

T/GAMDPM

广东省气象防灾减灾协会团体标准

T/GAMDPM 001—2017

高速公路机电设施雷电防护实施技术规范

Technical code for lightning protection of electromechanical facilities of expressway

2017 – 07 – 28 发布

2017 – 09 – 01 实施

广东省气象防灾减灾协会 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 总则 3

5 防雷设计 3

 5.1 通用要求 3

 5.1.1 直击电防护 3

 5.1.2 等电位连接与接地系统 4

 5.1.3 屏蔽及布线 4

 5.2 各类设施要求 5

 5.2.1 监控设施 5

 5.2.1.1 监控中心 5

 5.2.1.2 外场设备 5

 5.2.2 通信设施 6

 5.2.3 收费设施 6

 5.2.3.1 收费中心 6

 5.2.3.2 收费站场 6

 5.2.3.3 地磅 7

 5.2.4 供配电照明及桥隧设施 7

 5.2.4.1 管理站区 7

 5.2.4.2 桥隧机电设施 8

6 防雷施工 9

 6.1 一般规定 9

 6.2 接地装置 9

 6.3 接地装置焊接 9

 6.4 接地线 10

 6.5 等电位接地端子板(等电位连接带) 10

 6.6 第一 (LPZ1)与第二 (LPZ2) 防护区的接地连接 10

 6.7 电涌保护器 10

 6.8 线缆敷设 11

7 防雷验收 11

 7.1 竣工验收 11

 7.2 验收项目 12

8 运行维护 13

8.1 维护..... 13

8.2 保养..... 13

附录 A（资料性附录） 雷电防护区 15

附录 B（资料性附录） 常用电涌保护器的配置要求..... 16

附录 C（资料性附录） 常用设备的接地电阻值要求..... 17

参考文献..... 18

前 言

本标准按GB/T 1.1-2009给出的规则起草。

本标准由广东省气象防灾减灾协会提出并归口。

本标准起草单位：广东天文防雷工程有限公司、中山市新立防雷科技有限公司、广州市金宏骏科技工程有限公司、广州德雷防雷工程有限公司。

本标准主要起草人：马立、詹润取、李敬峰、汪锋、肖华宏、郭月利、曾祥平、杜建德、梁淑敏、陈青、陈景荣、王蓬海、黄艳。

本标准主要审查人：黄智慧、杨国雄、罗锦兴、李平、邹德敏

本标准由广东省气象防灾减灾协会负责管理和对条文的解释。

高速公路机电设施雷电防护实施技术规范

1 范围

本标准规定了高速公路机电设施雷电防护实施技术的总则、防雷设计、防雷施工、防雷验收和防雷装置运行维护的要求。

本标准适用于新建、扩建、改建的高速公路机电设施的防雷设计、施工、验收和运行维护。高速公路加油站等易燃、易爆危险环境和场所的机电设施的防雷保护不属于本标准的范围。

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。

DB44/T 1797-2016 防雷装置检测服务通用要求

3 术语和定义

DB44/T 1797-2016界定的及下列术语和定义适用于本文件。为了便于使用，以下重复列出了DB44/T 1797-2016的某些术语和定义。

3.1

高速公路机电设施

由监控设施、通信设施、收费设施、供配电照明及桥隧等设施构成，每一设施又包含许多分设施。

3.2

防雷装置(LPS)

由接闪器、引下线、接地装置、电涌保护器及其他连接导体等组成的防雷产品和设施的总称。

[DB44/T 1797-2016, 定义3.1]

注：防雷装置由外部防雷装置和内部防雷装置两部分组成，也称雷电防护系统。

3.3

外部防雷装置

由接闪器、引下线和接地装置组成，主要用于直击雷的防护装置，如站房、收费大棚等建（构）筑物的防雷装置。

3.4

内部防雷装置

由等电位连接系统、共用接地系统、屏蔽系统、合理布线系统、电涌保护器等组成，主要用于减小雷电流在需防空间内所产生的电磁效应和泄放电涌电流。

3.5

共用接地系统

将各部分防雷装置、建筑物金属构件、低压配电保护线(PE)、等电位连接带、设备保护地、屏蔽体接地、防静电接地及接地装置等连接在一起的接地系统。

3.6

等电位连接 (EB)

设备和装置外露可导电部分的电位基本相等的电气连接。

3.7

等电位连接带 (EBB)

用于等电位连接的带状金属物，如扁铜、扁铁等。

3.8

自然接地体

具有兼作接地功能的但不是为此目的而专门设置的与大地有良好接触的各种金属构件、金属井管、钢筋混凝土中的钢筋、埋地金属管道和设施等的统称。

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。

3.10

总等电位接地端子板 (MEB)

将多个接地端子连接在一起的金属板。

3.11

楼层等电位接地端子板 (FEB)

建筑物内，楼层设置的接地端子板，供局部等电位接地端子板作等电位连接用。

3.12

局部等电位接地端子板 (LEB)

高速公路机电设施设备机房内，作局部等电位连接的接地端子板。

3.13

等电位连接网络 (BN)

由一个系统的诸外露导电部分作等电位连接的导体所组成的网络。

3.14

电涌保护器 (SPD)

