

几组电气设备绝缘在线监测数据的分析

郑云海, 王恒山

(泉州电业局, 福建 泉州 362000)

摘要: 简要阐述了变电站电气设备在线监测的一些基本问题, 指出在线监测是实现高压设备状态检修的必要手段。介绍了泉州电业局已经装设的变电站电气设备在线监测的基本情况, 并在大量在线监测数据积累的基础上, 分析了几组异常的电气设备绝缘在线监测数据, 分析了一些影响在线监测结果的可能因素: 介损测量结果稳定性和重复性较差, 受 PT 角差影响较大; 通讯信号采集部分的故障率较高; 数据分析不能根据现场的运行方式自动改变; 监测系统缺少必要的分析判断功能。

关键词: 在线监测; 状态检修; 电气设备

中图分类号: TM753

文献标志码: A

文章编号: 1001-1609(2009)04-0129-04

Analysis of Several Untypical Phenomena in on-line Insulation Monitoring for Electrical Equipment

ZHENG Yun-hai, WANG Heng-shan

(Quanzhou Electric Bureau, Quanzhou 362000, China)

Abstract: The paper summarizes some basic problems of on-line monitoring for electrical equipment in substation and points out that on-line monitoring is a necessary method in state maintenance. The paper introduces the basic situation of on-line insulation monitoring equipment in substation, and analyzes several untypical phenomena in on-line monitoring for electrical equipment based on a great quantity of on-line monitoring data. And this paper also analyzes some possible factors that will influence on-line monitoring data, such as poor stability of dielectric loss measurement, high operation fault rate of signal collection, data analysis not based on substation operation mode, and lack of necessary analysis and judgement in on-line monitoring system.

Key words: on-line monitoring; state maintenance; electrical equipment

0 引言

随着状态检修概念的普及, 变电站电气设备的在线监测技术已成为国内外高电压技术工作者关注的热点。目前, 我国变电站电气设备的检修工作, 主要仍是按照《电气设备预防性试验规程》的要求定期进行预防性试验。但是从技术上看, 一般的预防性试验电压远远低于运行电压, 预防性试验所测结果不如在运行电压下在线监测的结果符合实际。而且绝缘故障总是有一定的潜伏和发展时间, 而预防性试验是定期进行的, 不能及时准确地发现故障, 造成漏报或误报。从经济的角度看, 定期的电网停电试验也会对国民经济造成一定损失。

为降低停电和维修的费用, 人们开始关注并逐步应用在线监测技术。在线监测的重要特征是监测系统采用高灵敏度的传感器对电气设备绝缘在运行

中劣化的信息进行采集, 能够准确地监测运行中设备的绝缘状态, 为电力系统的安全运行提供了可靠的保证。

1 在线监测技术的基本原理及其发展过程

电力设备在线监测技术是一种利用运行状态来对高压电气设备绝缘状态进行试验的方法, 变电站电气设备在线监测技术的发展经历了以下 3 个阶段^[1-4]。

(1) 带电测试阶段。这一阶段始于 20 世纪 70 年代, 当时人们仅仅是为了不停电而对电气设备的某些绝缘参数进行直接测量。其结构简单, 测试项目少, 而且要求被试设备对地绝缘, 测试的灵敏度较差, 所以应用范围较小。

(2) 从 20 世纪 80 年代开始, 出现了各种专用的带电测试仪器, 使在线监测技术开始从传统的模拟量测试走向数字化测量, 摆脱将测试仪器直接接入

收稿日期: 2008-11-05; 修回日期: 2009-03-12

作者简介: 郑云海(1979), 男, 硕士, 工程师, 从事高压试验工作。

测试回路中的传统测量模式，而代之以利用传感器将被测量转换成数字仪器可以直接测量的电气信号。同时还出现一些其他通过非电量测量来反映设备状况的测试仪器，如远红外装置、超声装置等。这一时期具有代表性的带电测试仪器是日本的 LCD-4 型避雷器电流测试仪。

(3)从 20 世纪 90 年代开始，出现了以数字波形采集和处理技术为核心的微机多功能在线监测系统。利用先进的传感器、计算机、数字波形采集和处理等高新技术，实现更多的绝缘参数(如介质损失角正切值 $\tan\delta$ 、电容量、泄漏电流、局部放电、色谱等)在线监测。这种在线监测系统可以实时连续地巡回监测各被测量，因此监测内容丰富、信息量大、处理速度快，对监测结果可显示、存储、打印、远传及越限报警，实现绝缘监测的全部自动化，代表了当今在线监测的发展方向。

