

高压输电线路的防雷技术

王乐喜 鄂海平

内蒙古电力(集团)有限责任公司阿拉善供电分公司

摘要:近年来,我国对电能的需求不断增加,电力工程建设越来越多。电力工程建设对保障工业生产、城市建设具有重要作用,为切实保证电网安全运行与电能传输质量,需在输电线路设计中做好线路防雷设计,选择合理的线路防雷技术应用,用以防范或降低输电线路因雷电所造成的线路短路、燃烧等问题影响,确保输电线路能够长期处于安全、稳定的运行状态。本文就高压输电线路的防雷技术进行研究,以供参考。

关键词:输电线路;雷电防护;绝缘保护;避雷器

【DOI】10.12252/j.issn.2096-627X.2023.07.093

引言

近年来,随着我国市场经济的迅速发展,电力需求日益增长,带动了我国电力产业的迅速发展。目前,我国的电力供应主要集中在高压线路上,高压线路经常处于野外,线路长、分布广,运行过程中易受当地气候条件的影响,特别是在雷雨天气下,线路经常会被雷击,当高压电线承受不住雷电的时候,就会发生短路,造成一大片地区的电力供应中断,严重时还会对高压设备造成伤害。因此,输电线路的防雷工作历来是国内电力工作者关注的焦点,本文就此展开深入的研究,探索其防雷对策。

一、传统防雷技术概述

传统防雷技术在设计输电线路时,使用组合绝缘体提高输电线路的绝缘能力。但实践表明,组合绝缘子被雷击后,绝缘效果会大大降低,只能在短期内达到高绝缘的目的,长期使用不能起到防雷作用。在设计时,架空线路、架空线路、塔架接地线路和雷电通道都能很好地保护输电线路,抵御雷击。由此可见,传统的防雷技术虽然存在一些缺点,但也具有一定的优点,可以在现代防雷技术的应用中起到很好的作用。改善传统防雷技术的缺点并保持其优点,可以促进输电线路的发展,使其更好地服务于社会主义建设。

二、高压输电线路遭遇雷击的原因

1. 缺乏足够的避雷器

很多电力公司都把避雷器应用于各种装置中,以节省费用、减少费用、获取更大的经济效益,但是这些方式都不能达到很好的防护效果,有些完全没有防护作用,只是做做样子而已。另外,很多国家的电网企业在高压输电线的高压线上只设置了少量的避雷设施,不足以应付每天发生的雷击事件。

2. 线路结构存在缺陷

首先,线路结构缺陷往往会导致电气系统运行不稳定,出现电能损耗、跳闸、放电等问题。尤其是对于高压输电线路来说,由于电压较高,线路结构缺陷更容易导致电气故障,进而影响电网的正常供电。其次,线路结构缺陷也有可能就会导致线路杆塔倾倒,引发交通事故和环境污染。最后,对于电气系统来说,在线路带电状态下十分重视受力情况和安全问题。而线路结构缺陷的存在会影响线路的受力状况,特别是在强风和恶劣天气条件下更为明显。如果没有及时有效地处理缺陷,就有可能导致线路受力不均匀或超负荷,进而引发事故。

3. 杆塔因素

当雷电击中杆塔后,所产生的电流会流经杆塔导入大地,进而形成一个单向回路,从而造成杆塔击穿现象,对输电线路的稳定运行造成影响。为充分满足各个区域中个性化供电需求,杆塔在实际设置时的高度普遍较高,同时由于杆塔之间存在相互影响,可能会在同一次雷击现象中出现不同表现。例如:反击电流与杆塔电流之间为反比,若杆塔电流增加则反击电流减弱,进而导致输电线路的雷击电流抗性降低;杆塔间会对分流产生抑制作用,导致局部电流频率增加;因导线闪烁存在差异性,进而造成杆塔线路间电流出现不均匀分布,此时若遭受雷击,则会导致局部荷载提升,最终形成熔断或烧毁情况。

4. 未完成的避雷器总成

部分电力公司在建设和设计高压输电线路时,为的是减少投资,尽可能地减少工期,提前完工,这样就忽略了对输电线路的品质,在进行防雷装置的安装时,没有按照规定进行,并且所安装的装置的品质也不是很好。在遇到雷雨时,若不采取适当的防雷措施,也可能

