

并联电抗器套管 CT 点极性方法的分析与改进

冯杨州, 李和明

(华北电力大学, 河北 保定 071003)

摘要: 分析了电抗器套管 CT 点极性存在的问题, 结合现场工作状况, 分析了点极性过程中刀闸断口处过电压与电弧的产生原因, 提出了一种新的点极性方案, 解决了刀闸断口处过电压与拉弧的问题, 并设计了一种新的极性测试电路, 解决了点极性时 CT 二次串接电流表指针偏转不明显的问题。

关键词: 电抗器; 套管 CT; 极性

中图分类号: TM45 文献标识码: B 文章编号: 1003-4897(2005)15-0093-03

0 引言

CT 的极性正确与否直接关系到计量回路、测量回路、保护回路的正确性, 在二次接线中有着很重要的作用, 在施工现场, 由于设备原因的限制, 二次接线人员很难通过传统的点极性方法直观地判断出套管 CT 的极性。因为并联电抗器的一次阻抗很大, 用传统的直流电池组点极性时, 套管 CT 二次串接电流表的指针偏转很小, 且当断开直流电源时会在断开点产生过电压并拉弧, 严重地危及操作人员的安全。所以传统的点极性方法虽然有接线简单、操作方便、结果直观的优点, 但在确定并联电抗器套管 CT 极性时效果不好。本文分析了使用传统方法点极性时过电压产生的原因, 对原有的电路进行了改进, 避免了过电压的产生。并设计了一种新的极性测试电路替代了原有 CT 回路串联的电流表。通过以上改进的点极性方案发挥了传统点极性方法接线简单、操作方便、结果直观的优点, 通过多次现场试验, 收到了良好的效果。

1 过电压原因分析

以 330 kV 并联电抗器为例, 套管 CT 点极性接线如图 1 所示, 其中直流电流表量程为 100 μ A, 直流电源为 5 节干电池串联, 闭合刀闸后, 断开刀闸时, 在断口处严重拉弧, 且操作人员有强电击感, 当刀闸闭合时其等效电路如图 2(a) 所示, 其中 C_0 为一次系统对地电容, r_0 为干电池组内阻, 忽略一次系统线对地电容与干电池组内阻的影响, 其等效电路图如图 2(b) 所示, 其中 L 为电抗器电抗 ($L=4.66$ H), R 为电抗器损耗等效电阻, 为说明问题且方便计算取 $R=50$ Ω , U 为电池组电压 ($U=7.5$ V)。

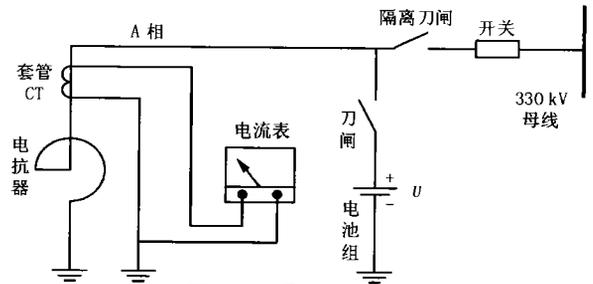


图 1 点极性接线

Fig 1 Connection diagram of polarity test

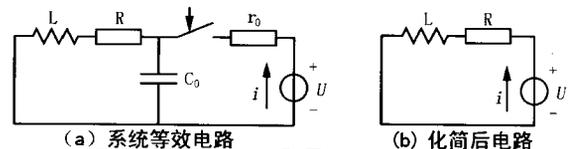


图 2 系统等效电路及其化简后电路

Fig 2 System equivalent circuit and its simplified equivalent one

可以求得, 当刀闸闭合时 $i = \frac{U}{R} \cdot \left(1 - e^{-t/(L/R)} \right)$ 。令 $\tau = L/R$, 因为每过一个 τ , $e^{-t/\tau} = 0.368e^{-t/\tau}$, 工程上可以认为换路时间经过 3 后, 换路过程结束。带入数据有 $i=0.15(1 - e^{-t/0.093})$ A, $\tau=0.093$ s, 当刀闸拉开时, 可以分为两个过程, 第一个过程为拉弧过程, 刀闸断口处的电阻为弧光电阻, 其电阻为几十欧姆到几百欧姆的数值, 且阻值随电弧的拉长而增大; 第二个过程为电弧熄灭后的过渡过程, 此时刀闸断口处的电阻为兆欧级的数值, 如果认为刀闸拉开的速度足够快, 为了方便说明问题, 认为经过一个时间常数后瞬时过渡到第二个过程, 即电阻值瞬时增加到兆欧级, 为了模拟这两个过程且方便计算起见, 在刀闸断口处并接一电

