

110 kV 系统断路器控制回路断线引起重合闸不正常 动作原因分析及改进措施探讨

刘军¹, 封晓东¹, 贺要锋¹, 王来军¹, 王伟²

(1.河南省电力公司许昌供电公司, 河南 许昌 461000; 2.许继日立公司, 河南 许昌 461000)

摘要: 在控制回路断线情况下, 重合闸缺乏相应闭锁量, 动作判据满足, 将会不对应启动重合闸; 通过介绍电力系统 110 kV 电压等级断路器控制回路断线后引起重合闸不正常动作的事例, 结合分析重合闸功能的原理及相关外部回路设计, 提出闭锁回路引入控制回路断线动断触点加延时, 操作回路采用低气压闭锁重合闸, 启动回路引入模拟合后继电器动合触点, 或跳位动合触点串合后动断触点等可行方案, 有效解决不同情况下的重合闸误动隐患。

关键词: 控制回路断线; 不对应启动; 重合闸误动; 改进措施

Analysis and improvement of reclosure abnormal operation caused by control circuit break of 110 kV breaker system

LIU Jun¹, FENG Xiao-dong¹, HE Yao-feng¹, WANG Lai-jun¹, WANG Wei²

(1.Xuchang Power Supply Company, Xuchang 461000, China; 2.XJ-Hitachy Company, Xuchang 461000, China)

Abstract: When the control loop is broken, the operation criterion is fulfilled due to lack of corresponding closing amount, the reclosure will start up uncorrespondingly. It gives examples of abnormal reclosing after the control loop of the 110 kV power system is broken and gives, with analysis of the function principle of the reclosure and related exterior circuit designs, a number of plans, such as giving the closing loop a break contact with time delay for breaking of the control loop, using a low air pressure closing reclosure for the operation loop, using a make contact of analogue closing for the start-up loop or a break contact for the make contact after closing etc. Hidden troubles of reclosure maloperation under different circumstances can be removed effectively.

Key words: control loop break; uncorresponding start-up; autoreclose maloperation; improvement measures

中图分类号: TM77

文献标识码: B

文章编号: 1003-4897(2006)24-0062-03

0 引言

目前, 微机线路保护在电力系统中得到了广泛应用, 重合闸功能在保证输电线路在发生瞬时性故障时快速恢复正常供电发挥了重要作用。此外, 重合闸功能还能实现断路器偷跳后可靠合闸的作用。但是目前微机保护中重合闸功能对断路器偷跳的识别仅依靠断路器跳闸位置, 在断路器控制回路断线后再恢复的过程中, 如果保护装置的外回路设计不完善, 非常容易造成重合闸误动作。

1 典型事故情况

事例 1: 2005 年 10 月 30 日, 变电站运行人员在 XX 站巡视时, 发现 110 kV 微机线路保护 (断路

器处于热备用状态) 报控制回路断线, 检查发现断路器空气压力低, 其原因是由于电机打压回路热继电器触点接触不好, 电机不能正常打压所致, 持续不断的压力降低, 最终导致控制回路断线, 运行人员按动热继电器, 促使电机打压, 在打压过程中, 微机线路保护中重合闸出口, 断路器合闸。

事例 2: 2005 年 11 月 2 日, 保护班人员结合继电保护厂家对 XX 变电站 110 kV 线路进保护进行软件升级。为了对重合闸进行试验, 保护人员断开 110 kV 断路器的跳合闸线将其接入模拟断路器, 同时将重合闸改为无检定方式。试验完成后, 恢复二次接线, 重合闸出口, 断路器合闸。

