

文章编号:1673-8411(2018)04-0089-03

## 地铁高架车站防雷与电磁屏蔽探讨

贺灿花,麦金婵

(广州市气象局,广东 广州 510600)

**摘要:**针对地铁高架车站的重要性和特殊性、电子系统及机房设备对电磁环境的要求,对地铁高架车站的防雷类别、电子信息系统防护等级和机房电磁屏蔽三个方面进行探讨,确定高架车站的防雷类别、电子信息系统雷电防护等级,以及机房电磁屏蔽的要求,为地铁高架车站的雷电防护提供一些参考。

**关键词:**地铁高架车站;防雷类别;防护等级;电磁屏蔽

中图分类号:P446

文献标识码:A

## Discussion on lightning protection and electromagnetic shielding of metro elevated station

He Canhua, Mai Jinchan

(Guangzhou Meteorological Service, Guangzhou Guangdong 510600)

**Abstract:** Metro elevated station is important and special, electronic system and equipment also have certain requirements for electromagnetic environment. Hence, this paper discussed the lightning protection category of metro elevated station, protection grade of electronic information system and electromagnetic shielding of computer rooms to provide a reference for lightning protection of metro elevated station.

**Keywords:** metro elevated station; lightning protection category; protection level; electromagnetic shielding

### 1 引言

地铁是城市公共交通的重要组成部分,是人员最密集场所之一。地铁车站的电气系统、电子系统和通信系统庞大复杂,这些系统维系着地铁的正常运行,如果受到雷击,发生系统故障,容易造成公共交通秩序混乱,严重影响公共交通安全,甚至会引发人身安全事故<sup>[1]</sup>。地铁建筑一般都位于地下,但随着城市交通发展的需求,高架地铁也慢慢兴起,高架部分容易成为雷电入侵的突破口,因此,加强地铁的雷电防护非常必要<sup>[2]</sup>。本文对地铁高架车站的防雷类别、电子信息系统防护等级和机房电磁屏蔽三个方面进行探

讨,从定性和定量两个方面探讨高架车站防雷类别、电子信息系统雷电防护等级,以及提出机房电磁屏蔽的要求<sup>[3-4]</sup>。

### 2 做好雷电防护对地铁交通的意义

据相关媒体资料报道,2008年8月14号,上海轨道交通3号线漕溪路站至虹桥路站(上行)突遭强雷袭击,造成供电中断,该区段列车迫停。2010年7月22号,南京地铁一号线南延线因雷击造成供电接触网两次故障,列车因接触网断电而延误运营,2000多名乘客出行受到影响。2011年4月22日,北京地

收稿日期:2018-8-21

作者简介:贺灿花(1981-),女,江西萍乡人,硕士,工程师,主要从事雷电监测与防御工作。

铁10号线地面信号设备遭到雷击,地铁列车运行间隔由5min延长到10min,造成乘客等车时间变长,部分车站出现乘客滞留现象。

以上地铁遭受的雷击事故表明,事故会严重影响交通出行,大大提高经济、时间等成本。做好地铁雷电防护,降低地铁雷电灾害风险是十分重要的<sup>[5]</sup>。

3 地铁高架车站防雷类别划分

地铁高架车站使用性质属于人员密集的公共建筑物,依据《建筑物防雷设计规范》(GB50057-2010)、《建筑物电子信息系统防雷技术规范》(GB50343-2012)划分该建筑物的防雷类别<sup>[6-8]</sup>。

根据GB50343-2012,建筑物年预计雷击次数 $N_1$ (次/a)按下式确定:

$$N_1 = K \times N_g \times A_e \tag{1}$$

式中:K为校正系数,在一般情况下取1;

$N_g$ 为建筑物所处地区雷击大地的年平均密度(次/km<sup>2</sup>/a);

