

500 kV 并联电抗器中性点小电抗极性测试方法

张静伟

(广东电网公司韶关供电局, 广东 韶关 512026)

摘要: 500 kV 并联电抗器零差保护采用中性点小电抗 CT 绕组时, 由于正常运行时该绕组无电流流过, 极性不容易校验, 容易导致区外接地故障时零差保护误动。提出一种校验电抗器中性点电流绕组极性的方法, 基本思想是利用电抗器单相运行, 模拟电抗器单相接地, 在中性点小电抗 CT 绕组中产生一电流, 观察零差保护是否动作。使用该方法应避免对系统其他设备造成影响, 需采取一定措施。分析了试验存在的危险点, 给出了试验过程及相关防范措施, 结合现场验证了所提方法的有效性。

关键词: 并联电抗器; 零差保护; 中性点小电抗; 极性校验; 失灵

A new method to check the polarity of neutral reactor for 500 kV shunt-reactor

ZHANG Jing-wei

(Shaoguan Power Supply Bureau, Guangdong Power Grid Corporation, Shaoguan 512026, China)

Abstract: The polarity of the zero-sequence current differential protection of 500 kV shunt-reactor is not easy to be checked by using the neutral reactor CT winding because there is no current during the normal operation. It may easily lead to misoperation when outside faults happen. This paper presents a method to check the polarity of neutral reactor CT winding. The basic idea is to simulate a single-phase ground by the reactor single-phase operation. There will be a current in the neutral reactor CT winding. The polarity of the zero-sequence protection can be checked by observing the protection's action. Using this method should avoid the impact on the other equipments. Some measures should be taken. The dangerous points in the testing are analyzed and the testing process as well as realative countermeasures is presented. At last, the effectiveness of this method is proved by the on-site testing.

Key words: shunt-reactor; zero-sequence current differential protection; neutral reactor; polarity checking; breaker fail protection

中图分类号: TM77 文献标识码: A 文章编号: 1674-3415(2010)20-0241-03

0 引言

500 kV 并联电抗器主要用来吸收长距离输电线路的对地容性无功功率、限制系统的操作过电压; 另外中性点小电抗还可以限制潜供电容电流, 提高线路单相接地时重合闸的成功率。并联电抗器与输电线路的连接方法有三种: a) 通过隔离开关与线路相连; b) 采用专用断路器; c) 通过放电间隙与线路相连。电抗器可能发生的故障有: 线圈的单相接地和匝间短路、引线的相间短路和单相接地短路、由过电压引起的过负荷、油面降低、温度升高和冷却系统故障, 常用的电气量保护主要有相间差动、零序差动、匝间保护、过流保护、过负荷等。对于差动保护(包括零差)来说, 要求差动各组的 CT 极性一致, 这样才能保证电抗器内部故障时保护正确动作, 区外故障时不误动。

1 零差保护简介

由于我国 500 kV 电抗器大都属于第一种接法, 故本文主要针对这种方式展开讨论。

零差保护由于无需躲励磁涌流, 故在接地故障时灵敏度较传统的差动保护高, 励磁涌流也给纵差保护的整定带来了困难。因此, 有必要装设零差保护作为传统的差动保护必要的补充^[1], 共同构成电抗器主保护。

零差保护的原理在文献[2-3]中已有详细的介绍, 实际现场的电流互感器(以下简称CT)接线主要有以下两种:

1) 两侧均采用自产电流, 即从电抗器两侧 A、B、C 三相 CT 二次引出线短接, 将 N 线接入零差保护装置, 如图 1 零序差动 I 接线。此种接法极性容易校验, 在 CT 绕组不够的情况下还可与分相差动或其

他保护共用绕组，缺点是不能保护小电抗，保护范围较小。

2) 高侧采用自产，低侧采用外接电流，如图1零序差动II。此种接法较1) 保护范围大，缺点是N相小电抗CT正常运行时无电流，极性不易校验，容易造成保护误动或拒动，现场已多次发生^[3-4]。电抗器投运前需对该种方式的接线进行CT极性校验，本文所提出的方法也是针对这种接法的零差保护。

