

浅析 1000kV 交流特高压线路带电作业安全防护

孔祥海¹ 郭磊¹ 易畅¹ 吴鑫² 李文¹ 杨方明¹

1 武汉电力职业技术学院 2 国网武汉供电公司

DOI:10.12238/hwr.v4i10.3369

[摘要] 本文以1000kV交流特高压输电线路带电作业为例,探讨特高压线路带电作业过程中遇到的问题与解决方法。

[关键词] 1000kV; 交流特高压线路; 带电作业; 安全防护

中图分类号: U664.156 **文献标识码:** A

引言

我们之所以重视带电作业的安全保护,主要是因为它可以有效地保证电路的可靠性和电网的正常运行,并且可以对电路设备进行维修和保养。特高压交流输电线路的特点是电塔比较大并且电场很高,还有很多的导线分裂数等等,特高压输电线路的带电作业有其自身的特点,因此,下面根据影响带电作业人员安全的相关因素,分析1000kV交流特高压线路带电作业安全防护。

1 1000kV交流特高压线路特点

与现有的高压、超高压线路相比,特高压交流输电线路具有以下特点:

1.1线路的结构参数高,1000kV特高压交流输电线路杆塔高,绝缘子串长,绝缘子数量大,吨位大。

1.2线路的运行参数较高,线路的额定电压为1000kV,是目前我国最高的电压等级,环境电场强度较高。

1.3路线长,沿线的地理环境复杂。

1.4安全运行的高可靠性要求由于1000kV特高压交流输电线路的传输容量大,并且在电网中的关键位置,因此必须确保安全运行的高可靠性。

中国地域辽阔,地势复杂,天气条件复杂,空气污染问题突出。根据国情和线路特点,将我国1000kV特高压交流输电线路的运行和维护与现有的高压和超高压线路进行了比较,证明其具有以下特点:

1.4.1雷击概率增加,绕击较易发生

防雷是防止1000kV特高压交流线路故障的关键点之一,因为1000kV特高压交流输电线路铁塔的高度和宽度将比特高压输电线路大得多,因此该线路的雷击几率更高。由于1000kV特高压交流输电线路的外部绝缘水平高,因此防雷线路或塔架顶部的雷击引起的闪络可能性很小,并且塔架高度越高,越可能会发生屏蔽。在前苏联运行1150kV特高压线路的经验也反映了这一点。

1.4.2防污问题更突出

由于长绝缘子串受到50%的人为污染,因此工频耐受电压和串长度呈非线性趋势。1000kV特高压交流线路中绝缘子的数量和串长明显增加,由于大气环境,线路的污染问题更加突出。对绝缘组件提出更高的可靠性要求。但是特高压线路对可靠性的要求比超高压线路高,故防污闪是保证特高压线路可靠运行的一个十分重要的方面。

1.4.3防风偏要求更高

随着1000kV特高压交流线路塔的高度显著增加,线路的风速高度转换系数也增加。同时,由于线路绝缘子串更长,所以在相同的风偏转角下,气隙进一步减小。如果在传输线中发生风向放电,则复合功率低。通过1000kV特高压交流试验试点,河南,湖北等地区发生了很多500kV输电线路风向跳闸事故,表明该地区存在强风区。这对1000kV特高压交流线路的风向偏差提出了更高的要求。

1.4.4覆冰情况更严重

随着1000kV超高压交流线路塔的高度显著增加,并且随着高度的增加,空气中的液体水分含量增加,导线每单位时间携带的过冷水滴增加,并且结冰更加严重。另外,随着特高压线路中分体导线的数量增加,线路会冻结更多。据统计分析,1000kV特高压交流试验示范工程途经的山西、河南、湖北等地属于我国输电线路冰害故障的易发区,湖北荆门地区曾连续2年发生500kV线路的覆冰倒塔事故。故1000kV特高压交流输电线路的覆冰问题应当引起高度重视。

2 优化措施

现场作业的方法分为地电位作业,中间电位作业和等电位作业。对于1000kV传输线的实时操作,第一步是输入等电位。这是其他工作(例如,更换绝缘材料,修理电线等)的先决条件。从地电势到等电势的转换是电场强度和电势动态增加的过程。人体进入1000kV带电导线的瞬间放电特性,以及等电位时人体体表场强分部情况,此前仅进行模拟试验,尚未有过真人作业,有一定危险性。进出等电位方案要解决的问题:一是安全保护措施到位,二是运行过程稳定可靠,三是工艺规范。根据以往的工作经验和实验研究,我们比较了以下几种工作方法:

(1)地面吊篮法。此方法用于等电位电工的手动夹紧和磨削,以将其从地面举到电线上,主要用于较短的铁塔。操作模式是单一的,等电位电工可以轻松进

入不利的一面是,当进入等电位时,磁头会升起,很容易引起磁头放电,并且手摇绞磨也是不安全的因素之一。

(2)塔上软梯法。在这种方法中,梯子悬挂在导体和塔架之间的横臂上,等电位电工从横担顺软梯向下爬至与导线平齐的地方,拉动控制绳使软梯和等电位电工摆至导线进入等电位。离开等电位的方法与此相反。这种方法的优点是工具简单,问题是梯子的爬升距离大于11m,是相同情况下500kV线路距离的两倍以上。攀爬会消耗大量的体力,并且摆动不够稳定,这很容易产生不安全因素。

(3)改进的塔上软梯法。等电位电工可以爬上塔中的梯子,并使用摆动方法进入和退出等电位,从而避免了爬梯子的步骤。以XX地区的1,000kV交流特高压试验基地的单回路线性塔为例。由于电线与塔架的水平距离为12m,因此软梯子的悬挂高度约为6m。这种方法的缺点是摆动速度太快,软梯的悬挂位置或启动速度太快,因此等电位电工可能会与电线或塔架碰撞。如果不容易控制0.5m的距离,则对等电位电工的要求非常高。

(4)塔上吊篮法。将吊篮绳悬挂在钢丝上方的横臂上,吊篮与钢丝齐平,滑轮组用于控制吊篮从塔架向钢丝摆动。维持等电位状态会使操作反向。该方法可自由伸缩,稳定可靠,可以并且可以控制吊篮和等电位电工的运动。缺点是它的工具略多、安装麻烦。经过综合分析比较,只有塔上吊篮法符合上述方法选择的原则,是比较安全的方法。该解决方案可以实现可控和不可控的问题,例如安全距离、组合间距、工具调整和同一潜在进出通道的瞬时释放,并在整个带电工作过程中将对人体

的安全威胁降至最低。

3 防护措施

3.1带电作业中进行强电场作业的安全防护措施

由于特高压输电线路的电压和电场强度很高,因此有必要详细了解实际工作情况。首先是当工作人员进入塔楼的任何位置并进入等电位时,身体表面及其周围的电场强度变化程度会发生变化,并且工作人员的高度越高以及越接近带电体这种电场强度也会相应的增强,当阶梯导体和相导体处于相同高度时,电场强度最大。当头靠近时,最强的电场位于头顶和指尖,而最弱的电场则在胸部。因此,在进行等电位工作时,必须穿戴上述的1千伏特殊屏蔽服,工作人员及附近的滑移和接地机构必须保持国家规定的相关距离,并且工作人员在进出电场的过程中也要系上后备的保险带。在此过程中,还应系紧备用安全带,运输设备时,绳索应无湿气或杂质,其中最重要的是绝缘绳索。

3.2带电作业中进行电位转移的时候的安全防护措施

众所周知,特高压输电线路可以在电路周围形成一定范围的电场。如果工作人员在该电场中持续一定时间,则电场继续在人体的皮肤表面上累积电荷,并且操作者执行电势转移。在该过程中,电压越高,由操作者和导线形成的电容器放电脉冲电流就越大,因此电弧增加。另外,如果工作人员与电线之间的电位差大于间隙之间的绝缘范围,则电弧会被放电,因此工作人员在进行电位传输时应改善工作人员的安全防护和感应电压,并随时保护工作人员在电场中的安全。

4 结论

综上所述,可以看出,随着中国电网的不断发展,电网的运行质量正在逐步提高。因此,我们要保证的是特高压交流线路上带电工作的安全性和可靠性,而当今最常见的传输线路是:在同一塔中安装双回路技术的情况下,有必要考虑到这种安装方法的实际问题,并且不断地加强带电作业的安全措施。我们相信,通过不断的努力,我国的特高压交流线路的带电作业的安全防护会越来越好。

【参考文献】

[1]牛诚东,李辉.特高压交流输电线路带电作业现场应用试验[J].工业c,2015,(62):58-61.

[2]胡毅,刘凯,刘庭.1000kV交流和±800kV直流输电线路带电作业研究[C]//供电企业带电作业技术研讨会.中国电力企业联合会,2011.

[3]胡毅,王力农,刘凯,等.特高压交流输电线路带电作业现场应用试验[J].高电压技术,2009,(09):7-12.

[4]李晓伟.超/特高压交直流输电线路带电作业[J].建筑工程技术与设计,2015,(035):1193.

[5]胡毅,刘凯,胡建勋,等.±800kV特高压直流线路带电作业安全防护用具的分析[J].高电压技术,2010,36(010):2357-2361.

[6]刘正云,李勇,邱志涛.1000kV交流特高压输电线路带电作业初探[J].湖北电力,2009,(06):3-4.

作者简介:

孔祥海(1982--),男,汉族,湖北武汉人,硕士学历,讲师,研究方向:特高压带电作业、输配电技术。

郭磊(1973--),男,汉族,河南人,硕士学位,讲师,研究方向:行政管理。