阻 R_f , 认为当 $t = (0^-)$, $R_f = 50 \Omega$; 当 $t = (0^+)$, $R_f = 5 M\Omega$, 为计算方便忽略电池组的电压, 其等效电路如图 3 所示。

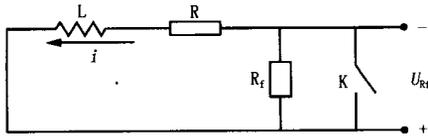


图 3 等效电路图

Fig 3 Equivalent circuit

在刀闸断开前, 电路已达稳态, 电感电流 0.15 A, 当刀闸断开时有:

$$\begin{cases}
 t = (0^-) & \begin{cases} i = 0.15 e^{-t/0.0466} \text{ A} \\ u = 7.5 e^{-t/0.0466} \text{ V} \end{cases} \\
 t = (0^+) & \begin{cases} i = 0.15 e^{-t/0.0466} e^{-t/(0.93 \times 10^{-6})} \text{ A} \\ u = 0.15 \times 5 \times 10^6 e^{-t/0.0466} e^{-t/(0.93 \times 10^{-6})} \text{ V} \end{cases}
 \end{cases}$$

当刀闸经过一个时间常数 0.0466 秒, 即经过 $t = 0.0466$, 其电压波形如图 4 所示。

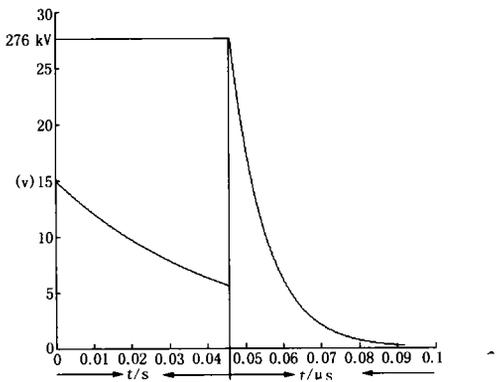


图 4 电压曲线

Fig 4 Curve of voltage

可以看出当刀闸拉开时, 要在刀闸断口处产生很高的电压, 由于该电路时间常数大, 所以在拉开开关时, 要在刀闸断口处持续拉弧, 是因为电感电流不能突变引起的, 在实际的工作中, 如果拉开刀闸的时间越短, 则可能出现的电压峰值越高。

2 过电压防护点极性电路设计

为了解决刀闸断口处的过电压, 可以采取刀闸断口处并联二极管的新的点极性电路如图 5 所示, 可以看出当刀闸闭合时二极管截止, 其阻抗很大, 认为其开路, 当刀闸拉开时二极管充当续流二极管, 其阻抗很小, 认为其短路。采取这样的点极性电路点极性时, 从根本上解决了刀闸断口处的过电压问题, 避免了因为点极性时的拉弧问题。

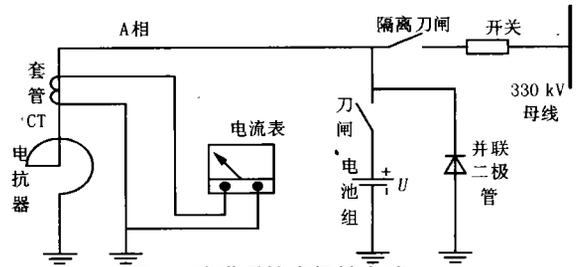


图 5 改进后的点极性电路

Fig 5 Connection diagram of improved polarity test

3 极性测试电路设计

根据文献 [1], 电流互感器的暂态响应特性为: $i_c / i_2 = T_1 / T_2$, i_c 为电流互感器励磁电流, i_2 为电流互感器二次电流, T_1 为一次系统的时间常数, T_2 为电流互感器二次回路的时间常数, $T_2 = L_{LC} / R_2$, L_{LC} 为电流互感器的励磁电抗, R_2 为电流互感器二次回路总电阻, 所以一次回路的时间常数越大, 则励磁电流越大, 传变到二次回路的电流越小, 在实际的工作中, 当用直流电池组点极性时, 由于一次回路时间常数大, 所以传变到二次回路的电流很小, 为 μA 级, 很难通过观察电流表指针的摆动来判断极性, 通过提高直流电源电压或是采用更小量程的电流表时, 点极性效果不能有明显的提高, 为了更加直观地观察到极性设计了以下极性测试电路替代传统的电流表如图 6 所示。此极性测试电路电源由 5 节干电池提供, 不需外接电源。当电流方向如图 6 所示时, 比较器输出端为高电平, 驱动高速晶闸管 MCR106, 晶闸管导通驱动发光二极管 LED, 二极管发光并保持, S 为复位按钮, 按下 S 发光二极管熄灭。可以看出通过以上电路可以很直观地判断出电抗器套管 CT 的极性。

