

# 大型发电机组非全相保护若干问题探讨

周平<sup>1</sup>, 杨泽荣<sup>2</sup>, 鄢志超<sup>1</sup>

(1. 浙江浙能嘉兴发电有限公司, 浙江平湖 314201 ;  
2. 国电浙江北仑第一发电有限公司, 浙江宁波 315800)

**摘要:** 结合嘉兴发电厂二期工程的实际情况, 讨论了大型发电机组非全相保护配置的必要性和重要性。对发电机非全相保护与线路重合闸、断路器本体三相不一致保护配合的相关问题做了进一步分析, 指出发电机非全相保护存在的问题, 并提出了改进建议。

**关键词:** 发电机; 非全相保护; 线路重合闸; 配合; 探讨

**中图分类号:** TM307+.3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1007-1881(2009)03-0005-03

Some Problems about Incomplete Phase Protection in Large Generating Units

ZHOU Ping<sup>1</sup>, YANG Zerong<sup>2</sup>, YAN Zhichao<sup>1</sup>

(1 Jiaxing Power Generation Co., Ltd., Pinghu Zhejiang 314201, China; 2 Guodian Zhejiang Beilun NO. 1 Power Generation Co., Ltd., Ningbo Zhejiang 315800, China)

**Abstract:** According to the instances of Jiaxing power plant, the article discusses the necessity and importance of incomplete phase protection. Some problems are analyzed, such as reclosing of incomplete phase protection with line, and three-phase discrepancy of breakers. Then suggestions are put forward to solve these problems.

**Key words:** generator; incomplete phase protection; reclose; discrepancy; discuss

嘉兴发电厂二期工程安装4台600 MW火电机组, 为防止高压侧断路器在并网、解列以及正常运行中出现非全相运行工况, 造成对发电机转子的危害和系统内相邻设备的影响, 发变组保护在设计时均配置非全相保护。该保护一般采用灵敏的负序(或零序)电流与断路器非全相接点与门构成, 可实现对非全相断路器的再次跳闸(或者全停)和启动失灵保护。

本文结合嘉兴二期工程的实际情况, 对500 kV系统3/2接线的发电机非全相保护配置的重要性以及该保护与线路重合闸、断路器本体三相不一致保护之间的有关问题展开讨论, 指出其中存在的一些问题和改进建议。

## 1 非全相保护配置

发变组采用单元制接线, 发电机出口无断路器, 主变高压侧接入500 kV系统。该500 kV升压站采用3/2接线, 共配置有3个完整串, 4回发变组进线和2回500 kV出线至500 kV王店变, 电气主接线如图1所示。除发变组自身配置

