

· 发电技术 ·

# 660 MW 超超临界机组甩负荷快速并网策略试验研究

薛江涛, 彭 辉

(江苏方天电力技术有限公司, 江苏 南京 211102)

**摘 要:**就超超临界机组甩负荷不停机不停炉快速并网试验制定了详细的控制策略,并在实际检验的基础上通过图片数据详细解释了策略的原因,为其他超超临界机组甩负荷后快速并网提供借鉴。

**关键词:**超超临界机组;甩负荷;快速并网;策略研究

**中图分类号:**TM62

**文献标志码:**B

**文章编号:**1009-0665(2010)06-0071-03

为了测试汽轮机动态调节特性,同时满足涉网特殊试验中要求的进行原动机和发电机数据建模,新达标投产机组必须完成甩负荷试验测取相关动态特性参数<sup>[1]</sup>。超超临界机组甩负荷时,由于存在锅炉可能转态,维持相关参数比较困难,处于安全考虑,一般都采取甩负荷的同时停掉全部制粉系统,测取完机组的动态特性后,停机重新点火冲转。

超超临界机组在 30%左右负荷以上时锅炉处于干态运行,锅炉厂为了确保水冷壁不超温,一般都制定了严格的最小流量限制,低于最小流量,锅炉 MFT 保护动作。然而在做甩负荷试验时,如果仅仅是投油枪,锅炉不能维持这这一蒸发量,一般都是解除“给水流量低 MFT 保护”,给水流量控制到远低于锅炉厂给定的最小流量<sup>[2]</sup>。如果保持锅炉的最小流量进水,而给粉系统全停的话,主蒸汽的温度将会迅速下降,若超过《防止电力生产重大事故的二十五项重点要求》所规定的主、再热蒸汽温度在 10 min 内突然下降 50℃,应该立即打闸停机<sup>[3]</sup>。这样就难以实现甩负荷后机组快速并网带负荷的要求。

为此,江苏方天电力技术有限公司和华电望亭电厂合作就超超临界机组甩负荷不停机不停炉快速并网试验制定了详细的控制策略,并得到了实际检验。

## 1 机组简介

望亭发电厂改建工程 2×660 MW 超超临界机组,锅炉是上海锅炉厂有限公司制造的超超临界参数变压运行直流炉,采用定-滑-定运行方式,单炉膛、四角切向燃烧、一次再热、平衡通风、露天布置、固态排渣、全钢构架、全悬吊结构 Π 型锅炉;采用循环泵启动系统;调温方式除煤/水比外,还采用烟气分配挡板、燃烧器摆动、喷水等方式。汽轮机是上海汽轮机有限公司和西门子公司联合设计制造

收稿日期:2010-05-12;修回日期:2010-06-16

的我国首台 N660-25/600/600 型超超临界、一次中间再热、反动式、四缸四排汽、单轴、双背压、凝汽式汽轮发电机组。高、中压缸与 1 000 MW 同类西门子机型完全相同,只有低压缸、低压转子略小。设有 2 只高压主汽门、2 只高压调门、2 只中压主汽门、2 只中压主汽门和 1 只补汽阀。

汽轮机控制系统采用西门子 T3000 控制系统。旁路系统采用高、低压串联旁路,旁路容量按锅炉最大连续蒸发量 30%设置。发电机为上海电机厂产的 QFSN4-660-2 型水-氢-氢发电机。

## 2 甩负荷试验策略

甩负荷试验风险大,涉及到机、炉、电各个专业,并且随着机组容量的增大、新型设备的采用和运行人员的减少,机组甩负荷后的运行操作更为困难<sup>[4]</sup>,为此,试验单位都制定了详细的甩负荷方案及实施细则。

