

电容式套管末屏接线法在绕组变形测试中的应用研究

杨 洋

(国网四川省电力公司检修公司 ,四川 成都 610041)

摘 要: 提出了用套管末屏接线取扫描输出信号的新方法替代套管首端接线取扫描输出信号的旧方法,对两种方法的原理进行了对比分析,并通过现场试验验证了其可行性。试验结果表明,两种接线方法各个极值点即波峰、波谷对应频率和对应幅值具有一致性和对应性的关系,因此,新方法代替旧方法具有显著的可行性。

关键词: 变压器; 套管; 绕组变形; 末屏; 频率响应

Abstract: The new method using end shield of bushing to get scanning output signals is proposed to replace the old one which uses the head end of bushing. The theories of two methods are analyzed and compared and the feasibility of the replacement is verified with the field experiments. According to the test results, the corresponding frequencies and amplitudes of extreme points of these two methods have the uniformity and correspondence. Therefore, it is of obvious feasibility to replace the old method with new one.

Key words: transformer; bushing; winding deformation; end shield; frequency response

中图分类号: TM835 文献标志码: B 文章编号: 1003 - 6954(2014)02 - 0072 - 03

0 引 言

电力变压器绕组因为短路故障电流冲击、安装过程中的意外冲撞等原因可能会受到机械力或电动力的作用,从而发生轴向或径向的尺寸变化,通常表现为绕组局部扭曲、鼓包或移位等特征,这就是变压器的绕组变形^[1-6]。

绝缘试验和油的试验都难以发现绕组变形,因此绕组变形构成了潜伏性故障,从而产生电力变压器安全运行的隐患,鉴于变压器绕组变形的潜伏性和危害性,必须积极开展变压器绕组变形工作,预防事故的发生,确保变压器的安全稳定运行和绕组状态的在控、可控。目前,国网四川省电力公司检修公司使用的绕组变形测试方法是频率响应法。常用的变压器绕组变形频率响应的接线方法是扫描输入信号接线夹子接在中性点套管首端即将军帽上部的金属部分,响应输出信号接线夹子接在高、中压套管首端即将军帽上部的金属部分。

下面将介绍频率响应法的原理,提出用套管末屏接线取扫描输出信号的新方法替代套管首端接线取扫描输出信号的旧方法,对新老两种方法进行基于二端口网络的原理比较,并通过试验验证用新方

法代替旧方法的可行性即两种方法测试结果具有一致性的对比关系。

1 常用的套管首端接线法原理分析

当扫描输入信号 V_i 接线端子接在中性点套管首端即将军帽上部的金属部分,响应输出信号 V_o 接在高、中压套管首端即将军帽上部的金属部分时,绕组的等效网络如图 1。

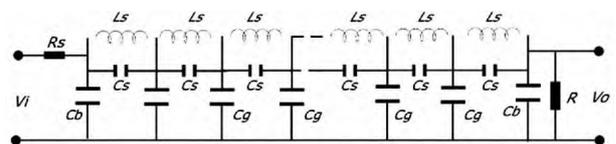


图 1 变压器绕组的二端口等值网络图
(通过套管首端取扫描输出信号)

在图 1 中, C_g 为绕组对地电容, C_b 为套管对地电容, L_s 为线圈每匝电感, C_s 为线圈匝间纵向电容, R_s 为绕组变形测试仪器扫描信号输出电阻, R 为绕组变形测试仪器的匹配电阻, V_i 是扫描输入信号, V_o 是扫描输出信号。如果变压器绕组发生了轴向、径向尺寸变化等变形现象,势必会引起图 1 中网络的 L_s 、 C_s 、 C_g 等分布参数的变化,导致传递函数 $H(j\omega)$ 的零点、极点分布发生变化,从而使得频率响

应曲线发生变化。

2 通过套管末屏接线的绕组变形频率响应测试方法的初步分析

一般而言,扫描输入信号 V_i 接线夹子接在中性点套管首端即将军帽上部的金属部分,响应输出信号 V_o 接线夹子接在高、中压套管首端即将军帽上部的金属部分,与之相应的变压器绕组的等值网络图如图 1。

