

直流覆冰绝缘子电气特性及伞裙结构抗冰性能优化分析

陈招明

江西高强电瓷集团有限公司 江西 萍乡 337200

摘要:在电力线路之中,受到自然因素的影响,绝缘子常常面临覆冰的情况,这会对绝缘子的性能产生较为严重的影响。因此,必须对覆冰状态下的绝缘子电气特性及伞裙结构抗冰性能进行深入研究,了解覆冰绝缘子的特点,从而有效优化覆冰绝缘子及伞裙结构抗冰性能,提供更多可靠的参考依据,这对于电力建设具有极为重要的现实意义。本文详细阐述绝缘子局部放电现象的原理以及其对绝缘子性能产生的影响,同时参考其运作机理,在透彻了解的基础上,实施科学合理的改进。同时,再以改进后的数学模型作为基础,对覆冰绝缘子进行科学合理的分析,详细探索覆冰绝缘子表面产生的局部电弧、电流泄漏等情况,还要科学合理的计算相关参数,详细分析其电气特性。根据分析结果,为有效改进绝缘子伞裙结构、提高绝缘子性能、优化电力建设提供科学合理的数据信息作为参考依据。

关键词:绝缘子;输电线路;伞裙结构

绝缘子是构建电力线路的重要元件之一,但在实际应用过程中,常常受到寒冷天气的影响,会有大量的冰凝结覆盖在绝缘子表面。这种情况,就称之为覆冰。覆冰会严重影响绝缘子的正常性能,进而发生电路事故。不仅会影响输电线路的正常运行,还可能引发重大事故,造成严重的损失。这是因为,由于大量的冰凝结在绝缘子的伞初外表面,进而形成长柱状冰棱,这些冰棱会在绝缘子伞初之间形成连接,也就是将高压端和接地端连接起来,形成桥接,同时也会形成少量较短气隙,在这种情况下就会形成闪络通道。当气温升高,或电流泄漏造成局部加热,此时就会使冰面融化,形成水膜。水膜具有较高的导电率,极易形成导电现象,使绝缘子表面的电场梯度发生改变,气隙中的电场梯度也会随之扩大。在这种情况下,当气隙处产生的电场较强时,就会形成局部放电,形成导电通道,产生肉眼可见的局部电弧。因此,加强对覆冰绝缘子的研究,是优化输电线路建设,提高输电线路质量安全水平需要解决的首要问题,具有极高的研究价值。

1 覆冰绝缘子及绝缘子闪络概述

在输电线路建设过程中,绝缘子闪络是一个非常严重的问题。近年来,随着我国电力事业建设力度不断加大,对于输电线路中的绝缘子闪络问题高度重视,并在此方面进行了大量的研究。和国外相比,我国对于覆冰绝缘子的研究起步较晚,但发展较为迅速,因此也取得了较多的研究成果。在覆冰绝缘子方面,主要研究方式有两种,即实验研究方式和电场仿真研究方式。我国对于覆冰绝缘子的研究工作,非常重视结合实际,同时对材料等多方因素的影响进行综合参考,从而形成较为全面的研究理论和研究成果。根据实践研究,对不同结构、不同材料的绝缘子抗冰闪性进行了系统对比,得到了较为客观的研究成果。除此之外,还针对宏观因素对覆冰绝缘子闪络电压的影响,也进行了较为全面的研究,通过全面采集相关数据,同时对其规律进行总结归纳,然后再从数学角度出发,利用宏观特征,能够有效预测覆冰

绝缘子闪络电压。根据当前我国在覆绝缘子方面的研究成果来看,具有很明显的实用性以及概括性特点,而且形成了大量非常有价值的研究成果,这对我国在输电线路建设中有效解决绝缘子覆冰问题提供了有力的支持。但是,这些研究大多以实验为主,仍难以揭示绝缘闪络形成的具体机理以及影响闪络电压的根本原因。在电场仿真研究方面,也无法对绝缘子闪络及放电特征进行全面的反映。造成覆冰绝缘子闪络及放电现象的原因是非常复杂的,影响因素较多,因此无论是实验研究方法,还是电场仿真研究方法,都很难找到合适且有效的数学模型来分析覆冰绝缘子闪络及局部放电特性。由此可见,覆冰绝缘子的研究工作是相当困难的,因此在这方面进行系统研究的学者也较少。同时,基于覆冰绝缘子闪络电压对于输电线路的重要影响,因此对其影响因素进行深入研究,是非常有价值、有意义的,也是输电线路发展建设需要直面的问题之一。所以,针对直流覆冰绝缘子电气特性及伞裙结构抗冰性能进行深入分析和研究,是非常有必要的,对于提升并改进绝缘子防冰闪性能结构,优化绝缘子性能,具有非常重要的现实意义。

2 覆冰绝缘子电气特性及抗冰性能分析与优化

2.1 动态局部电弧仿真分析

利用动态局部电弧模型,能够对绝缘子实施仿真计算,从而对覆冰绝缘子闪络前产生的局部电弧的电气特性,进行深入研究。局部电弧的发展是非常迅速的,基于这一特点,其对覆冰结构产生的影响而导致覆冰结构发生的变化,是非常微小的,研究过程中可以忽略不计。通过计算,能够得到局部电弧的状态参考,包括外施电压、泄漏电流等等,为研究工作的开展,提供参数依据。得到相关参考之后,通过观察分析,不难发现外施电压等级与局部放电产生的局部电弧长度、泄漏电流、电弧温度之间是成正比的。而冰层表面剩余电阻则与外施电压等级成反比,但与剩余冰层升降则成正比。根据计算,对于局部施电的各个阶段,各项参数的变化情况,也能够进行详细了解,得到准确的结构。通过实验

