

# 浅析建筑物雷击概率影响因子

伍瑞林, 张宇飞, 钟博宏

(广州市气象局, 广东 广州 510000)

**摘要:**在对建筑物的防雷等级进行划分时,其年雷击概率(年预计雷击次数)是一个重要的参考因素。建筑物防雷设计国家标准(GB50057-2010)中对建筑物年雷击概率的计算方法考虑了部分影响因子,如建筑物的长宽高以及建筑物所处地区的雷击大地年平均密度,对于建筑物本身各部位遭受雷击的概率情况,未能有所反应,结合建筑物年预计雷击次数计算公式,另外考虑了建筑物几何特性对雷击概率的影响,浅要分析了影响建筑雷击概率的各个参数。

**关键词:**雷击概率;几何结构;地理环境;气象环境;雷击密度

在对建筑物进行防雷设计和雷电环境分析时,需要考虑到建筑物的预计雷击概率情况,以进行有针对性的防护。影响建筑物雷击概率的因素有很多,如建筑物的几何结构<sup>[1-2]</sup>、地理环境、气象环境<sup>[3]</sup>等,不同因素对于雷击概率的贡献程度也各不相同,因此在计算实际值时,要进行分别对待。这里简要介绍各个因子如何对雷击概率产生影响。

## 1 建筑物几何结构对雷击概率的影响

由于晴天的大气相对于地面始终带有正电荷,地面带有负电荷,因此晴天的低层大气中存在着垂直向下方向的静电场<sup>[4]</sup>,对于处在静电场环境中的建筑物而言,其表面曲率较大的地方(屋顶尖端、檐角等)较平缓处等势线分布更为密集,附近的场强也越强,有时其值比周围环境电场大几十甚至百倍。当雷电先导发展到建筑物附近范围时,先导头部与檐角等部位的电场强度更容易达到空气击穿的阈值,先导朝檐角定向发展的概率更高,因而对于同一栋建筑而言,其表面曲率大的地方,雷击概率要较平缓处更高。

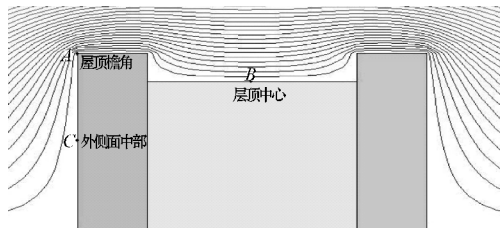


图1 建筑物不同部位等势线分布示意图

图1为一栋单体复杂建筑物在大气电场环境下等势线的分布,可以看出,处于建筑物边缘檐角处A点附近的等势线分布较屋面平坦处B点和建筑外侧面

中部C点更为密集。通过数值模拟计算可知<sup>[5-6]</sup>,A点附近电场强度达B点的1.75倍,C点的3.97倍,由此可见,A处相较B、C两个位置更容易成为建筑物的闪击点,因此需要设计更加有效的防雷措施以减小雷电对建筑物檐角部位的损害。

## 2 地理环境对雷击概率的影响

地理环境对既定建筑物雷击概率的影响主要体现在两个方面:建筑物所处周围地质结构的影响,一般表现为低土壤电阻率地区更容易遭受雷击;建筑物所处地形的影响,通常位于旷野孤立处的建筑比位于高大山体周边的建筑有更大的雷击概率。

雷击与地质结构的关系,苏联科学家H·C·Ctehojhkob通过实验模拟表明,如果区域内土壤电阻率分布不均匀,那么低土壤电阻率地区遭受雷击的可能性更大。通常认为,在闪电先导放电的过程中,土壤中的电导电流主要沿着电阻率较小的路径流通,使地面电导率低的地方聚积更多与雷暴云极性相反的电荷,雷电就自然朝这些方向发展。

H·C·Ctehojhkob的实验结果和实际调查情况都证明,土壤电阻率较大的山区和平原雷电选择性都比较明显,雷击经常发生在有金属矿床的地区、河岸、地下水出口处、山坡与稻田接壤的地上和具有不同电阻率土壤的交界地段。在湖沼、低洼地区和地下水位高的地方也容易遭受雷击。同时山地的东坡、南坡较西坡、北坡易受雷击,山中的平地较峡谷易受雷击<sup>[7]</sup>。中国采用的建筑物防雷设计规范(GB-50057-2000)对建筑物雷击概率的计算采用的校正系数 $k$ 中,以上区域建筑遭受雷击的概率也比一般情况下大1.5倍。

