

300 kV 管电压 X 射线照射对变压器油中溶解气体组分的影响

徐成龙^{1,2}, 于 虹³, 杜必强¹, 刘泽坤¹, 董良太¹, 何运华³

(1. 华北电力大学 机械工程系, 保定 071000;

2. 华北电力大学 云南电网公司研究生工作站, 昆明 650217;

3. 云南电网公司电力试验研究院, 昆明 650217;)

摘 要:为了将 X 射线直接数字成像技术引入到变压器的无损检测中, 需要确定 X 射线对变压器油中溶解气体的组分有无影响。利用便携式高频 X 射线机对带电压的变压器油进行定能量和定时间的照射试验, 结果表明, 300 kV 管电压 X 射线的辐射对变压器油中的溶解气体组分没有影响。该结果可为 X 射线数字成像透视检测系统对电力充油设备进行可视化检测给予明确、充分的证据, 同时为基于 X 射线的电力设备数字成像系统的应用范围提供了技术支持。

关键词:射线数字成像技术; 高能量; 油质变化; 油色谱

中图分类号: TG115.28

文献标志码: A

文章编号: 1000-6656(2014)08-0064-02

Effect of 300 kV X-Rays on Gas Components Dissolution in Transformer Oil

XU Cheng-long^{1,2}, YU Hong³, DU Bi-qiang¹, LIU Ze-kun¹, DONG Liang-tai¹, HE Yun-hua³,

(1. Department of Mechanical Engineering, North China Electric Power University, Baoding 071000, China;

2. Electric Power University & Yunnan Power Grid Corporation, Graduate Workstation of North China, Kunming 650217, China;

3. Yunnan Electric Power Test & Research Group Co., Ltd., Electric Power Research Institute, Kunming 650217, China)

Abstract: In order to apply the X-ray direct digital imaging technology to the field of non-destructive testing of the transformer, it is necessary to determine whether there exists impact of X-ray irradiating on the insulating oil. This paper proposed a research of using X-ray to irradiate the transformer oil. The concrete content of the study is to irradiate the applied voltage for given energy and given time by portable high frequency X-ray generator. Experimental results show that X-ray has little effect on the gas component of transformer oil. This study will provide clear and adequate basis for applying the X-ray direct digital imaging technology to the field of non-destructive testing of oil filled electric equipment and it will offer technical support for application of electrical equipment based on digital X-ray imaging system as well.

Keywords: X-ray digital imaging technology; High energy; Oil change; Oil chromatogram

变电设备的安全、稳定、可靠运行对电网是至关重要的, 输变电设备一旦发生故障, 不仅危及电网的安全且带来巨大经济损失。因此, 及时、准确地掌握输变电设备的运行状态具有十分重要的意

义^[1-2]。近年来, 云南电网公司率先将 X 射线直接数字成像技术运用到电力设备检修中, 并取得了较好的效果。X 射线数字成像技术能在不解体、不停电情况下, 对气体绝缘金属封闭开关设备(GIS)、罐式断路器、复合绝缘子等电力设备进行透视检测, 达到可视化诊断的目的^[3-7]。但 X 射线对输变电设备, 尤其是对充油设备中的油的成分是否会造成影响, 这方面资料在国内外很少见到。笔者利用便携式高频 X 射线机对加电压和不加电压的变压器油

收稿日期: 2014-03-10

科技项目: 南方电网公司科技资助项目

作者简介: 徐成龙(1989—), 男, 硕士, 主要从事电力设备无损检测, 在线监测方面的研究。

进行定能量和定时间的照射试验,分析变压器油中溶解气体组分的变化情况。

1 试验设备

X 射线数字成像技术(Digital Radiography, DR)是目前比较先进的数字成像技术,具有成像质量高、速度快、可实时成像显示并能在线检测等优点^[7-8];其比传统胶片成像更具有优势^[9-11],具有广阔的应用前景。针对某些缺乏有效检测手段,且需在不拆卸、不停电情况下,才能确定内部质量的电力设备,X 射线数字成像技术是不可多得的检测的手段。笔者利用 X 射线数字成像系统中目前工业用便携式高频 X 射线机最高管电压对变压器油进行照射试验。

