

文章编号:1001-1609(2003)02-0032-02

复合绝缘子老化评估方法浅析

吴经锋¹, 袁 检², 张建荣², 段乃欣¹, 邱毓昌¹, 罗俊华³

(1.西安交通大学电力设备电气绝缘国家重点实验室, 陕西 西安 710049; 2.上海市东供电局, 上海 200122;

3.国家电力公司武汉高压研究所, 湖北 武汉 430074)

ANALYSIS ON THE EVALUATION METHOD OF AGING FOR COMPOSITE INSULATORS

WU Jing-feng¹, YUAN Jian², ZHANG Jian-rong², DUAN Nai-xin¹, QIU Yu-chang¹, LUO Jun-hua³

(1.Xi'an Jiaotong University, Xi'an 710049, China; 2.East Shanghai Power Supply Bureau, Shanghai 200122, China;

3.Wuhan High Voltage Research Institute, Wuhan 430074, China)

摘要: 复合绝缘子老化是用户十分关心的问题。笔者介绍了两种判别复合绝缘子老化程度的方法,并通过实例,分析了这两种方法的优点以及存在的问题。

关键词: 复合绝缘子; 老化; 程度

中图分类号: TM216 **文献标识码:** A

Abstract: Aging of composite insulators is a very important problem for the users. This paper introduces two methods of evaluating the aging stage of composite insulators, and through examples, the advantages of the two methods and some shortcomings are analyzed.

Key words: composite insulator; aging; level

1 引言

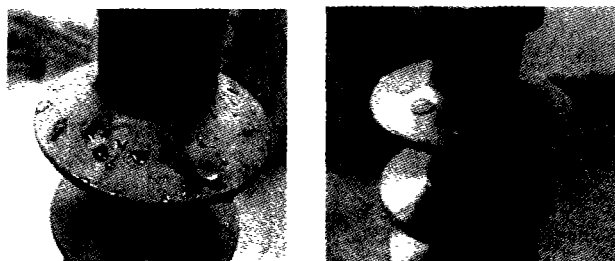
由于硅橡胶所具有的憎水性和憎水迁移性能,可限制泄漏电流,提高闪络电压,因此,复合绝缘子外绝缘具有卓越的防污性能,可以有效地防止输电线路污闪事故的发生,保证线路的安全运行。在我国,复合绝缘子主要应用于中等到严重污秽地区的110~220 kV线路上。

由于复合绝缘子外绝缘的老化是用户比较关心的问题,因此,判别复合绝缘子老化程度、憎水性能的好坏十分重要。

2 接触角测量方法

评估憎水性最简单实用的方法是测量水滴在绝缘子表面的静态和动态接触角。测量静态接触角时,在材料水平面上放一水滴,对空气、水和材料交会处的倾角可用量角器、显微镜或缩放照相机来测量。试验所用试品型号均为SGY-35/5,共6只,分

为两组,并分别编号为A₁~A₃和B₁~B₃。其中A组为1998年投运,并于2001年5月从上海电网中拆下,B组则为搁置时间较长的未使用的复合绝缘子。首先在绝缘子上淋水,观察水滴在绝缘子表面的状态,图1(a),(b)分别示出了A₁和B₁上水滴状态的差别。



(a) 试品 A₁

(b) 试品 B₁

图1 两组试品上的水滴状态

可见,A₁的一些区域上已经明显有水膜形成,而B₁上则形成了许多单个小水滴。在这两个绝缘子上随机地寻找5个点,分别测量该处的静态接触角,然后取其平均值,综合判别该绝缘子憎水性能的好坏。测量结果见表1。

表1 试品接触角测量结果 (°)

试品	测量值	平均值
A ₁	85, 100, 75, 90, 110	92
B ₁	100, 110, 120, 90, 100	104

可见,A₁绝缘子上水滴的静态接触角比B₁的略小,这说明该绝缘子在运行几年后憎水性并未降低,B₁绝缘子可能放置时间较长,自然老化严重。另外,由于接触角测量点是随机选取的,这也可能造成对B₁的测量值偏高。一些文献上提出目测水滴在绝缘子上的状态来判别憎水性丧失程度,并由此把外绝缘憎水性分为HC1~HC7级。但从上面的结果来

收稿日期:2002-10-30

看,目测可能会出现误差,并不能由此判别绝缘子憎水性的好坏。按 GB/T4585.2-1991《交流系统用高压绝缘子人工污秽试验方法 固体层法》,对试品进行了人工染污污秽试验,试验结果见表2。