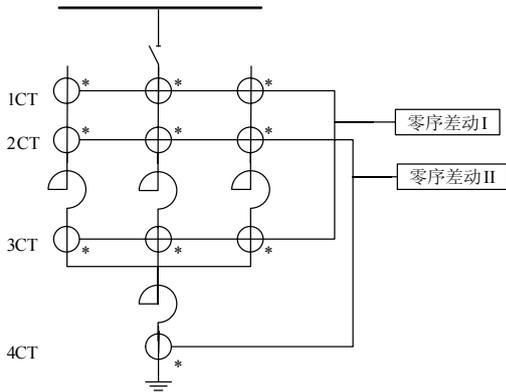


图1 电抗器零差保护 CT 接线

Fig.1 The connection of the zero-sequence current differential protection

2 零差保护 CT 极性校验

500 kV 并联电抗器大都没有专用的电流互感器，保护采用电抗器本身的套管 CT。套管 CT 一次升流比较困难，需采取电抗器吊芯方法，实际现场很少采用。若直接在 A、B、C 单相电抗器升流，由于分流很大需解开一次接线，过程也较复杂，往往由于一次安全距离不够，这一做法现场也很少采用。文献[1]还提出了利用励磁涌流校验的方法，但在励磁涌流较小或者衰减较快时，零差保护未必动作，这一方法的结果并不可靠。本文提出一种利用电抗器短时单相运行校验极性的方法，这一方法在现场得到了很好的应用，介绍如下。

2.1 500 kV 线路典型接线

某 500 kV 线路接线如图 2。线路 MN 在 M 站接于开关 1、2，N 侧接法类似，电抗器装设于 M 侧。现对 M 侧电抗器零差保护校验，基本思想是通过利用 M 侧开关 2 短时单相运行模拟单相接地故障，看电抗器零差保护是否动作。

2.2 校验前准备工作

- 1) 试验前应确保电抗器及线路无故障，所有接地线及接地刀闸均拆除或拉开，防止恶性误操作。
- 2) 所有相关保护电流、电压回路均恢复，所有

保护装置电源和控制电源正常投入，保护无告警信号，出口正确。

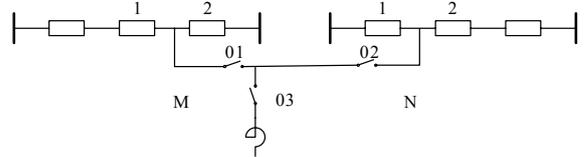


图2 500 kV 线路一次图

Fig.2 The primary circuits of 500 kV system

3) 试验过程要利用电抗器单相运行模拟单相接地故障，为防止开关拒动或失灵误启动造成其他线路停运，试验开关只可选择 M 侧的开关 2，不可选择开关 1（开关 1 作为联络开关，若保护动作会影响相邻线路运行）。

4) 确认现场开关 2 的三相不一致保护不会启动失灵。根据《广东省电力系统继电保护反事故措施及释义（2007 版）》规定：线路断路器三相不一致保护不启动失灵保护，发变组出口三相不一致保护启动失灵保护。早期的保护设计线路的三相不一致是接操作箱的 TJQ（三跳启动重合）或 TJR（三跳不启动重合）继电器，而没有 TJF（三跳不启动失灵）继电器，现场需核实，若三相不一致保护启动失灵，则需退出三相不一致保护，且解开或退出相关接线、压板。

5) 理论计算电抗器单相运行的电流，从而估算零序、负序电流。由电力系统知识可知，发生单相接地时有 $I_1 = I_2 = I_0 = 1/3 I_k$ ，确认该电流不会引起相邻线路零序保护或其他保护误动作，同时要保证产生的零序电流可以达到电抗器零差保护动作值。

6) 退出开关 2 联跳其他开关压板。

上述各项需在试验前一一核对确认，若不满足，则需采取相关措施。

2.3 零差保护 CT 校验过程

1) 断开 M 侧线路侧刀闸 01，合上 N 侧线路侧刀闸 02，合上 M 侧电抗器刀闸 03。为线路 MN 充电作准备。

2) 合上 N 侧开关 1，对线路 MN 及电抗器充电，检查线路及电抗器无故障。

3) 线路 MN 及电抗器空充正常后，断开 N 侧开关 1。

4) 合上 M 侧刀闸 01，退出 M 侧电抗器需校验的零差保护出口，由 M 侧对线路 MN 进行充电。

5) 在开关 2 断路器保护屏或场地开关机构箱合 M 侧开关 2 任一相。若三相不一致保护未退出，则三相不一致保护经延时动作跳开开关 2，若不一致保护退出，则合上开关 2 任一相后迅速跳开该相，

