

# 罐式断路器瓷套沿面闪络对保护动作的影响

李少谦<sup>1</sup>, 胡永利<sup>1</sup>, 毛俊明<sup>1</sup>, 谢百煌<sup>2</sup>

(1. 咸阳供电局调度所, 陕西 咸阳 712000; 2. 陕西省电力公司调度中心, 陕西 西安 710048)

**摘要:** 运行发现 LW13-363 型 SF6 罐式断路器在断路器瓷套表面发生闪络接地短路时, 除了对电网一次系统造成冲击外, 还会导致看似保护动作区外的继电保护装置误动作跳闸, 直接扩大事故范围。通过调取误动保护装置的录波图和采样值进行分析, 发现误动的保护装置其故障采样值确实在保护正方向动作范围内并非是装置原因。结合断路器放电位置和内部结构进一步分析研究, 确认造成保护装置误动的原因是由于这种断路器自身结构所致。分析的结果使我们可以采取相对应的防范措施和对这种断路器结构进行改进, 避免发生类似的问题。

**关键词:** 罐式断路器; 瓷套沿面闪络; 保护误动作; 原因; 断路器结构

## Effect of tank circuit breaker porcelain surface flashover on protection

LI Shao-qian<sup>1</sup>, HU Yong-li<sup>1</sup>, MAO Jun-ming<sup>1</sup>, XIE Bai-huang<sup>2</sup>

(1. Dispatching Station, Xianyang Power Supply Bureau, Xianyang 712000, China; 2. Dispatching Center, Shaanxi Electric Power Corporation, Xi'an 710048, China)

**Abstract:** It is found that when the breaker bush of LW13-363 SF6 tank circuit breaker surface flashover ground short, it would cause impact for the primary system of power system, in addition, this would cause the malfunction of relay protection device outside of the protection function area, and expand the scope of incident. Through analyzing the filter wave figures and sampling value of the malfunction protection device, we find that the malfunction sampling value of protection device is in the right scope of protection function, it is not the fault of device. Combined analysis of the circuit breaker discharge position and internal structure, we find that the reason that caused the malfunction of protection device is the breaker structure. The result shows that we could take corresponding preventive measures and improve the structure of breaker to avoid these incidents.

**Key words:** tank circuit breaker; bush flashover; protection malfunction; reason; breaker structure

中图分类号: TM77 文献标识码: B 文章编号: 1674-3415(2009)24-0161-03

## 0 引言

断路器是电网重要的一次设备, 西安高压开关厂生产的 LW13-363 型 SF6 罐式断路器具有占地面积小的特点, 在陕西 330 kV 电网有着较为广泛的应用。随着 RTV 涂料和防污闪裙的应用, 提高了这类断路器抗污闪能力。但是通过运行发现在断路器瓷套沿面发生闪络接地短路时, 除了对电网一次系统造成冲击, 还会影响二次继电保护装置的正确动作。本文通过对咸阳电网 330 kV 沔河变电站 LW13-363 型 SF6 罐式断路器瓷套沿面发生闪络接地短路时保护动作行为的分析, 来认识其相关结构特点对保护装置的影响, 使我们进一步采取相应的防范措施, 避免事故的扩大。

## 1 故障经过和保护装置动作情况

故障经过: 咸阳电网 330 kV 沔河变电站 330 kV

电气主接线和运行方式如图 1 所示。5 条 330 kV 线路, 12 台 330 kV 断路器以及 #1B、#2B 两台变压器 (单台容量 240 MVA) 均运行, 所有 330 kV 断路器自带的 CT 变比均为 1200/1 A。2008 年 2 月 24 日

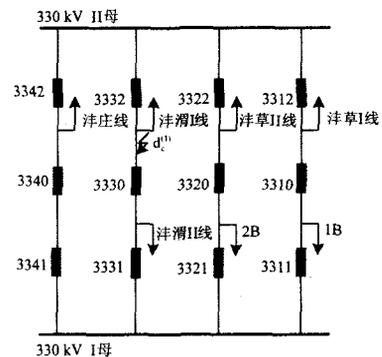


图 1 电气主接线图和运行方式

Fig.1 Electrical main wiring diagram and the operation mode

15:16 左右, 3330 的 C 相断路器靠近 330 kV 沔渭 I 线侧瓷套沿面发生闪络造成瞬时接地短路, 结果 330 kV 沔渭 I 线两套保护和 330 kV 沔渭 II 线两套保护均动作, 3331 断路器和 3332 断路器 C 相跳闸并重合成功, 3330 断路器三相跳闸。

### 1.1 330 kV 沔渭 I 线两套保护动作情况

CSL101A 保护: CPU1 7 msGPQD; 18 ms GPJLTX; 33 msGPJLCK; CPU2 22 ms1ZKJCK CJZK ( $X = -0.03$   $R = 0.03$   $CJ = 0.25$  CN)

