

文章编号: 1006-4354 (2009) 02-0043-03

# 从一次雷击现象谈高层建筑直击雷防护

赵 东, 张朝临, 姚东升

(陕西省防雷中心, 西安 710014)

**摘 要:** 通过对滚球法原理的诠释和一次雷击事故分析, 阐述了确定接闪器保护范围时, 应按照接闪器高度小于和大于相应滚球半径时分别采用计算和画图方法以及用屋面避雷针和避雷带组合保护屋面设施时, 避雷针高度的确定方法, 提出高度超过 60 m 的高层建筑防直击雷应采用将屋面避雷带设置为等于或超出屋沿的垂直边缘或避雷短针和避雷带混合组成接闪器的保护措施。

**关键词:** 滚球法; 雷击; 高层建筑; 防护

**中图分类号:** TM865

**文献标识码:** B

《高层民用建筑设计防火规范》(GB50045—95)<sup>[1]</sup>规定 10 层及以上的居住建筑(包括首层设置商业服务网点的住宅)和建筑高度超过 24 m 的公共建筑为高层建筑。目前, 高层建筑及其屋面设施采取的防直击雷措施是按照《建筑物防雷设计规范》(GB50057—94)<sup>[2]</sup>的要求, 在建筑物屋角、屋脊、屋檐和脊角等易受雷击的部位以及屋面设施的附近敷设避雷针、避雷带或混合组成的接闪器。实际工作中, 由于高层建筑的高度、屋面结构、屋面形式及周围环境各不相同, 接闪器布设的形式、位置、高度会使其保护范围产生很大的差异, 雷击高层建筑物的现象时有发生。本文以滚球法原理对一次典型雷击事故分析, 探讨高层建筑直击雷防护。

## 1 滚球法

《建筑物防雷设计规范》规定用滚球法确定接闪器保护范围, 工作原理: 当一个半径  $h_r$  的球体

任意滚动时, 只触及接闪器(包括被利用作为接闪器的金属物)或只触及接闪器和地面(包括与大地接触并能承受雷击的金属物), 而不触及需要保护的部位时, 则该部分得到接闪器的保护。

滚球半径  $h_r$  按第一、二、三类防雷建筑物分别取 30 m、45 m、60 m, 根据雷击的电气—几何模型  $h_r = 10I^{0.65}$ , 第一、二、三类防雷建筑物对应的雷电流分别是 5.4 kA、10.1 kA、15.8 kA, 可以看出, 滚球半径和雷电流强度呈正比。滚球半径越大, 同一接闪器保护范围也越大, 也就是说, 某接闪器按照一定滚球半径得到的保护范围如果能够满足某建筑物的防护要求, 则该接闪器的保护范围能够满足超过该滚球半径对应雷电流强度雷电的防护需要。

用滚球法确定避雷带保护范围时, 避雷带的高度小于滚球半径时, 可以将避雷带视为多个独立避雷针, 直接依文献 [2] 公式计算避雷带外侧

收稿日期: 2008-09-14

作者简介: 赵 东 (1964—), 男, 浙江东阳人, 工程师, 从事防雷科技服务和研究。

环境“高温天气”的高温几乎都低于 37℃, 有防则危害减轻; ②强高温期即干热环境高温天气主要分布在 7 月 17 日—8 月 5 日, 特别是 7 月下旬伏旱期, 应特别关注。

4.3 宝鸡市高温天气 30 a 中偏弱、中等、偏强年份各占三分之一, 偏强年有备则无大害。

## 参考文献:

- [1] 陆建林, 杨雅兰. 高温对蟾蜍离体心脏心率变异性的影响 [J]. 中国现代医学杂志, 2008, 10, (6): 70-72.
- [2] 宋金艳, 刘东焕, 赵世伟, 等. 高温伤害光合机构原初位点的研究进展 [J]. 生命科学, 2008 (2): 263-267.

