

输电线路防治风偏技术研究

Research on Transmission Line Wind Deviation Prevention Technology

马芳

Fang Ma

国网庆阳供电公司 中国·甘肃 庆阳 745000

State Grid Qingyang Power Supply Company, Qingyang, Gansu, 745000, China

摘要: 输电线路作为电能传输的主要通道, 保证其正常的运行状态, 意义非凡。对于架空输电线路而言, 在风荷载的作用下会产生舞动, 从而影响线路的安全经济稳定运行。论文分析了风荷载诱发风偏故障的原因, 及其对于输电线路造成的危害性, 提出了防治风偏的策略。

Abstract: Transmission line as the main channel of electric energy transmission, it is of great significance to ensure its normal operation. For overhead transmission lines, it will dance under the action of wind load, thus affecting the safe, economic and stable operation of the line. This paper analyzes the cause of wind deflection fault induced by wind load and its harmfulness to transmission line, the strategy of preventing wind deviation is put forward.

关键词: 输电线路; 风偏故障; 原因分析; 预防措施; 分析研究

Keywords: transmission line; wind deviation fault; cause analysis; preventive measures; analysis and research

DOI: 10.12346/etr.v3i10.4412

1 引言

输电线路发生风偏故障, 主要与输电线路所经区域的气象条件、地理位置、导线档距、呼称高度、高差系数和风速不均匀系数等有关。针对风偏故障, 应从设计阶段开始进行准确研判, 掌握详细的气象和地理信息, 合理选择路径、塔形和相关金具, 留有足够的安全裕度。

2 风荷载与风偏故障的概念

2.1 风荷载

风荷载也称风的动压力, 是空气流动对工程结构所产生的压力。风荷载在输电线路铁塔结构设计中通常占有控制地位, 风荷载是结构设计时的主要荷载之一, 准确认识风荷载及其效应, 意义重大。

2.2 风偏故障

风偏是指输电线路绝缘子串和导线在风力作用下, 导线

的风偏角会逐渐增大, 同时导线会随着风力大小出现不同程度的位移和偏转, 当输电线路导线与杆塔之间空气间隙的绝缘强度小于输电线路导线工作电压时会发生空气击穿, 由于放电形成的电弧会使杆塔和导线上出现电气烧伤痕迹^[1]。

风偏故障主要包括直线杆塔绝缘子对于塔身及拉线放电, 干字型耐张塔中相跳线串对于塔身的放电, 导线对于周围建筑物、构筑物或边坡的放电, 导线与导地线之间的放电等情况。

3 输电线路风偏故障分析

发生风偏放电的输电线路塔型, 一般而言包括耐张塔与直线塔, 其中耐张塔主要是指跳线对于杆塔构架的放电, 直线塔主要是指导线或金具对塔臂放电。

一般而言, 造成风偏放电的外因是自然界发生的强风和暴雨天气, 内因是输电线路抵御强风能力不足。

【作者简介】马芳(1968-), 男, 中国甘肃庆阳人, 硕士, 高级工程师, 国家高级企业培训师, 从事电力系统及其自动化研究。

发生风偏放电的根本原因，在于输电线路导线上导线与杆塔或导线与导线之间的空气间隙距离减小，电气强度不能耐受电力系统最高运行电压时便会发生击穿导致放电。

4 风偏故障形成的诱因及分类

风偏故障的成因主要是由于线路在强风作用下，导线与杆塔构件的空气间隙不能满足线路运行需求，从而发生空气击穿，造成线路故障^[2]。

4.1 风偏故障的气象条件

输电线路发生风偏故障，除了由于输电线路设备本身的原因之外，主要还包括以下几种情况。

4.1.1 超设计风速的大风出现

设计裕度不充足，设计风速荷载未考虑阵风的动力效应等。风力过大，使导线承受过大的风压，导致导线发生不同期摆动，诱发事故。

4.1.2 处于微气象区域的线路

譬如在峡谷交汇处、具有狭管效应的漏斗型谷地，存在上行风的线路等。

4.1.3 无规律的飓风的出现

气象学领域，将风向突然发生改变，风速急剧提升的自然现象，称为飓。每当飓出现之时，气温将会急速下降，并且可能伴有降雨。

4.1.4 降雨的影响

大风导致空气中灰尘等杂质含量不断增加，大到暴雨的出现，会导致沿着风向在杆塔和导线之间形成间断的水流，由于水流中含有较多灰尘杂质，如果闪络路径和水线为同一方向，会使这段空气间隙的击穿电压降低，从而使得导线和杆塔之间发生放电跳闸的可能性大大增加^[3]。

4.2 直线杆塔绝缘子串对塔身或拉线放电

直线杆塔绝缘子串在水平风荷载的作用之下，有可能发生导线摇摆，导致其与地电位体之间的空气间隙变小，造成单相接地短路故障。

在设计风速范围内发生的风偏，一般为垂直档距过小，造成的垂直荷载变小，引起摇摆角增大。还有就是绝缘子串长增加之后，摇摆角虽然不变，但是空气间隙变小而造成的故障。

4.3 干字型耐张塔中相跳线串对塔身放电

跳线过长或跳线架为单挂点，在风的作用之下，发生左右摇摆，可能造成跳线对塔身空气间隙不够，形成单相接地短路故障。

4.4 导线对周围建筑物、构筑物或边坡放电

档距中间的导线在水平风荷载作用之下，发生摇摆，使其与周围的建筑物、构筑物或边坡等地电位体之间的空气间隙减小，形成单相接地短路故障。造成故障的主要原因为，在导线摇摆过程中，安全距离之内，存在各类地电位体。