至少应包含一个非线性电压限制元件，用于限制暂态过电压和分流浪涌电流的装置。

注：高速公路机电设施的电涌保护器一般可分为电源电涌保护器、视频模拟或数字信号电涌保护器和数据信号电涌保护器。

3.15

雷电防护区（LPZ）

需要规定和控制雷电电磁环境的区域。

3.16

雷电电磁脉冲（LEMP）

作为干扰源的雷电流及雷电电磁场产生的电磁场效应。

4 总则

4.1 高速公路机电设施应采用外部防雷和内部防雷等措施进行综合防护。综合防雷系统见图 1。

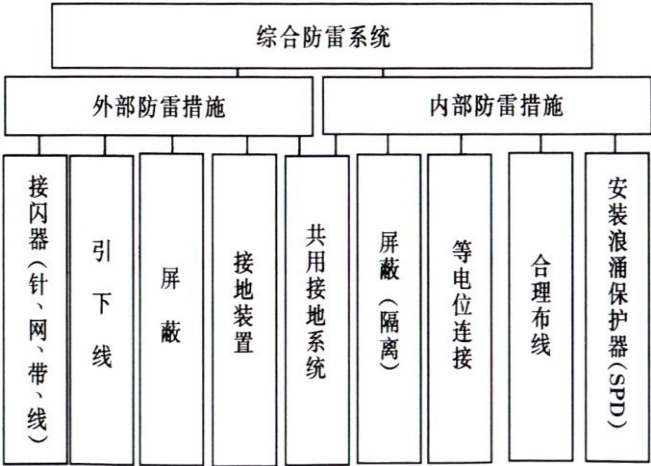


图1 高速公路机电设施综合防雷系统

4.2 在进行高速公路机电设施防雷设计时，应根据高速公路机电设施的特点，将外部防雷措施和内部防雷措施协调统一，按工程整体要求，进行全面规划，做到安全可靠、技术先进、经济合理。

4.3 高速公路机电设施的防雷保护应根据环境因素、雷电活动规律、设备所在雷电防护区和系统对雷电电磁脉冲的抗扰度、雷击事故受损程度以及系统设备的重要性，采取相应的防护措施。

4.4 雷电防护区的划分可参见附录 A。

4.5 各类电涌保护器的选择应与被保护设备的电气参数相匹配，多级电涌保护器应做好协调。常用电涌保护器的配置可参见附录 B。

5 防雷设计

5.1 通用要求

5.1.1 直击电防护

5.1.1.1 收费现场的直击雷防护应符合下列规定：

——收费站房、配电房属第二类防雷建筑物，应采用明装接闪带作为接闪器，利用建筑物主体钢筋

作为引下线，建筑物基础作为接地装置。

——收费大棚属第二类防雷构筑物，应利用金属屋面作为接闪器，利用构筑物柱体作为引下线，构筑物基础作为接地装置。

——不宜安装独立避雷针、消雷器等非常规接闪装置。

5.1.1.2 外场设备的直击雷防护应符合下列规定：

——出入口广场、路段监控、桥梁、车检等监控设备应采用避雷短针作为接闪器，敷设专用防雷引下线，引入防雷地网；不宜安装消雷器等非常规接闪器。

——情报板、气象仪应采用避雷短针作为接闪器，敷设专用防雷引下线，引入防雷地网。不宜安装消雷器等非常规接闪器。

5.1.1.3 接闪针的设置位置和高度必须以被保护的设备和人员至少位于 LPZ 0B 区内为标准。

5.1.2 等电位连接与接地系统

5.1.2.1 高速公路机电设施的机房、设备房应设等电位连接带。电气和电子设备的金属外壳、机柜、机架、金属管、槽、屏蔽线缆外层、信息设备防静电接地、安全保护接地、电涌保护器 (SPD) 接地端等均应以最短的距离与等电位连接带连接。

5.1.2.2 在直击雷非防护区 (LPZ0A) 或直击雷防护区 (LPZ0B) 与第一防护区 (LPZ1) 交界处应设置总等电位接地端子板，每层楼宜设置楼层等电位接地端子板，设备机房应设局部等电位接地端子板，即等电位连接带。各接地端子板（带）应设置在便于安装和检查的位置，不得设在潮湿或有腐蚀性气体及易受机械损伤的地方；等电位接地端子板（带）的连接点应满足机械强度和电气连续性的要求。

5.1.2.3 共用接地装置应与总等电位接地端子板连接，通过接地引入线引至楼层等电位接地端子板，由此引至设备机房的等电位连接带。接地引入线宜采用多股铜芯导线或铜带，其截面积不应小于 35 mm^2 。接地引入线应在电气竖井内明敷。

5.1.2.4 不同设备房之间应设置局部等电位接地端子板。楼层配线柜的接地支线应采用绝缘铜导线，截面积不小于 25 mm^2 。

5.1.2.5 防雷接地与交流工作接地、直流工作接地、安全保护接地共用一组接地装置时，接地装置的接地电阻值必须按接入设备中要求的最小值确定。

5.1.2.6 接地装置应优先利用建筑物的自然接地体，当自然接地体的接地电阻达不到要求时应增加人工接地体。人工接地体宜在建筑物四周散水坡外大于 1 m 处埋设成环形接地体。