表2 污秽试验结果 kV

试品	闪络电压	有效数据	试品	闪络电压	有效数据
A ₁	40,45,44	40	B ₁	41,47	41
A ₂	39,40,41	39	B ₂	38,40,40	38
A ₃	36,40,42	36	B ₃	39,43,46	39

由试验结果可以看出,A组和B组绝缘子的污闪电压相差并不大。这说明接触角虽可以判别憎水性好坏,但不能作为污闪电压高低的直接判据。试验后将绝缘子放置96h,以便绝缘子的憎水性由内部迁移到表面人工污秽层,然后再测量其污闪电压,试验结果见表3。

表3 憎水性恢复后的污闪电压 kV

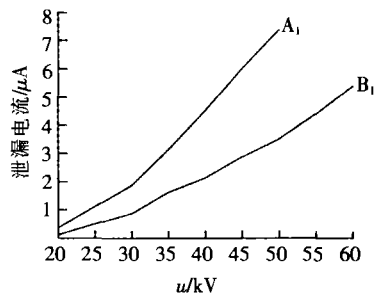
试品	闪络电压	有效数据	试品	闪络电压	有效数据
A ₁	64,66,67	64	B ₁	60,64,64	60
A ₂	45,47,51	45	B ₂	48,44,47	44
A ₃	63,66	63	B ₃	64,62,61	61

可见,憎水性迁移后,A组和B组绝缘子污闪电压均有较大幅度的提高,说明绝缘子的憎水迁移性依然良好。这也说明该复合绝缘子在运行期间,只要有一定的时间进行憎水性恢复(即不是一直处于十分恶劣的环境中),将其应用于35kV系统中仍将有较大的裕度。

3 泄漏电流测量法

影响复合绝缘子性能的主要因素是憎水性的丧失与否,以及材料在随机出现的自然界的电和环境应力下的老化。在各种应力叠加作用下,由于绝缘子表面出现泄漏电流及放电(电晕、干燥带电弧放电、闪络等),绝缘表面上老化将显著发展。由于这一原因,在实验室和现场研究中,泄漏电流的测量常被用以评估复合材料表面性能及其老化的程度。对试品A₁和B₁分别测量各电压等级下泄漏电流的大小,试验结果如图2所示。

由图2可明显看出,A组试品上的泄漏电流明显大于B组,这可以从绝缘子表面状况反映出来,B₁绝缘子和B₁上表面污秽明显少于A₁,这说明泄漏电流大小是绝缘子表面状况的一个很好的判据。因此,变电站可以用绝缘子上泄漏电流大小作为绝缘子是否需要清洗的标志。研究还表明,当复合材料中聚合物/填充物比例增大时,将提高绝缘子抑制泄漏电流

图2 A₁和B₁上泄漏电流的比较

的能力和污闪耐受能力^[1]。

一些国家和地区还采用泄漏电流的3个特征量作为表征污秽度的参数,即:运行电压下泄漏电流最大幅值 I_h ;超过一定幅值的泄漏电流脉冲数目 N_n ;临闪前泄漏电流的最大幅值 I_m ^[2]。在试验和现场运行中, I_m 的大小有很大的随机性,难以找到一个准确值,故一般以 I_h 和 N_n 作为绝缘子闪前警报。文[3]介绍了一套电力系统绝缘子污秽信息监测和管理系统,可实现大区域内变电站绝缘子的污秽信息管理,为防污措施提供了安全的时间裕度。

除泄漏电流大小外,泄漏电流的波形也可提供有用的信息。当绝缘子表面憎水时,泄漏电流波形一般为正弦形,出现干燥带电弧放电会使波形信号波峰上出现一些突然的尖峰。在闪络之前,这些尖峰可以达到很高的幅值。憎水性的部分丧失、放电等会使泄漏电流波形发生畸变,它可以由谐波成分清楚显示,并且谐波成分可以用来作为绝缘子是否需要清洗的标志^[4,5]。

4 结论

(1)以目测来对绝缘子进行憎水性分级,其结果可能会出现较大误差。

(2)接触角的测量方法简单易行,但是接触角的测量值不能作为绝缘子污闪电压高低的判据,它仅可作为绝缘子外绝缘憎水性好坏的参考。

(3)一般来说,只要复合绝缘子有足够的时间恢复其憎水性,它们应用于该系统电压等级下仍会有较大的裕度。

(4)泄漏电流可作为绝缘子表面状况的一个良好判据,监测泄漏电流的两个主要特征值对变电站实现远程控制有重要意义,当然同时还应监测环境温度、大气湿度等。泄漏电流的波形也可为绝缘子在线监测提供有用的信息。

参考文献:

- [1] M A R M Fernando, et al. Leakage (下转第38页)

