

[控制系统]

一起操作箱与外回路配合故障的分析

文/托口水电厂 陈舟

广州供电局有限公司 阳林峰

SCX-11J操作箱与发电机出口断路器操作回路配合时，出现了开关的偷合、跳跃现象。描述了其3次不正确动作的过程，对问题进行了详细分析，开关实际合闸接触器“HC”线圈电阻与提供的技术参数存在一定的偏差，在工程设计中SCX-11J型操作箱内的“合闸保持继电器（HBJ）”选用了目前规格中的最低档，导致在现场合闸操作过程中“HBJ”因回路灵敏度不足，发生拒动或出现接点“抖动”，不能完成保持的作用，产生很高的反电势加到续流二极管，使二极管损坏，造成开关偷合、跳跃。后经更换“HC”，运行一直正常。

某公司生产的三相操作箱SCX-11J按四统一原则设计，结构为单元插件组合式结构。某电站发电机出口断路器的操作回路采用该操作箱配合，在施工调试、投运后的停机检修以及预并网期间，曾先后3次出现开关的偷合、跳跃现象。

1) 施工调试期间发生断路器“偷合”，后经更换一块“位置继电器”插板，“偷合”现象消除。当时误以为现场已将“跳闸位置继电器”改由另一组专门的辅助闭接点“DL”控制，因此“偷合”的问题不会再次发生，仅是合闸回路的完好性得不到监视，而发电机无重合闸，问题并不严重。从当时现场带回的数据来看，“HC”的直流电阻为1.8 kΩ，因此还怀疑“HC”是否会在动作电压过低问题。因为设备已投运，经分析认为不必为此专门停机，导致没能及时认真地查明原因，在设备带有隐患的情况下投入了运行。

2) 不久1#发电机紧急停机，有机会对此问题进行调查。

首先确认“跳闸位置继电器”回路并未改动；直流电阻不是1.8 kΩ，而是1.2 kΩ，同时发现“HC”为开断容量较大的直流接触器，判断没有动作电压低于20 V的可能性。

从图1断路器的合闸回路来看，压力正常时，由手合控制开关起动本操作箱内的手合继电器，之后手合继电器接点“SHJ”起动合闸保持继电器“HBJ”，由“HBJ”完成合闸回路的自保持，使开关可靠合闸，而“SHJ”为瞬动接点，于是怀疑的重点落到了续流二极管“D_{twj}”上。之前曾多次用常规方法对其进行过检查并未发现异常，后经反向施加高阻高压的测试，发现发生“偷合”那块插板上的二极管“D_{twj}”反向漏电流严重超标，确认这就是造成断路器“偷合”的原因。当时认为是个别二极管的质量问题，因此再次更换一块插件，反复试验后投入运行。

