

雷击过电流过电压的影响破坏与排解方式研究

空中雷击形成过电流过电压，是严重的故障源，如何排解，关系到电力传输设备的受损程度，尤其对接地电阻值高的硬质地理状况，需要进行降阻研究，打破阻碍瓶颈，提高雷击过流过电压的排解释放功能。对此进行了分析探索，拟定和采取了改进措施，应用效果良好。

阳 锋 吴 先 王 琴/国网四川省电力公司阿坝供电公司

雷击过电流过电压的形成与危害

夏季，空中由于温度、气流和压力等变化，正负电荷激烈碰撞，产生电闪雷鸣，引发大气过电流，袭向高压输电网络，对电力设施造成严重影响与危害。由于雷电是大气活动的自然现象，迄今还不可控制，为此需要对常发事故进行分析，寻找雷电规律，以加强防范措施。

雷击放电有两种情况：一是天空中有两块带异性电荷的雷云，当其相互接近时，会使两块云之间空气绝缘击穿，发生碰撞、轰鸣和闪电现象；另一种情况，是雷云较低，附近尚无带异性电荷的其他云层，该雷云则将对地放电，特别是对地面上的独立、高端、大型树木和建筑物放电，往往直接造成破坏，故是很严重的境况。

根据雷电观测资料，雷云对地放电大多数要重复2~3次。其中第一次放电经过分级发展，雷云的负电荷与地面的正电荷贯通接触，沿先导发展路径进行放电，该次放电电流逐渐升高，称为预放电；经过短暂时间间隔，沿第一次放电通路出现第二次放电，第二次放电

不再分级进行，而是连续发展出现主放电，此次放电电流最大；随之进行第三次持续放电，该段放电电流逐步减小，但时间较长。雷击电流、电压与阻抗间的关系如图1所示。

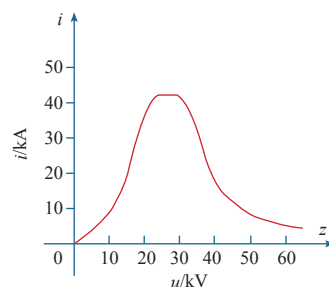


图1 雷击电压阻抗特性曲线

图1示出了雷击放电中电流、电压与阻抗的三元素特性曲线。其中纵轴 i 为雷击电流，它是大气运动，自然现象引发的数据，而横坐标阻抗 z 则是被雷电击中物体的实际参数，中间曲线为电流、阻抗相互作用中产生的雷击电压曲线。

从图1中可以看到：在雷击主放电时的电流很大，能达几十、上百千安（图中例举了部分），地面上的物体被雷电击中时，强大的电流快速流过被击物体，在物体阻抗作用下，产生数百千伏的冲击电压，亦为雷击过电压，几者综合作用下，有可能对被击物体带来巨大破坏。

为此，要有针对性研究设计出有效、可靠的防护措施。

接地电阻对雷电释放的影响

在电力网络中，所设置的避雷针、避雷器和避路线等，对雷击电流电压有



阳 锋/工程师

关键词/Keywords

过电流过电压 ·
电力破坏 ·
网状接地 ·
降阻排释 ·

吸引、遮拦和防护作用,但向空中的自释放、反排功能却很差。根据经验提炼,目前普遍采取的是将雷电引向大地,实施排解释放。

向大地释放雷击电流电压的过程,又和接地电阻相关,很明显,接地电阻小,排解顺畅;反之阶梯电阻大,形成瓶颈,必然排解缓慢。而排解越缓慢,对电力设施影响危害越大,所以,接地电阻是重要技术参数。

在雷电排解和设备安装的稳定性上,又存在着矛盾,例如在电力杆塔选址上,希望地基坚硬、干燥和腐蚀性小,方才更加耐久、稳定和可靠;但这样的地基结构必然质地密集,含水量少,接地电阻大,传导功能差,所以,对雷击的过电压、过电流排解和释放能力大为减弱,由此又加重了危害性。

那么,接地电阻值到底多大合适?这方面,国家做出了明文规定,如GB 50057—94《建筑物防雷设计规范》中规定工频接地电阻不应大于 $10\ \Omega$ 。这就为塔基选址和建造找到了依据,如果不符合规范要求,则必须采取整改措施,确保将雷击过电流、过电压有效释放掉。

改造设计

对接地电阻值大,雷电释放功能差的地基需做出降阻设计,以改变其不利状况。这里根据工作经验和探索总结,研究制作出了网状式防雷接地线。如图2所示。

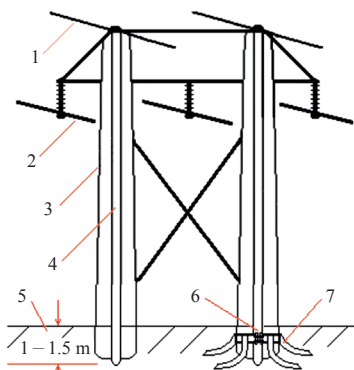


图2 接地线改造示意图

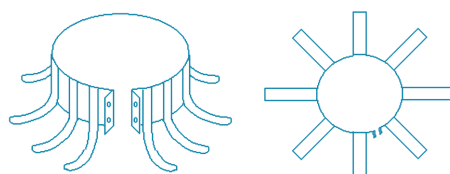
1—避雷线 2—输电线 3—水泥杆 4—接地线 5—大地
6—金属圆箍 7—网状接地线

图2以水泥杆为例,为防雷击损伤,其避雷线1是从顶端用金属条或金属片沿杆体的外部引接到地下。

金属条或金属片对雷击过电压和强电流只是起引导作用,而基本无消除功能,真正的排解释放,是靠大地。如220 kV地线在与大地接触中,尽管金属条或金属片可以深埋1.5 m以上,但遇到水泥、岩石等高阻型地基,一根接地线的释放效果并不好,有待改进。

