

误操作引起 3/2 主接线开关跳闸的事故分析

孟凡超

(河北省电力研究院, 河北 石家庄 050021)

摘要: 3/2 主接线方式二次回路接线复杂, 存在“和回路”, 容易引起误操作事故。介绍了一起误封电流互感器二次回路引起 3/2 主接线开关跳闸的事故。阐述了事故发生时的误操作过程, 计算分析了误操作产生的零序电流, 得出零序电流大于零序保护 IV 段定值的结论, 并提出了先划开连片, 再封 CT 的防范措施。

关键词: 开关跳闸; 3/2 主接线; 误操作

Analysis of the tripping of the circuit breaker by error operation in the transmission line with breaker-and-a-half configuration

MENG Fan-chao

(Hebei Power Research Institute, Shijiazhuang 050021, China)

Abstract: Transmission line with breaker-and-a-half configuration is complex. It includes “adding circuit”, and some error operations always occur. The accident of the circuit breaker’s tripping is introduced by the error operation in the transmission line with breaker-and-a-half configuration. The process of the error operation is introduced. The residual current by the error operation is computed. The reason of the tripping is analyzed. And the technical measure that the linker is disconnected and then the CT is connected is proposed.

Key words: circuit breaker’s tripping; transmission line with breaker-and-a-half configuration; error operation

中图分类号: TM311 文献标识码: B 文章编号: 1674-3415(2010)05-0135-02

0 引言

3/2 主接线方式可以保证调度运行与事故处理的灵活性, 能够避免高低压电磁环网, 提高电网安全稳定水平, 广泛应用于 500 kV 变电站中^[1]。然而本接线方式二次接线复杂, 一条线路电流的测量要由两个开关侧的电流互感器进行采集, 容易引起开关误动事故的发生^[2]。

本文讲述了一起误封电流互感器二次回路引起 3/2 主接线开关跳闸的事故, 并针对该事故提出了正确的操作顺序和技术防范措施。

1 事故概况

1.1 升压站接线方式

某发电厂 #2 机组、#3 机组、#4 机组经各自自主变接入 500 kV 升压站, 该升压站接线方式为二分之三接线, 选用 GIS 设备, 设计两条 500 kV 出线至对侧黄骅变电站。#2 机组进线接入 500 kV 的 1 母侧与一条 500 kV 出线(沧东 1 线)接成完整的第一串, #3 机组进线接入 500 kV 的 2 母侧与一条 500 kV 出线(沧东 2 线)接成完整的第二串, #4 机组进线

接入 500 kV 的 1 母侧与高压电抗器接成完整的第三串, 机组进线与两条出线接入二分之三串时均不设隔离刀闸。如图 1 所示。

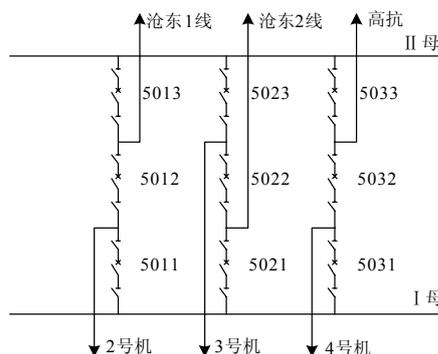


图 1 升压站 3/2 主接线图

Fig.1 Transmission line with breaker-and-a-half configuration in the booster stations

1.2 事故过程

2008 年 6 月 14 日, 升压站 1 母线及 5011、5021、

5031 开关处于检修状态, 进行 5021 开关 1 母侧刀闸的缺陷处理和 5011 开关 1 母侧刀闸 A 相的更换工作。缺陷处理和更换开关最后工序为刀闸耐压试验。耐压试验前需要短封相应开关进入两套线路保护的电流互感器二次接线, 以防耐压不合格时, 试验击穿电流流过电流互感器, 对线路保护造成影响。11 时 16 分, 当试验人员短封 5021 开关电流互感器 A 相与中性点 N 时, 5021 和 5022 开关所带线路保护装置 PSL-603GA 的零序加速段保护动作, 5022 开关跳闸。

2 跳闸原因分析

2.1 线路零序保护定值

线路零序保护分为 I 段、II 段、III 段、IV 段和零序加速段, 其保护定值见表 1。

表 1 线路保护定值

Tab.1 Fixed value of the line protection

项目名称	定值/A	时间/s
零序电流启动定值	0.12	-
零序电抗补偿系数	0.79	-
零序电阻补偿系数	2.14	-
零序保护 I 段	停用	-
零序保护 II 段	停用	-
零序保护 III 段	停用	-
零序保护 IV 段	0.12	7
零序加速段	0.14	0.1
PT 断线零序电流	0.5	5

2.2 事故原因分析

事故发生前, 5022 开关处于合闸位置, 5021 开关处于分闸位置, 有功功率经 5022 开关向外传送。此时, 5022 开关侧的电流互感器二次侧电流为 1 A, 5021 开关侧的电流互感器二次侧电流为 0。

