

团 体 标 准

T/GAMDPM 008—2020

高速公路 ETC 门架系统防雷技术规范

Technical specification for lightning protection of expressway ETC portal systems

2020-12-30 发布

2021-02-01 实施

广东省气象防灾减灾协会 发布

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 一般规定	3
5 直击雷防护	3
6 雷电电磁脉冲防护	3
7 雷电防护装置的检测和维护	7
附录 A（资料性） 广东省雷电风险区划	8
附录 B（规范性） 雷电防护区（LPZ）的划分	11
附录 C（资料性） M 型等电位连接方式示意图	13
附录 D（资料性） SPD 的分类	15
附录 E（资料性） 常用设备的绝缘耐冲击电压特性	16
参考文献	17

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。

本文件由广东省气象防灾减灾协会提出并归口。

本文件起草单位：广东华信智能交通科技有限公司、广东天文防雷工程有限公司、佛山市南海天鑫防雷工程有限公司、广州华软信息工程有限公司、广东华晟安全职业评价有限公司、中山市新立防雷科技有限公司。

本文件主要起草人：陈青、邵宝华、刘碧波、潘剑斌、陈敬进、张波、李佳、陈锦棠、余峻彦、李文飞、刘斌、林鑫良、饶晖、王肖虹、梁淑敏、朱宣竹、黄艳。

本文件主要审查人：罗锦兴、张春声、邹德敏、郭月利、曾阳斌、马立。

本文件起草得到广东省气象标准化技术委员会秘书处大力支持。

本文件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ETC门架系统防雷技术规范

1 范围

本文件规定了高速公路ETC门架系统雷电防护的一般规定、直击雷和雷电电磁脉冲防护、雷电防护装置的检测和维护等技术要求。

本文件适用于高速公路新建、改造ETC门架系统的防雷设计、施工、检测和维护。高速公路其它门架机电系统的防雷设计、施工、检测和维护可参照使用。

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 18802.1 低压电涌保护器(SPD) 第1部分:低压配电系统的电涌保护器 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/T 21714.3-2015 雷电防护 第3部分:建筑物的物理损坏和生命危险
- GB/T 21714.4-2015 雷电防护 第4部分:建筑物内电源和电子系统
- GB 50057-2010 建筑物防雷设计规范
- DB44/T 2139.1-2018 气象灾害防御 第1部分:风险区划
- T/GAMDPM 001-2017 高速公路机电设施雷电防护实施技术规范

3 术语和定义

GB 50057、GB/T 18802.21界定的以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GB 50057和GB/T 18802.21中的某些术语和定义。

3.1

高速公路ETC门架系统 expressway ETC portal system

同时支持OBU和CPC卡交易处理流程，实现ETC/MTC车辆分段计费功能的一体化智能收费、监控、通讯和供配电综合系统，主要由车道控制器、RSU、高清车牌图像识别设备、高清摄像机、门架服务器、通信设备、供电设备、网络安全设备和防雷接地设施等组成。

3.2

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害和人身伤亡，由外部防雷装置和内部防雷装置组成。

[来源: GB 50057-2010, 2.0.5]

3.3

雷电防护区 lightning protection zone;LPZ

规定了雷电电磁环境的区域。

注: 雷电防护区的区域边界不一定是物理边界(例如墙、地板和天花板等)。

[来源: GB/T 21714.4-2015, 3.10]

3.4

雷电电磁脉冲 lightning electromagnetic impulse;LEMP

雷电流通过电阻性、电感和电容性耦合产生的各种电磁效应,包括浪涌和辐射电磁场。

注: 雷电电磁脉冲又称雷击电磁脉冲。

[来源: GB/T 21714.1-2015, 3.34]

3.5

防雷等电位连接 lightning equipotential bonding;LEB

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。

[来源: GB 50057-2010, 2.0.19]

3.6

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,至少包含一个非线性元件。

注: 电涌保护器又称浪涌保护器。

[来源: GB 50057-2010, 2.0.29]

3.7

最大持续运行电压 maximum continuous operating voltage; U_c

可持续加于电气系统电涌保护器保护模式的最大方均根电压或直流电压;可持续加于电子系统电涌保护器端子上,且不致引起电涌保护器传输特性减低的最大方均根电压或直流电压。

[来源: GB 50057-2010, 2.0.31]

3.8

电压保护水平 voltage protection level; U_p

表征电涌保护器限制接线端子间电压的性能参数,其值可从优先值列表中选择。电压保护水平值应大于所测量的限制电压的最高值。

注: 电压保护水平由制造商提供,并且大于冲击限制电压的最大实测值。

[来源: GB 50057-2010, 2.0.44]

3.9

标称放电电流 nominal discharge current; I_n

流过电涌保护器8/20 μ s电流波的峰值。

[来源: GB 50057-2010, 2.0.32]

3.10

冲击放电电流 impulse discharge current; I_{imp}

流过SPD具有10/350波形放电电流的电流峰值。

[来源: GB/T 18802.21-2016, 3.35]

