

一起断路器防跳回路异常分析及改造

颜华敏, 顾国平, 陆敏安, 董青

(上海市电力公司青浦供电公司, 上海 201700)

摘要: 在断路器无油化改造后的现场试验中发现一起 35 kV SF₆ 断路器防跳动作不正确事故。经分析该断路器二次接线图, 并现场试验, 发现为断路器防跳回路中存在异常, 防跳继电器接在储能触点后面, 造成防跳继电器在断路器储能阶段无法正常启动并自保持, 从而使防跳保护失去了应有的保护作用。提出并实现了该断路器防跳回路改造方案, 改造后进行了多项防跳试验, 证明防跳保护动作正确可靠, 消除了事故隐患。

关键词: 断路器; 防跳; 二次回路; 接线; 防跳继电器

Analysis and reform of an abnormal phenomenon on breaker anti-jumping circuit

YAN Hua-min, GU Guo-ping, LU Min-an, DONG Qing

(Qingpu Power Supply Branch, SMEPC, Shanghai 201700, China)

Abstract: An incorrect action of anti-jumping protection of 35 kV SF₆ breaker was founded on field tests after the oil-free reform of breakers. Analysis of the breaker secondary circuit diagrams and field experiments were carried out and an abnormal phenomenon was founded in the breaker anti-jumping circuit that the anti-jumping relay was connected after the energy storage contact. The anti-jumping protection lost its function because the anti-jumping relay could not start and self-hold in the energy storage process of breaker. A reform scheme of the breaker anti-jumping circuit was put forward and implemented. After the reform, some experiments proved the correct reaction of the anti-jumping protection and the hidden cause of accidents was eliminated.

Key words: circuit breaker; anti-jumping; secondary circuit; relay wiring; anti-jumping relay

中图分类号: TM561 文献标识码: B 文章编号: 1674-3415(2010)12-0138-03

0 引言

断路器是电力系统中重要的一次设备。断路器发生所谓的“跳跃^[1]”, 是指断路器在手动或自动装置动作合闸后, 在控制开关尚未复归(手动合闸时控制开关复归需 1~2 s, 而断路器合闸动作时间约为 50 ms, 断路器合闸后控制开关尚未复归, 触点仍接通)或自动装置触点卡死情况下, 如果遇到断路器合闸于永久性故障, 保护动作, 断路器跳闸, 此时由于合闸脉冲还未解除, 断路器将再次合闸, 如此反复, 导致断路器出现多次跳、合闸现象。如果不采取措施防止断路器跳跃, 那就可能致使断路器的遮断能力下降, 严重时还会引起断路器损坏甚至爆炸, 威胁人身及设备安全, 造成事故扩大。所以必须针对断路器可能发生的跳跃问题采取相应的防跳措施。

防跳措施有机械防跳和电气防跳^[2]两种。机械防跳指利用操作机构本身的机械闭锁功能防止断路

器跳跃。电气防跳是指不管断路器操作机构本身是否带有机械闭锁, 均在断路器控制回路中加设电气防跳回路以防止断路器跳跃。

1 典型电气防跳回路

典型电气防跳回路^[3]原理图如图 1 所示。KK 为控制开关, DL 为断路器辅助触点, HQ 为合闸线圈, TQ 为跳闸线圈, LD 为绿灯, HD 为红灯。TBJ 为防跳继电器, 它有两个线圈, 即电流线圈和电压线圈, 电流线圈为起动机圈, 电压线圈为自保持线圈。当控制开关 KK 接通时, 断路器合闸。如合于故障, 过流保护动作, 断路器跳闸, 防跳继电器 TBJ 的电流线圈起动, 其常闭触点 TBJ2 打开, 断开合闸回路, 同时其常开触点 TBJ1 闭合, 防跳继电器 TBJ 的电压线圈起动并自保持。即使合闸脉冲未消除(如控制开关尚未复归或触点卡住, 或自动重合闸继电器触点咬合等情况), 由于此时合闸回路已被断开, 断路器不会再次合闸。只有合闸脉冲解除, TBJ 的

