

# 一起阻波器闪络故障产生的原因分析及防范

李张秀，江峰，张建波

(雅砻江流域水电开发有限公司二滩水力发电厂,四川攀枝花 617100)

**摘要:**恶劣天气常常给电力系统的安全运行造成危害,引起开关跳闸、设备烧损等。针对二滩水电站发生的一起因异常天气引起的500 kV出线场阻波器闪络故障、进而造成GIS开关触头局部烧损加剧的现象进行了相关分析,提出了有效的防范措施,对同类型电站设备的运行维护提供了借鉴。

**关键词:**阻波器;闪络;原因;处理;防范;二滩水电站

中图分类号:TV7;TV738;TV734

文献标识码: B

文章编号:1001-2184(2017)01-0110-03

二滩水电站共安装6台单机容量为55万kW的水轮发电机组,首台机组于1998年8月并网发电,1999年12月6台机组全部投产发电。二滩水电站共有五回500 kV出线,分别是二普一线、二榄二线、二榄一线、二石一线和二石二线,其中前三回主送川渝两地,另两回就近接入攀西地区。

二滩水电站五回出线均设计安装了阻波器,用于线路载波通信及高频保护。其中,二普一线、二榄一线、二榄二线安装了由ABB公司生产的DLTC 2500/2型阻波器,二石一线和二石二线安装了由北京电力设备厂生产的XZF-2500-2.0/50-B和XZF-3150-1.0/63-B5型阻波器。

## 1 故障发生情况

2012年3月27日17:45:20,二榄二线故障跳闸,重合闸动作不成功,5032、5033开关跳闸。保护装置显示二榄二线发生B相永久接地故障。现场检查情况为:

二榄二线1号902保护屏:工频变化量阻抗、距离I段动作,选相B相,测距为2.2 km;二榄二线2号602保护屏:距离零序、纵联保护动作,选相B相,测距为2.18 km,装置显示初次故障相电流为13.124 kA,再次故障相电流为17.81 kA;GIS #1故障录波装置:选相B相,测距为2.311 km;#1、#2安控装置:装置启动,二榄二线单永接地,越策略表定值下限。

检修人员对二榄二线出线场设备进行检查时发现二榄二线B相阻波器外表面有熏黑现象(图1),A、C相阻波器和二榄二线出线套管、CVT、避

雷器外观均无异常,避雷器放电计数器未动作。

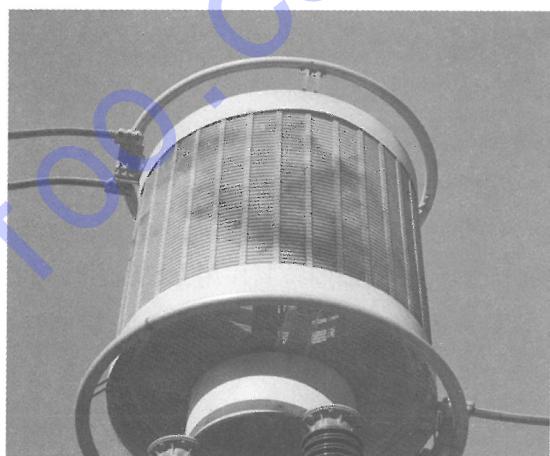


图1 阻波器表面熏黑

20:56,二榄二线由线路侧充电,现场检查二榄二线出线场设备运行无异音、无闪络放电现象,使用红外测温仪对二榄二线出线设备进行红外测温未发现过热点,红外测温数据见表1。22:46,二榄二线合环运行,阻波器运行正常。

表1 二榄二线出线场红外测温数据

(合环运行前)表

相别	出线套管 /℃	阻波器 /℃	CVT /℃	避雷器 /℃
A	22.8	24.3	24.6	24.9
B	22.9	24.4	24.4	24.7
C	22.9	24.6	24.5	24.6

28日上午,检修人员再次对二榄二线出线设备进行红外测温,同时安排人员对二榄二线出线线路进行巡视检查,均未发现异常。红外测温数据见表2。

## 2 原因分析

收稿日期:2016-06-18

表2 二榄二线出线场红外测温数据  
(合环运行后)表

相别	出线套管 /℃	阻波器 /℃	CVT /℃	避雷器 /℃
A	23.4	28.7	27.1	26.4
B	23.1	28.3	26.7	26.2
C	23.3	28.4	26.5	26.1

