

电力系统自动重合闸的案例逻辑分析

刘学辉¹, 贾风香¹, 冯熊彬²

(1. 合肥供电公司, 安徽 合肥 230022; 2. 池州供电公司, 安徽 池州 247000)

摘要:通过对微机保护的重合闸逻辑回路进行分析, 指出早期微机线路保护的重合闸逻辑存在的问题, 并针对问题提出改进措施和注意事项。同时, 在目前微机保护已被广泛采用的有利条件下, 故障分析应充分利用微机保护中的事件记录, 尤其是多个相关保护装置间事件记录的相互配合, 从而作出全面客观的分析。

关键词: 自动重合闸; 继电保护; 闭锁重合; 重合闸逻辑

中图分类号: TM 772

文献标识码: A

文章编号: 1006-6047(2006)03-0045-02

采用自适应分相重合闸策略, 在线路瞬时故障而被切除隔离后, 故障自行消失, 此时, 由自动重合装置进行一次合闸就可迅速恢复送电, 大大提高系统稳定性和供电可靠性^[1]。自动重合闸通常分为单相、三相、综合重合闸^[2]。对电网而言, 综合重合闸在我国使用较少, 三相重合闸多用在 110 kV 电网系统中, 单相重合闸则常见于 220 kV 及以上骨干电网中。

1 个案分析

不对应启动重合闸方式简单可靠, 还可以纠正断路器误碰或偷跳, 可提高供电可靠性和系统运行稳定性^[3], 在各级电网中具有良好运行效果, 是所有重合闸的基本启动方式。目前, 大部分微机保护(包括 PSL600 系列、LFP(RCS)900 系列)的重合闸逻辑对开关在合位的判断为其操作箱内 KTP 的常开接点状态, 即当 KTP 常开接点闭合时认为开关在分位。但不能简单地以 KTP 启动重合代替不对应启动重合, 还须进一步采样 SA 控制把手(或 HHSA), 并作出不对应启动逻辑。以下是笔者在实际工作中遇见的案例, 并已经过合理改造, 有一定参考性。

1.1 1 个半断路器接线方式下中、边开关重合闸时限的配合

1.1.1 问题和现象

某 500 kV 变电所继电保护设备在 2003 年春节及五一节分别进行的改造中实现了重合闸与保护装置完全分开, 体现了保护随线路配置, 重合闸随断路器配置的原则, 当年度 8 月 29 日的一次线路故障, 先 A 相故障, 线路保护动作跳开中、边开关 A 相, 重合后三相开关都跳开, 然后 A 相又合上。从录波图上看是线路异相相继性故障。导致当时分析定性为: 边开关跳开, 重合于故障后加速跳, 但由于边、中开关重合闸时限整定太靠近, 仅相差 100 ms, 由于种种原因, 中开关紧接着抢在保护后加速动作前发出重合脉冲, 而重合脉冲一旦发给操作箱后是不可挽回的。

当时的解决方案是: 边开关继续保持 700 ms 不变, 中开关重合时限由 800 ms 调整为 1000 ms。

1.1.2 原因分析

上述问题的实质是: 先 A 相单相故障, 线路保护动作跳开中、边开关 A 相, 重合闸发出重合命令, 而恰在此时异相 BC 相继性故障发生, 此时虽然保护动作, 但是开关实际并未分开, 开关辅助接点也尚未及时变位。尽管重合命令发出, 且一发重合命令就是三相都重合, 但此时只有 A 相早已跳开而合闸回路接通, A 相开关合上; BC 相合闸回路不通, 等到 BC 相开关辅助接点变位后接通合闸回路时, 合闸脉冲已经被继电保护的后加速发出的闭锁重合命令闭锁而返回。最大的佐证就是下面的中、边开关的事件记录。问题的另一个关键是: 保护收到的 A 相合闸并不是中开关而是边开关的合位, 而当时被错误地认为是中开关的位置。

下面是线路保护启动后开关量变位情况。

边开关的重合闸事件记录如下:

07 00813 MS A 相跳闸 1 -> 0 // 重合闸一旦发出, 就是合三相

08 00847 MS 收信 1 -> 0

09 00855 MS A 相跳闸 0 -> 1

...

5043 (边开关) RCL-SEL-351^①

Date Time Element State

70 03/08/29 14:25:51.483 IN101

Asserted // 收到保护装置发来的启动重合脉冲

...

59 03/08/29 14:25:52.193 CLOSE

Asserted // 710 ms 发出重合令(定值为 0.7 s)

...

47 03/08/29 14:25:52.228 IN103

Asserted // 再 35 ms 后加速动作, 闭重脉冲来中开关的重合闸事件记录如下:

5042 (中开关) RCL-SEL-351^①

① SEL-351 directional overcurrent relay, reclosing relay, fault locator, Instruction manual.

```
# Date Time Element State
38 03/08/29 14:26:10.688 IN101
Asserted //收到保护装置发来的启动重合脉冲
...
27 03/08/29 14:26:11.438 IN103
Asserted //750 ms 后加速动作,闭重脉冲来
26 03/08/29 14:26:11.438 SV2 Deasserted
25 03/08/29 14:26:11.438 79L0
Asserted //闭重成功
...
```

1.1.3 小结

综上所述,可见中开关根本就未发出重合闸命令,而线路保护在 813 ms 时已开关重合成功(参见:SEL-321-5 phase and ground distance relay,directional overcurrent relay,fault locator,instruction Manual.),甚至中开关在 750 ms 后也收到了线路保护后加速动作后所发闭锁重合脉冲,且闭锁成功,79L0 元件正确动作。

