

FCB 功能相关的发变组保护逻辑改造

刘 麒¹, 刘 麟²

(1. 国电宁夏石嘴山发电有限责任公司, 宁夏 石嘴山 753200; 2. 宁夏京能宁东发电有限责任公司, 宁夏 银川 750400)

摘要: 大型火电机组快速甩负荷 (Fast Cut Back, FCB) 功能的实现, 在故障后迅速恢复供电以及避免大面积停电后的黑启动方面具有重要意义。为了实现 FCB 功能, 火电机组的设计理念必须有较大的突破, 需要发电厂内机、炉、电、热各主要设备的协调配合。从电气专业角度, 研究了现有发变组保护的类别、出口方式、保护联锁逻辑等。提出了为实现 FCB 功能对发变组保护相关逻辑进行的改造措施, 给出了电气 FCB 信号的实现方法, 改造后的发变组保护完全满足机组 FCB 功能对电气二次设备的要求。这些措施对同类型机组实现 FCB 功能有一定的借鉴作用。

关键词: 发变组保护; 联锁逻辑; 快速甩负荷

Improvements for generator-transformer protection logic relating to FCB function

LIU Qi¹, LIU Lin²

(1. GD Ningxia Shizuishan Electric Power Co., Ltd, Shizuishan 753200, China;

2. Ningxia Jingneng Ningdong Electric Power Co., Ltd, Yinchuan 750400, China)

Abstract: The Fast Cut Back (FCB) function in large-scale thermal power plant has an important significance in realizing quick power restore and avoiding black-start after power failure in large area. In order to achieve FCB functions, the design concept of thermal power units must have a major breakthrough and all of the main equipment have to work together coordinately, such as the turbine, boiler, electricity and thermal equipment. From the professional perspective of electrical engineering, the category, trip target and interlock logic of generator-transformer protection are studied. The improvement measures of generator-transformer protection in order to realize FCB function are proposed and the realization method of electric FCB signal is given, which can meet the requirements of FCB function for secondary electric device. These measures can be used for reference for realizing FCB function in similar power plant.

Key words: generator-transformer protection; interlock logic; fast cut back

中图分类号: TM731; TM77 文献标识码: B 文章编号: 1674-3415(2011)04-0146-03

0 引言

随着国民经济的快速发展, 社会对电力的需求越来越大。为了尽快满足这一需求, 大容量、高参数、自动化程度高的国产或进口 600 MW、1 000 MW 发电机组已相继投入电网运行。为了进一步提高大容量机组的安全性, 国内已有几个电厂尝试性地实施了部分机组 FCB 功能的试验工作, 并取得了理想的效果。

所谓 FCB 是指机组在高于某一负荷之上运行时, 因机组或电网故障与电网解列, 瞬间甩掉全部对外供电负荷, 并保持锅炉在最低负荷运行, 维持发电机带厂用电运行或停机不停炉的自动控制功能。机组具备 FCB 功能不仅有助于事故情况下机组安全停机, 而且可以使发电机具备解列后带厂用电“孤岛运行”的能力^[1]。

出于对机组安全性的深度考虑, 在对本厂主要设备深入了解的基础上, 某电厂决定开展相关工作, 争取实现本厂 2 台 660 MW 超临界表面间接空冷机组的 FCB 功能。专门组织汽机、锅炉、电气、热控专业技术人员赴上海外高桥第二发电厂、粤电珠海电厂、浙能兰溪电厂调研机组实现 FCB 功能的情况。通过充分调研和分析, 专业人员一致认为本厂的汽机、锅炉、电气一次系统、热工控制系统等设备基本满足 FCB 功能的相关要求, 但电气发变组的保护逻辑不满足机组 FCB 功能的要求, 需要对其进行必要的改进和完善。

1 发变组电气一次系统

发变组电气一次接线如图 1 所示。

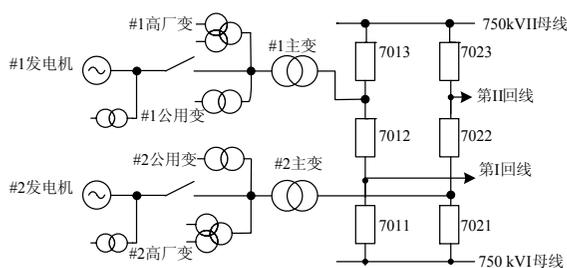


图 1 发变组电气一次系统图

Fig.1 Electric major connective line of generator-transformer

每台机组均采用发电机、变压器单元接线, 发电机出口设断路器, 正常的并网、解列操作在发电机出口断路器上进行。每台机组设两台高压厂变, 供厂用 6 kV 三段母线, 机组启动时, 通过主变倒送供给厂用电。发电机采用自并励静态励磁系统。

