

110 kV 线路覆冰防范措施及对策

魏长喜

(西昌电业局, 四川 西昌 615000)

摘要:通过对输电线路覆冰的形成、表现形式及其危害的分析研究,结合对凉山地区多年来 110 kV 输电线路覆冰事故治理经验的总结,提出了在经常发生覆冰事故的地区需采取的防范、治理措施,逐步减少了输电线路覆冰事故的发生,减少覆冰事故的危害,保证电网的安全稳定运行。

关键词: 110 kV 线路;覆冰;防范措施;对策

Abstract: Firstly, the formation, manifestation and harms of ice accretion in transmission line are analyzed and studied. Then based on the experiences of dealing with the ice accretion accidents of 110 kV transmission lines in Liangshan area, the precautionary and control measures are proposed for the areas with frequent frost covering. These measures can gradually reduce the accidents of ice accretion and its harms, and guarantee the safe and stable operation of power grid.

Key words: 110 kV transmission line; ice accretion; precautionary measures; countermeasure

中图分类号: TM862 **文献标志码:** B **文章编号:** 1003-6954(2010)03-0030-03

西昌电业局地处的凉山州地区水利资源十分丰富,金沙江、雅砻江、大渡河“三江”水能资源储量在西南地区乃至全国位居第一,目前已建成发电的二滩电站装机 3 300 MW,在建的溪洛渡电站装机 13 000 MW,锦屏电站装机 8 400 MW,瀑布沟电站 3 300 MW,拟建的电站装机达 20 000 MW 以上,再过 10 年,凉山将成为中国乃至世界著名的水电王国,庞大的电能输出网络也将遍布大小凉山。但是,凉山特殊的自然环境十分恶劣,表现在海拔高、气候恶劣、地形复杂、地质破碎、输电线路覆冰严重,针对这种情况,多年来西昌电业局在防覆冰方面进行了探索,实施了一些防范、治理措施,取得了一些成效。

1 输电线路覆冰的形成及其危害

输电线路覆冰是一种常见的自然现象,绝大多数发生在初冬和初春时节,或者是在降雪、雪雨交加或有浓雾的天气里;在输电线路附近若有持续 3 至 4 级风的雨雪天气,特别是浓雾加小雨雪天气,气温在 -5°C ~ 5°C 时,在导线、避雷线、绝缘子串等处均会有冰、霜和湿雪等混合形成附着水滴的冰水层,当气温持续较低时,这些水滴凝结成冰,不停有水滴附着在载体上,冰就越凝越厚,形成输电线路覆冰。在导、地线上形成的覆冰有雪凇、雾凇、和雨凇。中国中部地

区是容易形成输电线路覆冰的地区,历年都有覆冰事故的发生,但正常情况下的覆冰并不会对输电线路造成危害。西昌电业局地处的大小凉山地区,多年来输电线路覆冰事故也比较多。

当输电线路的覆冰较大时,就会造成较大的影响,当覆冰很大时,就会对输电线路造成很大的危害,并造成电网事故。2008 年 1 月中旬至 2 月上旬,华中、华东电网遭遇历史罕见的长时间低温雨雪冰冻天气,造成输变电设施大量停运,架空线路大面积倒杆(塔)断线,局部电网甚至遭到毁灭性破坏,停运变电站 884 座,输电线路 15 284 条,停电用户 2 705.78 万户,直接经济损失 104.5 亿元。同时四川地区也出现了历史罕见的持续强降温雨雪天气,导致全省各级电网遭受严重破坏,2008 年 1 月 14 日起,冷空气进入四川省境内,四川盆地普降大雪,尤其是大凉山、小凉山、小相岭、岷山、夹金山、大雪山、马边、峨边、沐川等边远山区,雨夹雪天气持续 20 余天,最低气温达 -7°C 。大范围、长时间降雪,使四川电网输电线路发生大面积覆冰、舞动,覆冰厚度普遍超过 30 mm,局部地区最大覆冰厚度达到 80 mm,远远超过 30 年一遇的输电线路 15 mm 覆冰厚度的设计水平,导致多条输电线路因覆冰倒塔、断线,被迫停运。宜宾和泸州等地部分电网也因覆冰导致 220 kV 和 110 kV 线路发生倒塔断线事故而停运,其中泸州的古蔺、叙永地区

曾一度停电长达 10 日以上,对当地人民的生产生活造成了较大的影响。特别是从 2008 年 1 月 21 日到 27 日,短短一周时间内包括跨区电网在内的 500 kV 普天线、普洪一线、普洪二线、普叙线因覆冰严重,线路相继故障跳闸,致使装机容量达 3 300 MW 的二滩电站电力外送 4 个通道全部中断。这是二滩送出工程自 1998 年 7 月投入运行以来最为严重的受损事件。500 kV 二自线凉山段运行 10 年来曾多次发生覆冰事故。

