

· 故障诊断与检修策略 ·

## 一起电容器断线故障后的保护动作情况分析

潘晓明, 汤峻, 陈俊, 戴宁迎  
(苏州供电公司, 江苏苏州 215004)

**摘要:**分析了某110 kV变电站10 kV电容器C相断线故障后电容器不平衡电压保护未动作情况,讨论了电容器单星形接线方式下不平衡电压保护存在的问题,建议可通过增加电流判据,来防止类似问题出现的情况。

**关键词:**不平衡电压保护; 电工原理; 电流判据

**中图分类号:** TM53; TM772

**文献标志码:** B

**文章编号:** 1009-0665(2012)03-0013-02

10 kV 电容器组采用单星形接线的情况较多,一般采用电容器不平衡电压保护。在某些情况下,电容器不平衡电压保护将无法对电容器异常情况作出正确判断。

## 1 故障情况

2010年11月16日苏州市区某110 kV变电站内第一组电容器运行中突然出现C相电流消失。二次检修人员现场检查发现,后台机C相电流遥测为0,保护装置上C相电流为0,开关柜上三相电流表中C相电流指示亦为0,但保护装置运行正常,无电容器不平衡电压保护未动作的告警信息。根据现场情况判断为C相一次回路上存在问题。将电容器停电检查,发现在C相电容器组与电抗器之间出现导线断裂情况。由于C相一次回路断开,造成C相电流消失。一般说来,由于C相电压消失,电容器不平衡保护应该会动作跳开电容器组的断路器。

## 2 情况分析

该电容器组为单星型接线方式(如图1所示),电容器容量为4 800 kvar,单节容量为200 kvar,每相8只并接,设不平衡电压保护(整定: $\Delta U=5\text{ V}$ , $t=0.2\text{ s}$ ),不平衡电压取单相电容器两端放电PT开口三角组成的零序电压 $\Delta U$ 。正常情况下:

$$\Delta U = U_A + U_B + U_C \approx 0 \quad (1)$$

如果按常规考虑,当C相出现一次断线后, $U_C$ 为0,则此时开口三角输出电压 $\Delta U$ 应该为:

$$\Delta U = U_A + U_B \approx 100\text{ V} \quad (2)$$

电容器不平衡保护应该可靠动作。可是实际电容器保护未动作。

针对上述情况,对电容器保护不平衡电压二次回路进行检查及试验。(1)对电容器保护装置进行试验检查,零漂及采样均满足要求,保护动作情况

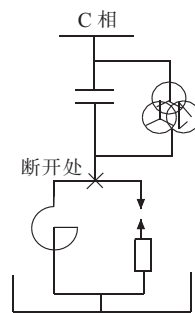


图1 电容器单相接线

正确,定值满足要求,整组传动正确,因此保护装置不存在问题。(2)对电容器组至10 kV开关柜的二次回路进行检查核对,接线均正确,PT二次接地符合要求,因此电容器至10 kV开关柜二次回路不存在问题。(3)对电容器组放电PT之间的二次接线进行检查,二次接线均正确,无错、漏接线。

排除装置及回路问题后,重新对系统发生故障时的情况进行了分析,发现当电容器C相出现断开后(如图2所示),分布在电容器A,B两相上的电压并未像初期认为的正常相电压而是发生了变化。根据电路原理<sup>[1]</sup>,分析电容器C相一次连接断开后的等效电路(如图3所示)。

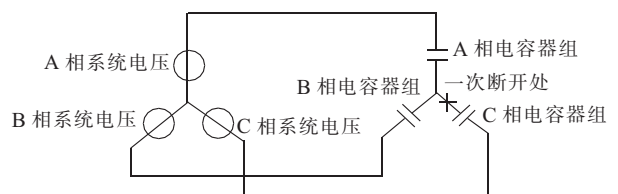


图2 电容器C相一次连接断开后的系统示意图

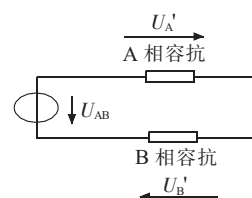


图3 电容器C相一次连接断开后的等效电路

(1)正常情况下,放电PT上A,B,C三相电压为系统额定相电压在电容器及电抗器上的分压,由

于三相对称仅有少量的不平衡电压产生,可认为开口三角输出电压  $\Delta U$  为:

$$\Delta U = U_a + U_b + U_c \approx 0 \quad (3)$$

(2) C 相一次发生断线后分配在 A, B 两相上的一次电压为:

$$\begin{cases} U_A' = U_{AB} \times Z_A / (Z_A + Z_B) \\ U_B' = U_{AB} \times Z_B / (Z_A + Z_B) \end{cases} \quad (4)$$

