

文章编号:1673-8411 (2016) 03-0117-03

多支接闪杆保护范围的计算方法

陈锐, 刘洲荣, 陆金凤

(柳州市气象局, 广西, 柳州 545002)

摘要:针对《建筑物防雷设计规范》(GB50057-2010)中关于接闪杆保护范围的计算方法不够精确的问题,分别探讨双支接闪杆和三支接闪杆保护范围的计算方法,从而对被保护物是否在接闪杆保护范围内作出精确判断,这些计算方法可为防雷检测工作及防雷工程设计提供精确理论依据。

关键词:多支接闪杆;保护范围;计算方法

中图分类号:P49

文献标识码:A

Calculation Method of multi-branch lightning Rod Protecting Area

Chen Rui, Liu Zhou-rong, Lu Jin-feng

(Liuzhou Municipal Meteorological Service, Lliuzhou Guangxi 545002)

Abstract: Based on the inaccurate problem of lightning rod protection scope calculating method in the "Building Lightning Protection Design Code" (GB50057-2010), the calculation method of protection scope of double branch and triple branch lightning rod were respectively discussed to make accurate judging the protected objects within the scope. The calculation method could provide theory basis for lightning protection testing work and lightning protection engineering design.

Key words: multi-branch lightning rod; the protection area; the calculation method

1 引言

在防雷检测及防雷工程设计工作中,经常遇到多支接闪杆保护范围的计算问题,《建筑物防雷设计规范》(GB50057-2010)中只给出了单支和双支接闪杆保护范围的计算方法,但未对这种计算方法的使用条件作出规定,也没有给出被保护物是否在接闪杆保护范围内的判定方法;更未提及三支接闪杆保护范围的计算方法。然而,这些问题却是我们实际工作中经常遇到的,因此,有必要对双支接闪杆和三支接闪杆保护范围进行分析,从而为防雷检测工作及防雷工程设计提供精确理论依据。

2 双支接闪杆保护范围的计算方法

2.1 根据接闪杆高度及距离判断是否采用双支接闪杆保护范围计算方法

设双支接闪杆的高度分别为 h_A 、 h_B ,接闪杆之间的距离为 d ,滚球半径为 r ,利用单支接闪杆保护范围的计算方法计算出两支接闪杆在地面的保护范围 r_A 和 r_B ,具体判定步骤如下:

(1)当 $d > r_A + r_B$ 时,说明两支接闪杆之间距离过大,应按单支接闪杆保护范围的计算方法来分别计算两支接闪杆的保护范围;

(2)当 $d \leq |r_A - r_B|$ 时,说明两支接闪杆距离过小,应按单支接闪杆保护范围的计算方法来计算接闪杆

收稿日期:2016-05-18

基金项目:柳州市气象局科研项目

作者简介:陈锐(1978-),男工程师,从事防雷工作

A 保护范围;

单支接闪杆保护范围的计算在《建筑物防雷设计规范》(GB50057-2010)中已有详细介绍,这里不再说明。

2.2 双支接闪杆保护范围的计算

若未出现两支接闪杆距离过大或过小的情况,则有图 1 所示为双支接闪杆在地面上的保护范围示意图,图中 A、B 点分为接闪杆 A 和接闪杆 B 的坐标, C、D 点分别为为滚球与地面的两个接触点, M 点为被保护物的特征点, A、B、M 点的坐标有测量得出, C、D 点的坐标均可根据《建筑物防雷设计规范》(GB50057-2010) 中双支接闪杆保护范围的计算方法得出。双支接闪杆在地面的保护范围,分为三个部分,接闪杆 A 的保护范围(左侧扇形 ACD)部分、中间四边形 ACBD 部分和接闪杆 B 的保护范围(右侧扇形 BCD)部分。计算被保护物是否在接闪杆保护范围内的步骤如下:

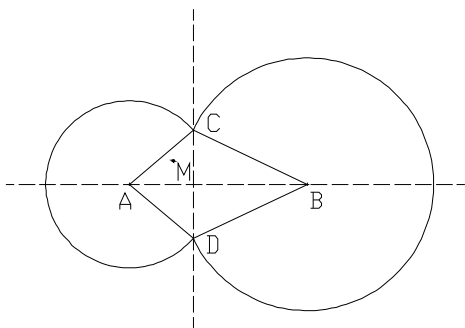


图 1 双支接闪杆在地面保护范围

(1) 当 M 点的高度同时高于接闪杆 A、B 的高度时,则 M 点不在接闪杆 A、B 的保护范围内。

(2) 当 M 点不在图 1 所示的封闭区域内时,则 M 点不在接闪杆 A、B 的保护范围内。

(3) 当 M 点在地面的投影处于左侧扇形 ACD 区域内时,应按照单支接闪杆保护范围来的计算方法来计算和判定 M 点是否处于接闪杆 A 的保护范围内。

(4) 当 M 点在地面的投影处于右侧扇形 BCD 区域内时,应按照单支接闪杆保护范围来的计算方法来计算和判定 M 点是否处于接闪杆 B 的保护范围内。

(5) 当 M 点在地面的投影处于中间四边形 ACBD 区域时,说明被保护物处于两支接闪杆共同作用的保护范围内,在被保护物 h_x 的高度的保护范围为:分别以 C 点、D 点为圆心,以 $r_x = \sqrt{h_r^2 - (h_r - h_x)^2}$ 为半径作出的弧线的外侧部分与四

边形 ACBD 交集部分。

3 三支接闪杆保护范围的计算方法

三支接闪杆保护范围的计算方法是三支及三支以上接闪杆保护范围计算的基础,当遇到三支以上接闪杆保护范围的问题时,应将其划分为若干个三支接闪杆保护范围来计算。

3.1 根据三支接闪杆高度及距离判断是否采用三支接闪杆保护范围计算方法

设三支接闪杆的高度分别为 h_A 、 h_B 、 h_C , 接闪杆之间的距离分别为 d_{AB} 、 d_{BC} 、 d_{AC} , 滚球半径为 r , 利用单支接闪杆保护范围的计算方法计算出三支接闪杆在地面的保护范围 r_A 和 r_B 、 r_C , 具体判定步骤如下:

(1) 当 $d_{AB} \geq r_A + r_B$ 或 $d_{BC} \geq r_B + r_C$ 或 $d_{AC} \geq r_A + r_C$ 时,说明某两支接闪杆之间距离过大,应接单支或双支接闪杆保护范围的计算方法来计算;

(2) 当 $d_{AB} \leq |r_A - r_B|$ 或 $d_{BC} \leq |r_B - r_C|$ 或 $d_{AC} \leq |r_A - r_C|$ 时,说明某两支接闪杆距离过小,应接单支或接闪杆保护范围的计算方法来计算。

3.2 根据接闪杆上方滚球球心与接闪杆顶点的位置关系判断是否滚球是否同时接触三支接闪杆的顶点

设三支接闪杆的顶点坐标分别为 $A(x_1, y_1, z_1)$ 、 $B(x_2, y_2, z_2)$ 、 $C(x_3, y_3, z_3)$, 滚球半径为 r , 接闪杆上方滚球球心为 $O(x_0, y_0, z_0)$ 为未知数,列出方程组:

$$(x_0 - x_1)^2 + (y_0 - y_1)^2 + (z_0 - z_1)^2 = r^2$$

$$(x_0 - x_2)^2 + (y_0 - y_2)^2 + (z_0 - z_2)^2 = r^2$$

$$(x_0 - x_3)^2 + (y_0 - y_3)^2 + (z_0 - z_3)^2 = r^2$$

(1) 若方程无解,说明滚球未同时接触三支接闪杆顶点;

(2) 若方程只有 1 组解,则滚球圆心与三个顶点在同一平面上,滚球未同时接触三支接闪杆顶点;

(3) 若方程有 2 组解,则取 z_0 较大的一组解,判断 z_0 是否同时大于 z_1 、 z_2 、 z_3 , 若不是,则说明滚球未同时接触三支接闪杆顶点。

若出现了滚球未同时接触三支接闪杆顶点的情况,则说明滚球与其中一支或两支接闪杆相切,应计算出接闪杆与滚球相切的切点的坐标然后再重新计算。

3.3 根据球心与地面的关系判断滚球未同时接触三支接闪杆顶点

(1) 当 $z_0 - r < 0$ 时,说明滚球最低点低于地面,滚球未同时接触三支接闪杆顶点,应接单支或双支接闪杆的情况计算;

(2) 当 $|z_0 - r| = 0$ 时, 说明滚球刚好与地面接触, 应按单支接闪杆的情况计算;

(3) 当 $z_0 - r > 0$ 时, 则有如图 2 所示为三支接闪杆在地面的保护范围示意图和图 3 所示的在被保护物高度平面上的保护范围示意图, 图中, A、B、C 分别为三支接闪杆的位置, M 点为被保护物的特征点; O_1 、 O_2 、 O_3 分别为三支接闪杆的外侧在被保护物高度上未保护范围的圆心, r_x 分别为这三个圆的半径, O_1 、 O_2 、 O_3 坐标和 r_x 分别可以根据双支接闪杆的保护范围计算方法计算得出,