### 2.1 对于试验前联锁保护投切的要求

为确保试验成功,试验前 5 min 解除机炉联跳、电跳机、锅炉给水流量低及再热器保护。

### 2.2 对于轴封汽源的要求

甩负荷前将轴封汽源切为辅汽供给,并适当开启轴封溢流阀,使轴封供汽保持流通,防止甩负荷发生后轴封供汽温度过低造成轴封齿碰磨主轴。西门子带补汽阀的这种机组对轴封蒸汽温度的要求非常严格,国内相同机组已发生多起停机过程中由于轴封温度不适而造成汽轮机抱死的现象,因此要格外小心。

### 2.3 对炉水泵的要求

甩负荷后,由于锅炉热负荷的快速降低,锅炉有可能会由干态转为湿态运行,因此一定要做好启动炉水泵的准备。在本次试验中,甩 50%负荷试验时由于微油火检出现了故障,导致磨煤机全跳,只有两层油枪在运行,锅炉 5 min 后由干态转为了湿态,分离器液位建立,启动炉水泵,锅炉按正常启动控制。

从甩负荷开始到处理好火检及时投 A 磨,再到机组并网,总共用时 23 min。由于电厂安排停机检修,决定 100%甩负荷后机组不再并网,因此机组维持干态运行了 15 min 后手动停机停炉,如图 1 所示。

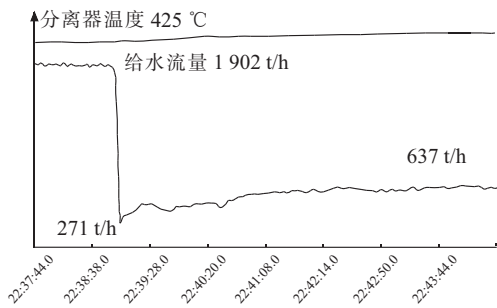


图 1 100%甩负荷时给水量及锅炉分离器温度变化曲线

### 2.4 对磨煤机组及油枪的要求

在甩 50%负荷试验时,3 台磨煤机运行,甩负荷 10 min 前投入一层微油及 AB 层油枪助燃及,在甩负荷前 15 s 停 B 给煤机、5 s 停 C 磨煤机,甩负荷后手动减 A 磨煤量进行燃烧调整,使主、再热蒸汽温度不大幅波动;如图 2 所示。

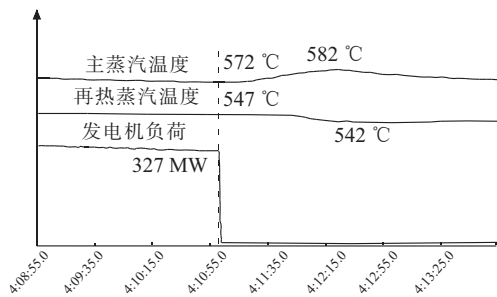


图 2 50%甩负荷时主、再热蒸汽温度的变化

在甩 100%负荷试验时,投一层微油,AB 层油枪及五台磨煤机,分别在甩负荷前 15 s 停 B 给煤机,10 s、5 s 及甩负荷同时各停一台磨煤机,甩负荷后手动减 A 磨煤量进行燃烧调整,使主、再热蒸汽温度不大幅波动;

甩负荷时不停 B 磨,而只停 B 给煤机的原因是为了并网后锅炉能尽快投 B 磨,增大蒸发量,防止主蒸汽温度下降过快,机组能尽快带负荷。

### 2.5 对给水量控制的要求

甩 50%负荷试验时,一台电泵、一台汽泵并列运行,电泵手动、汽泵自动,电泵带主要负荷,可以减少甩负荷后电泵的调整幅度;甩负荷后立即手动停运汽泵,同时手动调节电泵出水量,维持锅炉给水流量不低于最小流量,如图 3 所示。

