

黑启动电站启动调试及继电保护问题探讨

马长征¹, 沈飞飞²

(1.江苏省电力公司检修分公司,江苏南京 211102;2.苏州供电公司配电运检工区,江苏苏州 215000)

摘要:文中以苏北黑启动电站为例,说明了黑启动电站发电机保护配置及设计方案,介绍了站内启动和系统黑启动的试验流程。同时,结合黑启动试验系统与正常运行系统的差异,重点分析了部分保护及自动装置的原理、调试情况和运行注意事项。最后,根据黑启动机组的特殊要求,提出了低频、低压保护的运行操作要求。

关键词:黑启动;启动调试;继电保护

中图分类号: TM774

文献标志码: B

文章编号: 1009-0665(2012)02-0047-03

电网“黑启动”是指整个电网因故障崩溃停运后,系统全部停电,处于全“黑”状态,此时通过系统中具有自启动能力机组的启动和外来电源,带动无自启动能力的机组,逐步扩大系统的恢复范围,最终实现整个系统的恢复和正常供电。

1 黑启动及其一般过程

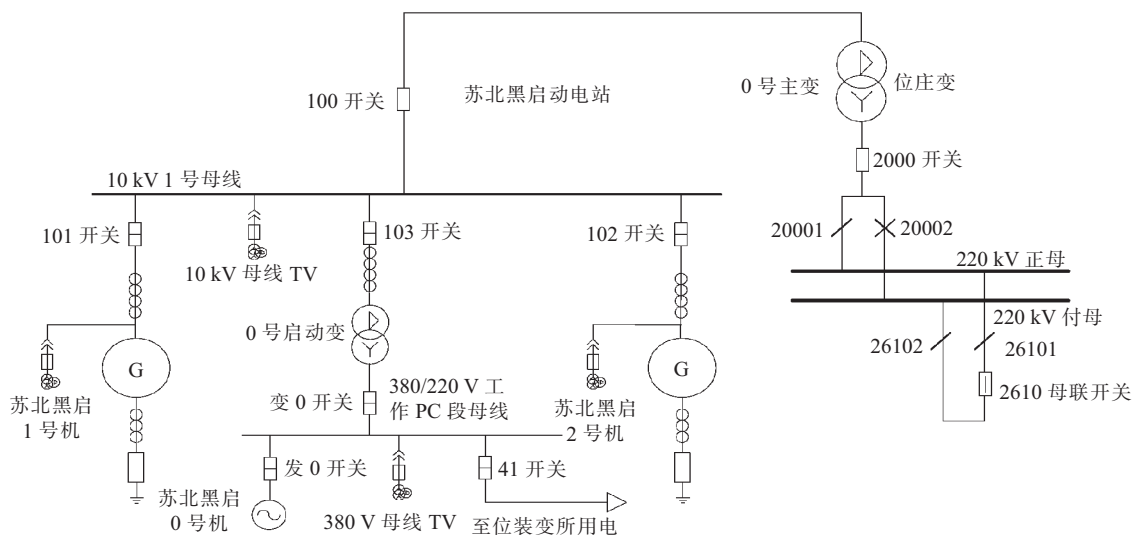
典型的黑启动方案是由一台自启动机组作为黑启动电源(如水电机组)给空载串联长线路(黑启动路径)充电。然后单电源通过串联长线路启动另一台不具有自启动能力的机组,通过厂用变向被启动机组的厂用负荷供电,形成单侧电源带小负荷的运行方式。厂用负荷恢复供电后,被启动机组开始启动,稳定运行后与另一端的电源实现两机同期并列。并列成功,形成双电源结构^[1]。

苏北黑启动电站位于徐州市铜山县境内,紧邻新建 220 kV 位庄变电站。工程建设 2 台 13 MW 柴

油燃料汽轮发电机组和 1 台 500 kW 小柴油发电机。2 台燃汽轮机组出口电压为 11 kV,经 1 台 40 MV·A 升压变压器升压后接入位庄变电站 220 kV 母线,再经位庄—彭城电厂的架空线路送入彭城电厂。其主要功能是在整个电网崩溃的极端条件下,为彭城电厂提供 1 路 220 kV 启动电源,以确保该厂的 1 台 300 MW 燃煤机组启动,再为其他后续电厂的启动提供电源。黑启动电站的 1 号机、2 号机组可以在电网完全瓦解的情况下独立启动,属于电网极端故障下的恢复用电源,长期备用,不带基本负荷。苏北黑启动电站一次系统接线如图 1 所示。

站内启动调试流程分 4 个部分:

(1) 1 号机、2 号机同期系统试验及小柴油发电机(0 号机)试验。燃机首次升压带 10 kV 母线电压互感器(TV)及发电机出口 TV,分别进行 1 号机、2 号机同期系统同电源核相,确保 1 号机、2 号机同期回路正确;1 号机、2 号机分别带 0 号启动变,进行小