5.1.2.7 收费站房、配电房的防雷地网宜选择环形。收费雨棚的防雷地网宜分布在两侧，并延伸到出入口摄像枪，与摄像机基础焊接连通。

5.1.2.8 常用设备的接地电阻值要求参见附录 C。

5.1.3 屏蔽及布线

高速公路设备机房的屏蔽应符合下列规定：

——主机房宜选择在建筑物低层中心部位，其设备应远离外墙结构柱，设置在雷电防护区的高级别区域内。

——所有线缆宜采用带屏蔽层的线缆，且应在屏蔽层两端及雷电防护区交界处做等电位连接并接地。

——金属导体的电缆屏蔽层及金属线槽（架）等进入机房和收费票亭时，应就近接到等电位接地端子板上。

——当采用非屏蔽电缆时，应敷设在金属管道内并埋地引入，金属管应电气导通，并应在雷电防护区交界处做等电位连接并接地。

——光缆的所有金属接头、金属挡潮层、金属加强芯等，应在入户处直接接地。

——高速公路机电设施线缆与电力电缆的间距应符合表 1 的规定。

表1 高速公路机电设施线缆与电力电缆的净距

类别	与电子信息系统信号线缆接近状况	最小净距（mm）
380 V电力电缆容量小于2kVA	与信号线缆平行敷设	130
	在一方在接地的金属线槽或钢管中	70
	双方都在接地的金属线槽或钢管中	10
380 V电力电缆容量小于2-5kVA	与信号线缆平行敷设	300
	在一方在接地的金属线槽或钢管中	150
	双方都在接地的金属线槽或钢管中	80
380 V电力电缆容量小于大于5kVA	与信号线缆平行敷设	600
	在一方在接地的金属线槽或钢管中	300
	双方都在接地的金属线槽或钢管中	150
注1：当380 V电力电缆的容量小于2kVA，双方都在接地的线槽中，即两个不同线槽或在同一线槽中用金属板隔开，且平行长度小于等于10 m时，最小间距可以是10 mm。		
注2：电话线缆中存在振铃电流时，不宜与计算机网络在同一根双绞线电缆中。		

5.2 各类设施要求

5.2.1 监控设施

5.2.1.1 监控中心

监控中心的防雷与接地应符合下列规定：

- 电涌保护器的选择，应根据被保护设备的工作频率、物理接口及特性阻抗等参数，选用插入损耗小的视频、数据电涌保护器。
- 电涌保护器接地端应采用截面面积不小于 10 mm² 的多股绝缘铜导线连接到局部等电位接地端子上；同轴电缆的上部、下部及进机房人口前应将金属屏蔽层就近接地。
- 系统的接地宜采用共用接地。主机房应设置等电位连接网络，接地线不得形成封闭回路，系统接地干线宜采用截面面积不小于 25 mm² 的多股铜芯绝缘导线。

5.2.1.2 外场设备

外场设备的防雷与接地应符合下列规定：

- 摄像机必须置于直击雷防护区 (LPZOB) 内。
- 外场设备的交流供电线路、视频信号线路、控制信号线路应有金属屏蔽层并穿钢管埋地敷设，屏蔽层及钢管两端应接地，信号线路与供电线路应分开敷设。
- 利用电缆传输的收费现场到监控室之间以及所有的外场设备，具有多个接口的视频传输系统，每个接口应安装相应的视频、数据电涌保护器。
- 视频电涌保护器，宜安装在摄像机、光端机等视频设备的视频出、入端口处，其参数应符合表 2 视频电涌保护器参数的规定。
- 数据电涌保护器，宜安装在摄像机、光端机等视频设备的数据出、入端口处。其参数应符合表 3 数据电涌保护器参数的规定。

表2 视频电涌保护器参数

接口	通流 (8/20uS)	带宽 (MHz)	损耗 (dB)	安装方式
BNC	10KA	16	0.3	导轨安装

表3 数据电涌保护器参数

接口	通流 (8/20uS)	带宽 (MHz)	损耗 (dB)	安装方式
接线端子排	10KA	10	0.3	导轨安装

5.2.2 通信设施

通信中心的防雷与接地应符合下列规定：

- 进、出建筑物的信号线缆，宜选用有金属屏蔽层的电缆，并宜埋地敷设，在直击雷非防护区 (LPZOA) 或直击雷防护区 (LPZOB) 与第一防护区 (LPZ1) 交界处，电缆金属屏蔽层应做等电位连接并接地。
- 机房的信号线缆内芯线相应端口，应安装适配的信号线路电涌保护器，电涌保护器的接地端及电缆内芯的空线对应接地。
- 电涌保护器的选择，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适配的电涌保护器。信号线路电涌保护器参数应符合表 4 的规定。
- 程控数字用户交换机及其他通信设备信号线路，应根据总配线架所连接的中继线及用户线性质，选用适配的信号线路电涌保护器。
- 电涌保护器的接地端应与配线架接地端相连，配线架的接地线应采用截面积不小于 16mm² 的多股铜线，从配线架接至机房的局部等电位接地端子板上。配线架及程控用户交换机的金属支架、机柜均应做等电位连接并接地。

表4 信号线路电涌保护器参数

接口	通流 (8/20uS)	带宽 (MHz)	损耗 (dB)	安装方式
与跳线架适配	10KA	10	0.5	导轨安装

5.2.3 收费设施

5.2.3.1 收费中心

收费中心的防雷与接地应符合下列规定：

- 进、出数据中心的电缆传输线路上宜安装相匹配的电涌保护器。
- 电涌保护器宜安装在直击雷非防护区 (LPZOA) 或直击雷防护区 (LPZOB) 与第一防护区 (LPZ1) 及第一防护区 (LPZ1) 与第二防护区 (LPZ2) 的交界处。
- 机房内信号电涌保护器的接地端，宜采用截面积不小于 10mm² 的多股绝缘铜导线，单点连接至机房内局部等电位接地端子排上；计算机机房的安全保护地、信号工作地、屏蔽接地、防静电接地和电涌保护器接地等均应连接到局部等电位接地端子排上。

