

声电联合局部放电测试法在GIS中的应用

张建波, 蒋宜杰, 陆建宏, 刘祖高

(二滩水力发电厂, 四川 攀枝花 617000)

摘要: GIS绝缘故障导致设备强迫停运的事故时有发生, 而设备内部的局部放电正是这些事故发生的征兆。及时发现并处理导致局部放电的因素是预防GIS绝缘事故的重点。GIS在线检测不受大修及试验周期限制, 能及时发现GIS内部的局部放电缺陷, 将故障消除在萌芽状态。介绍了声电联合局部放电测试方法在GIS中的成功应用案例, 分析了其在应用中的一些问题, 可为此项技术的应用提供借鉴。

关键词: GIS; 强迫停运; 局部放电; 声电联合

中图分类号: TV7; TV737; TV738

文献标识码: B

文章编号: 1001-2184(2014)增1-0161-03

1 概述

局部放电是指发生在电极之间但未贯穿电极的放电, 它是由于设备内部绝缘存在薄弱点或生产过程中造成的缺陷, 在高电场强度作用下发生重复击穿和熄灭的现象。局部放电的累积效应将使绝缘的介电性能不断劣化, 最终导致绝缘击穿事故的发生。GIS是电力系统中输送电能的重要设备, GIS绝缘故障的发生将对电站和电网的安全稳定运行造成严重影响。因此, 加强电力系统GIS局部放电测试势在必行。

2 GIS局部放电的类型

由于制造、安装工艺方面的缺陷以及运行年限的累积, GIS内部会存在一系列导致局部放电的因素。在这些因素的作用下, GIS内部绝缘介质及绝缘部件的性能不断劣化, 导电部分部件被腐蚀, 最终导致严重的GIS绝缘事故发生。这些因素概括起来主要包括: 高压导体上的突出物、金属外壳上的突出物、浮动电极、自由金属微粒、绝缘子上的微粒、绝缘子中的气泡等六类。

3 GIS局部放电测试法

GIS内部的局部放电往往产生各种物理、化学现象, 如电荷交换、发光、发热、发射电磁波等, 依据这些现象衍生出了很多GIS局部放电的测试方法。

3.1 光检测法

此法可以检测绝缘内部的固定微粒及针状突出物等因素引起的局部放电且不受电磁干扰影响。

此法可通过加装由透明介质构成的观察窗或采用内置传感器实现检测。但一般的GIS出于内部压力高及密封性考虑, 均采用全封闭式金属壳体, 加之此方法灵敏度较低, 局限较大, 故很少使用。

3.2 热检测法

局部放电会发热, 当故障严重时, 局部热效应相当明显, 因此, 可用预先埋入热电偶或采用红外测温的方法检测温升, 以确定局部放电的部位。由于预埋热电偶的方法不灵敏且不能定量, 因此现场很少采用。由于红外测温不能及时有效地发现微小的局部放电, 故只能作为一种辅助的测试手段。

3.3 化学法

GIS内部的局部放电会造成绝缘介质SF₆气体的分解, 因此, 对SF₆气体进行取样分析, 可以判断出设备内部的局部放电情况。由于SF₆分解温度较高, 因此, 此法只适用于放电严重的局部放电缺陷, 且因此法不能排除开关正常分合时造成的SF₆气体分解的影响, 亦不能实现长期监测, 故应用范围不广。

3.4 介质损耗法

此法是利用局部放电消耗能量, 使介质增加附加损耗; 外施电压越高, 放电次数越多, 附加损耗也越大。测试设备选用西林电桥, 通过所测出的tanδ~u(u为外施电压)曲线, 可以确定局部放电的起始电压。该法试验设备轻便、测试方法简单, 但灵敏度低, 不能排除设备受潮因素的干扰, 而且需要设备停电时才能检测, 故该方法应用的很少。

3.5 耦合电容法

收稿日期: 2014-03-07

耦合电容法也称脉冲电流法。局部放电产生的电荷交换产生高频电流脉冲,通过贴在 GIS 外壳上的电容电极耦合探测局放在导体芯上引起的电压变化。该法结构简单,便于实现,而且其灵敏度相对较高,可以测试出视载放电量的大小,是目前国际电工委员会推荐进行局部放电测试的一种通用方法。但其在现场测试时,由于无法识别与多种噪声混杂在一起的局放信号,故此法的使用推广受到了一定限制。

3.6 超声波法

局部放电时会伴随有爆裂状的声发射,产生超声波且超声波很快向四周介质传播。通过安装在 GIS 外壁上的超声波传感器或便携式超声波传感器,将超声波信号转换为电信号,即能对 GIS 内的局部放电水平进行测量。该法测试灵敏度相对较高,抗电磁干扰能力强,传感器布置不受限制,利用多个超声波传感器可以实现故障定位。但超声波衰减快且容易受机械振动的干扰,故此法主要作为一种辅助的局部放电测试方法。