电信号进行保存和比较对于判断故障和绝缘寿命是非常重要的。该系统为运行人员提供了事故追忆和打印功能。

9 结语

(1)基于 VC++和 MATLAB 的大型变压器超声定位系统,可以对许多型号变压器进行监控和故障定位,硬件设备简单、经济,从试验结果看,定位较准确。

(2)基于 VC++和 MATLAB 的软件开发将数值计算和友好的人机界面完美地结合在一起,克服了以往超声定位系统^[8]只提供抽象坐标的缺陷,为现场人员寻找故障点提供了方便。

(3)该系统利用超声-声定位算法是基于变压器内部一点放电的,而实际中多是多点同时放电,定位算法还有待改进。

参考文献:

- [1] 高宁. 变压器局放在线监测中的现场干扰分析[J]. 高电压技术, 2000, 26(2): 31-33.
- [2] 王国利. 电力变压器局部放电定位方法的现状和前景[J]. 变压器, 2001, 38(11): 22-27.
- [3] E M Peter. Partial Discharge XXI: Acoustic Emission-based PD Source Location in Transformers [J]. IEEE Electrical Insulation Magazine, 1995, 11(6): 22-26.
- [4] 董旭柱, 王昌长, 朱德恒. 电力变压器局部放电在线监测研究的现状和趋势[J]. 变压器, 1996, 33(5): 2-7.
- [5] 卢毅, 楼樟达, 王大忠. 用模式识别法进行油中放电超声定位的研究[J]. 电工技术学报, 1999, 14(3): 51-53.
- [6] 周力行. 变压器局部放电检测中的小波包去噪算法[J]. 高电压技术, 2001, 27(1): 19-21.
- [7] 陈磊. VC 下利用 MATLAB 引擎的程序设计[J]. 电脑编程技巧与维护, 1999(2): 11-12.
- [8] 张凤英, 王光宇. 电力变压器局部放电超声定位测量[J]. 变压器, 2000, 37(2): 29-33.

作者简介:宋东升(1969-),男,讲师。

(上接第 35 页)

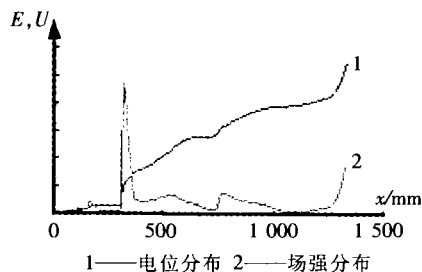


图6 定子端部表面电位分布及其平均电场分布

压板表面的场强却很小,测试时,因考虑到试验变压器能承受的加压时间,所以只有该点作为特别测试点,其它压板边缘处场强因所取距离很大,故与别的点的场强平均,所以没有明显的突变),这与理论分析相符。建议压板尽量改成梯形,压板边缘呈圆角,以免其边缘处电场集中。

5 结论

通过对发电机定子端部表面电位的测试可以看

出,通过加半导体层可使定子端部的场强得到较好的改善,但对于个别位置仍有电场集中现象,如压板边缘处及绝缘布带变换处等,所以有必要对定子端部的绝缘结构进一步研究。

根据对发电机绕组端部电位的测试,笔者认为,应从改变压板的形状来考虑改善端部的电场分布,如压板的外形改为梯形,边角处尽量做成弧形,避免有尖角等。

参考文献:

- [1] 渝光瑜. 汽轮发电机及电气设备(第三分册)[M]. 北京: 中国电力出版社, 1998.
- [2] 汪耕, 李希明. 大型汽轮发电机设计、制造与运行[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 2000.
- [3] 李万. 大型汽轮发电机定子端部防晕材料的研究[D]. 上海交通大学硕士论文, 1998.

作者简介:吕文娥(1975-),女,硕士。

(上接第 33 页)

Currents on Non-ceramic Insulators and Materials [J]. IEEE Trans. on Dielectrics and Insulation, 1999, 6(5): 660-667.

- [2] 陈维荣, 宋永华. 电力系统设备状态检测的概念及现状[J]. 电网技术, 2000, 21(11): 12-17.
- [3] 张亚萍. 变电站绝缘子污秽信息的监测与管理系统的[J]. 高电压技术, 2001, 27(5): 27-29.
- [4] M A R M Fernando, et al. Analysis of Leakage Current Wave Forms for Field-aged and New Composite Insulators[A]. Proc. of

CEIDP[C], Minneapolis, USA, 1997.

- [5] M A R M Fernando, et al. Leakage Current Patterns on Artificially Polluted Composite Insulators [A]. Proc. of CEIDP [C], San Francisco, USA, 1996.

作者简介:吴经锋(1977-),男,硕士研究生,从事高电压技术的研究。