次重复接地。在隧道内各区域控制器（箱、屏）及机电设备预计安装处预留等电位端子板，等电位端子板应与等电位连接带可靠电气连接。

5.6.4 隧道内信号线缆、电力线缆应分开布设，在距隧道洞口 $100\ \text{m}$ 内的位置，应采取封闭的金属桥架布线，并与等电位连接带连接至少两处。

5.6.5 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贯穿隧道的等电位连接带相连，若相距 $20\ \text{m}$ 以上，可设置独立接地装置，防雷接地电阻值不宜大于 $10\ \Omega$ 、保护接地电阻值不宜大于 $4\ \Omega$ 。

- 5.6.6 隧道洞口外的供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满足 I 级试验的电源电涌保护器，洞内配电箱宜安装满足 II 级试验及以上的电源电涌保护器。II 级试验参见 GB 50057—2010 中 2.0.37。
- 5.6.7 洞外监控设备（测速仪、可变限速标志等）、情报板、摄像机等的电源端应分别安装满足 I 级试验的电源电涌保护器，有关数据信号金属线入线端应分别安装适配的信号电涌保护器。
- 5.6.8 洞内监控设备的电源端应安装满足 II 级试验的电源电涌保护器，有关的数据信号金属线缆输入端尚应安装适配的信号电涌保护器。
- 5.6.9 高速公路隧道机电系统雷电防护图见附录 A 中的图 A.5。

6 检测

6.1 基本要求

检测的基本要求应符合 GB/T 32938—2016 的相关规定。

6.2 外部防雷装置的检测

- 6.2.1 检查高速公路机电设施所在建筑物的外部防雷装置是否完整。
- 6.2.2 按照 GB/T 21431—2015 的相关要求，检查接闪器和引下线的类型、布置形式、材料规格、锈损状况和牢固度。
- 6.2.3 检查接地装置的类型、布置形式，并测试其性能，测试方法应符合 GB/T 17949.1—2000 的规定。
- 6.2.4 检查各部分接闪器之间，接闪器与引下线之间，引下线与接地装置之间的连接方式、牢固度和锈损状况。
- 6.2.5 接闪器和明装防雷引下线上不应绑扎或悬挂各类电源线路和信号线路。
- 6.2.6 检查明装防雷引下线的防机械损伤和防接触电压措施。
- 6.2.7 检查建筑出入口或通道附近明装防雷引下线和人工接地装置采取的防跨步电压措施。

6.3 低压配电设备的检测

- 6.3.1 检查各机电系统低压线路的电压等级、敷设路径、接地型式和引入建筑物的方式。
- 6.3.2 检查各低压配电柜（箱）内是否安装电涌保护器，明确各系统采取的防护等级。
- 6.3.3 检查各级电涌保护器的有效电压防护水平是否满足被保护设备的要求。
- 6.3.4 检查低压电涌保护器的运行状态，并测试其性能，测试方法应符合 GB/T 21431—2015 的规定。

6.4 通信设施的检测

- 6.4.1 通信机房防雷的检测应包括以下内容：
- a) 检查机房内设备是否采用共用接地方式；
 - b) 检查机房内等电位系统的类型，及其等电位连接干线或接地汇流排的布置情况和材料规格；
 - c) 检查是否采取屏蔽措施，其格栅形屏蔽层的网孔尺寸，其门窗是否加装屏蔽网；
 - d) 测试防静电地板、墙面和天花板各部分之间，及其与等电位连接干线之间的电气导通性能；
 - e) 测试各进出机房的金属管、槽、线缆屏蔽层、设备的金属外壳、机柜和机架等与等电位连接干线之间电气导通性能；
 - f) 检查低压配电线路和各信号线路是否安装电涌保护器，及其运行情况。
- 6.4.2 检查通信设施线缆的引入方式是否满足 5.2.3 的要求，金属护套、屏蔽层或穿线钢管应在入户处与接地装置可靠电气连接。