通过放电 PT 反应到二次的电压为:

$$\begin{cases} U_a = 0.5 U_A' / K \\ U_b = -0.5 U_B' / K \\ U_c = 0 \end{cases} \quad (5)$$

式中:  $K$  为 PT 变比。开口三角输出电压  $\Delta U$  为:

$$\Delta U = U_a + U_b + U_c = 0.5 U_A' / K - 0.5 U_B' / K + 0 \approx 0 \quad (6)$$

故电容器不平衡电压保护不动作。同时可知, A, B 两相电压在 C 相接断之前与之后其相电压幅值与电容器中性点都发生了变化,其中相电压近似为原来的  $\sqrt{3}/2$ , 中性点  $N$  点变化至  $N'$  点,如图 4 所示。

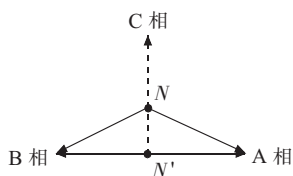


图 4 电容器 C 相断线后电容器中性点发生偏移

(3) 为了进一步确认分析正确性,通过监控系统录波对故障前后的测量电流量进行了比较,故障前 A, B, C 三相电流大小为 240 A 左右 (如图 5 所示), 故障后 C 相电流降为 0, A, B 两相电流变为 210 A 左右 (如图 6 所示), 由于各相容抗接近相等, 而且故障前后容抗不会发生变化, 因此可认为加在 A, B 两相上的电压发生了变化, 变为原来的  $210/240=0.875$  倍, 与分析中 A, B 相电压为  $\sqrt{3}/2=0.866$  的相电压几乎相等。考虑容抗不可能完全相同的情况, 因此当 C 相发生断开后, A, B 两相电压变为接近原来的 0.866 倍, 电容器中性点偏移至 AB

相电压连线中点处。

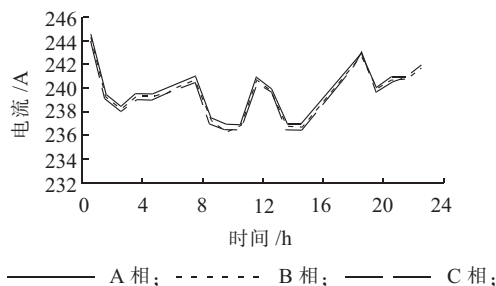


图 5 电容器故障前电流情况

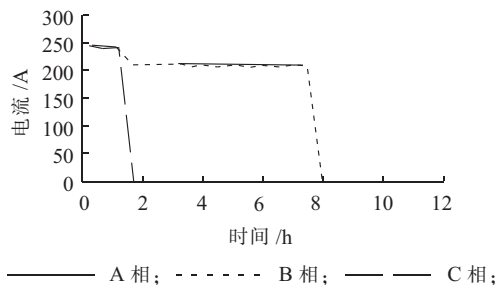


图 6 电容器 C 相断线故障后电流情况

### 3 结束语

善于运用电工原理来分析现场发生的异常情况,往往能起到事半功倍的效果。另外单星形接线的电容器组在电力系统中使用很多,但大部分电容器保护不设电流断线判据。因此建议在电容器保护中增加 CT 断线判据,及时发现类似异常情况,保证系统安全稳定运行。

#### 参考文献:

- [1] 国家电网公司. 继电保护培训教材[M]. 北京: 中国电力出版社, 2009.

#### 作者简介:

潘晓明(1977), 男, 江苏苏州人, 工程师, 从事变电二次检修工作;

汤峻(1976), 男, 江苏苏州人, 高级工程师, 从事变电检修管理工作;

陈俊(1978), 男, 江苏南通人, 工程师, 从事变电检修管理工作;

戴宁迎(1978), 男, 上海人, 工程师, 从事变电二次检修工作。

## Analysis of Protection Operation Behavior after an Accident of Capacitor Wire Breakoff Fault

PAN Xiao-ming, TANG Jun, CHEN Jun, DAI Ning-ying

(Suzhou Power Supply Company, Suzhou 215004, China)

**Abstract:** In the paper, the nooperation behavior of unbalance voltage protection after C phase wire breakoff fault on 10 kV capacitor in a 110 kV substation is analyzed. And the existing problems of unbalance voltage protection in the single star connection way of capacitor are discussed. Furthermore, in order to prevent such similar problems, it is suggested to add the current criterion.

**Key words:** unbalance voltage protection; capacitor; current criterion