

接触电阻严重不平衡是零序电压保护动作的原因

施襄民, 刘国宁

(湖北襄樊供电局变电分局, 湖北 襄樊 441002)

摘要: 分析了放电线圈开口三角二次绕组的末端与连线的接触电阻严重不平衡的形成, 得出了接触电阻严重不平衡是导致零序电压保护动作的原因。

关键词: 放电线圈; 接触电阻; 开口三角; 不平衡电压

中图分类号: TM77 文献标识码: B 文章编号: 1003-4897(2004)09-0076-02

0 引言

随着电力系统容量增大和对电压质量要求的提高, 我们对 110 kV 钱营变电站的 #1 并联集合式补偿电容器进行了增容更换。在确认放电线圈二次绕组极性没有接反和所有与其相关的设备(包括保护装置)试验合格后, 投运时零序电压保护却动作。经检查发现放电线圈的二次侧的三角开口电压为 50 V, 远高于零序电压保护的整定值 7.8 V。在取下(图 1 所示)灯泡 R_{D1} 、 R_{D2} 、 R_{D3} , 断开放电线圈二次零序电压保护回路 AN, 分别测量 R_{AB} 、 R_{BC} 和 R_{CN} 回路电阻, 结果 R_{CN} 接近于零, R_{AB} 和 R_{BC} 均约为 800 Ω , 而放电线圈二次绕组每相电阻的测量值 $\ll 1$ (查试验记录可知)。分析认为放电线圈 x_1 、 x_2 和 x_3 点的接触电阻严重不平衡, 导致放电线圈的二次三角开口产生了很高的不平衡电压, 引起零序电压保护误动作。

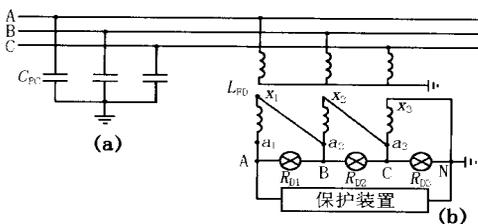


图 1 相关设备的接线

Fig. 1 Connection of relevant equipment

本文对放电线圈开口三角侧的 x_1 、 x_2 和 x_3 点的接触电阻产生严重不平衡的原因, 以及与三角开口电压之间的关系进行了分析, 并针对此安装工艺的盲点, 提出了相应的建议, 为以后的现场工作提供了参考。

1 接触电阻严重不平衡的形成

钱营变电站地处水泥厂附近和 107 国道边, 受水泥粉尘污染严重。钱 #1 并联补偿电容器在更换

拆除时, 因放电线圈开口三角二次线圈的 A、B 两相的 x_1 和 x_2 点的铁螺丝生锈, 松动后无法拆掉, 使得螺丝与螺帽间存在缝隙, 并在外面长时间存放, 逐渐被风吹来的水泥粉尘所填充, 而受露水的作用使得 x_1 和 x_2 连线的接触面生锈被水泥“焊死”, 待安装时却错误地认为螺丝已被上紧, 结果导致这两相的接触电阻(图 2 所示的 R_1 、 R_2) 显著增加, 而由于其 C 相被拆掉, 在安装后接触电阻很小, 可以认为是零 ($R_3 = 0$)。

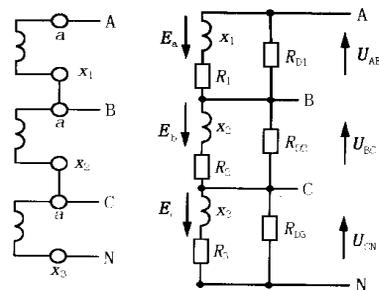


图 2 实际接线和接触电阻

Fig. 2 Real connection and contact resistance

2 接触电阻与“三角开口”电压的关系

2.1 开口三角侧的等效电路

在实际电路分析中, 我们常常不计很小的接触电阻, 但当接触电阻值足以与其回路中的元件电阻相比时, 就必须考虑它的存在^[1]。由图 1 可知, 放电线圈二次开口三角每相绕组(额定电压为 $E_a = E_b = E_c = E = 100$ V) 分别与接触电阻 R_1 、 R_2 、 R_3 串接, 再分别与 220 V、60 W, 电阻约为 806.7 Ω 的灯泡 R_{D1} 、 R_{D2} 、 R_{D3} 并联(如图 2 所示)。

2.2 接触电阻严重不平衡对三角开口电压的影响

正常情况下, 放电线圈三角二次绕组开口电压 $U_{AN} = 0$ 。但当接触电阻 R_1 和 R_2 陡然增大时, 因接触电阻 $R_3 = 0$ 所产生的严重不平衡则必然使得 U_{AN}