6.4.3 检查光缆通信线缆的防雷措施是否满足 5.2.4 的要求。

6.4.4 检查金属通信线缆的防雷措施是否满足 5.2.5 的要求。

6.5 收费设施的检测

6.5.1 检查收费场站内配电房、业务办公楼和收费天棚等建筑物的地网，明确其是否相互连接为共用接地系统。

6.5.2 测试收费天棚及各收费岛的接地性能，检查其是否符合机电设备各系统运行和安全防护的要求。

6.5.3 检查收费岛上等电位均压环的设置情况，并测试岛上各设备的等电位电气导通性能。

6.5.4 检查收费亭内等电位接地端子的设置情况，并测试亭内各设备的等电位电气导通性能。

6.5.5 检查收费亭内工控机各控制线是否安装电涌保护器，及其运行情况。

6.6 监控设施的检测

6.6.1 检查室外监控设备是否采取直击雷防护，并测试其接地电阻值。

6.6.2 检查监控机房是否处于 LPZ1 区及后续防雷区内，并具备基本的或更高等级的雷电电磁脉冲防护。

6.7 照明设施的检测

6.7.1 检查高杆灯、射灯、广场灯、匝道灯等照明设施的防直击雷措施，并测试其接地电阻值。

6.7.2 检查外场照明设备安装电源电涌保护器的性能状况。

6.7.3 检查高、中、低杆灯安装电涌保护器的性能状况。

6.7.4 检查收费天棚照明灯和信号灯的配电线路是否穿金属管敷设，并测试其接地阻值。

6.8 隧道机电设施的检测

6.8.1 检查隧道中控室的防护措施是否满足 4.3.2 的要求。

6.8.2 检查洞口处接地装置的设置情况，并测试其性能状况。

6.8.3 检查隧道内等电位连接带的设置情况，以及是否在出口处与接地装置连接。

6.8.4 检查隧道洞口范围内金属广告牌、指示牌、路灯、信号灯金属杆、摄像头金属支撑杆等金属物的等电位连接情况。

6.8.5 检查隧道内外各配电线路和信号线路采取的防雷电波侵入措施。

6.9 其他外场机电设备的检测

6.9.1 检查外场机电设备是否在 LPZ0_A 区域内，其接闪器和引下线的布置形式和性能状况。