3) 次日凌晨，发电机起机并网前，准备进行假同期试验过程中，再次出现断路器发生

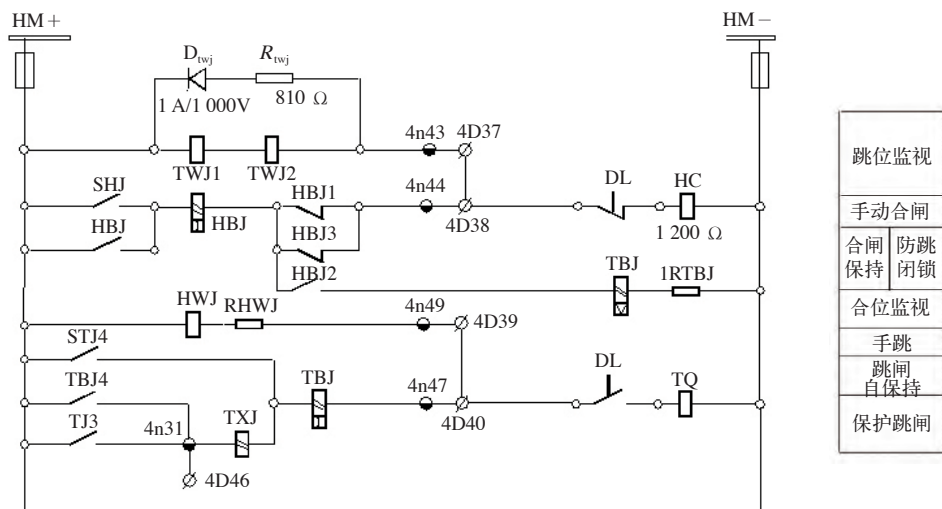


图1 断路器操作回路示意图

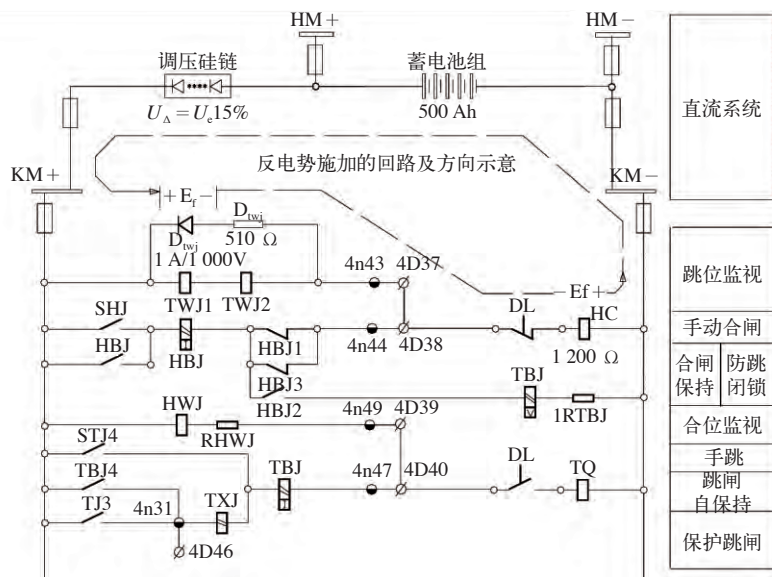


图2 断路器操作回路反电势“通路”图

“偷合”。断路器偷合后手动跳闸，断路器发生“跳跃”。经检查另一块“位置继电器插板”上的二极管“ D_{twj} ”反向漏流也严重超标，并且与其串联的电阻“ R_{twj} ”已经烧断。又更换了一块新的“位置继电器插板”，并将二极管“ D_{twj} ”去除。

问题分析

根据所提供的“合闸接触器”（HC）技术参数：DC 220 V 60 V·A，折算出“HC”的额定动作电流为0.27 A，直流电阻为815 Ω 。

因此工程设计选择SCX-11J型操作箱内的“合闸保持继电器”（HBJ）时，使用目前标准规格中的最低一档，即：额定保持电流 $I_c=0.25$ A，实际动作电流不大于 $60\%I_c$ ，实测动作电流为0.15 A，与给定值尚有 $0.27/0.15=1.8$ 倍的灵敏度，用于监视合闸回路完好性。与“HC”呈串联关系的“跳闸位置继电器”（TWJ1, 2），其直流电阻为26 k Ω 。待合状态“HC”上的额定残余电压： $U_{残}=220$ V $\times$ 0.815/ (26+0.815) = 6.7 V，仅为额定电压的3%。

但现场实际安装的“HC”，实测其直流电阻为1.2 k Ω ，“HC”的额定动作电流降为0.18 A。如

在相同结构的条件下，“HC”线圈的电感量也将增大，可能产生的反电势幅值也随之增大，同时其自身动作速度也将相应降低近1/3，可能会使断路器合闸时间大于200 ms。

现场实测操作电源“KM”电压仅为207 V，考虑该断路器为电磁操作机构，需要较大的合闸电流，因此操作过程中的操作电源电压还会略有下降，如按下降3%测算为200 V，合闸回路电流计算值仅为 $200 \text{ V} / 1200 \Omega = 0.166 \text{ A}$ ，考虑回路相关元件及过渡过程的影响，实际操作过程中回路的电流还会更小些。