查看保护装置故障测距均为2 km左右,与故障录波装置测距误差基本一致。根据工业电视监测画面分析,二榄二线B相接地故障发生地在出线场阻波器处。进一步分析阻波器接地产生的可能原因有3种:

(1)二榄二线阻波器支柱绝缘子积污严重,表面污秽使阻波器对地绝缘降低,阻波器对地闪络放电,引起二榄二线单相接地。

查看检修履历,2011年11月1日检修班组对二榄二线设备(出线套管、阻波器、CVT、避雷器)进行了检查、清扫,阻波器支柱绝缘子积污很少,故排除该可能性。

(2)支柱绝缘子表面污秽虽然很少,但由于系统中发生过电压,在过电压的作用下使绝缘子表面闪络放电,导致阻波器对地闪络。经分析得知,因故障当时并无操作过电压和雷击过电压,故排除此可能性。

(3)恶劣天气导致二榄二线B相阻波器闪络放电。

从当时的工业电视画面看,B相阻波器发出两次强烈的电弧放电火光,当时的天气状况十分恶劣, GIS楼顶狂风席卷并夹杂有很多尘土、树叶等杂物,能见度较低。由于灰尘、树叶等杂物为非绝缘物质,有些尘土可能含有盐、碱、硝等电阻率很低的导电物,当空气中的含尘量达到一定浓度时,尘土颗粒之间极化形成“导电链”,在出线场强电场作用下,极易形成闪络放电。从故障录波数据可以看出,二榄二线发生单相接地故障时的母线电压为:A相270.820 kV、B相77.218 kV、C相299.168 kV,三相电压发生偏移,零序电压 $3U_0$ 为206.046 kV,属于非金属接地。

因此,推断此次故障产生的原因为恶劣天气下二榄二线B相阻波器对地绝缘降低,发生闪络放电,导致二榄二线B相故障跳闸。因闪络放电在几秒钟内发生了两次,故二榄二线B相第一次跳闸重合闸不成功后三相联跳。

### 3 检查与处理

2012年5月10日,随线路停电对二榄二线阻波器进行了专项检查,发现二榄二线B相阻波器电感线圈铝导体有轻微烧熔和熏黑痕迹(图2),遂将烧熔及熏黑部位进行打磨处理,对阻波器内的避雷器进行了预防性试验,并测试阻波器阻塞特性,试验数据均合格。

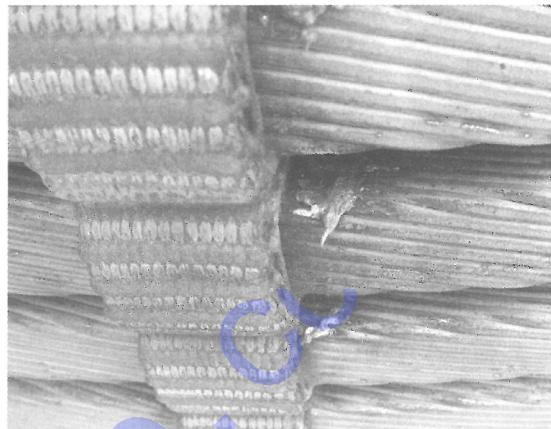


图2 阻波器电感线圈轻微烧熔情况

### 4 所发现的问题

2013年4月,二滩水电站对GIS开关站的5033开关进行了大修,在检查灭弧室内动静触头时发现:

5033开关B相50332侧灭弧断口处喷嘴内壁有开裂现象,5033开关B相50331侧灭弧断口处的动主触头喷嘴支架上有1处烧损(图3),静主触头上有1处烧损,动、静触头上烧损位置在开关分、合时相互对应。



图3 50331侧动主触头喷嘴支架上的烧损情况

5033开关B相50332侧灭弧断口处动主触头上有2处烧损,其中烧损较小点位于动主触头喷嘴支架上,烧损较大点位于动主触头喷嘴支架和动主触头铜导电面上(图4);开关静主触头上