变电站电气主接线采用 1 个半断路器接线, 电压等级 750 kV, 设置完整的两个发变-线串, 大量的电能通过两条同杆架双回线接入银川东 750 kV 变电站。

此外, 两台机组公用一台停机变, 停机变容量按单台机组安全停机负荷考虑, 停机变电源取自附近的变电站 110 kV 母线, 停机变低压侧作为每台机组厂用 6 kV 母线的备用电源。每段 6 kV 厂用电源切换通过各自投装置实现。

2 发变组保护逻辑现状

发变组保护采用北京四方继保公司生产的 CSC-306D、CSC-316M、CSC-316A、CSC-336C 型保护装置, 分别实现对发电机(含励磁变)、主变、高压变的电气量和非电气量保护功能。

2.1 定义的保护出口方式

1) 全停: 跳主变高压侧 750 kV 开关、跳发电机开关、跳磁场开关、跳 6 kV 侧开关、关主汽门、起停 750 kV 开关和发电机开关的失灵保护。

2) 停机: 关主汽门、跳发电机开关、跳灭磁开关。

3) 停汽机: 关主汽门。

2.2 各种保护的出口方式

1) 作用于全停的保护

- a. 主变差动保护
- b. 主变高压侧零序保护
- c. 主变低阻抗保护
- d. 主变过激磁保护
- e. 主变非电量保护
- f. 高压厂变差动保护

g. 高压厂变速断保护

h. 高压厂变非电量保护

i. 高压厂变后备保护

2) 作用于停机的保护

a. 发电机差动保护

b. 发电机定子接地保护

c. 发电机匝间保护

d. 励磁变速断保护、过流保护

e. 发电机过激磁

f. 发电机过电压保护

g. 控制台紧急停机按钮

3) 作用于停汽机的保护

a. 发电机对称过负荷保护

b. 发电机不对称过流保护

c. 发电机失磁保护

d. 发电机频率保护

e. 发电机失步保护

2.3 与发变组相关的保护逻辑

1) 机炉电联锁逻辑

在机炉电联锁逻辑中, “电跳机”和“机跳电”是双向的。“电跳机”方式是通过电气保护动作后关主汽门实现, “机跳电”方式是通过程序逆功率保护实现^[2]。

2) 电网安全稳定装置切机逻辑

当电网安全稳定装置动作切机时, 装置输出触点至发电机保护中的“外部跳闸开入”保护, 将发电机、汽轮机跳闸。

3) 发电机、磁场开关跳闸联锁逻辑

在正常运行中, 当发电机开关或磁场开关偷跳或受干扰跳闸时, 通过跳闸开关的辅助触点启动发电机非电量保护中的联跳回路, 不经任何闭锁, 将发电机、汽轮机跳闸。

3 发变组保护逻辑改进与完善

3.1 改进后的保护出口方式

由于我公司进行系统优化对汽轮机设置了 100% 高压旁路, 当电气保护动作后, 不需要立即关闭主汽门。因此, 对保护出口方式重新定义如下:

1) 全停: 跳主变高压侧 750 kV 开关、跳发电机开关、跳磁场开关、跳 6 kV 侧开关、起停 750 kV 开关、发电机开关失灵保护。

2) 解列灭磁: 跳发电机开关、跳灭磁开关。

按照改进后的保护出口方式, 原作用于全停的保护出口方式不变, 原作用于停机、停汽机的保护出口方式改为解列灭磁。

3.2 改进后的相关保护逻辑

1) 机炉电联锁逻辑

在机炉电联锁逻辑中,“机跳电”方式是通程序逆功率保护实现,“电跳机”方式仍保留,发变组保护屏中“关主汽门”的跳闸压板可视汽机系统运行情况来投退。

2) 电网安全稳定装置切机逻辑

当电网安全稳定装置动作切机时,装置输出触点至主变高压侧 750 kV 开关的跳闸回路,直接将 2 台开关跳闸。

3) 发电机、磁场开关跳闸联锁逻辑

考虑到开关辅助触点的不可靠性和没有任何闭锁的实际,为了尽可能地减少发变组保护误动的机率,取消发电机、磁场开关跳闸的联跳保护逻辑,具体功能由发电机失磁保护实现^[3]。

4) 励磁调节器严重故障联跳逻辑

由于微机励磁调节器具备故障自诊断功能,当装置出现严重故障时,装置跳磁场的同时会输出“装置故障”触点。可将该触点接至发电机非电量保护“外部跳闸”中,启动发电机跳闸^[3]。

