

综合应用多种带电检测手段 确诊设备局部放电缺陷

肖慧慧¹, 胡晓东², 邓 阳³

(1. 湖南理工职业技术学院, 湖南 湘潭 411100; 2. 中车株洲所电气技术与材料工程研究院, 湖南 株洲 412001; 3. 国网湖南省电力公司 湘潭供电分公司, 湖南 湘潭 411100)

摘 要: 红外测温 and 超高频带电局部放电检测是目前较为成熟的带电检测手段。红外测温能对电气设备故障缺陷及绝缘性能做出可靠的预测; 超高频带电检测可以有效排除干扰信号的影响, 对局部放电产生的脉冲信号无损再现, 根据其波形特点可判断故障缺陷的类型。多种带电检测手段的综合应用使传统电气设备的预防性试验检修提高到预知性的状态检修, 提高了检修的针对性和效率。结合一起设备缺陷的发现与处理, 验证了多种带电检测手段相结合判断设备缺陷的有效性, 为促进带电检测水平的提升提供了一定参考。

关键词: 局部放电; 红外测温; 超高频; 带电检测; 状态检修

中图分类号: U226.5; TM855

文献标识码: A

doi: 10.13890/j.issn.1000-128x.2018.04.025

Comprehensive Application of Various Live Detection Methods for Partial Discharge Detection

XIAO Huihui¹, HU Xiaodong², DENG Yang³

(1. Hunan Vocational Institute of Technology, Xiangtan, Hunan 411100, China;

2. CRRC ZIC Research Institute of Electrical Technology & Material Engineering, Zhuzhou, Hunan 412001, China;

3. Xiangtan Power Supply Company, State Grid Hunan Electric Power Corporation, Xiangtan, Hunan 411100, China)

Abstract: Infrared temperature measurement and ultra high frequency PD (Partial Discharge) detection are currently mature charged detection method. Infrared temperature measurement can make reliable prediction to electrical equipment fault and insulation performance; Ultra high frequency charged PD detection can effectively remove the influence of the interference signal, and reappear the pulse signal of the partial discharge, so that the type of the fault defects can be judged according to waveform characteristics. By use of various method of live line inspection, the traditional electrical equipment preventive test maintenance could be raised to predictable condition based maintenance, improving the pertinence and efficiency of the maintenance. Combined with the discovery and treatment of equipment defects, the effectiveness of various method of live line inspection to judge equipment defect was verified, which provided a reference to the advance of live line inspection level.

Keywords: partial discharge; infrared temperature measurement; ultra high frequency; live line inspection; condition based maintenance

0 引言

局部放电是指电力设备绝缘结构中由于电场分布不均匀, 局部场强过高而导致绝缘介质中局部放电或

击穿的现象, 是造成绝缘劣化的主要原因^[1]。局部放电的产生通常伴随着电脉冲、超声波、电磁辐射、光和化学反应, 并引起局部发热等现象。目前检测局部放电的方法主要包括电测法和非电测法, 其中电测法有高频法(HF)、超高频法(UHF)、脉冲电流法(ERA)、

收稿日期: 2016-11-28; 修回日期: 2018-05-02

暂态地电位 (TEV); 非电测法则有声测法、光测法、化学法, 其中光测法包括红外测温 and 紫外检测法。

红外测温技术通过接收物体发出的红外辐射, 将其热像显示在荧光屏上, 从而判断设备是否存在缺陷, 红外技术对电力设备的外部缺陷检测和诊断, 具有灵敏、准确、可靠等优点; 而对电力设备的内部缺陷判断不敏感。

超高频检测技术则是在 300~3 000 MHz 宽频带内接收局部放电所产生的电磁脉冲信号, 可以有效避开空气中大多数放电脉冲的干扰, 具有检测灵敏度高、有效空间范围大、可实现局部放电在线定位和绝缘缺陷类型识别等优点^[2]。

本文通过采用红外检测技术与超高频检测技术相结合的手段, 发现了一起局部放电导致发热的缺陷, 并通过停电检查确认了缺陷, 对开展多种带电检测手段相结合判断设备缺陷提供了参考。

1 红外检测发热缺陷

2016 年 5 月 11 日, 某 110 kV 变电站 #1 主变压器停电检修前, 开展 #1 主变压器及各侧设备的红外测温, 为停电精确定位设备发热缺陷提供依据。测量过程中, 发现主变压器 10 kV 侧避雷器引下线与母线桥连接部位存在温度异常的现象, 红外热成像图谱如图 1 所示。



(环境参照体温度 21℃, 湿度 61%, 310 断路器分位)