4 一般规定

- 4.1 高速公路 ETC 门架系统防雷装置由接闪器、引下线、电涌保护器、等电位连接和接地装置等构成。
- 4.2 高速公路 ETC 门架系统防雷装置,应根据路段所处雷电风险区划、各个系统机电设备所处位置和 设备特点,进行防雷设计、施工、检测、维护,达到安全可靠、有效防护机电设备的目的。
- 4.3 高速公路 ETC 门架系统所在地区的雷电风险区划分为极高风险区、高风险区和一般风险区,划分 要求应符合 DB44/T 2139.1-2018 第 4 章的要求,广东省雷电风险区划参见附录 A。
- 4.4 LPZ 的划分应符合 GB/T 21714.4-2015 中 4.3 的规定,划分方法见附录 B。
- 4.5 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。
- 4.6 与高速公路 ETC 门架系统关联的低压配电所(房)、监控机房、收费站(场)等建(构)筑物防 雷装置设计施工维护等要求应符合 GB 50057-2010、T/GAMDPM 001-2017 的规定。
- 4.7 高速公路 ETC 门架系统防雷电电磁脉冲应采用等电位连接、屏蔽接地、电磁隔离和 SPD 等措施。

5 直击雷防护

5.1 接闪器

- 5.1.1 高速公路 ETC 门架系统宜采用独立接闪杆进行直击雷防护。当独立接闪杆安装在门架上时,高 速公路 ETC 门架系统应处于直击雷防护区(LPZ0_B)内,独立接闪杆与金属门架的绝缘电阻应不小于 50 兆欧,独立接闪杆的高度应按二类防雷建筑物的滚球半径进行计算。
- 5.1.2 无独立接闪杆保护时,可利用门架现有金属构筑物作为防直击雷装置,门架顶部安装的接闪短 杆,其防雷保护范围应覆盖门架柜等所有设备。

5.2 引下线

- 5.2.1 独立接闪杆宜设置专设引下线与接地装置连接,引下线宜采用截面积不小于 50mm²的多股铜缆。
- 5.2.2 当利用门架现有金属构筑物作为防直击雷装置时,可将门架立柱作为引下线。

5.3 接地装置

- 5.3.1 高速公路 ETC 门架系统宜采用人工接地装置,人工接地装置的敷设方法参见《14D504 接地装 置安装》,接地体的材料、结构和最小尺寸要求应符合 GB 50057-2010 中表 5.4.1 的要求。
- 5.3.2 独立接闪杆的接地装置冲击接地电阻值不宜大于 10Ω,冲击接地电阻与工频接地电阻的换算应 符合 GB 50057-2010 附录 C 的要求。
- 5.3.3 当利用门架现有金属构筑物作为防直击雷装置时,门架基础可作为防雷接地装置的一部分。

6 雷电电磁脉冲防护

6.1 等电位连接

6.1.1 高速公路 ETC 门架系统的等电位连接宜采取下列措施：

- 户外综合一体化设备门架机柜、出入机柜的金属线槽管线架、低压电源 PE 线等均应同金属门架做等电位连接，并应与设备专用接地装置相连；
- 户外综合一体化设备路侧机柜与门架上的 RSU 等设备的连接线路，若无屏蔽层，线路应敷设在金属管、金属槽内。金属管和金属槽从一端到另一端应是电气贯通，并应在两端分别连到近距手井和门架的等电位连接带上；若有屏蔽层，屏蔽层的两端应就近连到近距手井和门架的等电位连接带上。

6.1.2 高速公路 ETC 门架系统的低压配电路由、数据信号路由宜全程套金属管埋地敷设，所穿的金属管或金属屏蔽层应电气贯通，并至少在其两端就近与站区设备接地网和路面门架设备地网进行等电位连接。

6.1.3 高速公路 ETC 门架系统的接地应采用 M 型等电位连接方式，相关示意图参见附录 C。

6.1.4 等电位连接导体的最小截面应符合表 1 的规定。

表1 防雷等电位连接各连接部件的最小截面

等电位连接部件		材料	截面 (mm ²)
门架等电位连接带（铜、外表面镀镍的铜）		铜	50.0
等电位连接带至接地装置的接地引入线		铜	25.0
户外综合一体化设备机柜至等电位连接带的连接导体		铜	16.0
连接电涌保护器的导体	电源 SPD	Ⅱ电涌保护器	6.0
		Ⅲ电涌保护器	2.5
	信号 SPD	D1、C2 类电涌保护器	1.2
		其他类的电涌保护器	1.0
注：SPD按试验类型分类及技术参数参见附录D。			

6.1.5 户外综合一体化设备机柜等门架上的所有设备均以最短路径接入门架等电位连接带，并与设备接地网可靠连接。

6.2 屏蔽接地

6.2.1 高速公路 ETC 门架系统的低压配电线、数据信号线、视频信号线宜全线穿热镀锌钢管或使用带屏蔽层的线缆埋地敷设。金属外壳、金属管道、金属导管和电缆屏蔽层的最小厚度应当符合 GB/T 21714.3-2015 中表 3 的规定。在遇到架空桥梁等全线埋地存在实际困难时，线缆或所穿热镀锌钢管前端及后端的埋地敷设长度均不宜小于 15m，埋地深度应不小于 1m。

