

## 一起 220 kV GIS 设备内部故障引起的保护动作分析

薛峰,潘琪,潘晓明,谢夏寅,王坚嵘  
(苏州供电公司,江苏苏州 215004)

**摘要:**六氟化硫封闭式组合电器(GIS)设备在电力系统中得到广泛运用。但是由于 GIS 在电流互感器(TA)布置方面的特殊性,及 GIS 设备故障的隐蔽性,往往给事故分析带来一定的难度,因此提高 GIS 设备故障的二次分析能力,对于快速判断故障点,保障系统安全运行有重要意义。文中通过一起 220 kV GIS 设备内部故障引起的保护动作实例,结合故障录波分析了保护动作的全过程,提出了对于 GIS 设备内部故障的二次分析方法。

**关键词:**GIS 设备;线路故障;保护动作;断口击穿

**中图分类号:**TM77

**文献标志码:**B

**文章编号:**1009-0665(2011)04-0018-03

## 1 事故简述

某 220 kV 站系统接线如图 1 所示。220 kV 母线并列运行,220 kV 甲线由对侧变电站空充线路,本侧开关热备用。其他 220 kV 线路合环运行,1 号、2 号主变运行。

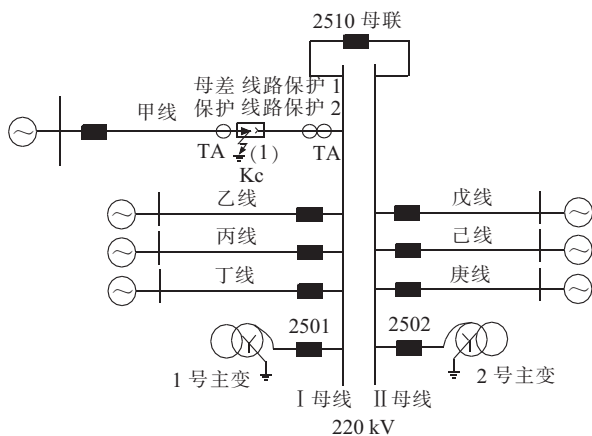


图 1 某 220 kV 变电站接线

某年某月某日 14:15:41,该站 220 kV I 母线母差动保护动作,保护装置录波显示 C 相接地故障,C 相差流二次有效值约 61.4 A,折合一次值 49.1 kA。与此同时甲线两侧线路保护动作出口跳闸,由于重合闸在停用状态,均三跳。事故后检查 I 母线所有开关均在分闸位置。

220 kV 线路保护配置,甲线为 PCS931GM+PSL603U 双套光纤差动保护,其余 220 kV 线路均为 RCS931A+PSL603G 双套光纤差动保护,220 kV 母差保护配置为 SGB750。

## 2 事故原因分析

### 2.1 甲线线路保护具体动作情况

(1) 甲线对侧:PCS-931GM 保护 C 相纵联差

动保护动作,C 相接地故障,测距 5.2 km;PSL-603U 保护 C 相纵联差动保护动作,C 相接地故障,测距 5.77 km。故障电流持续时间约 50 ms(甲线实际总长度 5.61 km)。

(2) 甲线本侧:PCS-931GM,5 ms 纵联差动保护动作;17 ms 距离加速动作;25 ms 接地距离 I 段动作,故障相别 C 相,测距 0 km。12 ms 纵联差动保护动作;31 ms 接地距离 I 段动作;76 ms 距离手合加速出口。故障相别 C 相,测距 0 km。故障电流持续时间约 75 ms。

其余 220 kV 线路只有启动信号和远方跳闸出口。由于本侧母差保护动作,通过各线路保护屏操作箱中的 TJR 继电器向 I 母线所有分相电流差动通道发远跳令,因此对侧 PSL603 保护收到本侧的远跳命令后通过 TJR 执行永跳出口并闭锁重合闸,同时对侧 TJR 继电器再向本侧发远跳令,所以本侧其他线路保护收到对侧远跳命令出口均为正常,但实际开关均应由母差保护动作出口跳开。

### 2.2 动作分析

本侧甲线开关在热备用状态,出现故障电流并导致母差保护动作。本侧 220 kV 系统为六氟化硫封闭式组合电器(GIS)设备,线路间隔各电流互感器(TA)的布置如图 1 所示,母差保护 TA 在开关断口的线路侧,线路保护 TA 在开关断口的母线侧,这样的 TA 布置是符合继电保护反事故措施要求的<sup>[1]</sup>。

本侧甲线 PSL603U 线路保护故障录波如图 2 所示,从图 2 中看到对侧的 C 相故障电流比本侧 C 相故障电流先出现约 10 ms,且 10 ms 后故障电流波形与本侧故障相电流波形基本同相,属于区内故障特征。母线差动保护故障录波如图 3 所示,从图 3 中可看到甲线的电流先于其他支路电流出现 10 ms 左右,且 10 ms 之后与 I 母线其他支路电流同相,这属于区内故障特征(本侧甲线开关最近的带负荷记