3.3 计算被保护物是否在接闪杆保护范围内的步骤如下:

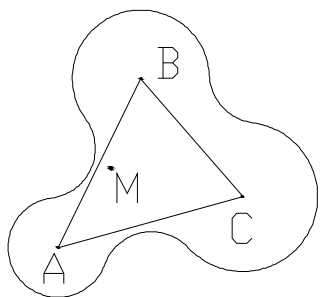


图 2 三支接闪杆在地面的保护范围

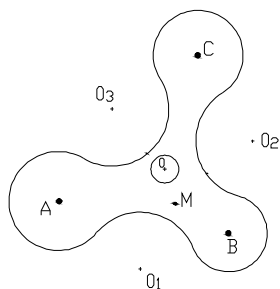


图 3 三支接闪杆在被保护物高度上的保护范围

计算任何情况下的接闪杆保护范围, 可为防雷检测和防雷工程设计提供可靠的理论依据。

(2) 在计算接闪杆保护范围时, 尤其是三支接闪杆保护范围的计算, 将涉及到复杂的数学计算过程, 如果通过人工的方式来计算, 工作量将非常大, 而且容易出错, 所以我们应通过计算机编程方式来进行计算, 从而提高计算的效率及准确率。

参考文献:

- [1] GB50057-2010 建筑物防雷设计规范, 中国计划出版社, 2011.
- [2] 高磊. 多支不等高避雷针保护范围的计算及应用 [J]. 广东气象, 2009, 31 (2): 43-47.
- [3] 陈秉华. 智能建筑接地技术 [J]. 广西气象, 2005, 26 (3): 39-41.
- [4] 舒兴武, 廖晓娟, 帅士春. 独立避雷针高度快速的计算方法 [J]. 广西气象, 2006, 27 (S2): 122-123.
- [5] 刘任翔, 许伟彬. 复杂土壤深井接地电阻的计算方法 [J]. 气象研究与应用, 2007, 28 (4): 58-61.
- [6] 劳小青. 低压电源电涌保护器设计与安装技术探讨 [J]. 气象研究与应用, 2007, 28 (S2): 184-186.
- [7] 劳小青, 潘家利. 采用几何算法判断三支不等高避雷针的保护范围 [J]. 气象研究与应用, 2008, 29 (1): 72-74.
- [8] 黄文标, 黄文高. 铁塔避雷针防雷检测跟踪验收应该注意一些问题 [J]. 气象研究与应用, 2011, 32 (2): 88-89.
- [9] 赵伟明. 探讨烟花爆竹厂的雷电防护措施 [J]. 气象研究与应用, 2010, 31 (4): 90-92.
- [10] 王伟良, 何灏, 加油站的雷电防护设计 [J]. 广西气象, 2005, 广西气象, 26 (4): 40-42.
- [11] 李福胜, 周大捷. 防雷接闪器选择和布置 [J]. 广西气象 2004, 25 (4): 30-31.
- [12] 杨经科. 对国家标准《建筑物防雷设计规范》的几点建议 [J]. 气象研究与应用, 2008, 29 (S1): 124-126.
- [13] 舒兴武, 廖晓娟, 帅士春, 等. 独立避雷针高度快速的计算方法 [J]. 广西气象, 2006, 27 (S2): 122-123.
- [14] 林苗. 建筑物防雷接闪器保护范围的研究 [J]. 广西大学学报 (自然科学版), 1996, 21 (2): 174-178.
- [15] 冯志伟, 马金福, 朱奎荣. 双支避雷针保护任意空间点的计算方法 [J]. 气象科技, 2012, 40 (2): 315-318.
- [16] 钱冠军, 王晓瑜. 避雷针保护范围及其物理模型 [J]. 建筑电气, 1977, 16 (4): 29-32.
- [17] 李耀先, 覃峥嵘. 撰写气象论文的几点注意事项 [J]. 广西气象, 2004, 25 (4).

(1) 当 M 点的高度同时大于接闪杆 A、B、C 的高度时, 则 M 点不在三支接闪杆的保护范围内;

(2) 当 M 点位于 $\triangle ABC$ 范围外时, 应按双支接闪杆方式计算;

(3) 当 M 点位于 $\triangle ABC$ 范围外时, 应分别计算 M 点与 O_1 、 O_2 、 O_3 之间的距离和 M 点与接闪杆上方滚球球心的距离, 若同时满足 $MO_1 > r_x$ 、 $MO_2 > r_x$ 、 $MO_3 > r_x$ 、 $MO > r$ 则说明被保护物在接闪杆保护范围内, 否则就不在接闪杆的保护范围内。

4 小结

(1) 多支接闪杆保护范围的计算方法可精确地