

新型超高压输电线路鸟害防范措施研究

王德吉 赵强 屈明

(国网四川省检修公司绵阳运维分部 四川 成都 621000)

摘要: 鸟害跳闸对超高压输电线路及附近直流系统稳定运行带来很大的影响。基于超高压输电线路鸟害跳闸故障特征,提出了超高压线路防范鸟害应重视的运行维护基础工作。通过对传统防鸟害措施效果进行梳理分析,改进传统防鸟害装置形成新型防鸟害措施,并在超高压输电线路得到成功应用。通过对安装方式的创新,便拆式防鸟罩提高了防鸟效果,降低了检修作业的强度,对输电线路安全稳定运行起到了良好的作用;风车驱鸟刺在防鸟驱鸟功能、能源利用率等方面有所创新,有效降低了线路鸟害事故的发生。

关键词: 超高压输电线路; 鸟害; 新型防鸟装置

Abstract: Tripping caused by bird damage has great effects on long-term stable operation of EHV transmission lines and near-by DC transmission lines. Based on the properties of tripping caused by bird damage on EHV transmission lines, the daily operational maintenance work is proposed to prevent bird damage for EHV transmission lines. Through analyzing the effects of traditional bird-resistant devices, new bird-resistant devices are investigated and have been successfully applied to EHV transmission lines. The new type bird shields provide an effective bird-resistant effect, reduce the maintenance intensity, and play a good role in the safe and stable operation of transmission lines through improving the installation of conventional bird shields. The new windmill-sting is innovated in the effectiveness of bird-resistant, bird-dispersal and energy utilization, which effectively reduces the tripping caused by bird damage.

Key words: EHV transmission line; bird damage; new bird-resistant device

中图分类号: TM723 文献标志码: A 文章编号: 1003-6954(2015)04-0033-04

DOI:10.16527/j.cnki.cn51-1315/tm.2015.04.008

0 引言

近年来,随着环境保护意识的增强以及经济的发展,各地区生态环境愈发适应鸟类的繁衍栖息,这给超高压输电线路的安全运行带来了较大威胁。面对日益频繁的鸟类活动,有效采取防鸟害措施,减少鸟害故障的发生,确保电网的安全运行是超高压输电线路运行维护的重要工作之一^[1-4]。

对超高压输电线路鸟害造成线路跳闸故障特征进行分析,提出了超高压线路防范鸟害差异化的运行维护基础工作;对传统防鸟害措施效果进行梳理,改进了防鸟害装置,形成了新型的有效防鸟害措施。

1 超高压输电线路鸟害跳闸故障特征

1.1 超高压输电线路鸟害跳闸原因

超高压输电线路发生鸟害跳闸对电网安全运行

及附近直流系统会造成一定的扰动。鸟害造成线路跳闸原因一般可分为4类:1) 鸟类在线路导线和铁塔附近活动,大型鸟类身体或张开的翅膀造成线路相间或单相接地故障;2) 绝缘子上方构筑鸟窝的材料如树枝、杂草等下落或被吹落,造成横担和导线之间电气距离不足,引起线路跳闸;3) 鸟类在铁塔绝缘子上方活动,鸟粪掉落在绝缘子表面,然后沿绝缘子伞群边沿下滑,污染严重的绝缘子发生闪络;4) 鸟粪从绝缘子表面以外一定距离处下落,鸟粪由于重力作用下落拉长,具有一定导电性的鸟粪通道的介入使绝缘子周围的电场分布发生严重畸变,鸟粪通道的前端与绝缘子高压端之间的空气间隙的电场强度大大增加,绝缘子承受的大部分电压都加在了这一段空气间隙上,空气间隙击穿,造成线路单相接地故障。

超高压输电线路塔头及相间电气距离较大,第一类鸟害对超高压线路威胁不大;超高压输电线路绝缘子片数多、距离长,第二类鸟害情况也不多见;

