

发电机出口电压互感器一次熔断器熔断后的运行处理及防范措施

代中元

天伟化工有限公司天伟电厂

DOI:10.32629/hwr.v4i6.3079

[摘要] 在机组运行时,更换发电机出口电压互感器一次熔断器,总结经验,确保在机组运行中处理电压互感器异常时人身、设备安全,避免机组停运,带来经济损失,同时分析解决了电压互感器一次熔断器多次熔断。

[关键词] 发电机; 电压互感器(PT); 熔断; 处理

电压互感器的功能是将高电压转换为低电压,以便于继电保护、测量/计量表计以及自动装置等,简称PT。发电机组设置有专用的电压互感器柜,由发电机出线离相封闭母线成套配供,采用移开式金属铠装结构。

1 发电机出口电压互感器主要参数及作用

1.1 发电机出口PT型号: JDZX16-20Q/ JDZX16-20G型电压互感器,额定电压: 20KV, PT高压熔断器型号: RN4-20/0.2A(原设计)、RN4-20/0.3A(新备件)、RN4-20/0.5A(新备件)。

1.2 发电机出口设置了3组电压互感器,分别为1PT、2PT、3PT,其中两组半绝缘,一组全绝缘,每相设3台单相浇注绝缘互感器,共9台。

1PT所带负荷:

(1) 二次第一绕组: 发变组保护A柜(机端电压2)、DCS测量(有功功率1至DEH、MCS)。

(2) 二次第二绕组: 发变组保护B柜(机端电压2)、备用。

(3) 二次第三绕组: 发变组保护A、B柜(匝间专用), 机组故障录波回路。

2PT所带负荷:

(1) 二次第一绕组: 发变组保护A柜(机端电压1)、机组故障录波回路、励磁调节回路1、同步向量(PMU)。

(2) 二次第二绕组: DCS测量(有功功率2至DEH、MCS、有/无功功率、功率因数、发电机电压、发电机频率、励磁变功率)、同期回路、接地刀闸闭锁回路、高厂变测量回路、AVC测量、稳定控制A柜。

(3) 二次第三绕组: 发变组A柜、机组故障录波回路。

3PT所带负荷:

(1) 二次第一绕组: 发变组保护B柜、NCS测量、励磁调节回路2、稳定控制B柜。

(2) 二次第二绕组: 励磁变测量回路、发电机测量回路、高厂变测量回路、DCS测量(有功功率1至DEH、MCS)。

(3) 二次第三绕组: 发变组保护B柜、DCS测量回路。

1.3 1PT所带负荷发变组保护A、B柜中所涉及保护有发电机TV异常, 发电机匝间保护专用的零序电压。

1.4 2PT、3PT分别所带负荷发变组保护A、B柜中涉及保护有失磁、失步、发电机复压过流、发电机过电压、发电机TV异常、发电机频率异常、发电机过励磁、匝间保护、逆功率、程跳逆功率、发电机定子接地。

1.5 三组PT参与电压及功率测量,并分别送至DCS、DEH及MCS。至DEH、MCS的作用是参与机组负荷调节。

2 发电机出口PT熔断器熔断后现象及处理说明

我厂两台机组(330MW)分别于2014年10月、11月先后投运,运行半年后开始发生PT一次熔断器频繁出现熔断现象,高压熔断器熔断后发变组保护A、B柜装置报“发电机TV异常”“三次谐波定子接地”报警信号,同时发电机励磁系统出现无功功率突增、通道不切换现象,具体情况如下:

2.1 发电机出口1PT熔断器熔断: 发变组保护A、B柜报“TV异常”, DEH、MCS发电机有功功率1有所下降。

根据发变组保护TV异常判别原理,双TV异常通过比较两组电压互感器二次侧的电压发出信号,即机端1线电压与机端2线电压任一差值大于30V: 熔断器熔断后发电机的开口电压(零序电压)上升,根据发电机匝间保护的逻辑原理,发电机并网后不允许纵向零序电压元件单独出口,为此以过电流 $I > I_{set}$ 闭锁该判据,固定 $I_{set} = 0.06I_n$ ($I_n = 3.736A$)同时TV异常也将闭锁匝间保护,故发电机匝间保护不会动作。由于DEH发电机有功功率取平均值此时DEH会发出负荷故障信号。