3.3 保护功能的完善

1) 增加发电机零功率保护功能,实现电气 FCB 信号

在发电机保护屏内增加1套“零功率判别装置”,实现发电机零功率保护功能。

考虑到当发电机零功率时,主变高压侧开关仍有可能在合闸位置,不能采用该开关变位信号来作为电气 FCB 信号,应采用零功率保护动作、发电机开关、主汽门状态三者相“与”来作为电气 FCB 信号^[2],逻辑如图 2 所示。

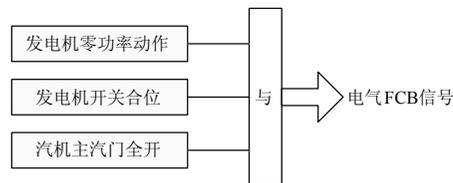


图 2 电气 FCB 信号逻辑图
Fig.2 Logic of electric FCB signal

2) 电气 FCB 信号的作用

通过启动出口继电器,电气 FCB 信号作用如图 3 所示。

- a. 通知热工自动控制系统,触发机组 FCB 功能。
- b. 联跳主变高压侧开关^[2]。
- c. 闭触点与发电机开关触点串联,作为发电机的“并网信号”送往励磁调节器,启动励磁调节器初始给定值置位,以防止发电机突然甩去大量负荷

后过电压。

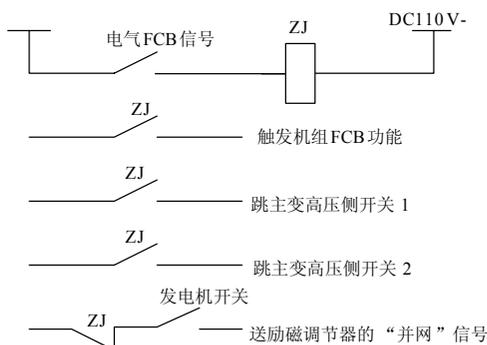


图 3 电气 FCB 信号作用示意图
Fig.3 Function of electric FCB signal

3) 增加主变高压侧开关“同期并网”功能

当发电机带厂用电“孤岛运行”一段时间后,若条件满足后,发电机需要与系统再次并网,这时实际的同期点在主变高压侧开关上,而不是在发电机开关上,原设计只为发电机开关设置了一套自动准同期装置。针对这种情况,需要专门设置一套“同期选线”装置,以供 2 台主变高压侧 4 台开关同期并网时使用。

4 结束语

由于电气发变组保护设计当初没有考虑机组 FCB 功能的相关问题,造成机组直接实现该功能有一定难度。本文通过对发变组保护逻辑现状进行分析,并结合相关设备的实际情况,提出了实现 FCB 功能需要对发变组保护相关逻辑进行的改进和完善措施,完全满足机组 FCB 功能对电气二次设备的要求。本文所提到的对发变组保护的改进和完善措施,对同类型机组实现 FCB 功能有一定的借鉴作用。

参考文献

[1] 王学根, 腾卫明, 舒畅. 通过控制系统改造实现国产 600 MW 超临界机组 FCB 功能[J]. 中国电力, 2009, 10: 73-76.
WANG Xue-gen, TENG Wei-ming, SHU Chang. Realization of FCB in the 600 MW supercritical units by control system retrofit[J]. Electric Power, 2009, 10: 73-76.

[2] 刘文. 浅析发电机-变压器-线路组保护配置特点[J]. 继电器, 2005, 33(15): 18-20.
LIU Wen. Configuration features of protection for generator-transformer-line band[J]. Relay, 2005, 33(15): 18-20.

(下转第 154 页 continued on page 154)

明显看出装置的补偿效果。

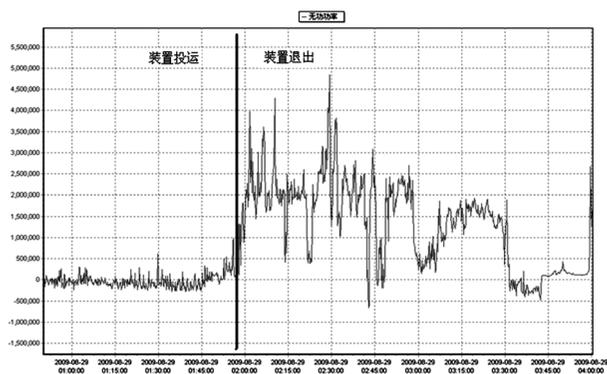


图 12 投运前后无功功率测试数据

Fig.12 Reactive power test data of D-STATCOM on operation or not

3 结论

本文提出一种适用于变电站应用的电能质量调控装置，将移动型链式 D-STATCOM 与并联电容器结合起来，实现对冲击性负荷的实时补偿和变电站稳态调压功能。针对链式 D-STATCOM 的特点，给出了完整的系统调试方案和重要的试验数据。测试与应用表明，樟树变 D-STATCOM 运行效果良好，达到了设计的目的。