但如在 500 kV 变压器上用以上方法进行绕组变形频率响应测试,就会牵涉到以下问题:由于变压器器身和高、中压套管的高度,必须进行高空作业,使用高架车来将扫描输入信号 V_i 接线端子接在高压套管将军帽上部的金属部分,并要有人攀爬中压套管实现将扫描输入信号 V_i 接线端子接在中压套管将军帽上部的金属部分,这样一来就带来了高空作业的危险点隐患,并增加了作业时间,降低了作业效率。如果能通过高、中压套管末屏直接取响应输出信号 V_o ,则无疑不再需要高压套管的高架车高空作业以及对中压套管的攀爬,这样就能减少危险点,简化现场操作过程,节约操作时间,提升工作效率。

变压器套管是一个无感电容,响应输出信号 V_o 如不取自高、中压套管首端即将军帽上部的金属部分而是直接取自高、中压套管的末屏,这只是相当于改变了高、中压套管自身的无感电容 C_b 在变压器等值网络中的分布方式,与变压器绕组并联变成了与变压器绕组串联,而无源线性双口网络其它部分不发生任何变化,此时的双口等值网络如图 2。

图 2(通过套管末屏接线取扫描输出信号)中二

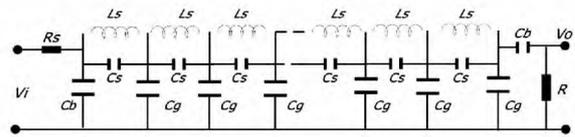


图 2 通过套管末屏取扫描输出信号的变压器

绕组的二端口等值网络图

端口网络的频率响应曲线与图 1(通过套管首端接线取扫描输出信号)中二端口网络的频率响应曲线相比到底会发生什么变化,能否通过用套管末屏接线取扫描输出信号的新方法替代套管首端接线取扫描输出信号的旧方法,将是下面通过试验研究的问题。

3 试验研究及分析

2013 年 5 月,国网四川省电力公司检修公司变电运检中心电气试验人员对某 500 kV 变电站某 500 kV 主变压器的中压侧进行了通过套管末屏接线取扫描输出信号以及通过套管首端接线取扫描输出信号两种不同的接线方法进行了频率响应法绕组变形测试,测试结果如图 3 及图 4。

从图 3 和图 4 可以看出,在 1 到 600 kHz 的区段,图 2(通过套管末屏接线取扫描输出信号)中二端口网络的频率响应曲线与图 1(通过套管首端接线取扫描输出信号)中二端口网络的频率响应曲线相比只是沿着纵坐标轴向下平移了一小段距离,但是二者的波形走向趋势规律是完全一致的,可以建立起对照关系。因此在 1 到 600 kHz 的区段,用图 2 即高、中压套管末屏取扫描输出信号的接线方法,而不是用图 1 即通过高、中压套管首端取扫描输出信

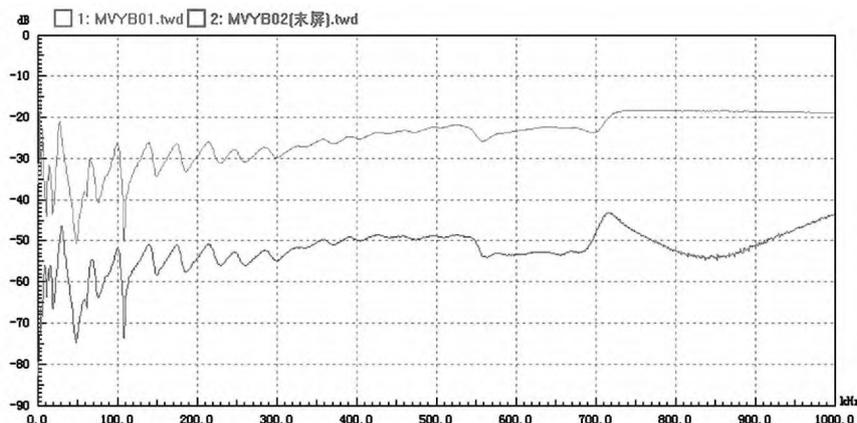


图 3 某 500 kV 主变压器 220 kV 中压侧 B 相套管首端及末屏接线两种方法测试结果比较(上部曲线为首端接线测试结果,下部曲线为末屏接线测试结果)