6.9.2 检测外场机电设备防雷装置的接地性能，判断其是否满足相关规范要求。

6.9.3 通过导通性能测试，判断相邻机电设备的接地装置是否相连。

6.9.4 检查外场机电设备供电及信号线缆的敷设方式，在两端测试其金属穿线管或屏蔽层的接地状况。

6.9.5 检查外场机电设备供电及信号线路的防雷电波侵入措施，检测安装电涌保护器的性能状况。

6.9.6 检查外场照明设备的线缆敷设状况和防雷电波侵入措施。

附录 A
(资料性附录)
高速公路雷电防护措施

A.1 收费天棚的共用接地系统

收费天棚共用接地系统示意图参见图A.1。

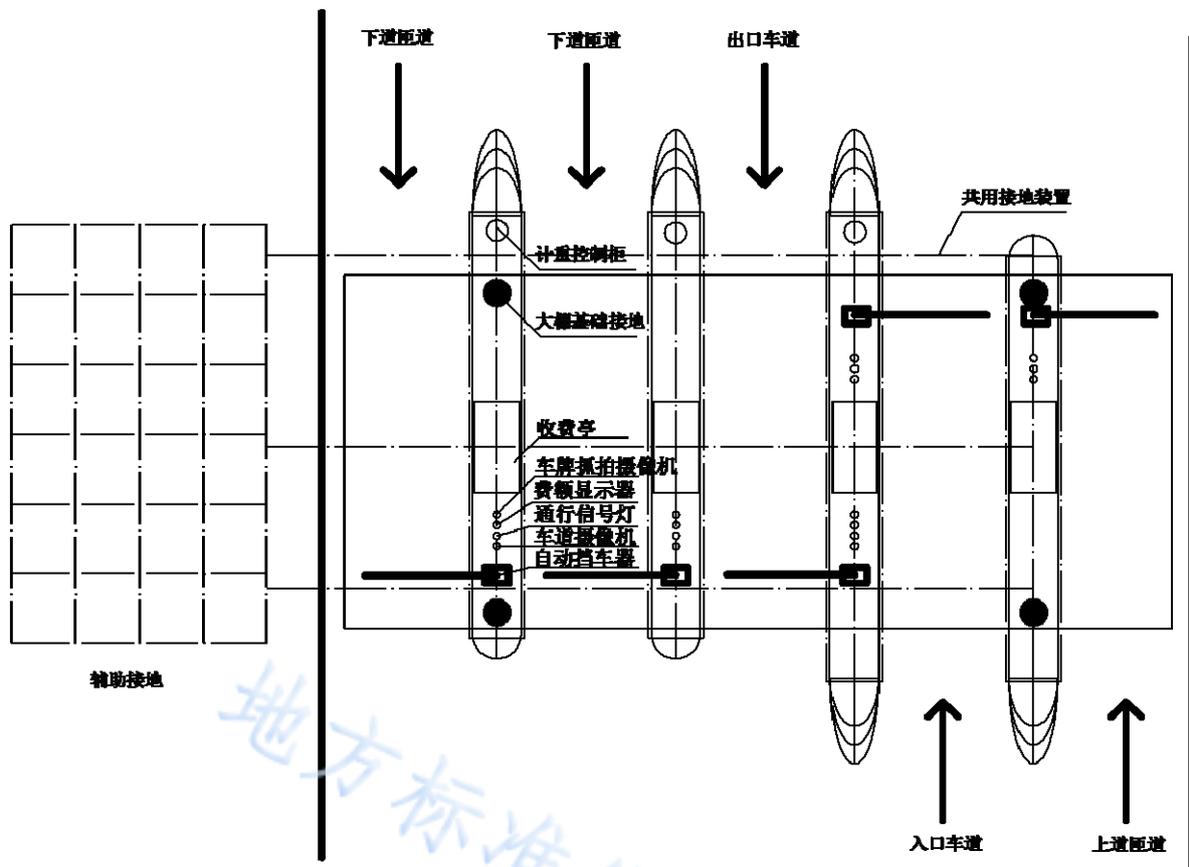


图 A.1 收费天棚共用接地系统示意图

A.2 收费广场电源系统的雷电防护

收费广场电源系统雷电防护示意图参见图A.2。

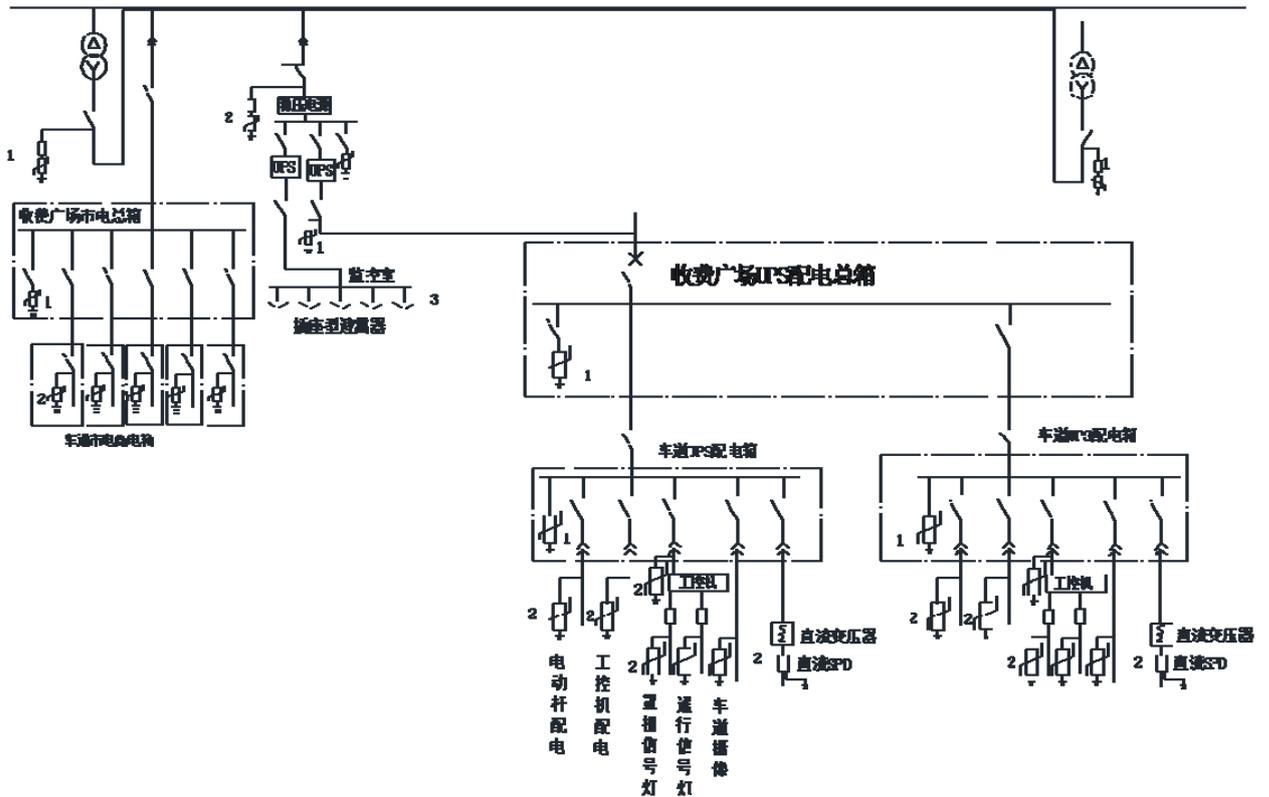


