

# 龚嘴电站 3B 高压侧避雷器击穿事故分析

文 庆

(龚嘴水力发电总厂, 四川 乐山 614900)

**摘 要:**对龚嘴电站 3B 高压侧避雷器击穿事故进行了介绍和分析。提出了引发事故的原因:即由于机组励磁系统故障造成机组失步,引起机组负序动作,跳 3B 高压侧开关,形成过电压击穿 3B 高压侧避雷器。从事故的分析中进一步提出了防范措施和技术改进的方法,以避免同类事故的发生。

**关键词:**励磁系统;机组失步;负序保护;防范措施

**中图分类号:**TV734.3;TV737

**文献标识码:** B

**文章编号:**1001-2184(1999)04-0053-02

1999 年 1 月 5 日 14 时 35 分,龚嘴电站发生了 3B 高压侧避雷器 A、B 相被击穿事故。事故发生后,我厂立即组织相关人员对设备进行抢修和全面的检查以及试验等项目,仅用 50 h 就完成了事故抢修,顺利地将龚嘴电站 5 号发电机和 3B 投入系统运行。

## 1 事故前运行情况

(1)3B 带 5 号发电机(5F)及厂用变压器(23B)挂网运行。

(2)5F 有功为 100 MW,无功为 10 Mvar。

(3)6F 退出检修。

(4)5F、7F 总有功为 200 MW,系统频率为 50.02 Hz,系统电压 238 kV。

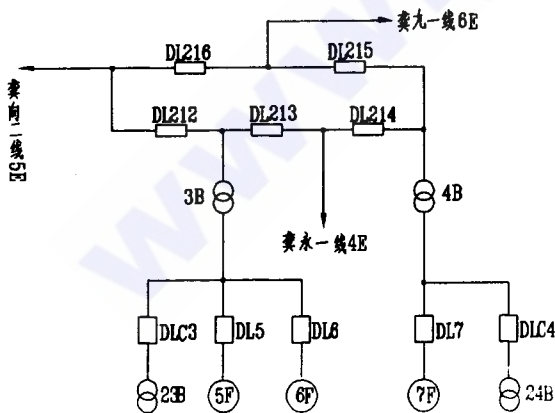


图 1 主接线图

## 2 事故经过、记录

1999 年 1 月 5 日 14 时 35 分,龚嘴电站地下厂

房中控室灯光闪烁,表计摆动,电铃、蜂鸣器响,事故发生。

(1)控制台出以下光字:

5FYH 断线或调节器故障;5 F 负序过负荷;5 F 转子一点接地;5 F 水机故障;5 F 水机事故;3 B 事故;3 B 直流故障或 15.75 kV 单相接地;6 E(龚九一线)保护呼唤或异常;4 E(龚永一线)高频保护装置故障。

(2)返回屏:

DL212、DL213、DL5、DLc3 模拟灯由红变绿。

(3)3 B 保护屏:

差动保护 A、B、C 三相动作;差动出口动作信号;负序保护动作信号;中性点间隙电流动作信号;15.75 kV 接地信号 I;冷却器启动信号。

(4)5 F 保护屏:

转子时间信号;过负荷时间信号;转子判据信号;2BCJ、3BCJ 出口动作信号。

(5)5 F 水机自动屏:

机组过速(45 XJ)、过速限制器(52 XJ)、回油箱油位异常(47 XJ)动作,机组进水口闸门全关。

(6)现场检查:

DL212、DL213、DL5、DLc3、DL623、DL133 三相跳闸,5FFMK、LMK 跳闸;5 F 励磁屏内有焦臭味,输入 1DK、输出 2DK 空气开关接点烧毁,正反向 IGBT 功放管击穿,微机励磁调节器 A、B 两套 A/D 采样板损坏;5FFMK 屏内端子排被弧光击穿烧坏,边屏被击穿一约  $\varphi 25$  mm 孔;3B 高压侧避雷器 A、B 相被击穿,计数器炸裂;5F、6F、23B 至 3B 低压侧母线无明显接地。

事故时线路故障录波器启动,事故后系统频率为 49.91 Hz。

### 3 事故原因分析

经过对事故原因的多次分析后一致认为,由线路的故障录波图可知,5F在3B高压侧开关DL212、DL213跳闸前已经处于失步状态,由负序过负荷保护经延时6.5s后跳开DL212、DL213(由于机组无故障录波装置,只能从线路故障录波图推知机组失步运行至少在10s以上),DL212、DL213跳闸后,5F甩100MW负荷,机组转速异常升高(在甩负荷前,由录波图可知机组失步处于加速运行状态,机频大于60Hz),15.75kV母线过电压,3B高压侧过电压,造成3B高压侧避雷器过电压击穿(由录波图可知,DL212、DL213跳闸在前,避雷器击穿在后),3B差动保护动作,跳开机组出口开关DL5、DLc3、DL623、DL133,同时跳5FFMK、LMK,由于FMK的断弧能力较差,转子产生过电压,弧光对柜体击穿放电,烧坏端子排和柜体。