而第三类鸟害情况引起的超高压输电线路跳闸比重较大;第四种由鸟粪下落引发的事故,鸟粪残留痕迹可能很不明显或根本找不到,因此在无法确定原因的事故中,有不小比例是属于鸟粪事故^[5]。

1.2 鸟害易发区环境特征和时间分布

鸟害易发区域具有典型的环境特征和时间分布特性。地形地貌多在靠近河流(排水渠)、稻田、鱼池、低洼潮湿地带,有较大树木和村庄少、僻静开阔的庄稼地带;鸟类一旦选择在某基铁塔上筑巢,在一段时间内即便是受到外界较大的干扰也不会轻易离开,即使将铁塔上的鸟巢清除掉,鸟类依然会在原地筑巢,而且搭建的鸟巢比先前的还要紧密结实。输电线路鸟害跳闸具有一定的时间分布规律性:随着季节变化,鸟害跳闸在鸟类迁徙时候居多;从时段上看,多为夜间21:00~06:00点左右,鸟一般在凌晨觅食前排出大量的粪便,因此鸟粪事故多出现在这段时间。

1.3 差异化线路防鸟害日常运维工作

根据上述鸟害故障的地形地貌、季节、顽固等特征,防范线路鸟害应做好如下日常运维工作:

1) 准确划分超高压线路鸟害区域。针对鸟害故障时间分布特性、地形地貌特征,在线路日常运维工作中加强对鸟类活动迹象的观察,摸清靠近冬季不干枯的河流、湖泊、水库和鱼塘的杆塔,位于山区、丘陵植被较好且群鸟和大鸟活动频繁的塔位,以及筑有鸟巢和发生过鸟害的塔位,合理划定鸟害区,为输电线路防鸟害工作提供支撑。

2) 及时发现并积极消除鸟害隐患。鸟类活动频繁时期加强对防鸟重点区段的特巡工作,特别加强对线路附近有河道、林区、水库、养鱼池及鸟食种植地等鸟害易发区段的巡视力度,观察铁塔塔身、塔头及横担上是否有鸟类筑巢现象,及时开展鸟巢清除工作,尤其是针对横担上的鸟巢及时进行带电清除,避免因鸟巢散落发生绝缘子串短路故障。对筑巢塔位进行记录存档,并加强日后的巡视工作,防范鸟巢重筑等鸟害现象;重视鸟害区绝缘子表面脏污情况的观察,对鸟粪污染和表面脏污的绝缘子及时安排带电清扫;关注防鸟设施,发现损坏的和有必要增添防鸟设施的情况,及时更换和补充。适时开展已采取的防鸟措施效果评估,并科学合理选择有效的防鸟措施。

2 传统防鸟害装置有效性分析

防鸟害装置形式多样,从预防效果上可分为3类^[6-8]:1) 防止鸟类在铁塔上栖息,即驱鸟措施;2) 防止鸟粪形成放电通道,即隔离措施;3) 主动帮助鸟类在铁塔不宜造成鸟害故障的地方搭建人工鸟巢,即引鸟措施。目前四川地区现在主要采取前两种预防措施,现对其分别进行效果分析。

2.1 防鸟罩

500 kV的德宝直流线路的所有悬垂绝缘子串顶部均安装有防鸟罩(如图1(a)所示),但由于其盘径较小,直径仅40 cm,能起到的防鸟害作用有限,在2013年5月8日00时51分,德宝直流40号塔极Ⅱ线路就发生了鸟害故障。同时,该防鸟罩安装方法繁琐,不便于高处作业时拆卸。

2.2 常规防鸟刺

防鸟刺安装在悬垂绝缘子挂点处,隔离鸟类在绝缘子挂点位置活动,防止产生鸟粪故障。常规防鸟刺为一端集束固定,一端呈30°向上半圆式散开,如图1(b)所示。常规防鸟刺价格低、安装方便、对低电压线路防鸟害工作有一定的效果;但由于其放射状面积较小,且长时间运行后,钢材质的鸟刺容易锈蚀断落,防鸟效果降低,因此在超高压输电线路实际运维中,常规防鸟刺的效果并不理想,在线路巡视中多次发现鸟巢就筑在铁塔防鸟刺旁,如图1(b)所示。