LFP-901A 保护: CPU1 8 ms DZ (突变量距离元件动作) D++ (高频突变量方向元件动作) O++ (高频零序方向元件动作) TripPhase C; CPU2 20 ms Z1 TripPhase C  $I_0 = 17.60$  A

### 1.2 330 kV 沔渭 II 线两套保护动作情况

WXB-11A 保护: CPU1 18 msGP  $I_0$ TX  $I_0 = 16.13$  A CN; CPU2 22 ms1ZKJCK 5413 ms CJ  $X = 0.04$   $R = 0.00$  CN  $D = 0.33$  km;

PSL601A 保护: CPU1 00 ms 纵联保护启动; 22 ms 纵联保护 C 跳出口; 5 892 ms 纵联保护整组复归; CPU2 00 ms 距离零序保护启动; 17 ms 接地距离 I 段动作; 18 ms 保护 C 跳出口; 35 ms 故障类型和测距 C 相接地 0.23 km  $0.020 + j0.029$  故障相电流 = 18.487 A; 5 796 ms 距离零序保护复归。

### 1.3 330 kV 断路器保护动作情况

沔渭变电站 330 kV 断路器保护中重合闸均投单重方式, 母线侧断路器重合闸时限为 600 ms, 中间断路器重合闸时限为 1200 ms。

3331 断路器 PSL631 保护: 28 ms 失灵重跳 C 相; 80 ms 重合闸启动; 677 ms 重合闸出口; 679 ms 重合闸复归; 5 795 ms 重合闸电流复归; 15 827 ms 断路器保护复归;

3331 断路器 FCX-22HP 操作箱: “跳 C<sub>1</sub>”、“跳 C<sub>2</sub>”灯亮;

3330 断路器 CSI121A 保护: “保护动作”、“重合闸充电”灯亮;

3330 断路器 FCX-22C 操作箱: “跳 A<sub>1</sub>”、“跳 B<sub>1</sub>”、“跳 C<sub>1</sub>”、“跳 A<sub>2</sub>”、“跳 B<sub>2</sub>”、“跳 C<sub>2</sub>”灯亮;

3332 断路器 CSI121A 保护: “保护动作”、“重合闸动作”灯亮;

3332 断路器 FCX-22C 操作箱: “跳 C<sub>1</sub>”、“跳 C<sub>2</sub>”灯亮。

## 2 沔渭 I 线和沔渭 II 线保护动作分析

图 2 是 330 kV 沔渭 I 线和 330 kV 沔渭 II 线相关保护的 CT 连接示意图, 从中可以看出当 3330 的

C 相断路器靠近沔渭 I 线侧发生沿面闪络瞬时接地短路时 (故障点位置如图 2 中所示), 此时流向故障点的电流为沔渭 I 线的  $I_1$ 、沔渭 II 线的  $I_2$ 、330 kV I 母的  $I_3$ 、330 kV II 母的  $I_4$  这 4 个故障电流。

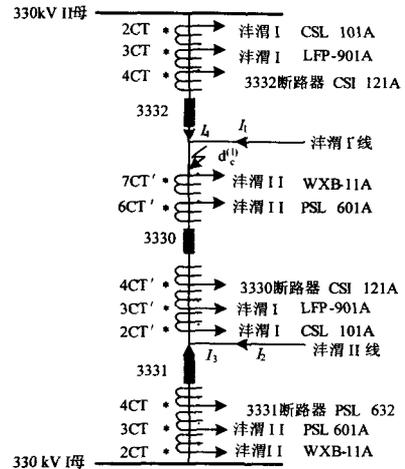


图 2 保护 CT 连接示意图

Fig.2 Protection CT connection diagram

### 2.1 沔渭 I 线保护动作分析

沔渭 I 线的 CSL101A 保护和 LFP-901A 保护分别采集的是 3332 断路器 2CT 和 3330 断路器 2CT' 的合电流以及 3332 断路器 3CT 和 3330 断路器 3CT' 的合电流, 均为  $I_2 + I_3 + I_4$ , 显然故障点在沔渭 I 线两套保护的正常保护范围内, 所以两套保护动作发出 C 跳命令是正确的, 且 3332 断路器 CSI121A 保护的重合闸动作使 3332 的 C 相断路器重合成功。

### 2.2 沔渭 II 线保护动作分析

沔渭 II 线的 WXB-11A 保护和 PSL601A 保护分别采集的是 3331 断路器 2CT 和 3330 断路器 7CT' 的合电流以及 3331 断路器 3CT 和 3330 断路器 6CT' 的合电流。从图 2 中可以看出理论上这两套保护所采集的合电流均为  $I_3 - (I_2 + I_3) = -I_2$ , 即合电流与沔渭 II 线的线路 PT 不构成正向动作区, 也就是沔渭 II 线的两套保护应判故障点在其保护范围之外, 不应动作。但是通过对沔渭 II 线的 WXB-11A 保护的故障电压、电流采样值和 PSL601A 保护的电压、电流录波图均发现两套保护的自产  $3I_0$  均超前自产  $3U_0$  约  $110^\circ$ , 说明两套保护采集的故障电流与沔渭 II 线的线路 PT 电压实际形成了正方向动作区, 所以两套保护并不是误动。那么沔渭 II 线的保护为什么会判断成正方向故障呢? 下面要从 LW13-363 型 SF6 罐式断路器 CT 结构上进行分析。