事故跳闸后,系统立即恢复正常。询问周边电厂和变电站,事故时系统正常稳定运行;事故前运行人员对运行设备无任何操作,事故后对发电机组及相关设备检查、试验无异常。根据以上分析判断,造成机组失步的唯一原因是由励磁调节器软件或硬件故障,使机组突然部分失磁,偏离机组稳定工作点所

(上接第47页)

作。应按图纸订做一套或两套备品顶盖、底环,供检修时更换磨损,这样可大大缩短检修工期。新制作的顶盖和底环的过流表面,应选用不锈钢制作或铺焊不锈钢材料,以增加抗磨性,外型几何尺寸、精度和光洁度必须严格达到设计图纸要求。

新做或返厂家修复活动导叶时,应全面检查导叶损伤部位,对已有的裂纹、缺陷应进行补焊、打磨。在瓣体表面镶嵌6~8mm的不锈钢钢板,将母体全部封闭,消除导叶大头的方头突台,将导叶体和上端轴、下端轴过渡相贯线,由外凸型改为内凹型,中下轴颈表面镶嵌厚为5~6mm的不锈钢套。导叶各部位尺寸、光洁度应完全符合图纸设计要求,导叶叶型严格用样板检验是否合格。这样做,可恢复导叶的抗弯模数,提高导叶的刚度,增强了导叶整体抗磨蚀能力,消除导叶运行中各种寄生漩涡、汽蚀。

根据我厂多年来导叶检修维护经验得到,活动导叶的损坏与轴套材料、配合间隙,与轴套密封结构,以及与密封的可靠性关系密切。尼龙材料吸水性强,抗压强度比金属低,配合间隙变大后,密封圈补

致。由此说明该励磁调节器元件不太可靠,设计不够合理,不能满足机组在可能运行工况下的运行要求。

### 4 防范措施

(1)对该型励磁调节器进行改进完善,保证在A、B套都因故障退出的情况下,有保持原状态的手动功能,否则A、B套同时故障就会造成事故。

(2)着手将发电机保护中的负序保护与其引入主变保护的时限改为一致 $t=6.5s$ 跳闸;发电机的过电压保护定值由1.5倍改为1.3倍,时限为0.5s动作跳闸;从长远的方案考虑增加机组失步保护。

(3)灭磁开关灭弧能力较差的问题有待进一步的调研和选型。

(4)增设机组故障录波装置,便于事故的分析。

(5)机组调速系统所采用的机频在增加齿盘测速后,测速不受机组失步的影响,能有效地防止机组过速。

(6)对于龚嘴电站这样的慢速励磁系统,近期重点解决好低励限制问题和做好设备维护。远期应考虑将其改为快速励磁系统,以满足系统运行的要求。

作者简介:

文庆(1968年—),男,四川丹棱人,龚嘴水力发电总厂,工程师,从事电气二次设备的技术管理工作。

偿困难,必然容易失效引起漏水。目前国内新投产电站基本不选用尼龙做导叶轴套,而选用抗压强度高、变形小、耐磨性好的钢背铜背塑料复合轴套,这种轴套,由金属作支撑,聚四氟乙烯作耐磨润滑剂,把金属和塑料的优点有机地结合在一起,大大提高了轴套使用寿命和可靠性,我厂应选此种型号轴套代替尼龙轴套。由于下轴套所处的位置,必须将水轮机全部拆除才能更换,平时小修大修中无法处理,应选用铜基镶嵌聚四氟乙烯轴套,增强它的可靠性、耐磨性,配合适当小的间隙,取消原来易失效的U型密封,新设置可靠的O型密封,隔离泥沙进入摩擦面。中轴套选用密封性好的L型密封结构。这样做的结果,可很好地保证导叶上、中、下轴的分布圆在同一个圆周上,能有效地保证导叶关闭时立面端面合缝严密,大量减少漏水;合理分配了上中下轴颈的受力情况,改善导叶的内应力;大大减缓顶盖底环导叶的磨损、汽蚀,只有这样才能真正克服过去安全生产中所遇到的困难局面。

作者简介:

陈朝禄(1945年—),男,四川峨边人,龚嘴水力发电总厂副总工程师,高级工程师,从事水电站检修及技术管理工作。