

DOI:10. 3969/j. issn. 1674 - 1951. 2019. 01. 016

发电机机端计量用电流互感器二次回路开路原因分析

Cause analysis on open-circuit of CT secondary circuit for measuring at generator end

周琳琳,王科斌,余奕
ZHOU Linlin, WANG Kebin, YU Yi

(中国华能海勃湾发电厂,内蒙古 乌海 016000)
(China Huaneng Haibowan Power Plant, Wuhai 016000, China)

摘 要:介绍了电流互感器的分类及二次回路开路危害,结合某电厂 330 MW 发电机机端计量用电流互感器二次回路开路事件,总结了电流互感器易发生二次开路的原因,提出了解决此类事件的预防措施,可为同类型机组电流互感器的运行维护提供参考。

关键词:发电机;电流互感器;二次回路;开路

中图分类号:TM 452 **文献标志码:**B **文章编号:**1674 - 1951(2019)01 - 0067 - 02

Abstract: It introduces the classification of current transformer and the open circuit hazard of secondary circuit. Combined with the open circuit event of current transformer secondary circuit at generator end of a 330 MW unit in a power plant, the reason why the current transformer is prone to secondary open circuit is summarized. The precautions for solving such events are provided as reference for the operation and maintenance of current transformers with the same type.

Keywords: generator; current transformer; secondary circuit; open circuit

1 电流互感器(CT)的分类

电力 CT 通常分为测量用 CT 和保护用 CT。测量用 CT 主要分测量用及计量用:计量用为 0.2/0.2 S 级,用于电能计量;测量用为 0.5/0.5 S 级,用于测控监视系统。保护用 CT 主要分稳态保护用及暂态保护用:稳态保护为 P/PR/PX 级,用于系统短路后的稳态过程;暂态保护用为 TPS/TP/TPY/TPZ 级,用于系统短路后的暂态过程^[1]。

(1) 测量用 CT。电力系统因故障出现大电流时,测量用 CT 应对二次测量设备起保护作用,要求 CT 铁心在较低磁密时饱和,避免因 CT 二次电流过大而损害二次设备。GB 1208—2006《电流互感器》^[2]对测量用 CT 提出仪表保安系数(FS)的要求,规定 FS 为 5 或 10,FS 越小,由 CT 供电的二次设备越安全。

(2) 保护用 CT。电力系统出现短路故障的情况下,要求保护用 CT 应有一定的准确度,铁心基本不

饱和,确保继电保护装置正确动作。GB 1208—2006《电流互感器》^[2]要求保护用 CT 在二次绕组接额定负荷,且一次绕组通过额定准确限值一次电流时,复合误差不超过误差限值;同时,该标准规定应将保护用 CT 的准确级与额定准确限值系数(ALF)一起标注,如 5P15。

2 CT 开路的影响

CT 正常运行时,二次电流产生的磁通势对一次电流产生的磁通势起去磁作用,励磁电流甚小,铁心中的总磁通很小,二次绕组的感应电动势不会超过几十 V。如果二次侧开路,二次电流的去磁作用消失,其一次电流完全变为励磁电流,引起铁心内磁通剧增,铁心处于高度饱和状态,加之二次绕组的匝数很多,根据 $E = 4.44fW\Phi$ (E 为发电机输出电压; W 为绕组匝数; f 为频率; Φ 为磁通量),会在二次绕组两端产生很高(甚至可达数 kV)的电压,不但可能损坏二次绕组的绝缘,而且会危及人身安全。再者,由于磁感应强度剧增,使铁心损耗增大,严重发热,甚至烧坏绝缘^[3]。因此,CT 二次侧开路是绝对不允

许的。

由于保护用 CT 与测量用 CT 的特性不一样,在开路时测量用 CT 相对保护用 CT 危害要小一些。

3 案例分析

某电厂 #5 机组容量为 330 MW,采用北京重型电机厂生产的 QFSN-330-2 型汽轮发电机组,发电机组采用水氢氢冷却方式。发电机机端及中性点侧每相出线套管处各安装 3 只 CT,总计 18 只,采用沈阳互感器有限责任公司生产的 LRZB1-20 型铝(铜)制外圈、环氧树脂浇筑穿芯式 CT,电流变比为 15000/5。机端及中性点各有 1 组 CT 引出 2 组二次绕组,二次绕组编号为 A411, B411, C411, …, A481, B481, C481, 共计 8 组,分别供发电机变压器组保护、励磁调节器、故障录波器、测量回路、计量回路使用。