图 1 10 kV C 相母线桥与避雷器引线连接部位温度异常

红外测温时, 设备的运行方式是主变压器 10 kV 侧 310 断路器处于热备用状态, #2 主变压器带全站 10 kV 系统负荷, 此时 #1 主变压器 10 kV 侧无负荷电流流经, 因此该处发热属于电压致热型缺陷。从红外热像图谱分析, 红外成像仪测量得到的 C 相母线桥与避雷器引线连接部位的温度为 26.7℃, 而其他两相相同部位都只有 24℃左右, 温差超过 2 K, 参考 DL/T 664—2008《带电设备红外诊断应用规范》^[3] 电压致热型设备的判断依据, 当温差达到 2 K 时即可判断设备存在严重的缺陷。

2 超高频局放检测放电

在发现了设备红外缺陷位置之后, 试验人员使用

超高频局部放电检测手段对主变压器周围的放电情况进行检测, 在现场检测发现, 10 kV 低压侧处存在明显的放电信号, 在靠近 10 kV C 相时尤为强烈, 超高频检测图谱如图 2 所示, 而在主变压器两旁放电信号明显减弱, 在高压侧则未能检测到异常放电信号, 因此可以判断放电并不是干扰信号影响, 极有可能为红外测温热点处放电所致。

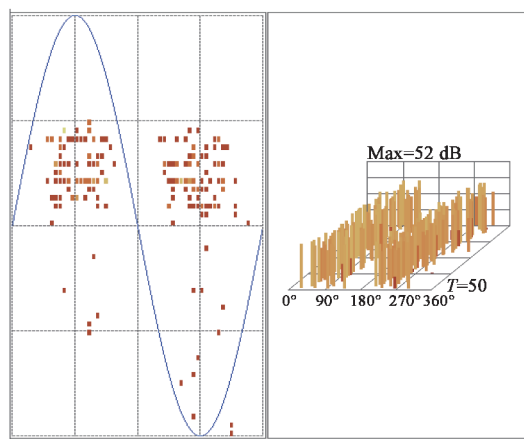


图 2 PRPD (2D) 和 PRPS (3D) 图谱

根据超高频 PRPD 和 PRPS 图谱特点, 放电波形出现在正半周, 幅值较为密集, 具有一定对称性, 放电信号幅值很大且相邻放电信号时间间隔基本一致, 幅值大小较为接近, 表现为典型的悬浮放电特点^[4-6]。

3 停电检查

通过红外测温 and 超高频局放检测, 可判断设备存在悬浮放电的现象, 产生的能量导致设备发热。

结合楠竹山 #1 主变压器停电检修, 对 C 相母线桥与避雷器引线连接部位进行了仔细检查, 发现避雷器引线 with 母线连接的螺栓及螺母处均存在烧灼的痕迹, 螺母内部存在热塑套的碎屑, 分别如图 3 和图 4 所示。



图 3 烧灼的螺栓



图 4 烧灼的螺母和热塑套碎屑

(下转第 123 页)

- 机车转向架[J]. 电力机车与城轨车辆, 2011, 34(4): 4-8.
- [2] 陈国胜, 周建斌. HXD1 型大功率交流传动电力机车转向架[J]. 电力机车与城轨车辆, 2007, 30(1): 29-32.
- [3] Barke D W, Chiu W K. A review of the effects of out-of-round wheels on track and vehicle components [J]. Proc Instn Mech Engrs, Part F: J Rail and Rapid Transit, 2005, 219: 151-175.
- [4] 孙伟. 车轮不圆对轴箱转臂疲劳强度的影响[D]. 成都: 西南交通大学, 2015.
- [5] 程雄, 陈晓. HXD1C 机车异常振动分析与控制[J]. 技术与市场, 2014, 21(4): 1-4.

- [6] 袁雨青, 李强, 杨光, 等. 高速列车齿轮箱线路测试与异常振动分析[J]. 铁道机车车辆, 2016, 36(1): 24-29.
- [7] 韩光旭, 温泽峰, 张捷, 等. 车轮非圆化对高速列车振动噪声的影响[J]. 噪声与振动控制, 2014, 34(4): 10-13.
- [8] Knothe K, Grassie S L. Workshop on rail corrugations and out-of-round wheels [J]. Journal of Sound and Vibration, 1999, 227(5): 895-897.