造成人员伤亡。

三、具体防雷措施

1. 加强对输电线路防雷接地装置的检查和管理

为了有效避免输电线路因受到了冲击而出现跳闸和停电现象的发生,确保供电系统的安全性,使输电线路能够正常运行,供电部门必须要建立健全对输电线路进行管理和维护的规章制度。在进行检查与维护时,不仅要检查防雷设备的接地情况,及时发现和处理问题,还需要结合实际的地形特征以及天气气候环境等因素,综合考虑检查和管理的实施方式,从而有效维护输电线路设备的安全,减少雷电冲击事故发生的概率。在日常工作中,工作人员需要及时清除线路周围的树枝,做好接地线路的除锈和防锈工作等,同时,相关部门应当添设巡查站,不断加强日常巡查和管护,确保输电线路的正常运行。

2. 线路避雷器

线路避雷器在工作时与线路绝缘子并联,可在遭受雷击时,避免因闪电直接击中或绕线而造成的故障。线路避雷器按其类别划分如下,根据间隙特性,一般可将线路避雷器分为有间隙式避雷器和无间隙式避雷器,而有间隙式避雷器也有外部串式和内部式,因为生产和操作上的综合因素,内隙式避雷器在线路中很少使用,所以一般都是采用外串式的避雷器。有间隙线路避雷器是目前最常用的线路避雷器,它分为纯空气间隙避雷器和绝缘子支撑间隙避雷器,无缝隙式线路避雷器是用来控制雷电过电压和运行过电压的,采用带外串联空隙的线路避雷器,包括复合外壳式MOS避雷器主体和串联间隙,其作用是限制雷电过电压和/或局部工作过电压。近年来,带外串联间隙的MOA在国内外的应用越来越广泛,不仅使MOA抗电网电压的能力得到了极大的改善,而且防护等级也得到了改善,EGLA是目前国内使用最多的线路避雷器,国内研制成功的带离式无间隙避雷器,35~500kV线路型避雷器都有多年的使用经验,最长使用10余年,具有很好的防雷性能。但考虑到在不方便运输的环境下,尤其是在山区,维修无缝隙的避雷器是一个很常见的问题。此外,由于我国大部分的脱离器性能、质量和可靠性都很差,多次出现过的情况。基于以上种种原因,近年来,在线路避雷器的安装中,一般都是采用有串联间隙的避雷器。与之相比,带串联间隙的

避雷器具有更大的优势,其主要表现为:(1)通过合理地选取间隔间距,仅当雷击发生时,在工作频率过电压和工作过电压时不工作,避免了避雷器的工作次数。

(2)串联间隙可使避雷器电阻极少受到工频电压影响,延长其使用寿命,降低其日常维修工作量。(3)当避雷器本体出现故障时,采用串联式空隙结构,能有效地分离出故障的电容器,避免因绝缘子短接而导致线路跳闸。

3. 提高对雷击故障的预测能力

雷电击打具有瞬发性,在防雷设计中要做到早预测、早预防。雷电故障的发生频次和发生规律与地方环境相关,如果供电区域的雨水较多,且雨季漫长,该地区的雷电多发,出现雷电故障的概率也较高。只有加强对雷击发生的预测能力,才能在输电线路中及时对雷击故障加以防范,减少雷击故障对输电线路的损害。在设计220kV输电线路的综合防雷系统时,要以提高电力系统对区域中雷电发生频率和雷击事故发生概率的预测为前提。避雷针是以雷击出现前的雷感应为防雷依据,通过感应雷电改变地面电场,从而完成避雷工作。雷电会形成大强度的感应电流,而使用避雷线可以将这些感应电流引流或分流,进而使塔内的电流减少,尽量确保输电线路电压稳定,减少雷击的影响。同时,避雷线通过导线本身存在的耦合特点,能够使高于输电线路中存在的绝缘电压变小,因而使雷击形成的感应电压变小。在设计220kV输电传输系统时,如果能良好地运用避雷针的有关功能,可以大幅度提升输电线路防雷系统对雷击的预测能力,工作人员就能快速判断雷击的发生概率和发生位置,并利用相关手段减少雷击故障对输电线路的危害。但是在选用与安装避雷线时,一定要严格按照有关技术规程与要求进行。要让避雷针在输电线路的防雷系统中发挥最佳预测作用,就要注意避雷针的安装位置,避雷针安装位置的恰当与否会直接影响到避雷针对雷电的感应效果,比较合理的安装位置是输电线路的塔顶和地线。在塔顶安装避雷针,可以发挥避雷针对雷击方向的调整作用,避雷针会将雷击电流吸引过来,再对其进行疏导,可以减少或者避免电流对线路的危害。在地线安装避雷针则可以提升输电线路的防雷击水平,在具体的地线位置选择上,杆塔的10~30cm范围属于雷击危险区域,因此避雷针安装在这个区域,可以最大限度