通常一种电力设备的在线监测系统，由传感器系统、信号采集系统、分析诊断系统组成^[5]。目前常用的传感器有电磁传感器、力学传感器、声参数传感器、化学量传感器等；信号采集系统是将传感器得到的模拟量转换成数字量进行传输，应用数字滤波技术对采集到的信号进行滤波处理，抑制和消除外界干扰和背景，提取真实信号；分析诊断系统对所采集的信号进行分析、处理和诊断，得到所测电力设备绝缘的当前状况。图 1 为在线监测的基本流程图。

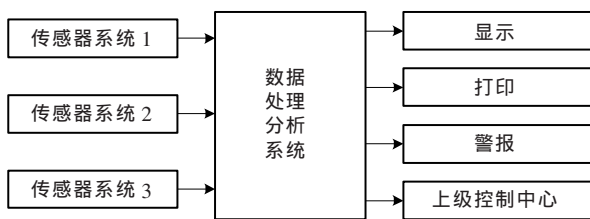


图 1 在线监测流程图

2 泉州局在线监测的现状

泉州电业局在线监测系统主要是对变电站内的变压器、互感器、耦合电容器、避雷器、高压套管等主要设备实施状态参数的在线监测与诊断。

2.1 变压器的状态监测与诊断

我局的变压器在线监测主要是对油中溶解气体进行监测，如监测氢气、甲烷、乙烷、乙烯、乙炔、一氧化碳、二氧化碳、氢气和微水等。通过对油气相色谱分析气体含量和产气速率，进行故障判断，能够判断变压器内部是否存在过热性故障(导电回路、铁心多点接地引起过热等)和放电性故障(局部放电和电弧放电)等。

2.2 铁心故障监测

铁心故障监测主要是监测变压器铁心正常和发

生多点接地时的电容电流，以判断铁心是否存在接地故障，防止故障扩大、避免烧损铁心。

2.3 电容型设备的状态监测与诊断

电容型设备包括：电流互感器、电容式电压互感器、耦合电容器、高压套管等。我局电容型设备在线监测主要是通过监测设备电容电流、电容量及变化值和介损 $\tan\delta$ 值，对检测的数据进行误差分析，同相设备相对比较，然后根据专家设定判据诊断设备的运行状态。

2.4 避雷器状态的监测与诊断

避雷器的监测参数有全电流、阻性电流、容性电流。与其他设备一样，通过专家诊断软件对监测数据进行分析诊断，对有异常状况设备发出信号和报警。

3 几组电气设备绝缘在线监测数据的分析

3.1 电压互感器角差的影响

2007 年 12 月 8 日，某变电站部分 110 kV 套管和电流互感器的介损出现突变，图 2 所示为 110 kV 玉林 I 回 165 CT 三相套管的介损均有不同程度的下降。监测系统正常工作时，用玉林 I 回 165 CT 套管末屏泄漏电流与 110 kV 母 PT 二次电压的相位差来计算玉林 I 回 165 CT 介损。12 月 8 日，对 110 kV 母 PT 做常规检查，110 kV 母 PT 退出运行，以玉林 I 回 165 CT 末屏泄漏电流与 110 kV 母 PT 的相位差来计算玉林 I 回 165 CT 介损，三相介损出现不同程度下降。

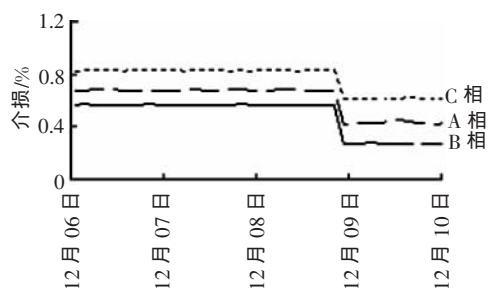


图 2 110 kV 玉林 I 回 165 CT 三相套管的介损曲线

对于这种切换电压互感器造成介损突变原因的分析见图 3。 β_{PT1} 和 β_{PT2} 分别为 段母线 PT 和 段母线 PT 二次电压与系统一次电压的相位差，以 段母线 PT 二次电压作参考时介质损耗角为 $\delta_1 = \delta + \beta_{PT1}$ ，以 段母线 PT 二次电压作参考时介质损耗角为 $\delta_2 = \delta + \beta_{PT2}$ 。由此可见，PT 二次电压与系统一次电压的相位差对介损绝对值会产生较大影响^[6]。