5.2.3.2 收费站场

收费站场的防雷与接地应符合下列规定：

- 进、出收费亭的电缆传输线路上宜安装相匹配的电涌保护器。
- 收费亭内信号电涌保护器的接地端，宜采用截面积不小于 10 mm^2 的多股绝缘铜导线，单点连接至亭内局部等电位接地端子上。
- 电涌保护器宜安装在直击雷非防护区 (LPZ0A) 或直击雷防护区 (LPZ0B) 与第一防护区 (LPZ1) 及第一防护区 (LPZ1) 与第二防护区 (LPZ2) 的交界处。
- ETC 天线、光幕、计重收费承台、栏杆机、费显、车道摄像机等车道设备必须在收费雨棚接闪器的保护范围以内。

5.2.3.3 地磅

5.2.3.3.1 地磅应设计直击雷防护措施。如地磅不在收费棚的直击雷保护范围内，应按二类防雷要求增设直击雷保护设施。

5.2.3.3.2 地磅与收费棚距离小于 20 m，可与收费棚共用接地网；否则地磅应单独设置接地网，接地电阻不大于 4Ω 。

5.2.3.3.3 地磅的电源线与信号线应套金属管埋地敷设，相应的端口安装适配的 SPD。金属埋地管应与地磅的金属构件整体做好接地处理。

5.2.3.3.4 地磅建设时应附设人工接地地网供地磅的金属构件接地使用，同时利用地磅的基础钢筋作为自然接地体，并在控制盒及称重传感器等处预留接地端子板。

5.2.4 供配电照明及桥隧设施

5.2.4.1 管理站区

管理站区的电源线路防雷与接地应符合以下规定：

- 收费站区内的电源线路不宜采用架空线。
- 当设备由 TN 交流配电系统供电时，配电线路必须采用 TN—S 系统的接地方式。
- 高速公路机电设备配电线路耐压及电涌保护器安装位置见图 2。
- 电涌保护器连接导线应平直，其长度不宜大于 0.5 m。当电压开关型电涌保护器至限压型电涌保护器之间的线路长度小于 10 m、限压型电涌保护器之间的线路长度小于 5 m 时，在两级电涌保护器之间应加装退耦装置。电涌保护器应有过电流保护装置及劣化显示功能。
- 电涌保护器安装的数量，应根据被保护设备的抗扰度和雷电防护分级确定。

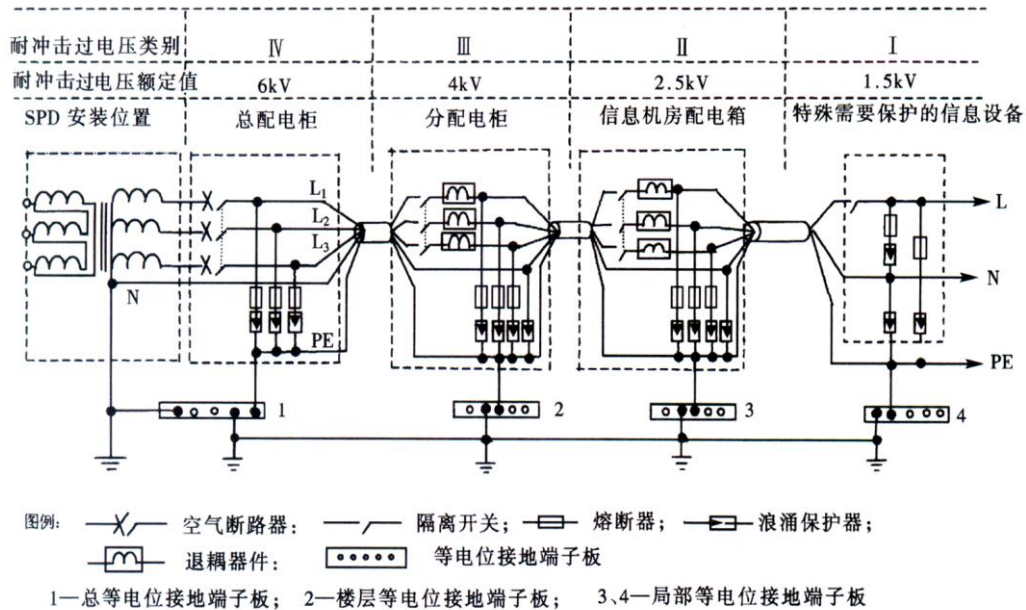


图2 耐冲击电压类别及电涌保护器安装位置 (TN-S)

5.2.4.2 桥隧机电设施

5.2.4.2.1 桥梁设备的防雷与接地应符合以下规定:

- 宜利用索塔基础及桥墩基础中的结构钢筋作为自然接地体,敷设在基础混凝土中被用作接地装置的钢筋单桩不得少于4根,并与承台下层主筋可靠焊接。整桥的基础组成共用接地网,接地装置电阻不大于 4Ω ,接地电阻达不到时应增加人工接地体,高土壤电阻率的地段可以适当放宽接地电阻要求。
- 宜利用索塔塔柱及桥墩墩身、承台内主钢筋作为引下线,引下线不应少于4处,并应沿塔柱、墩身及承台四周均匀或对称布置,其平均间距不应大于18m,同时应在方便触及的部位设置防雷测试点;或在索塔塔柱及桥墩墩身、承台内四周混凝土保护层内均匀或对称布置4处引下线,要求引下线的截面积不小于 200mm^2 。
- 大桥主塔的接闪器宜采用安装在其顶部的接闪带(网)或接闪杆或组合而成,接闪网的网格尺寸应不大于 $10\text{m}\times 10\text{m}$ 或 $12\text{m}\times 8\text{m}$,接闪带应沿主塔顶部易受雷击的部位明敷。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。索塔塔柱应在塔高45m以上,每隔30m利用自身钢筋沿塔四周设置水平均压环,并与所有引下线焊接。利用桥面的金属护栏、路灯灯杆、龙门架等金属体作为接闪器的应与防雷引下线连接。
- 箱梁与桥墩之间应通过截面积不小于 35mm^2 的多股铜芯线缆进行跨接,确保电气贯通。每个跨间应通过跨接实现电气连接。
- 悬索桥、斜拉桥悬索、斜拉索套筒两端应分别与塔柱、箱梁接地系统可靠电气连接。
- 在桥梁预计安装监控、通信等机电设备及其他电子设备处应预留接地端子板,供机电设备防雷接地使用。
- 安装在桥上的机电设备,应处于大桥直击雷保护范围内,否则应增加接闪器进行保护,其信号、配电等金属线缆宜分别穿金属管或采用金属线槽敷设,并安装适配的SPD。

5.2.4.2.2 隧道设备的防雷与接地应符合以下规定:

- 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 $4\ \Omega$ 。
- 隧道内两侧应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。
- 隧道内各区域控制箱及预计安装监控、消防、通风、照明等机电设备处应预留接地端子板，该接地端子板与隧道结构钢筋自然接地网可靠焊接连通。
- 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。
- 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。洞内和洞外的配电箱内均应安装适配的 SPD。
- 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。
- 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。
- 不间断电源（UPS）低压配电的输入端宜安装适配的 SPD。
- 长隧道紧急电话的防雷与接地应符合下列规定：
 - 紧急电话平台应安装防雷接地线，设置接地端子，接地阻值应符合生产厂家要求。
 - 紧急电话的金属壳体 and 金属构件用截面积不小于 $10\ \text{mm}^2$ 多股铜缆同平台接地端子相连接。
 - 接地引入线用截面积不小于 $80\ \text{mm}^2$ 热镀锌圆钢与地网焊接，焊接点应做防腐处理。

6 防雷施工

6.1 一般规定

- 6.1.1 高速公路机电设施防雷工程中采用的器材，应符合国家现行有关标准的规定且有合格证件。
- 6.1.2 电工、焊工和电气调试人员，必须持证上岗。
- 6.1.3 测试使用的仪表、量具，应检定合格，必须在有效期内。

6.2 接地装置

- 6.2.1 人工接地体在土壤中的埋设深度不应小于 0.5 m，宜埋设在冻土层以下。水平接地体应挖沟埋设，钢质垂直接地体宜直接打入地沟内，其间距不宜小于其长度的 2 倍并均匀布置，石墨材料接地体宜挖坑埋设。
- 6.2.2 埋设垂直接地体和水平接地体宜用低电阻率土壤回填并分层夯实。
- 6.2.3 接地装置宜采用热镀锌钢质材料。在高土壤电阻率地区，宜采用换土法、降阻剂法以降低接地装置的接地电阻。

6.3 接地装置焊接

- 6.3.1 钢质接地装置宜采用焊接，其搭接长度应符合下列规定：扁钢与扁钢搭接为扁钢宽度的 2 倍，不少于三面施焊。
- 6.3.2 圆钢与圆钢、圆钢与扁钢的搭接长度均为圆钢直径的 6 倍，双面施焊。
- 6.3.3 扁钢、圆钢、钢管、角钢等互相焊接时，除应在接触部位两侧施焊外，还应增加圆钢搭接件。
- 6.3.4 焊接部位应做防腐处理。
- 6.3.5 钢质和铜质接地装置之间连接应采用熔接或采用搪锡后螺栓连接，连接部位应做防腐处理。

6.3.6 接地装置连接应可靠,连接处不应松动、脱焊、接触不良。

6.3.7 接地装置施工完工后,测试接地电阻值必须符合设计要求,隐蔽工程部分应有检查验收合格记录。

6.4 接地线

6.4.1 接地装置应在不同处采用两根连接导体与室内总等电位接地端子板相连接。

6.4.2 接地装置与室内总等电位连接带的连接导体截面积,铜质接地线不应小于 35 mm^2 ,钢质接地线不应小于 80 mm^2 。

6.4.3 等电位接地端子板之间应采用螺栓连接,其连接导线截面积应采用不小于 16 mm^2 的多股铜芯导线,穿管敷设。

6.4.4 铜质接地线的连接应采用压接,保证其有可靠的电气接触;钢质接地线连接应采用焊接。

6.4.5 接地线与接地体的连接应采用压接;保护地线(PE)与接地端子板的连接应可靠,连接处应有防松动或防腐蚀措施。

6.4.6 接地线与金属管道等自然接地体的连接,应采用焊接;如焊接有困难时,可采用卡箍连接,但应有良好的导电性和防腐措施。

6.5 等电位接地端子板(等电位连接带)

