

开关，备用自投均动作成功。

6:37 开始，小系统频率又逐步下降至 48.5Hz 以下（系#5 机调速系统异常引起），导致芦庄变低周保护（48.5Hz/20s）动作切除 8 条 10kV 线路，后小系统频率回升至 49.5Hz 左右波动。

6:42 拉开扬名变扬珠 783 开关，下甸桥变备自投动作成功。

6:43 合上高浪变高珠 783 开关，恢复高新气体供电。

6:45 拉开协联电厂 735 开关，协联电厂孤厂运行。

6:46 合上扬名变 110kV 母联 710 开关。

6:55--7:03 芦庄变、中桥变、下甸桥变 10kV 低周切除线路全部送电。

6:58 协联电厂恢复并网。

2.2 事故处理分析

2.2.1 小系统并网的处理分析

事故发生后，调度运行人员的第一处理思路是：拉开协联电厂的并网开关，合上扬名变 110kV 母联 710 开关对副母线送电，合上协联电厂并网开关。但与电厂值班人员沟通后，值班人员反映当时 3 台机组带 50MW 左右电负荷（与一定量的热负荷），若拉开并网开关，发电机可能飞车，造成严重后果。调度运行人员随即考虑另一处理思路：先后拉开华庄变 2 号主变 702 开关、扬名变扬惠 737 开关、芦庄变 2 号主变 702 开关、扬名变扬珠 783 开关，使所供 110kV 变电站负荷通过备自投动作转移，逐步减少小系统内负荷，并使电厂机组不至于高频切机，再拉开协联电厂的并网开关，合上扬名变 110kV 母联 710 开关对副母线送电，协联电厂并网。

此种处理思路首先考虑保障电厂机组的安全，分步减少电厂机组出力，控制频率在一定范围。在处理过程中因为电厂机组调速系统不稳定，导致所供 110kV 变电站低周保护动作切除 10kV 线路，不属于正常的事故处理考虑因素。调度在恢复母线送电后，立即对低周保护切除的 10kV 线路送电，缩小了对外停电时间。

2.2.2 小系统内低频减载装置相继动作

根据地方小电厂并网管理规定要求，当发生小系统运行时，小电厂应能持续向小系统内用户提供合格的电能；该供电系统内应有足够的低频减负荷装置。110kV 中桥变、芦庄变、下甸桥变均配置了

一定数量的低频减载负荷。在配置负荷时，考虑了 220kV 母线发生故障引起小系统同时带 35kV 母线负荷，电厂出力比负荷小，出现低频且频率逐步降低并崩溃的最严重情况。

协联电厂#5、#6 机为抽凝机组，其调速系统采用的是电动液压装置，首先调节供热压力，其次调整电气量（电压、频率），但因其调节异常、紊乱，导致事故发生时，频率波动，从而引起中桥变低周保护动作；电厂根据现场规程对#6 机的切除（情况较危急，当时电压大幅下降，汽机振动增加，发电机出现强励），小系统功率出现缺口，导致下甸桥变低周保护动作；#4、#5 机运行供电时，因#5 机调速系统异常，其出力大幅下降，致使小系统频率低于 48.5HZ，并持续 20 秒以上，芦庄变低周保护动作。协联电厂#4 机频率变化如图 2 所示。

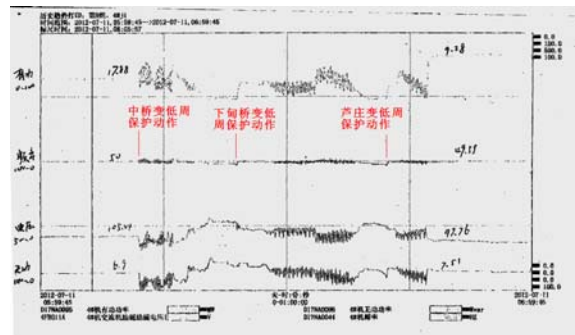


图 2 协联电厂#4 机相关数据变化图

2.2.3 电厂高频、低频切机装置不动作

协联电厂机组低频切机的频率定值整定为 47Hz，高频切机的频率定值整定为 52Hz。在事故过程中小系统频率波动范围为 48.2-51.5Hz 之间，故其高、低频切机装置不动作。

综上所述，事故发生后，安全自动装置均正确动作，调度事故处理在保证供电可靠性的前提下兼顾了电厂机组的安全性，及时、准确调整处理思路，提高了事故处理效率。

3 调度运行管理措施及建议

3.1 运行管理措施

地区所有小电厂机组的调速系统应及时进行改造，若再发生此类小系统运行方式时，调度运行人员可直接拉开电厂并网开关，迅速对失电负荷送电，加快事故处理速度。同时加强电厂值班人员业务培训，编制小系统运行时的处理预案并进行应急演练。

对地区所有小电厂高低频切机、振荡解列保护

等安全自动装置及涉网保护运行情况展开调查, 严格按电网运行要求执行。

对有可能形成小系统运行的地方小电厂所在供电系统运行方式进行优化, 合理配置低周低压减负荷装置。

3.2 改进建议

排查系统内有电厂并网的变电站, 在母联(分段)开关加装同期并列装置, 以便在事故情况下小系统能通过母联(分段)开关快速并网, 加快事故处理速度。

完善电网中可能导致小系统运行的相关 220kV 变电站事故处理预案, 组织调度运行人员进行学习掌握, 加强调度运行人员在电厂带小系统运行方面的业务培训及反事故演练。

4 结束语

在系统内设备发生故障时, 可能引起电厂带系统内负荷运行的小系统情况。在调度运行管理工作中, 应加强对电厂设备的关注, 提高设备运行可靠

性。对有可能形成小系统运行的供电系统运行方式进行优化, 合理配置低周低压减负荷装置, 保证供电可靠性。在小系统的事故处理中, 由于各种不可控因素, 调度运行人员可因地、因时制宜, 及时调整处理思路, 提高事故处理效率。

在调度班组日常培训中, 适当增加此种概率较小的事故预想, 提高调度运行人员对疑难问题的思考和处理经验, 这样才能全面提升调度运行人员综合水平, 更好保证电网安全。

参考文献:

- [1] 陈化刚, 张开贤, 程玉兰. 电力设备异常运行及事故处理[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2005.
- [2] 李坚. 电网运行及调度技术问答[M]. 北京: 中国电力出版社, 2006.

作者简介:

周晓锋(1983-)男, 本科, 助理工程师, 从事电网调度运行工作。