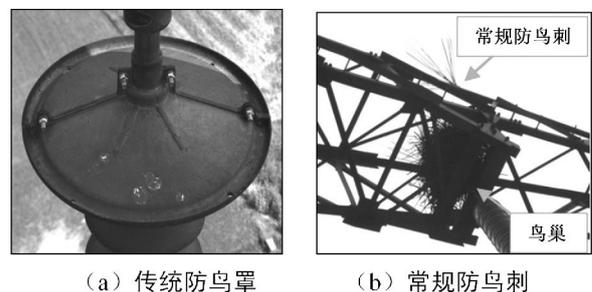


图1 传统防鸟害装置

2.3 智能驱鸟装置

智能驱鸟装置具有雷达主动感知判断鸟类的靠近和远离,使用多普勒和声音辅助方式对鸟类的靠近进行有效监测并通过内部算法发送不同频率的声音,局部恶化鸟生存环境,从而达到有效的驱鸟作用。但经过两年多的运行来看,其驱鸟的效果并不理想,部分已安装驱鸟器的塔位仍然存在鸟儿筑巢

情况,如图2所示。分析原因为其提供的变频声波时间长了后被鸟类适应所致。



图2 智能驱鸟装置

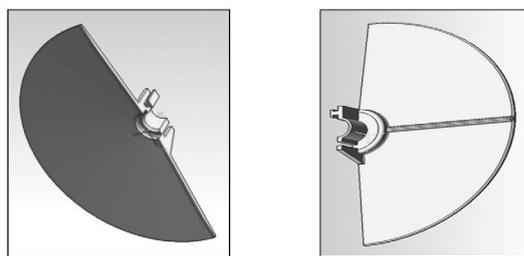
综上所述,传统防鸟害装置在防范鸟害及运行维护方面仍存在很多不足,各种防、驱鸟的装置在功能和实际效果上都存在一定的缺陷。仅依靠传统防鸟装置很难达到超高压输电线路防鸟害需求。

3 新型防鸟害装置

选择科学有效的防鸟措施,是做好防鸟害工作的关键,通过分析上述传统防鸟措施功能的特点及缺陷,对防鸟害装置进行了技术革新改进,形成了新型防鸟害措施。

3.1 便拆式防鸟罩

传统防鸟罩罩面直径设计小,利用多颗螺栓对防鸟罩进行对接安装,应用在500 kV及以上输电线路绝缘子串上效果不佳,而且安装、拆卸繁琐,不利于检修作业等缺点。



(a) 左半圆 (b) 右半圆

图3 便拆式防鸟罩结构示意图

从“驱、隔、引”3个防鸟害方面分别着手分析防鸟害现状,主要以“隔”鸟为原则,根据500 kV输电线路绝缘子串长度,放大设计防鸟罩伞边半径(盘径在800 mm左右),利用新型FNBW高分子绝缘材质喷绘红色涂料制作而成。该防鸟罩巧妙设计防分离式对接结构,如图3所示,极大方便检修作业时安装、拆卸,带电、停电作业均可,有效降低作业强度。这种新型防鸟罩具备隔断散落鸟巢的功能,避免鸟