6.2.2 高速公路 ETC 门架系统的数据线和信号线应使用光缆接入，当光缆有金属加强芯和外护层时，应在光电转换器前端剪断金属加强芯并将金属外护层剥掉 10cm 后接入光电转换器。剪断的加强芯应与金属外护层末端连接并接地。

6.3 电磁隔离

6.3.1 高速公路 ETC 门架系统供配电线路宜采用 1:1 隔离变压器进行隔离。

6.3.2 数据和信号线路宜采用光电隔离措施。

6.4 SPD

6.4.1 一般要求

6.4.1.1 应结合被保护对象所在地区雷电风险区划、所处的 LPZ、设备的绝缘耐压水平和信号端口传输特性等选择 SPD 的技术参数。

6.4.1.2 安装在低压电源线路中的 SPD 应符合 GB 18802.1 的要求；安装在信号线路中的 SPD 应符合 GB/T 18802.21 的要求。

6.4.1.3 电源线路和信号线路中 SPD 的有效电压保护水平 U_p/f 不应大于低压电源设备和信号设备的绝缘耐冲击电压额定值 (U_w) 的 0.8 倍，高速公路 ETC 门架系统安装的电源 SPD 的电压保护水平 U_p 取值 1.5KV，常用设备的绝缘耐冲击电压特性参见附录 E。

6.4.1.4 当 SPD 内置热脱扣装置不能断开的工频电流时，应在 SPD 外部安装能耐受与 SPD 匹配的电涌电流，且能分断 SPD 的过电流保护装置。

6.4.1.5 高速公路 ETC 门架系统电源防雷器应具备远程在线监测功能。

6.4.2 电源线路

6.4.2.1 电源线路中 SPD 的配置选型见表 2。

表2 电源线路中 SPD 的配置选型

高速公路 ETC 门架系统低压电源设施	SPD 的配置选型		
	极高风险区	高风险区	一般风险区
现场配电箱	☐开关型	☐+☐复合型	☐限压型
户外综合一体化设备门架机柜（路侧机柜）	☐+☐复合型	☐限压型	☐限压型
注1：选用I级分类试验SPD (☐T1) 开关型，安装在极高风险区的LPZ0 _A 或LPZ0 _B 与LPZ1的交界处，如现场配电箱。 注2：选用I级分类试验SPD (☐T1) 加II级分类试验SPD (☐T2) 组合，即复合型，安装在极高风险区的LPZ0 _A 或LPZ0 _B 与LPZ1的交界处，如户外综合一体化设备机柜。也可以安装在高风险区的LPZ0 _A 或LPZ0 _B 与LPZ1的交界处，如现场配电箱。 注3：选用II级分类试验SPD (☐T2) 限压型，安装在一般风险区的LPZ0 _A 或LPZ0 _B 与LPZ1的交界处的电源进线柜处，也可以安装在高风险区的LPZ0 _A 或LPZ0 _B 与LPZ1的交界处，如户外综合一体化设备门架机柜（路侧机柜）。			

6.4.2.2 电源线路中 SPD 远程监测的配置选型见表 3。

表3 电源线路中 SPD 远程监测的配置选型

安装位置	设备名称	远程监测功能
电源防雷器侧	防雷监测发射器 (RT)	监测电涌保护器状态 监测接地电阻数值 监测 SPD 泄放电流次数与峰值

表3 电源线路中 SPD 远程监测的配置选型（续）

安装位置	设备名称	远程监测功能
户外综合一体化设备机柜	防雷监测接收器（RV）	接收编辑并汇集防雷监测信息 远程修改参数、在线升级
监控管理中心	防雷远程监测管理系统（RM）	实时动态监测，数据分析管理
<p>注1：RT防雷监测发射器：监测电涌保护器、防雷模组的工作状态、监测接地电阻数值、监测SPD泄放电流次数与峰值，采集并发送至防雷监测接收器，适合安装在电源防雷器侧。</p> <p>注2：RV防雷监测接收器：将防雷监测发射器传输的防雷与接地工作状态，编辑并汇集实时防雷与接地设备的信息，发送至防雷远程监测管理平台，远程修改参数、在线升级，适合安装在ETC门架户外综合一体化设备机柜内。</p> <p>注3：RM防雷远程监测管理系统：对电源防雷器与接地连接状态进行自动跟踪，24h实时监测防雷与接地设备状况，发现异常立即报警，对监测汇集动态数据进行编辑与统计，有效管理防雷与接地系统，适合安装在路段监控管理中心。</p>		

6.4.2.3 电源线路中各类 SPD 对应泄放电流的最小值见表 4。

表4 电源线路中各类 SPD 对应泄放电流的最小值

电源 SPD	I_{imp} (kA)	I_{imp} (kA)		I_n (kA)
☐开关型	12.5	-	-	-
☐+☐复合型	-	12.5	20.0	-
☐限压型	-	-	-	30.0
注：☐+☐是指两类SPD的组合，且两者应具有能量自动配合功能。				