□ 开关状态由调度确定; ▣ 开关合位; ▤ 开关分位; / 刀闸合位; × 刀闸分位

图 1 苏北黑启动电站一次系统接线

柴油发电机与 400 V 厂用电切换试验;1 号机带 400 V 厂用电对 2 号机进行启动升压, 并进行 2 台燃机之间假同期试验、互并试验。

(2) 1 号机、2 号机短路试验和空载试验。由小柴油发电机带 1 号机、2 号机进行发电机短路试验、空载试验、励磁系统试验。测试发电机短路特性、空载特性, 测量发电机转子绝缘电阻、轴电压, 灭磁时间常数、残压。

(3) 1 号机、2 号机并网及带负荷试验。由 0 号主变送电至 10 kV 母线, 0 号启动变受电, 由系统电源带 1 号机、2 号机分别启动, 进行同期并网试验, 带负荷校验发电机保护、0 号主变差动保护、0 号主变间隔母差保护。

(4) 1 号机、2 号机满负荷试运。由系统电源带机组启动并网, 满负荷运行。考验机组满负荷运行性能。

2 黑启动过程中继电保护要求

2.1 系统保护

黑启动试验系统与正常运行系统差异很大, 保护装置有其固有的动作特性, 特别是在启动电流及精工电流上有较高的要求。在试验系统中由于系统电源很小, 短路电流也很小, 因此, 在黑启动试验过程中, 继电保护定值的设定应充分考虑系统电源问题, 以尽可能保证设备安全为目的, 保证在黑启动过程中快速切除故障, 而不考虑逐级配合。同时需要参与试验的各级运行人员加强设备监视, 在遇到异常情况时采取紧急措施, 保证设备安全和人身安全。苏北黑启动试验期间, 并入试验系统的位庄变位彭 2611、0 号主变 2000、彭城电厂彭位支线 2611、01 号启动变 4001、2 号主变 4602 开关母差 TA 短接退出 220 kV 母差回路。彭位 2611 支线两侧 PRS753 主保护和后备保护均投入运行, PSL603 保护仅后备保护投入运行。线路两侧重合闸停用, 任何故障均三相跳闸不重合。位庄侧启用 PSL631A 过流保护, 定值相电流值 120 A, 时间 0.5 s(不带方向)。

由于在零起升压到 70% 额定电压之前, 220 kV 线路保护均认为是处于 TV 断线状态而将其高频、相间距离、接地距离、方向零序保护自动退出, 仅靠位庄变 2611 开关 TV 断线相过流/零序过流保护、PSL631 电流保护切除故障。在零起升压到 70% 额定电压之后, 位庄变 2611 开关相关保护功能均可自动恢复投入。

2.2 重合闸方式

在发电机启动时, 若与之相连的线路重合闸方式选择为检测母线有电线路无电重合, 则线路在机

组启动时就会立即重合。长线路的无功功率及充电线路运行方式的不确定性等均不利于刚刚启动的自启动机组的稳定运行, 增加了机组的无功调节压力, 给励磁系统带来了冲击。若要通过输电线向其他机组提供启动电源时, 则只能通过手动合闸。因此, 在黑启动试验过程中重合闸方式改为停用。

2.3 发电机保护

具体要求: 负序保护投入; 过电压保护投入; 低电压和低频保护停用^[2]。

一般而言, 发电机升速、升压过程中, 为了确保低频和低压保护不误动, 发电机保护逻辑中串联了开关接点。发电机启动过程达到额定转速和电压后, 经同期出口开关合上后, 并网状态下低频、低压保护才启用, 从而有效防止低频、低压保护误动跳机^[3]。

而黑启动过程中, 系统全部停电, 处于全“黑”状态, 发电机同期并网无从谈起, 只能采用无压合闸方式合上开关, 带主变升压至额定, 外送电源。此时, 升速、升压过程就会引起低频、低压保护动作, 灭磁、跳机, 无法满足启动要求。因此, 考虑在 G87 发电机保护增加低频、低压保护投退压板, 启动过程中退出该压板, 额定转速和电压后再恢复投用。

然而问题并非到此为止。2 台燃汽轮机组为美国索拉透平有限公司进口设备, 索拉公司设备逻辑设计进一步提出要求: 转速大于 90% 额定转速 (NGP>90%) 和励磁系统手动模式 (FCR mode) 情况下才允许退出低频、低压保护。具体设计如图 2 所示。其中, 增加了选择开关 (-ST) 用于投/退低频、低压保护; 在开入信号回路中, 串入索拉公司闭锁接点。正常情况下, 此回路不通, 保护处于投入状态; 启动过程中, 2 个逻辑条件满足 (转速>90%, FCR 模式), 索拉公司接点闭合, 此时将 -ST 开关切至退出位置, 整个回路沟通, 保护退出。