3.2 运行方式改变对在线监测结果的影响

2008 年 3 月 13 日到 16 日，某变电站部分 110 kV

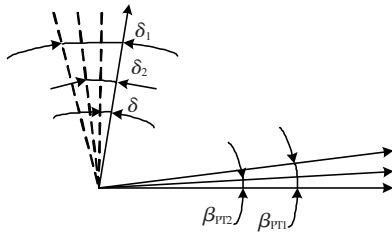


图3 PT角差对介损耗角的影响分析图

容性设备在线监测的介损数据发生波动,如110kV罗洪蓝线156 CVT介损从2008年3月13日开始发生较大的波动,到16日介损数据恢复稳定,见图4,而在这期间泄漏电流数据一直保持稳定。经查,在3月13日该变电站110kV系统进行了切换母线的操作,原来运行于母线的线路全部切换到母,母停电检修。110kV罗洪蓝线156 CVT介损是用其末屏泄漏电流与110kV母PT二次电压的相位差来计算,3月13日罗洪蓝线156单元切换到母,但是在线监测介损计算单元没有自动切换到用母PT二次电压来计算介损,因此造成其介损数据波动,到16日罗洪蓝线156单元恢复到母运行,这种波动状态才结束。

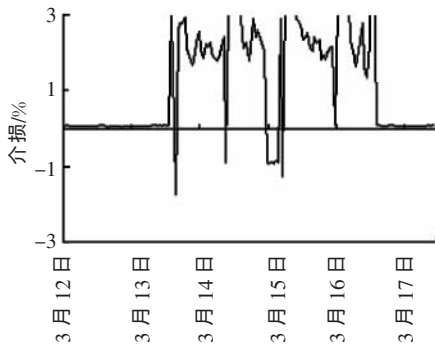


图4 110kV罗洪蓝线156 CVT介损曲线

3.3 容性设备热备用对在线监测结果的影响

容性设备热备用,且对地仍有电压时,也会对介损的在线监测数据造成影响。例如某变电站110kV清浮线181耦合电容器处于热备用,其在线监测的介损数据就形成没有规律的波动,见图5。

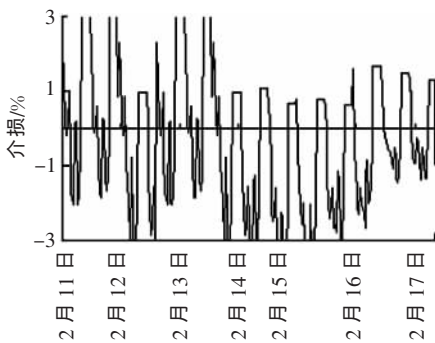


图5 110kV清浮线181耦合电容器介损曲线

3.4 环境湿度对MOA在线监测结果的影响

环境湿度对MOA的泄漏电流,特别是阻性电流影响比较大。2008年5月10日,某变电站2号主变110kV侧15B避雷器在线监测的泄漏电流数据发生较大波动,见图6、7。经查是因为改变电站10日下雨,空气湿度很大,造成泄漏电流变大。该变电站内其他避雷器也有类似的情况。例如1号主变110kV侧15A避雷器在线监测数据发生了和2号主变110kV侧15B类似的波动,见图8、9。