录是某年某月某日,负荷 85 MW。当时线路保护、母差保护运行情况正常,可排除母线保护 TA 及线路保护 TA 极性错误的可能)。

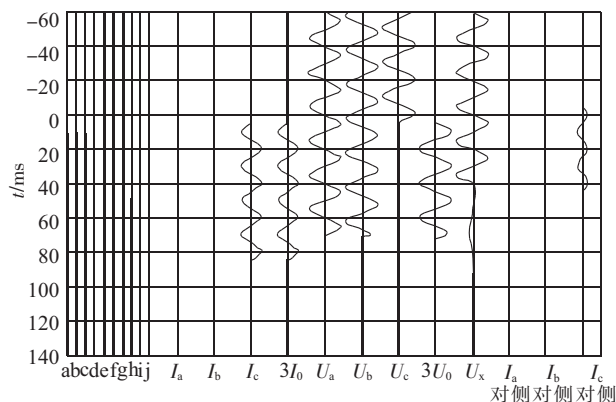


图 2 本侧甲线 PSL603U 线路保护装置录波图

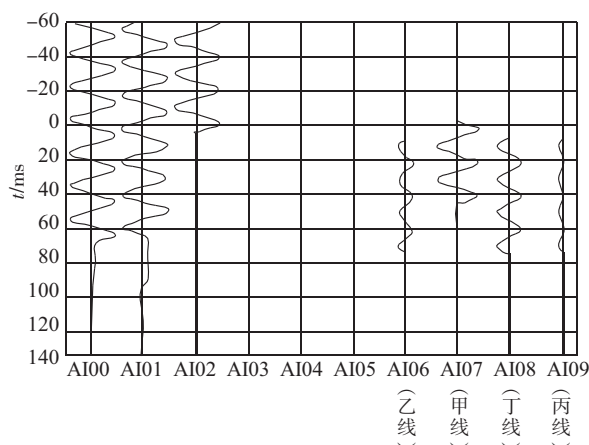


图 3 SGB-750 母差保护装置录波图

图 2 中,开关量通道:a 为 A 跳出口,b 为 B 跳出口,c 为 C 跳出口,d 为重合闸出口,e 为 A 相跳闸位置,f 为 B 相跳闸位置,g 为 C 相跳闸位置,h 为远跳开入,i 为远传开入 A,j 为远传开入 B; 模拟量通道: $I_a=160.00$  A/格, $I_b=160.00$  A/格, $I_c=160.00$  A/格, $3I_0=160.00$  A/格, $U_a=100.00$  A/格, $U_b=100.00$  A/格, $U_c=100.00$  A/格, $3U_0=100.00$  A/格, $U_x=170.00$  A/格, $I_a$  对侧=160.00 A/格, $I_b$  对侧=160.00 A/格, $I_c$  对侧=160.00 A/格。

图 3 中, $AI00:U_a=91.00$  V/格; $AI01:U_b=91.00$  V/格; $AI02:U_c=91.00$  V/格; $AI06:I_c=56.00$  A/格; $AI07:I_c=56.00$  A/格; $AI08:I_c=56.00$  A/格; $AI09:I_c=56.00$  A/格。

通过比较其他 220 kV 线路保护录波和母差保护录波可发现在故障零时刻的起波方向相反,可知母差保护 TA 与线路保护 TA 是反极性输出的,而母差保护中甲线电流录波与其他 220 kV 线路电流录波相位一致,说明母线发生区内故障,母差保护动作行为正确。

甲线本侧开关在热备用状态,而热备用的开关

出现故障电流且能使线路保护的相电流差动保护动作应该有 3 种可能,一是线路 C 相有故障而开关断口击穿;二是故障点落在开关断口与线路保护 TA 之间时;三是开关 C 相断口击穿同时又对 GIS 筒体放电造成接地故障。

(1) 若故障点在线路上而开关只是断口击穿,那么线路分相电流差动保护动作是正确的,而母差保护不应动作。且母差保护录波图中甲线支路的电流应与其他支路电流反向,这与实际情况不符,故这种可能性可排除。

(2) 若 C 相接地点落在开关断口与线路保护 TA 之间时,此时线路分相电流差动保护动作是正确的。母差保护此时也会动作,但是母差保护录波中甲线支路不应有故障电流,这与实际不符,故这种可能性被排除。

(3) 若开关 C 相断口击穿又对筒体放电接地,则此时线路分相电流差动保护动作是正确的。母差保护动作此时也是正确的,且母差保护录波图中甲线支路应有故障电流,且与其他支路应是同相的,这与实际是相符的。因此可推断甲线 GIS 的 C 相开关筒体内发生了断口击穿又接地的故障。

通过对甲线保护录波图及母差故障录波图的进一步分析,由甲线线路 PSL603 保护故障录波图反应,对侧的故障相电流比本侧故障相电流先出现 10 ms 左右,可以说明前 10 ms 断口未击穿但存在接地故障。又从母差保护故障录波图上甲线的电流先于其他支路电流出现 10 ms 左右,可以得出在甲线 C 相开关筒体内首先发生的是母差 TA 与断口之间对筒体击穿的接地故障(如图 1 中 Kc 点),约 10 ms 后再转变成接地又断口击穿的故障。最后致使热备用的甲线路保护与 220 kV I 母母差保护同时动作。