事例 3: 在《电力安全技术》中登载这样一起事故: 在对某变电站 110 kV 线路保护进行改造结束

送电时, 断路器拒合, 保护人员退出控制电源 (未退装置电源), 检查原因。原因查清后, 当保护人员合上控制电源时重合闸动作, 断路器合闸。

2 重合闸异常动作原因分析

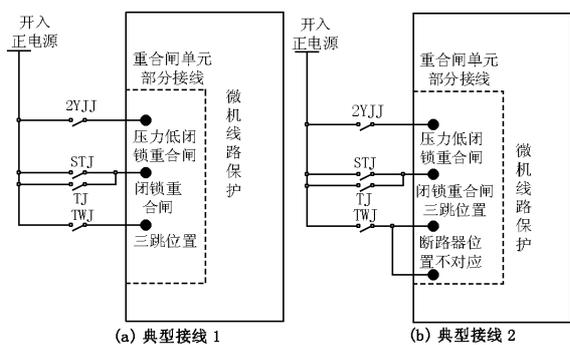


图 1 110 kV 重合闸部分的典型接线

Fig.1 Typical connection of 110 kV autoreclosure

事例 1: 由于断路器机构中, 已将低气压闭锁接入了跳合闸回路, 在设计时不再使用保护操作箱的低气压闭锁元件, 2YJJ 长期励磁, 因而气压降低时操作箱中的压力低闭锁重合闸的动断触点不会闭合; 若气压降低导致控制断线, 三跳位置动合触点断开, 而装置的闭锁重合闸开入又没有收到闭锁信号 (如图 1a、图 1b 所示), 在气压恢复正常后, 在控制回路恢复时, 若重合闸已充满电, 则重合闸判为不对应启动重合闸, 重合出口。

事例 2: 试验时造成控制回路断线, 三跳位置动合触点断开, 装置收不到三跳位置开入 (如图 1a、图 1b 所示), 满足重合闸充电条件, 重合闸充满电; 在控制回路恢复时, 重合闸判为不对应启动重合闸, 重合出口。

事例 3: 控制电源消失, 造成控制回路断线; 三跳位置动合触点断开, 装置收不到三跳位置开入 (如图 1a、图 1b 所示), 满足重合闸充电条件, 重合闸充满电, 在控制回路电源消失时未闭锁重合闸, 重合闸未放电; 在控制电源恢复时重合闸判为不对应启动重合闸, 重合出口。

目前微机重合闸中重合闸启动功能分为: 1) 保护启动; 2) 不对应启动。

保护启动功能在重合闸收到保护跳闸动合触点后在动合触点断开时启动。

不对应启动功能是在保护未出口跳闸时收到跳位开入且重合闸充满电时动作。

在重合闸软件中, 专门设置了一个计数器, 模仿自动重合闸中电容器的充放电功能。重合闸的重合功能必须在“充电”完成后才能投入, 以避免发生多次重合闸。重合闸的充电时间为 15 s。

重合闸的充电条件:

- 1) 断路器在“合闸”位置, 断路器跳闸位置继电器 TWJ 不动作;
- 2) 重合闸启动回路不动作;
- 3) 没有低气压闭锁重合闸和闭锁重合闸开入;
- 4) 重合闸不在停用位置。

重合闸的放电条件:

- 1) 重合闸方式在停用位置;
- 2) 重合闸在单重方式时保护三跳;
- 3) 收到外部闭锁重合闸信号 (如手跳闭锁重合闸等);
- 4) 重合闸脉冲发出的同时“放电”;
- 5) 重合闸“充电”未满足时, 跳闸位置继电器 TWJ 动作或有保护启动重合闸信号开入。
- 6) 跳位持续 20 s 后重合闸放电。

不对应启动重合闸, 主要用于断路器偷跳。传统“四统一”设计的本功能是通过跳位串连合后位置动断触点进行判别, 考虑到许多新建变电站无法提供合后位置动合触点, 微机重合闸功能普遍采用跳闸位置动合触点判别断路器偷跳。对比两种方式, 通过跳位串连合后位置动合触点判别可以准确的判别偷跳; 而仅有断路器跳闸位置且无跳闸开入反应的运行状态较多, 如手跳断路器、控制回路断线恢复等等。因此, 微机重合闸功能要求在二次回路设计采取措施, 防止重合闸误判断断路器偷跳; 如目前普遍采用的原则手跳及遥跳时通过闭锁重合闸开入端子将重合闸回路“放电”等等。

3 预防重合闸不对应启动误动措施探讨

上面事例 1、事例 2、事例 3 三种情况下均可引起重合闸误判断断路器偷跳造成重合闸误动; 此外还有几种情况会产生类似情况。

a) 就地 / 远控断路器由远方置于就地时, 将导致控制断线, 只要断开时间大于重合闸充电时间, 随后又打回远控位置, 重合闸立即动作。

b) 对于 GIS 组合电器, 由于断路器跳合闸受到两侧隔离刀闸闭锁, 在刀闸断开时, 控制回路始终不通, 这使得重合闸长期开放, 一旦两侧刀闸合上,

跳位送入装置，断路器立即重合。

采取相关措施解决重合闸误判断断路器偷跳引起的重合闸误动问题，具有重要的意义。

参考不同继电保护生产厂家，解决问题的措施主要有以下几种：

1) 控制回路断线动断触点串联延时回路用来闭锁重合闸(如图 2 所示), 延时通常为 5~10 s。

目前 110 kV 及以下继电保护装置中包含操作回路, 装置引进了控制回路断线开入, 由软件进行延时确认后使重合闸计数器放电; 本方案可以根本性解决控制回路断线引起重合闸误动问题; 但是对于不带操作回路的保护装置, 采用本判据进行回路改造较为困难, 因为延时环节需由硬件回路改造实现(针对旧变电站改造保护软件修改不现实)。如果能采用控制回路断线动断触点串联延时回路(如图 2 所示), 可直接接至保护装置的闭锁重合闸开入。