6.4.2.4 在低压配电系统中 SPD 的最大持续工作电压（ U_c ）不应小于表 5 中的要求。

表5 SPD 取决于系统接地型式所要求的 U_c 最小值

SPD 接于	配电系统的接地型式				
	TT 系统	TN-C 系统	TN-S 系统	引出中性线的 IT 系统	无中性线引出的 IT 系统
每一相线与中性线间	$1.15 U_0$	不适用	$1.15U_0$	$1.15U_0$	不适用
每一相线与 PE 线间	$1.15U_0$	不适用	$1.15U_0$	$\sqrt{3}U_0^a$	相间电压 ^a
中性线与 PE 线间	U_0^a	不适用	U_0^a	U_0^a	不适用
每一相线与 PEN 线间	不适用	$1.15 U_0$	不适用	不适用	不适用
<p>注1：标有a的值是故障下最坏的情况，所以不需计及15%的允许误差。</p> <p>注2：U_0是低压系统相线对中性线的标称电压，即相电压220V。</p>					

6.4.3 信号线路

6.4.3.1 信号线路中 SPD 的配置选型见表 6。

表6 信号线路中 SPD 的配置选型

高速公路 ETC 门架系统信号线路		SPD
监控系统	网络、数据控制端口	D1+C2
	视频传输端口	
收费系统	网络、数据控制端口	
	视频传输端口	
通讯系统	网络、数据控制端口	
	视频传输端口	

6.4.3.2 信号线路中各类 SPD 对应泄放电流的最小值见表 7。

表7 信号线路中各类 SPD 对应泄放电流的最小值

信号 SPD	D1+C2
	2.5KA (10/350)+5KA (8/20)

注：信号系统中的SPD应根据线路的工作频率、传输速率、传输带宽、工作电压、接口形式和特性阻抗等参数，选择传输阻抗低、插入损耗小与传输特性相适配的SPD。

7 雷电防护装置的检测和维护

7.1 高速公路 ETC 门架系统雷电防护装置的检测和维护应按 GB/T 21431-2015 的相关规定执行。

7.2 检测项目包括：

- ETC 门架接闪器；
- 专用引下线；
- 专用接地装置；
- LPZ 的划分；
- LEMP 防护措施；
- 机柜等设备的等电位连接；
- SPD 配置和性能参数。

7.3 雷电防护装置的维护分为定期维护和日常维护。

7.4 每年在雷雨季节到来之前，应进行一次定期全面检查维护。

7.5 应在每次雷击之后进行日常维护。在雷电活动强烈的地区，对雷电防护装置应经常进行检查。

7.6 检查雷电防护装置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，应及时更换。

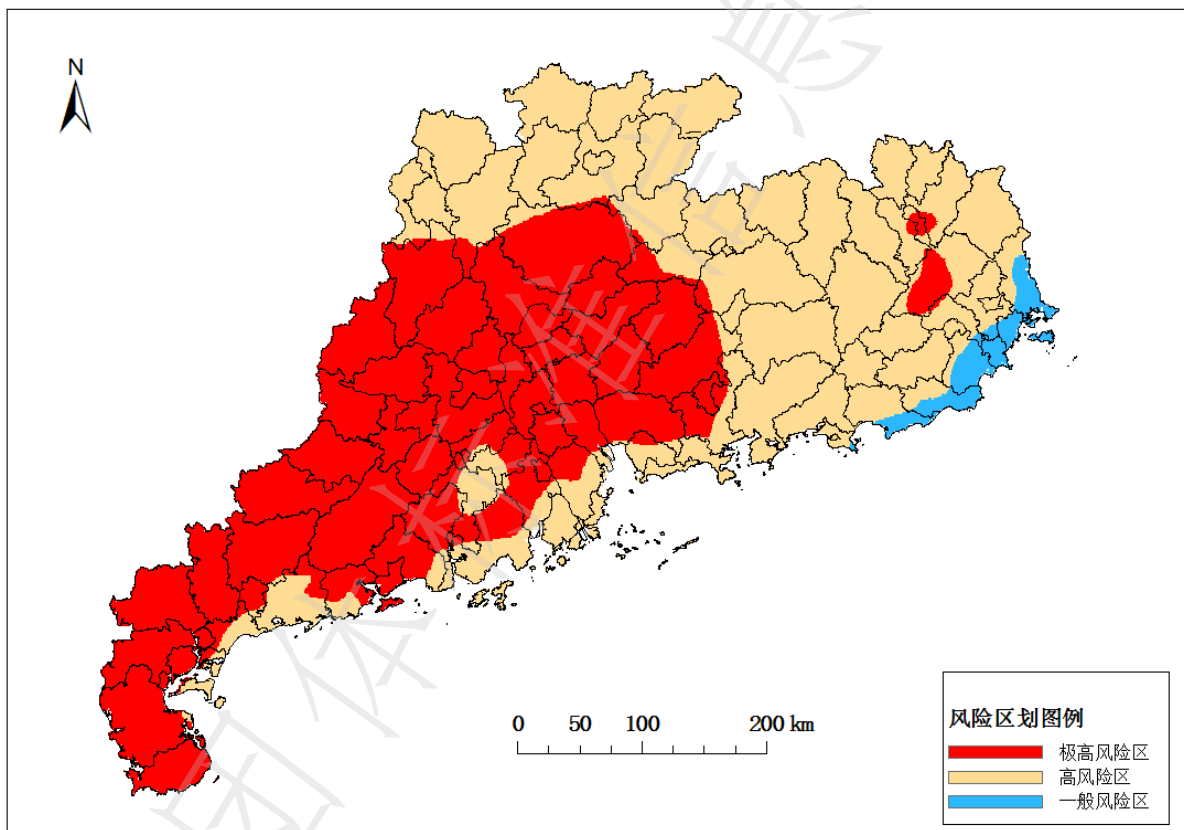
7.7 检测雷电防护装置以及金属设备、外壳等物体等电位连接的电源连续性，若发现连接处松动或断路，应及时修复。