3.7 超高频法(UHF 法)

超高频法具有灵敏度高、可识别故障类型及进行定位等优点,已成为近 20 年来 GIS 故障检测的研究热点之一。其中以英国 Strathclyde 大学、德国 Stuttgart 大学、荷兰 Delft 大学和日本 Nagoya 大学的研究工作最为突出。此外,一些大型电气设备公司也积极参与了超高频法的研究与推广,加速了该技术的发展。该法灵敏度高,可通过时间差对放电源进行定位。随着科学技术的不断创新,UHF 传感器的性能也在不断提高,此法在 GIS 现场局部放电在线检测中得到了广泛应用。

3.8 声电联合法

超声波测试法具有灵敏度高、对电磁干扰不敏感、传感器布置不受限制及可精确定位等优点,但存在信号传输衰减快、初定位困难和易受机械干扰等缺点。而超高频测试法具有灵敏度高、信号传输衰减慢、快速初定位、不受机械干扰等优点,但亦存在对电磁干扰敏感、精确定位困难等缺点。而将以上两种方法有机结合,实现优势互补,就是所谓的声电联合局部放电测试方法,其测试原理如图 1 所示。

4 声电联合局部放电测试法在 GIS 中的应用

4.1 应用方法

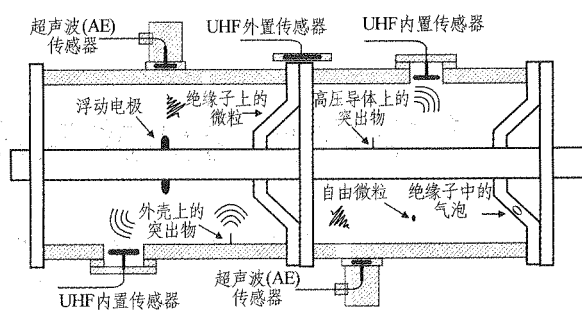


图 1 声电联合局部放电测试法原理图

(1) 测试现场的背景信号。

测试现场的背景干扰信号,以备分析使用。

(2) 局部放电信号的测试及定位。

先采用 UHF 法对 GIS 局部放电进行初步定位分析,确定局部放电的大致范围,再采用 UHF 法和超声波法联合进行定位分析,从而实现绝缘缺陷的精确定位。对于内置或具有金属屏蔽环的盆式绝缘子,不能使用 UHF 法对其进行测试,只能用超声波法逐点检测定位。