甩 100%负荷试验时,2 台汽泵并列运行,投自动;电泵高转速旋转备用,手动控制,防止甩负荷后电泵超负荷运行;甩负荷后立即手动停运汽泵,同时

手动调节电泵出水量,维持锅炉给水流量不低于最小流量,如图 4 所示。从图 4 也可看出解除给水流量低 MFT 保护的必要性。

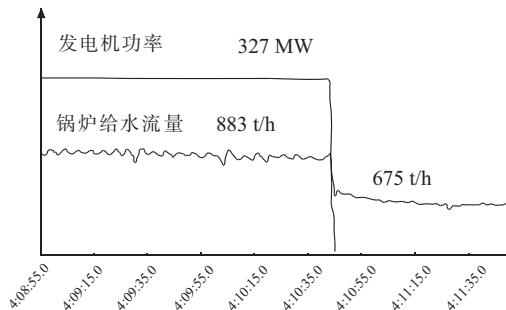


图 3 50%甩负荷时给水流量变化图

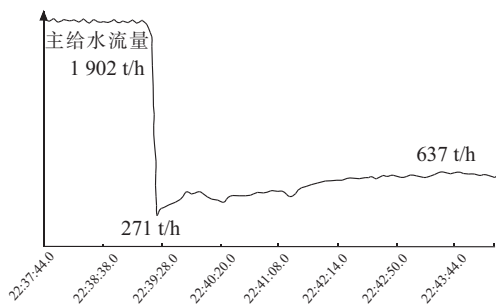


图 4 100%甩负荷时给水流量变化图

### 2.6 对高、低旁及其喷水的要求

主要调整高低旁开度,甩负荷前微开预热,甩负荷后全开低旁减温水,在不超温的基础上(一般为 130 °C)尽量开大低旁开度;根据主蒸汽压力约 16 MPa,调整高旁开度,且保证冷再温度不超过 420 °C。

由图 5 可以看出,100%甩负荷试验时,由于未按试验要求的甩负荷后全开低旁减温水、然后再调节低旁开度、保持低旁后温度不超温,而是采取了减温水自动跟踪阀后温度的方法,导致低旁后温度快速上升,超过 130 °C 后低旁保护动作,快速关闭低旁,再热器压力迅速上升,由甩负荷时的 5.5 MPa 上升至 6.5 MPa;之后快速全开低旁减温水,调整低旁开度,再热器的压力也下降至 3 MPa 以下,如图 6 所示。

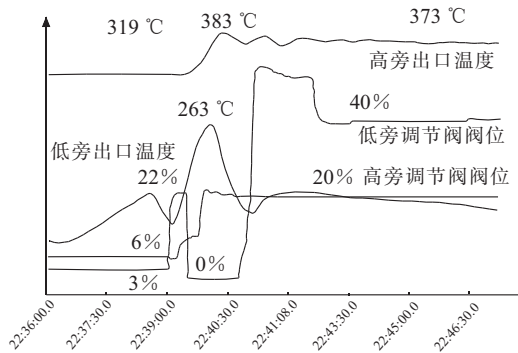


图 5 100%甩负荷时高低旁开度及出口温度变化图

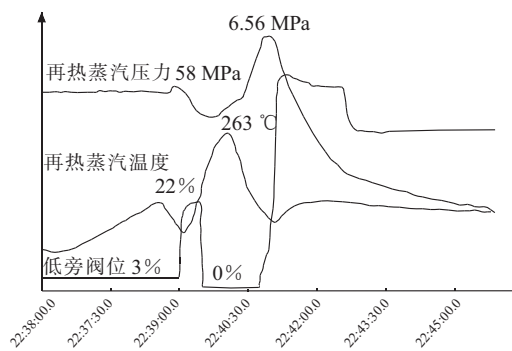


图6 100%甩负荷时低旁开度对再热器压力的影响

## 2.7 对凝汽器水位的要求

为了节省厂用电,提高效率,电厂习惯将凝汽器液位控制在较低水平,某些小机组甚至采用零水位运行方式。

在做甩负荷试验时,一定要将凝汽器液位控制在较高水平,以防止汽轮机进汽调门的突然关闭,进入凝汽器中的蒸汽量骤减,凝汽器液位突降造成凝结水泵低水位保护动作或者造成汽蚀。