7.8 检查各类 SPD 的运行情况，包括但不限于有无接触不良、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或更换。

附录 A
(资料性)
广东省雷电风险区划

A.1 广东省雷电风险区划图

广东省雷电风险区划图见图A.1。



图A.1 广东省雷电风险区划图

A.2 广东省行政区域雷电灾害风险区划等级

广东省行政区域与雷电灾害风险区划等级对照表见表A.1。

表A.1 广东省行政区域雷电灾害风险区划等级对照

市	县(区、市)	雷电风险	市	县(区、市)	雷电风险
广州	荔湾区	极高风险区	佛山	禅城区	极高风险区
	越秀区	极高风险区		南海区	极高风险区
	海珠区	极高风险区		顺德区	极高风险区
	天河区	极高风险区		三水区	极高风险区
	白云区	极高风险区		高明区	极高风险区
	黄埔区	极高风险区	江门	蓬江区	极高风险区
	番禺区	极高风险区		江海區	极高风险区
	花都区	极高风险区		新会区	极高风险区
	南沙区	极高风险区		台山市	高风险区
	从化区	极高风险区		开平市	高风险区
	增城区	极高风险区		鹤山市	极高风险区
韶关	武江区	高风险区	湛江	恩平市	极高风险区
	浈江区	高风险区		赤坎区	极高风险区
	曲江区	高风险区		霞山区	极高风险区
	始兴县	高风险区		坡头区	高风险区
	仁化县	高风险区		麻章区	高风险区
	翁源县	高风险区		遂溪县	极高风险区
	乳源瑶族自治县	高风险区		徐闻县	极高风险区
	新丰县	高风险区		廉江市	极高风险区
	乐昌市	高风险区		雷州市	极高风险区
	南雄市	高风险区		吴川市	高风险区
深圳	罗湖区	高风险区	茂名	茂南区	极高风险区
	福田区	高风险区		电白区	高风险区
	南山区	高风险区		高州市	极高风险区
	宝安区	高风险区		化州市	极高风险区
	龙岗区	高风险区		信宜市	极高风险区
	盐田区	高风险区		肇庆	端州区
珠海	香洲区	高风险区	鼎湖区		极高风险区
	斗门区	高风险区	高要区		极高风险区
	金湾区	高风险区	广宁县		极高风险区
汕头	龙湖区	一般风险区	怀集县		极高风险区
	金平区	一般风险区	封开县		极高风险区
	濠江区	一般风险区	德庆县		极高风险区
	潮阳区	一般风险区	四会市	极高风险区	
	潮南区	一般风险区	惠州	惠城区	极高风险区
	澄海区	一般风险区		惠阳区	高风险区
	南澳县	一般风险区		博罗县	极高风险区
惠东县				高风险区	

表 A.1 广东省行政区域与灾害风险对照表 (续)

市	县(区、市)	雷电风险	市	县(区、市)	雷电风险
惠州	龙门县	极高风险区	清远	清城区	极高风险区
	大亚湾区	高风险区		清新区	极高风险区
	仲恺区	极高风险区		佛冈县	极高风险区
梅州	梅江区	高风险区		阳山县	高风险区
	梅县区	高风险区		连山壮族瑶族自治县	高风险区
	大埔县	高风险区		连南瑶族自治县	高风险区
	丰顺县	极高风险区		英德市	极高风险区
	五华县	高风险区		连州市	高风险区
	平远县	高风险区		东莞市	极高风险区
	蕉岭县	高风险区		中山市	高风险区
兴宁市	高风险区	潮州	湘桥区	高风险区	
汕尾	汕尾市城区		高风险区	潮安区	高风险区
	海丰县		高风险区	饶平县	一般风险区
	陆河县	高风险区	揭阳	榕城区	高风险区
	陆丰市	高风险区		揭东区	高风险区
河源	源城区	高风险区		揭西县	高风险区
	紫金县	高风险区		惠来县	一般风险区
	龙川县	高风险区		普宁市	高风险区
	连平县	高风险区		云浮	云城区
	和平县	高风险区	云安区		极高风险区
	东源县	高风险区	新兴县		极高风险区
阳江	江城区	极高风险区	郁南县		极高风险区
	阳东区	极高风险区	罗定市		极高风险区
	阳西县	极高风险区			
	阳春市	极高风险区			

