

# 某水电站发电机组轴瓦断油事故分析及处理

郭利红, 何军

(四川大川电力有限公司, 四川雅安 625605)

**摘要:**发电机润滑油系统是保证发电机组安全运行的重要系统,系统故障会造成断油烧瓦事故。针对事故暴露出来的问题和教训,水力发电企业应该不断加强设备管理和生产人员培训,高度重视设备三级巡视检查工作,巡视工作要做到“五到位”、“三比较”,发现设备的异常状态和缺陷情况,及时消除缺陷。

**关键词:**水电站;发电机组;轴瓦断油;事故分析

**中图分类号:** [TM622];TB857+.3;[TL38+3]

**文献标识码:** B

**文章编号:** 1001-2184(2017)05-0124-02

## 0 引言

水轮发电机组润滑油系统是保证水轮机安全运行的重要系统,一旦发生故障不能正常供油,将造成机组跳闸甚至发生断油烧瓦事故。据统计数据,在小型水电站发电机组的运行期间,有过多起案例。本文所述的水轮机断油事故,其主因两台

润滑油泵同时不能供油。事故发生后,电站迅速采取了应对措施,组织人员对事故原因进行了勘查和分析,成立了检修组织机构,编制了检修方案,并制定了相应的防范措施。

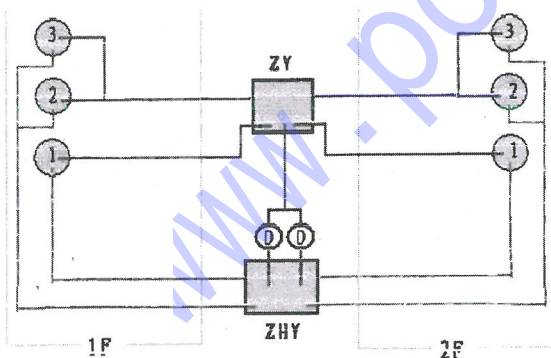
## 1 系统概况

该电站水轮机、发电机主要参数见下表:

表1 机组参数表

水轮机	型号	额定水头	额定转速	生产厂家	出厂时间
	JHL160-WJ-60	95米	1 000 rpm	重庆水轮机厂	1982年11月
发电机	型号	额定容量	额定电压	生产厂家	出厂时间
	TSW143/51-6	2 000 kVA	6.3 kV	重庆水轮机厂	1982年10月

发电机推力轴瓦及导轴瓦均采用外接高位油箱利用高差进行补油的方式,其系统图见下图。



图例:

1号机组: 1F

2号机组: 2F

机组1、2、3号轴承: ① ② ③

1、2号机组重力油箱: ZY

1、2号机组重力回油箱: ZHY

电机油泵: D

图1 发电机系统图

润滑油系统循环运行方式:重力油箱中的润

滑油通过油管在重力作用下流到机组1号、2号、3号轴承,润滑轴承并吸收轴瓦热量后流到重力回油箱,冷却后经过油泵加压进入重力油箱,完成一个循环。

油泵工作方式:设有两台油泵,一用一备。在高位重力油箱装设有干簧管油位信号仪,设有三对干簧接点,分别作用于停泵、启主泵、启备泵并报警。油泵控制回路电源采用AC220V供电,油泵主电源采用AC380V供电。

## 2 事故经过

某日3:46因上网线路故障,导致1、2号机失磁保护动作自动停机,失去厂用电。3:49恢复厂用电,值班长会同值班人员检查检查轴承油位正常,1、2号机组具备开机条件后,4:11分别令值班员甲乙开启1号机,值班员乙开启2号机。开机过程中两台机组均发轴承温度升高和过高信号触发事故停机流程,调速器和水轮机主阀自动关回,值班员立即投入刹车制动,将1号、2号机退出运行。

## 3 轴瓦及油系统检查结果

收稿日期:2017-08-21

在做好安全措施后,电站检修人员对两台机组进行拆机检查,发现两台机组受损情况一致:发电机和水轮机导轴瓦完好,各轴颈无损伤,发电机推力轴瓦因高温烧伤35%。

润滑油系统检查后未发现有漏油情况,回油箱油量充足但高位重力油箱内无油;干簧管信号仪触点动作正常;磁性滑块无卡涩现象;1、2号油泵控制回路正常;低油位告警音响正常(当低油位时,在启动备用油泵的同时将启动单独的低油位电铃音响告警,当天电铃未响),检查主油泵、备用油泵电机绝缘均没有问题。经试验,1号油泵启动后空转打不上油。