电压线圈断电后, 回路才恢复原来状态。

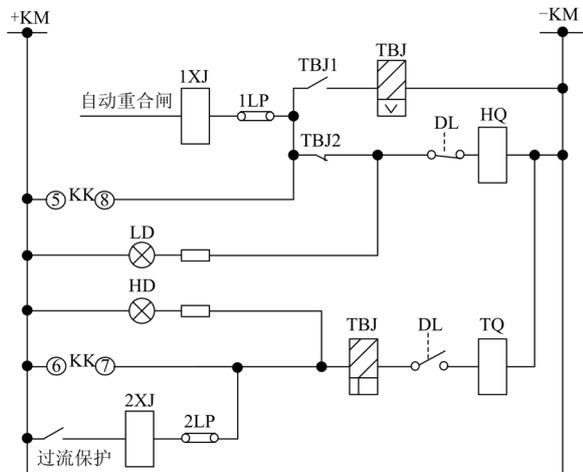


图 1 典型电气防跳回路原理图

Fig.1 Diagram of the anti-jumping circuit

2 设备改造中发现的问题及改造

2.1 问题

老站设备改造是一个必经过程, 35 kV 断路器由原来的少油断路器更换为如今的 SF₆ 断路器。SF₆ 断路器以 SF₆ 气体为绝缘灭弧介质, 具有耐电强度高、灭弧能力强等特点, 它在体积、重量、开断性能、载流能力、绝缘性能、环境适应性等方面都大大优于油断路器。2007 年 3 月 27 日 35 kV 胜利变电站的一、二、三次设备均进行改造工作。35 kV 进线断路器由少油断路器调换为 SF₆ 断路器。

当天胜利站 35 kV 进线断路器及保护装置均更换, 二次回路安装完毕, 微机保护装置校验合格后, 进行整组试验工作 (即进行断路器分、合闸试验)。将断路器合闸后, 加一故障电流使保护动作断路器跳闸, 保持控制开关在合位 (模拟控制开关触点咬合) 直到断路器储能结束, 断路器重新合闸, 出现跳跃。在现场进行多次防跳试验后, 发现防跳继电器始终没有动作, 待断路器储能结束后断路器重又合上, 出现跳跃现象。实际运行中一旦由于防跳保护不正确动作引起 35 kV 进线断路器跳跃, 可能导致断路器损坏甚至爆炸, 造成事故扩大和重大经济损失, 影响供电可靠性。为确保设备的安全可靠运行, 必须解决该断路器防跳保护不动作问题。

2.2 原因分析

为了查找该断路器防跳保护不动作的原因, 首先, 对断路器进行机械特性检查, 结果表明断路器机构一切正常, 并不存在故障。其次, 对照厂方提供的原理接线图对机构内的二次线路进行缜密检查, 确认接线准确牢固, 并没有断线、脱落及短路

等现象的发生。同时通过试验证明防跳继电器触点并未损坏, 启动触点与自保持触点均动作可靠, 无抖动与接触不良等现象。

接下来, 对该断路器电气控制图进行分析, 寻找断路器防跳及合闸回路原理是否存在异常。图 2 所示为该断路器防跳及合闸二次原理图, 图中虚线框内所示为防跳相关部分。图中 B10-02 为控制回路电源小开关, B10-15 为就地/遥控转换开关, B10-16 为分/合闸转换开关, B10-17 为气压不足闭锁跳、合闸用继电器触点, B10-20 为断路器储能触点, B10-13 为防跳继电器, F01 为断路器辅助触点, YC 为合闸线圈。当合闸脉冲发出后, 合闸线圈 YC 起动, 断路器合闸, 此时断路器常闭辅助触点与断路器储能触点 B10-20 同时断开, 合闸回路被断开, 此时虽然断路器常开辅助触点闭合, 但由于断路器储能触点 B10-20 已断开, 防跳继电器 B10-13 线圈不能起动, 更无法实现自保持。当加一故障电流使保护动作断路器跳闸后, 则断路器常闭辅助触点闭合, 同时保持控制开关在合位 (模拟控制开关触点咬合), 断路器储能结束后, 储能触点 B10-20 闭合, 合闸线圈 YC 起动, 断路器重新合闸, 出现跳跃现象。

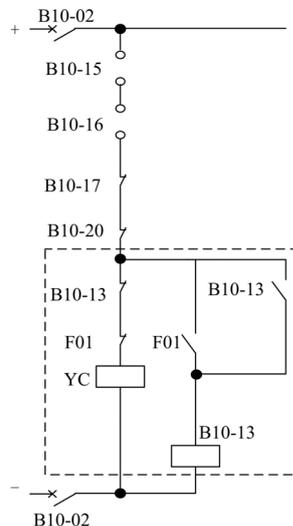


图 2 断路器防跳及合闸二次原理图

Fig.2 Diagram of breaker anti-jumping and closing circuit

在核对了典型的防跳回路的接线图之后发现, 防跳继电器的电源线一般位于断路器储能触点的上方, 以防止由于断路器合闸后储能电机开始储能, 储能触点打开后致使防跳继电器不能起动。而该断路器的防跳继电器却是接在储能触点后面, 正是由于储能触点的位置不同造成了该断路器防跳继电器在断路器储能阶段无法正常起动, 从而使防跳保护