发挥雷点绕击的作用。

4. 安装自动重合闸

现阶段在电力系统保护电网系统及线路装置的方式中,自动跳闸是较为常用且重要的方式之一。现阶段国内较为常用的自动重合闸主要有4种,分别是失活装置、综合装置、三相装置以及单相装置。电力系统在实际供电过程中,自动跳闸设备能够对输电线路的实际运行数据进行采集与分析,当所采集的数据出现异常时,自动跳闸设备便可以第一时间执行跳闸操作,同时断开输电线路系统中其他设备。若输电线路在实际运行过程中被雷电击中,则自动跳闸设备便可以通过传输断开信号,及时切断电流,若雷击时所形成的放电强度处于输电系统的可控范围内,则当雷电流被有效导入大地或其他防雷设备后,自动跳闸设备会重新开闸并闭合相关开关与线路,避免部分线路或设备因长时间断开而出现问题或是对周边用电单位产生影响。需要注意的是,相关技术人员在基于自动重合闸技术进行输电线路设计时,首先需要以宏观角度对整体输电系统进行分析,在输电系统合理位置安装自动重合闸并确保其与供电系统的继电保护器有效连接,这样不仅能够切实缩短输电线路因雷击后所产生的故障时长,同时也能够在一定程度上提升整个电力系统的恢复效率。

5. 完善线路结构设计

(1) 导线选择。不同类型的导线有着各自的特点和适用范围。一般而言,高压输电线路采用的导线种类有普通钢芯铝绞线、高导电率钢芯铝绞线、铝合金芯高导电率铝绞线、中强度铝合金绞线等。在设计线路结构时,需要根据导线类型的特点和使用条件,确定最佳的导线型号。(2) 悬挂点设置。悬挂点是指铁塔上直接用于悬挂导线的部件。在高压输电线路的设计中,需要合理设置悬挂点的位置和数量,使导线均匀分布,并且尽可能减小对铁塔的荷载。同时,在选择悬挂点材料时,需要选择抗压强度较大和抗腐蚀性能良好的材质。

(3) 杆塔选型。杆塔是指将塔架与地面或者其他构造物连接起来的部件。在设计高压输电线路时,需要根据地形、气候条件以及铁塔高度等因素,选取合适的铁塔类型和高度,并进行结构设计和强度计算。(4) 绝缘子选择。绝缘子是用于隔离导线与铁塔的部件。在高压输电线路的设计中,需要选取合适的绝缘子类型,并根

据使用条件进行相应的绝缘配合设计。同时,还需要对绝缘子的接头进行检测和维护,保证其正常使用。

四、检修和防护说明

无论是维修高压线路,还是维修传输线,员工都要经过严格的培训,并持证上岗,熟悉离线、在线维修方法,以确保自己的安全。特别是在大修高压架空输电线路时,由于电线杆、塔架等所处的内外环境极为复杂,极易受多种外界因素的影响,因此,在大修过程中,要特别注意大修过程中的安全性问题。但由于高压输电线路的维修具有较高的危险性,所以在对输电线路进行维修时,除了要考虑到电网的整体稳定性,还必须考虑到维护人员的生命安全。防雷探测是保证电网安全、稳定运行的重要手段,也是电网大修、维修时经常遇到的一种重要手段。尽管到目前为止,我国防雷技术取得了长足的进步,但是当遇到电网故障时,还是要保持高度的警惕,加强对电网的日常维护,才能保证电网的安全稳定。此外,在进行高压输电线路架设时,一定要严格按照国家和相关规范的要求,对施工流程进行规范,对每个步骤都要进行严格把关,通过严格、规范检查和现场控制,提升高压电力输电线路的总体工作效率,减少线路故障的概率,进而减少因传输线故障所带来的损失。

结语

综上所述,随着人民的生产和生活水平的不断提高,电力设备对人民的的生活起到了很大的作用,这主要是由于个人使用的电子产品的迅速增长,以及现代化工厂中的电器装置的数量日益增长。在电网运行时,雷电是导致电网失效的主要原因,同时由于输电线路的长度远,只能在空中输送电能。所以,很容易被雷电击中,导致短路,电力供应不稳定,而且,雷电也会对电力系统造成伤害。因此,电力公司必须认识到防雷保护的重要性,采取可靠的防雷保护措施,才能使其不正常工作。

参考文献

- [1] 黄福彩. 高压输电线路防雷技术措施探讨[J]. 中小企业管理与科技, 2013, (15): 295
- [2] 杨洋. 探究220kV高压输电线路防雷接地技术[J]. 建筑工程技术与设计, 2016, (14): 201
- [3] 左来明, 张凌云. 高压输电线路综合防雷技术研究[J]. 东北电力技术, 2007, (02): 12~15