

文章编号: 2096-1618(2021)02-0169-05

# 高层建筑电梯雷击案例分析及探讨

蒋显红, 骆明佐, 石磊  
(四川省资阳市气象局, 四川 资阳 641300)

**摘要:**电梯防雷接地不规范不合理不到位,可能引发电梯主板被烧、电梯受损,甚至引发火灾等雷击事故发生,造成公共安全和人身财产损失。分析高层建筑电梯遭受雷击的原因,并提出高层建筑电梯防雷接地的安全措施,特别强调电梯在防雷设计上一定要按照国家相关规范要求,从而提高电梯防雷安全的可靠性,更好达到防雷减灾效果。

**关键词:**电梯;防雷接地;雷击;高层建筑  
**中图分类号:**TU895 **文献标志码:**A  
**doi:**10.16836/j.cnki.jcuit.2021.02.008

2013年6月18-20日,简阳市鳌山国际小区(属于资阳市管辖内)出现了局部强对流天气过程,据四川省雷电监测系统显示,18日19时49分-20日23时43分,简阳市共发生落雷13742次,最大正闪电电流强度为135.8 kA,最大负闪电电流强度为-59.7 kA。鳌山国际小区离沱江河不远,小区内高层建筑较多,大多为25层,共有22部电梯。此次雷击造成该社区2栋、7栋和8栋共3部电梯受损,2012年还击坏5部电梯,均是PLC电子板上的采集芯片损坏,直接经济损失达8万元左右。

## 1 鳌山国际小区现场勘察情况

### 1.1 小区的地理位置和外部环境

简阳市鳌山国际小区位于简阳市河东新区石桥镇沱江村,北与沱江四桥相邻,西面与沱江相邻,水汽条件较好,有利于形成强对流天气。小区内高层建筑较多,大多为25层,共有22部电梯,该小区高层建筑物都是采用钢筋混凝土的框架结构,各楼房均安装有防直击雷的接闪短杆,楼顶还搭建了彩钢小屋,安装有太阳能热水器<sup>[1]</sup>,都没有防雷接装置,屋顶的电缆线、信号线与防雷装置未保持安全距离<sup>[2]</sup>,这些都存在安全隐患。

### 1.2 小区防雷设施布置情况

简阳市鳌山国际小区总配电房、各楼房电梯的配电箱内均安有防感应雷的电源SPD,不过没到当地气象部门备案,电源SPD也没有提供防雷检验报告,安

装的电源系统SPD不能满足能量匹配要求,SPD的接线均超过0.5 m;电梯的控制系统无信号SPD,导致电梯PLC电子板遭感应雷所击;另外进入电梯房5方通话的架空线路没有设置SPD,也是遭受雷击原因之一。

### 1.3 小区雷击受灾设备情况

简阳市鳌山国际社区2栋、7栋和8栋楼的电梯遭雷击,被雷击坏电梯3部,均是PLC电子板上的信号采集芯片损坏,经济损失达8万元左右,见图1。



图1 遭受雷击的电梯主板

## 2 小区土壤电阻率测试及结果分析

用集思宝(Geo Survey)G310数据采集仪采集到简阳市鳌山国际小区中心点为30°25'43.71"N,104°31'43.56"E。用K-2127B多功能接地电阻仪,其型号为MI2127,选用温纳法测量土壤电阻率,测量标准GB/T17949.1-2000、QX/T105-2009,最后得出E边土壤电阻率为46.29  $\Omega \cdot m$ ,S边土壤电阻率为51.86  $\Omega \cdot m$ ,W边土壤电阻率为52.98  $\Omega \cdot m$ ,N边土壤电阻率为54.5  $\Omega \cdot m$ ,土壤电阻率较小,此区域容易遭受雷击,见表1。