3.1 事件经过

某日,运行值班人员发现 #5 发电机关口计量的电量较往日同等负荷情况下偏少。检修人员到达现场检查,发现 #5 发电机机端第 6 组 CT B 相(端子编号 B461)电流偏低(计量关口表专用),在排除关口表故障的情况下,在发电机本体端子箱内使用专用短封线封住 B461 和 N461 这组绕组,用钳型电流表测量发电机侧电流为 0.98 A 并有上下摆动现象,测量其他 CT 绕组,包括 461 的 A、C 相,均为 2.00 A 左右,因此判断故障点在发电机机端 CT 引线处。检查发电机机端 CT 接线盒处,发现 B461 二次线绕组的线在螺栓处已断,申请调度同意后停机处理。处理后联系调度申请 #5 发电机并网,测量各组 CT 电流正常,关口表恢复正常。发电机解列处理 CT 开路共耗时 80 min。

3.2 处理过程及分析

发电机解列做好相关安全措施后,拆开发电机机端 B 相 CT 二次绕组接线防护盒,发现 B461 的二次绕组引出线已经在接线螺栓连接处齐根断开(如图 1 所示),但还保持连接状态。

发电机 CT 引出电缆采用独股 6 mm² 铜芯线,由于电缆芯发热不严重,此组 CT 检查无异常。为了不影响机组带负荷,临时剥开电缆绝缘皮后用连接螺栓重新压接,并将发电机 8 组 CT 剩余的二次绕组全部拆开进行复查,测量全部二次绕组的绝缘和直阻合格。申请 #5 发电机并网后,测量各组 CT 电流正常。

分析此次 CT 开路情况,判断开路原因为: #5 机组启动后,发电机励端 #8 瓦振动较大,而发电机 CT 正处于 #8 瓦正下方, #8 瓦振动引起 CT 引出线

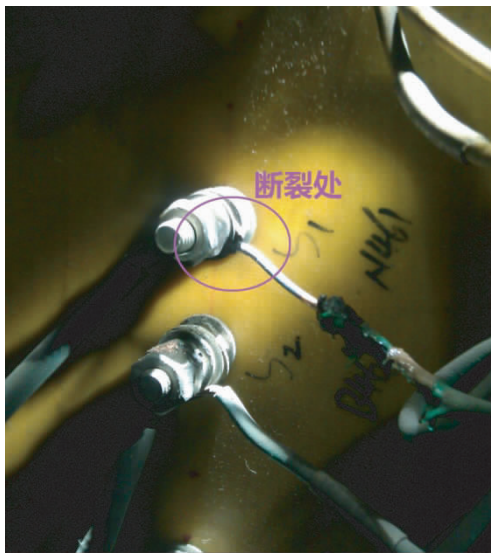


图 1 二次绕组引出线断裂处

Fig. 1 Fracture of secondary winding leader line

接线板振动;同时,剥电缆皮时电缆芯,压出印痕,反复的振动致使 CT 接线端子 B461 二次绕组引出在线压接处齐根断裂,造成 CT 二次开路。从停机前的 B461 二次电流测量结果分析,当时虽然二次绕组引出线已经断裂,但还有一半的负荷电流通过 B461 并有上下摆动现象,说明 B461 虽已断开但还搭接在螺栓上,属于不完全开路状态,伴随机组振动而似接非接,接头处发热,导致电缆外皮部分烧焦,流过的电流偏小。检查过程中轻触电缆,接头处即断开。

为了保证发电机 CT 运行的可靠性,利用机组检修的机会,更换了 CT 至就地端子箱的电缆,将原来的独股铜芯线更换为多股软铜线,利用软铜线的柔软性减少机组振动带来的危害;同时,多股软铜线与 CT 引出线连接时采用焊锡焊接方式,不使用螺栓硬连接方式,进一步提高连接的可靠性。

4 CT 开路的几点原因

(1) 电流回路均使用试验端子,由于质量、结构设计或检修等原因造成试验端子中间的连片松动、接触不良而开路。

(2) 接线时,剥电缆方法不正确,造成多股软线断股,独股线受伤,运行时的振动或摩擦导致铜线完全断开。

(3) 使用试验端子两端接线时,电缆的绝缘皮剥开太短,紧螺栓时压住绝缘皮,未压住铜线,造成开路。

(4) 室外潮湿处或脱硫厂区的电流端子箱内,电流端子受潮汽或硫腐蚀,造成端子接触不良而开路。

(下转第 71 页)