根据以上的实际条件分析，现场进行合闸操作过程中，“HBJ”因回路灵敏度不足，可能发生拒动或出现接点“抖动”现象，不能完成保持的作用，这样如果操作过程“SHJ”接点先于断路器辅助接点“DL”断开（因电磁操作机构的合闸时间较长容易发生此现象），这时“HC”线圈由于没有“续流通道”，而图2中虚线所示的唯一“通路”，回路中大容量电池组为低阻、控母调压硅链为正向偏置，但由于“TWJ”对于瞬变脉冲呈高阻，自身的续流二极管“ D_{twj} ”为反向偏置，回路无电流，因此必然产生幅值很高的反作用电势，“ D_{twj} ”使用1N4007型的普通面接触整流硅二极管，其反向耐压为1 000 V，由于没能承受幅值很高并具有一定能量的反电势“ E_f ”的反向冲击损伤（如同时出现“HBJ”接点“抖动”现象，对于“非快恢复”的1N4007型二极管的损害会更大）结果造成“ D_{twj} ”反向漏流增大。

上述冲击可能发生一次或数次后（并不是每次合闸均会发生的，因为条件是“SHJ”接点必须先于断路器辅助接点“DL”断开），当漏电流达到足以使动作电流较小的“HC”励磁的程度，便发生断路器“偷合”，发生偷合后，无论用什么方式去跳开断路器，由于“偷合”条件一直存在，断路器一旦跳开就会再次“偷合”，偷合后跳闸指令还来不及撤掉，势必造成断路器跳跃。

由于已两次发生“ D_{twj} ”损伤，是由“SHJ”接点断弧引起的，应考虑“SHJ”接点也已受到损伤，不过尚未达到失效的程度。

解决措施

根据上述分析，如果“HBJ”有足够的动作灵敏度，在每次合闸操作过程中都能可靠地保持，正常操作由断路器辅助闭接点“DL”来断开

“HC”线圈电流，其反电势就不会危害装置内的元件。

由于断路器的跳、合闸线圈（同时包括合闸接触器“HC”）均为非长期励磁的设备，因此其励磁线圈应按降低常规“热稳定”水平数倍特殊绕制（线径加粗、圈数减少）的专用元件，目的是为了通过降低线圈电感量与直流电阻有效地提高动作速度，限制反电势幅值，同时也为通过提高动作功率，从而增强高压线圈（220 V）在回路中的抗干扰能力。

根据目前情况建议采取以下两种方法。

- 1) 请断路器设备厂家提供专用直流感触器。
- 2) 选110 V的通用直流接触器线圈代用，通过调整反作用力弹簧使接触器的动作电压为130 V左右。

根据现有条件选直流电阻为400~500 Ω 的“HC”线圈比较合适。更换前、后应作一下断路器的电气合闸速度比较测试。

由于串接在跳、合闸回路的位置继电器，正常条件均为短接方式失电，跳、合闸接点接通跳、合闸回路的同时就是对其失电的“续流”，并无需续流二极管的作用。只是在操作回路正常带电的条件下，发生断路器的非电动变位时或运行中辅助接点“DL”接触不良时，才会通过辅助接点“DL”使位置继电器失电。因小型继电器的线圈电感很小，在无“续流”的条件下，其反电势不会对外回路及自身产生影响，仅会使其返回速度略有降低。综合分析，位置继电器的“续流二极管”改用40 k Ω /5 W的电阻更为合理，因为这样既可消弱自身反电势，更重要的是它可以有效地抵制非正常情况下外部回路元件可能产生的双方向脉冲高压对自身线圈的“威胁”，同时又不使元件综合电阻降低过多。

结束语

操作箱与外回路配合时，可能出现因合闸保持继电器灵敏度不足，引起接点抖动而使回路产生反电势，损坏回路元器件。在保证回路综合性能的前提下结合实际条件，可考虑对合闸接触器进行更换。后更换为电阻450 Ω 的“HC”线圈，经过数次试验，投入运行后，发电机出口断路器运行一直正常。EA

（收稿日期：2016.03.16）

（编辑：刘群立）