表 1 土壤电阻率统计表

第 1 点:东方 30°25'43.63" N 104°31'43.50" E		第 2 点:南方 30°25'42.97" N 104°31'43.46" N		第 3 点:西方 30°25'43.27" N 104°31'42.98" E		第 4 点:北方 30°25'43.16" N 104°31'43.30" E	
间距 $a/\text{m}$	电阻率 $\rho/(\Omega \cdot \text{m})$	间距 $a/\text{m}$	电阻率 $\rho/(\Omega \cdot \text{m})$	间距 $a/\text{m}$	电阻率 $\rho/(\Omega \cdot \text{m})$	间距 $a/\text{m}$	电阻率 $\rho/(\Omega \cdot \text{m})$
1	82.4	1	76.3	1	87.9	1	89.5
2	76.3	2	83.6	2	67.4	2	52.4
3	43.4	3	56.3	3	57.2	3	49.4
4	38.5	4	38.5	4	42.1	4	67.4
5	42.4	5	42.4	5	38.4	5	38.4
6	37.2	6	36.3	6	46.2	6	42.6
7	28.7	7	42.4	7	47.4	7	47.4
8	21.4	8	39.1	8	37.2	8	48.9
结 果	平均值 46.29 最大值:89.5		51.86 最小值:21.4		52.98 总平均值:51.41		54.50 最后计算值:77.11

3 雷电活动区域分析

3.1 四川省全年雷电监测数据统计

2013 年四川雷电活动特征:全年共探测到云地闪

电回击 1253458 次,其中正回击 46569 次,负回击 1206889 次,正闪百分比约为 3.7%,负闪百分比约为 96.3%<sup>[3]</sup>,全年雷电较集中的月份为 6 月、7 月、8 月。8 月为雷电高发期,雷电次数占全年的 39.1% 以上。全年雷电正负闪击绝对值平均强度为 11.17 kA,见表 2。

表 2 2013 年雷电监测数据统计

参数	一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	十月
正闪数	2	7	945	2714	3267	11112	11563	12010	4429	483
负闪数	4	11	14626	53852	40555	257920	280068	478671	79466	1649
总闪数	6	18	14063	56566	43822	269032	291631	490681	83895	2132
雷电日	4	9	29	30	31	30	31	31	30	31
正闪平均强度/kA	36.6	29.41	31.27	29.75	27.94	27.56	30.21	29.18	28.18	26.31
负闪平均强度/kA	-48.53	-82.83	-10.09	-8.28	-8.68	-10.72	-10.87	-10.59	-10.21	-8.45
正闪强度最大/kA	47.6	59.5	447	485.7	168.5	431	344.9	458.9	183.6	133.8
负闪强度最大/kA	-145.4	-245.1	-217.3	-217.3	-113.8	-154.7	-264.7	-208	-134.4	-138.8