由于开关侧电流互感器的电阻远远大于 PSL-603GA 保护装置线圈的电阻, 此时保护装置测得的电流为 1 A, 三相电流平衡, 零序电流为 0。

当用短线短封电流互感器二次侧 a 和 a' 时(见图 2 所示), 由于短线电阻和保护装置线圈电阻相当, 短线将产生分流, 引起保护测得的 A 相电流减小。

经测量, 短线电阻

$$R_1 = 0.44 \Omega \quad (1)$$

保护装置线圈电阻

$$R_2 = 0.71 \Omega \quad (2)$$

流入保护装置的电流为:

$$I_a = \frac{R_1}{R_1 + R_2} = 0.383 \text{ A} \quad (3)$$

此时, 零序电流为:

$$3I_0 = \dot{I}_a + \dot{I}_b + \dot{I}_c = 0.617 \text{ A} \quad (4)$$

零序电流值 $3I_0$ 大于线路零序保护 IV 段定值, 保护动作, 5022 开关跳闸。

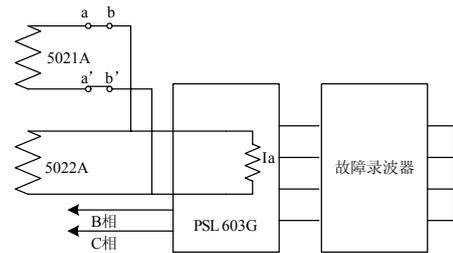


图 2 线路保护装置的 CT 接线

Fig.2 Connection of the current transformer in the line protection equipment

3 事故避免措施

经上述分析可知, 本次事故的原因是短接 A 相电流互感器二次侧端子, 引起线路保护装置测到不平衡电流, 造成保护装置误动作。本事故的发生体现了现场工作人员技术防范措施不到位。

正确的做法应该是:

- 1) 短封 5022 开关侧电流互感器二次侧 a 和 a' 之前, 临时将零序保护退出;
- 2) 首先断开 a-b 之间和 a' -b' 之间的连片, 然后短接 a 和 a' ;
- 3) 按照第二步依次短接 B、C 相电流互感器二次侧;
- 3) 测量进入保护装置电流的幅值和相位正确后, 投入零序保护。

该技术措施从两个方面防范了事故的发生。首先, 临时退出零序保护防止了保护装置的误动作; 其次, 由于开关侧电流互感器的电阻远远大于 PSL-603GA 保护装置线圈的电阻, 在 a-b 之间和 a' -b' 之间的电流可以忽略不计, 划开 a-b 之间和 a' -b' 之间的连片不影响保护装置的采样。

4 结论

3/2 主接线方式中一条线路的电流测量要由两个开关侧的电流互感器进行采集。当一个开关运行, 另一个开关检修, 短封检修开关侧电流互感器二次

(下转第 140 页 continued on page 140)

判本侧或高压侧电流是一致的，但对于三卷变，过负荷电流取自本侧的话，不能正确判断主变过负荷。

2 PSP642 备自投实现过负荷联切方法

2.1 联切电流的选取

PSP642 备自投带母联保护功能，而且带操作回路，公司一般订购专门的母联保护，不使用备自投的母联保护功能。所以可以使用原母联保护的电流通路，接入主变高压侧电流，用于过负荷联切的电流判据。

2.2 联切方式

四种备自投方式均应启动联切功能，若某方式备自投投入过负荷减载功能，则在该方式备自投动作合上备用断路器后，自动将过负荷减载功能投入。

考虑两个备用电源不同容量，装置分别对应设置两个电流门槛两套延时定值。

电流未超过相应门槛，则时间到后，或备用断路器在该时间内因某种原因再次跳开，本次动作过程的过负荷减载均自行退出。

备自投合备用断路器命令发出 5 s 后，该断路器未能合闸，则本次动作过程的过负荷减载自行退出。

2.3 联切出口

PSP642 共有 9 个出口 CKJ，2 条进线和母联共

用了 5 个出口 (CKJ2 合 3DL, CKJ5 跳 1DL, CKJ6 合 1DL, CKJ7 跳 2DL, CKJ8 合 2DL), CKJ9 为备自投动作信号。

还剩 3 个出口未用，故最多可以实现三轮联切功能。由于 CKJ1、CKJ2 公用公共端，CKJ3、CKJ4 公用公共端。

如果使用两轮出口，可以使用 CKJ3、CKJ4；如果使用三轮出口，需要在印制板上将 CKJ1、CKJ2 公共端切开，由于标准程序中 CKJ1 为保护跳闸，使用该方案时程序也特殊。如果使用常规硬件，则只能实现两轮联切。两轮过负荷联切，厂家需要修改逻辑；三轮过负荷联切，厂家需要修改硬件、程序及逻辑。

3 结语

通过以上分析，备自投过负荷联切功能需要判主变高压侧电流，且四种方式下都要分轮次进行联切。

收稿日期：2009-03-11

作者简介：

范寿忠 (1982-)，男，工程师，从事继电保护工作。

E-mail: Xiaohuge_2@126.com

(上接第 136 页 continued from page 136)
回路时，应先断开电流互感器二次回路的连片，再在电流互感器侧进行短接，否则将会引起开关误跳。

参考文献

[1] 孟凡超, 高志强, 杨书东. 交流串入直流回路引起开关跳闸的原因分析[J]. 继电器, 2007, 35(14): 77-78.
MENG Fan-chao, GAO Zhi-qiang, YANG Shu-dong. Analysis of the Tripping of the Circuit Breaker by the AC in the DC[J]. Relay, 2007, 35(14): 77-78.

[2] 王梅义. 高压电网继电保护技术[M]. 北京: 电力工业出版社, 1980.
WANG Mei-yi. The Relay Protection Technology of the Grid System[M]. Beijing: China Electric Power Press, 1980.

收稿日期：2009-03-16； 修回日期：2009-07-27

作者简介：

孟凡超 (1978-)，男，工程师，硕士研究生，现从事继电保护试验工作。E-mail:mengfc1998@163.com