

110 kV 线路防雷治理方案及应用效果

吴晓晖

(四川省电力公司 四川 成都 610041)

摘要:针对 110 kV 线路发生的雷击故障,结合线路实际情况进行了详细分析,制定了防雷整治方案。在措施落实后取得了较好的效果,对山区 110 kV 线路防雷整治有一定的推广意义。

关键词:线路;防雷;治理;效果

Abstract: For the lightning stroke faults occurring in 110 kV transmission line, a detailed analysis of 110 kV transmission line is carried out combined with the actual situation, and then, the treatment plans of lightning protection for 110 kV transmission line are worked out. Better results are obtained after these treatments being put into effect, which has a certain meaning of popularization for lightning protection treatment of 110 kV transmission line in mountainous area.

Key words: transmission line; lightning protection; treatment; effect

中图分类号:TM836 文献标志码:B 文章编号:1003-6954(2011)06-0050-03

0 前言

110 kV 某线路于 2008 年 6 月 13 日投入运行,为 110 kV 某变电站主供电源线路。线路在投运后的 40 天内即发生 3 次雷击跳闸,至 2009 年 7 月 15 日,线路已累计发生 6 次雷击跳闸,虽然均成功重合闸,但给电网运行带来了极大的影响。2009 年 9 月,在综合分析线路历次雷击故障、线路走廊雷电活动情况、地形地貌及线路绝缘配置等情况后,制定了线路防雷治理方案并进行了实施,现就 110 kV 线路的防雷治理方案及应用效果进行介绍。

1 110 kV 线路基本情况

110 kV 某线路全长 23.298 km,全线共 69 基铁塔,均为自立式角钢铁塔,其中 1~59 号为自立式双回铁塔,60~69 号为自立式单回铁塔。

1.1 杆塔部分

线路直线塔采用的杆塔型号有 110ZGu2(7727)、SZT2、Z2(7815) 三种类型,杆塔呼称高最高为 28 m。耐张塔采用的杆塔型号有 110JG2(7733)、110JG3(7734)、110JGu2(7736)、110JGu3(7737)、SJ1(7850) 五种类型,杆塔呼称高最高为 27 m。线路导线采用 LGJ-240 钢芯铝绞线,全线均为双避雷线,

OPGW-55 和 LBGJ-55 铝包钢绞线各一根,经核查线路杆塔所有避雷线的避雷保护角均在 25°以下。

1.2 绝缘配置

为满足线路防污的要求,线路直线杆塔均采用 FXWB2-110/100 型复合绝缘子,耐张杆塔均采用 9 片 XWP2-70 型防污型瓷绝缘子。线路的绝缘配置完全满足线路经过区域的污区等级要求。

1.3 杆塔接地

由于 110 kV 某线路是 2008 年设计建设并投运的,因此接地体运行时间较短,不存在接地体锈蚀导致杆塔接地电阻增大的情况。在 2009 年 6 月进行的全线杆塔接地电阻测试中,发现线路杆塔最大的工频接地电阻仅为 6.5 Ω,全线杆塔接地电阻均满足设计及线路运行规程的要求。

2 110 kV 线路运行情况

2.1 线路走廊地形地貌

110 kV 某线路位于成都平原东北部边缘,线路从 12 号塔开始翻越云顶山,至 42 号塔到达线路海拔的最高点,而后海拔高度快速下降,至 49 号塔完成跨越云顶山,进入平原地区,海拔高度在 450~830 m 内,地形条件较复杂,特别是山区地段,线路出现的大跨越、微地形、微气象多,雷电活动也较为频繁,根据四川省电力公司雷电定位系统测定的近 4 年线路走廊平均落雷密度大于 3.5 次/km²·a,属于重雷区。

