

电流互感器饱和引起保护越级误动问题浅析

孙建华, 匡华

(云南省滇东电业局调度所, 云南 曲靖 655000)

摘要: 对由 CT 饱和引起的保护越级误动问题进行了分析, 并提出了解决方法。

关键词: CT 饱和; 保护误动; 分析

中图分类号: TM452; TM772

文献标识码: A

文章编号: 1003-4897(2000)09-0054-02

1 引言

随着我国电力系统容量的不断增大, 在 220 ~ 500kV 变电站低压侧 (10 ~ 66kV) 出线处故障时, 原来安装在线路上的高压电流互感器可能出现饱和现象, 饱和时其二次感应电压下降, 从而引起电磁型电流继电器触点抖动甚至拒动, 造成主变后备保护越级动作跳闸, 扩大了停电范围, 给电网的安全稳定运行带来了极大的影响。

2 事例分析

2.1 继电保护动作简况

1999年8月8日21时38分, 我局一110kV变电站#2主变35kV侧复合电压闭锁过流保护动作跳开主变35kV侧开关(#392)和35kV母联开关(#390), 造成该段35kV母线失压。事故当时其35kV一出线对侧开关限时电流速断保护动作跳闸, 而该35kV出线开关(#397)无任何保护动作掉牌、开关未跳。

2.2 一次系统接线图及保护配置介绍

110kV变电站为系统终端变电站, 2台15MVA变压器互为备用运行, 电压等级110/35/6kV(图中6kV及35kV其余出线略), 无接地中性点。

#2主变#392开关, CT变比300/5, 后备保护配置为: 复合电压闭锁过电流保护(电压取自35kV

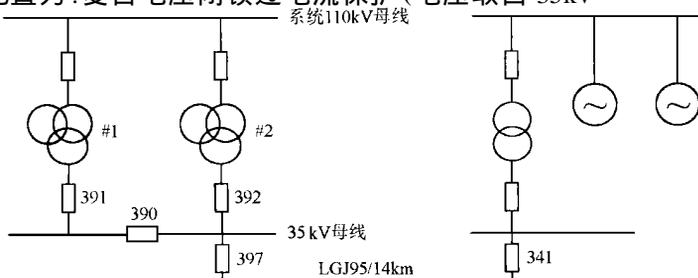


图1

组母线 PT, 复压 DY-2 型 6V, 低压 DJ-131 型 80V, 过流 DL-11 型 5.5A, 时间 DS-115 型 2.2s 跳 # 390、2.7s 跳 # 392)。

35kV 母联 # 390 开关无保护, 由 # 1、# 2 主变 35kV 复合电压闭锁过流保护的第一时限跳闸。

线路 # 397 开关, CT 变比 200/5, 保护配置为: 方向电流闭锁电压速断 (DL-31 型 29.8A, DY-34 型 50V); 方向限时电流速断 (DL-31 型 10A, DS-32 型 0.5s); 方向定时过流 (DL-31 型 5.0A, DS-32 型 1.2s)。

对侧为一带自备电厂的用户, 发电机 2 × 6MW, 变压器 8MVA。# 341 开关 CT 变比 300/5, 保护配置为: 方向限时电流速断 (DL-31 型 5.0A, DS-32 型 0.5s); 方向定时过流 (DL-31 型 2.5A, DS-32 型 1.5s)。

3 保护动作分析

该变电站共有 5 回 35kV 出线, 发生事故的前后均无本站线路开关跳闸, 只发生了其中一回 # 397 开关对侧的 # 341 开关方向限时电流速断保护动作跳闸, 接于该站 110kV 母线的故障录波器启动录波。调出该录波图观察, 发现 B、C 相电压有 140 个周波幅值较 A 相降低。

事故后用户侧查线过半未发现故障点, 说明故障靠近 # 397 开关侧。

初步分析认为: 故障发生在 # 397 线路上, 故障性质为 B、C 相两相故障, 本站 # 397 开关保护拒动而越级至主变 35kV 侧后备保护动作切除故障。

4 现场检查情况记录

4.1 对 # 397 开关保护定值现场校核与整定值一致, 回路绝缘检查、保护动作至出口掉牌过程检查及带开关传动试验均正确;