(3) 根据测试结果进行风险评估并制定检修策略。

①对于对设备正常运行影响较小的局部放电故障应加强监控,观察故障发展趋势,缩短检修周期。

②对于严重影响设备正常运行的局部放电故障,应立即解体检修,消除隐患。

4.2 成功的应用案例

(1) 案例一:发现了 GIS 盆式绝缘子悬浮电位。

某变电站 GIS 气室中开关触头部位的螺母与垫片脱落掉在盆式绝缘子上,形成对外壳的悬浮电位放电(图 2)。采用声电联合测试法,成功地发现并消除了以上缺陷。

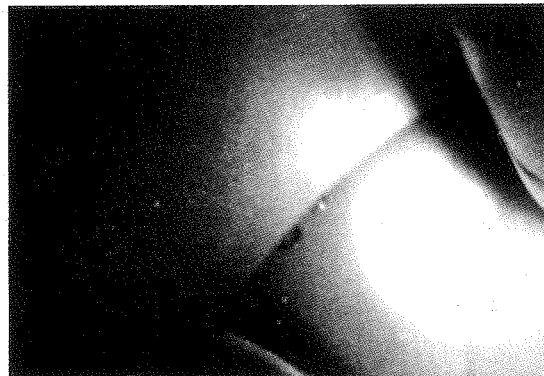


图 2 GIS 盆式绝缘子悬浮放电示意图

(2)案例二:发现了GIS罐体内的金属颗粒及杂质。

某变电站220 kV GIS罐体内存在金属颗粒及杂质,导致罐体内部产生悬浮放电(图3)。采用声电联合测试法,成功地发现并消除了以上缺陷。

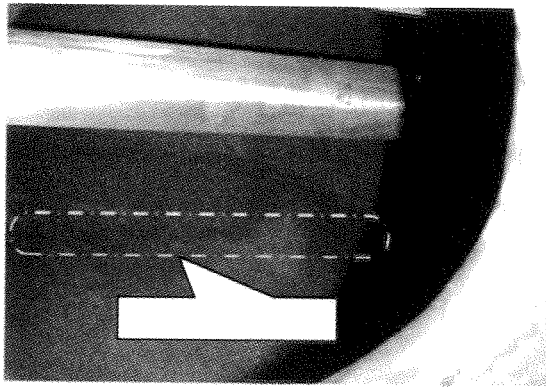


图3 GIS罐体内的金属颗粒及杂质放电示意图

(3)案例三:发现了GIS盆式绝缘子缺陷。

某变电站220 kV GIS盆式绝缘子内部存在一条长约150 mm、直径约为2 mm的气泡(图4),采用声电联合法成功地发现并定位了该缺陷。

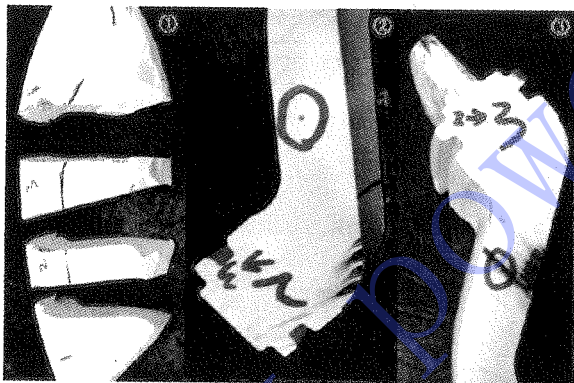


图4 GIS盆式绝缘子气泡导致放电示意图

5 声电联合局部放电测试法在GIS应用中存在的问题

5.1 没有定量的判断标准

目前的声电联合局部放电测试法主要是依靠图谱定性判断局部放电故障,尚未找到超高频信号幅值与实际放电量之间的对应关系,因此其测试结论得不到相应的技术标准与之对应。笔者建议:应加快相关标准及规程的出台。

5.2 对测试人员要求较高

虽然研发人员在实验室通过各种模型进行了多种实验,得到了各种GIS局部放电的放电图谱及判断方法,但现场测试环境比实验室环境复杂

得多,往往需要排除各种干扰才能得到准确的结论。因此,声电联合局部放电测试法对测试人员的专业水平要求很高。

5.3 仪器的造价过高

目前,声电联合局部放电测试法正处于起步阶段,其测量仪器尚未普及,在现场布置一套在线监测设备的成本过高,进而阻碍了这一技术的广泛应用。

5.4 可能存在误判

由于大型水电站GIS安装地点的振动一般较强烈,持续地振动会对传感器的测试精度产生影响,如果传感器的精度得不到保证,可能会引起故障的误判。同时,便携式测量仪器的测试精度亦会影响测试结果。因此,如何有效屏蔽现场干扰源并对传感器、便携式测量仪器进行准确地校验还需要进行进一步的研究。

6 结语

近年来,声电联合局部放电测试技术在GIS出厂故障检测和GIS在线检测中已得到了广泛的应用,及时发现并排除了大量的GIS局部放电隐患。现场测试技术不断丰富GIS局部放电测试的数据库和案例库,而不断完善的数据库又催生了更为准确的局部放电判断依据。可以展望:智能化、简单化的声电联合局部放电测试技术将会成为GIS局部放电测试的主流。

参考文献:

- [1] 李建国,朱康. 高压电气设备试验方法(第二版)[M]. 北京:中国电力出版社,2001.
- [2] 陈天翔,王寅仲. 电气试验[M]. 北京:中国电力出版社,2005.
- [3] 刘君华,姚明,等. 采用声电联合法的GIS局部放电定位试验研究[J]. 高电压技术,2009,35(10):2458-2463.
- [4] 刘社民,成东旗,等. GIS局部放电监测及有关问题探讨[J]. 河南电力,2003,(3):25-28.
- [5] 钱勇,黄成军. GIS中局部放电在线监测现状及发展[J]. 高压电器,2004,40(6):453-456.
- [6] 肖燕,郁惟镛. GIS中局部放电在线监测研究的现状与展望. 高电压技术[J]. 2005,31(1):41-49.
- [7] 帅军庆,等. 电网设备状态监测技术典型案例[M]. 北京:中国电力出版社,2012.

作者简介:

张建波(1983-),男,河北邢台人,工程师,从事水电厂电气检修工作;
蒋宜杰(1985-),男,甘肃兰州人,工程师,从事水电厂电气检修工作;

陆建宏(1973-),男,宁夏中卫人,高级工程师,从事水电厂电气检修工作;

刘祖高(1975-),男,四川攀枝花人,助理工程师,从事水电厂电气检修工作。

(责任编辑:李燕辉)