4.5 导线与导线之间放电

在水平风荷载作用下，导线摇摆频率不同，就会造成空气间隙变小，从而导致两相短路故障。

5 正面间隙圆的绘制

对于直线杆塔绝缘子串与干字型耐张塔中相跳线串而言，导线用悬式绝缘子或合成绝缘子悬挂在导线上。导线或跳线串对于杆塔部分之间应有一定的空气间隙，空气间隙的绝缘强度应与绝缘子串的绝缘强度相配合。因而，雷电过电压、操作过电压、工频电压等三种电压作用情况之下，在考虑了可能的风偏之后，带电部分对地电位体之间应具有足够的绝缘距离。这就需要正确计算塔头的空气间隙，这也是决定塔头尺寸的原则之一。

5.1 确定塔头尺寸

确定塔头尺寸，主要有两个原则，一是塔头间隙过大增加杆塔造价，二是塔头间隙过小则不安全。

5.2 导线的线间距离

导线的线间距离是指没有发生风偏时导线之间的距离。确定线间距离主要考虑当导线发生风偏摇摆时，不应发生短路故障。

6 风荷载对输电线路的影响

风荷载对于输电线路的影响，体现在以下两个方面。

6.1 风速的影响

一般情况下，风速越高，对输电线路造成的变形或振动就越大。输电线路通常都是高柔性结构，较高的风速作用于其上时，会造成导线偏离垂直面，而且还会在一定程度上改变导线与杆塔及横担之间的接地距离，最终使导线发生不规则摆动。

6.2 风向的影响

输电线路发生舞动的幅度大小基本上取决于风和导线轴线之间的夹角。当这一夹角在45°~90°时，导线会产生出较为稳定的振动；当夹角在30°~45°时，导线产生振动的稳定性较小；当夹角小于20°时，导线不会产生振动。

7 导线舞动诱发风偏故障

输电线路舞动主要是指导线受到外界因素的影响,发生自激振动的现象,如导线覆冰、风荷载作用等。导线一旦发生舞动情况,持续时间较长,由于线路长时间的振动,会使输电线路本身遭到严重破坏,从而影响线路的安全稳定运行。

8 输电线路导线悬挂高度提高对风偏的影响

风速高度变化系数、风压不均匀系数、风压高度系数对导线风偏角都存在一定影响。随着导线悬挂高度的增加,这几个因素是同时对导线风偏角产生影响的。

9 输电线路防治风偏的具体措施

9.1 新建线路的防治舞动

由于输电线路的跨度较大,经过的区域也相对较多,不可避免地会经过一些强舞动及舞动多发地区,这就要求在新建线路时,必须合理地选择线路的走向,尽量避开或减少在强舞动地区的穿越。

9.2 减小导线截面

在满足设计要求的同时,应该尽量采取截面小的导线,以此来降低风荷载对输电线路舞动的影响。

9.3 加装防舞动装置

包括安装双摆防舞者、集中防振锤、失谐摆防舞者 and 抗流防舞者等装置。

9.4 提高导线悬挂高度

提高输电线路导线的悬挂高度,对于优化线路走廊、节约土地均有积极意义。

9.5 耐张塔的风偏治理

转角塔外角跳线为 45° 及以上,外角跳线宜采用双串绝缘子;在 45° 以下的外角跳线,宜采用单串绝缘子串;转角塔内角跳线为 15° 及以下,则内角跳线宜采用单串绝缘子串。

9.6 直线塔的风偏治理

一般采用三相改V型串,中相改V型串而且边相加长横担,三相加挂双串而且加重锤等措施。

9.7 优化塔型的选择

遇到起伏不平的山地,宜选用Z型塔,由于横担更长,能够有效地控制风力袭击。

9.8 优化配置绝缘子

对于高差系数大而且垂直档距小的区域不宜使用合成绝缘子,相对于瓷瓶串绝缘子,合成绝缘子的刚性较强,整体容易随着导线摆动而摆动,诱发风偏故障。

9.9 氟硅橡胶导线护套

氟硅橡胶导线护套对于线路防鸟害、风偏,防止复杂生活区经常发生的异物相间搭接而引发短路的输电线路绝缘保护尤为适用^[4]。

10 结论

10.1 结合外因内因,推行综合治理

导致风偏放电的外因是自然界发生的强风和暴雨天气,内因是输电线路抵御强风能力不足。因此,需要从设计参数、运行维护、检测方法等方面,认真进行分析研究,采取有效措施,提高输电线路防治风偏放电能力。

10.2 加大科研力度,实现标本兼治

风荷载对输电线路造成的舞动影响是无法避免的,现有的防舞动技术很难达到标本兼治的效果。为了确保输电线路的安全稳定运行,必须加大防舞动技术的研究力度,研制出一种能够真正消除风荷载作用影响的防舞动装置,这对于输电线路的安全经济稳定运行,意义重大。

10.3 借鉴先进经验,推动规范改进

输电线路铁塔是典型的高耸结构,风荷载在其设计计算中占有控制地位。输电线路铁塔的结构形式复杂多样,中国现行输电线路设计规程,没有对其所受的风荷载提供明确而合理的计算规定。他山之石,可以攻玉,对比研究世界各国或地区的风荷载技术规范,对于中国设计规范的改进有着积极意义。

参考文献

- [1] 孙保强.不同风速下导线风偏动力响应分析[J].高电压技术,2010,36(11):2808-2813.
- [2] Helen Ann W, Bonneville V. Power administration study of Wind effects On conductors for span factors[J]. IEEE Transactions on Power Delivery, 1992,7(3):1387-1395.
- [3] 张明旭,康淑丰,梁利辉.超高压输电线路典型故障分析及防范措施[J].河北电力技术,2014,33(1):37-42.
- [4] 陈曦.防城港网区输电线路风偏故障分析及应对措施研究[J].通讯世界,2014(11):50-51.