

电流互感器一次通电中异常情况的原因分析

胡宗军, 王勤勤, 毛启胜, 李佳蓉

(重庆电力公司北碚供电局, 重庆 400700)

摘要: 电力系统中对电流互感器(下文简称CT)二次回路接线的正确性及完整性判断, 是通过对CT进行模拟通电试验来进行的。介绍了在一次检查CT回路接线是否正确的一次通电试验中所遇到的异常情况, 并对其进行了分析, 指出在对CT进行通电试验时, 应该采用一次通电方式, 并且要在CT一次接线完善的情况下进行, 以防止由于CT一次问题导致的CT回路异常情况的发生。

关键词: 电力系统; 电流互感器; 二次回路; 通电试验; CT等值电路

Abnormal situation reason analysis in the current transformer (CT) primary winding load current test

HU Zong-jun, WANG Qin-qin, MAO Qi-sheng, LI Jia-rong

(Beibei Electric Power Bureau, Chongqing Power Company, Chongqing 400700, China)

Abstract: Correctness and integrality of power system secondary circuit of current transformer(CT for short) is through the primary winding load current test of CT. In this paper, the abnormal situation reason analysis in CT primary winding load current test is introduced and analyzed. It points out that the primary winding load current test of CT should be used to CT electrifying test, and the main connection of CT should be completed to prevent the abnormal situation come from the main connection of CT.

Key words: power system; current transformer; secondary circuit; electrify test; CT equivalent circuit

中图分类号: TM45 文献标识码: B 文章编号: 1674-3415(2009)20-0145-03

0 引言

二次交流回路模拟通电试验是发现二次交流回路缺陷和差错的一项简便而且行之有效的方法, 经过模拟通电试验, 一般都能保证二次交流回路接线正确。

变电站二次系统由众多的二次接线构成的回路及设备组成。对于安装竣工后的电流回路均要通过CT回路进行通电的方法检查CT二次回路接线的正确性。对于CT二次回路的检查, 一般有两种方法: 一是二次侧通电, 即以试验设备从CT二次端子向回路通入一定的电流, 进行回路检查; 二是从一次侧通入适当大的电流, 进行二次回路检查。

变电站建设工程中的电气安装工程包括一、二次安装工程。由于一次安装工程较为直观和目标明显的原因, 一般不容易出现接线错误或者接线端子方面的问题, 然而, 笔者在最近的一次CT通电试验中, 却发现由于一次施工安装问题所导致的CT回路异常现象。

1 问题的提出

某厂家生产的LB7-220W2型电流互感器, 变比 $2 \times 600/5$ A, 即CT一次绕组串联时, 如图1, 变比为 $600/5$ A, CT一次绕组并联时, 如图2, 变比为 $1200/5$ A。

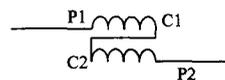


图1 串联
Fig.1 Series

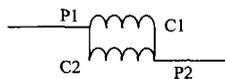


图2 并联
Fig.2 Paralell

本次CT一次绕组为并联方式, 如图2所示, 即CT变比为 $1200/5$ A, 一次通电时的接线示意图

如图 3 所示。

图中, I_{A1} 、 I_{B1} 、 I_{C1} 分别为由试验装置加入 CT 一次 A 相、B 相、C 相的电流, I_{A2} 、 I_{B2} 、 I_{C2} 为在保护装置处用钳形表所钳到的 CT 二次感应出的电流, I_{RN} 为 CT 开关场至保护室保护装置中性线中流过的电流。

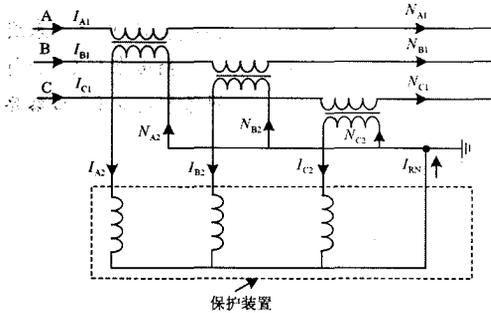


图 3 CT 一次通电示意图

Fig.3 Sketch map of CT primary winding load current test

在对上述 CT 各相进行一次通电时的数据如下:

(1) 在 A 相一次加入电流 $I_{A1}=120\text{ A}$ 、 $I_{B1}=0$ 、 $I_{C1}=0$ 时, 在保护装置端子排处所钳到的二次电流如下:

$I_{A2}=0.495\text{ A}$ 、 $I_{B2}=0$ 、 $I_{C2}=0.16\text{ A}$ 、 $I_{RN}=0.335\text{ A}$ 。

(2) 在 B 相一次加入电流 $I_{B1}=120\text{ A}$ 、 $I_{A1}=0$ 、 $I_{C1}=0$ 时, 在保护装置端子排处所钳到的二次电流如下:

$I_{A2}=0$ 、 $I_{B2}=0.496\text{ A}$ 、 $I_{C2}=0.16\text{ A}$ 、 $I_{RN}=0.336\text{ A}$ 。

(3) 在 C 相一次加入电流 $I_{C1}=120\text{ A}$ 、 $I_{A1}=0$ 、 $I_{B1}=0$ 时, 在保护装置端子排处所钳到的二次电流如下:

$I_{A2}=0$ 、 $I_{B2}=0$ 、 $I_{C2}=0.32\text{ A}$ 、 $I_{RN}=0.32\text{ A}$ 。

由于 CT 变比为 1200/5 A, 当一次电流为 120 A 时, 二次感应出的电流应该为接近 0.5 A, 通过分析上述 3 组数据可知: 1) CT 二次回路无开路; 2) CT 二次回路出现了分流现象; 3) A、B 两相 CT 变比检查正确, C 相 CT 变比异常。

2 原因分析

经过仔细检查, CT 二次接线正确, 在检查 CT 一次接线时发现, C 相 CT P1 端的铜铝过渡线夹的一颗螺丝将 CT 一次接线端子 P1 与 CT 一次的法轮盘短接, 而 P2 与该法轮盘一直处于短接状态, 导致 CT 一次接线变为如图 4 所示的接线。

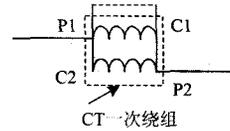


图 4 CT 一次被短接时的接线

Fig.4 Main connection when CT is shorted

即在 CT 一次接线端子 P1、P2 之间多了如图所示的一根短线 (虚线所示)。由于 CT 一次绕组的阻抗很小, 和一根短线的阻抗差别不大, 由于此短线对 CT 一次进行了分流, 导致流过 CT 一次绕组的电流不是所加的 120 A 电流, 而是比 120 A 要小, 设短线的电阻为 R , CT 一次绕组 (P1-C1) 的电阻为 R_{CT} , 则此时流过短线的电流近似为 $I_R \approx$

$$\frac{R_{CT}}{2R + R_{CT}} I_1 \quad (I_1 \text{ 为 CT 一次所加入的电流}), \text{ 当}$$

$R = R_{CT}$ 时, 短线中所流过的电流接近 $1/3 I_1$, 从而使二次感应出的电流没有 0.5 A, 只有 0.3 A 左右, 这就是出现本文中第 (3) 种情况的原因。

下面对出现第 (1)、(2) 种情况的原因分析如下:

由于 CT 实质上也是一个变压器, 其等值电路图可表示如图 5^[1]。

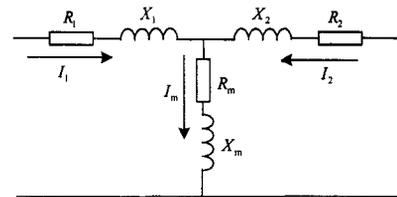


图 5 CT 等值电路图

Fig.5 CT equivalent circuit

图中, R_1 、 X_1 、 R_2 、 X_2 分别为电流互感器一次、二次侧的电阻和漏抗, R_m 、 X_m 为电流互感器的激磁电阻和激磁电抗, 一般 $X_m \gg X_1 + X_2$ 。由于一般 R_1 、 R_2 、 R_m 很小, 为分析方便, 在下面的分析中忽略 R_1 、 R_2 、 R_m 。

正常情况下只对 CT 某相进行一次通电时, 另外两相中是不会感应电流的, 原因如下:

对 CT 一次某相进行通电时的等值电路图如图 6 所示 (以 A、C 两相为例)。

图 6 中, R_N 为 CT 中性线由开关场至保护室保护装置的电缆的等值电阻, Z_{eq} 为虚框内的等值阻抗。

当 C 相 CT 一次没有被短路分流时, 在 A 相加入电流 I_{A1} , C 相相当于 A 相的一个负载, 由于此时 C 相的等值阻抗 $Z_{eq} \approx X_{C2} + X_{m2} \rightarrow \infty \gg R_N$, 所

以此时 C 相分流:

$$I_{C2} = \frac{R_N}{Z_{eq} + R_N} = \frac{R_N / Z_{eq}}{1 + R_N / Z_{eq}} \approx 0, \text{ 即电流不会}$$

