

电气设备介质损耗测量误差的分析与处理

刘小波

(广东顺德供电分公司, 广东 顺德 528300)

摘要: 在受到外电场影响时, 电气设备介质损耗测量误差较大. 为提高介质损耗测量的准确度, 本文就误差产生的原因对干扰电流进行了分析研究与处理.

关键词: 干扰电流; 介质损耗; 高压电桥

中图分类号: TM855

文献标识码: A

文章编号: 1007-7162(2005)01-0092-03

介质损耗的测量是电气设备绝缘监督的一项重要措施. 做好介质损耗的测量对发现电气设备绝缘方面的缺陷, 保证电气设备安全运行有重要意义. 某些电气设备的介质损耗本来很小(如电流互感器、耦合电容器等的介质损耗一般都小于 1%), 绝缘状态变化时, 导致介质损耗的变化并不大. 为了能及时判断设备绝缘状态, 测出介质损耗的微小变化量, 就要求提高介质损耗测量的准确度.

影响介质损耗测量准确度的因素主要有两方面, 一是测量设备(高压电桥)本身因素, 测量设备的灵敏度愈高, 其测量结果也愈准确^[1]. 其二是外来的因素, 即外界电场、磁场及其它因素影响测量结果, 即常说的干扰电流的影响. 为了分析其影响, 需测量干扰电流的大小和相位, 以便采取相应措施, 减少或消除干扰电流引起的测量误差, 从而提高介质损耗测量的准确度.

1 侵入高压电桥的干扰源

目前测量介质损耗的设备以国产高压电桥为主, 图 1 是高压电桥接线的原理图, 图中 B_1 试验变压器; C_N 为标准电容器; R_4 , C_4 , R_3 , G 为高压电桥的桥体, A、B、C 为三相母线, C_{gA} 、 C_{gB} 、 C_{gC} 分别为 A、B、C 三相母线与被测试设备之间的耦合电容, C_X 为被测试设备电容, 电场干扰是通过耦合电容 C 流入电桥, 引起测量误差. 磁场干扰是由母线负荷电流的磁场在被测试设备 C_X → 桥体 → 标准电容 C_N → 被测试设备与电桥之间的接地线形成的环路中感应电势而产生磁场干扰电流流入桥体.

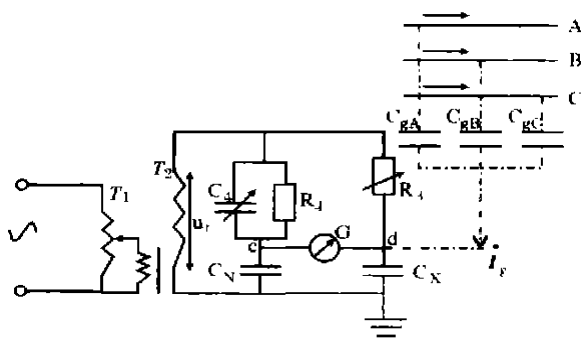


图 1 高压电桥接线原理图

因为被测试设备阻抗和标准电容器的

收稿日期: 2004-07-05

作者简介: 刘小波(1968), 男, 工程师, 主要研究方向为电力系统.

阻抗都比 R_3 和 Z_4 大很多, 所以虽然有部分干扰电流通过 C_X 和 C_N (电桥未平衡时), 实际上不影响测量结果. 但通过 R_3 、 Z_4 和检流计的干扰电流 I_g 会影响测量结果. 当电桥平衡时, 电流矢量图见图 2. 图中 I 和 δ_X 分别为被试设备电流和介质损耗角真值; I_{x1} 和 δ_{x1} 为有干扰电流时被试设备电流和介质损耗角的实测值, I_g 为通过 R_3 的干扰电流分量 (有磁场干扰电流时 I_g 为电场干扰电流和磁场干扰电流之和). I_N 为标准电容器的电流, θ 为干扰电流与 I_N 之间的相位差^[2].

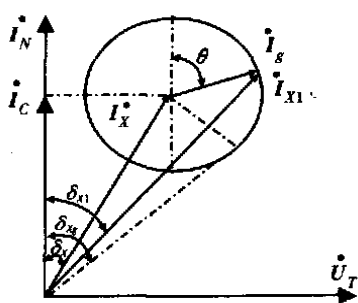


图 2 有干扰电流时电流矢量图

由图 2 可见测量误差不仅与干扰电流 I_g 的大小有关, 并且与相位角 θ 有关.

当 $\theta = \delta_X$ 时, 误差最小, 当 I_g 与 I'_x 垂直时, 误差为最大^[3].

