

浅析一起 PG9171E 型燃气轮机 9A5 型发电机励磁机故障

张立宝 聂义平

浙江浙能金华燃机发电有限公司

DOI:10.32629/hwr.v2i12.1786

[摘要] 伴随国民经济与社会经济的快速增长,我国的燃气轮机的应用也呈现出不断增长的趋势,其中 PG9171E 型燃气轮机设备的运行也在逐步发生变化,而它的稳定运行状况一直深受广大技术人员的关注,在综合运用联合循环理论知识、运行经验以及运行历史数据的基础之上,展开了对一起 PG9171E 型燃气轮机 9A5 型发电机励磁机故障进行分析,为了更好的提高机组的事故处理能力,提高机组的可靠性,保证机组安全稳定运行。

[关键词] PG9171E 型燃气轮机; 励磁机; 故障

1 PG9171E 型燃气轮机 9A5 型发电机简介

PG9171E 型燃气轮发电机为 9A5 型三相交流同步发电机, #6 发电机为 WX18Z-054LLT 三相交流同步发电机,均采用空冷的冷却方式,定子绕组为 Y 接线。发电机中性点采用经单相变压器(二次侧接电阻)的接地方式。#5 发电机励磁系统南汽生产的二机无刷励磁系统。#6 发电机励磁系统为南瑞公司生产的无刷励磁系统。自动电压调节器(AVR)采用 AC800PEC 控制系统,励磁变电源取自机端,经励磁变降压后向功率整流柜提供交流电源。(燃机的发电机是空冷、三相、3000r/min 转速、50HZ 频率的交流电、实心铸铁转子的同步发电机,GE 对应型号为 9A5,发电机的输出功率为 137MW(在基本负荷下运行)。励磁机是带有旋转二极管整流的交流励磁机,励磁方式为无刷励磁)。

2 G9171E 型燃气轮机 9A5 型发电机励磁机异常情况及其分析

2.1 事件经过 18 年 11 月 15 日 5:25 分,运行人员准备 #3 联合循环机组热态启动工作

5:50-#5 机启动。6:04-#5 机点火成功。6:13-#5 机全速空载,值长令合#5 机灭磁开关, #5 发电机定子建压。6:14 操作员钱 X 检查并网前各项参数时发现#5 发电机机端电压 11kV 偏低(正常 14kV), #5 发电机励磁电压 220V,励磁电流 6.0A。燃机其他参数正常,汇报主操作员,同时前往发电机就地进行检查。6:14-#5 燃机 MARKVIe 出现“6:14:26:064-调节器二极管故障”、“6:14:34:204 转子一点接地报警”报警。检查#5 发电机励磁开关在合位, #5 发电机机端电压已降至为 0。6:16-单元长立即汇报值长,通报设备管理部电气主管: #5 机发“调节器二极管故障”、“转子一点接地”报警情况。同时汇报部门负责人及相关部门人员。6:28-汇报省调: #5 发电机出现“调节器二极管故障”、“转子一点接地”报警,申请延迟开机。省调同意并要求确认排查处理时间。6:30-#5 机停机。6:44-汇报省调: #5 发电机转子一点接地故障检查,处理时间暂不能确定, #5、#6 机开机时间需延后,省调同意。6:48-汇报气调、金华中心站: 因机组故障排查,暂停用气。6:51-#5 机盘车投入。

2.2 检查处理情况

事件发生后组织各专业人员和运行部人员对现场设备进行检查,对事件原因进行调查和分析,具体情况如下:

(1) 打开#5 发电机励磁机外端盖(见图一),发现励磁旋转二极管整流桥的散热片及二极管有过热受损现象。



图一 #5 发电机励磁机外端盖打开后情况



图二 #5 发电机励磁机整流桥及相关附件

(2) 打开#5 发电机转子导电杆端盖(见图二),发现整流桥输出负极与导电杆连接铜片和连接螺栓烧损,整流桥输出正极与导电杆连接螺栓局部烧损。对整流桥各组成部分进行

检查,发现有一只二极管已击穿,散热片有部分烧损。对转子绕组直流电阻及绝缘电阻进行检测:15日转子绕组不同角度直流电阻为 0.288Ω (37°C)、 0.295Ω (37°C),绝缘电阻为 $540\text{M}\Omega$,与2016年大修时镗外检测数据转子绕组直流电阻 0.2741Ω (25°C),绝缘电阻 $5.47\text{M}\Omega$ 比较,数据正常。对转子绕组进行RSO测试,数据正常。对励磁机励磁绕组进行检查:外观正常,无过热现象。励磁机励磁绕组直流电阻为 6.308Ω ,绝缘电阻为 $5.79\text{G}\Omega$,正常。对励磁机电枢绕组进行检查:外观正常,无过热现象。正极对应1,2,3抽头;负极对应4,5,6抽头。

2.3 DCS历史曲线情况 11月15日06点14分19秒#5发电机启励;11月15日06点14分31秒#5发电机电压峰值;11月15日06点14分57秒#5发电机电压衰减至0。

2.4 根据上述记录及数据,可得出本次事件的时间顺序如下:

A、11月15日05时50分#5机启动;B、11月15日06时04分#5机点火成功;C、11月15日06时14分#5机全速空载;D、11月15日06时14分19秒#5发电机启励;E、11月15日06时14分26秒二极管故障报警;F、11月15日06时14分31秒#5发电机建压至额定电压的97.8%,然后电压开始下降;G、11月15日06点14分34秒报转子一点接地报警;H、11月15日06点14分57秒#5发电机电压衰减至0。

2.5 原因分析

发电机转子导电杆处连接铜片因本体裂纹缺陷引起

间隙放电,放电部位过热进而引发导电杆连接铜片正负极弧光短路,导致连接铜片和螺栓烧损,铜熔物因转子高速旋转甩至二极管、散热器处,导致二极管及部分绝缘垫烧损。

2.6 处理情况:

(1)对#5发电机转子导电杆连接平面进行磨平处理,导电杆绝缘部分重新环氧处理,绝缘检查合格,同时对导电杆表面及轴的不锈钢端面进行硬度及探伤测试,硬度合格,探伤未发现裂纹。(2)对#5发电机励磁机整流桥烧损的二极管进行了更换,对部分基座绝缘材料进行更换,整流桥其他二极管参数正常。(3)重新制作并更换正、负极连接铜片(规格:40*6mm,镀银),检查连接铜片的手包绝缘均大于 $3\text{G}\Omega$ 。(4)#5发电机励磁机装复完成后,于11月27日对#5发电机进行空载零起升压试验,励磁系统各参数前些年空载零起升压试验参数比较无异常。(5)PG9171E型燃气轮机发电机励磁机整流桥输出与转子导电杆之间的连接铜片长期运行存在断裂隐患。定期对PG9171E型燃气轮机发电机励磁机整流桥输出与转子导电杆之间的连接铜片进行检查,将检查项目列入C修标准项目。

[参考文献]

[1]吴璟菲,牛彩伟,武建芳,等.蒸汽-燃气联合循环热效率分析[J].能源与节能,2016(10):86-88+103.

[2]尹正兴.关于燃气-蒸汽联合循环热效率的研究分析[J].河南科技,2014(14):116.

[3]郭琦,杨波,车传强,等.发电机励磁机故障处理及分析[J].电机技术,2017,(z1):63-65.