#### 4 油泵不能供油的原因

从现场故障现象看,1号油泵启动便不打油,2号油泵没有启动,分析主要存在以下因素:

(1)1号油泵:将2号油泵、电机分别换到1号泵,均可启动,但打不上油。进一步检查,发现油泵油管进口处底阀卡阻,导致油泵空转不能打油。

(2)2号油泵:故障前高位重力油箱油位已降到1号油泵启动位置,1号油泵因进口油管底阀卡阻造成运行不打油。当故障发生厂、厂用电中断时,重力油箱油位已经处于接近2号油泵启动的位置。在厂用电恢复过程中,启动干簧触点的磁性滑块滑过了下触点位置。厂用电恢复后,干簧管信号仪无法再发出信号,2号油泵就无法启动,从而造成重力油箱缺油。

#### 5 事故处理

##### 5.1 轴瓦处理

该电站机推力轴承采用分块瓦,每台机组共有10块,瓦面材质为巴氏合金。拆下推力瓦依次对瓦面进行修刮,修刮标准为:

(1)刀花排列应均匀整齐,刀花应相对错开。刀花面积应控制在 $0.15\text{ cm}^2 \sim 0.25\text{ cm}^2$ 以内。刀花最深点应基本控制在下刀处和刀花中部之间。刀花最深处控制在 $0.03\text{ mm} \sim 0.05\text{ mm}$ 之间。下刀处应为缓弧,不应有棱角和毛刺。

(2)推力瓦面接触点应不少于 $2\text{ 点}/\text{cm}^2 \sim 3\text{ 点}/\text{cm}^2$ 。

(3)推力瓦面局部不接触面积,每处不应大于推力瓦面积的2%,但最大不超过 $16\text{ cm}^2$ ,其总和不应超过推力瓦面积的5%。

(4)进油边按设计要求刮削,在 $10\text{ mm} \sim 15$

$\text{mm}$ 范围内刮成深 $0.5\text{ mm}$ 的倒圆斜坡。

##### 5.2 油系统检查处理

研磨1号油泵进油管底阀,保证其动作灵活、可靠。同时,对2号油泵进油管底阀进行检查、研磨,防止出现1号油泵出现的类似问题。

(1)检查并清洗1号油泵、2号油泵出口止回阀,确保其动作灵活可靠。

(2)开机前取油样进行化验,油质合格。

##### 5.3 开机运行情况

机组回装完成后,对机组进行空转、空载试验及带负荷试运,记录发电机推力瓦温、导轴瓦温度,并与历史数据及运行规程相比较,均在合格范围。

#### 6 事故教训及防范措施

##### 6.1 事故教训

(1)要加强设备维护力度,特别是可能引起润滑油系统断油的设备及其附件,比如底阀、止回阀等。

(2)系统设计时,应考虑到极端情况。本文所述案例,虽然设了正常启泵点、备泵启泵及警铃报警点,但各报警点没有保持功能,油泵控制回路采用的是交流,没有考虑到厂用电失电情况下的恢复过程油泵需要启动的情况。

##### 6.2 防范措施

(1)将重力润滑油系统油泵控制回路电源由交流改为直流,并更换控制回路中有关元件,保证系统在厂用电消失情况下具备控制信号输出保持功能,在厂用电恢复后,能够可靠启动油泵。

(2)针对高位重力油箱油位不能在中控室监视的情况,增设一套智能油位显示装置,将高位重力油箱的油位引至中控室,进行油位显示和油位异常(油位高、油位低、油位过低)报警。

(3)加强运行人员技能水平的培训,进行事故预想及演练,提高应急处置能力。

#### 7 结语

发电机润滑油系统是保证发电机组安全运行的重要系统,系统故障会造成断油烧瓦事故。针对事故暴露出来的问题和教训,水力发电企业应该不断加强设备管理和生产人员培训,高度重视设备三级巡视检查工作,巡视工作要做到“五到(眼到:看清;耳到:听清;手到:摸准;鼻到:闻到;心到:用心巡视)、三比较(与标准规程比较、

(下转第141页)

工作的责任主体、实施主体和工作主体。毕亚雄表示,三峡集团将充分依靠并全力配合川滇两省各级政府做好白鹤滩水电站工程移民安置工作,确保按期完成库底清理和蓄水前移民安置验收工作。

