

采用带间隙避雷器降低 10 kV 架空线路跳闸率的应用

刘起钟^{1,2} 张剑平¹ 杨万波¹ 梁伟¹ 吴开良¹ 罗丹¹
(1. 四川泸州川南发电有限责任公司, 四川 泸州 646007;
2. 华润电力(云浮)有限公司, 广东 云浮 527322)

摘要: 针对泸州电厂雷雨季节期间经常发生 10 kV 架空线路跳闸现象,对架空线路跳闸率高的原因进行了分析,探讨可能的改善措施,提出了将氧化锌避雷器更换为带间隙避雷器的解决方案。理论分析和现场应用表明这一措施有效减少了感应过电压引发的线路跳闸,提高了架空线路运行可靠性。

关键词: 架空线路; 雷击跳闸率; 带间隙避雷器; 运行可靠性

中图分类号: TM862 文献标志码: B 文章编号: 1003-6954(2019)01-0072-03

DOI:10.16527/j.cnki.cn51-1315/tm.2019.01.015

Reducing Trip - out Rate of 10 kV Overhead Line by Application of Arrester with Gaps

Liu Qizhong^{1,2}, Zhan Jianping¹, Yang Wanbo¹, Liang Wei¹, Wu Kailiang¹, Luo Dan¹
(1. Sichuan Luzhou Chuannan Power Generation Co., Ltd., Luzhou 646007, Sichuan, China;
2. China Resources Power(Yunfu) Co., Ltd., Yunfu 527322, Guangdong, China)

Abstract: The 10 kV overhead lines of Luzhou power station frequently trip out due to lightning overvoltage in thunderstorm season. The reasons of high trip - out rate are analyzed and the potential solutions are discussed. Theory analysis and field application show that substituting the existing MOA with arrester with gaps can effectively reduce the trip - out rate, which can significantly improve the operational reliability of overhead lines.

Key words: overhead line; lightning trip - out rate; arrester with gaps; operational reliability

0 引言

四川泸州川南发电有限责任公司(以下简称泸州电厂)江边取水线路采用 10 kV 架空线路,雷雨季节期间经常发生线路跳闸,影响机组正常运行。为解决该问题,在 10 kV 架空线路大修期间,将线路氧化锌避雷器更换为带间隙避雷器,改造后 10 kV 架空线路未发生雷击和避雷器故障引起的线路跳闸事件,架空线路运行可靠性和机组安全性大大提高。

1 改造前线路跳闸情况

1) 改造前线路状况

泸州电厂江边取水 10 kV 线路全长 3340 m,导线采用 LGJ-120/20 型钢芯铝绞线,双回同杆架设,

杆塔共 22 基,其中转角耐张杆 16 基,直线杆 6 基。

耐张杆采用复合绝缘子,耐张复合绝缘子串采用单根绝缘子组合成串;直线杆采用复合针式绝缘子;跳线采用复合横担绝缘子,全线杆塔逐基接地,在终端塔和地势较高处的杆塔装设氧化锌避雷器。

2) 改造前线路跳闸情况统计

2010 年至 2013 年,泸州电厂江边取水 10 kV 线路共发生线路跳闸 22 次,详见表 1。

表 1 改造前线路跳闸统计

年度	跳闸次数	备注
2010	3	
2011	5	1 次线路接地
2012	6	3 次线路接地
2013	8	3 次线路接地
合计	22	

根据跳闸事件统计分析,历次跳闸均发生在打雷过后,但未发生遭受直击雷导致的线路故障;且多

次线路永久接地故障均为氧化锌避雷器损坏,需要将避雷器更换,线路绝缘合格后方可送电。

2 架空线路跳闸原因分析

据统计资料表明,雷击跳闸事故是10 kV 架空线路常见故障,约80%以上的故障是由于雷击危害引起。而雷害事故中约20%是直击雷,超过50%的直击雷事故中雷电流大于20 kA;约80%是感应雷,超过95%的感应雷电流小于1 kA。运行经验表明,感应雷过电压只对35 kV及以下的线路会造成雷害。

结合历次跳闸事件检查结果进行分析,泸州电厂江边取水架空线路跳闸原因主要是由于感应雷导致。根据线路故障性质,分为永久性接地故障和非永久性接地故障,下面分别对两种不同性质故障跳闸原因进行分析。