3.2 四川省 2013 年闪电强度分布图

四川省 2013 年闪电强度分布见图 2~3。

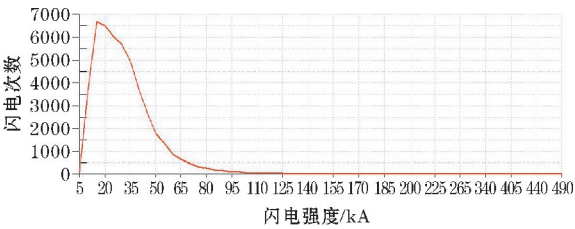


图 2 46569 次正闪强度分布曲线图

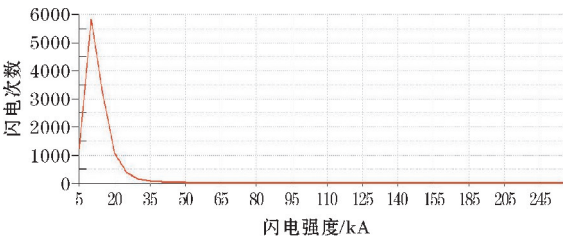


图 3 1206889 次负闪强度分布曲线图

全年共出现 46569 次正闪,强度主要集中在 10~35 kA,其中 15 kA 出现的次数最多<sup>[3]</sup>。

全年共出现 1206889 次负闪,强度主要集中在 8~20 kA,其中 10 kA 出现的次数最多<sup>[3]</sup>。

全年共出现 1253458 次雷电闪击,强度主要集中在 8 ~20 kA,其中10 kA出现次数最多,其概率值为47.4%。

3.3 四川省 2013 年闪电频度分布图

雷电频度分布图见图 4。

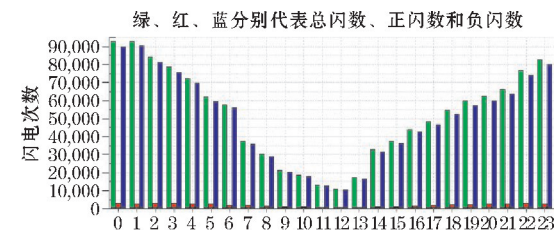


图 4 雷电频度分布图

从时间上分析,全年雷电活动主要集中在 14 时至次日 8 时,其中 20 时至凌晨 04 时为雷电活动最为频繁,8 时至 14 时雷电活动最少。

3.4 简阳市雷电活动分布

2013 年简阳市区域闪电发生次数高达 23531 次,在四川省排在较前位置,属于雷电多发区,发生频次在简阳市西南面和西北面最高,因此简阳市鳌山国际社区雷电活动频繁,见图 5、图 6。

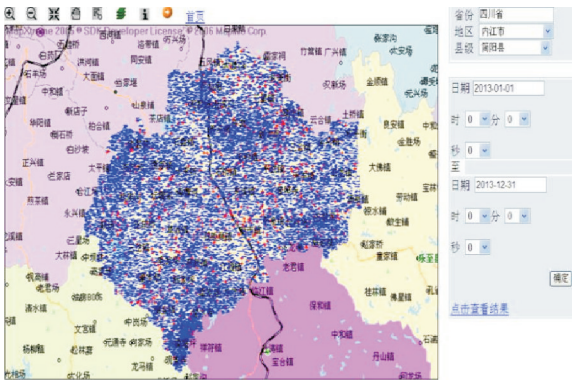


图 5 简阳市 2013 年雷电活动情况分布图

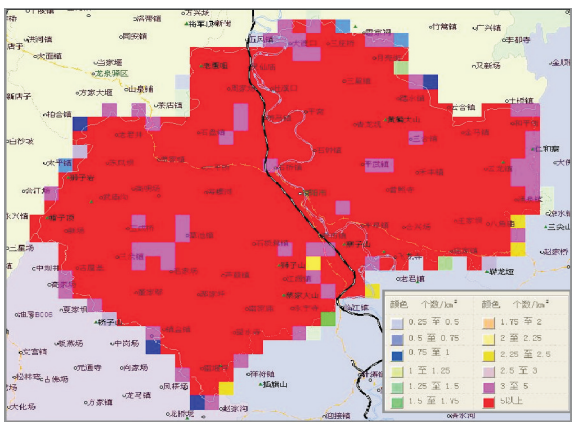


图 6 简阳市 2013 年雷电密度分布图

3.5 简阳市 2013 年 6 月 18 日 18 时 19 分—20 日 23 时 43 分雷电监测资料

根据四川省雷电监测系统显示,18 日 19 时 49 分—20 日 23 时 43 分,简阳市共发生落雷 13742 次,最大正闪电电流强度为135.8 kA,最大负闪电电流强度为-59.7 kA,当日雷电流强度大,鳌山国际社区容易遭受雷击,见图 7。

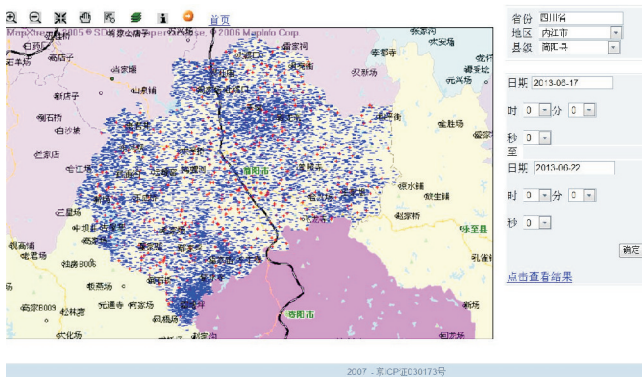


图 7 简阳市 6 月 18 日 18 时 19 分—20 日 23 时 43 分雷电监测显示图

4 电梯遭受雷击原因分析

简阳市鳌山国际社区由于土壤电阻率小,雷电活动频繁,屋面金属物体未进行防雷接地,电源线、信号线、防雷装置未保持安全距离,电梯安装的电源 SPD 通流量过小,接地线过长,信号 SPD 未安装,加之当日雷电流强度大,电梯必然遭受雷击。