后将该报警模块“BALM”的“UACK”参数设置为 0。

经过以上设置,一个报警光子牌就诞生了,当没有报警时他呈现淡黄色,报警来了以后,没确认就会闪烁,运行人员点击报警光子牌以后表示确认该报警,但报警还存在时就会变红色,运行人员通过调整系统参数使报警消失后,又变为淡黄色。

2.4 报警点添加及中文语音实现

2.4.1 中文语音文件的添加

“D:\NT6000\Project\Demo\SYSDef\Sound”文件夹是报警声音存放位置,在这里建立一个文件夹,名字任意取,如“中文语音”。把事先录制好的录音文件考入新建的文件夹内,录音文件的格式必须是*.WAV,录音文件大小最好小于 200 KB,否则容易造成报警提示延时。完成以后需要将 eNetMain 进行重载,这样软件才能识别到新的报警文件。

2.4.2 在数据库中添加报警点并设置

打开 eNetMain 主界面,进入“集成开发环境”,打开语音报警组态的控制器,双击“点表管理”,打开点表后即可进行报警点添加了,增加了该报警点的相关引脚,加完点后,对测点进行命名描述。

2.4.3 添加中文语音提示

在测点管理界面中,双击带有“ALM”的报警点,打开测点编辑界面,设置其中的“语音报警”项,选择对应的语音文件即可。

3 系统调试

3.1 系统测试卡建立

系统测试前,需要建立完整的系统测试卡,对其

(上接第 68 页)

(5)CT 二次绕组引出线根部位置不便于检修,检修不到位造成开路。

5 运行维护建议

(1)发电机 CT 至就地端子箱之间的电缆宜采用多股铜芯软电缆。

(2)CT 引出线与电缆宜采用锡焊方式连接,不宜采用螺栓连接,如采用螺栓连接建议使用高压自粘胶带将螺栓两侧连接线包好,防止因振动导致电缆开路。

(3)发电机 CT 安装位置环境相对比较差,在机组检修期间,一次设备检修人员作业面较大,有可能对二次电缆防护不到位。继电保护人员应经常进行检查,防止因检查不到位而导致开路。

(4)测量 CT 回路阻值虽然能判断电流回路是否完好,但不能完全体现 CT 二次绕组引出线的运行状况,建议将就地检查列入机组逢停必检项目。

中的每一个报警进行详细测试,并且测试结果均需要签字确认。下沙热电公司的语音报警系统测试结合连锁试验进行,如汽包水位高报警,在做汽包水位保护时就可以加入语音报警信息的确认,泵泵连锁试验时,也可以实现泵跳闸的语音报警试验,不能结合联锁试验的语音报警,则另外制定连锁试验卡。

3.2 项目完成后检验

调试完成后,在系统集成环境内对各个操作员站进行画面更新操作。最后还加入了报警测试按钮,要求运行每个班接班时对设备进行一次试验,检验系统是否能够正常报警。

4 结论

该项目由下沙热电公司自主开发建立,目的是为运行人员提供行之有效的报警机制,为机组稳定、安全运行提供保障。该系统自 2017 年 10 月运行至今,报警系统提示及时、准确,运行良好。

参考文献:

[1]南京科远自动化集团股份有限公司. CCM Studio 使用手册[Z]. 2008.

(本文责编:白银雷)

作者简介:

陈昊(1980—),男,浙江杭州人,技师,助理工程师,从事发电厂热控技术管理工作(E-mail:40975517@qq.com)。

俞立凡(1965—),男,浙江杭州人,高级工程师,从事发电厂管理工作。

(5)由于计量绕组的特殊性,机组运行过程中,电流回路存在问题时不像保护组、励磁组电流一样能发出醒目报警,需要运行值班人员在统计电量和巡检关口表时要认真细致,如关口表接入电量采集系统自动统计电量,建议值班员定时手动检查电量,发生此类事件时能及时处理,防止事故扩大。

参考文献:

[1]西北电力设计院. 电力工程电气设计手册[M]. 北京:水利电力出版社,1990.

[2]电流互感器:GB 1208—2006[S].

[3]袁秀修. 电流互感器和电压互感器[M]. 北京:中国电力出版社,2011.

(本文责编:刘芳)

作者简介:

周琳琳(1985—),男,辽宁灯塔人,工程师,从事火电厂电气检修管理工作(E-mail:54603353@163.com)。