$A_e$ 为与建筑物截收相同雷击次数的等效面积(km<sup>2</sup>)。

以广州地铁某高架车站为例计算其年预计雷击次数。确定车站建筑物截收相同雷击次数的等效面积(km<sup>2</sup>)见图1。

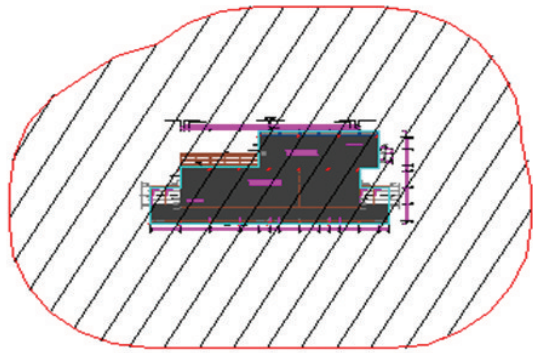


图1 某高架车站雷击截收面积图

通过计算得出: $A_e = 0.025(\text{km}^2)$ ,  $N_g = 17.97(\text{次}/\text{km}^2/\text{a})$ (雷电监测数据),K取1,年预计雷击次数 $N_1 = 0.45(\text{次}/\text{a})$ 。(GB50057-2010)中3.0.3条第九款“预计雷击次数大于0.05次/a的部、省级办公建筑物和其他重要或人员密集的公共建筑物以及火灾危险场所应划为第二类防雷建筑物”<sup>[7]</sup>,根据以上计算结果,对照此条规定,本地铁高架车站划分为第二类防雷建筑物,雷电防护措施按第二类防雷建筑物要求进行<sup>[8]</sup>。

4 电子信息系统雷电防护等级划分

4.1 按防雷装置的拦截效率确定雷电防护等级

电子信息系统雷电防护等级按防雷装置拦截效率E确定<sup>[8]</sup>,其雷电防护等级为:

$$E = 1 - N_c / N \tag{2}$$

$N_c$ 按GB50343-2012第4.2.2条计算, $N$ 值按GB50343-2012第4.2.1条计算。

当 $E > 0.98$ 时,定为A级;当 $0.90 < E \leq 0.98$ 时,定为B级;当 $0.80 < E \leq 0.90$ 时,定为C级;当 $E \leq 0.80$ 时,定为D级。

对上述广州地铁某高架车站电子信息系统防雷装置拦截效率E进行计算,计算结果如表1。

表1 某高架车站防雷装置拦截效率E计算结果

符号	公式	数值
$N_1(\text{次}/\text{a})$	建筑物年预计雷击次数 $N_1 = K \times N_g \times A_e$	0.45
$N_2(\text{次}/\text{a})$	入户设施年预计雷击次数 $N_2 = N_g \times A'_e = N_g \times (A'_{e1} + A'_{e2})$	2.98
$N(\text{次}/\text{a})$	建筑物及入户设施年预计雷击次数 $N = N_1 + N_2$	3.43
$N_c(\text{次}/\text{a})$	最大年平均雷击次数 $C = C_1 + C_2 + C_3 + C_4 + C_5 + C_6 = 8.7$	0.067
E	$E = 1 - N_c / N$	0.9805
防护等级	A级	

计算结果, $E > 0.98$ ,所以该地铁高架车站的电子信息系统防护等级划分为A级。

4.2 按电子信息系统的重要性、使用性质和价值确定雷电防护等级

从地铁车站所拥有的电子信息系统及该系统对于维系地铁正常运营所发挥的作用看,其重要性不亚于火车枢纽站。对照(GB50343-2012)表4.3.1的规定,该地铁高架车站的电子信息系统防护等级应定为A级。

综合定量计算结果和定性规定比较,确定该地铁高架车站的电子信息系统雷电防护等级为A级<sup>[9-11]</sup>。

5 机房电磁环境防护要求

由于雷击电磁脉冲的干扰,地铁车站内弱电设备控制机房对电磁环境有较高的要求,即机房内磁场干扰强度不大于800A/m。因此,应对地铁车站机

房内雷击电磁环境进行评估,再根据评估结果确定是否需要采取屏蔽措施<sup>[12-14]</sup>。

考虑高架车站主体有金属屋面、幕墙百叶和钢结构组成的格栅形大空间屏蔽效能,对上述高架车站机房内部计算磁场强度<sup>[15]</sup>。根据《建筑物电子信息系统防雷技术规范》GB50343-2012中6.3.2-2公式计算LPZ1区内的磁场强度,计算结果见表2。

表2 某高架车站机房LPZ1区磁场强度计算结果

楼层	$i_0$ (kA)	Kc	引下线 $i$ (kA)	H(kA/m) Sa=1	H(kA/m) Sa=2
顶1层	150	0.440	66.0	10.51	5.25
顶2层	150	0.350	52.5	8.36	4.18
顶3层	150	0.260	39.0	6.21	3.11
顶4层	150	0.250	37.5	5.97	2.99