事后通过对 GIS 筒体的解体检查,证明了录波分析的正确性,故障原因为线路遭受雷击,造成筒体内气体绝缘击穿所致,对地的放电点在侧 TA 与断路器断口之间。一次设备解体后内部放电痕迹如图 4、图 5 所示。

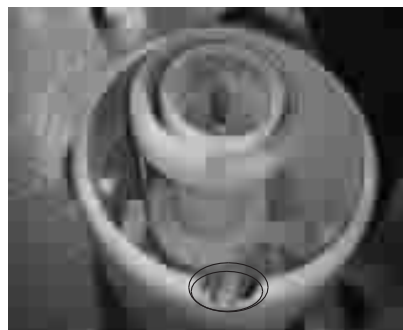


图 4 断路器静触头屏蔽罩上(靠线路侧)电弧烧化缺口(圈内部位)

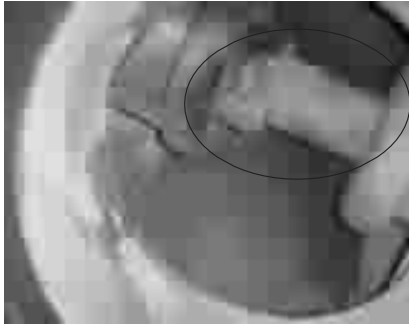


图 5 动触头和静触头上均有电弧灼烧痕迹(圈内部位)

### 3 结束语

随着 GIS 设备在电力系统中广泛运用,其优势也越来越明显<sup>[2,3]</sup>。但是 GIS 在 TA 布置方面有其特殊性,同时又由于 GIS 设备故障的隐蔽性,往往给事故分析带来了一定的难度,因此正确地利用二次系统信息,提高 GIS 设备内部故障时的分析能力,对于快速判断故障点,保障系统安全运行有着重要

的意义。

#### 参考文献:

- [1] 国家电网公司. 国家电网公司十八项电网重大反事故措施(试行)[M]. 北京:中国电力出版社,2005.
- [2] 国家电力调度通信中心. 电力系统继电保护实用技术问答(第2版)[M]. 北京:中国电力出版社,2000.
- [3] 江苏省电力公司. 继电保护原理与实用技术[M].北京:中国电力出版社,2006.

#### 作者简介:

- 薛 峰(1972-),男,江苏苏州人,高级工程师,从事电力系统继电保护运行管理工作;
- 潘 琪(1976-),男,江苏苏州人,工程师,从事电力系统继电保护运行管理工作;
- 潘晓明(1977-),男,江苏苏州人,高级技师,从事电力系统继电保护检修管理工作;
- 谢夏寅(1974-),女,江苏苏州人,高级技师,从事电力系统继电保护运行管理工作;
- 王坚嵘(1972-),男,江苏苏州人,工程师,从事电力系统变电运行工作。

## Analysis of Relay Action Caused by an Internal Fault in 220 kV GIS Equipment

XUE Feng, PAN Qi, PAN Xiao-ming, XIE Xia-yin, WANG Jian-rong

(Suzhou Power Supply Company, Suzhou 215004, China)

**Abstract:** Sulphur hexafluoride gas insulated switchgear (GIS) equipment is used widely in power system. However, due to the special set of current transformer (TA) and the imperceptibility of fault in GIS, it is more difficult in the GIS fault analysis. Thus, improving the failure analysis of GIS is very important for fast fault spot judging and the security of system operation. In the paper, through studying relay action caused a case of fault in 220 kV GIS equipment, the whole protection process was analyzed combined with the fault recording. And the secondary analysis method for GIS internal fault was put forward, which could be used for reference.

**Key words:** GIS; line fault; relay action; breakdown

(上接第 17 页)

#### 参考文献:

- [1] 国家电力调度通信中心. 电力系统继电保护实用技术问答(第2版)[M]. 北京:中国电力出版社,2000.
- [2] 江苏省电力公司. 电力系统继电保护原理与实用技术[M]. 北京:中国电力出版社,2006.

#### 作者简介:

- 丁国华(1972-),男,江苏海安人,工程师,从事电力系统继电保护专业技术工作。

## Analysis and Treatment of A Case of Fault in Carrier Channel

DING Guo-hua

(Zhenjiang Electric Power Supply Company, Zhenjiang 212001, China)

**Abstract:** The carrier channel is an important component of high frequency protection, and whether it is normal related to the protection action correct or not. In the paper, a case of fault in carrier channel was studied. The composition of the carrier channel and the fault phenomenon were analyzed to judge the fault spot in the carrier channel correctly. The paper can provide important basis for the rapid fault treatment and references for the high frequency channel fault treatment.

**Key words:** carrier channel; fault analysis; fault spot judging