

# 江油发电厂 330 MW 机组恢复发电关键技术方案研究

杨 飞, 杨树林

(四川巴蜀电力开发有限责任公司, 四川 成都 610021)

**摘 要:**“5·12”汶川特大地震给巴蜀江油发电厂造成严重损害, 机组房顶、烟囱、水塔、除尘器等设备设施都受到严重损坏, 4 台机组全部停运。对电厂恢复生产关键技术方案研究等方面情况进行介绍。

**关键词:**地震损失; 恢复发电; 方案研究

**Abstract:** The “5. 12” Wenchuan earthquake brought serious damages to Jiangyou Power Plant, particularly to the turbine house, roof, the stack, the cooling tower and ESP. All four units were forcibly shutdown. Some key technical measures adopted to restore the power generation are introduced.

**Key word:** earthquake losses; power generation restoration; key measures

**中图分类号:** TK28 **文献标识码:** A **文章编号:** 1003-6954(2009)02-0085-03

“5·12”特大地震使四川巴蜀电力开发公司所属江油发电厂受到严重损害, 所有运行机组全部停运, 发电设备、建构筑物损失严重, 特别是 300 MW 机组汽机房屋顶垮塌, 330 MW 机组烟囱 50~90 m 标高内衬及连接平台垮塌, 全厂直接财产损失数亿元, 是四川火力发电企业和省属国有企业中受灾最严重的企业。作为川西北电网骨干发电企业, 特别是作为川西北电网 220 kV 的电压支撑电源点, 如何尽快让机组并网发电, 对川西北地区灾后恢复生产和重建工作意义重大。

## 1 江油发电厂简介及地震受灾情况

### 1.1 电厂简介

巴蜀江油发电厂(前身江油电厂)建于 1958 年, 位于四川省江油市城东 3 km。现有装机容量 1 260 MW, 占全省主网火电装机容量的 12% 左右, 是四川省第二大火力发电企业, 年发电能力约 60 TWh。在职职工 1600 余人。长期以来, 巴蜀江油发电厂在四川电网特别是川西北电网中发挥了骨干发电企业的作用。

### 1.2 机组主要特性

1) 编号 31 号、32 号机组 (2×330 MW 机组): 于 1991 年建成投运, 三大主机由法国阿尔斯通公司供货。锅炉为亚临界中间一次再热强制循环汽包炉, 负压炉膛、“π”布置; 汽轮机为亚临界单轴三缸两排汽中间再热冲动式, 发电机为三相 Y 型 T255-460; 主变压器为油浸户外型。

2) 编号 33 号、34 号机组 (2×300 MW 机组): 于 2006 年建成投运, 三大主机由中国东方电气集团公司供货。锅炉为东方锅炉厂生产的 DG1025/18.2-Ⅱ4 型, 亚临界四角切向燃烧, 自然循环汽包炉; 汽轮机为东方汽轮机厂生产的 N300-16.7/537/537-8 型, 压临界一次中间再热, 单轴, 高中压合缸, 双缸双排气、凝汽式、全电调整型汽轮机; 发电机为东方电机厂生产的 QFSN-300-2-20 型, 水氢氢冷却发电机。主变压器为西安变压器公司生产的 SFP10-370000/500 户外风冷油浸式变压器。

### 1.3 主要受损情况

“5·12”地震发生时, 31 号机组满负荷运行, 32 号机组上午 10 时停机后处于盘车运行状态, 33 号、34 号机组处于停机备用状态。地震发生后 31 号机组跳闸, 厂用电中断, 运行人员立即启动柴油发电机正常, 保证了事故保安段电源, 沉着冷静地将 31 号机组停运正常; 并于当日 23 时由电网倒送电恢复厂用电运行。

#### 1.3.1 土建部分

330 MW 机组烟囱 50~90 m 标高内衬及连接平台垮塌, 180 m 标高处有六条长几米到十几米、宽一毫米左右的竖向裂纹; 330 MW 机组冷却塔配水竖井根部开裂;

33 号机汽机房网架垮塌, 外墙窗户全部散落; 电厂主厂房、集控楼及其他建构筑物填充墙部分开裂。

330 MW 机组汽轮机房 B 排柱 6 m、12 m 层下部钢筋砼牛腿多处被压损, 柱侧梁端有横向细小裂纹,

12 m 层楼面处柱身砼多处被挤压破碎;