如图7所示,在100%甩负荷时,凝汽器液位保持在950 mm,甩负荷发生后,水位降至810 mm,随后随着低旁的开出、除氧器上水流量的减少,凝汽器液位开始液位上升至1 155 mm,然后逐渐下降,最后稳定在1 040 mm左右。

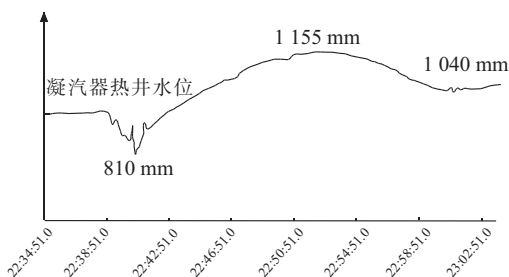


图7 100%甩负荷时凝汽器水位的变化

## 2.8 对于真空的要求

甩负荷时,凝汽器要保持在高真空状态。见图8,甩负荷发生后,由于进入凝汽器中的蒸汽量骤减,凝汽器压力下降,由4.625 kPa下降为3.265 kPa,随着低旁的突然开出,大量的热蒸汽进入凝汽

器,凝汽器压力上升至6.558 kPa,随后逐渐下降恢复平稳。

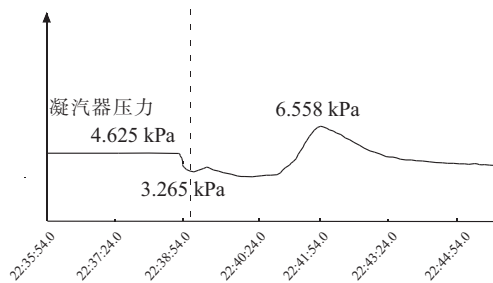


图8 100%甩负荷后凝汽器真空的变化

## 3 结束语

望亭660 MW超超临界机组50%甩负荷试验,锅炉不停炉不熄火,期间发生了水蒸汽的相变,锅炉由干态运行转为湿态运行,汽轮机最高飞升转速为3 102 r/min。

100%甩负荷试验,锅炉实现保留部分制粉系统,维持干态运行,汽轮机最高飞升转速为3 193 r/min,转速可控,动态调节特性优良。

超超临界机组甩负荷试验应根据锅炉、汽机等主要设备的特点,通过制定科学的操作程序,精心操作,完全可以实现机组甩负荷后不停炉不停机快速并网带负荷的要求。

### 参考文献:

- [1] DL/T 5437—2009. 火力发电建设工程启动试运及验收规程[S].
- [2] 黄伟,李文军.600 MW超临界燃煤机组甩负荷试验锅炉侧采取的措施[J].湖南电力,2008,28(3).
- [3] 国家电力公司. 防止电力生产重大事故的二十五项重点要求[M]. 北京:中国电力出版社,2001.
- [4] 田丰.国产600 MW超临界机组甩负荷试验分析[J].汽轮机技术,2009,51(3).

### 作者简介:

薛江涛(1979-),男,河北邯郸人,工程师,从事汽轮机调试工作;  
彭辉(1967-),男,江苏南通人,高级工程师,从事汽机调速系统工作。

## Research on Control Strategy for the Quick Grid Connection After Load Rejection Tests for 660 MW Ultra-supercritical Power Plants

XUE Jiang-tao, PENG Hui

(Jiangsu Frontier Electric Power Technology Co., Ltd., Nanjing 211102, China)

**Abstract:** Detailed control strategies for the quick grid connection with the boiler and the turbine still being in operation after load rejection tests are introduced in the paper, and the reasons for the formulation of the control strategy are also proposed just using various charts. It can provide valuable reference for the quick grid connection of other ultra-supercritical power plants.

**Key words:** ultra-supercritical power plants; load rejection; quick grid connection; control strategy