保护范围；当避雷带高度大于滚球半径时，需要根据避雷带与其外侧的其他接地金属物、接闪器位置，通过画图法确定外侧保护范围；建筑物顶附属设施需要安装避雷针时，如采用建筑物上的避雷带做为滚球的另一个接触点，各处避雷带与避雷针距离不同，且避雷带不能像大地一样无限延伸，避雷针高度须用画图法确定（图1）。其中， $OC'$ 为拟设避雷针， $O$ 点为避雷针基点， $A$ 点为被保护物距避雷针水平距离最远端在被保护物最高点垂直避雷针平面上的位置， $B$ 点为通过被保护物在屋面正投影且距避雷针水平距离最近的避雷带（点），以 $A$ 、 $B$ 两点为圆心， $h_r$ 为半径做圆弧相交于 $D$ 点。以 $D$ 点为圆心， $h_r$ 为半径做圆弧与 $OC'$ 相交于 $C$ 点， $OC$ 即为避雷针的高度。此时，该避雷针能够对被保护物完全保护。

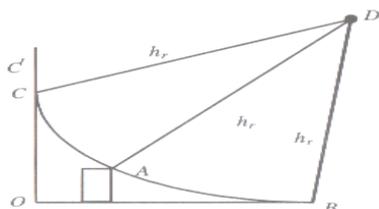


图1 避雷针高度的确定

图1 避雷针高度的确定

## 2 雷击事件概况

2007-06-12-20:50，西安某70 m高的住宅楼遭直接雷击，雷电将该建筑屋面女儿墙东南角击坏，击落的混凝土块将附近一多层楼房墙面砸坏。根据雷击时间和雷击地点的经纬度，查询陕西省闪电定位监测系统监测资料，确定该雷电为负闪电雷击，雷电流强度为-19.7 kA。

对雷击现场勘查发现，该高层建筑东面和南面地势相对开阔，距离最近的高层建筑也>200 m，2高层建筑中间有些5、6层无防雷装置的低矮建筑。遭雷击的建筑屋布设见图2。经检测，该建筑避雷带接地良好。

## 3 雷击事故分析

该建筑物遭受直接雷击的原因可能：一是没有按照滚球法<sup>[2]</sup>确定保护范围，使接闪器的保护范围无法覆盖整个建筑物；二是虽然按照滚球法

确定保护范围，但造成雷击的雷电流过小，产生雷电绕击现象。

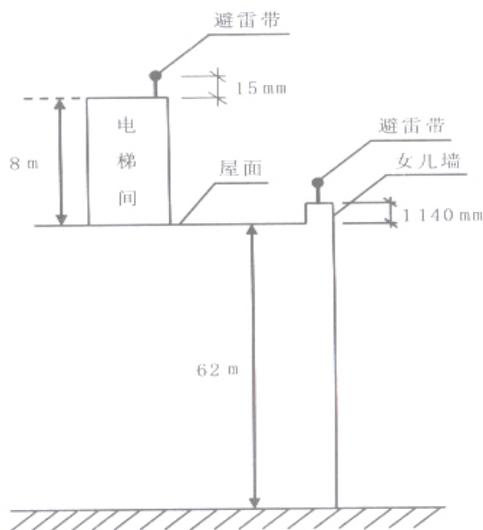


图2a 住宅楼立面图

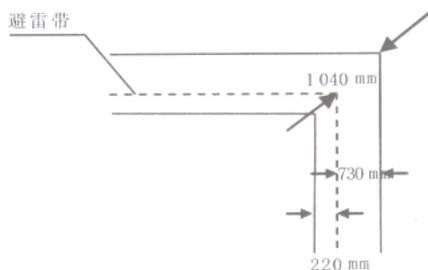


图2b 住宅楼顶平面图

对遭受雷击住宅楼年预计雷击次数的计算，确定该楼应划为第三类防雷建筑物，设计保护范围时滚球半径 $h_r$ 取60 m，对应雷电流强度为15.8 kA，小于闪电定位监测系统监测得雷电流强度19.7 kA，因此，雷击过程不存在因雷电流过小而产生雷电绕击现象。

该楼东南方向的低矮建筑物均无防雷装置，用滚球法确定保护范围时，低矮建筑的屋顶不能作为接闪器或地面，相当于这些低矮建筑不存在。而住宅楼女儿墙避雷带高63.29 m，超过规定的滚球半径60 m，加之与其东南方向最近的其他接闪器的距离大于200 m，远远超过 $h_r$ 为60 m的球体直径120 m，因此，该住宅楼东南方向避雷带