1) 非永久性接地故障跳闸原因分析

泸州电厂多次发生雷暴天气时10 kV 江边取水线路跳闸。待雷暴天气过后,运行人员检测线路绝缘满足规程规定,对线路重新送电。以上故障为非永久性接地故障引起的线路跳闸。

根据感应雷导致线路跳闸原因分析,雷击大地时,在导线上产生的感应雷过电压能达到500 kV以上,远远超过了绝缘子雷电冲击电压耐受值,在绝缘子上发生闪络导致线路跳闸^[1]。根据氧化锌避雷器原理,避雷器能够泄放雷电流并且及时关断工频续流,是降低线路雷击跳闸率的有效手段。但是安装避雷器后,雷击闪络会发生在未装设避雷器的杆塔处。如果全线安装线路避雷器能够对10 kV 配电线路防雷起到良好的效果。^[2]

泸州电厂10 kV 江边取水线路并未全线装设避雷器,仅在终端塔和部分地势较高的杆塔装设避雷器。在未装设避雷器的杆塔,可能发生感应雷引起的线路跳闸。

根据以上分析,非永久性接地故障引起的线路跳闸主要是由于感应雷过电压导致,通常发生在未安装避雷器的杆塔处。

2) 永久性接地故障跳闸原因分析

雷暴天气时线路跳闸,待雷暴天气过后,运行人员检测线路绝缘为0,需要将故障处理后,线路绝缘才测试合格。以上故障为永久性接地故障引起的线

路跳闸。

每次永久性接地故障发生后,检修人员对线路进行巡视,检查发现故障点均为氧化锌避雷器损坏,需要将损坏的避雷器更换,处理过程和时间较长。

氧化锌避雷器损坏的原因主要是由于没有串联间隙,长期承受系统各种电压、电流。电流中的有功分量造成阀片发热,引起伏安特性变化,长期作用的结果会导致阀片老化,甚至热击穿。并且,氧化锌避雷器受到冲击电压的作用,阀片也会在冲击电压能量的作用下发生老化。一旦氧化锌避雷器意外损坏击穿,将会造成系统接地,成为永久性接地故障。

根据以上分析,永久性接地故障主要是由于避雷器故障导致,发生在安装避雷器的杆塔处。

3 10 kV 线路防雷方案对比

目前降低雷击跳闸率主要采取全线安装线路避雷器、采用瓷横担绝缘子、架设避雷线、降低接地电阻和安装带间隙避雷器等措施^[3]。几种防雷措施技术经济对比详见表2。

表2 防雷措施技术经济对比

防雷方案	优点	缺点	备注
安装线路避雷器	有效抑制感应过电压	需全线安装,长期承受运行电压,加速了电阻片的劣化而损坏	避雷器意外损坏后形成永久故障点
采用瓷横担绝缘子	强度高,绝缘距离和爬电距离大	重量大,不宜安装,更换投资成本高	
架设避雷线	提高配电线路感应雷耐雷水平	投资成本高,雷击避雷线后容易造成反击闪络	
安装带间隙避雷器	大幅降低输电线路雷击跳闸率,安装方便,使用寿命长,免维护	投资成本较高	串联间隙可避免故障时形成死接地

考虑到现场实施难度和使用效果,经过综合比较,泸州电厂采取了全线安装带间隙避雷器的治理方案。

4 带间隙避雷器改造实施方案

4.1 带间隙避雷器原理

10 kV 线路带间隙避雷器示意图 1。

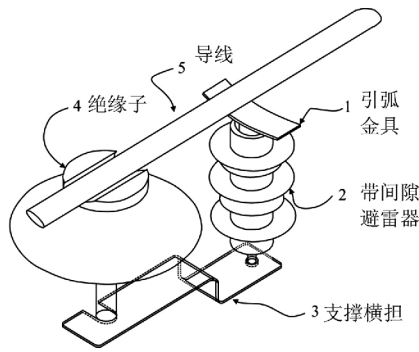
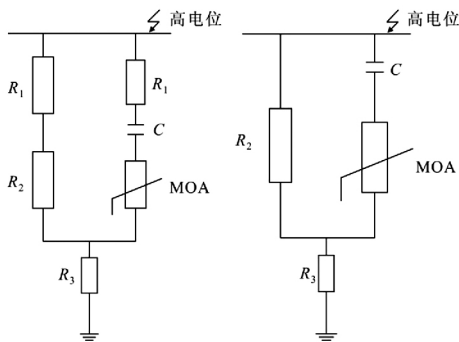