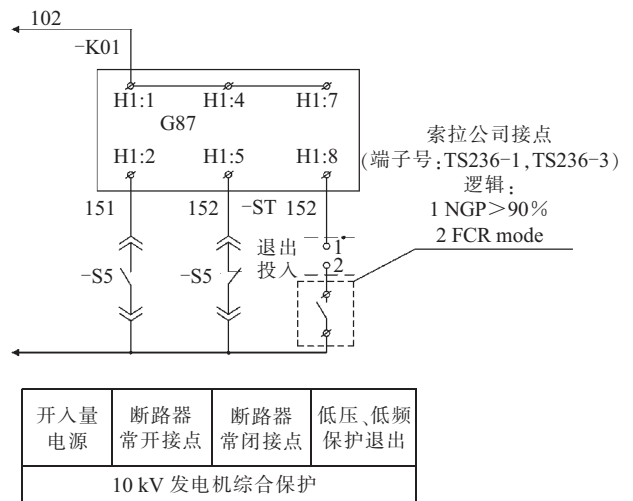


图 2 保护投退接点示意图

按图 2 设计,运行人员操作步骤:

(1)投入低频、低压保护压板,启动机组,励磁系统置于手动模式;

(2)转速达到 90%额定转速后,退出低频、低压保护压板,合上发电机出口开关(无压合闸);

(3)继续升速至额定转速,手动模式调整电压至额定附近。此时投入低频、低压保护压板,保护恢复正常运行,同时励磁系统切换至自动模式。

3 结束语

黑启动过程系统的参数与正常运行时差异较大,这种运行特性的变化影响电力系统继电保护的正确动作;继电保护如何合理配置是黑启动试验过程中需要考虑和验证的问题。在制定方案时,要结

合电网的具体情况,做到技术上可行,并具有较强的可操作性。

参考文献:

- [1] 刘映尚,张碧华,周云海.黑启动过程中继电保护和自动装置的特性和运行[J].中国电力,2005,38(5).
- [2] 贺家李,宋从矩.电力系统继电保护[M].北京:中国电力出版社,1994.
- [3] 王维俭.电气主设备继电保护原理与应用[M].北京:中国电力出版社,2001.

作者简介:

马长征(1979),男,江苏南京人,工程师,从事变电二次系统检修和试验工作;

沈飞飞(1978),男,江苏苏州人,工程师,从事配电网运行与维护工作。

Discussion of Start-up Adjustment and Relay Protection in Black Start

MA Chang-zheng¹, SHEN Fei-fei²

(1.Maintenance Branch of Jiangsu Electric Power Company, Nanjing 211102, China;

2.Suzhou Power Supply Company Distribution Inspection Work Area,Suzhou 215000, China)

Abstract: Taking black start power station in northern Jiangsu provinces as an example, this paper presented protection configuration and design scheme of black start generator, and introduced the testing process of intra-station start and system black start. Combined with differences between black start test system and the normal operation system, the principles, adjustment situations and operation cautions of some protection and automatic devices were selectively analyzed. Finally, operation requirements of low frequency and low voltage protection were proposed according to the special requirements of black start units.

Key words: black-start; startup adjustment; relay protection

(上接第 46 页)

厂在内的多个 1 000 MW,600 MW 级电厂中得以应用。有效地降低了厂用电率、避免了谐波干扰,在满足工艺各种运行工况的前提下,保证了高压变频器安全正常的运行。

在工程设计中,只有认真了解工艺的运行要求,正确地选择高压变频器,确定系统接线方案,选择好配套的电器设备参数,在布置上避开电磁干扰的影响,才能使用好高压变频,获得更大的效益。

参考文献:

- [1] 张选正,张金远.变频器应用技术与实践[M].北京:中国电力出版社,2010.

作者简介:

王继工(1953),男,山东鱼台人,高级工程师,从事火力发电厂电气设计工作;

高波(1979),男,江苏南京人,高级工程师,从事火力发电厂电气设计工作。

Discussion of Power Plant High Voltage Variable Frequency Design

WANG Ji-gong, GAO Bo

(Jiangsu Electric Power Design Institute, Nanjing 211102, China)

Abstract: Inverter with stepless speed regulation changes the operation way of AC asynchronous motor. It is adopted widely because it can save energy strongly when load changes greatly. So frequency control devices are more and more widely used in thermal power plant's air blowers and pump motors. The paper analyzed the characteristics of the power converter used at present. On the basis, problem which should be paid attention to in designing high voltage inverter of thermal plant was summarized.

Key words: inverter; energy saving; harmonic