

高压线路雷击故障分析

董金虎

(河北省沧州市气象局, 沧州 061001)

Analysis of a Lightning-Stroke Fault Event on High Voltage Power Lines

Dong Jinhui

(Cangzhou Meteorological Bureau, Hebei Province, Cangzhou 061001)

关键词 雷击 对地闪击 双接地点

Key words: Lightning stroke, cloud-to-ground lightning, double grounding

2007 年 6 月 27 日上午 10:30 左右, 沧州市出现强雷雨天气过程。沧州供电公司 2 条高压线路被雷电击断, 造成 2 人死亡的事故。

1 现场勘察情况

沧州供电公司 10 kV 北三 I 线(5522)、北三 II 线(5534)为同杆双回路高压输电线路, 在市区炼油厂东门沿 104 国道(西侧)南北方向架设, 路边有沿线种植高为 3 m 左右的大树。线杆为 15 m 高水泥线杆, 埋地 2.5 m, 上部架设 3 条铁横担, 绝缘子耐压为 20 kV, 线缆采用 JKLGJYJ-240/30 (240 mm² 铝质) 绝缘导线。

断线位置为北三 I 线(5522)、北三 II 线(5534)同杆双回线路的 34 号杆, 5522 线路 C 相断线、5534 线路 B 相断线(图 1)。2 条断线端口有明显的雷击烧痕, 绝缘子有被雷击的烧痕, 被击部分碎片落到线杆约 10 m 处, 第 3 条横担抱箍被击断。高压线落地后由于地面有积水, 高压线断头对地放电、打火, 造成树下避雨 2 人当场死亡。

可看到第 2、3 条断线的铁横担与水泥线杆接触处有被雷击电流灼烧、熔点痕迹, 第 2 条横担 B 相线和第 3 条横担 C 相的绝缘子被雷电击碎, 绝缘子及碎片上有大面积的打弧痕迹(图 2)。

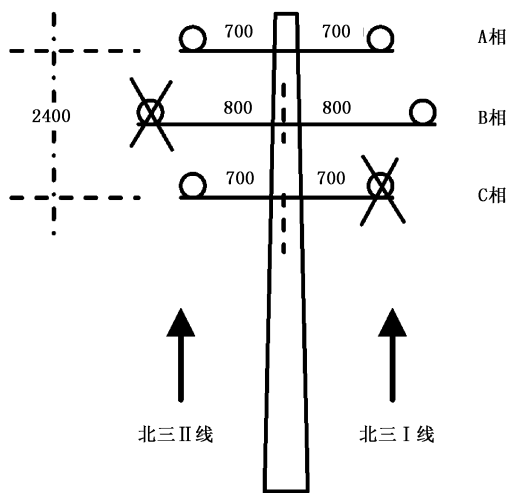


图 1 10 kV 架空线示意图



图 2 雷击图片

2 雷击时天气实况

据沧州市气象台的观测记录,沧州市区 2007 年 6 月 27 日上午 09:42~12:20 出现强雷暴天气过程,10:09~15:46 降水量达 35.5 mm。同时从气压自记可以看出,当日 09:00~11:00 气压发生过剧烈的变化。根据气象学原理,在雷暴发生前后,大气会发生剧烈的变化,从而很好地印证了当日发生过很强雷暴天气过程。

3 雷击事故分析

根据当时的天气实况和对雷击现场的调查,认定事故原因为雷击高压线路断线,导线落地对地放电,产生的跨步电压致人死亡。

雷电直接击中高压线路的原因:10 kV 双回路高压输电线路沿 104 国道架空敷设的线路距离长,其下方有 2 排沿线种植的树木,属于雷击选择性较强的地貌。在雷电先导阶段,高压线聚积电荷,使先导前端和架空线路之间形成了很大的电场强度,水的电导率较高,线杆被雨水淋湿,等于穿上一层导电外衣,线杆处对地电阻小,电场最强,有利于雷云与大地建立良好的放电通道易受雷击,是雷击的首选点,也是影响雷击选择性的重要因素。强大的雷电流将 2 条 240 mm² 高压铝线击断,可见当时雷雨天气的剧烈程度。

击中 B、C 相线的原因:根据《建筑物防雷设计规范》GB50057-1994 保护范围计算方法^[1],按一类建筑物滚珠半径计算,B、C 相电线应在 A 相线的直击雷保护范围之内。而断线的恰恰是 B、C 相线,且雷击电流非常大,分析可能是发生侧击雷或是绕击雷现象^[2]。

发生侧击或绕击雷现象的原因:在自然雷暴环

境中,由于近地面风场和大气湍流的作用,在一次闪电过程中放电通道往往会发生变形和位移,有时甚至可能发生雷击点的跳跃。

雷电发生双接地闪击现象的原因:地闪的可见部分通常呈现多分支现象,但接地的分支仅有一个,即在地面形成一个接地点,这是防雷产品设计的依据^[3],然而,一些研究者发现闪电在放电过程中具有不同的接地点。有些闪电的一个梯级先导的不同分支也会平行发展并到达地面,并形成不同接地点的回击。其原因极复杂,闪电梯级先导发展的初期在同一个通道中发展,在向地面发展的过程中出现多个分支,闪电放电通道通常不是直线,而是曲曲折折的,它沿着电导率较强的带电微粒聚集的路径进展。在地面附近,闪电选择阻力较小的路径前进,其中 2 个分支均衡发展并最终到达地面,形成双回击地闪。

4 小结

实际的闪电,其闪电通道是相当复杂的,这对我们今后在侧击雷、绕击雷的防护上提出了新的思考。对于多接地闪电现象,由于闪电可能不仅有一个接地点,对地面建筑物和设施将产生更大的危害。这在一定程度上增加了雷电防护的困难,并对现有的雷电防护手段提出了挑战,对防雷技术的改进提出了更高的要求。

参考文献

- [1] GB50057-94 建筑物防雷设计规范[S](2000 年版).北京:中国计划出版社,2001:51-52.
- [2] 梅卫群,江燕如.建筑防雷工程与设计[M].北京:气象出版社,2004:163-164.
- [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,2002:48-56.