防止电抗器单相运行时产生的零序或负序电流影响系统。

6) 检查电抗器零差保护动作情况,若未动作说明极性正确。

3 实例

某 500 kV 并联电抗器一次参数如表 1 所示。

表 1 500 kV 并联电抗器相关参数
Tab.1 The parameters of 500 kV reactor

PT 变比	主电抗 CT 变比	小电抗 CT 变比	主电抗值	小电抗值	主电抗额定电流	小电抗额定电流	零差保护电流
500/0.1 kV	500/1	100/1	2 547 Ω	991 Ω	126 A	22 A	0.1 A

1) 计算电抗器单相运行时流过电抗器单相二次电流。

$$I = \frac{500 \times 1000}{\sqrt{3} \times (2547 + 991)} = 82 \text{ A}$$

$$\text{零序电流 } I_0 = \frac{1}{3} \times I = 27 \text{ A}$$

分别折算到高侧和低侧:

高侧电流 $I_{10} = 27/500 = 0.054 \text{ A}$, 低侧电流

$$I_{20} = 27/100 = 0.27 \text{ A}。$$

若极性接反,差流计算为:

$$I_d = I_1 \times k_1 - I_2 \times k_2 =$$

$$0.054 \times 1 + 0.27 \times 100/500 = 0.108 \text{ A}$$

达到差动动作条件。

k_1 、 k_2 为各侧差流平衡系数, $k_1 = CT1/CT1$, $k_2 = CT2/CT1$ 。

2) 相邻线路零序保护动作值最小为 0.35 A, 电抗器单相运行产生的零序电流远远小于该值, 因此不会对其他线路保护造成影响。

3) 线路 MN 之前已完成保护逻辑及传动试验, 出口回路正确。

4) 按照本文所提出的方法进行实际操作, 电抗器保护未动作, 证明小电抗所接 CT 绕组极性正确。

4 结束语

现代的大型变压器及电抗器有必要装设零差保护来反应内部接地故障。电抗器零差保护二次电流接线接于小电抗 CT 绕组时极性不易校验, 正常运行时无电流流过, 现场升流又比较麻烦, 很多时候都将这一点忽略。绕组极性接反会导致电抗器区外故障时误动, 区内故障时拒动。本文从二次专业的角度出发, 结合现场提出了一种校验电抗器 N 相

CT 极性的方法, 经过实际检验该方法是行之有效的。

参考文献

- [1] 张项安, 单强, 张弦. 变压器零序差动保护的几个问题[J]. 继电器, 2005, 33 (15): 13-17.
ZHANG Xiang-an, SHAN Qiang, ZHANG Xuan. Several problems on zero-sequence differential protection for transformer[J]. Power System Protection and Control, 2005, 33 (15): 13-17.
- [2] 李兴, 郭卫民. 西门子 7UT612 装置零序差动保护原理及 CT 极性整定分析[J]. 继电器, 2006, 34 (18): 62-65.
LI Xing, GUO Wei-min. Principle of restricted earth fault protection and CT polarity setting method of SIEMENS 7UT612[J]. Power System Protection and Control, 2006, 34 (18): 62-65.
- [3] 张洪, 常凤然. 高压并联电抗器零序差动保护误动分析[J]. 继电器, 1999, 27 (6): 51-53.
ZHANG Hong, CHANG Feng-ran. Analysis on the maloperation of zero-sequence differential protection of HV parallelly-connected reactor[J]. Relay, 1999, 27 (6): 51-53.
- [4] 詹勤辉, 王世祥, 张胜宝. 一起 500 kV 主变零差保护误动原因分析及预防措施[J]. 继电器, 2007, 35 (24): 71-73.
ZHAN Qin-hui, WANG Shi-xiang, ZHANG Sheng-bao. Analysis of a 500 kV transformer zero-sequence differential protection fault and its prevention[J]. Relay, 2007, 35 (24): 71-73.

收稿日期: 2009-11-06; 修回日期: 2010-02-10

作者简介:

张静伟 (1981-), 男, 工程师, 硕士研究生, 从事继电保护工作。E-mail: gxysmd@163.com