综上所述,在接地线进入地面适当位置,如0.2 m处的水泥杆上,套装了一个金属圆箍,该金属圆箍的周围焊接了4~8根分支接地线。这4~8根分支接地线即可伸向四面八方,形成网状型接地线,即把图2左面水泥杆上原有的一根接地线,变成了右面水泥杆上4~8根新型网状式接地线。

前述的金属圆箍式接地线如图3所示。



(a) 网状圆箍式接地线图 (b) 8分支俯视图

图3 网状接地线示意图

图3a为网状圆箍式接地线,图3b为8分支线俯视图。从该图示中可以看到:

1) 各高度800~1 000 mm、外伸30 mm的斜面弯曲型分支接地线焊接在圆箍的表面上,里面则光滑,这样既有新接地线的稳固,又有水泥电杆上原金属接地片有更多平整的接触面积。

2) 圆箍采用5 mm镀锌板、条制作,直径与水泥电杆配套,一般为400~600 mm,高度取80 mm;还设置有30~40 mm开口,开口两侧制作有50 mm×80 mm连接档板,档板钻有上下圆孔,便于 $\Phi 10$ mm螺钉穿过。

在实用中,根据电杆一般挖坑的直径1 000 mm左右,深度1 000~1 500 mm的结构,可选择适当的位置,将带有网状接地线的金属圆箍置入水泥杆和原装接地线中,再用上下螺钉用力拉紧,

(下转第116页)

- 29-32.
- [5] Yu F T, Yin S. Fiber optic sensor [M]. New York: Marcel Dekker, 2002.
- [6] 靳伟, 廖延彪, 张志鹏. 导波光学传感器原理与技术 [M]. 北京: 科学出版社, 1998.
- [7] Yu Hongbo, Liao Yanbiao, Jin Wei. Review of the optical fiber sensor [J]. Laser and Infrared, 2002, 32 (3): 193-196.
- [8] Jin W, Stewart G, Culshaw B. Absorption measurement of methane gas with a broadband light source and interferometric signal processing [J]. Optics Letters, 1993, 18 (6): 1364-1366.
- [9] Shimose Y, Okamoto T, Maruyama A, et al. Remote sensing of methane gas by differential absorption measurement using a wavelength tunable DFB LD [J]. IEEE Photonics Technology Letters, 1999, 3 (1): 178-181.
- [10] 王艳菊, 王玉田, 张玉燕. 差分吸收式甲烷气体传感系统的研究 [J]. 仪器仪表学报, 2006, 27 (12): 1647-1650.
- [11] 王艳菊. 基于光谱吸收的光纤式有害气体测量技术的研究 [D]. 秦皇岛: 燕山大学, 2006.
- [12] 王艳菊, 王玉田, 王忠东. 用于气体差分检测的微弱信号处理电路的研究 [J]. 传感器与微系统, 2006, 6 (25): 13-15.
- (收稿日期: 2015-04-13) **EA**

(上接第65页)

既保证与原装接地线全面接触, 又使新网状接地线稳固, 然后再回填石籽, 夯实电杆。

再通过计算模式, 可以进一步看到网状接地线的作用。图3中例举的8根接地线, 形成并联关系, 把原一根接地线的对地电阻变成了8个分支对地电阻, 其新的并联电阻值 $R_{\text{总}}$ 可按式计算

$$1/R_{\text{总}} = 1/R_1 + \dots + 1/R_8$$

所以, 新的并联电阻值 $R_{\text{总}}$ 能将原大地的整体电阻降低8倍, 例如岩石初测电阻高达40 Ω , 经处理后的总阻值为 $R_{\text{总}} = 40 \Omega / 8 = 5 \Omega$ 。远小于国家的10 Ω 标准, 所以满足指标要求, 更证实经改造后的网状接地线对雷电释放将产生明显作用, 并当双面根杆塔同时安装时, 效果会更好。

化学材质的引用

在敷设电杆和网状接地线的时候, 还可引入化学降阻剂, 以进一步增强雷击过电流、过电压的排解释放能力。

据考查, 诸如GH-2型等用化学材料制成的长效降阻剂, 便有很好的功效。该类降阻剂由石墨、膨润土、固化剂、润滑剂和导电水泥等制成, 电阻值极低, 仅为0.5 Ω 左右, 为岩石等高阻地质体的几十分之一。

实施中, 将降阻剂随同杆塔、网状接地线一起埋入地下, 加之降阻剂为软体材料, 在挤压中可向岩石、石籽空隙中渗透, 起到填充作用, 使导体更加饱和, 功能更加明显。

使用时, 降阻剂紧紧包围在金属导体的周围, 对地下氢、氧、酸和碱等腐蚀性物质自发产生防护作用, 故还使金属接地线的寿命得到大幅延长。

结束语

本文在揭示雷电形成与危害的基础上, 着重设计了网状式接地线的改造措施。新器件是在杆塔安装中基本不增加工作量的情况下, 成倍降低接地电阻值, 并同时引入化学降阻剂, 更加提升导电率。由此, 能够将雷击过电流、过电压有效排解和释放, 进一步提高防雷保护作用, 增强电力网络安全稳定性。

参考文献

- [1] GB 50057—94 《建筑物防雷设计规范》[S]. 北京: 中国计划出版社, 2001.
- [2] 韩晋平, 王晓丰, 马心良, 等. 10 kV架空绝缘导线雷电过电压与防雷综合措施研究 [J]. 高电压技术, 2008, 34 (11).

(收稿日期: 2015-04-01) **EA**