控制回路断线动断触点增加延时环节主要是为了躲开断路器操作过程短时的跳位、合位动断触点闭合过程, 决不允许控制回路断线动断触点直接接至重合闸单元的闭锁重合开入。

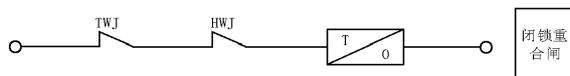


图 2 控制回路断线后延时确认后重合闸放电逻辑
Fig.2 Discharge logic by time-lapse affirmance of autoreclosure after control loop break

2) 采用操作回路中的低气压闭锁动断触点回路(如图 3 所示); 在压力低造成控制回路断线时保证重合闸可靠放电。

针对事例 1 中的情况, 二次回路设计时尽可能使用操作回路中的低气压闭锁回路, 这样可以保证气压低时造成的控制回路断线和控制电源消失时控制回路断线保证重合闸可靠放电。

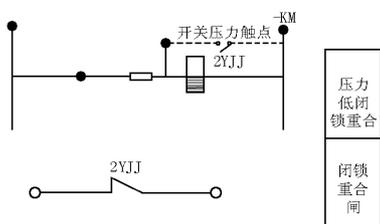


图 3 压力低闭锁回路改进方案

Fig.3 Improvement measure of low-pressure closedown loop

3) 采用操作回路中的模拟 KK 继电器的动断触点实现手跳后断路器重合闸可靠放电(如图 4 所示)。

目前国内继电保护生产厂家的操作箱中均增加了模拟 KK 继电器, 在手合继电器动作时动作, 手跳继电器动作时返回。使用模拟 KK 继电器的动断触点截至装置的闭锁重合闸开入, 可以可靠解决手跳断路器后一直闭锁重合闸, 之后如断路器检修控制回路断线重合闸不会误动; 但对于保护跳闸后未重合的情况不能实现闭锁, 必须在控制回路断线前再次手跳断路器(遥跳断路器)的方式实现闭锁重合闸。

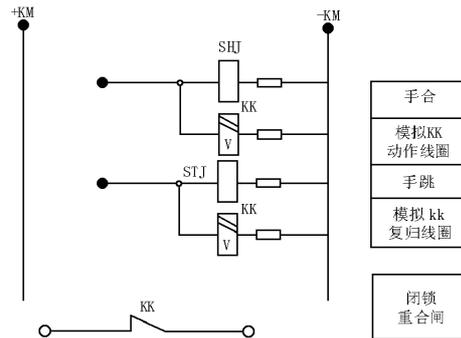


图 4 110 kV 采用模拟 KK 继电器动断触点的改造方案
Fig.4 Improvement measure of 110 kV adopting simulant KK relay contact

4) 对于 110 kV 具有不对应启动开入的重合闸装置, 可以采用跳位动合触点串合后动断触点的方式解决方案; 合后动断触点可以是控制把手或操作箱中模拟 KK 动断触点(如图 5 所示)。

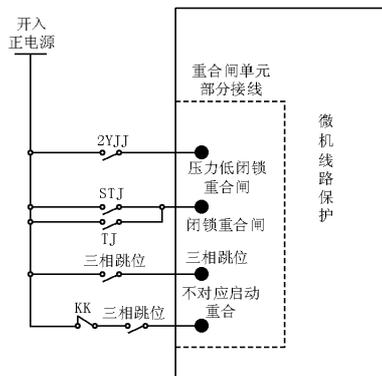


图 5 110 kV 不对应启动回路的改造方案
Fig.5 Improvement measure of 110kV uncorresponding position start-up loop

目前大多数微机保护中只引入一个跳闸位置(以下简称跳位)动合触点, 作为不对应启动判别、手合判别等依据, 这种情况下, 禁止用跳位动合触点串合后动断触点取代跳闸位置, 否则会影响保护的手合判别等逻辑。但某些微机保护(如 WXH-11x、WXH-15x)既引入断路器三跳位置, 也引入断路器位