西昌电网地处大小凉山地区、多年来 110 kV 输电线路覆冰事故就比较多;2002~2007 年 110 kV 喜乐线发生多次跳闸,并造成线路导地线断股、断线。经查找分析原因,都是因严重覆冰导致弧垂严重下垂,导地线不均匀覆冰,有时边相导线比中相导线还低,架空地线比导线低,在风力作用下造成导线对避雷线放电从而引发跳闸。因覆冰严重、脱冰跳跃造成导线断股、断线。通过导线断股的部位分析,这些断股的原因一是由于严重的覆冰超过了普通导线的承载能力,造成导线断股;二是覆冰脱落时导线跳跃、振荡造成过度疲劳断股;也可能是这两种原因的综合造成断股。

2 输电线路覆冰事故的表现形式

经过多年的总结分析,一般情况下,覆冰直接导致的事故有三类。

第一类:覆冰超过设计值引起的事故,在覆冰事故中占的比重最大。

2008 年的冰雪灾害后,国家电网公司经过大量的现场取证,试验检测和设计校核证明,覆冰厚度大大超过设计水平是冰灾导致电网设施损失的直接原因;组织专家分析严重覆冰的原因是受中国中部地区大气层的环流移动和大气温差的影响,产生了空气冷热相互交替而形成雪凇、雾凇和雨凇的“过冷却”现象,使得物体表面持续严重覆冰,线路结冰直径达 30~60 mm。2008 年四川省的 500 kV 线路受灾主要集中在重冰区和中冰区的交界地,按照 10 mm 设计的地区受灾较重;220 kV 和 110 kV 线路主要发生在轻冰区,据现场统计,泸州地区的 110 kV 叙古线是按照 5 mm 冰区设计的,而实际覆冰厚度达 60 mm 左右,局部地区导线上的覆冰直径达 80 mm 以上。

2006 年 1 月 7 日 110 kV 喜乐线路跳闸后故障巡

视时观察估计导、地线覆冰直径在 200 mm 左右,通过对拉线的覆冰情况观察,覆冰结构主要为雾凇夹雪,相对密度为 0.4~0.6,折算覆冰厚度为 40~60 mm。通过多年的运行观察,附近的 110 kV 新乐线沙玛拉达梁子段导地线每年都会出现 50 mm 左右的覆冰。但是新乐线的最大设计覆冰为 20 mm。

当覆冰超过设计值时会导致金具如悬垂线夹断裂、U 型环断裂、绝缘子串脱落造成导地线脱落、拉线线夹断裂造成倒杆、地线弧量增大、风吹摆动造成与导线相碰,烧伤导线、导地线横担弯曲变形、折断等设备损坏、停运事故。

第二类:不均匀覆冰或不同期脱冰引起的事故,在电网覆冰事故中也比较常见。

不均匀脱冰使导地线跳跃、引起闪络烧断导地线。由于覆冰溶脱,导线跳动上翻,悬垂绝缘子串翻转到横担上,绝缘子被打坏,悬垂线夹擦伤,防振锤压弯。

导地线不均匀覆冰及不同期脱冰产生的不平衡张力差。这张力差会引起悬垂绝缘子严重偏移,严重时可引起塔身变形,或横担及地线支架拉坏。张力差还会使悬垂绝缘子串发生很大的偏移,碰撞横担,造成绝缘子损坏。张力差还会使导线横扭转动,碰拉线,拉线烧断造成倒杆。

第三类:不同期脱冰造成导地线间或导线之间碰撞放电。由于导线有电流,往往首先脱冰,而地线较不易脱冰,弧垂仍大,地线反而低于导线,稍有摆动,就会发生导地线烧伤或烧断地线。导地线严重覆冰和不同期脱冰时产生很大的冲击力,冲击力使杆塔机械荷重超过设计条件,造成倒杆(塔)。

3 输电线路覆冰防范措施及对策

因西昌电业局地处大小凉山地区,多年来 110 kV 输电线路覆冰事故就比较多,经过不断的整治和总结,并结合中国其他地区的治理经验,在经常发生覆冰事故的地区要防范覆冰事故,需采取以下一些措施。

(1)结合所辖输变电设备的地域灾害性天气特点、电网状况,制定防覆冰事故应急抢险预案,建立防覆冰抢险救灾组织机构,明确职责,建立应急抢险队伍,进行应急演练,作好材料、工器具和备品备件等物资的准备工作,防止发生大面积覆冰倒杆、断线事故,