2 试验过程及结果

充油的电力设备(变压器、电抗器、电流互感器、充油套管和充油电缆等)的绝缘主要由矿物绝缘油和浸在油中的有机绝缘材料(电缆纸、绝缘纸板等)组成。其中矿物绝缘油即变压器油,是石油的一种分馏产物,其主要成分是烷烃、环烷族饱和烃、芳香族不饱和烃)等化合物。有机绝缘材料主要由纤维素构成。在正常运行状态下,由于油和固体绝缘逐渐老化、变质,而分解出极少量的气体(主要有氢气、甲烷、乙烷、乙烯、乙炔、一氧化碳、二氧化碳等 7 种)。当电力设备内部发生过热性故障、放电性故障或受潮时,这些气体的含量会迅速增加。通过检测油中的这些气体的成分和含量,就可推断变压器的绝缘情况。

试验的试压条件是在室温下,用便携式高频 X 射线机上的管电压为 300 kV、管电流为 3 mA 的最高能量的 X 射线照射 25 号变压器油,照射时长分别为 3, 5, 10, 20, 30, 40, 50, 60 min。将照射后的绝缘油取样,进行油色谱分析得出各气体成分的含量。

2.1 对氢气含量的影响

对变压器油分别照射 3, 5, 10, 20, 30, 40, 50, 60 min 后,将试验样品经油色谱分析后得到的氢气含量分别为 3.88, 0.88, 1.8, 1.1, 2.86, 4.37, 4.33, 4.56 $\mu\text{L/L}$ 。

在绝缘油未被 X 射线照射前,油中油色谱的氢气含量为 0.81 $\mu\text{L/L}$,照射后可以看出氢气的含量都比原样中的含量要高,且氢气含量是波动的,但

此波动并没有呈现出明显的趋势,波动也比较稳定,其方差值只有 2.05。综合考虑测试仪器的误差可以得出,300 kV X 射线对变压器油中氢气含量没有较大影响。

2.2 对一氧化碳和二氧化碳含量的影响

试验样品经油色谱分析后得到的一氧化碳及二氧化碳含量如表 1 所示。

表 1 300 kV X 射线对变压器油中一氧化碳及二氧化碳含量的影响 $\mu\text{L/L}$

气体 组分	照射时间/min							
	3	5	10	20	30	40	50	60
一氧化碳	4.54	4.71	3.36	2.23	2.69	2.27	3.52	2.73
二氧化碳	139.88	165.94	151.11	151.11	139.87	145.13	143.52	139.88

在绝缘油未被 X 射线照射前,油中油色谱的一氧化碳和二氧化碳的含量分别为 4.34 $\mu\text{L/L}$ 和 198.05 $\mu\text{L/L}$ 。从表 1 中可看出,在 X 射线辐照下,绝缘油中一氧化碳和二氧化碳的含量均出现了不同程度的变化,但变化很小,一氧化碳和二氧化碳的方差分别只有 0.79 和 1.12,且变化趋势没有任何规律,变化的最大值不及原样含量的 50%。测试仪器的误差也会造成这样的变化。所以综合分析得出,高能 X 射线对变压器油中一氧化碳及二氧化碳含量没有影响。

2.3 对烃类成分含量的影响

检测变压器油中的烃类成分主要包括甲烷、乙烷、乙烯、乙炔,其中原样中乙炔的成分含量为零。将试验样品经油色谱分析后得到的各烃类成分含量如表 2 所示。

表 2 300 kV X 射线对变压器油中烃类成分含量的影响 $\mu\text{L/L}$

气体 组分	照射时间/min							
	3	5	10	20	30	40	50	60
甲烷	0.50	0.56	0.58	0.38	0.47	0.56	0.56	0.52
乙烷	0.53	0.18	0.12	0.15	0.18	0.14	0.14	0.13
乙烯	0.37	0.11	0.13	0.15	0.10	0.11	0.19	0.13

在绝缘油未被 X 射线照射前,油中油色谱的甲烷、乙烷、乙烯的含量分别为 0.61, 0.69, 0.3 $\mu\text{L/L}$ 。可以看出,被 X 射线辐照后,绝缘油中各烃类成分的含量均出现了不同程度的变化,但其变化很小,且变化趋势没有任何规律,变化的最大值不及原样

第13届全国无损检测新技术交流会会议通知(第二轮)