4.2 CT 变比检查: 用电压法测得 CT 变比为 200/5, 符合定值要求;

4.3 在端子箱处断开电缆与 CT 的连接端子,现场用单相电源向电缆侧对 AC、CN、AN 分别加电压(电流)测得 CT 每相二次回路(含继电器)阻抗为:

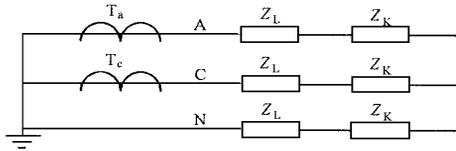


图 2

$$Z = \frac{1}{2} \times \frac{U}{I} = 0.84 (\text{ /相})$$

U 、 I ——分别为所加电压(V)及电流(A)

4.4 现场测试 CT 伏安特性

A相: I(A)	1	2	2.5	3	4	5	6	8	10
U(V)	42.7	46.3	47.1	47.5	48.3	48.9	49.4	50.3	51.2
C相: I(A)	1	2	2.5	3	4	5	6	8	10
U(V)	46.8	51.3	53	53.7	54.6	55.4	56	56.7	57.6

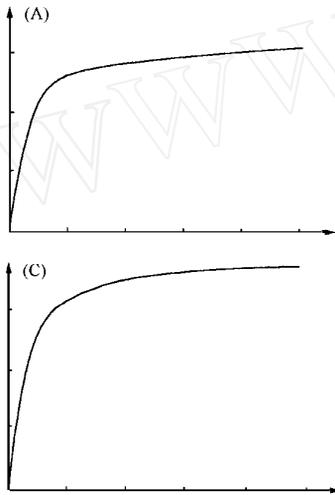


图 3

5 现场检查结果

5.1 对于 35kV 及以下 CT 的不完全星型接线来说, CT 二次负载有如下情况

三相短路: $Z = \sqrt{3} (Z_L + Z_K)$

两相短路(AB、BC): $Z = 2 (Z_L + Z_K)$

(AC): $Z = Z_L + Z_K$

通过对 # 397 开关 CT 二次回路的阻抗测试可知,如果故障发生在 AB 相或 BC 相,该 CT 二次负载为: $Z = 2 (Z_L + Z_K) = 2 \times 0.84 = 1.68 (\text{ /相})$;

5.2 在当时电网运行方式下, # 397 线路末端两相

短路电流理论计算值为 1465A。由此,该 CT 二次电压将为: $u = \frac{I}{n} Z = \frac{1465}{40} \times 1.68 = 61.53V$;

5.3 由该 CT 伏安特性可见, # 397 线路末端两相短路时 A、C 两相 CT 均工作在饱和拐点电压以上。因故障发生在 # 397 线路近端,该 CT 将严重饱和。

6 分析结果

由电工基础理论可知,当电流互感器在严重饱和时,一次电流中,直流分量很大,使其波形偏于时间轴的一侧。铁心中有剩磁,且剩磁方向与励磁电流中直流分量产生的磁通方向相同,在短路电流的直流分量和剩磁的共同作用下,铁心在短路后不到半个周期就饱和了。于是,一次电流全部变为励磁电流,二次电流几乎为零。

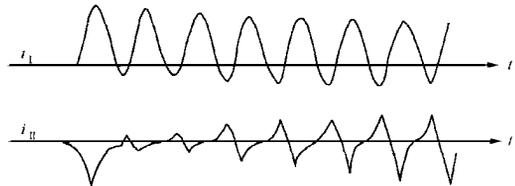


图 4 电流互感器在严重饱和时一次和二次电流波形

所以,由于 # 397 开关 CT 的严重饱和,其传变特性变差甚至输出为零,导致了 # 397 开关保护的拒动而越级至主变后备保护动作跳闸。

7 故障应吸取的教训及建议

通过上述事例,笔者认为,对于 35kV 线路保护的电流互感器变比选择宜大于 300/5。新安装投产时应做 CT 伏安特性试验及 CT 二次回路阻抗试验,将以上试验结果绘成曲线提供给保护整定计算人员,以便整定计算时校核该 CT 能否满足现场要求。

另外,建议使用户外多油开关的线路保护(CT 在开关套管内)采用每相二支 CT 串联接法,以增大 CT 二次带负载能力,防止短路故障时饱和。

参考文献:

[1] 朱声石. 高压电网继电保护原理与技术(第二版) [M]. 中国电力出版社, 1995.