2.2 发电机出口2PT熔断器熔断: 发变组保护A柜报“TV异常”、“三次谐波定子接地故障”,故障录波启动,励磁通道1报TV断线,DEH、MCS发电机有功功率2有所下降,DCS后台发电机电压、功率因数、频率、励磁变功率有所下降,稳控A柜报“TV断线”。

发变组保护A柜报“TV异常”原理同上;由于熔断器熔断后发电机的出口三次谐波电压上升可能造成三次谐波定子接地故障发信号,其它保护根据发变组保护逻辑原理将不会发生动作。如熔断器发生快速熔断后,励磁将由运行通道1切换至通道2运行不会影响机组正常运行。由于DEH发电机有功功率取平均值此时DEH会发出负荷故障信号。

2.3 发电机出口3PT熔断器熔断: 发变组保护B柜报“TV异常”、“三次谐波定子接地故障”,励磁通道2报TV断线,DEH、MCS发电机有功功率3有所下降,NCS测量、励磁变、发电机、高厂变测量出现异常,稳控B柜报“TV断线”。

发变组保护B柜报“TV异常”、“三次谐波定子接地故障”原理同上;其它保护根据发变组保护逻辑原理将不会发生动作。如熔断器发生快速熔断后,励磁将由运行通道2切换至通道1运行不会影响机组正常运行。由于DEH发电机有功功率取平均值此时DEH会发出负荷故障信号。

2.4 两台机组发生相同的现象,机组在运行过程中发生无功功率突然增加的现象,经检查发现一组PT发生了一次熔断器慢熔。即在20ms内电压跌落超过 $0.1p_u$ (10%额定机端电压),系统认为发生PT断线,如此时在自动方式运行,就会切换通道;如果两个通道都检测到PT失效,就会切换到手动方式运行(恒励磁电流控制)。

根据事故报文和运行人员反馈情况分析,当时励磁系统在二通道自动方式下运行,二通道对应PT发生一次熔断器慢熔,二次电压缓慢跌落,励磁系统检测到的机端电压也相应跌落,但是电压下降速率未达到PT断线判据的要求,所以当时并未进行通道切换,也没有任何报警。但是此时励磁系统认为机端电压低于给定值(此时实际的机端电压在额定并未跌落),自动进行增磁,想让机端电压维持在给定值,在此过程中发生了无功功率的突增。然后在运行人员更换PT熔断器的时候,二通道报了PT失效,自动通道故障,并切换至一通道自动方式运行。

3 处理操作

3.1 当发现发电机1PT一次熔断器熔断时,及时汇报值长及相关专业,立即检查DCS和DEH侧用的功率信号点之间的偏差,根据我厂DEH功率点逻辑三个功率信号点其中有1个功率信号点偏差大将会报负荷故障,出现2个以上功率点偏差大于1万负荷将解除汽机主控方式,故要严密监视DEH对应的有功输出信号,维持机组负荷稳定,同时检查发变组保护A、B柜TV异常信号信息,确认机端电压2异常,查看发电机实时参数中发电机零序电压值(匝间专用),确认励磁系统通道运行正常,退出发电机出口1PT对应的二次小空开,更换一次熔断器。

3.2 当发现发电机2PT(或3PT)一次熔断器熔断时,及时汇报值长及相关专业,立即检查DCS和DEH侧用的功率信号点之间的偏差,同时检查发变组保护A柜(或B柜)TV异常信号信息,确认机端电压1异常,可能出现三次谐波定子接地故障报警信号严密监视三次谐波零序电压值。严密监视励磁AVR装置通道切换动作情况,当熔断器快速熔断时对应的通道会自动切换至备用通道,此时无功和电压稳定,则不需要手动干扰系统稳定运行。当熔断器发生慢熔时,励磁系统监测到发电机电压偏低进行自动调节,自动增磁无功和电压不稳定会升高,此时如不进行手动干扰或通道切换的话,由于自动增磁实际发电机出口电压升高导致发变组保护发电机过励磁保护误动作造成停机,为了安全稳定运行需迅速切换备用通道运行。当两组PT都快速断线或发生慢熔时,应迅速将AVR控制方式切换为手动控制(即恒流调节方式),手动调节励磁电流,控制发电机电压和无功稳定。