注：行政区域内出现两种或以上的风险等级，以占比面积最大的风险等级为准。

附 录 B
(规范性)
雷电防护区 (LPZ) 的划分

LPZ的划分应符合以下规定:

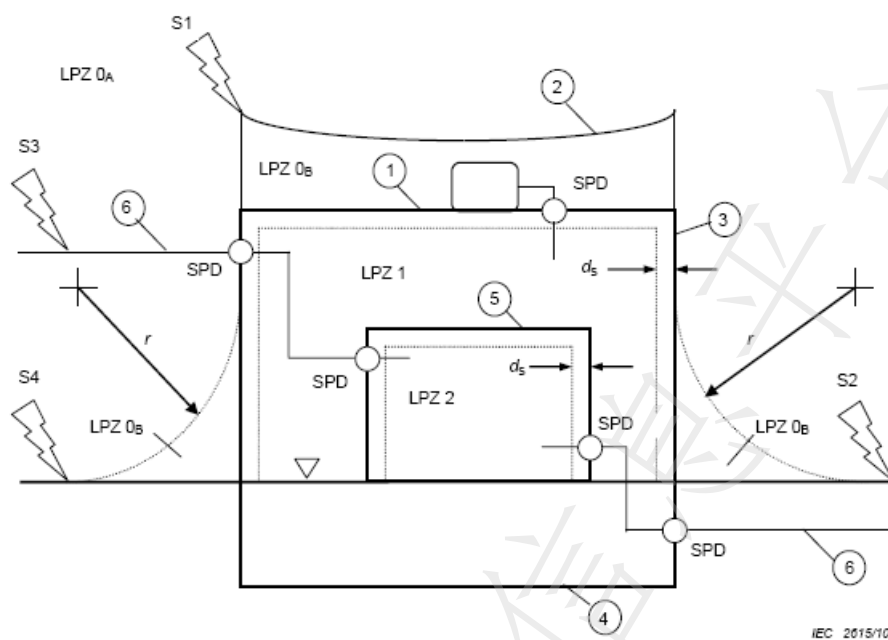
——LPZ_{0A}: 该区域中的各物体都可能遭到直接雷击并导走全部雷电流, 以及本区内的雷击电磁场强度没有衰减。

——LPZ_{0B}: 该区域中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。

——LBZ1: 该区域中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LPZ_{0B}区内的更小, 以及本区内的雷击电磁场强度可能衰减。