重大水电装备制造设计制造的世界新高度

毕亚雄表示,白鹤滩水电站工程具备了安装百万千瓦机组的动能条件、基础条件、工程应用条件和配套设备条件。白鹤滩水电站工程100万千瓦机组的设计制造难度大,无任何先例可循。尽管通过三峡工程和溪洛渡、向家坝水电站建设,国内制造厂家已具备了自主设计、制造80万千瓦级巨型水轮发电机组的能力,但白鹤滩水电站工程100万千瓦机组乃是全新的设计,仍有大量的技术难点,需要以全面创新的理念,重点突破的方式组织扎实的科研攻关。

首先是创新技术应用多,风险防范难度大。白鹤滩水电站工程机组在水力设计、电磁设计、大部件加工、高性能钢板及铸锻件等方面广泛采用了“新技术、新工艺、新材料”,必须进行专项的技术攻关。(上接第132页)

“五”期间主要以试点示范为主,在试点取得经验的基础上,“十四五”及以后根据建设条件落实情况有序推动大规模建设。雅砻江流域风光水互补清洁能源基地先期试点项目已经确定,拟以官地水电站为接入点,接入附近新能源项目共计100万千瓦左右,通过官地水电站配套建设的送出工程及锦苏特高压直流工程外送至华东地区消纳。

雅砻江流域地处经济欠发达的民族地区,清洁能源基地建设将为四川省民族地区经济社会发展和脱贫致富注入新动力。根据初步测算,雅砻江清洁能源基地建设将带来直接投资超过3000亿元。(上接第125页)

与同类机组进行比较、与历史状态进行比较)”,发现设备的异常状态和缺陷情况,及时消除缺陷。对生产人员做好现场设备风险辨识和事故预想,提高人员处置突发事件的能力。同时,通过设备改造和技术创新,不断提高设备健康水平,避免设备事故发生,为实现本质安全奠定基础。

参考文献:

[1] 董宁、余晓军.灯泡贯流式机组防止断油烧瓦事故的分析与应对.西北水电,2012年第6期.

术研究实验,打牢技术基础,并注重系统风险的分析 and 预防,确保系统安全可靠。

其次是机组的质量要求高,实现精品任务重。白鹤滩水电站工程的技术指标应达到或超过已建大型机组的要求,要有新的提升,达到新高度,取得新突破。机组既要实现安全稳定、性能优良的内在品质,也要实现美观和谐的外在形象,做到内外兼优。

从“中国制造”到“中国创造”,白鹤滩水电站工程100万千瓦机组的研制,使我国自主掌握了100万千瓦水轮发电机组的设计制造技术,极大地促进了国内材料和部件加工技术水平的提高,带动了水电装备全产业链的升级换代,推动了水电重大装备国产化达到新高度,稳固了中国水电技术的引领地位,将极大地提高中国水电的核心竞争力,使“三峡品牌”和“三峡标准”更加瞩目。但我们要清醒地认识到,要将白鹤滩水电站工程建成经得起严苛挑剔和历史检验的精品工程,三峡集团任重而道远。毕亚雄如是说。

(责任编辑:卓政昌)

亿元,间接带动数千亿级的产业规模,能够带动民族地区就业和长期稳定税收,帮助民族地区群众脱贫致富,清洁能源基地建设将成为四川省民族地区未来五至十年重要的经济增长点。

随着雅砻江流域风光水互补清洁能源基地建设的稳步推进,面临复杂条件下风光水联合调度、复杂地形下优化选址、高海拔地区设备选型、全流域项目群智能与安全运维等一系列技术难题。雅砻江联合基金的设立,将为解决包括雅砻江清洁能源基地建设在内的我国清洁可再生能源开发利用所面临的重大关键问题提供科学依据和技术支撑。

(责任编辑:卓政昌)

[2] 贾春国.轴瓦断油事故分析处理一例.热电技术,2002年第1期.

作者简介:

郭利红(1979-),女,陕西扶风人,毕业于宝鸡工业学校数控专业,四川大川电力有限公司大川电厂运行主值,从事水电运行工作;

何军(1976-),男,四川芦山人,毕业于西安航空技术高等专科学校热能工程专业,四川大川电力有限公司安全生产技术部副经理,工程师,从事水电安全生产管理工作。

(责任编辑:卓政昌)