粪污染绝缘子,可以有效防止500 kV及以上输电线路因鸟粪污秽引起绝缘子串闪络和鸟粪下落引发电场畸变导致线路跳闸事故的发生。

图4给出便拆式防鸟罩鸟粪下落分析图解,绝缘子瓷瓶直径为 d ,绝缘子串长度为 H ,当设计风速达到最大 V_{max} 时,鸟粪下落作抛物线运动,假设鸟粪下落到最下层绝缘子时所需的时间为 t ,取重力加速度为 g ,可知

$$H = \frac{1}{2}gt^2$$

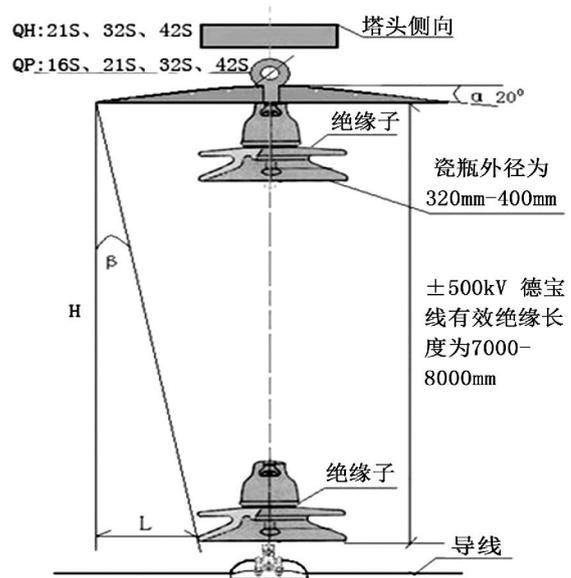


图4 便拆式防鸟罩分析图解

鸟粪下降到最底部的绝缘子串时经过的水平距离 L 为

$$L = V_{max} \times t = V_{max} \sqrt{2H/g}$$

因此便拆式防鸟罩伞罩设计直径 D 为

$$D = 2 \times (0.5d + L)$$

$$\beta = \tan^{-1}(L/H) = \tan^{-1}(V_{max} \sqrt{2/(Hg)})$$

由上式可知防鸟伞罩越大, β 角越大,获得的保护范围也就越强,防鸟罩伞径根据不同绝缘子外径及有效绝缘长度具体确定。同时,为防止雨水堆积对防鸟罩的损害,防鸟罩外延设计 20° 弧度。

3.2 风车驱鸟刺

基于传统防鸟害装置具有隔鸟不能驱鸟、驱鸟不能隔鸟的弊端,绵阳运维分部设计了驱隔功能相结合的一体式防鸟装置——风车驱鸟刺,有效地解决了传统隔鸟、驱鸟各自单一的弊端,通过自身整体旋转所占有立体空间结合反光材料反光和防鸟刺阻隔综合作用达到“驱隔结合”。图5给出风车驱鸟刺实物图。