(下转第 69 页 continued on page 69)

(46P)在泵工况停机过程中发生误动的事件,对#5机组的46P进行了试验以测试装置内CT的频率特性:方法为在不同频率下,外加三相对称额定电流 $I_N=1\text{ A}$ (二次侧),从软件中读取对应的一次侧电流(额定值为 15 kA)及其负序电流。其试验结果如表7所示。

从试验结果可见:

①频率越低,保护装置内部CT所产生的测量误差越大;

②低频时,由于装置内部CT测量误差的原因,将产生负序电流,且在 $20\sim 25\text{ Hz}$ 时,其负序电流最大,达到 5% 。(该保护负序电流报警值为 6% ,动作值为 53%);

③负序电流保护46P运行在低频状态下发生误动可能性很小。

3 小结

由于抽水蓄能机组担负着调峰填谷、调频、调压和事故备用的作用,因此比常规机组运行工况多,且起停频繁,对继电保护也就有了更高的要求。因此,在保护的设计与选型上需全面考虑好不同工况下保护的工作性能及电气参数变化对保护的影响,以便确定保护的闭锁逻辑。从目前实际的运行经验看,在合理解决好上述问题的前提下,微机型的继电保护装置可以很好地满足蓄能机组的运行要求。

参考文献

- [1] 殷建刚,彭丰,杨学锋.抽水蓄能电厂机组保护的

点与配置[J].湖北电力,2002,26(4):82-84

YIN Jian-gang, PENG Feng, YANG Xue-feng. The Characteristic and Configuration of Reservoir Power Plant Generator Set Protection[J]. Hubei Electric Power, 2002, 26(4):82-84.

- [2] 周才全,李歌浩.大型抽水蓄能机组的继电保护配置[J].水电厂自动化,2000,(2):61-68.

ZHOU Cai-quan, LI Ge-hao. The Configuration of Reservoir Power Plant Generator Set Protection[J]. Hydro Plant Automation, 2000, (2):61-68.

- [3] 常玉红.天荒坪抽水蓄能电厂发变组保护[J].水电站机电技术,2002,(2):53-56.

CHANG Yu-hong. The Generator and Transformer Protection of Tianhuangping Pumped Storage Power Station[J]. Hydro Plant Mechanical and Electrical Technology, 2002, (2):53-56.

- [4] 杨学锋.天堂抽水蓄能电厂机组及主变压器保护的配置和运行分析[J].水电厂自动化,2004,(2):27-30.

YANG Xue-feng. The Configuration and Operation Analysis of Tiantang Reservoir Power Plant Generator and Main Transformer Protection[J]. Hydro Plant Automation, 2004, (2):27-30.

- [5] 王维俭.电气主设备继电保护原理与应用[M].北京:中国电力出版社,1996.

WANG Wei-jian. The Principle and Application of Main Electrical Equipment Relay Protection[M]. Beijing: China Electric Power Press, 1996.

收稿日期:2006-07-25; 修回日期:2006-09-25

作者简介

蔡鑫贵(1977-),男,硕士,主要从事继电保护方面的维护与研究;E-mail:gz-cxg@163.com

史继莉(1977-),女,硕士,主要从事变电站设计、电压稳定方面的工作。

(上接第64页 continued from page 64)

置不对应开入,此时可以采用跳位动合触点串联合后动断触点的方式实现重合闸对断路器偷跳的准确识别。

5) 非技术措施。

在现场运行规程中规定,断路器备用时退出重合闸。当线路处于热备用状态,检修断路器或二次回路时,规定先退装置电源,再退控制电源;先合控制电源,后合装置电源。

参考文献

- [1] 朱声石.继电保护原理与技术[M].北京:电力工业出版社.

ZHU Sheng-shi. Relay Protection Theory and Technology[M]. Beijing: China Industrial Press.

- [2] 山东工学院,山东电力局.电力系统继电保护[M].北京:

水利电力出版社.

Shandong Institute of Technology and Shandong Electricity Bureau. Relay Protection of Power System[M]. Beijing: Hydraulic and Electric Power Press.

收稿日期:2006-06-26; 修回日期:2006-08-01

作者简介:

刘军(1958-),男,高级工程师,从事继电保护方面的运行管理;E-mail:liujun1@163.com

封晓东(1962-),男,高级工程师,从事继电保护方面的运行;

贺要锋(1972-),男,工程师,从事继电保护方面的运行。