收稿日期: 2000-01-08; 改回日期: 2000-04-03

作者简介: 孙建华(1963-),男,工程师,长期从事电力系统继电保护调试及整定计算工作; 匡华(1975-),男,工程师,大学本科,从事电力系统继电保护整定计算及运行管理工作。(下转第 58 页)

由此可将(12)式简写为:

$$\frac{U_{\Sigma}(C_{\Sigma} + C_P)^2}{U_A^2} = \frac{U_0^2}{U_A^2} C_{\Sigma}^2 + 3 C_P^2 \quad (13)$$

解(13)式此二元一次方程可得:

$$C_{\Sigma} = \frac{\sqrt{\beta(U_0^2 + U_A^2)(U_{0A}^2 + U_{0B}^2 + U_{0C}^2) + 9U_0^2 U_A^2} - U_{0A}^2 - U_{0B}^2 - U_{0C}^2}{U_{0A}^2 + U_{0B}^2 + U_{0C}^2 - 3U_0^2} \cdot C_P \quad (14)$$

式中的 $U_0, U_{0A}, U_{0B}, U_{0C}, U_A$ 都是已测得的电压有效值,代入(14)式即可算出 C_{Σ} ,由此可计算出该 10kV 电网的电容电流:

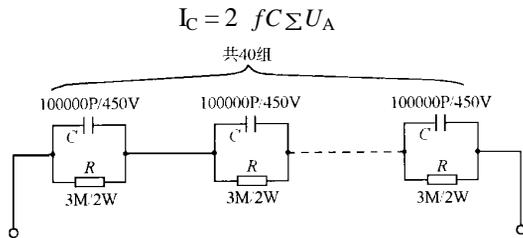


图 2

4 注意事项

4.1 为使测量所得的 U_{0A}, U_{0B}, U_{0C} 值大一些,以减少测量误差,在测试时最好按线路长度将对地电容

算一下,取 C_P 约为每相对地电容值,则中性点的位移电压接近 $U_A/4$ 。

4.2 为保证测试结果的准确性,测试中的关键问题是电容组 C 三相电容值相对不平衡度不大于 0.4%,否则电容器组 C 的不平衡所引起的 10kV 电网中性点位移叠加在原有的位移电压上,测试结果就不准确 (0.1μF/450V, 3M/2W)。

5 结束语

以上测试方法简便可行,当 10kV 电网正常运行时,即可进行测试并不影响安全供电,即便在测试过程中 10kV 系统发生单相接地,中性点位移电压升到 $U = 10 / \sqrt{3}$ kV,由于在电容组 C 的中性点与地之间接入 6000/100 的 PT 缘故,也不会危及人身安全。测试参数只取有效值,电压表尽量采用内阻稍高的普通表计即可。

收稿日期: 2000-03-15

作者简介: 郑南雁(1964-),男,硕士,总工程师,从事电力系统自动化及继电保护的研究; 楚方求(1966-),硕士,从事电力系统自动化及继电保护的研究; 程友发(1965-),男,硕士,高级工程师,从事电力系统自动化及继电保护的研究。

Measuring of ground capacitive current of 10kV system

ZHENG Nan-yan, CHU Fang-qiu, CHENG You-fa

(The Institute of Electrical Engineering of Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430074, China)

Abstract: This paper presents a simple method of measuring ground capacitive current of 10kV system, which may be applied to 35kV system without much modification. It may as well be applied to the design of ground capacitive current measuring equipment.

Key words: capacitive current; single phase ground; arc-suppression coil

(上接第 55 页)

Analysis of the protection overreaching mal-operation caused by CT saturation

SUN Jian-hua, KUANG Hua

(Yunnan Diantong Power Bureau, Qujing 655000, China)

Abstract: The mal-operation of the protection caused by CT saturation is analyzed in this paper, and its solving way is proposed.

Key words: CT saturation; mal-operation of the protection; analysis