综上所述电梯遭受雷击途径有直接和间接两种,直接途径也就是电梯机房在建筑物楼顶遭受雷电的直接击中,导致供电路线瘫痪,电梯损毁。间接途径就是雷击危害建筑物的弱电设备,主要表现为电位反击和雷电感应<sup>[4]</sup>,电位反击就是遭受雷击时感应出高的电压,直接破坏电梯的设备设施;雷电感应就是雷电使周围电子线路产生的电磁脉冲,它通过弱电设备的电源线、信号线、控制线进入<sup>[5]</sup>,击穿电梯的敏感微电子设备,烧毁电梯主板。

5 电梯防雷安全措施

5.1 电梯的安装位置

为避免雷电感应对电梯的危害,尽量将电梯布设在建筑物的中心位置<sup>[6]</sup>,避免强大的直击雷通过柱内钢筋泄流时产生的雷电感应对电梯的损坏,其次电梯



布设在建筑物中心位置为了项目开发空间利用,美观大方。

## 5.2 电梯机房外部防雷

电梯的外部防雷就是防直击雷,根据《建筑物防雷设计规范》(GB50057-2010)的要求,高层建筑直击雷是利用建筑物基础的钢筋,作为共用的接地装置,同时将45m以上的金属栏杆、金属门窗与防雷装置就近连接<sup>[7]</sup>,因此电梯机房外部的金属门窗就近与建筑物防雷装置进行可靠连接,防止直击雷带来的危害。

## 5.3 电源线、信号线的屏蔽

屏蔽是对两个空间区域之间进行金属隔离,以控制电场、磁场和电磁波由一个区域对另一个区域的感应和辐射,将电磁干扰源封闭起来。把电梯的电源线、信号线、控制线用金属线管包围,金属屏蔽层两端接地,并在交界处做好等电位连接,并与防雷接地装置相连,若只能一端接地的情况下,应采取两层屏蔽,外屏蔽层应两端接地<sup>[8]</sup>。

## 5.4 电梯等电位的连接

等电位连接目的在于减少雷电流所引起之电位差。根据《建筑物防雷设计规范》(GB50057-2010)第6.3.4条第4款规定:“所有电梯轨道、电缆桥架等大尺寸的内部导电物,其等电位连接应以最短路径连到最近的等电位连接带或其他已做了等电位连接的金属物,各导电物之间宜附加多次互相连接”<sup>[9]</sup>,当建筑物内有电子系统时,等电位连接宜采用金属板,并应与钢筋或其他屏蔽构件做多点连接,可见做好等电位连接对电梯安全至关重要。对于高层建筑的电梯机房来说,其金属门窗和构架都必须接地并进行等电位处理,使用40 mm×4 mm×300 mm铜排等电位接地端子进行可靠连接。

## 5.5 电梯电源 SPD 选择

在电梯控制系统安装电涌保护器(SPD)可将强大的雷电流泄入地,有效防止雷电灾害,可以在建筑的总配电箱设置第一级SPD,型号可选三相10/350  $\mu$ s电源SPD,冲击电流应选择 $I_{imp} \geq 12.5$  kA<sup>[10]</sup>;采用3+1形式时,中性线与PE线间宜不小于50 kA;在电梯机房配电箱内安装第二级电源SPD,其标称放电电流 $I_n$ 不应小于5 kA(8/20  $\mu$ s),也可选用三相40 kA的电源SPD,SPD两端的引线长度之和不大于0.5 m,接线应牢固。

## 5.6 电梯信号 SPD 选择

由于电梯信号采集部分大都为低压工作回路,如

果发生损坏会导致电梯出现瞬间故障,造成乘客受困受伤,因此信号SPD是防雷的重中之重,避免PLC电子板瞬间受损;信号SPD其电压保护水平 $U_p$ 和通过的电流 $I_p$ 必须与主板电子设备能量等级匹配,应选用 $I_{imp}$ 值为0.5~2.5 kA(10/350  $\mu$ s或10/250  $\mu$ s)的SPD或4 kV(10/700  $\mu$ s)的信号SPD来保护电梯电子主板。