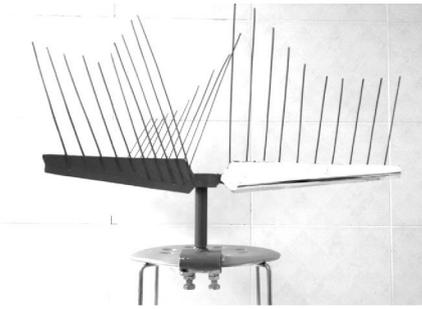


图5 风车驱鸟刺实物图

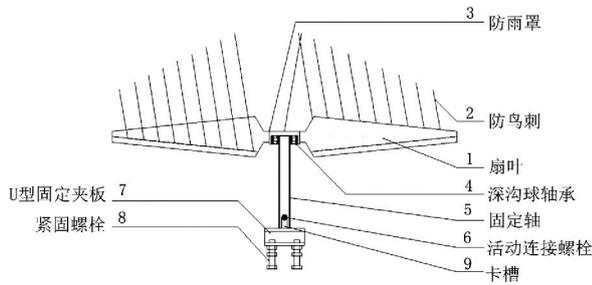


图6 风车驱鸟刺整体结构简图

图6给出风车驱鸟刺整体结构设计简图。为了便于安装及检修时拆卸,风车驱鸟刺由紧固构件和转动构件两部分组成^[9]。U型固定夹板用于与铁塔横担或塔头处角钢进行连接,通过双螺帽紧固螺栓加以固定。在U型夹板上焊接活动杆件,活动杆件与转动构件的连接管内嵌连接,通过活动连接螺栓与卡槽固定。当铁塔处于检修状态时,铁塔上作业人员可先将转动构件直接分离取下,并将活动杆件转动90°使其保持水平状态。转动构件将风能转化为机械能,是整个产品设计的核心部分。通过连接管与深沟球轴承作紧连接,连接管与紧固构件中的活动杆件内嵌连接作为固定轴。轴承外置轴承保护钢套,防止雨水或其他外部因素对轴承损坏。轴承保护套侧边平均焊接3面长度为300~400mm定长的扇叶,扇叶外边侧点焊9~10根不锈钢针,钢针由产品内侧向外侧长度递减,目的使其转动时形成刺猬状。当扇叶受风力作用将带动风车驱鸟刺整体旋转,当风速达不到启动风速时,静止的风车可以阻隔鸟类栖息。扇叶外侧用红色喷漆进行色标,内侧用反光镜纸进行粘贴,充分利用鸟类对红色和太阳光的敏感性进行驱鸟并不伤害鸟类,同时增大了驱鸟的实际范围。

4 小结

超高压线路的安全运行关系着国家社会稳定、经

济发展和人民的用电需求,日益活动频繁的鸟类活动给输电线路安全运行带来了较大的威胁。防鸟害工作越来越引起电力企业的重视和关注,线路鸟害防范工作应在注重日常运行维护的基础工作上。传统防鸟害装置具有一定的局限性,应结合鸟害特征和传统防鸟害措施的优缺点综合分析,从“驱、隔、引”3个方面开拓思路,积极研发更加有效的新型防鸟害装置,增强线路防鸟害效果,确保电网安全运行。

1) 便拆式防鸟罩通过对安装方式的创新,大大降低了检修作业的强度,同时防鸟伞径的合理增大也提高了防鸟伞罩的防鸟效果,对输电线路安全稳定运行起到了良好的作用。

2) 风车驱鸟刺在防鸟驱鸟功能、能源利用率、安装拆卸便捷性等方面有了极大的提升,应用在输电线路上将大大降低线路鸟害事故的发生。

参考文献

- [1] 聂琼,周远祥. 复合绝缘子鸟粪闪络的仿真计算[C]. 中国电机工程协会高压专委会2007年学术年会论文集,2007.
- [2] 王肃,孔庆军,王靖勤. 500 kV合成绝缘子线路鸟害事故浅析[J]. 高电压技术,2002,28(11): 52-53.
- [3] 王少华,叶自强. 架空输电线路鸟害故障及其防治技术措施[J]. 高压电器,2011,47(2): 61-67.
- [4] 袁检,张建荣,方志,等. 国外电网的鸟害事故与对策[J]. 电工技术,2002(11): 5-6.
- [5] 梁曦东,黄峻,王绍武,等. 合成绝缘子鸟粪闪络与不明原因闪络[J]. 电网技术,2001,25(1): 13-16.
- [6] 关志成. 绝缘子及输变电设备外绝缘[M]. 北京:清华大学出版社,2006.
- [7] 刘波. 输电线路鸟害综合防治措施[J]. 电力安全技术,2008,10(11): 13-14.
- [8] Fengshan Li, Mary Anne Bishop, Tsamchu Drolma. Power Line Strikes by Black-necked Cranes and Bar-headed Geese in Tibet Autonomous Region [J]. Chinese Birds 2011, 2(4): 167-173.
- [9] 王德吉. 风车驱鸟刺[Z]. CN203884532U, 2014.

作者简介:

王德吉(1989),助理工程师,从事输电线路安全管理工作;

赵强(1975),高级工程师,从事输电线路安全管理工作;

屈明(1963),经济师,从事输电线路安全管理工作。

(收稿日期:2015-05-11)