

秦山第二核电厂发变组保护中非全相保护启动失灵动作原因的分析及解决措施

王建成, 郑砚国, 刘明章
(核电秦山联营有限公司, 浙江 海盐 314300)

摘要: 发电机出口断路器非全相保护启动失灵动作直接跳 500 kV 超高压开关, 是发电机 - 变压器 - 线路串 (发电机带出口断路器) 的接线方式中元件保护的基本配置与组合。测试、分析了在 1 号机组调试期间发电机出口断路器非全相保护启动失灵误跳 500 kV 开关的原因, 提出了行之有效的解决措施并在 2 号机组启动调试过程中得到验证和落实。

关键词: 非全相保护; 失灵保护; 负序闭锁

中图分类号: TM772 文献标识码: B 文章编号: 1003-4897 (2006) 04-0083-03

0 概述

秦山二期一号在调试期间发电机组带 64 MW 负荷时, 由于汽侧氢气冷却器冷却水流量严重不足, 致使发电机温度较高, 汽机降负荷后打闸, 在联动发电机跳闸的过程中, 发电机出口断路器非全相保护动作, 并且延时 2 000 ms 跳主变高压侧 500 kV 开关, 厂用电切换至 220 kV, 造成反应堆停堆。

甩负荷试验的过程中, 又一次出现了发电机出口断路器非全相保护动作信号。这两次非全相保护动作后 2 s, 启动失灵继电器 K986。

1 分析

1.1 发电机断路器非全相保护启动失灵的原理

发电机断路器非全相保护启动失灵的原理如图 1 所示。

1.2 对开关动作的机械特性检查

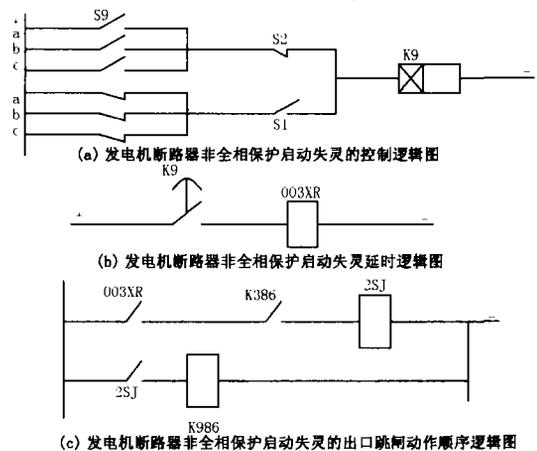
在停机小修时首先对开关动作的机械特性检查, 结果如表 1 所示。

表 1 开关动作的机械特性

Tab 1 Mechanical characteristic of switch operation

分闸次数	1	2	3	4	5
S9 动作时间 /ms	93	90	88	88.5	88.5
S2 返回时间 /ms	56	56	56	55.5	55.5
K9 脉宽时间 /ms	37	34	32	33	33

S1 和 S9 动作的时间差均小于非全相保护时间继电器的整定时间 100 ms, 但是分闸时间和非全相时间比试验时略有增加, 原因是由于开关内没有充入压缩空气。经过多次分合操作, 开关的同期性能均良好。



注: S1、S2 为发电机出口断路器操作机构辅助触点; S9 为发电机出口断路器触头的辅助触点; K9 为非全相时间继电器; 003XR 为中间继电器; K386 为发电机跳闸出口中间继电器; 2SJ 为非全相启动失灵时间继电器; K986 为失灵保护跳 500 kV 开关继电器。

图 1 发电机断路器非全相保护启动失灵的原理图

Fig 1 Control and logic diagram of generator-circuit breaker non-complete operation startup failure protection

1.3 对二次回路进行检查

经试验验证, 该时间继电器的动作时间与定值要求相同, 但 K9 的动作电压 8 V, 返回电压 7 V。试验 K9 特性时发现, 对继电器施加 37.4 ms 脉冲的 48 V 直流电压, K9 动作, 施加 27.4 ms 脉冲的 48 V 直流电压, K9 不动作。此动作时间与开关机械特性实验测出的由 S1、S9 决定的非同期时间 33 ~ 37 ms 很接近, 当非同期时间达到 K9 的动作时间, 将引起动作。

1.4 辅助触点非同期的原因

分析认为,由 S1、S9 决定的非同期时间达到使动作的脉宽时间是造成这次事故的主要原因。由于开关空气压力的泄露,还由于开关内略有受潮,开关通过不同的电流等原因,导致开关在不同的分闸操作中,由 S1、S9 决定的非同期时间,在某一误差允许的范围内有一定的变化,这一微小变化的随机时间在本次试验的记录中也能看出。