为了介绍无损检测与评价技术的最新发展趋势,加强各行业间的交流与合作,共同促进无损检测与评价技术的发展和运用,第13届全国无损检测新技术交流会拟于2014年10月15日至2014年10月19日在四川绵阳召开。本次会议由机械工业出版社无损检测分会新技术专业委员会主办,中国工程物理研究院核物理与化学研究所承办。现将会议有关事项通知如下:

一、主题报告

特邀国内知名专家学者作特邀主题报告。

主题报告包括:

(1) 中航工业沈阳发动机设计研究所《无损检测在航空发动机研制中的应用与发展》

(2) 中国核动力研究院无损检测中心《核工业无损检测技术的进展》

(3) 中国商飞北研中心《大型民机复合材料结构的自动、原位、快速无损检测技术》

(4) 中国工程物理研究院核物理与化学研究所《中子无损检测技术特点与应用》

二、论文内容征集范围

(1) 无损检测新技术的研究与应用;

(2) 无损检测设备的开发与应用;

(3) 常规无损检测技术的新发展与新应用;

(4) 无损检测新技术的标准化;

(5) 无损检测新技术相关的人员培训与认证。

三、论文征集进度要求

摘要截止日期:2014年8月15日。

论文截止日期:2014年9月15日。

摘要和论文提交信箱:nndthit@163.com。

格式要求:摘要和论文格式参照模板。

会议将评选优秀论文推荐到《无损检测》杂志上发表。

四、会议时间和地点

时间:2014年10月15日报到,16日~19日开会

五、会议联络

联系人:

唐科 电话:15386648607 / 0816-2494238

姚健 电话:13980125994 / 0816-2492849

陈祎 电话:13408160930 / 0816-2492849

传真:0816-2484280

通信地址:四川省绵阳市919信箱211分箱

地址:四川省绵阳市游仙区绵山路64号

邮编:621900

六、会议代表注册费(含会议费、资料费等)

1. 参会代表会议注册费1500/人,会议住宿统一安排,费用自理;

2. 住宿:280元/间 含自助双早餐。

(中国机械工程学会 无损检测分会;

中国工程物理研究院 核物理与化学研究所)

含量的50%,且都在原样值周围波动,波动幅度很小,甲烷,乙烷,乙烯的方差分别只有0.65,0.89,1.23。测试仪的误差也会造成这样的变化。所以综合分析得出,300 kV X射线对变压器油中各烃类成分含量没有影响。

3 结论

300 kV和3 mA下X射线的长时间照射并不会对变压器油中溶解气体组分产生影响。该结果可为X射线无损检测的应用范围和应用条件提供理论依据。

参考文献:

- [1] 闫斌,何喜梅,吴童生,等. GIS设备X射线可视化检测技术[J]. 中国电力,2010,43(7):44-47.
- [2] 吴章勤,魏杰,况华. GIS的X射线数字成像检测[J]. 无损检测,2013,35(1):11-15.
- [3] 王达达,魏杰,于虹. 2011年云南电力技术论坛论文集

[C]//云南:[出版者不详],2011.

- [4] 闫斌,何喜梅,王志惠,等. X射线数字成像检测系统在GIS设备中的应用[J]. 高压电器,2010(11):89-91.
- [5] 郭涛涛,王达达,于虹. 曝光量在GIS设备X射线可视化无损检测中的选择应用[J]. 核电子学与探测技术,2012,32(5):573-577.
- [6] 郭涛涛,王达达,高阔. X射线对变压器油的影响研究[J]. 核电子学与探测技术,2012,32(12):1437-1440.
- [7] 李衍. 承压设备焊缝CR和DR技术应用最新国际动态[J]. 无损探伤,2009,33(4):1-6.
- [8] 董旭. 医用X射线数字摄影(CR/DR)系统检测方法的研究和评定[J]. 中国医学装备,2010,7(1):8-11.
- [9] 李衍. 工业DR技术的新动向[J]. 无损探伤,2006,30(6):1-4.
- [10] 吴章勤,刘荣海,艾川,等. 基于X射线数字成像技术的GIS尺寸标定[J]. 无损检测,2013,35(2):46-48.
- [11] 郭涛涛,王达达,于虹,等. 变电站X射线检测的防护措施[J]. 无损检测,2013,35(5):30-33.