在直击雷非防护区(LPZ0A)或直击雷防护区(LPZ0B)与第一防护区(LPZ1)的界面处应安装等电位接地端子板,材料规格应符合设计要求,并应与接地装置连接。

6.6 第一(LPZ1)与第二(LPZ2)防护区的接地连接

钢筋混凝土建筑物宜在机房第一防护区(LPZ1)与第二防护区(LPZ2)界面处预埋等电位接地端子板,并应符合下列规定:

- 机房采用S型等电位连接网络时,宜使用截面积不小于 50 mm^2 的铜排作为单点连接的接地基准点(EBP)。
- 机房采用M型等电位连接网络时,宜使用截面积不小于 50 mm^2 铜带在防静电活动地板下构成铜带接地网格。
- 机房宜采用截面积不小于 50 mm^2 铜带安装局部等电位连接带,并采用截面积不小于 35 mm^2 的绝缘铜芯导线穿管与总等电位连接带相连。
- 等电位连接网络的连接宜采用焊接、熔接或压接。连接导体与等电位接地端子板之间应采用螺栓连接,连接处应进行热搪锡处理。
- 等电位连接导线应使用具有黄绿相间色标的铜质绝缘导线。
- 对于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。
- 等电位连接带应平整端正、连接牢固,绝缘导线的绝缘层无老化龟裂现象,其表面应无毛刺、明显伤痕、残余焊渣。

6.7 电涌保护器

6.7.1 电源线路电涌保护器(SPD)的安装应符合下列规定:

- 电源线路的各级电涌保护器(SPD)应分别安装在被保护设备电源线路的前端,电涌保护器各接线端应分别与配电箱内线路的同名端相线连接。电涌保护器的接地端与配电箱的保护接地线(PE)接地端子板连接,配电箱接地端子板应与所处防雷区的等电位接地端子板连接。各级电涌保护器(SPD)连接导线应平直,其长度不宜超过 0.5 m 。
- 带有接线端子的电源线路电涌保护器应采用压接;带有接线柱的电涌保护器宜采用线鼻子与接

- 线柱连接。
- 电涌保护器 (SPD) 的连接导线最小截面积宜符合表 5 的规定。

表5 电涌保护器 (SPD) 连接线最小截面积

防护级别	SPD的类型	导线截面积 (mm ²)	
第一级	开关型或限压型	16	25
第二级	限压型	10	16
第三级	限压型	6	10
第四级	限压型	4	6
注：组合型SPD参照相应保护级别的截面积选择。			

- 6.7.2 视频线路电涌保护器 (SPD) 的安装应符合下列规定：
- 视频线路电涌保护器 (SPD) 应串接于视频线与被保护设备之间，宜安装在机房内设备附近或机架上，亦可直接连接在设备馈线接口上。
- 视频线路电涌保护器 (SPD) 的接地端应采用截面积不小于 10 mm² 的铜芯导线就近连接到直击雷非防护区 (LPZ0A) 或直击雷防护区 (LPZ0B) 与第一防护区 (LPZ1) 交界处的等电位接地端子板上，接地线应平直。
- 6.7.3 信号线路电涌保护器 (SPD) 的安装应符合下列规定：
- 信号线路电涌保护器 (SPD) 应连接在被保护设备的信号端口上，电涌保护器 (SPD) 输出端与被保护设备的端口相连。电涌保护器 (SPD) 亦可安装在机柜内，固定在设备机架上或附近支撑物上。
- 信号线路电涌保护器 (SPD) 接地端宜采用截面积不小于 10 mm² 的铜芯导线与设备机房内的局部等电位接地端子板连接，接地线应平直。
- 6.7.4 电涌保护器 (SPD) 应安装牢固，其位置及布线正确。

6.8 线缆敷设

- 6.8.1 接地线在穿越墙壁、楼板和地坪处应套钢管或其他非金属的保护套管，钢管应与接地线做电气连通。
- 6.8.2 线槽或线架上的线缆，其绑扎间距应均匀合理，绑扎线扣应整齐，松紧适宜；绑扎线头宜隐藏而不外露。
- 6.8.3 接地线的敷设应平直、整齐。

7 防雷验收

7.1 竣工验收

- 7.1.1 防雷工程竣工后，应由相关行政主管部门组织业主、设计、施工、工程监理单位的代表进行验收。
- 7.1.2 验收时，凡已随工程施工过程检测验收合格的项目，可不再重复检验。如果验收组认为有必要时，应进行复检。
- 7.1.3 检验不合格的项目不得交付使用。
- 7.1.4 防雷工程竣工后，应由施工单位提出竣工验收申请，并由工程监理单位对施工安装质量作出评价。

7.1.5 竣工验收申请内容：

- 项目概述；
- 施工安装；
- 防雷装置的性能；
- 接地装置的形式和敷设；
- 防雷装置的防腐蚀措施；
- 接地电阻以及有关参数的测试数据和测试仪器；
- 等电位连接带及屏蔽设施；
- 其他应予说明的事项；
- 结论和评价。