失去了应有的保护作用，使断路器发生跳跃现象。

2.3 防跳回路改造

在找出原因后，对该断路器电气控制回路中防跳及合闸二次部分进行了改造，如图 3 所示。将防跳继电器 B10-13 改接在断路器储能触点 B10-20 上方，如图 3 中虚线框内所示。当断路器合闸后，断路器常开辅助触点闭合，防跳继电器 B10-13 线圈起动，其常开触点闭合使 B10-13 线圈自保持，同时其常闭触点打开，断开合闸回路。如果断路器合于故障，保护动作断路器跳闸，此时即使合闸脉冲未消除，由于合闸回路已被 B10-13 常闭触点断开，断路器储能结束后也不会合闸，从而避免了跳跃现象。当合闸脉冲消失后，B10-13 线圈断电，回路才恢复原来状态。

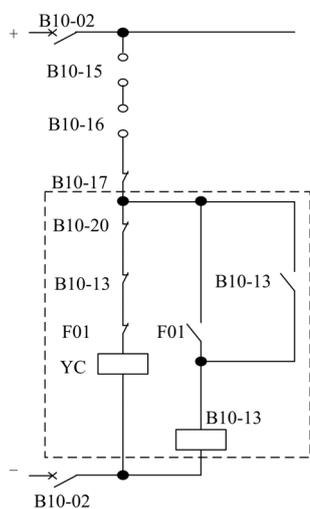


图 3 改接后的断路器防跳及合闸二次原理图

Fig.3 Diagram of breaker anti-jumping and closing circuit after reform

防跳回路改造后，重新对防跳保护功能分别进行了“连续防跳试验”及“防跳间隔试验”，防跳保护均动作可靠，准确无误。所谓“连续防跳试验”就是在短时间连续进行断路器防跳试验，检测其动作是否可靠。所谓“防跳间隔试验”就是指在第一次防跳试验成功后，间隔 1 h 左右再进行一次防跳

试验，确保其动作可靠。

3 结论

防止断路器跳跃对保障电力系统的安全运行，防止设备损坏和事故扩大有着重要的意义，必须确保断路器防跳保护动作正确可靠。在发现并解决该起 SF₆ 断路器防跳动作不正确问题后，及时上报，并对本单位管辖的同批次二十台同类型断路器进行了反措。同时在上级单位继电保护专项监督检查细则中增述：“断路器防跳继电器是否具备防跳自保功能”，并作为一项重要的技术改进措施推广，共改造了近百台同类型断路器，有效消除了事故隐患。如何使断路器电气防跳回路更趋合理与完善，确保防跳保护动作正确可靠，在微机保护不断发展的今天，仍然具有非常重要的理论和现实意义。

参考文献

[1] 何永华. 发电厂及变电站的二次回路[M]. 北京: 中国电力出版社, 1997.
HE Yong-hua. Secondary circuit of power plant and substation[M]. Beijing: China Electric Power Press, 1997.

[2] 李珉. 对断路器防跳回路的探讨[J]. 机械制造与自动化, 2007 (4): 111-114.
LI Min. Research on anti-jump circuit of breaker[J]. Machine Building & Automation, 2007 (4): 111-114.

[3] 刘永兴. 断路器操作回路中防跳继电器灵敏度的选择[J]. 电力系统保护与控制, 2009, 37 (9): 116-119.
LIU Yong-xing. Selection of the skip-prevention relay sensitivity in the circuit breaker control circuit[J]. Power System Protection and Control, 2009, 37 (9): 116-119.

收稿日期: 2009-08-10; 修回日期: 2009-10-12

作者简介:

颜华敏 (1981-), 男, 工程师, 硕士, 从事电网调度运行工作; E-mail: huaminy@gmail.com

顾国平 (1959-), 男, 高级技师, 大专, 从事继电保护工作;

陆敏安 (1983-), 男, 助理工程师, 本科, 从事继电保护工作。

(上接第 137 页 continued from page 137)

[3] 马永芳,林榕. 提高变电站自动化系统可靠性的对策[J]. 河北电力技术, 2008 (5): 40-42.

MA Yong-fang, LIN Rong. Countermeasure on how to raise the reliability of computerized monitoring and control system[J]. Hebei Electric Power, 2008(5): 40-42.

作者简介:

冯毅 (1970-), 男, 工程师, 主要从事电力系统调度自动化的运行管理与研究工作;

林榕 (1968-), 男, 高级工程师, 主要从事电力系统规划设计与研究工作; E-mail: linrong5856@sina.com

冯岩 (1971-), 男, 工程师, 主要从事电力系统调度自动化的设计与研究工作。

收稿日期: 2010-03-10; 修回日期: 2010-05-11