3.3 在更换发电机故障相PT时需退出相应的保护压板,如更换发电机出口1PT一次熔断器时,退出发变组保护A、B柜发电机匝间保护硬压板;如更换发电机出口2PT或3PT一次熔断器时,退出对应的发变组A柜或B柜发电机定子接地保护、发电机过电压、发电机频率异常,发电机过励磁硬压板;同时拉开故障相二次熔断器。更换好后测量故障相PT二次电压正常后,合上故障相电压二次熔断器,检查各功率及电压信号正常,投入所退出保护压板。将AVR切换至工作通道(自动方式)。

3.4 应特别注意“自动通道故障”这个报警需要手动复归,否则在自动方式下,再次发生“自动通道故障”报警时,励磁装置将无法进行通道切换。

3.5 更换故障相一次熔断器时,需将该组三相熔断器同时更换,而且熔断器的电阻值偏差不大。

3.6 更换新的熔断器后,机组各参数指标正常,解除热控强制信号,逐步恢复正常运行。

4 原因分析及防范措施

在9台PT一次熔断器中,都发生过熔断,没有固定的规律,具体原因分析如下:

4.1 熔断的直接原因是熔断器安秒特性达到了条件,即容量配小了。

4.2 PT回路接地不够良好。

4.3 熔丝的质量问题,之前所用的熔断器个体间的直阻差异较大。

4.4 PT回路存在谐振。

4.5 因震动或触头问题导致PT插头接触不良。

针对上述原因,采取的应对措施如下:

(1) 设计院计算后选配的0.2A,使用情况是频繁熔断。后来更换为0.3A,虽然间隔延长,但是仍在发生熔断,最后使用了0.5A的熔断器,间隔时间得到很大延长(反映出容量确实配小了),但在更换一年半后的一段时间内,熔断器再次发生熔断,判断是环境存在振动,造成熔丝在石英砂中摩擦而受损,导致熔丝熔断。

(2) 利用机组停机检修,检查了两台机组出口PT回路的接地情况、PT插头接触情况、PT的直阻测试以及其伏安特性测试等,确实发现接地环节接触阻值偏大,经处理后对延长熔断间隔有一定效果。

(3) 从外观和直阻测试上反映出原厂所配的熔断器质量要比正在使用的好,更换了熔断器的供货厂家。

经过上述处理之后,PT熔断器频繁熔断现象得到改观,但次数任然多于周边电厂。为此在接地处理之后,任然怀疑存在谐波谐振现象,请人检测谐波污染后,结论是不存在谐波污染。为规避运行过程中更换PT一次熔断器的风险,决定在PT二次侧加装微机消谐装置,来加强抑制谐振的能力,选用了浪拜迪电气股份有限公司PTCK100智能PT综合诊断治理装置,PT熔断器熔断次数与周边电厂持平,每年0~1次,多项举措并举,最终将此问题得以解决。

5 结束语

机组运行过程中,PT熔断器发生慢熔现象时,应综合机组运行工况参数来做出判断。运行情况下更换PT一次熔断器,需要熟悉3组PT所带负荷信号,才能准确无误地退出相应的保护、励磁控制通道切换、DCS/DEH强制动作正确,从而保证机组安全稳定运行。PT熔断器熔断原因不止一个,需要多方查找,逐一排查,各个解决。

【参考文献】

- [1] 张伟. 继电保护整定计算软件的应用开发[D]. 河北农业大学, 2011.
- [2] 贾福荣. 电气施工常见问题分析[J]. 现代建筑电气, 2019, 10(3): 49-52+58.
- [3] 孙关福, 陈发宇. GB 50169-2006《电气装置安装工程接地装置施工及验收规范》修订说明[J]. 电力标准化与技术经济, 2007, (01): 31-32.
- [4] 李谦. 国家标准《电气装置安装工程接地装置施工及验收规范》审查会议在珠海召开[J]. 广东电力, 2005, (06): 70.