

高压并联电抗器零序差动保护误动分析

张洪, 常凤然

(河北电力调度通信局, 河北 石家庄 050021)

【摘要】 详细分析了河北南网安保安 500kV 工程的系统调试工作中, 因试验接线造成保北站 500kV 高压并联电抗器零序差动保护误动的原因。以期对今后类似的试验有所帮助。

【关键词】 试验; 并联电抗器; 零序差动保护; 误动

1997年8月7日河北南网第一个500kV工程—安保安500kV工程的系统调试工作正式开始, 8月9日0时14分做上安3#机空充安保安线过程中, 保北站高压并联电抗器的零序差动保护发生了误动。本文将对保护的原理及动作情况进行介绍和分析, 希望对今后防止类似的问题重复发生有所帮助。

1 500kV 高压并联电抗器及中性点电抗器电气量保护配置简述

安保安线500kV高压并联电抗器由三台单相油浸式电抗器组成, 经隔离刀闸与500kV线路连接, 其中性点经一小电抗器接地。高压并联电抗器可看作是线路的一部分, 线路两端的保护装置对电抗器的内部故障有一定的保护范围, 但不能保护电抗器的全范围。因此, 电抗器还安装了单独的继电保护装置, 用于保护电抗器的内部故障。电抗器保护动作跳保北站500kV线路开关的同时, 通过远方跳闸装置跳上安侧500kV线路开关。

安保安线500kV高压并联电抗器所配置的电气量保护有: 相电流差动保护、零序电流差动保护、三相过电流保护、匝间保护及过负荷信号装置。相电流差动保护和零序电流差动保护作为电抗器内部故障的主保护, 过流及匝间保护用做后备保护。中性点小电抗器的电气量保护有过流保护和过负荷信号装置。高压并联电抗器及中性点小电抗器保护的交流电流回路简图如图1所示。

2 高压并联电抗器零序电流差动保护误动介绍与分析

2.1 零序电流差动保护的原理及定值

零序电流差动保护采用的是集成电路型KDZI比率差动保护。高压并联电抗器高压侧和中性点侧CT的零序电流通过装置内中间变流器, 在其二次侧的电阻上产生电压, 各侧电压分别通过三次谐波阻

波器滤除三次谐波分量。滤波后的电压经加法器形成差电压, 此差电压再与制动电压相减, 而后经电平比较出口。

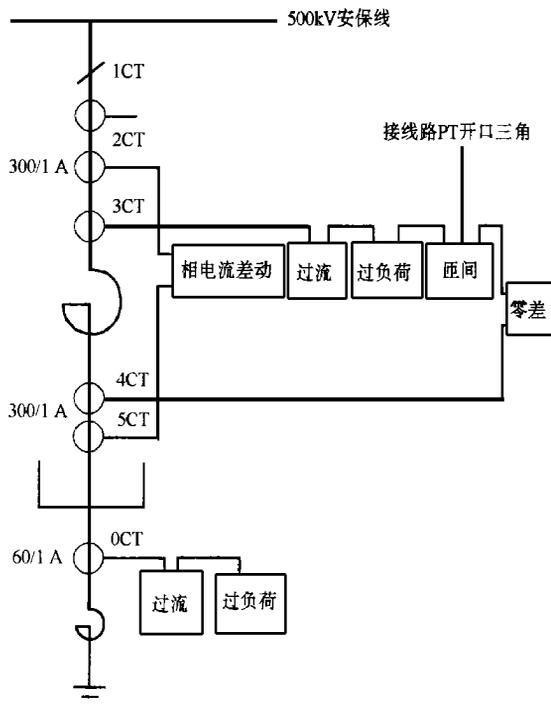


图1 高压并联电抗器及中性点电抗器保护交流电流回路示意图

比率差动元件是带制动特性的灵敏元件, 各侧电流整流后相互并联构成制动回路, 制动量由最大电流侧确定。比率差动元件的动作特性如图2所示。

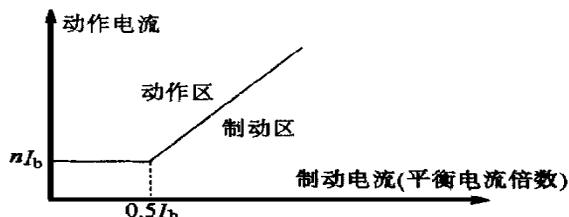


图2 零差保护动作特性

当故障电流小于 0.5 倍平衡电流时,无制动作用;故障电流大于 0.5 倍平衡电流时,有制动作用,制动系数为 0.5。在区外故障时,穿越性电流只使差动回路有很小的不平衡输出,而制动作用可能较大。