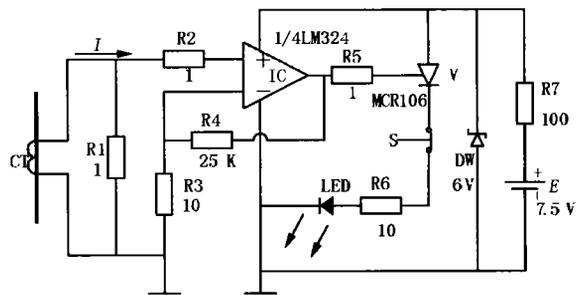


图 6 极性测试电路

Fig 6 Circuit of polarity test

4 现场实际应用

通过以上改进后的点极性方案, 对某变电站

330 kV 电抗器套管 CT进行了实际试验,以 A 相电抗器为例,接线图见图 7。

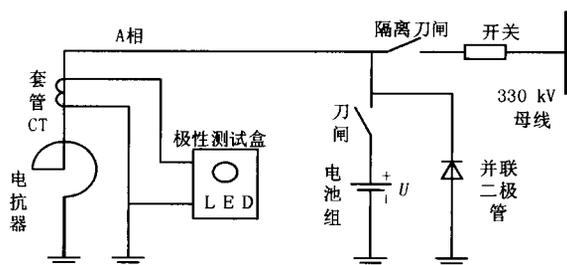


图 7 改进后的点极性方案

Fig 7 New scheme of polarity test

在闭合刀闸后观察 LED 是否发光,若发光按复归按钮,拉开刀闸时再观察 LED 的发光情况,闭合与拉开刀闸时两者结果应相同。通过对电抗器每相套管 CT 的三个绕组各做了 3 次试验,共 9 次试验,结果均正确。

5 结论

本文通过对电抗器点极性方法的研究,对电抗器套管 CT 点极性一次回路进行了改进,避免了过电压的产生,设计了极性测试盒替代了套管 CT 串联的电流表,避免了传统方法点极性时电流表指针

偏转不明显的缺陷,采用了以上改进后的点极性方案,保持了传统点极性方法的优点,克服了过电压,电流表指针偏转不明显的缺陷,并通过实际现场的多次试验,取得了很好的效果。

参考文献:

- [1] 贺家李,宋从矩. 电力系统继电保护原理(第三版)[M]. 北京:中国电力出版社,1994.
HE Jia-li, SONG Cong-ju Principle of Protective Relaying in Electric Power Systems, Third Edition [M]. Beijing: China Electric Power Press, 1994.
- [2] 张举. 微型机继电保护原理 [M]. 北京:中国水利电力出版社,2004.
ZHANG Ju Principle of Microcomputer Protective Relaying [M]. Beijing: China Water Power Press, 2004.

收稿日期: 2004-11-22; 修回日期: 2005-01-13

作者简介:

冯杨州(1979-),男,硕士研究生,研究方向为电气设备故障诊断、电力系统继电保护; E-mail: masvon@163.com
李和明(1957-),教授,博士生导师,研究方向为大型发电机在线监测与故障诊断。

Analysis and improvement of polarity test in bushing current transformer of shunt reactor

FENG Yang-zhou, LI He-ming

(North China Electric Power University, Baoding 071003, China)

Abstract: This paper analyses the problem with polarity test in bushing CT of shunt reactor. According to the condition of actual work, the causes of over voltage and electric arc on the fracture of disconnecting link are analyzed. A new scheme of polarity test, which can settle the problem of over voltage and electric arc on the fracture of disconnecting link, is presented. A new circuit is designed, replacing pointer galvanometer in secondary circuit of CT, to settle the problem that the ammeter pointer throw is not obvious.

Key words: shunt reactor; bushing current transformer; polarity

(上接第 92 页 continued from page 92)

A real-time power flow files creating system based on power system calculation data base and SCADA

YANG Yan-bin¹, WU Fang², LI Bin¹, HE Nan-qiang³, ZHANG Yiming³

(1. Department of Electrical Engineering and Automation, Tianjin University, Tianjin 300051, China; 2. Henan Electric Power Corporation, Tianjin 450052, China; 3. Henan Electric Power Dispatching and Communication Center, Zhengzhou 450052, China)

Abstract: Power system calculation data base (PDSB) is used in the off-line electric power calculation data base system. The data base system stores device parameters into 2D free tables in terms of device types, and realizes data exchange with SCADA based on PDSB. A real-time power flow files creating system is developed. With real-time data about bus loads, generators, current electric power network structure and so on got from SCADA, the PDSB data-based system can create power flow files in some format quickly and exactly. The created files are used as source files to analyze the stability of the electric power system.

Key words: power system calculation data base; SCADA; power flow files