尽快恢复供电,减少冰雪灾害对电网造成的破坏,防止事故范围的扩大。

(2)在覆冰事故多发季节,要采取以下具体措施。

①每日向当地气象部门了解天气变化情况和趋势,及时准确地掌握天气预报,并做好记录;

②向各变电站、开关站、护线站交待近期工作重点,并要求各站及时上报当地气象具体情况及突变情况,并做好记录;特别是在重冰区段要重点做好设备的巡视检查及消缺工作。

③当气温突降、设备严重覆冰、连续低温、暴风雪等灾害性天气时,运行人员应及时掌握设备运行情况,对可能出现事故迅速作出反应,并根据设备状况及时申请调整运行方式;并及时申请停电进行除冰等应急处理措施,保证系统的稳定和安全运行。

④根据本地区输变电设备的地域灾害性天气特点,依据设计资料和通过覆冰特巡、覆冰观测等方式积累的运行资料,确定需重点巡视检查的线路段和塔位,建立冰区档案,加强覆冰监视;对处于重冰区的线路要进行覆冰特巡,进行观测,有条件或危及重要线路运行的区域要建冰观测站,建立覆冰在线监测系统,研究覆冰性质、特点。覆冰季节前应对线路做全面检查,消除设备缺陷,落实除冰和防止导、地线跳跃、舞动的措施,检查各种观测、记录设施,并对除冰装置要经常进行检查、试验,保障必要时能投入使用。在覆冰季节中,应有专门观测维护组织,加强巡视、观测,配合覆冰在线监测系统的资料,做好覆冰和气象资料记录及分析,研究覆冰和舞动的规律,随时了解冰情,为覆冰改造提供准确的数据支撑,以便适时采取相应治理措施。对重点覆冰区应安排专人监视,发现线路覆冰、舞动等险情及时报告处理。对发现有影响安全运行的缺陷及时处理。

⑤当发生覆冰事故时,要严格按照防覆冰事故应急抢险预案的要求进行抢险工作,尽快恢复设备的正常运行,并根据现场实际情况采取有效措施防止事故范围的扩大。同时要注意收集现场的各种录像、图片、资料,因为发生覆冰事故时一般都是恶劣天气,能

见度低,不容易看清情况,天气好转后覆冰又很快脱落,平时收集很难。

(3)通过多年对覆冰事故时的微地形气候,覆冰结构和厚度的观察、设备损坏的程度、相关覆冰录像、图片、资料的分析,覆冰治理后的效果的跟踪,国内外治理覆冰的经验运用,对西昌电业局的 110 kV 线路覆冰事故进行了科学分析、研究,分别情况采取不同的治理措施。

①2002 年发现 110 kV 喜乐线 N41 号塔由于脱冰时导线跳跃跳线绝缘子串翻上横担,通过在 N41、N42、N45 号塔加装重锤后,类似故障情况没有再发生。

②2006 年发现 110 kV 喜乐线 N79~N84 不均匀覆冰造成导线对地、导线距离不够,2006 年已进行了防覆冰改造:将 N78~N82(1.39 km)的 GJ-35 地线换成 GJ-50 地线,调整地线弧垂,增加导线距离,在 N77~N78 间增加一基铁塔提高抗冰能力,在 N81 直线塔绝缘子串增加 2 片, N82 直线塔绝缘子串增加 1 片绝缘子,避免地线与导线非同期脱冰发生地线弧垂低于导线弧垂的情况,目前运行效果良好。

③多年运行发现 110 kV 新乐线 N36~N42 段地线覆冰设计值小于实际值,长年覆冰使导线弧垂逐步增大,造成地线对导线放电引起线路跳闸。2008 年通过增加铁塔减小档距,设计覆冰改为 30 mm 等措施提高抗冰能力进行了改造,改造段共更换导线 2.14 km,更换、新建铁塔 7 基。

④2009 年完成 110 kV 完成喜乐线 N67~N78 段改造:更换不宜在重冰区采用的拉门塔 5 基,设计覆冰改为 30 mm,将该段已部分损坏的导线全部进行了更换。

目前正准备按照四川省电力公司的要求逐步对其他微地形地易严重覆冰段进行改造。今后要密切跟踪掌握国内外防覆冰、特别是除冰、融冰技术的研究成果,并以最快速度将研究成果在防覆冰工作中应用,逐步减少输电线路覆冰事故的发生,保证电网的安全稳定运行。

(收稿日期:2010-02-24)

欢迎投稿 欢迎订阅