

关于发电机电压互感器熔断器熔断的技术分析

李翠芬

邹平县宏旭热电有限公司

DOI:10.18686/btr.v1i2.1470

[摘要] 针对各30万机组多次出现发电机电压互感器熔断器熔断威胁机组安全运行异常,通过对比各单位发电机出口一次熔断器使用情况,分析异常原因并提出相关措施。

[关键词] 电压互感器; 熔断器; 熔断

随30万机组发电机运行,发电机电压互感器一次熔断器多次熔断,尤其是进入2016年10月,发电机PT熔断器熔断多达4次,J单位熔断3次,占比75%。发电机PT熔断器熔断,可能使发电机过电压、过激磁、失磁、失步、逆功率、程跳逆功率、定子接地等保护误动造成机组非停;诱发励磁调节系统误调节,造成发电机定转子过流、过压,致使发电机各部件温度升高;发电机3PT熔断器熔断容易使发电机匝间保护误动,尤其是在发电机升压过程中,容易导致匝间保护误动。熔断器分为快熔和慢熔两种情况,慢熔一般会发出告警,运行人员退出相关保护,方可进行处理,但在外部异常时,极易导致熔断器快速熔断,2016年10月C单位#2机1PT的C相熔断器熔断时导致励磁通道发生切换;有功功率采样错误,导致CCS系统错误调节机组负荷;因此发电机PT熔断器熔断直接威胁机组的安全运行。

1 发电机电压互感器熔断器熔断的判断方法

发电机有三组出口PT,分别用于测量、保护及励磁回路等。由于发电机本身、电压互感器一、二次回路的故障均能引起电压异常,因此如何准确迅速地判别故障点十分重要。当发电机系统电压出现异常时,运行人员应首先根据发变组各电气参数准确判断出故障点。最直接的方法就是分别检查DCS、发变组保护装置、故障录波器、变送器屏及电度表屏内的电压,并进行比较、分析是否正常。若是单独某一套装置的电压或者一组测量回路异常,则可以初步判断发电机本身没有故障,原因可能在PT设备上。接下来就是判别故障是一次设备还是二次回路引起的,可用万用表测量出现电压偏差的二次回路电压,可选择在PT端子箱二次空开上、下端以及保护屏柜端子排上测量,通过比较最终确认故障原因。若是PT一次回路存在故障,则重点检查熔断器或PT的一、二次插头。若是PT二次回路故障则重点检查二次空开或熔断器是否完好。无论是一次熔断器还是二次回路的问题,都必须把涉及到该回路的相关电气量保护出口压板退出后,再进行二次设备的相应处理。经测量合格,确认缺陷处理好后,方可恢复保护压板。

2 发电机电压互感器熔断器频繁熔断原因分析

通过打开熔断后的熔断器,发现熔芯周围的石英砂均未见电弧烧蚀痕迹,且熔芯在打开后基本上仍保持完整,因此

可以判断并不是大电流熔化,而是由于长期小电流热积累作用的结果。另外,电压互感器选型或其它回路故障也可能导致其熔断,一是发电机电压互感器熔断器熔断的原因有熔断器与电压互感器不匹配,正常负荷电流大于熔断器额定电流导致熔断器熔断;二是电压互感器一次、二次回路故障导致通过熔断器的电流增大,熔断器熔断起到保护作用;三是熔断器接触不良,熔断器发热而熔断,四是熔断器产品质量差,熔丝使用寿命短导致熔断。

从PT的参数可以理论计算出一次侧额定电流的数值,由 $S=V \cdot I$ 得出PT满载时的电流为0.0045A,而实际运行中PT的负载一般不会达到满负荷,也就是说实际运行电流比0.0045A还要小。RN4熔丝的内阻为127Ω左右(200),出现一般熔丝的连续运行周期9个月左右,在10—11个月以后熔丝就会出现慢熔现象,所以说实际运行时流经熔丝的电流应远大于PT的额定电流0.0075A,根据熔丝的熔断周期和熔芯发脆碳化的现象估算为0.1~0.2A左右,损耗功率在10W左右。长期在高的温度下工作,势必会产生氧化并导致熔断。

通过对比自2015年至2016年30万机组发电机互感器熔断器使用情况(如下),分析熔断器熔断主要原因为可能为熔断器质量较差,在投运较短时间但频繁出现熔断情况。从上述的分析可以得出:PT高压熔丝异常熔断的外因是正常运行时的PT中励磁电流偏大,而产生励磁电流偏大的原因有下列几种:

(1)电压互感器质量不良,因铁心截面偏小、硅钢片特性不良、磁密过高等导致互感器的非线性励磁特性过早饱和,在系统电压稍升高情况下,即导致励磁电流增加

(2)220kV侧的雷电过电压或操作过电压,通过变压器一、二次绕组之间的电容耦合到发电机侧,导致电压互感器绕组过电流。

(3)发电机出口电流中谐波分量,虽然谐波含量满足GB 755-2008《旋转电机定额和性能》规定的要求,但在实际测量中谐波电流的绝对值特别是高次谐波对PT产生励磁电流的影响也不能忽视。

