

广州蓄能水电厂B厂500 kV开关误重合闸事件分析

安志国¹,彭焜民²

(1.中国南方电网有限责任公司,广东 广州 510623; 2.广州蓄能水电厂,广东 广州 510950)

摘要:介绍了广州蓄能水电厂B厂500 kV开关误重合闸事件的经过及其严重性,并对事件发生的原因进行了详细的分析,总结出开关合闸命令回路非联锁点动作不一致是造成此次事件的主要原因,最后提出了防止事件再次发生的对策和措施。

关键词:500 kV开关;误重合闸;原因分析

中图分类号:TM774

文献标识码:B

文章编号:1672-5387(2009)04-0061-02

0 引言

广州蓄能水电厂是目前世界上最大的抽水蓄能电站,总装机容量为8台240 MW。主要承担为南方电网及香港电网调峰填谷的作用。广蓄B厂500 kV开关设备采用ABB公司的设备。保护及自动控制装置采用德国西门子的设备。2006年12月24日,广蓄B厂在进行500 kV 5005开关操作过程中,5005开关因继电保护动作跳开后又随即合上。事后检查主变及其相关设备正常。这次异常动作虽然没有造成对主变的不良影响,但具有的潜在风险是非常严重的。

1 事件经过

2006年12月24日下午16点59分31秒,广蓄B厂在500 kV电缆取油样后进行5005开关合闸操作,对5号机组主变充电。

16:59:31.000 运行人员发出了合5005开关的命令;

在继电保护故障录波器上录得5005开关于16:59:31.980合上;

16:59:32.030 监控系统上位机出现5号机组主变差动保护动作信号(后查得是开关合闸时励磁涌流过大造成主变差动保护动作);

16:59:32.060 上位机出现5005开关断开信号(注:在这之前上位机上没有出现5005开关合的信号);

16:59:35.940 5005开关重新自动合闸并稳定运行。

2 事件的严重性

这次5005开关误重合闸事件造成在100 ms内对主变进行了两次全压充电,这在规程中是不允许的。而且出现继电保护动作通常都意味着电气设备很可能存在故障,将开关跳开实际上是对设备的一种即时性重要保护。如果开关跳开后再次合上极有可能会加重对设备的损坏。

3 事件分析

(1) 500 kV开关合闸回路简图如图1:

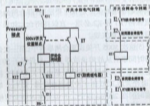


图1 500 kV开关合闸回路简图

(2) 图1中,左边虚线部分为开关本体电气控制回路,右边虚线部分为开关合闸命令控制回路。由于是对5号主变充电,这次开关合闸属于单边无压合闸,无需进行同期操作,故图1中右边虚线部分只是标注了开关无压合闸控制回路,而省略了同期合闸回路。开关合闸的概要性逻辑如下:

值班员在操作员工作站选择开关无压合闸按钮发出合闸命令给开关站RTU(即就地控制单元),开

收稿日期:2009-05-26

作者简介:安志国(1977-),男,工程师,从事电网运行管理工作。

关站 RTU 在判断 500 kV 开关相关的隔离刀、接地刀等设备在正确位置且合闸前开关本身在断开位置后,即发出一个最长为 10s 的高电平脉冲(即图 1 右边部分中的 RTU 脉冲命令信号),该脉冲使得相应的 K1 接点闭合;同时,该脉冲又与其它一些条件(这些条件中包含 5 号主变高压侧无压信号)在逻辑上相与发出一个高电平命令给检同期装置(广蓄 B 厂 500 kV 开关无论是同期合闸还是无压合闸,其条件都必须经过检同期装置判断),检同期装置在判断是无压合闸方式后,直接发出命令使 K2 接点闭合,在 K1 和 K2 接点同时闭合后,使得 K11 励磁,继而导通开关合闸电气回路(图 1 左边虚线部分),从而让 500 kV 开关合闸线圈励磁,开关合闸。

(3)需要说明的是,让 K1 接点断开的复归信号是 500 kV 开关合闸位置反馈信号,如果开关合闸位置反馈信号一直没有收到,K1 将保持 10s 闭合后自动断开;而让 K2 接点断开的条件则是主变高压侧有压信号已收到,K2 的开合是跟随主变高压侧的电压信号变化而变化的,即有压信号存在,K2 断开,有压信号消失,K2 合上。

(4)图 1 中的 K7 为开关防跳跃继电器,即在开关因为保护跳开后,不让开关再次合闸,但 K7 防跳跃功能起作用的条件是 K11 要励磁,即合闸命令要一直保持(K1 和 K2 必须一直保持闭合),如果 K11 失磁,防跳功能失效。

(5)这次 5005 开关误重合闸事件中,第一次合闸保持时间事后从故障录波器上看,只保持了 50 ms,由于 5005 开关合闸位置信号是由开关站 RTU 接收的,而开关站 RTU 由于控制程序很多,其 PLC 单次扫描时间在 200 ms 以上,开关合闸时间太短使得 RTU 没有捕捉到 5005 开关合闸的反馈信号。在前面第 3 点已说明,要使 K1 接点断开,必须收到 5005 开关合闸的反馈信号。因为这次没有收到,使得 K1 接点一直保持闭合(最长 10s)。

(6)由于地理位置的原因,主变高压侧电压信号是由模拟屏 RTU 接收的。模拟屏 RTU 由于程序较少,其扫描速度更快,使得它在 5005 开关保持合闸的 50 ms 内探测到了主变高压侧有压的信号。这个

信号通过 RTU 之间的内部通讯又送给了开关站 RTU。根据前面第 3 点的描述,在开关站 RTU 收到主变高压侧有压的信号后,K2 接点立即断开,从而使得 K11 失磁。在前面第 4 点已说明,K11 失磁,K7 防跳跃功能即失效。而主变高压侧电压信号在 5005 开关保持 50 ms 合闸又断开后也随即消失,使得 K2 又立刻合上,因为 K1 在 10s 内一直保持闭合,使得开关合闸命令又发出,K11 又励磁,5005 开关再次合上。

4 事件总结

(1)出现 5005 开关误重合闸的主要原因是开关站 RTU 未收到 5005 开关合闸位置反馈信号,却收到了主变高压侧有压信号,从而使得合闸回路上的两个接点动作不一致,造成发出了两次合闸命令脉冲,使得 5005 开关连续两次合闸;

(2)在目前 K1 和 K2 两个接点串联在一起的客观情况下,要防止合闸命令脉冲多次发出,这两个接点必须同时闭合同时断开,这是我们进行逻辑改进的主要着力点;

(3)这次事件是在一个很巧合的情况下出现的一次具有非常大风险的异常动作。在正常情况下,开关合闸的逻辑可以满足实际的需要,如果没有 5005 开关的 50 ms 短暂合闸时间,就不会出现合闸位置反馈和主变高压侧电压反馈信号之间的不一致,也就不会出现一个接点一直闭合而另一个接点开合两次的情况。因此,尽早尽可能的发现控制回路中潜在的设计缺陷,是有效保证设备和电网安全的关键之一。

5 事件的后续对策与措施

(1)修改开关合闸的程序逻辑,使得合闸回路上的两个接点真正做到同时闭合同时断开。技改已于 2007 年 4 月 10 日在所有 500 kV 开关上实施,目前开关运行正常;

(2)组织人员对机组、厂用电及其它的所有重要开关的控制回路和逻辑进行深入的排查,看是否有类似的情况存在,并进行整改,做到防范于未然,以有效保证电厂及电网的安全稳定运行。