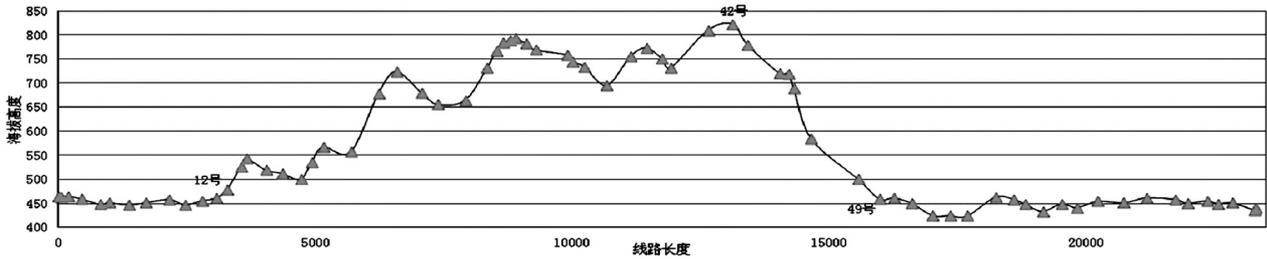


图1 线路海拔高度剖视图

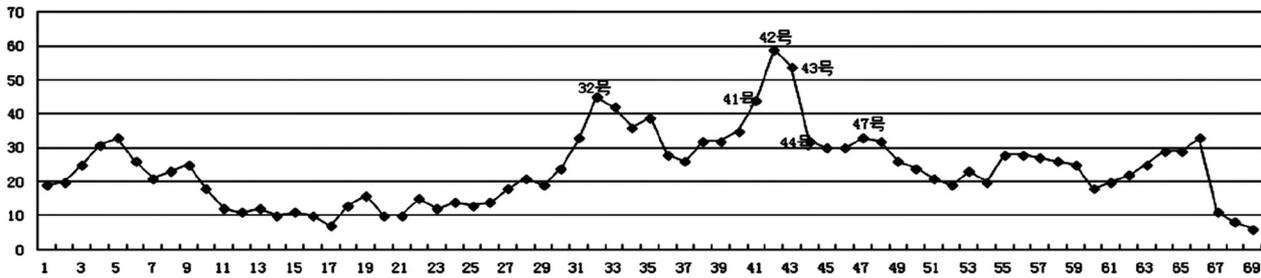


图2 线路杆塔落雷数量分布图

2.2 线路雷击跳闸情况

从2008年6月13日投运到2009年7月15日短短的一年时间里,线路共计雷击跳闸6次,最为严重的是2008年7月20日一天内连续跳闸3次,显示线路防雷能力较差。

表1 线路雷击跳闸情况表

跳闸日期	跳闸时间	故障情况简介
2008-07-20	23:24	故障相:L3相,重合成功;故障测距12.9 km;故障点:47号塔
	23:32	故障相:L2相,重合成功;故障测距14 km;故障点未找到
	23:35	故障相:L2相,重合成功;故障测距14.4 km;故障点未找到
2008-08-04	16:41	故障相:L1相,重合成功;故障测距13.2 km;故障点:41号塔
2009-07-15	20:25	故障相:L1相,重合成功;故障测距11.3 km;故障点未找到
	21:15	故障相:L1、L3相,重合成功;故障测距13.2 km;故障点:47号塔

从故障测距情况看,线路故障点集中在37号至51号塔之间,该区段线路杆塔均为双回路杆塔(同塔的另一线路尚未建设),导线排列方式为垂直排列,从上至下分别为L2、L1、L3相。从故障相别来看,三相均发生过雷击故障,初步分析故障中既有反击也有绕击。

3 线路防雷整治方案

3.1 线路杆塔落雷情况统计

通过四川省电力公司雷电定位系统对线路走廊1 km范围内从2006年至2009年的落雷情况及雷电流进行统计,找出线路的易击区段和易击点。

从杆塔落雷分布情况看,线路31号塔至48号塔区段落雷数量较多,是线路的易击区段,这一特点与发生线路跳闸区段吻合,因此线路防雷整治应重点放在该区段内。

3.2 线路杆塔耐雷水平核算

当雷击线路塔顶时,雷电流将流经杆塔及其接地电阻流入大地,由于杆塔电感及冲击电阻的存在,此时线路绝缘子串上将会出现雷电过电压,如果此值等于或大于绝缘子串的50%雷电冲击放电电压时,塔顶将对导线产生反击。按照下面公式逐基对线路杆塔的耐雷水平进行计算,核算其抗反击能力。

$$I_1 \frac{U_{50\%}}{(1-K) [\beta(R_{ch} + L_{gt}/2.6 + H_d/2.6)]}$$

其中杆塔的电感为 L_{gt} ,取值 $0.5 \mu H/m$;杆塔的冲击电阻为 R_{ch} ;导线悬挂点高度为 H_d ;雷电流为斜角平顶波,且工程计算取波头为 $2.6 \mu s$;避雷线分流系数取值0.86;两相导线间的耦合系数取值0.215; $U_{50\%}$ 为绝缘子串的50%雷电冲击放电电压。