零差保护的定值为:比率差动元件的动作定值 $0.15 I_b$; $I_b = 0.6A$ (二次值),CT变比 300/1A

2.2 零序差动保护动作背景

按照安保 500kV 系统调试方案的要求,需做上安 3# 机空充安线试验。在第一次空充过程中,由于上安 3# 机励磁调节系统有问题,使线路电压升高超出了额定电压,上安采用手动跳闸方式终止试验。上安侧 500kV 线路开关跳闸后,安保 500kV 线路上的电气量进入自由衰减振荡过程。前项试验的多次录波图表明:在自由衰减振荡中电气量的变化周期已不是 50Hz,而是约 37Hz 的低频量,且在衰减振荡过程中,一直存在着零序电流。此零序电流的一部分也必然流过高压并联电抗器。但是,对高压并联电抗器来说,此电流应为穿越性电流,零差保护本不应动作,但实际零差保护动作了,并出口跳闸。这说明零差保护确实感受到有零序差电流存在,这个零序差电流是如何产生的呢?经分析,确认是由于试验用测量接线接入 CT 回路,引起电流分布的变化,使零差保护回路出现了差流。

2.3 零序差动保护回路出现差电流的原因分析

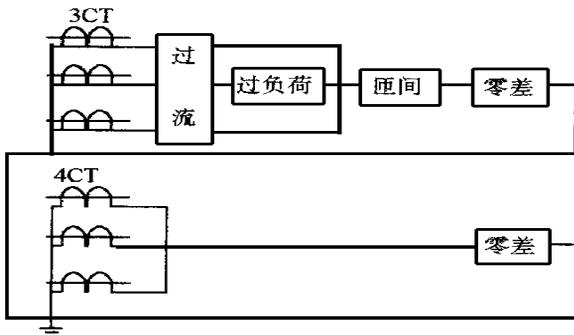


图3 零差保护 CT回路的正常接线

正常状态下,零差保护 CT回路的接线如图3所示。在进行空充 500kV 线路的试验时,有关 CT回路的实际接线如图4所示。

图4中的电阻 R 是试验时供磁带机录电流用的,其阻值为 2.5 。从试验接线中可以看出,试验接线只影响零差保护用的高压侧 3CT回路,对零差保护用的中性点 4CT回路无影响。因此,当一次实际有零序电流时,从中性点侧 4CT流入零差保护

的电流能够正确反应此电流,而高压侧流入零差保护的电流则不能正确反应此电流值,下面分析此电流究竟是多少?

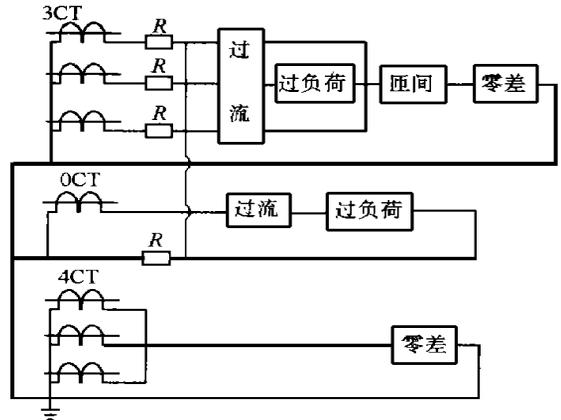


图4 试验中 CT回路的实际接线

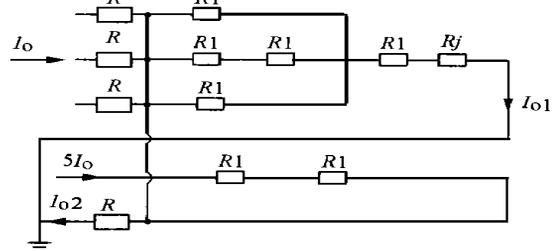


图5 有试验接线时的等值电路

当一次实际有零序电流 I_0 时,高压侧 CT回路的等值电路见图5。 I_0 为 I_0 的二次值, $I_0 = I_0 / 300$ (CT变比见图1)。试验用的磁带机录取的零序电流值为 $I_{O2} = 0.85A$,此电流值不能准确反应 I_0 的大小。因 0CT 的变比为 60/1A,故其二次电流为 $I_0 / 60$,等于 $5I_0$ 。图5的等值电路中, R_j 为零差保护的电阻, R_1 为其它保护电阻。因所选用的保护均为同一厂家的集成电路保护,且它们的功耗为同一水平。故可近似认为 $R_j = R_1$,因此可得出下列各式:

$$I_{O1} = 6 I_0 \times R / (1.4 R_1 + R_j + R) = 6 I_0 \times R / (2.4 R_1 + R) \tag{1}$$

$$I_{O2} = 6 I_0 (1.4 R_1 + R_j) / (1.4 R_1 + R_j + R) = 6 I_0 \times 2.4 R_1 / (2.4 R_1 + R)$$

可推出:

$$I_0 = I_{O2} (2.4 R_1 + R) / 14.4 R_1 \tag{2}$$

$$I_{O1} = I_{O2} \times R / 2.4 R_1 \tag{3}$$

零差保护感受到的差动动作电流:

$$I_d = I_{O1} - I_0 = I_0 [6R / (2.4 R_1 + R) - 1] = I_{O2} (5R - 2.4 R_1) / 14.4 R_1 \tag{4}$$

零差保护感受到的制动电流:

$$I_z = \max\{I_{01}, I_0\} - 0.5 I_b \quad (5)$$

据厂家产品资料介绍, R_1 电阻值不大于 $0.5 R_1$,

由(1)式可得出 $I_{01} > I_0$ 。

$$I_z = \max\{I_{01}, I_0\} - 0.5 I_b = I_{01} - 0.5 I_b = I_{02} \times R / 2.4 R_1 - 0.5 I_b \quad (6)$$

$$I_z = 0 \text{ 时有制动作用, 即 } I_{02} \times R / 2.4 R_1 - 0.5 I_b$$

0, 可推得:

$$I_{02} I_b \times 1.2 R_1 / R = 0.6 \times 1.2 R_1 / 2.5 = 0.288 R_1$$

实测值为 $I_{02} = 0.85A$, 肯定大于 $0.288 R_1$ 。所以 $I_z = 0$ 有制动作用。

零差保护的动作为:

$$I_d - 0.5 I_z \geq 0.15 I_b \quad (7)$$

将式(4)和(6)代入(7)得:

$$I_{02}(R - 1.2 R_1) / 7.2 R_1 + 0.25 I_b \geq 0.15 I_b \quad (8)$$

$$R > 1.2 R_1$$

式(8)必然成立。零差保护肯定动作。

将 $R = 2.5$, $R_1 = 0.5$, $I_{02} = 0.85A$ 代入式(2)和(3)得:

$$I_{01} = 1.77A \quad I_0 = 0.4368A$$

再将以上数据代入(4)和(6)得:

$$I_d = 1.333A \quad I_z = 1.47A$$

$$I_d - 0.5 I_z = 0.598A$$

大于比率差动元件的动作定值 $0.15 I_b = 0.15 \times 0.6 = 0.09A$, 因此零差保护动作。

3 结论与建议

由以上分析可以看出, 完全是试验接线造成 3CT 与 0CT 间发生了不应有的联系, 导致 CT 二次电流的异常分配, 使零差保护中出现了较大的差动动作电流, 致使零差保护误动出口。

建议在类似的试验中, 事先应对所选用的接线方案进行认真仔细的研究。各专业间须做好沟通工作, 对所使用的仪器都应有较为详细的了解。特别是继电保护人员应对接入保护回路的试验接线进行深入分析, 以减少试验中不应有的保护误动, 提高试验工作的效率。

收稿日期: 1999-06-22

作者简介: 张洪(1964-), 女, 硕士, 高工, 从高电力系统继电保护研究工作; 常凤然(1967-), 男, 本科, 工程师, 从事电力系统继电保护研究工作。

ANALYSIS ON THE MALOPERATION OF ZERO-SEQUENCE DIFFERENTIAL PROTECTION OF HV PARALLEL-CONNECTED REACTOR

ZHANG Hong, CHANG Feng-ran

(Power Dispatch Communication Bureau of Hebei Province, Shijiazhuang 050021, China)