1.5 引起 2SJ 动作的原因分析

该时间继电器的电容性较大,对 K9 施加 37.4 ms 脉宽的 48 V 直流电压时,波形图如图 2。上升沿达到 8 V 和下降沿达到 7 V 的时间间隔为 1 300 ms,扣除继电器动作的延时时间 100 ms,使继电器保持动作的时间为 1 200 ms。

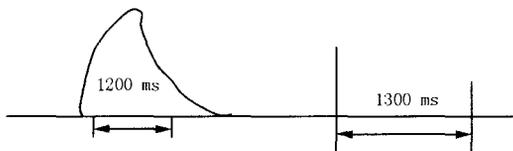


图 2 非全相启动失灵时间继电器出口波形图

Fig 2 Exit waveform of non-complete full operation startup failure protection time relay

由于此直流回路与交流 380 V 共用一条电缆,回路中有交流感应电,由于交直流回路的绝缘情况不同,感应电压略有增大,使继电器的外加电压曲线上升,使继电器动作的脉宽增加。

另外,启动失灵的时间继电器 2SJ 是否也存在低于整定时间的脉宽下引起动作,目前暂未作过试验。

由以上诸原因,使 2SJ 继电器返回的时间增加,达到 2 000 ms,使 K986 启动,导致 500 kV 开关跳闸。

2 解决措施

2.1 处理方案

与 K9 继电器并联一个电阻,在启动 500 kV 开关跳闸的非全相保护中增加了负序闭锁回路,参见图 3。

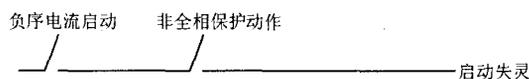


图 3 负序闭锁控制逻辑图

Fig 3 Control and logic diagram of negative-sequence blocking

2.2 取消非全相保护中负序闭锁回路

原因说明如下:

用于闭锁的负序电流为 $8\% I_L$ 。一般只考虑一相拒合、拒跳情况。当一相拒跳时,发电机出口 A、

B、C 三相均无电流,也无负序电流,导致非全相保护拒动。此一更改,相当于退出非全相保护,毫无意义。

当一相拒合时,发电机定子电流 $I_A = 0, I_B = I_C = I_L, I_L = I/1.732$,厂用电 A 相从系统吸收电流, B、C 相向系统送出电流。可能会引起 500 kV 后备保护动作。

另外,考虑到 A 相接地,保护动作,恰好 A 相拒跳情况,现在又将“主变低压侧接地”保护投入(此保护设计时用于停机后),跳开 500 kV 开关。

2.3 保护整定的配合

在以后的二号机的调试过程中,考虑更改非全相保护时间继电器的整定时间,或者更换动作电压和返回电压较高的时间继电器,减少回路更改。

2.4 保护运行方式的配合

将非全相保护启动失灵完善后,正常运行时退出“主变低压侧接地保护”压板。改进后的发电机断路器非全相保护启动失灵的出口跳闸动作顺序如图 4 所示。

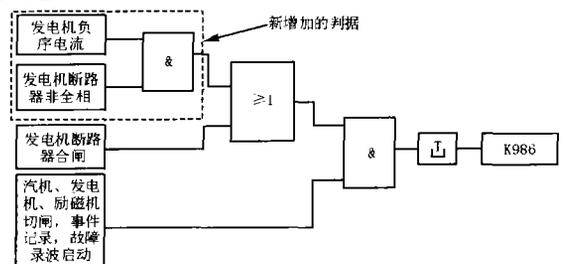


图 4 改进后的发电机断路器非全相保护启动失灵的出口跳闸动作顺序逻辑图

Fig 4 Operation exit order of generator circuit breaker non-complete operation startup failure protection after being improved

3 总结

1) 要全面掌握时间继电器的特性,不仅要掌握其在正常工况下的技术特性,同时也要了解在可能出现的非正常工况下的性能。在投运前,不仅要检查继电器的时间定值,也不能忽视继电器特性的全面检查。

2) 在审查设计图纸时,要注意避免交直流回路共用一条电缆的问题。

3) 必须通过整组试验来确定回路保护是否良好。

4) 对利用操作机构接点与开关辅助接点构成的非全相保护,作为启动失灵的依据,是不完善的,必须增加满足现场逻辑的其它判据。

参考文献:

- [1] 王建成. BSI-2000计算机监控系统在秦山 500 kV 联合开关站的应用 [J]. 电力情报, 2002, 69 (4): 99-102.
WANG Jian-cheng Application of BSI-2000 Computer Control System in Qinshan 500 kV Cosubstation [J]. Information on Electric Power, 2002, 69 (4): 99-102.
- [2] 王建成,张涛,王奇文,等. 秦山第二核电厂 500 kV 出线三相电流不平衡原因的测试分析及对策 [J]. 电网技术, 2005, 29 (5): 79-83.
WANG Jian-cheng, ZHANG Tao, WANG Qi-wen, et al Test Analysis and Countermeasure of Three 500 kV Electric Power Line Three Phase Current Imbalance of Qinshan Nuclear Power Plant [J]. Power System Technology, 2005, 29 (5): 79-83.
- [3] 王建成. 秦山第二核电厂 2 ×650 MW 核发电机组波动分析及解决措施 [J] 继电器, 2004, 32 (19): 59-64.

- WANG Jian-cheng Countermeasures on Fluctuate of 650 MW Generator of Nuclear Power Plant Phase [J]. Relay, 2004, 32 (19): 59-64.
- [4] 王建成. 核电厂接地网测试与分析 [J]. 华东电力, 2002, 30 (12): 53-55.
WANG Jian-cheng Test and Analysis of Grounding Net in Nuclear Power Plant [J]. East China Electric Power, 2002, 30 (12): 53-55.

收稿日期: 2005-07-06; 修回日期: 2005-11-11

作者简介:

王建成 (1954 -),男,工程师,研究方向为核电机组稳定与继电保护; E-mail: wangjc@npqjvc.cn
郑祝国 (1966 -),男,高工,研究方向为工程管理与建设;
刘明章 (1970 -),男,高工,研究方向为核安全与技术改造。

Causes and measures of non-complete phases protection s start failure second Qinshan nuclear power plant generator-transformer group protection

WANG Jian-cheng, ZHENG Yan-guo, LU Ming-zhang
(Nuclear Power Qinshan Joint Venture Co., Ltd, Haiyan 314300, China)

Abstract: Non-complete phases protection startup failure protection of the generator circuit breaker to open the 500 kV super high voltage circuit breakers is the basic configuration and combination of generator-transformer-line connection manner. In this paper, the reasons of No. 1 generator circuit breaker non-complete phase protection startup failure protection to open the 500 kV super high voltage circuit breakers in the debugging time is analysed, the effective measures are also put forward and carried out in the debugging time of No. 2 generator group.

Key words: non-complete protection; failure protection; negative-sequence blocking

(上接第 82 页 continued from page 82)

- GU Xin Make Use of the Fiber Optic Correspondence Network Transmission to Protect the Signal after the Electricity [J]. Telecommunications for Electric Power System, 2004, 25 (7): 34-37.
- [7] 刘金宫,等. 220 kV 微机型备用电源自动投入装置研究 [J]. 电力自动化设备, 2005, 25 (1): 95-100.
LU Jin-guan, et al Study on 220 kV Automatic Bus Transfer Device [J]. Electric Power Automation Equipment, 2005, 25 (1): 95-100.
- [8] 国电南京自动化股份有限公司. PSP641 数字式备用电源自投装置 [Z]. 2000.

- Nari-relays Co., Ltd PSP641 Digital Reserve Power Switch in Device [Z]. 2000.
- [9] 许继电气股份有限公司. WBT-820 系列微机自备投装置 [Z]. 2003.
XJ Electric Co., Ltd WBT-820 Series of Microcomputer-based Reserve Power Switch in Device [Z]. 2003.

收稿日期: 2005-06-30; 修回日期: 2005-09-12

作者简介:

唐海军 (1963 -),男,高级工程师,从事电网继电保护、自动化技术管理工作。E-mail: thj7892115@163.com

Design and implementation of the far-away place reserve power based on the optical-fiber correspondence

TANG Hai-jun
(Changde Electric Power Bureau, Changde 415001, China)

Abstract: When the center transformer substation no-voltage in 110 kV network tie-line, the reserve power of original substation cannot operate. A new reserve power scheme is put forward based on state information, fault information and on-or-off switch mode of present-used optical-fiber communication channel. The new scheme improves the old device's operation theory and logic by adding communication interface and optic communication module to be connected with optic-fiber-network. The scheme has been employed in 110 kV network to implement far-away reserve power of multi-level series network.

Key words: reserve power; fault test; optical-fiber channel; far-away implementation