也陡然增大。其原因是:

$$\text{令 } E_a = 100e^{j0^\circ} \text{ V,}$$

$$\text{则 } E_b = 100e^{-j120^\circ} \text{ V, } E_c = 100e^{+j120^\circ} \text{ V,}$$

$$\text{而 } U_{AB} = E_a R_{D1} / (R_{D1} + R_1) = 50 \text{ V,}$$

$$U_{BC} = E_b R_{D2} / (R_{D2} + R_2) = 50e^{-j120^\circ} \text{ V,}$$

$$U_{BC} = E_c R_{D3} / (R_{D3} + R_3) = E_c = 100e^{+j120^\circ} \text{ V,}$$

$$\text{因为 } 1 + e^{-j120^\circ} + e^{+j120^\circ} = 0,$$

$$\text{所以 } U_{AN} = U_{AB} + U_{BC} + U_{CN} = 50 \times (1 + e^{-j120^\circ} + 2e^{+j120^\circ}) = 50e^{+j120^\circ} \text{ V,}$$

即 $U_{AN} = 50 \text{ V}$ 并与实测值相同(向量图如图 3 所示)。

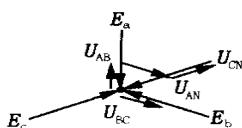


图 3 向量图

Fig. 3 Vector diagram

3 实际处理证明

刮去了图 1 中的 x_1 和 x_2 连接端头垫片和螺母上的铁锈和水泥等污垢,重新拧紧螺母,断开放电线圈一次侧与并联集合式电容器的连接,取下灯泡 R_{D1} 、 R_{D2} 和 R_{D3} 之后,再在三相放电线圈一次侧加三相电压 380 V,测得其二次电压 U_{AB} U_{BC} U_{CN} 3 V,与放电线圈一次侧折算到二次侧的电压 $U_2 = U_1 / K = 380 / 120 = 3.17 \text{ V}$ 几乎相等(其中放电线圈变比

$K = U_{1N} / U_{2N} = 12000 / 100 = 120$),所以,当设备恢复再次投入运行后结果正常,测量其放电线圈开口三角的不平衡电压近似为零,即 $U_{AN} = 0$ 。

4 结论与建议

放电线圈二次绕组的三角开口的不平衡电压,实际就是零序电压保护装置出口两端的电压。由于开口三角形的接触电阻 R_1 、 R_2 和 R_3 相差严重不平衡,引起了灯泡电阻 R_{D1} 、 R_{D2} 和 R_{D3} 各自的两端电压 U_{AB} 、 U_{BC} 和 U_{CN} 之间的电压变化,结果导致了放电线圈二次绕组三角开口(AN 两端)输出电压为 50 V,使得零序电压保护动作。

鉴于上述情况,笔者建议:当户外放电线圈处在粉尘污染严重的地方并重新接线时,要特别检查其二次接线的接触工艺质量,否则,一旦运行异常,不但增加查找原因的工作量,还会因停电时间长造成不必要的经济损失。

参考文献:

- [1] 李翰荪(LI Han-sun). 电路分析基础(Basis of Circuit Analysis) [M]. 北京:高等教育出版社(Beijing: Higher Education Press), 1986.

收稿日期: 2003-07-22

作者简介:

施襄民(1961 -),男,大专,从事高压试验技术工作。

On the maloperation of zero-sequence voltage protection caused by contact-resistance imbalance

SHI Xiang-min, LIU Guo-ning

(Xiangfan Power Supply Bureau, Xiangfan 441002, China)

Abstract: The formation of the severe imbalance of contact resistance between the end of unclose delta on secondary discharge winding and connecting wire is analysed. Consequently the paper draws a conclusion that the severe imbalance of contact imbalance caused the maloperation of zero-sequence voltage protection.

Key words: discharge winding; contact resistance; unclose delta; unbalanced voltage

南方电力市场明年初开始模拟运行

2004年4月9日,国家电力监管委员会在广州召开南方电力市场建设工作领导小组第一次会议,正式启动南方电力市场建设工作。按照国家电监会的工作部署,南方电力市场将于明年一季度开始模拟运行。

南方电力市场是继东北和华东之后,电监会正式启动建设的第三个区域电力市场。南方电网覆盖广东、广西、贵州、云南和海南五省区,供电面积 100 万平方公里,供电服务人口 2.2 亿左右。有关负责人介绍,建立政府监管下的统一、开放、竞争、有序的南方电力市场,有利于在更高水平和更大范围优化电力资源配置,有利于促进东西部经济协调发展。