2 测量干扰电流的方法

从以上试验分析可知, 在现场测量介质损耗时, 干扰电流会影响测量结果. 为了分析测量结果, 需要测量干扰电流的大小和相位. 从反复分析研究中, 我们找到一种简易、快捷的测量电场和磁场干扰电流的方法

2.1 测量电场干扰电流的方法

图 3 为测量电场干扰电流的最简单的接线图. 图中 U_g 为等效干扰电势, C_g 为等效耦合电容器; C_X 为被测试电容, A 为交流微安表 (例如 MF20 型万用表中的微安档), 从微安表 A 中可以观察到是否有干扰电流存在及干扰电流的大小. 欲观测干扰电流的波形 (尤其当干扰电流较大, 电桥不能平衡时), 用一电阻串接在图 3 的电流表中, 再用示波器观察电阻两端的波形.

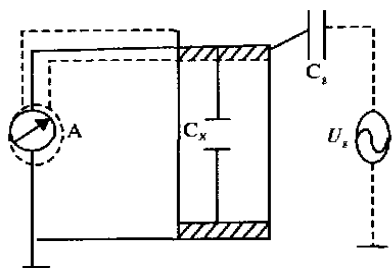


图 3 测量电场干扰电流的接线图

用上述方法测量电场干扰电流比实际的电场干扰电流要小一些, 因为在实际测量回路中的试验变压器的阻抗可能抵消一部分耦合电容器 C_g 的阻抗.

2.2 测量磁场干扰电流的方法

用上述方法测量电场干扰电流时, 有可能把磁场干扰电流也测进去. 为了确定误差的原因, 有时需要分别测量电场干扰电流和磁场干扰电流. 在测量磁场干扰电流时, 要把电场干扰电流排除出去.

图 4 是用交流微安表 B 测磁场干扰电流的接线图, 图中 L 为试验变压器高压电感线圈; C'_x 是被测试设备电容 C_X 的等效电容 ($C'_x = C_X$). M 、 N 为高压电桥联接线的端子插头, 把 M 和 N 端短接. 微安表 B 反映的是磁场干扰电流. 同样在电流表中串联电阻, 可以观察到波形.

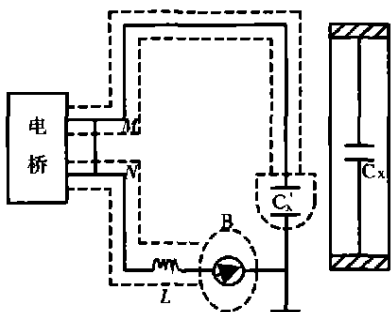


图 4 测量磁场干扰电流的接线图

因为磁场干扰电流大小与磁感应环路大小有关, 如果测得的磁场干扰电流过大, 则应减少环路.

3 干扰电流的消除方法

用以上两种方法能较容易测试出干扰电流的大小和相位, 这样不但便于测量结果的分析, 更重要的是便于采用相应方法来消除干扰, 提高介质损耗测量的准确度.

3.1 电场干扰电流的消除方法

电场干扰电流的消除方法从性质上可以分为屏蔽法和移相法两大类.

屏蔽法是将被测试设备与干扰源隔绝, 使被测试设备不受干扰源的影响, 因而可直接测得被测试设备的真实介质损耗值.

移相法则是允许电场干扰电流通过被测试设备和测量回路, 利用干扰电流和被测试设备电源的关系, 即在已知干扰电流大小和相位时, 改变试验电源的相位使之与干扰电流同相或反相, 达到消除干扰电流, 从而测出真实介质损耗值^[4].

3.2 磁场干扰电流的消除方法

在外磁场电流作用下, 电桥的各个环路中能感应出电动势或外界的干扰磁场电流, 直接作用于电桥的检流计而造成误差.

为了消除磁场干扰电流的影响, 一般可移动电桥的位置, 使之处于磁场干扰范围之外. 若不可移动电桥位置时, 可以把检流计极性转换开关放在二种不同位置上进行测量, 求得其平均值, 以消除磁场干扰电流造成的测量误差.

4 小结

由以上分析可知, 在测试电气设备介质损耗时, 是会有干扰电流影响其测量结果的. 为了提高测量准确度, 首先需测出干扰电流的大小及相位, 然后再采用相应方法来消除干扰电流, 从而提高介质损耗测量的准确度.

参考文献:

- [1] 陈化钢. 电气设备预防性试验方法[M]. 北京: 中国电力出版社, 1994.
- [2] 唐兴柞. 高电压技术[M]. 重庆: 重庆大学出版社, 1996.
- [3] 李日隆. $\lg \delta$ 测试方法的探讨[J]. 广东工业大学学报, 2002, 19(4): 9-10.
- [4] 李春容. 介损试验中外电场的干扰分析[J]. 电工技术, 2001, (2): 35.

Analysis and Process on Error of Dielectric Loss Measure in Electrical Equipment

LIU Xiaobo

(Guangdong Shunde Power Supply Company, Shunde 528300, China)

Abstract: Influenced by the outer electrical field, the error of measured value of dielectric loss is considerable. In order to improve the accuracy, the interference current is analyzed and processed in this paper.

Key words: interference current; dielectric loss; high voltage bridge