有2处烧损,静主触头屏蔽上有1处烧损(图5),其中静主触头上烧损较大点与静主触头屏蔽上的烧损点位置相同。动、静触头上的烧损位置在轴向方向上相对应。

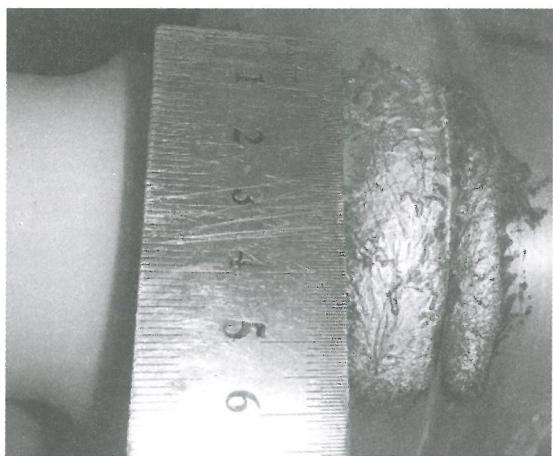


图4 50332侧动主触头上的烧损情况



图5 50332侧静主触头及屏蔽上的烧损情况

同时,亦发现5033开关B相灭弧断口处绝缘支撑杆和罐体内壁上有大量的金属颗粒。

5033开关A、C相动静触头及屏蔽虽然也有一定程度的烧损,但明显比B相轻微,说明阻波器闪络时产生的故障电流引起灭弧室电场发生畸变,在开关开断过程中,动静主触头分开后电流并没有顺利转移在动、静弧触头之间,而是在主触头与静侧屏蔽罩间引弧,从而造成主触头局部烧损。

## 5 防范措施

从后续发现的5033开关触头和屏蔽罩局部烧损现象看,出线场设备如果发生故障, GIS开关开断故障电流将可能造成开关触头烧损、喷嘴老化加剧的后果。因此,为了提高出线设备和GIS开关的运行安全性,采取了下列防范措施:

(1)加强对出线场设备的巡视检查:记录避雷器放电计数器的动作情况和泄漏电流;查看CVT瓷套是否渗油,中间变压器油位是否正常;大负荷期间对电气连接部位和CVT等进行红外测温。通过加强巡视检查,及时发现设备隐患。

(2)定期对出线场设备进行清扫检查,避免设备因污秽积累较多发生闪络。

(3)雷雨季节前,对出线场悬式绝缘子、避雷器、CVT等设备按照预防性试验规程的相关要求进行预防性试验,及时发现设备隐患。

(4)定期对线路下方的树木进行伐青,防止发生线路接地或短路故障。

(5)定期对出线绝缘子进行附盐密度检测,监测出线场设备的污秽情况。

(6)停电状态下,采用超声波技术对运行年限长的出线场支柱绝缘子和瓷套进行探伤检查。

(7)对线路侧的GIS开关开展分解检修,检查线路故障跳闸是否烧损开关的动静触头,对被烧损的动静触头及时进行妥善处理并清理灭弧室内的金属颗粒,避免开关在运行中因触头烧损产生电场畸变或金属颗粒在电场作用下跳跃发生局部放电,严重时发展为击穿事故。

(8)鉴于目前系统载波通信已停用及高频保护改造不再使用阻波器,为防止阻波器闪络、调谐元件故障引起保护装置误动作等事件影响电站和电网的安全运行,考虑将出线阻波器拆除。

## 6 结语

电站的GIS开关和出线场设备是电能输出的重要设备,这些设备一旦出现故障,将影响电网和电站的安全运行。笔者通过对实际案例进行分析,提出了一系列有效的事故防范措施,希望通过这些措施的实施,能够减少同类故障的发生,同时,可为同类型电站设备的运行维护提供借鉴。

## 参考文献:

- [1] DL/T 596 - 1996, 电力设备预防性试验规程[S].
- [2] DL/T 603 - 2006, 气体绝缘金属封闭开关设备运行及维护规程[S].

## 作者简介:

李张秀(1975-),女,四川名山人,高级工程师,从事水电站一次设备检修技术与管理工作;

江 峰(1972-),男,安徽枞阳人,高级工程师,从事水电站机电设备检修及运行管理工作;

张建波(1983-),男,河北邢台人,工程师,从事水电站一次设备检修技术与管理工作.

(责任编辑:李燕辉)