由上式可知,在线路杆塔及绝缘子不变的情况下,提高线路杆塔耐雷水平的重要措施即为降低杆塔的冲击电阻。该区段内31号、38号、43号塔虽然接地电阻满足设计和运行规程要求,但相对接地电阻偏大,降低了杆塔耐雷水平,因此应在现有条件下尽量

降低其接地电阻。

3.3 线路易击区段地形核实

由于线路易击区段处于跨域云顶山区的海拔最高地段,线路出现大跨越,同时地形的影响使得对个别杆塔容易遭受雷电绕击,因此需要对杆塔所处地形进行现场核实已进一步确定方案。

经现场核实,线路41号、43号、44号、47号杆塔位于山脊上,且线路档距大,杆塔两边均为陡坡,地形对线路的屏蔽作用已基本失去,线路极易遭受绕击。而42号塔虽位于线路海拔最高点,且落雷统计数量最高,但其所处地形相对平坦,遭受绕击的可能性不大,无需进行整治。

3.4 线路防雷整治方案制定

在综合分析线路实际情况后,决定对线路部分杆塔安装线路避雷器,以提高线路耐雷水平,避雷器选型为YH10WX-108/281。安排加装线路避雷器的杆塔及其情况如下。

(1) 32号塔,海拔高度为769m,大号侧大档距。直路塔,绝缘子配置为FXWB2-110/100,杆塔代号SZT2-24,投运两年来落雷数量22次。

(2) 41号塔,海拔高度为810m,小号侧高落差,两侧档距大。杆塔代号SJ1-18,耐张塔,绝缘子配置为双串9片XWP2-70。投运两年来落雷数量13次,出现雷害1次。

(3) 43号塔,海拔高度为779m,两侧落差较大,大号侧档距大。杆塔代号SZT2-28,直路塔,绝缘子配置为FXWB2-110/100,投运两年来落雷数量21次。

(4) 44号塔,海拔高度为688m,小号侧档距大。杆塔代号110JGu2-24。直路塔,绝缘子配置为FXWB2-110/100,投运两年来落雷数量21次。

(5) 47号塔,海拔高度为584m,两侧落差大,小号侧大档距。杆塔代号SJ1-21,耐张塔,绝缘子配置为双串9片XWP2-70,投运两年来雷电定位系统落

(上接第29页)

[12] 彭志炜,胡国根,韩祯祥.基于分叉理论的电力系统电压稳定性分析[M].北京:中国电力出版社,2005.

作者简介:

李康(1984)男,山东人,硕士研究生,主要从事电力系统稳定性方面的研究;

康积涛(1962)男,教授,博士,主要从事调度自动化系

雷数量17次,出现雷害2次。

4 线路防雷整治实施效果

2009年9月1日,线路按照制定的整治方案加装了线路避雷器,完成了改造。整治后的线路经受了在2009年9月10日雷暴日、2010年和2011年两年的雷雨季节考验,未发生雷击跳闸,避雷器的动作情况见表2。

表2 避雷器动作情况统计

安装杆塔号	安装位置(相)	动作情况/次			备注
		L1相	L2相	L3相	
32号	L1、L2、L3	0	3	0	计时间为 2011年9月
41号	L1、L2、L3	3	0	0	
43号	L1、L2、L3	0	1	0	
44号	L1、L2、L3	0	0	0	
47号	L1、L2、L3	1	3	0	

5 结 语

(1) 线路防雷整治要综合分析线路历次雷击故障、线路走廊雷电活动情况、地形地貌及线路绝缘配置,有针对性采取相应措施,方能取得较好效果。

(2) 加装线路避雷器可以有效提高杆塔的耐雷水平,降低线路雷击跳闸率,提高线路运行可靠性,特别是针对特殊地形的防止雷电绕击有较好的效果。

参考文献

- [1] 程学启,杨春雷,咸日常,等.线路避雷器在输电线路防雷的应用[J].中国电力,1999,32(8):66-67.
- [2] 鲁世发,杜元三,严宜军,等.110kV线路防雷综合治理方案浅谈[J].湖北电力,2005,29(21):30-31.

作者简介:

吴晓晖(1974)男,工程师,从事电力系统高电压设备及信息化系统管理。(收稿日期:2011-10-10)

统,电力系统无功优化计算,电压稳定性、工业测控的研究工作;

陈芝奔(1987)男,浙江人,硕士研究生,主要从事电力系统潮流优化方面的研究;

王敏(1988)男,湖北人,硕士研究生,主要从事电力系统次同步振荡和软件开发等方面的研究。

(收稿日期:2011-07-18)