参考文献

[1] 陈璇, 邵志兰, 徐勇. TCR型动态无功静止补偿装置用于电力拖动[J]. 高电压技术, 2002, 28(10): 52-53.
CHEN Xuan, SHAO Zhi-lan, XU Yong. Application of TCR static compensators (SVC) for reactive power in electric drag and speed regulation[J]. High Voltage Engineering, 2002, 28(10): 52-53.

[2] 卢志良, 张尧. 梧州SVC在电压控制下无功储备优化分析[J]. 电力系统保护与控制, 2010, 38(8): 137-139.
LU Zhi-liang, ZHANG Rao. Analysis on reactive reserve optimization of SVC under voltage control in Wuzhou power net[J]. Power System Protection and Control, 2010, 38(8):137-139.

[3] 刘玉雷, 解大, 张延迟. 静止无功补偿器用于抑制厂用电系统电压波动仿真[J]. 电力系统自动化, 2006, 30(16): 97-101.

LIU Yu-lei, XIE Da, ZHANG Yan-chi. Simulation of static var compensator to restrain the voltage fluctuation of electric auxiliary system[J]. Automation of Electric Power Systems, 2006, 30 (16): 97-101.

[4] 徐琳, 韩杨, 云伟俊, 等. 工厂配电系统电能质量仿真与治理方案研究 [J]. 电力系统保护与控制, 2008, 36(17): 38-42.
XU Lin, HAN Yang, YUN Wei-jun, et al. Research on power quality simulation and enhancement scheme of the distribution system of factory[J]. Power System Protection and Control, 2008, 36 (17): 38-42.

[5] 郑建, 陈劲操. 混合级联逆变器在STATCOM中的应用研究 [J]. 电力系统保护与控制, 2009, 37(18):57-61,73.
ZHENG Jian, CHEN Jing-cao. Study of STATCOM based on hybrid cascaded multilevel inverter [J]. Power System Protection and Control, 2009, 37(18):57-61,73.

[6] 涂春鸣, 李慧, 唐杰. 基于直接电流控制的D-STATCOM装置研制[J]. 高电压技术, 2008, 34 (6): 58-62.
TU Chun-ming, LI Hui, TANG Jie. Development of D-STATCOM based on direct current controller[J]. High Voltage Engineering, 2008, 34 (6): 58-62.

[7] 段大鹏, 孙玉坤. 基于三相VSI的PWM型SVG的系统仿真[J]. 电力系统及其自动化学报, 2006, 18(4): 29-34.
DUAN Da-peng, SUN Yu-kun. Simulation of three-phase PWM VSI-based SVG system[J]. Proceedings of the CSU-EPSA, 2006, 18(4): 29-34.

[8] 范瑞祥, 孙旻, 沈斐, 等. 基于限值判断的DSTATCOM分频协调控制方法研究[J]. 电力系统自动化, 2009, 33(4): 67-71.
FAN Rui-xiang, SUN Min, SHEN Fei, et al. Research of frequency dividing coordinated control method in DSTATCOM based on limit values judgment[J]. Automation of Electric Power Systems, 2009, 33(4): 67-71.

收稿日期: 2010-02-08

作者简介:

范瑞祥 (1977-), 男, 博士, 主要从事电力电子技术方面的研究工作; E-mail: ricefan117@126.com

吴素农 (1964-), 男, 高级工程师, 主要从事电力系统运行控制方面的研究与管理工。

(上接第 148 页 continued from page 148)

[3] 郝延丽, 赵春刚, 屠黎明. 内蒙 300 MW-220 kV 发变组保护标准设计及应用[J]. 继电器, 2007, 35(22): 67-71.
HAO Yan-li, ZHAO Chun-gang, TU Li-ming. Standard design and application of protection for 300MW-220 kV generator-transformer unit in Inner Mongolia area[J]. Relay, 2007, 35(22): 67-71.

收稿日期: 2010-02-27; 修回日期: 2010-10-21

作者简介:

刘 麒 (1975-) 男, 工程师, 本科, 一直从事火电厂调度运行管理工作;

刘 麟 (1976-), 男, 工程师, 本科, 一直从事电网继电保护专业技术管理工作。E-mail: liulin761003@126.com