——LPZ2: 该区域中的各物体不可能遭到直接雷击, 流经各导体的电涌电流和雷击电磁场强度进一步减小。

LPZ具体划分方法见图B. 1。



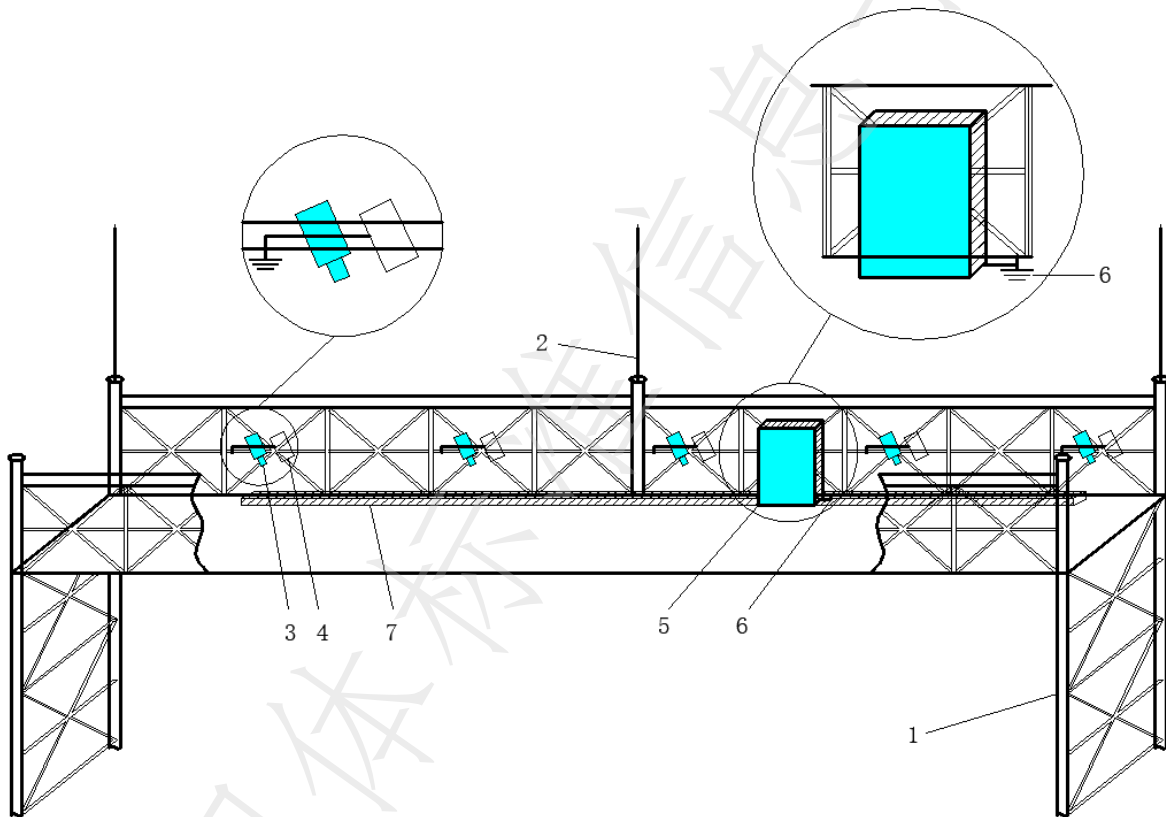
标引序号说明：

- 1——建筑物（LPZ1 的屏蔽体）；
- 2——接闪器；
- 3——引下线；
- 4——接地体；
- 5——房间（LPZ2 的屏蔽体）；
- 6——连接到建筑物的线路；
- S1——雷击建筑物；
- S2——雷击建筑物附近；
- S3——雷击连接到建筑物的线路；
- S4——雷击连接到建筑物的线路附近；
- r ——滚球半径；
- d_s ——防过高磁场的的安全距离；
- ▽——地面；
- 采用SPD的雷电等电位连接。

图 B.1 SPM 确定的 LPZ

附录 C
(资料性)
M 型等电位连接方式示意图

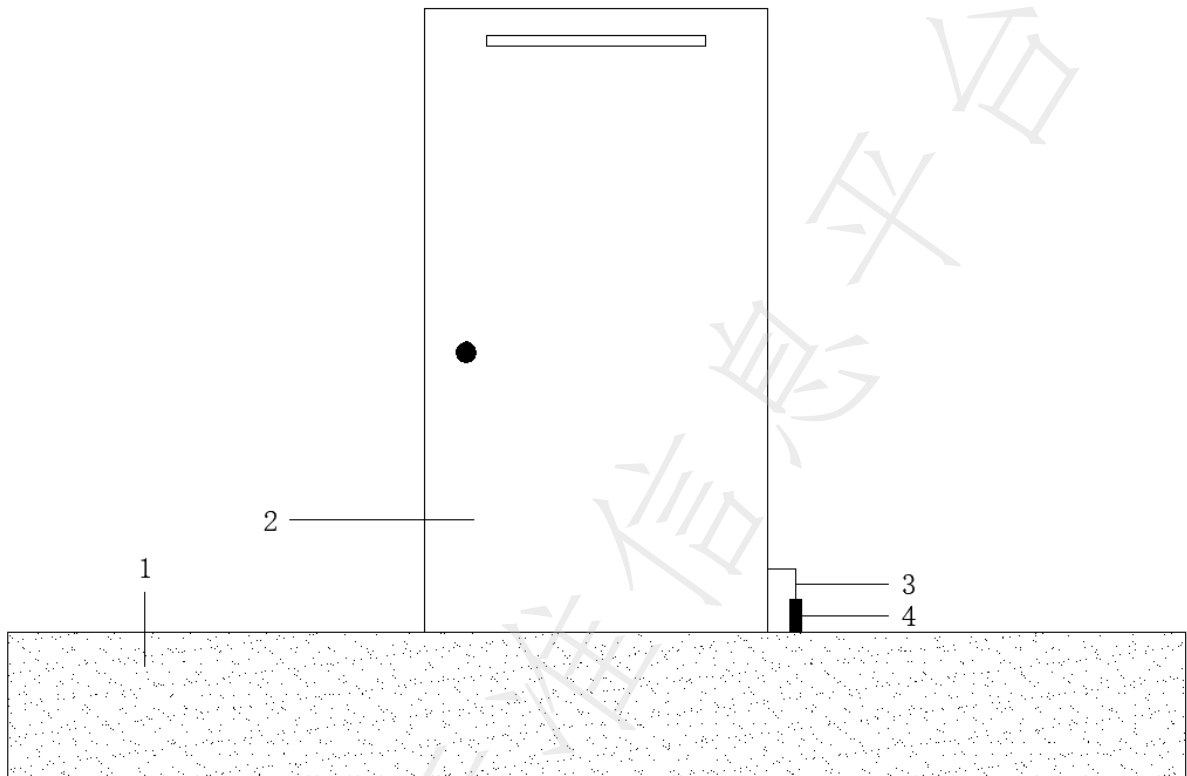
M型等电位连接方式示意图见图C.1和图C.2。



标引序号说明：

- 1——ETC门架；
- 2——接闪杆；
- 3——高清图像识别系统设备；
- 4——RSU（天线）；
- 5——一体化机柜；
- 6——等电位连接点；
- 7——金属线槽。