在 C 相中流过。

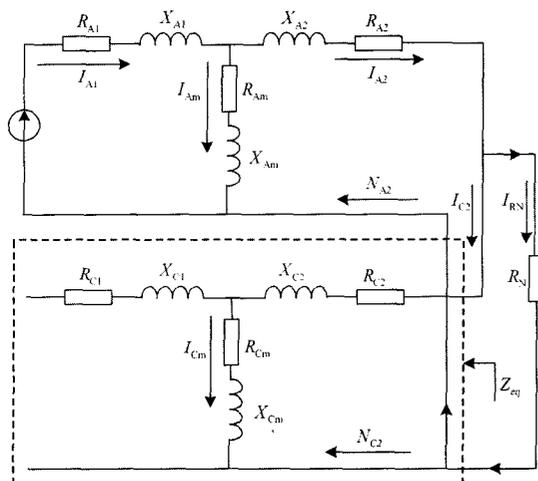


图 6 CT 一次通电时的等值电路图

Fig.6 Equivalent circuit when CT primary winding load current test

然而, 当 CT 一次出现如图 4 所示的接线, 即 C 相 CT 的一次多了如图所示的一根虚线将 CT 一次短接时, 此时 CT 一次通电时的等值电路图将变为如图 7 所示。

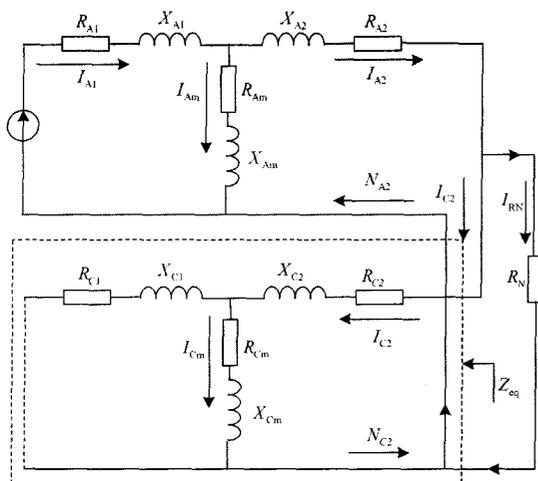


图 7 CT 一次被短接时一次通电等值电路图

Fig.7 Equivalent circuit when CT main connection is shorted primary winding load current test

在 A 相加入电流 I_{A1} 时, 此时 C 相 CT 的等值阻抗将不再远远大于 R_N , 此时 C 相等值阻抗将变为 $Z_{eq} \approx X_{C1} + X_{C2}$, 由于 X_{C1} 、 X_{C2} 较小, 所以此时将对 A 相二次电流 I_{A2} 产生分流作用, 导致此时流过 R_N 的电流 I_{RN} 不等于 I_{A2} , 而是 $I_{A2} = I_{C2} + I_{RN}$, 将上述

等值图简化成如图 8 的等值图:

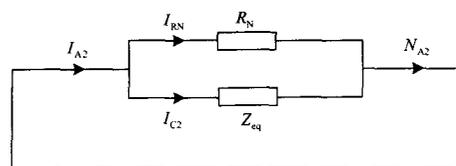


图 8 简化等值电路图

Fig.8 Simplified equivalent circuit

显然由图 8 可知, R_N 与 Z_{eq} 的比值大小将会影响 R_N 和 Z_{eq} 中流过的电流大小, 当 $R_N \approx \frac{1}{2} Z_{eq}$ 时,

将出现本文中的第 (1)、(2) 种情况, 即在进行 A、B 相一次通电时经开关场至保护装置的中性线中的电流 $I_{RN} \neq I_{A2}$ 。

3 结论

CT 一次通电是发现 CT 回路是否有异常行之有效的方法, 通过对本次试验发现问题的分析, 得到以下结论:

1) 在对 CT 某相进行一次通电, CT 二次回路接线正确时, 如果未加电流相 CT 一次回路开路, 由于从 CT 二次看进去 CT 的等值阻抗 $Z_{eq} \rightarrow \infty$, 从而不会对被通电相二次电流产生分流作用; 如果未加电流相 CT 一次被短路, 则由于 Z_{eq} 较小, 此时将对被通电相二次电流产生分流作用, 分流的大小取决于 Z_{eq} 和 CT 开关场至保护室保护装置的中性线电阻 R_N 的大小。

2) 在 CT 一次接线完善的情况下, 进行 CT 一次通电试验, 不仅能发现 CT 二次回路的接线问题, 而且可以发现 CT 一次回路的接线问题, 相比于 CT 二次通电只能发现 CT 二次回路问题来说更加实用可靠。

参考文献

[1] 牟道槐, 等. 发电厂变电站电气部分[M]. 重庆: 重庆大学出版社, 2007.

MU Dao-huai, et al. Electric Part of Power Plant and Substation[M]. Chongqing: Chongqing University Press, 2007.

收稿日期: 2008-11-04; 修回日期: 2009-06-16

作者简介:

胡宗军 (1981-), 男, 硕士, 从事电力系统运行与控制及继电保护研究; E-mail: zongjunhu@126.com

王勤勤 (1975-), 女, 助理工程师, 从事电力系统继电保护研究。