的非全相保护以外, 根据华东电网要求, 对500 kV断路器配置了断路器本体三相不一致保护, 即由断路器内部机构三相不一致接点经一定延时重跳本断路器。

发变组自身非全相保护与断路器本体三相不一致保护有什么区别? 两者同时配置是否必要? 以下笔者对此展开分析。

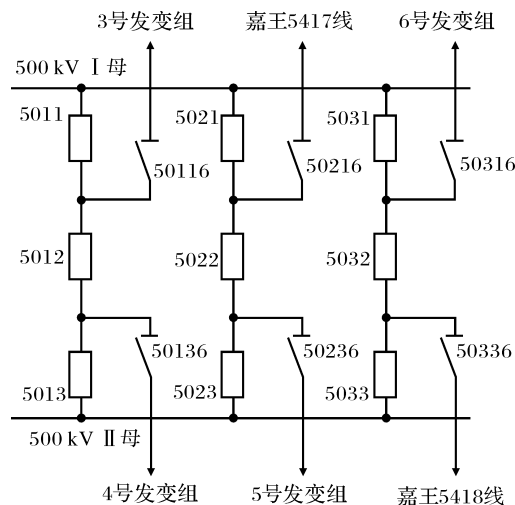


图1 嘉兴发电厂二期工程电气主接线图

### 1.1 发电机非全相保护和断路器本体三相不一致保护配置

为分析方便,以6号发变组为例进行讨论。6号发变组保护采用美国GE公司的T60保护装置,其中发电机非全相保护逻辑见图2。

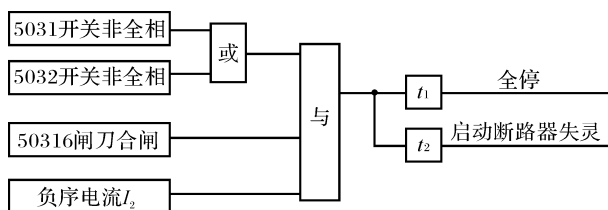


图2 发电机非全相保护逻辑图

图2中,“5031开关非全相”和“5032开关非全相”取自断路器本体接点驱动的双位置继电器辅助接点,“50316闸刀合闸”取自隔离开关本体接点驱动的双位置继电器辅助接点。负序电流 $I_2$ 取自发电机机端电流,按躲过正常运行中发电机最大负序电流整定。延时 $t_1$ 动作于全停,延时 $t_2$ 启动断路器5031和5032失灵回路, $t_1$ 整定值为1.0s, $t_2$ 整定值为1.5s。

而华东电网调度范围内500kV断路器均采用本体三相不一致保护,其中3/2接线的母线侧断路器本体三相不一致保护时间整定2s,中间断路器本体三相不一致保护时间整定为3.5s。

### 1.2 两项保护的异同比较

对比两者发现,首先配置的目的都是为了防止断路器发生非全相。所不同的是断路器本体三相不一致保护只针对断路器本身,判据和动作出口都在本断路器内完成。而发电机非全相保护则相对复杂,所考虑的对象包括断路器和发电机组,应以断路器发生非全相时保证发电机组的安全为主要出发点。因此,保护判据增加了发变组侧负序电流条件,动作出口也不同。

断路器本体不一致保护非常简单,即当发生断路器非全相时,直接重跳本断路器。如果此时断路器失灵拒动(对于分相操作的断路器,断路器机构失灵大多发生在断路器非全相状况下),那么非全相运行对发电机组(包括相邻线路)的影响依然存在。此时,就需要发电机非全相保护 $t_2$ 时限来启动断路器失灵,以保护发电机组的安全。虽然通过发电机负序过负荷保护也可以启动断路器失灵出口,但实际上由于该保护动作时间

过长,动作相对滞后,对发电机组(包括相邻线路)可能已经造成危害。因此,发电机非全相保护是必须配置的,不能用简单的断路器本体三相不一致保护代替。发电机非全相保护的 $t_1$ 时限动作于全停,既实现跳断路器功能,又可以去停汽机、灭磁和切换厂用电,有效保证机组安全停机,在停汽机后可有效降低发电机负序电流。因此,配置发电机非全相保护非常必要。

发电机非全相保护的发变组侧电量判据可以采用负序电流或者零序电流,一般电流宜取自自主变高压侧;当采用零序电流判据时,该电流必须取自自主变高压侧。将非全相保护设计在断路器保护单元内,从原理上也是可行的,但这与安装在发变组侧的非全相有一定差别,现场应着重考虑如何实现启动断路器失灵以及发电机组的全停,推荐电流取自自主变高压侧最为合适。

## 2 保护配合的分析

对断路器本体三相不一致的保护延时主要考虑与线路重合闸配合,这对电网内变电所非常适用。但发电厂的500kV升压站有一定特殊性。以嘉兴二期升压站为例,第1串因无线路重合闸配合问题,即5011、5012、5013这3个断路器的本体三相不一致保护延时可取0.5~1s,这样可有效缩短非全相保护动作时间,对发电机组有利。同样,发变组进线的边断路器因不涉及线路重合闸,如5023、5031断路器,也可按上述考虑。其他断路器因涉及重合闸问题,既要考虑线路重合闸时间配合,又要考虑发变组非全相,因此需要认真分析该断路器有关的线路重合闸、发电机非全相保护以及断路器本体三相不一致保护之间的配合问题。

仍以6号机组为例,按华东电网有关规定,5031断路器本体三相不一致保护时间整定为2s,5032断路器本体三相不一致保护时间整定为3.5s。而华东网调下发嘉王5418线重合闸延时为1s,即5032断路器单相重合闸时间为1s。

### 2.1 发电机非全相保护与线路重合闸时间配合

假设正常运行中嘉王5418线发生单相接地故障,保护单跳单重,即5033、5032断路器跳开故障相,经过重合闸延时1s后,合上5033、5032断路器的故障相。因此,对于5032断路器