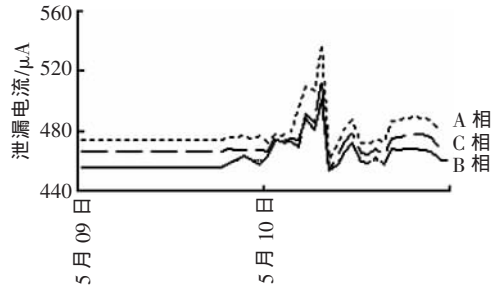


图6 2号主变110kV侧15B避雷器泄漏电流曲线

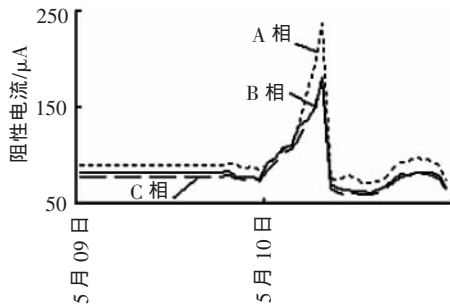


图7 2号主变110kV侧15B避雷器阻性电流曲线

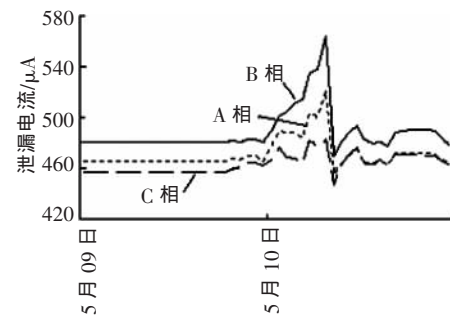


图8 1号主变110kV侧15A避雷器泄漏电流曲线

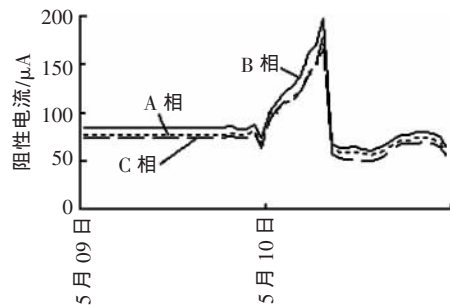


图9 1号主变110kV侧15A避雷器阻性电流曲线

4 现有的经验及问题

近几年来,泉州电业局已经在大多数 220kV 变电站安装电气设备在线监测装置,从正反两方面积累了许多有益的经验。由于运行电压常比预防性试验电压要高得多,即使在运行电压下设备绝缘已发生了局部缺陷,在预防性试验中进行非破坏性电气检测可能仍然合格,同一信息量在运行电压下和试验电压下测得的值有可能不一致^[7]。为此,目前在线监测所测得的特征量主要是以“纵比”——与同一设备连续监测的数据相比为主,以“横比”——与同类设备的在线监测值比较为辅并参考测得值的大小^[8]。如果“纵比”时特征量发生了突变或持续增大,表明主设备可能有某种潜伏性故障,再与同类设备变化规律相比确认发生故障时的特征量或三相中的另两相的特征量(还要注意三相间的电磁干扰等可能导致三相监测数据的客观差异),有利于进一步判断是否有故障或属于何种潜伏性故障。

通过这几年对在线监测设备的运用,发现了一些问题,如:介损测量结果稳定性和重复性较差,受 PT 角差影响较大;通讯经常出现问题,信号采集部分的故障率较高,经常出现传感器实效、破损及信号失真问题;数据分析不能根据现场的运行方式自动改变;监测系统仅停留在提供监测数据的水平上,缺少必要的分析判断功能,不能根据专家系统、已有案例、相似程度判断分析设备的运行情况,需要花费大量的人力物力对监测系统进行管理。

(上接第 117 页)

践中得到了不断的改进和完善。随着通信技术及电磁兼容技术的发展,传统的以通信电缆传输信号的通信模式有被光纤、无线传输及网线通信所取代的趋势。随着电力设备在线监测系统的推广应用,带电显示技术更加日臻成熟,带电显示功能往往是作为设备在线监测系统的附加功能而被系统集成成为分布式在线监测系统之中,乃至最终可以纳入所有的电力设备智能在线监测系统之中,共用一台服务器实现智能化管理,这是高压带电显示及闭锁装置的发展趋势。

参考文献:

[1] 袁大陆.高压带电显示装置技术条件简介[J].电力标准化与计

5 结语

变电站作为电力系统中电力传输的一个重要环节,对于其电气设备的在线监测也显得尤为重要。目前虽说在线监测技术已经比较成熟,但是尚未达到完善。虽然大量的先进计算机技术、信息处理技术、智能控制技术、探测技术已经运用到在线监测中来,但有些前沿技术只是刚刚踏入在线监测领域,还需要我们进一步的了解和研究。总之,变电站在线监测技术将向更加准确、及时、全面的方向发展,使变电站主电气设备更加安全可靠。

参考文献:

- [1] 官根志,贺景亮.电气设备的绝缘在线监测与状态维修[J].中国电力,1998,31(4):66-70.
- [2] 徐大可.变电站电气设备在线监测综述[J].变压器,2002,39(z1):6-11.
- [3] 张元林,王文胜,徐大可.变电站电气设备在线监测综述[J].高压电器,2001,37(5):30-33.
- [4] 胡文平,尹项根,张哲.电气设备在线监测技术的研究与发展[J].华北电力技术,2003(2):23-27.
- [5] 卫少华,申晓波.变电站电气设备在线监测的方法[J].西北电力技术,2005,33(2):12-16.
- [6] 张东进.几组非典型容性设备绝缘在线监测数据的分析[J].高电压技术,2000,30(5):37-39.
- [7] 甘肃省电力工业局.电气试验[M].北京:中国电力出版社,1998.
- [8] 李华,董明,严璋.对正确开展状态检测及状态维修的建议[J].电力设备,2004(5):48-51.

量,1994(4):14-16.

- [2] 周灼宜.GSN/Q 型多功能户内高压带电显示装置[J].高压电器,1990,26(6):53-54.
- [3] 顾金凤,唐炜.一种新型高压带电监测系统的设计与实现[J].电测与仪表,2005(6):54-57.
- [4] 许一声,李梅君.场强型高压带电显示装置[J].高压电器,2005,41(5):383-384.
- [5] 韩长运.高压带电显示闭锁装置及其应用[J].电气时代,2006(11):110-111.
- [6] 刘崇德.新型高压带电显示装置设计[J].中国电力,1994(10):16-20.
- [7] 刘崇德.高压放电管亮度特性的研究[J].电工技术学报,1995,5(2):78-80.
- [8] 张磊磊.液晶闪亮式带电显示器[J].包钢科技,1990(1):77.

欢迎浏览中国高压电器网(www.chinahva.com)