## 6 做好电梯的日常维护

(1)每月定期对电梯机房进行日常检查<sup>[11]</sup>。查看机房控制柜内的主板是否正常、连接线是否脱落,电源SPD和信号SPD指示灯是否正常,连接处的铆钉是否牢固,接地扁铁是否锈蚀,等电位端子是否牢靠等等,发现问题要及时处理和维修。

(2)每年雷雨季节前对电梯机房进行防雷检测。邀请具有防雷检测资质的机构对高层建筑物主体和电梯机房进行防雷装置安全检测,包括电梯控制柜、走线架(槽)、电梯导轨、电梯基座、等电位端子等设备的过渡电阻要 $\leq 0.2 \Omega$ ,不符合要求的要及时整改。

(3)在雷雨天气下,要及时将电梯机房门窗关闭。

## 7 结束语

随着城市建设快速发展,电梯使用的场所越来越多,电梯的安全问题成为人们关注的焦点。为保证高层建筑电梯在雷暴天气下正常运行,必须建立一个科学完整的防雷防护体系<sup>[12-13]</sup>,以整体防御、综合治理、层层防护为原则,全方位的避免雷击事故发生,必须严格按照国家电梯相关防雷标准,积极采用可靠的技术施工,避免雷击对电梯设备的损伤,保障电梯的安全使用。

## 参考文献:

- [1] 钟启平,谢玉华,陈洋麟.实例分析电梯雷击事故产生的原因及应对方法[J].地球,2013(10):219-219.
- [2] 朱建国.居民小区电梯四遭雷击事故分析及对策[J].科学与财富,2018(9):66-67.
- [3] 高文俊.川西高原雷电监测数据应用研究[D].成都:电子科技大学,2012.
- [4] 陈刚,黄冠军.高层建筑电梯防雷工程[J].现代建筑电气,2016(11):39-41.
- [5] 梁伟汉,李建勇.一起高层住宅电梯雷击事故分

析[J]. 气象研究与应用,2014(2):108-110.

[6] 堵晓栋. 电梯的防雷与电气安全保护措施探讨[J]. 电子技术与软件工程,2015(20):237.

[7] 罗恒,彭宇辉. 浅析雷击对电梯的危害和防护措施[J]. 西部特种设备,2020(6):70-74.

[8] 中华人民共和国住房和城乡建设部. GB50601-2010 建筑物防雷装置施工与验收规范[M]. 北京:中国计划出版社,2010:14-22.

[9] 中华人民共和国住房和城乡建设部. GB50057-2010 建筑物防雷设计规范[M]. 北京:中国计划出版社,2011:53.

[10] 中华人民共和国住房和城乡建设部. GB50343-2012 建筑物电子信息系统防雷技术规范[M]. 北京:中国建筑工业出版社,2012:24.

[11] 张宇峰,王笑秋. 电梯接地系统检测方法及防雷措施[J]. 黑龙江气象,2011(3):41-42.

[12] 周艳玲,王明明. 高校国防教育课程理论创新的思考[J]. 经济研究导刊,2008(5):172-174.

[13] 梅雪雄,董文岳. 一起电梯雷击故障分析及其防护措施探讨[J]. 中国电梯,2018(7):55-57.

Case Analysis and Discussion on Lightning Strike of Elevator in High Rise Building

JIANG Xianhong, LUO Mingzuo, SHI Lei  
( Meteorological Bureau of Ziyang City,Ziyang 641300,China)

**Abstract:** If the lightning protection and grounding of elevators are not standardized, unreasonable and not in place, the main board of elevators may be burned, the elevators may be damaged, and even fire and other lightning accidents may occur, causing public safety problems and personal and property losses. The author analyzes the causes of high-rise building elevator lightning, and puts forward the safety measures of high-rise building elevator lightning protection and grounding, especially emphasizes that the elevator lightning protection design must be in accordance with the relevant national standards, so as to improve the reliability of elevator lightning protection safety, and better achieve the effect of lightning protection and disaster reduction.

**Keywords:** elevator; lightning-proof grounding, lightning strike; high-rise building