图 A.2 收费广场电源系统雷电防护示意图

A.3 收费系统的雷电防护示意图

收费系统的雷电防护示意图参见图A.3。

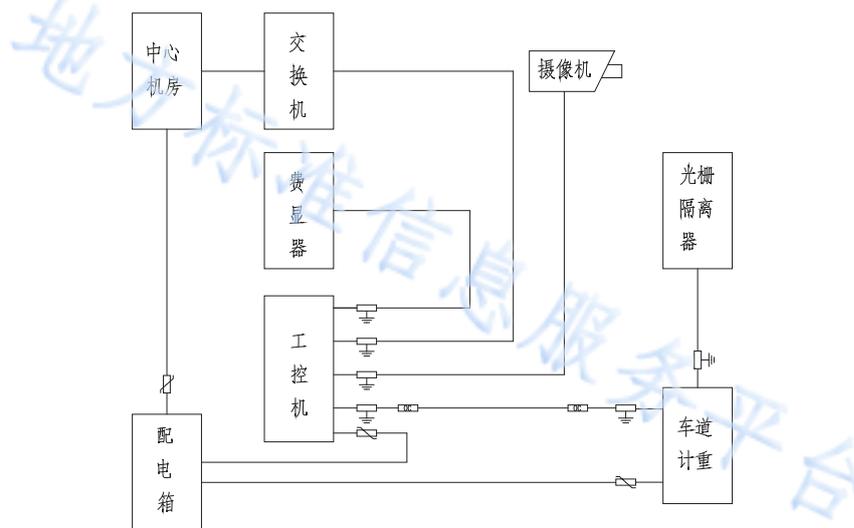


图 A.3 收费系统的雷电防护示意图

A.4 光电隔离器工作原理

光电隔离器工作原理参见图A.4。

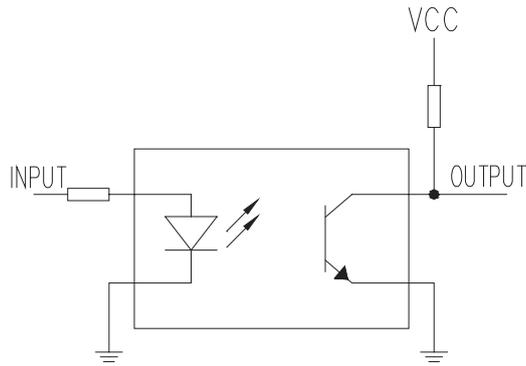


图 A.4 光电隔离器工作原理示意图

A.5 高速公路隧道机电系统的雷电防护

高速公路隧道机电系统雷电防护示意图参见图A.5。

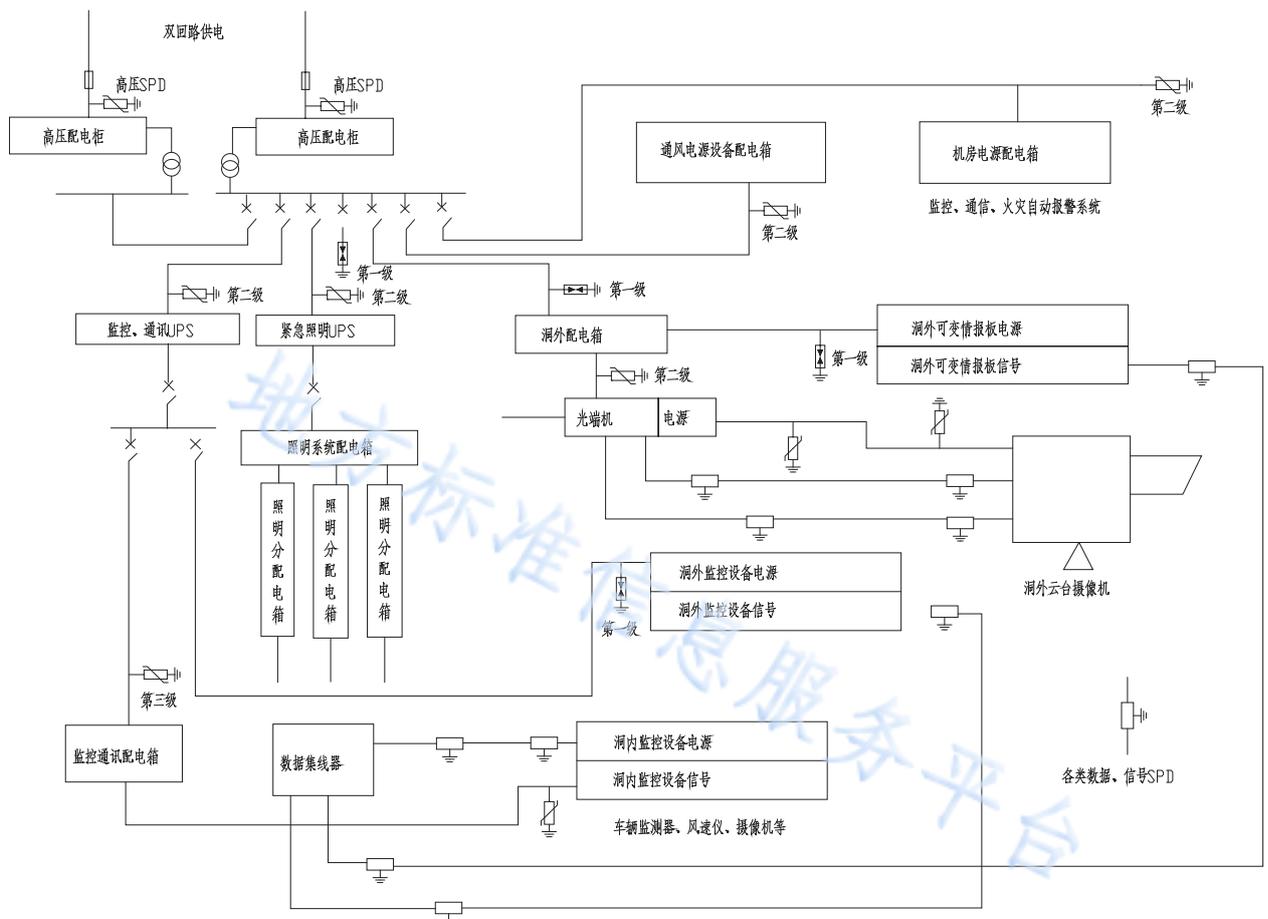


图 A.5 高速公路隧道机电系统雷电防护示意图

参 考 文 献

- [1] QX/T 211—2013 高速公路设施防雷装置检测技术规范
[2] JTG F80/2—2004 公路工程质量检验评定标准
-

地方标准信息服务平台