所以,对目前 500 kV 电压等级普遍采用了快速开关,中、边开关重合时限相差 100 ms 应该足以满足要求,不必作出调整。

1.2 事例

某 220 kV 变电所的 110 kV 各出线保护,采用了 CSL162 线路保护,配 ZSZ-11S 型三相操作箱。

a. 问题和现象。一次开关停役,当开关班检修完毕值班员合上直流操作电源时,开关突然重合,造成非预期合闸。幸亏当时开关处于检修且人员不在开关上工作,未酿成后果。

b. 原因分析。后经保护班调查分析认为:充电完好后重合闸启动方式有保护启动和不对应启动 2 种,而不对应启动重合在目前微机保护中普遍采用 KTP 常开和 SA 控制把手(或 HHS AJ)分别采样,再进行逻辑判别,因为 KTP 必须单独采样,它还用在重合闸的充电条件、手合加速保护等逻辑中(参见:四方保护控制公司 CSL-162 线路保护技术说明书)。针对 CSL162 保护中的重合逻辑如图 1 所示。

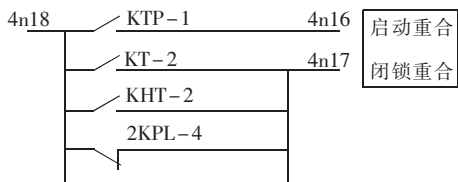


图 1 原启动和闭锁重合回路

Fig.1 Original start and lock-reclosing logic

从逻辑图中重合启动和重合闭锁回路分析可见,送上操作电源后,由于开关处于分位,KTP 必然会动作,从而启动重合,进入 CSL162 保护的重合闸程序,同时闭锁重合的 3 个条件均不满足(KT-2, KHT-2, 2KPL-4),不会闭锁,所以导致以上后果。

c. 改造方案。经与厂家协调,作出如图 2 所示的改造:在屏后端子排上加装了一个反映控制屏上 SA 把手位置的合后继电器 KC,利用其重动接点作为闭锁重合闸的又一个条件,形成 4 个条件闭锁重合,

为微机保护中重合闸逻辑形成不对应启动重合创造条件^[4]。其实,原方案中并不是不对应启动重合闸,而是 KTP 常开启动重合闸,因此逻辑本身就存在问题。

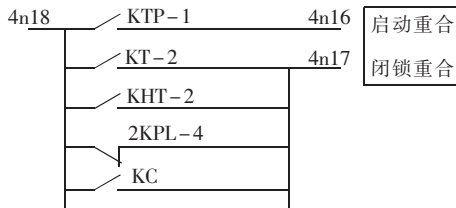


图 2 改造后启动和闭锁重合回路

Fig.2 Reconstructed start and lock-reclosing logic

2 结语

目前,随着计算机技术的发展,微机保护也不断更新换代^[5]。保护配置也在不断优化,保护间的逻辑配合要求保护设计、运行和管理人员对此都应有更深刻的认识,以便能选好、用好新型微机保护^[6],并在故障后充分考虑好各微机保护的事件记录,从中作出正确的分析判断。对保护本身逻辑也应充分考虑,全面校验,吸取传统保护固有的严密逻辑。同时,也应认真总结工程实践和运行管理中的经验教训,进一步提高继电保护的工程设计和运行管理水平。

参考文献:

- [1] 袁越,张保会. 电力系统自动重合闸研究的现状与展望[J]. 中国电力,1997,30(10):44-47.
YUAN Yue,ZHANG Bao-hui. Present state and prospects of power system automatic recloser research[J]. **Electric Power**,1997,30(10):44-47.
- [2] 贺家李,宋从矩. 电力系统继电保护原理[M]. 北京:水利电力出版社,1985.
- [3] 葛耀中,肖原. 超高压输电线自适应三相重合闸[J]. 电力自动化设备,1995,15(2):10-18.
GE Yao-zhong,XIAO Yuan. Self-adaptive reclosing in UHV transmission line[J]. **Electric Power Automation Equipment**,1995,15(2):10-18.
- [4] 洪毅文. 一次罕见的 110 kV 重合闸动作的分析[J]. 昆明理工大学学报,2005,30(1A):52-54.
HONG Yi-wen. Analysis of an unusual action of 110 kV reclosure[J]. **Journal of Kunming University of Science and Technology**,2005,30(1A):52-54.
- [5] 陈德树. 计算机继电保护原理与技术[M]. 北京:水利电力出版社,1992.
- [6] 能源部西北电力设计院. 电力工程电气设计手册[M]. 北京:中国电力出版社,1996.

(责任编辑:李玲)

作者简介:

刘学辉(1974-),男,安徽合肥人,工程师,硕士,从事电力系统继电保护设计、管理、维护工作(E-mail:xlhliu@sina.com.cn);
贾凤香(1975-),女,山东莱阳人,工程师,从事电力系统继电保护、直流设备维护工作;
冯熊彬(1968-),男,安徽宿松人,安全监察部主任,工程师,研究方向为继电保护。

Case study of power system auto-reclosing logic

LIU Xue-hui¹, JIA Feng-xiang¹, FENG Xiong-bin²

(1. Hefei Power Supply Company, Hefei 230022, China;

2. Chizhou Power Supply Company, Chizhou 247000, China)

Abstract: Reclosing logic of some microcomputer-based relay protections are analyzed. Some problems of early line protections are pointed out, and countermeasures and notices are presented. As the microcomputer-based relay protections have been widely applied, its event records should be fully used for fault analysis. Especially the mutual remedy of event records of multi relating protections helps for comprehensive and objective analysis.

Key words: auto-reclosing; relay protection; lock-reclosing; reclosing logic