作者简介: 汪林峰(1987-), 男, 硕士, 工程师, 现从事轨道车辆转向架设计工作。

(上接第 102 页)

4 原因分析

施工过程中, 在母线桥上安装避雷器的引线时, 母排部位热塑套未进行剥离, 即强行拧入连接螺栓, 在螺栓旋入母排时, 挤压部分热缩材料, 见图 5。由于母排与螺栓连接部位接触不良, 产生悬浮电位, 通过放电导致温度异常, 所以红外测温检测到了局部发热的现象。

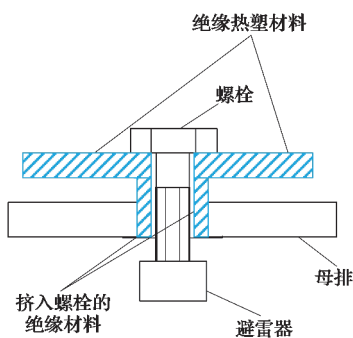


图5 母线桥与螺栓连接部位放电示意图

现场对缺陷部位进行了处理, 将热塑套残余部分进行了清理, 更换了适合孔径大小的螺栓。送电后, 红外测温跟踪无发热现象, 超高频局部放电未发现放电信号存在异常, 缺陷消除。

5 结论

①导体连接部位发热缺陷通常是异常电流所致, 但此次导体连接处发热为接触不良电压放电所致, 通

过红外检测发现异常发热, 再结合超高频局放检测能够迅速定位此类接触不良问题。

②采用多种带电检测手段对电气设备进行缺陷检查, 相比常规的停电检查, 能及时发现和定位设备存在的隐患和缺陷, 识别缺陷类型和严重程度, 是提高检修质量的有效手段。

③现场判断缺陷类型时, 应结合系统运行方式、设备类型、异常部位特点等因素进行综合分析。

参考文献:

- [1] 库钦斯基. 高压电气设备局部放电[M]. 北京: 中国水利出版社, 1984.
- [2] 郭俊, 吴广宁, 张血琴, 等. 局部放电检测技术的现状和发展[J]. 电工技术学报, 2005, 20(2): 29-34.
- [3] 带电设备红外诊断应用规范: DL/T 664—2008 [S].
- [4] Masayuki Hikita, Shinya Ohtsuka, Satoshi Matsumoto. Recent Trend of the Partial Discharge Measurement Technique Using the UHF Electromagnetic Wave Detection Method [J]. IEEE Trans Electrical and Electronic, 2007, 2(5): 504-509.
- [5] 侯慧娟, 盛戈皞, 苗培青, 等. 基于超高频电磁波的变电站局部放电空间定位[J]. 高电压技术, 2012(6): 1334-1340.
- [6] 电力设备高频局部放电带电检测技术现场应用导则: Q/GDW 11400—2015 [S].

作者简介: 肖慧慧(1982-), 女, 硕士, 讲师, 现主要从事电气控制方面的研究及教学工作。

广告索引

深圳市宝创科技有限公司(封2-前插1)
 株洲中车时代电气股份有限公司(前插2)
 广州金升阳科技有限公司(前插3)
 北京远大创新科技有限公司(前插4)
 北京赛为达科技有限公司(前插5)
 咸阳亚华电子电器有限公司(前插6)
 湖南中车时代电动汽车股份有限公司(前插7-8)
 湖北平安电工材料有限公司(前插9)
 南通江海电容器股份有限公司(前插10)
 雷莫电子(上海)有限公司(前插11)
 中车大同电力机车有限公司(前插12)
 株洲庆云电力机车配件工厂有限公司(前插13)
 河谷(佛山)智能装备股份有限公司(前插14)
 汕头华兴冶金设备股份有限公司(前插15)
 宁夏银利电气股份有限公司(前插16)
 世模科技股份有限公司(中插1)

湖南中车时代通信信号有限公司(中插2)
 株洲中车时代电气股份有限公司半导体事业部(中插3)
 株洲变流技术国家工程研究中心有限公司(中插4-5)
 襄阳中车电机技术有限公司(中插6-7)
 宝鸡中车时代工程机械有限公司(中插8)
 上海意兰可电力设备有限公司(后插1)
 深圳通业科技股份有限公司(后插2)
 舟山市庆丰铁路仪表有限公司(后插3)
 温州市龙电绝缘材料有限公司(后插4)
 湖南省宁乡县中南散热器有限公司(后插5)
 株洲时代新材料科技股份有限公司(后插6)
 珠海金电电源工业有限公司(后插7)
 中铁检验认证株洲牵引电气设备检验站有限公司(后插8-9)
 宁波市江北九方和荣电气有限公司(后插10)
 中车戚墅堰机车车辆研究所有限公司(后插11)
 安徽省康利亚股份有限公司(后插12)
 无锡东电化兰达电子有限公司(封3)
 深圳市中电华星电子技术有限公司(封4)