图 1 10 kV 线路带间隙避雷器

从图 1 可以看出,带间隙避雷器主要由引弧金具、氧化锌避雷器本体以及支撑横担构成。其电路原理如图 2 所示。



注: R_1 —绝缘导线电阻; C —串联空气间隙; R_2 —绝缘子电阻;
 R_3 —杆塔对地电阻; MOA—带间隙避雷器

图 2 10 kV 线路带间隙避雷器原理

带间隙避雷器能够有效防止绝缘子闪络:当感应过电压作用于导线上时,由于带间隙避雷器加串联空气间隙的击穿电压远低于绝缘子的 $U_{50\%}$,过电压击穿与导线的串联空气间隙使避雷器本体动作,钳住绝缘子两端的电位差,使其低于绝缘子的 $U_{50\%}$,从而能够防止绝缘子发生闪络。

根据国家电网公司重点实验室(武汉大学高电压实验室)进行的 10 kV 线路带间隙避雷器动作特性试验结果,10 kV 线路带间隙避雷器能够有效动作 R_3 阻值的增加不影响带间隙避雷器动作的可靠性^[4]。10 kV 带间隙避雷器采用自然接地,不需另设地网,主要利用混凝土电阻率随水饱和度增加呈降低趋势,当水饱和度达 50% 以上时呈指数函数降低^[5]。在雷雨天气下,杆塔对地电阻 R_3 下降较大。

由于在导线与引弧金具之间形成串联空气间隙,避雷器平时不受工频电压、操作过电压等的作用,减少避雷器的老化,从而增加氧化锌避雷器的运行寿命。

4.2 架空线路防雷改造实施方案

2013 年秋季,泸州电厂结合 10 kV 架空线路大

修,实施了线路防雷改造,利用杆塔自然接地,将已有的氧化锌避雷器更换为带间隙避雷器,未安装避雷器的杆塔加装带间隙避雷器,共安装 44 组,132 只。

线路加装带间隙避雷器如图 3 所示。

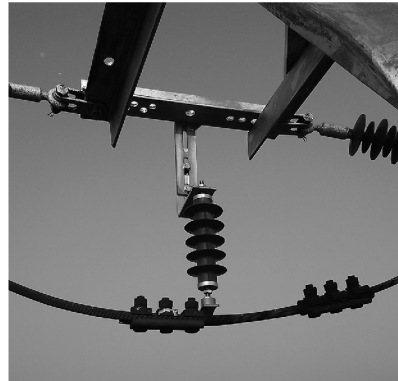


图 3 10 kV 线路加装带间隙避雷器

4.3 改造后效果分析

改造后的 2014 年至 2017 年,江边取水 10 kV 线路仅 2015 年发生 1 次线路跳闸,且原因是由于线路下方竹木长高,安全距离不够引起的线路对地放电,说明进行线路防雷改造后,该线路未发生感应雷和避雷器故障引起的线路跳闸事件,大幅降低线路跳闸概率。

5 结 语

10 kV 江边取水架空线路全线装设带间隙避雷器后,有效减少了感应雷和氧化锌避雷器故障引起的线路跳闸,架空线路运行可靠性和机组安全性大大提高。

参考文献

- [1] 唐军,孔华东,陈焕栋,等. 10 kV 架空配电线路避雷器感应雷保护特性分析[J]. 高压电器, 2013, 49(4): 122-127.
- [2] 王希,王顺超,何金良,等. 安装避雷器后 10 kV 配电线路的雷电感应过电压特性[J]. 电网技术, 2012, 36(7): 149-154.
- [3] 陈柱华. 10 kV 配电线路雷击跳闸的影响因素及治理措施[J]. 中国科技纵横, 2013(18): 118.
- [4] 王敬春,罗军,吕诗月,等. 降低配电线路雷击断线和跳闸率的防护措施[J]. 高电压技术, 2008, 34(12): 2958-2962.
- [5] 刘志勇,詹镇锋. 混凝土电阻率及其在钢筋混凝土耐久性评价中的应用研究[J]. 混凝土, 2006(10): 13-16.

作者简介:

刘起钟(1981),工程师、大学本科,从事发电厂继电保护技术管理工作。(收稿日期:2018-08-27)