可以判断,当绝缘子闪络电压,也就是局部电弧维持电压为25.4kV时,此时的维持电压为最大值。在这种情况下,如果对两个局部电弧进行桥接,绝缘子就会迅速发生闪络现象。

2.2 实验机理分析

本文中采用的实验信息,主要是利用动态局部电弧数学模型作为基础,从而对不同电压等级下的覆冰绝缘子瞬态局部放电特征进行精确预测。通过这个实验,能够有效揭示覆冰绝缘子持续局部放电时所具有的特征。根据该实验,能够对覆冰绝缘子局部放电状态进行详细分析。通过对实验现象进行观察,并对实验结果进行总结分析,可以发现,当覆冰绝缘子两端外施电压不同时,覆冰绝缘子瞬态局部放电特征也各不相同。主要有以下三种情况:第一,在闪络通上的气隙上,存在击穿电压。当击穿电压大于外施电压时,就不会发生局部电弧现象。第二,当击穿电压小于外施电压,闪络电压大于外施电压,受到电压的作用,覆冰绝缘子表现就会形成局部电弧,并产生高热,进而导致冰棱融化断裂。在这种情况下,新的路径以及新的局部分电弧不断形成,同时还会进一步破坏冰棱,直到覆冰绝缘子的表面,所有冰棱全部断裂。此时,局部电弧就会熄灭。第三,当闪络电压小于外施电压时,局部电弧会迅速发展,形成闪络。此时,由于局部电弧发展速度非常快速,因此其对覆冰结构生产的影响是非常微小的,可以忽略不计。

2.3 覆冰绝缘子电气特性分析

通过实验研究、实验现象观察以及数据计算分析,可知在发生绝缘子闪络之前,漏电流是非常小的。此时,虽然也存在局部放电现象,但因电流较小,对输电线路的正常运行不会产生太大影响。当产生多个弧根时,由于随着泄漏电流不断增大,每一个弧根产生的压降也会随之增大,这就会造成局部电弧进一步发展,并且影响泄漏电流,使泄漏电流不断增大。两个局部电弧实现桥接后,此时弧根会消失,弧根压降就会立刻降低。受到这一变化的影响,相同长度的不同气隙,两者之间的距离会随之扩大。在这种情况下,在气隙的两端,虽然也会产生有局部电弧形成,但是由于距离较远,难以实现桥接。气隙能否被击穿,会受到其长度的影响,两者成正比,长度越长,击穿难度越大。闪络电压等级的高低,同样会影响局部放电,一般来说等级越低,局部放电现象越难形成。气隙击穿电压与绝缘子闪络电压之间的大小比,会影响局部放电时电流的大小,当前者一直小于后者时,电流就会很小,此时对绝缘子性能的影响也非常小,对

绝缘子的正常运行几乎没有什么影响。气隙处也会产生局部电弧,其性质上与冰表面局部电弧相同,包括结构、导电率等等,都没有明显差别。根据这些研究结论,可以确定,气隙处的电弧长度对绝缘子闪络电压没有影响。

2.4 覆冰绝缘子伞裙结构抗冰性能优化

在输电线路建设过程中,改进和优化覆冰绝缘子伞裙结构抗冰性能,是电力领域,需要重点研究的问题之一。要有效优化绝缘子伞裙结构抗冰性能,可以通过改善伞的大小,将大伞改为小伞,达到扩大伞裙之间的距离,从而有效防止冰棱形成桥接。在这种情况下,覆冰绝缘子的气隙也会随着增多,会产生更多狭窄的弧根,这样就使电流路径受到了限制,剩余电阻会得到显著提高,并增大了闪络电压。此时,覆冰绝缘子闪络电压的安全数值比其额定电压更高。严重覆冰时,冰棱在绝缘子伞间形成桥接,就会大幅度降低绝缘子有效爬电距离。这时,需要有更多的气隙,从而有效提高闪络电压。通过科学改进覆冰绝缘子结构,能够有效降低绝缘子覆冰闪络概率,从而有效优化覆冰绝缘子伞裙结构的抗冰性能,保证输电线路的安全运行。

3 结束语

综上所述,绝缘子是输电线路不可缺少的重要零部件,其性能对输电线路的安全运行具有极为重要的影响。因此,针对覆冰绝缘子伞裙结构抗冰性能,应进行深入研究,这对提高我国电力建设水平,推动我国电力事业的发展进步,具有极为重要的现实意义。

参考文献:

- [1]王振华,钱懿如,李成成.覆冰复合绝缘子的流体力学特性分析[J].科技资讯,2019,17(33):2.
- [2]国震,马芳.自然环境绝缘子长串覆冰直流闪络特性[J].2020.
- [3]李杰琼.接触网绝缘子覆冰闪络分析及对策[J].2021(2013-6):51-52.
- [4]胡琴,夏翰林,张宇,等.电热型复合绝缘子防覆冰性能分析[J].电网技术,2019,43(8):8.
- [5]刘琴,谢梁,南敬,等.高压复合支柱绝缘子外绝缘特性及防冰伞应用[J].高电压技术,2020,46(8):8.
- [6]蒋兴良,毕聪来,王涵,等.倒T型布置对绝缘子串覆冰及其交流闪络特性的影响[J].电工技术学报,2019,34(17):8.