(4)电压互感器二次侧引线绝缘不良或二次侧过负荷,使一次侧电流增加。除了上述外部原因之外,熔丝本身存在的问题往往容易被忽视,实际上熔体材料选取、结构尺寸设

计和加工工艺要求等,都会对熔断器的工作特性造成影响。

| 单位 | 电压互感器型号 | 熔断器生产厂家 | 熔断器使用情况 |
|----|--------------------------|---|---|
| A | RN4-22/0.5 | 抚顺电瓷电器有限公司 | 2015年04月05日#4机2P-A一次熔断器熔断; 2015年06月05日#4机2P-B一次熔断器熔断; 2015年02月06日#3机2P-C一次熔断器熔断; 2016年07月29日#2机3P-B一次熔断器熔断。 |
| B | RN4-22/0.5 | 抚顺电瓷电器有限公司 | 无 |
| C | RN4-22/0.5 | 上海振熔电气有限公司 | 2015年04月09日#1机3PT-B一次熔断器熔断; 2015年04月14日#1机1PT-B一次熔断器熔断; 2015年10月06日#2机1PT-C一次熔断器熔断; 2016年04月07日#3机2PT-B一次熔断器熔断; 2016年10月06日#2机1PT-C一次熔断器熔断。 |
| D | RN2-20/0.5 | 西安苏源电器有限公司 | 无 |
| E | RN2-22/0.5 RN4-22/0.5 | 西安西电高压电瓷电器厂(#6、7机); 抚瓷恒正电瓷电器有限公司(#5、8机) | 2016年03月17日#6机2P-C一次熔断器熔断; 2016年06月28日#7机3P-A一次熔断器熔断 |
| F | RN4-22/0.5 | 中国辽宁抚顺抚瓷电器有限公司 | 2016年05月30日#1机2P-B一次熔断器熔断。 |
| G | RN4-22/0.5 | 抚瓷恒正电瓷电器有限公司 | 无 |
| H | RN4-22/0.5 | 抚顺抚瓷电瓷有限公司 | 2016年03月01日#3机2P-A一次熔断器熔断 |
| J | RN2-20/0.5 | 西安西电高压电瓷电器厂 | 2016年10月02日#6机1PT-A一次熔断器熔断; 2016年10月07日#7机2PT-B一次熔断器熔断; 2016年10月13日#6机3P-B一次熔断器熔断。 |
| K | RN4-22/0.5 | 中国辽宁抚顺抚瓷恒正电瓷电器有限公司 | 无 |
| L | RN2-22/0.5 | 西安西电高压电瓷电器厂 | 无 |

3 防止发电机电压互感器熔断器频繁熔断的措施

(1) 针对熔断器质量较差的情况,各单位在提报计划时提报质量较好的熔断器。机组投运前结合生产实际,对容易出现熔断的熔断器提前提报备件,二是检修时对熔断器进行测量,发现不合格的及时更换。检修人员检修时,同时处理接触面氧化层后适当涂抹导电胶。

(2) 利用机组停运机会对发电机电压互感器引线连接处、熔断器静触头的卡簧检查调整,电压互感器一次插头动静触头因材质不同可能出现氧化层接触不好的现象,需要在设备检修的时候对插头进行打磨处理并涂抹导电胶。

(3) 机组投运前检查熔断器直流电阻是否发生变化,若超过正常值(如200欧姆,产品不同该值有差异)10欧姆应进行更换。并检查熔断器两端金属部分是否氧化,若氧化应进行打磨,并检查接触电阻,安装熔断器应检查熔断器静触头的卡簧力度是否足够,接触面是否合理,否则应进行调整。

(4) 电压互感器在运行中运行人员定期使用热成像仪通过观察窗检查熔断器温度是否存在异常,发现有温度异常及电压偏低时及时进行处理。

(5) 提高发电机出口PT的励磁特性,联系PT厂家生产特制的高饱和度的PT,一般PT的伏安特性的拐点应大于1.3倍线电压,特制的PT达到1.8倍以上;另外在PT配对试验时,不仅仅要看额定电压时的励磁电流,还要比较每个PT的拐点是否相同,以尽量降低由于PT制造原因产生的不平衡电流。

(6) 降低PT熔丝的损耗功率,因为由于系统原因产生的励磁电流增大,是没办法完全消除的,所以只能从PT熔丝损耗功率上做文章,在电流不变的情况下降低熔丝内阻。

总之,发电机出口熔断器熔断受运行工况影响存在不确定因素,但若使用质量较好的熔断器可避免其熔断,运行时注意参数变化,发现异常及时处理,避免异常扩大,确保发电机系统安全稳定运行。

[参考文献]

[1]周琼.发电机定子接地保护动作和出口电压互感器故障分析[J].电气时代,2018,(06):52-54.

[2]官兰锁.发电机电压互感器高压侧熔断器熔断分析[J].产业与科技论坛,2014,13(01):80-81.

[3]李宪栋,石月春,李强,韩法玲.励磁特性试验在电压互感器故障诊断中的应用[J].水电与抽水蓄能,2018,4(03):115-117+102.