### 3 LW13-363 型 SF6 罐式断路器 CT 结构对沱渭 II 线保护电流采样上的影响分析

如图 3 所示, 当 3330 的 C 相断路器瓷套沿面发生闪络造成接地短路时,  $I_2+I_3$  电流从导电杆向上穿过 CT 的磁钢套→经防雨帽上的线夹→沿着套管沿面向下→经法兰→流过 CT 磁钢套→通过开关本体外壳→流入地, 这样  $I_2+I_3$  在 CT 磁钢的合成磁势几乎可以抵消, 所以 6CT' 和 7CT' 的二次侧几乎不产生感应电流。而  $I_1+I_4$  电流在流过 CT 的磁钢套时会在 6CT' 和 7CT' 的二次侧产生正向故障电流, 另外  $I_3$  电流流过 3331 断路器的 2CT 和 3CT 也在二次产生正向故障电流。这样沱渭 II 线的两套保护所反映的故障电流为  $I_1+I_3+I_4$  合成的电流与沱渭 II 线的线路 PT 电压构成正方向动作区, 造成沱渭 II 线的两套保护动作出口。

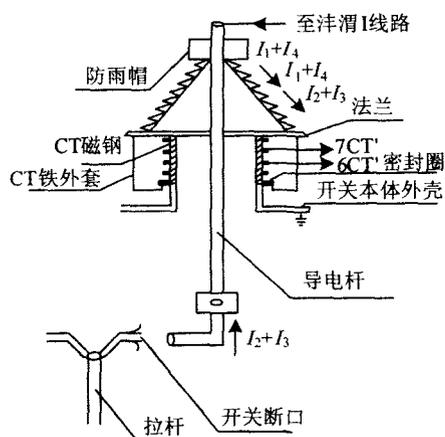


图 3 3330 C 相断路器靠近沱渭 I 线路侧 CT 结构示意图

Fig.3 The CT structure diagram of 3330 phase C circuit breaker near Fengwei I line side

### 4 其他保护动作分析

由于 330 kV 沱渭 I 线和 330 kV 沱渭 II 线的保护均动作, 使得 3330 断路器 PSL632 保护判断为线-线相继故障, 所以 PSL632 重合闸放电并沟通三跳使 3330 断路器不再重合。330 kV 沱渭 II 线的 WXB-11A 高频保护未动作经查原因为对侧高频收发信机未停信。

### 5 总结

在沱渭变电站 3330 的 C 相断路器瓷套沿面发生闪络接地短路时, 通过对保护动作情况的分析可以看出, 虽然从表面上看故障点在 330 kV 沱渭 II 线保护的正向保护动作区外, 但是由于这种罐式断路器 CT 结构的特点导致了沱渭 II 线两套保护都采集到了正方向故障电流, 使沱渭 II 线两套保护动作出口。进一步分析可以得出:

如果将沱渭 II 线间隔换成变压器间隔, 那么变压器两套差动保护动作跳开变压器各侧开关, 可能会造成运行的变压器过载甚至过载严重使得变压器负荷控制装置动作切除部分负荷, 从而对变压器安全运行构成威胁或导致甩负荷扩大电网事故。

如果在母线侧断路器远离母线的那侧瓷套沿面发生闪络接地短路, 将会造成 330 kV 两套母线保护动作切除整个母线, 扩大了事故范围。

因此为了防止扩大事故范围确保电网的安全运行, 对这种罐式断路器要采取相应的防范措施。一是对罐式断路器采用带大小裙的瓷套以增加爬距, 同时可对瓷套喷涂 RTV 涂料, 这样有助于增加罐式断路器瓷套抗污闪的能力, 避免出现瓷套闪络。二是要定期对没有喷涂 RTV 涂料的罐式断路器瓷套进行清扫。三是对重要的变电站为防止发生类似的问题最好采用 GIS 结构或选用断路器和电流互感器分离的这种电气布置方式。四是罐式断路器制造商需要对这种罐式断路器 CT 结构进行必要的改造, 从根本上解决这个问题。

收稿日期: 2008-12-17 修回日期: 2009-01-04

作者简介:

李少谦 (1963-), 男, 工程师, 大专, 从事电网电力系统继电保护技术监督和运行管理; E-mail: xylsq5402@126.com

胡永利 (1955-), 男, 高级工程师, 大专, 从事电网技术监督和调度运行管理;

毛俊明 (1964-), 男, 工程师, 大专, 从事电网电力系统继电保护技术监督和运行管理。