图 C.1 门架柜等电位连接



标引序号说明：

- 1——水泥混凝土基础；
- 2——一体化机柜；
- 3——一体化机柜与接地端子连接线；
- 4——预留接地端子。

图C.2 路侧柜等电位连接

附录 D
(资料性)
SPD 的分类

D.1 SPD 类别与试验

常用的信号线路SPD的类别及电压波形和电流波形见表D.1。

表 D.1 SPD 的类别及电压波形和电流波形

类别	试验类型	开路电压	短路电流
A1	很慢的上升率	$\geq 1\text{kV}$ $0.1\text{kV}/\mu\text{s}$ 至 $100\text{kV}/\text{s}$	10A, $0.1\text{A}/\mu\text{s}$ 至 $2\text{A}/\mu\text{s}$ $\geq 1000\mu\text{s}$ (持续时间)
A2	AC	按GB/T18802.21-2016中表5试验	
B1	慢上升率	1kV, $10/1000\mu\text{s}$	100A, $10/1000\mu\text{s}$
B2		1kV至4kV, $10/700\mu\text{s}$	25A至100A, $5/300\mu\text{s}$
B3		$\geq 1\text{kV}$, $100\text{V}/\mu\text{s}$	10A至100A, $10/1000\mu\text{s}$
C1	快上升率	0.5kV至1kV, $1.2/50\mu\text{s}$	0.25kA至1kA, $8/20\mu\text{s}$
C2		2kV至10kV, $1.2/50\mu\text{s}$	1kA至5kA, $8/20\mu\text{s}$
C3		$\geq 1\text{kV}$, $1\text{kV}/\mu\text{s}$	10A至100A, $10/1000\mu\text{s}$
D1	高能量	$\geq 1\text{kV}$	0.5kA至2.5kA, $10/350\mu\text{s}$
D2		$\geq 1\text{kV}$	0.6kA至2.0kA, $10/250\mu\text{s}$

D.2 SPD 试验方法

常用的低压配电系统SPD试验类型:

- T1** (I级分类试验): 用标称放电电流 I_n 、 $1.2/50\mu\text{s}$ 冲击电压和波形为 $10/350\mu\text{s}$ 电流波最大冲击电流 I_{imp} 进行的试验;
- T2** (II级分类试验): 用标称放电电流 I_n 、 $1.2/50\mu\text{s}$ 冲击电压和波形为 $8/20\mu\text{s}$ 电流波最大放电电流 I_{max} 进行的试验。

附 录 E
(资料性)
常用设备的绝缘耐冲击电压特性

E.1 低压配电线路中设备的冲击耐受电压

建筑物内 220/380V 配电系统中设备的绝缘耐冲击电压额定值 (U_w) 见表 E.1。

表 E.1 建筑物内 220/380V 配电系统中设备绝缘耐冲击电压额定值

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
设备类型	电气计量仪表、一次线过流保护设备、滤波器。	配电盘, 断路器, 包括电缆、母线、分线盒、开关、插座等的布线系统, 以及应用于工业的设备和永久接至固定装置的固定安装的电动机等的一些其他设备。	家用电器、手提工具和类似负荷。	需要将瞬态过电压限制到特定水平的设备。
耐冲击电压类别	IV类	III类	II类	I类
耐冲击电压额定值 (U_w) (kV)	6	4	2.5	1.5

E.2 电子设备数据端口的耐受特征

常用电子设备工作电压与 SPD 额定工作电压的对应关系参考值见表 E.2。

表 E.2 常用电子设备工作电压与 SPD 额定工作电压的对应关系参考值

序号	通信线类型	额定工作电压 (V)	SPD 额定工作电压 (V)
1	DDN/X.25/帧中继	<6 或 40~60	18 或 80
2	xDSL	<6	18
3	2M 数字中继	<5	6.5
4	ISDN	40	80
5	模拟电话线	<110	180
6	100M 以太网	<5	6.5
7	同轴以太网	<5	6.5
8	RS232	<12	18
9	RS422/485	<5	6
10	视频线	<6	6.5
11	现场控制	<24	29
12	卫星通信中频系统	15~18	24

参 考 文 献

- [1] GB/T 18802.12-2014 低压电涌保护器（SPD）第12部分：低压配电系统的电涌保护器 选择和使用导则
- [2] GB/T 18802.22-2008 低压电涌保护器 第22部分：电信和信号网络的电涌保护器（SPD）选择和使用导则
- [3] GB/T 21714.1—2015 雷电防护 第1部分：总则
- [4] GB/T 37048-2018 高速公路机电系统防雷技术规范
- [5] 国家建筑标准设计图集15D503 利用建筑物金属体做防雷及接地装置安装
- [6] 国家建筑标准设计图集14D504 接地装置安装
- [7] 交公路函（2019）387号 交通运输部. 关于印发取消高速公路省界收费站工程建设方案的通知 2019年
-