来说, 在重合闸期间存在非全相工况, 5032 断路器非全相时间 $t_a$ 为:

$$t_a = 1 \text{ s} (\text{单相重合闸延时}) + \text{重合闸装置启动合闸时间} + \text{开关固有合闸时间}$$

根据图2 所示的6 号机组发电机非全相保护逻辑, 在5032 断路器单跳重合前, “5032 开关非全相”、“50316 闸刀合闸”条件满足, 而“负序电流 $I_2$ ”因其整定非常灵敏, 在线路重合期间(非全相运行条件下)也极易满足。假定“负序电流 $I_2$ ”达到整定值, 发电机非全相保护将启动, 全停出口时间 $t_b$ 为:

$$t_b = 5032 \text{ 辅助接点重动时间} + 1 \text{ s} (t_1 \text{ 整定时间}) + \text{全停出口继电器动作时间}$$

很明显, 如果 $t_b$  小于 $t_a$ , 将导致嘉王5418 线重合闸过程中6 号发变组全停。对比两者非常接近, 即使不考虑误差等其他因素,  $t_b$  小于 $t_a$  的可能性很大, 也就是说该工况下有很大的可能会导致6 号机组误跳。同样对于5022 断路器也存在类似问题。即5、6 号机组非全相保护的延时必须要考虑上述可能。而对于3、4 号机组就没有此问题。

## 2.2 发电机非全相保护与断路器本体三相不一致保护配合

嘉王5418 线发生单相故障后, 5032 断路器由于某种原因重合闸不成功。此时5032 断路器需要通过本体三相不一致保护延时3.5 s 跳开其它两相(假定负序电流条件满足), 此时,  $t_b$  远小于断路器本体三相不一致保护延时(3.5 s), 发电机非全相保护出口延时 $t_1$  必定满足, 出口延时 $t_2$  也满足, 其后果将非常严重。因此发电机非全相保护延时必须与断路器本体三相不一致保护延时配合。

前面提到第1 串由于是变-变组接线, 发电机非全相保护可以不考虑线路重合闸配合以及华东电网技术规程要求, 但是应该考虑发电机非全相保护与5012 断路器本体三相不一致保护时间的配合问题, 如3 号发变组通过5012 断路器并网(或者解列)时发生断路器非全相, 此时应保证4 号发电机非全相保护不动作。

## 3 保护配合的建议

根据以上分析, 在发电厂采用3/2 接线的升

压站, 线-变串中的发电机非全相保护延时既要考虑与线路重合闸时间配合, 又要与断路器本体三相不一致保护延时配合。而对于变-变串中的发电机非全相保护, 只需考虑与断路器本体三相不一致保护延时配合即可。

在线-变串中的发电机非全相保护延时整定时, 一般与中间断路器本体三相不一致保护延时(3.5 s)配合。但当边断路器发生非全相时, 如5031 断路器, 6 号发电机非全相保护动作时间又显得过长(至少3.5 s), 而5031 断路器本体三相不一致保护延时只有0.5~1 s。因此, 在实际工程中, 发电机非全相保护逻辑中的断路器非全相接点可选用断路器本体三相不一致保护延时后的接点(延时扩展接点), 同时将图2 中延时 $t_1$  和 $t_2$  调整成 $t_1$ 、 $t_2$ (时间级差)。这样就可以比较灵活地解决上述问题, 且能实现各台机组整定的一致性。如将边断路器与中间断路器在保护逻辑中分开, 可使边断路器的时间设得较短, 但导致了保护内部逻辑复杂化。另外, 应加强断路器本体三相不一致保护延时继电器的维护和检查, 系统内也曾经出现继电器特性变化导致设定延时偏离的情况发生。

## 4 结语

应用发电机非全相和断路器三相不一致保护时, 要高度重视发电机非全相保护配置的重要性和必要性。对发电机非全相保护时间、线路重合闸时间以及断路器本体三相不一致保护时间要认真分析, 明确相互配合关系。对明显不符合要求的时间配合情况, 必须及时修正, 以确保机组的安全稳定运行。

## 参考文献:

- [1] 王维俭. 电气主设备继电保护原因及应用[M]. 北京: 中国电力出版社, 1996.

收稿日期: 2008-12-16

作者简介: 周平(1975-), 男, 浙江平湖人, 工程师, 从事发电厂继电保护检修和管理工作。

(本文编辑: 杨勇)