首次雷击时,雷电流强度远大于后续雷击时的雷电流强度,因此,表中数据只考虑首次雷击的雷电流参数,第二类防雷建筑物对应的最大雷电流幅值为150kA。计算结果表明,该高架车站LPZ1区内的磁场强度均远大于800A/m,顶一层的磁场强度最大,越往下越小。为有效防止外界对机房内设备造成的电磁干扰,使磁场强度满足低于800A/m的要求,应进一步对机房采取屏蔽措施<sup>[16]</sup>,可在机房四周墙体内部敷设一定尺寸的屏蔽网格。选用铜/铝做屏蔽网格材料,依据GB50057-2010第6.3.2条对该高架车站屏蔽网格宽 $w$ 和安全距离为 $d_{s1}$ 进行计算,见表3。

表3 某高架车站遭直接雷击时屏蔽网格宽、安全距离估算值

楼层	$i_0$ (kA)	Kc	$i$ (kA)	网格		安全距离	
				$w$ (m) Sa=1	$w$ (m) Sa=1	$d_{s1}$ (m) Sa=1	$d_{s1}$ (m) Sa=1
顶1层	150	0.440	66.0	0.65	1.29	1.45	2.12
顶2层	150	0.350	52.5	0.81	1.63	1.66	2.34
顶3层	150	0.260	39.0	1.09	2.19	1.95	2.58
顶4层	150	0.250	37.5	1.14	2.28	1.99	2.61

为了尽可能降低雷击电磁脉冲对设备的干扰影响,提高防护效果,设备机房不宜设置于顶一层,宜设置在建筑物底层中心部位,机房内设备远离引下线或钢柱<sup>[17]</sup>。

## 6 结论

地铁高架车站的雷电防护是非常重要的,在确定建筑物防雷类别、电子信息系统雷电防护等级以及屏蔽措施等方面,应严格执行相关规范标准,建筑

物应按第二类防雷建筑物、电子信息系统应按雷电防护等级A级要求进行设防,屏蔽措施要有效防止外界对机房内设备造成的电磁干扰,做到安全可靠、技术先进、经济合理,为地铁交通正常运行保驾护航。

### 参考文献:

- [1] 张春燕,黄延刚,陈易昕.2008-2012年广东省雷电灾害特征的分析[J].广东气象,2015,37(3):63-66.
- [2] 周宝琴,伍瑞林,吴坚铃.新型有轨电车的雷电防护研究[J].气象研究与应用,2017,38(1):144-147.
- [3] 刘永红.地铁车站的防雷接地保护研究[J].铁道工程学报,2008,115(4):94-97.
- [4] 裘丽强,徐启腾.城市轨道交通建设如何做好防雷安全工作[J].都市快轨交通,2009,22(4):54-56.
- [5] 李宏景,甘宝,陆启东.雷电灾害风险评估在实际工程中的运用[J].气象研究与应用,2014,35(3):105-107.
- [6] GB50157-2013,地铁设计规范[S].北京:中国建筑工业出版社,2013.
- [7] GB-80057-2010,建筑物防雷设计规范[S].北京:中国建筑工业出版社,2010.
- [8] GB50343-2012,建筑物电子信息系统防雷技术规范[S].北京:中国建筑工业出版社,2012.
- [9] 吴海,潘家利.建筑物雷击风险评估的风险分量及其影响因素[J].气象研究与应用,2010,31(2):88-90.
- [10] 高燚,劳小青,李健生,等.雷击风险评估中雷击大地年平均密度的计算[J].气象研究与应用,2009,30(3):68-70.
- [11] 劳伟,植耀玲,邓宁文.广西雷电灾害风险评估业务系统在南宁地铁二号线工程中的应用[J].气象研究与应用,2015,36(3):99-102.
- [12] 彭锦荣,曾庆硕,卢炳源.番禺区雷灾事故与雷暴日数闪电定位数据的对比分析[J].广东气象,2012,34(2):53-55.
- [13] 林奕峰.闪电定位系统资料的应用[J].广东气象,2011,33(1):62-63.
- [14] GB/T2887-2000,电子计算机场地通用规范[S].北京:中国标准出版社,2000.
- [15] GB50174-2008,电子信息系统机房设计规范[S].北京:中国计划出版社,2009.
- [16] GB/T 19271.2-2005/IEC TS 61312-2:1999,雷电电磁脉冲的防护第二部分:建筑物的屏蔽、内部等电位连接及接地[S].北京:中国标准出版社,2008.
- [17] 赵永云,刘刚,史成.计算机电子信息系统雷击风险评估与电磁脉冲的防护[J].气象研究与应用,2011,32(S2):232-233.