雷击与地形的关系,Petrov等<sup>[8]</sup>在对雷电的模拟过程中发现,地形与建筑物的雷击概率之间具有密切

的关系,位于山体底部的建筑相较于平坦区域截收模拟雷击的次数更少,这是因为周围高于建筑物的自然物体截收了本来击向于建筑物的闪电,从而减小了建筑物的雷击概率。IEC62305 的第二部分风险管理中,对于雷击建筑物的年度平均次数评估采用校正系数  $C_d$ ,当建筑物被其他物体包围时,取值为 0.5,当建筑物周围没有其他物体处于孤立状况时,取值为 1<sup>[9]</sup>。从雷击概率的模拟结果和 IEC 中经验公式里的校正系数可以看出,当处在高大山体周围时,由于临近物体的屏蔽作用,建筑物遭受雷击的可能性降低。

3 气象环境对雷击概率的影响

气象环境对建筑物雷击概率的影响主要体现在建筑物所处区域雷暴产生可能性的区别,直观的指标就是地区的年平均雷暴日数  $T_d$ ,对于同一建筑物,由于所处区域气候条件的差异,其每年发生雷击的次数不同,建筑物遭受雷击的概率也就各不相同。

在 IEC 经验公式对建筑物雷击概率的计算式中,年雷击大地平均密度  $N_g$  (次/(km<sup>2</sup>·a)) 是一个重要的参数,其值大小直接影响建筑物的年预计雷击次数。 $N_g$  的值与年雷暴日  $T_d$  之间有着直接联系,当处于不同的气象环境时,  $T_d$  的值差别很大(表 1)<sup>[10]</sup>,其中最高的云南省景洪市达到 120.8 天,最低的青海省格尔木市仅为 2.8 天。两栋形状结构一致的建筑物,如果分别处于格尔木市和景洪市,根据式(1)和式(2)计算得到的建筑物年雷击概率相差有 133 倍。

$$N = k \cdot N_g \cdot A_e \tag{1}$$

$$N_g = 0.024T_d^{1.3} \tag{2}$$

表 2 中国不同地区雷击密度对比(简表)

地区	年平均雷暴日 d/a	年雷击大地平均密度次/(km <sup>2</sup> ·a)
北京市	36.3	2.559
上海市	28.4	1.860
大连市	19.2	1.118
福州市	53.0	4.186
广州市	76.1	6.699
南宁市	84.6	7.688
景洪市	120.8	12.215
西安市	15.6	0.854
格尔木市	2.8	0.091
香港	34	2.350
海口	104.3	10.092

可见,GB50057-2010《建筑物防雷设计规范》中对于建筑物年预计雷击次数的规定简化考虑了各影响因素,用等效截收面积计算建筑物几何结构的影响,用土壤电阻率计算地质条件的影响,对于地理环境的影响

用校正系数  $k$  纠偏,对于气象环境的影响用年雷击大地的平均密度来代替,该公式对于建筑物雷击概率的粗略计算比较方便也较为实用。但是如果要精细化计算一栋已知建筑物的各部位的雷击概率,则国标中的计算公式就显得略为简单,这也是该公式的不足之处。

由此可见,进行建筑物雷击概率计算是要充分考虑其几何结构、地理环境、气象环境等因素的影响,才能更好地进行有针对性的雷电防护工作,实现理想的防雷效果。

参考文献:

[1] GB 50057-2010,建筑物防雷设计规范[S].

[2] Tibor Horvath. Computation of Lightning Protection[M]. England: Rdearch Studies Press Ltd. , 1991: 35-42.

[3] 马乃祥. 长间隙放电 [M]. 北京: 中国电力出版社, 1990:142-143.

[4] 盛裴轩. 大气物理学 [M]. 北京: 北京大学出版社,382.

[5] 耿雪莹,张其林,刘明远,等. 地面建筑物(群)对雷暴云大气电场影响的模拟研究[J]. 气象科技,2012,(5).

[6] 宋燎原,王平. 静态电磁场边值问题计算方法[J]. 大学物理,2007,(8):26-8.

[7] 张小青. 防雷及接地技术 [M]. 北京: 中国电力出版社,2003.

[8] N I Petrov, G N Petrova. Quantification of the Probability of Lightning Strikes to Structures Using a Fractal Approach[J]. IEEE Transactions on Dielectrics and Electrical Insulation, 2003,10:641-654.

[9] IEC62305-2 Protection against lightning-Part 2 Risk management[Z]. 96-97.

[10] GB-50343-2004,建筑物电子信息系统防雷技术规范[S].