7.1.6 由施工单位提供下列技术文件和资料：

- 竣工图：
 - 人工地网安装竣工图；
 - 接地引入线敷设竣工图；
 - 接地母排安装竣工图；
 - 电涌保护器安装竣工图。
- 变更设计的说明文件或会议纪要。
- 施工记录(包括隐蔽工程记录)。

7.2 验收项目

7.2.1 人工地网：

- 人工地网的结构和安装位置；
- 人工接地体的埋设间距、深度、安装方法；
- 人工地网的接地电阻；
- 人工地极的材质、连接方法、防腐处理；
- 施工记录(包括隐蔽工程记录)。

7.2.2 接地引入线：

- 导体规格和连接方法；
- 接地引入线与建（构）筑物基础、金属管道之间的连接方法。

7.2.3 接地母排

- 机房接地母排的安装位置、材料规格；
- 接地母排与局部接地端子、接地引入线、机柜、防静电地板、金属管线（槽）以及金属管道的连接方法。

7.2.4 屏蔽设施：

- 机房和设备屏蔽设施的安装；
- 进出建筑物线缆屏蔽设施的安装。

7.2.5 电涌保护器：

- 电涌保护器的安装位置、连接方法和连接导线规格；
- 电涌保护器接地线的导线长度、截面；
- 电源线路各级电涌保护器的参数选择。

7.2.6 防雷工程竣工验收检测项目：

- 接地装置；
- 接地引入线；

- 等电位接地端子板(等电位连接带)；
- 屏蔽设施；
- 电源电涌保护器；
- 信号电涌保护器；
- 视频电涌保护器。

8 运行维护

8.1 维护

8.1.1 防雷装置的维护分为周期性维护和日常性维护两类。具体维护项目见表 6。

表6 维护项目表

项目内容	周期性维护	日常性维护
建筑物的防雷分类	●	○
接闪器	●	○
引下线	●	○
接地装置	●	●
防雷区的划分	●	○
雷电电磁脉冲屏蔽	●	○
等电位连接	●	●
电涌保护器 (SPD)	●	●
●为必检项目，○为可检项目。		

8.1.2 周期性维护的周期为一年，每年在雷雨季节到来之前，应委托有防雷检测资质的第三方机构对防雷设施进行一次全面检测。

8.1.3 日常性维护由本部门熟悉雷电防护技术的专职或兼职人员负责，应在每次雷击之后进行。在雷电活动强烈的地区，对防雷装置应随时进行巡视检查。

8.1.4 检测外部防雷装置的电气连接，若发现有脱焊、松动和锈蚀等，应进行相应的处理，特别是在断接卡或接地测试点处，应进行电气连续性测量。

8.1.5 检查避雷针、避雷带(网、线)、杆塔和引下线的腐蚀情况及机械损伤，包括由雷击放电所造成的损伤情况；若有损伤，应及时修复；当锈蚀部位超过截面的三分之一时，应更换。

8.1.6 测试接地装置的接地电阻值，若测试值大于规定值，应检查接地装置和土壤条件，分析找出原因，采取有效的整改措施。

8.1.7 检测内部防雷装置和设备(金属外壳、机架)等电位连接的电气连续性，若发现连接处松动或断路，应及时修复。

8.1.8 检查各类电涌保护器的运行情况：有无接触不良、漏电流是否过大、发热、绝缘是否良好、积尘是否过多等，出现故障，应及时排除。

8.2 保养

8.2.1 防雷装置应由本部门熟悉雷电防护技术的专职或兼职人员负责管理。

8.2.2 防雷装置投入使用后，应建立管理制度。对防雷装置的设计、安装、隐蔽工程图纸资料、年检测试记录等，均应及时归档，妥善保管。

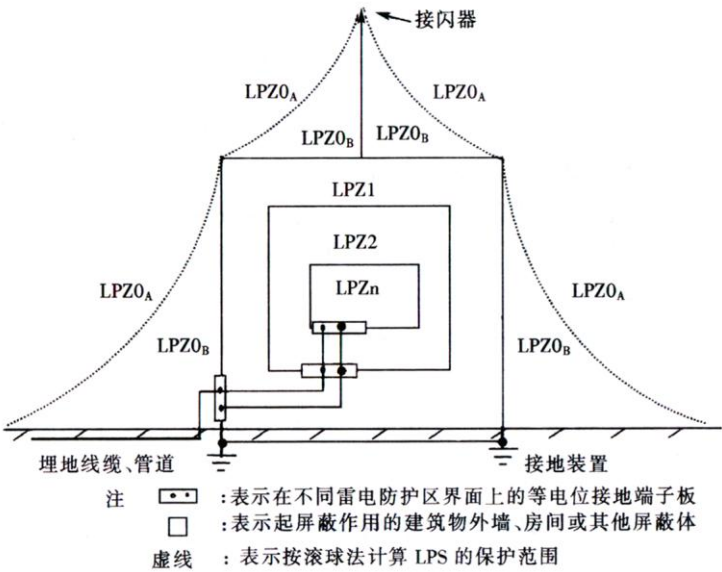
8.2.3 当发生雷击事故后，应及时向有关部门报告，由专业技术人员到场调查，找出原因并落实整改。

附 录 A
(资料性附录)
雷电防护区

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、后续防护区(见图A.1),并符合下列规定:

- 直击雷非防护区(LPZ0A):电磁场没有衰减,各类物体都可能遭到直接雷击,属完全暴露的不设防区。
- 直击雷防护区(LPZ0B):电磁场没有衰减,各类物体很少遭受直接雷击,属充分暴露的直击雷防护区。
- 第一防护区(LPZ1):由于建筑物的屏蔽措施,流经各类导体的雷电流比直击雷防护区(LPZ0B)明显减小,电磁场得到了初步的衰减,各类物体不可能遭受直接雷击。
- 第二防护区(LPZ2):进一步减小所导引的雷电流或电磁场而引入的后续防护区。
- 后续防护区(LPZn):需要进一步减小雷电电磁脉冲,以保护敏感度水平高的设备的后续防护区。



图A.1 建筑物雷电防护区(LPZ)划分

附 录 B
(资料性附录)
常用电涌保护器的配置要求

常用电涌保护器的配置要求见表B. 1。

表B. 1 常用电涌保护器的配置要求

被保护设备名称	配制要求	防雷器名称	安装位置
监控外场设备 (VD、WD、CMS、CSLS)	电源: 通流 $\geq 20\text{KA}$ (8/20 μS) 信号: 通流 $\geq 10\text{KA}$ (8/20 μS)	电源防雷模块 232 接口防雷器	电源开关前端 (现场控制箱内); 232 I/O 端口 (现场控制箱内);
收费站出入口广场 CCTV	电源: 通流 $\geq 20\text{KA}$ (8/20 μS) 视频: 通流 $\geq 10\text{KA}$ (8/20 μS) 数据: 通流 $\geq 10\text{KA}$ (8/20 μS)	电源防雷模块 视频线防雷器 控制线防雷器	电源开关前端 (现场控制箱内); 视频 I/O 端口 (现场控制箱内); 485 I/O 端口 (现场控制箱内);
监控外场 CCTV	电源: 通流 $\geq 20\text{KA}$ (8/20 μS) 视频: 通流 $\geq 10\text{KA}$ (8/20 μS) 数据: 通流 $\geq 10\text{KA}$ (8/20 μS)	电源防雷模块 视频线防雷器 控制线防雷器	电源开关前端 (现场控制箱内); 视频 I/O 端口 (现场控制箱内); 485 I/O 端口 (现场控制箱内);
配电房 (电源一级)	电源: 通流 $\geq 40\text{KA}$ (8/20 μS)	电源防雷模块	电源开关前端 (低压配电柜内);
设备房电源 (电源二级)	电源: 通流 $\geq 20\text{KA}$ (8/20 μS)	电源防雷模块	参稳电源输入开关前端和 UPS 电源输出开关前端 (配电箱内);
收费现场电源 (电源三级)	电源: 通流 $\geq 20\text{KA}$ (8/20 μS)	电源防雷模块	电源开关前端 (现场配电箱内);
收费亭内电源 (电源四级)	电源: 通流 $\geq 20\text{KA}$ (8/20 μS)	电源防雷模块	电源开关前端 (亭内配电箱内);
SDH、MODEM、程控交换机、车控器、交换机等	电源: 通流 $\geq 20\text{KA}$ (8/20 μS) 视频: 通流 $\geq 10\text{KA}$ (8/20 μS) 数据: 通流 $\geq 10\text{KA}$ (8/20 μS) 音频: 通流 $\geq 10\text{KA}$ (8/20 μS)	电源防雷模块 视频线防雷器 控制线防雷器 音频线防雷器	电源开关前端 (配电箱内); 视频 I/O 端口 (机柜内); 串口 (机柜内); 音频 I/O 端口 (机柜内);

附 录 C
(资料性附录)
常用设备的接地电阻值要求

常用设备的接地电阻值要求见表C.1。

表C.1 常用设备的接地电阻值要求

设备名称	接地电阻值要求
监控外场设备 (VD、WD、CMS、CSLS) 用机箱	防雷接地, $R \leq 10\Omega$ 保护接地, $R \leq 4\Omega$
收费车道、收费站出入口广场 CCTV	联合接地, $R \leq 4\Omega$
监控外场 CCTV	防雷接地, $R \leq 10\Omega$ 保护接地, $R \leq 4\Omega$
收费大棚、收费站、配电房	按第二类防雷建筑物设计, 防雷接地, $R \leq 10\Omega$
中心机房和收费站房的机电设备	联合接地, $R \leq 1\Omega$
紧急电话	防雷接地, $R \leq 10\Omega$
综合布线系统	联合接地, $R \leq 10\Omega$
电缆线路	土壤电阻率 $\rho \leq 100\Omega \cdot m$ 时, $R \leq 5\Omega$ 土壤电阻率 $\rho \leq 101 \sim 500\Omega \cdot m$ 时, $R \leq 10\Omega$ 土壤电阻率 $\rho > 500\Omega \cdot m$ 时, $R \leq 20\Omega$ 土壤电阻率 $\rho > 1000\Omega \cdot m$ 时, 接地电阻可适当放宽。

注: 如在高土壤电阻率地区, 可适当放宽接地电阻的要求。

参 考 文 献

- [1] GB/T 21431-2015 建筑物防雷装置检测技术规范
 - [2] GB 50057—2010 建筑物防雷设计规范
 - [3] GB 50343—2012 建筑物电子信息系统防雷技术规范
 - [4] GB 50601—2010 建筑物防雷工程施工与质量验收规范
 - [5] QX/T 190—2013 高速公路设施防雷设计规范
 - [6] QX/T 330—2016 大型桥梁防雷设计规范
-