### 1.3.2 汽轮机部分

由于 33 号机组汽机房屋顶垮塌,导致垮塌的屋顶建材压在 33 号汽轮机、发电机及小汽机上,主机、小机受损严重,汽机房一台行车损坏。

### 1.3.3 锅炉部分

高温高压管道、烟风道等系统部分保温脱落,31 号、32 号、33 号、34 号机组电除尘器阳极板大部分脱落,楼梯平台等部分设施变形,部分管道移位、支吊架受损。

### 1.3.4 电气部分

部分变压器受损,500 kV、220 kV 升压站部分线路开关、刀闸、支柱瓷瓶损坏及机构变形。

### 1.3.5 燃料除灰部分

卸煤站地面沉降较大,南线回转车台环轨基础沉降长度约 4 m,沉降高度 2~10 mm;南线空车推车机基础沉降长度约 3 m,沉降高度 2~10 mm,基础断裂两处,电缆支架扭曲变形。

## 2 影响机组尽快发电的关键技术问题 解决方案

### 2.1 烟囱能否临时运行问题

330 MW 机组烟囱 90 m 标高以下原设计是内外双筒结构。本次地震中,330 MW 机组烟囱内衬及连接平台垮塌。如果强行运行,也即原来 90 m 以下由烟囱内筒流经的高温烟气现在完全与烟囱外筒直接接触,烟囱外筒内外壁温差将达 50℃以上,这是设计规范所不允许的,规范允许的烟囱外筒内外壁温差是小于 30℃(烟囱外筒 0~90 m 没有敷设耐热、耐酸材料)。

要恢复原烟囱受损部分,保守工期也将在 3 个月以上,这在当时形势下是不允许的。如何解决烟囱制约机组尽快发电的问题,是需要解决的主要核心和关键技术问题。

经过设计、科研、电厂等单位的机务、环保、土建专家的反复论证研究,大胆创新地提出了:现烟囱暂不修复,采用脱硫系统 GGH 抽芯运行(换热组件全部取下),烟囱内壁涂刷防腐油漆的临时运行方案。脱硫系统 GGH 抽芯运行后,进入烟囱的烟气温度小于 50℃,烟囱内外壁温差小于 30℃,GGH 抽芯运行后烟气温度降低带来的低温酸腐蚀用对烟囱内壁涂刷防腐油漆的方式来解决。此方案实施仅需 10 d 左右,大大缩短了机组恢复发电时间。

由于此临时运行方式严禁高温烟气直接进入烟囱,因此脱硫系统烟气旁路门运行中严禁开启,为保证主机安全运行,在机组主保护和脱硫系统保护方面作了相应修改。另外,因为采用脱硫系统 GGH 抽芯运行,GGH 的上下膨胀间隙经专家论证后作了相应调整,以保证其正常运行。

烟囱的永久性修复,待迎峰度夏和奥运保电工作结束后根据系统运行方式择机进行。

### 2.2 高温高压焊口金属检查问题

“5·12”特大地震对电厂数量巨大的金属焊口有何影响,是一个值得高度重视的问题,按技术监督规定和条例应进行全面检查。

电厂发电机组设备,绝大多数重要部件均属于高温高压或者高速转动部件,其外表面均有保温层,除明显较大的宏观变形和位移等可以观察到外,要从外观对其进行受损分析几乎不可能;其余部件也有防锈和防腐油漆,也一定程度影响从外观对设备受损的分析。要想确切分析设备的受损情况,需要拆除保温等,并做大量细致的检验检测工作。如果要进行全面检测,工作量巨大,时间也非常长。

专家组经过对地震破坏的机理分析以及和电厂设备热应力分析的对比研究,提出重点部位抽检和锅炉水压试验相结合的实施方案,抽检项目如果有问题,再进行重点全面检查。经研究重点对以下部位进行了检查:

1)汽包宏观检查、超声检测吊杆螺纹段;磁粉、超声检查管座焊缝;请有资质单位测量汽包中心线标高。汽包与下降管、汽水引出管的连接焊缝着重检查。

2)主汽联箱主汽出口管座焊缝磁粉、超声检查。

3)炉顶吊架及其附件宏观检查,必要时无损检测。

4)磁粉、超声检查汽轮机高、中缸下部进汽管管座焊缝各 1 个。

5)制氢系统、天然气系统宏观检查、严密性试验,必要时无损检测。

6)承重钢结构及附件宏观检查,必要时无损检测;按现场标记抽检高强螺栓至少 100 颗(包括所有地脚螺栓)、大板梁挠度测量及下弦中部附近抽检焊缝 2 条。

7)汽轮机大轴轴颈、推力盘渗透、超声检查。

8)磨煤机主轴轴颈渗透、超声检查。

9)220 kV 升压站支柱瓷瓶约 200 节超声检查。

10)末级叶片叶根检查。

通过对以上项目的严格抽检,结果正常,锅炉水

压试验也一次成功。在 31 号、32 号机组启动试运过程中,未发生焊口、焊缝泄漏等金属方面故障。

### 2.3 31 号、32 号汽轮机是否揭缸检查问题

汽轮机是火力发电厂的重要精密转动机械,转速高达 3 000 r/min,转子和缸体之间的间隙也很小。“5.12”地震后,整个汽轮机平台土建部分外观有明显挤压损坏,对整个汽轮机转子和内部缸体有何影响;特别是 31 号机组地震时满负荷运行,地震跳机后又面临整厂厂用电中断,低压缸排汽温度明显超标(排汽温度最高达 180℃)的影响,所有这些对汽轮机本体影响如何,最简单直接的方法是对 31 号、32 号机组揭缸进行全面检查。但当时面临的问题是如果揭缸,抢修恢复发电时间将大大推后。

专家组经过对地震前后机组本体数据的多次慎重研究认为,鉴于 31 号、32 号机组盘车电流、盘车时转子声音等正常,与地震前无明显差别,在对以下项目进行认真检查的情况下,可不揭缸全面检查。

1)对汽轮机基础进行沉降和倾斜观测并与历史记录作对比。

2)汽轮机本体所有轴承应翻瓦检查,测量转子扬度(中心复查、找正)检查滑销系统。

3)启动冲转时按基建调试机组方式进行。

经过对上述项目的严格检查,特别是在对轴承翻瓦检查过程中,发现个别轴承有损伤并进行了更换处理;31 号、32 号机组启动调试时在冲转、带负荷及满负荷过程中震动、胀差、轴向位移等指标均正常,个别指标甚至优于震前水平。

## 3 结 语

按照“安全、科学、有力、有序、有效”的原则,在专家组的指导和各级人员的共同努力下,巴蜀江油发电厂 32 号机组于地震后第 48 天并网发电并按调度命令接带负荷,31 号机组于 7 月 14 日并网发电,均比计划提前恢复发电;33 号、34 号机组也正在按照综合性评价专家组的意见和技术方案进行修复,力争年底全面恢复发电。目前 31 号、32 号机组安全、稳定运行,为抗震救灾、迎峰度夏及保奥运用电做出了贡献。巴蜀江油发电厂 330 MW 机组强地震后抢修恢复发电组织和重大技术方案研究,也为今后处理同类事件提供了宝贵的经验和积极的借鉴作用。

(收稿日期:2008-10-13)

(上接第 65 页)

线路名称	TA	过流定值	线路长度	折算线路标么值 L	在炳灵官站出口处发生短路的阻抗	并列阻抗	总阻抗	在炳灵官站出口处发生短路的阻抗	分路电流	灵敏度校验	结论 $K_{lm} \geq 1.3$		
炳城一路 921	600/5	5	3.2	1.350 6	炳灵官站侧阻抗	0.620 6			流过炳灵官站侧电流	6 219.9	10.4	满足要求	
广城二路 906	600/5	5	1.7	0.670 6	广汉站侧阻抗	3.398 2	0.524 8	0.642 5	7 413.64	流过广汉站侧电流	1 144.8	1.91	满足要求
炳城四路 926	600/5	5.6	6.2	2.444 4	炳灵官站侧阻抗	0.620 6			流过炳灵官站侧电流	6 268.8	9.33	满足要求	

## 6 结束语

通过建立简化的 10 kV 配电网络合环计算模型,计算合环冲击电流、稳态电流,进行合环状态下保护灵敏度校验,规避了常规潮流计算需要的大量数据和相关软硬件支持,为调度人员进行 10 kV 配网合环操作提供指导,为不停电转移负荷,提高供电可靠性具有积极的意义。

### 参考文献

[1] 刘天琪、丘晓燕. 电力系统分析理论 [M]. 四川大学出版社, 2003 年 1 月.

[2] 幸荣霞,姚爱明. 环网合环操作的分析 [J]. 浙江电力, 2007, (1): 66-68

[3] 陈 衍. 电力系统稳态分析 [M]. 北京, 水利电力出版社, 1985.

### 作者简介:

陈 曦, 硕士, 工程师, 四川省电力公司德阳电业局调度中心主任工程师

曾勇波, 硕士, 四川省电力公司德阳电业局广汉供电局可靠性专责。

叶 涛, 硕士, 高级工程师, 四川省电力公司德阳电业局调度中心主任。

张 玻, 学士学位, 工程师, 现任四川省电力公司德阳电业局广汉供电局生技科长。

(收稿日期:2008-12-04)