的外侧得不到任何保护,遭受雷击也是小概率事件中的必然现象(图3)。

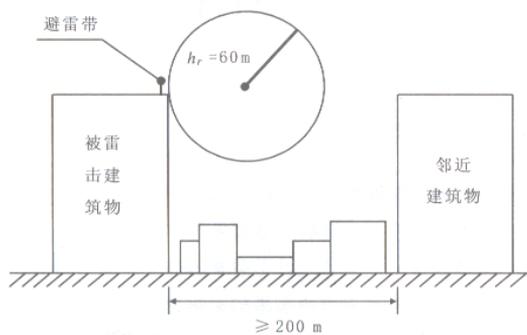


图3 高度超过滚球半径的避雷带外侧得不到有效保护

#### 4 高层建筑物的直击雷防护

大多数情况下,高层建筑物均采用在女儿墙上敷设避雷带实施雷电防护,避雷带设置为高度10~20 cm,沿女儿墙居中布设;还有一些避雷带采用暗敷方式布设,这些做法虽然匀称、美观,但在实际生活中存在一定的防雷隐患。

高层建筑物在设计直击雷防护措施时应该注意问题和采取措施。

(1) 详细勘查建筑物顶的结构布局、材料性质、周围环境和雷电活动规律,按《建筑物防雷设计规范》附录二的规定在建筑物易受雷击部位敷设接闪器。

(2) 尽量避免敷设暗装避雷带,防止建筑物遭雷击时脱落的混凝土块造成人员和财产损失及对日后检查、维修造成困难。超高层建筑物和人员密集区域应禁止敷设暗装避雷带。

(3) 高度不超过滚球半径的避雷带可视为多个避雷针的组合延伸,按各自的高度用滚球法计算保护范围。由于建筑物的转弯处多为阳直角,而大多数避雷带在转弯处采用直径不同的内切圆弧,则转弯处避雷带至建筑物外拐角的距离一般大于避雷带至女儿墙外侧水平距离的 $\sqrt{2}$ 倍。若对外拐角的保护范围不够,应采取增加避雷带高度,或在拐角处安装避雷短针,或将避雷带在外拐角处向外侧延伸做圆弧连接,以增大在拐角外

侧的保护范围。

(4) 高度超过滚球半径的建筑物,应采用画图法确定任意两个接闪器在所需断面上的保护范围。确定接闪器在建筑物外侧保护范围时,应先查看周围其他建筑物的接闪器和该建筑物的接闪器能否组成混合接闪器对建筑物实施保护,若能用画图法确定保护范围;若不能,则接闪器外侧无任何保护范围。此时,应将屋面避雷带设置为等于或超出屋沿的垂直边缘,起到保护屋沿的作用。

(5) 研究表明<sup>[3]</sup>,当梯级先导发展到接近地面时,它的运动趋向开始受地面物体的影响。先导前端与地面高物体之间产生很强的大气电场,高物体上的尖端突出物向上发出迎面先导,冲向下行先导这一导电通道,完成一次回击放电。由此可见,高层建筑物尖端聚集的强空间电荷能够引导下行先导,从而增加雷电闪击的定位性。高层建筑物顶端处和积雨云之间的电场强度是随着建筑物的高度而递增的,越高的建筑物越容易产生上行先导而引发上行雷击,高层建筑物遭受上行雷击的次数也明显增加。因此,为可靠地拦截闪电和控制雷击点,对高度超过60 m的高层建筑,宜在建筑物顶部的阳角部位安装易于吸引上行先导的垂直避雷短针,配合在易受雷击部位敷设的避雷带,由这两者的混合组成建筑物的接闪装置。

#### 5 小结

高层建筑物及其屋面设施的直击雷防护设计应在认真勘查周围环境及布局的基础上,按照建筑物高度在相应滚球半径以上和以下两种情形,正确理解滚球法原理,进行雷电防护设计。

#### 参考文献:

- [1] GB50045-95 高层民用建筑设计防火规范[S].
- [2] GB50057-94 建筑物防雷设计规范[S].
- [3] 虞昊,臧庚媛,赵大铜.现代防雷技术基础[M].北京:气象出版社,2002:48-62.