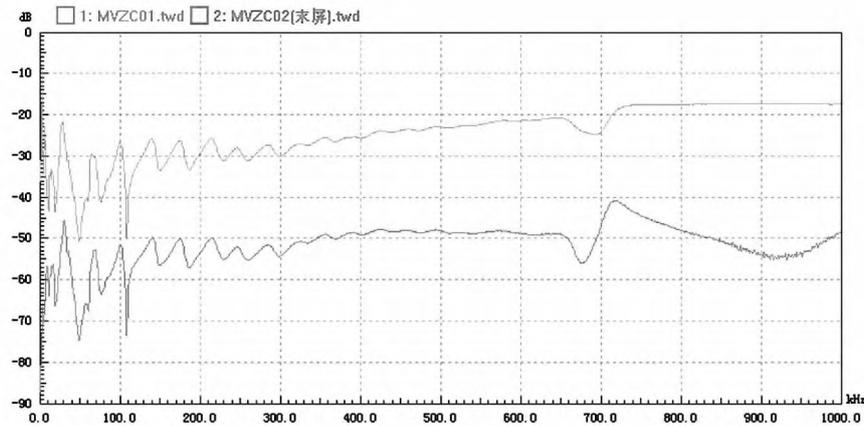


图 4 某 500 kV 主变压器 220 kV 中压侧 C 相套管首端及末屏接线两种方法测试结果比较
(上部曲线为首端接线测试结果,下部曲线为末屏接线测试结果)

号的接线方法,丝毫不会影响对绕组变形的判断和灵敏度。而绕组变形频率响应法的重点分析区段正是 1 到 600 kHz^[1],在这个重点分析区段两种接线方法各个极值点即波峰、波谷对应频率和对应幅值具有一致性和对应性的关系,因此用通过套管末屏接线取扫描输出信号的接线方法替代通过套管首端接线取扫描输出信号的接线方法具有显著的现实性、可行性。

4 结 论

基于试验结果,用套管末屏接线取扫描输出信号的方法替代套管首端接线取扫描输出信号的方法具有显著的现实性、可行性,推广这种新工艺可以避免高空作业环节,减少危险点,简化现场操作过程,节约操作时间,提升工作效率。

(上接第 51 页)

3) 串联电抗率对过电压没有太大影响,但可以有效抑制过电流的大小,防止其对设备造成较大损害。

参考文献

[1] 陈慈萱. 电气工程基础[M]. 北京: 中国电力出版社, 2004.
[2] 张要强, 唐明贵, 胡选, 等. 35 kV 系统投切无功补偿兼滤波装置引发重燃过电压[J]. 电气安全, 2001, 30(23): 27-30.
[3] 陈鹏云, 苏梓铭, 鲁铁成, 等. 无功补偿装置电磁暂态仿真计算[J]. 电力电容器与无功补偿, 2010, 31(5):

参考文献

[1] 罗军川, 张星海. 电力变压器反事故措施解析[M]. 北京: 中国电力出版社, 2010.
[2] 张琛. 变压器绕组变形测试方法及应用[J]. 变压器, 2007, 44(2): 35-37.
[3] 朱维路, 贾永江, 杜深慧. 电力变压器绕组短路轴向稳定性分析[J]. 变压器, 2010, 46(9): 17-19.
[4] 尹克宁. 变压器设计原理[M]. 北京: 中国电力出版社, 2003.
[5] 天威保变电器股份有限公司. 变压器试验技术[M]. 北京: 机械工业出版社, 2000.
[6] 天威保变电器股份有限公司. 电力变压器手册[M]. 北京: 机械工业出版社, 2003.

作者简介:

杨 洋(1982), 从事高电压输变电设备状态诊断的研究。
(收稿日期: 2014-01-06)

40-45.

[4] 涂轶昀. 基于 PSCAD /EMTDC 软件的超高压线路操作过电压研究[J]. 上海电力学院学报, 2009, 25(4): 32-38.
[5] 卢向东, 赵成勇. 基于 VSC-HVDC 的线路过电压抑制策略研究[J]. 高电压技术, 2008, 34(3): 25-30.
[6] 沈黎明. 变电站补偿电容器投切过电压的仿真与测试[D]. 北京: 华北电力大学, 2009: 30-35.
[7] 王永源. 并联电容器组中电容器损坏特征与过电压保护研究[D]. 广州: 华南理工大学, 2010: 30-34.
[8] 梁思聪, 王维庆, 张新燕, 等. 基于 PSCAD /EMTDC 软件的空载线路工频过电压分析[J]. 华东电力, 2009, 37(2): 15-23. (收稿日期: 2013-11-26)