

# 提高上汽 3049t/h 超超临界塔式炉再热汽温探讨

江尧好

(江苏新海发电有限公司, 江苏 连云港 222000)

**摘 要:** 近几年来, 新型的百万机组得到了迅猛的发展, 随着投入生产时间的延长, 新机组的各种问题也逐渐暴露出来, 本文着重讨论上海锅炉厂生产的 3049t/h 塔式炉再热汽温度偏离设计值的原因, 对策, 通过对各种对策的分析、比较, 认为对再热器进行技术改造, 受热面采用螺旋肋片管, 这样就能保证再热器温达到设计值, 保证机组的经济性。

**关键词:** 塔式炉; 百万机组; 再热汽温

## 0 引言

上海汽轮机有限公司引进德国西门子公司生产的百万机组, 锅炉采用塔式炉, 从目前投产情况看, 这种锅炉再热汽温在 60%~80% 负荷情况下, 偏离设计值较大, 对机组经济型带来很大影响。如果通过对再热器进行改造, 克服这一缺点, 对电厂意义重大。

## 1 概述

新海发电有限公司 2×1000MW 扩建工程#1 机组于 2012 年 11 月 21 日通过 168 试运行, 正式投入商业运行。#2 机组也于 2016 年 1 月 23 日通过 168 试运行。锅炉采用的是上海锅炉厂生产的 3049T/H 超超临界参数变压运行螺旋管圈直流锅炉, 单炉膛塔式布置、一次中间再热、四角切圆燃烧、平衡通风、固态排渣、全钢悬吊构造、露天布置, 燃用煤种为烟煤。锅炉型号 SG-3049/28.25-M548。锅炉的主蒸汽和再热蒸汽的压力、温度、流量等要求与汽轮机的参数相匹配。锅炉出口蒸汽参数 28.25MPa/605℃/603℃, 对应汽机的入口参数 27MPa/600℃/600℃。

锅炉上部沿着烟气流动方向依次分别布置有一级过热器、三级过热器、二级再热器、二级过热器、一级再热器、省煤器。所有受热面均为水平布置, 以确保受热面疏水完全疏净。炉后尾部布置烟气脱硝装置 (SCR) 及两台三分仓容克式空气预热器。

再热器受热面分为两级, 即第一级再热器 (低再) 和第二级再热器 (高再)。第二级再热器布置在第二级过热器和第三级过热器之间, 第一级再热器

布置在省煤器和第二级过热器之间。第二级再热器顺流布置, 受热面特性表现为半辐射式; 第一级再热器逆流布置, 受热面特性为纯对流。再热器汽温采用燃烧器摆动调节, 一级再热器进口连接管道上设置事故喷水, 一级再热器和二级再热器之间的连接管道上设置有微量喷水并内外侧管道采用交叉连接, 再热器喷水取自给水泵中间抽头。

## 2 现状

新海发电有限公司#1 机组投入商业运行以来, 在运行实践中发现再热器事故喷水和微量喷水都关闭的情况下, 再热汽温达不到厂家的设计要求, 致使机组经济指标、经济效益受到严重影响。平时, 不论负荷高低, 再热器减温水阀门都是关闭状态, 再热减温水用量也都是零, 只是偶尔在再热汽温超温的特殊情况下才会开一下, 待再热汽温恢复正常后马上就关闭。再热气温表现为机组负荷高的时候, 再热气温高一些, 机组负荷低的时候再热气温低一些; 上层磨组运行时再热汽温高, 下层磨组运行时, 再热汽温低; 上层磨组煤量大再热汽温高, 上层磨组煤量低, 再热汽温就地。到 2016 年 2 月份, #2 机组也投入商业运行后, 再热汽温的表现和#1 机组情况类似。总体上, 再热汽温偏离设计值较多, 对机组经济性影响较多。针对这种情况, 把锅炉侧主汽温、再热汽温与负荷变化关系做成表格, 如表 1 所示, 对于汽轮机测的再热汽温, 由于散热的缘故, 会更低一些。

为了更加直观地反映负荷变化对再热汽温的影响, 做成如下曲线 (由于百万机组在 AGC 模式

下, 负荷下限是 550MW, 所以曲线图的下限是 550MW), 见图 1。

表 1 运行中负荷与汽温对应表

负荷/MW	主汽温/℃	再热气温/℃
947	606	592
897	605	599
840	606	592
750	601	592
669	600	571
656	602	576
603	597	569
598	596	568

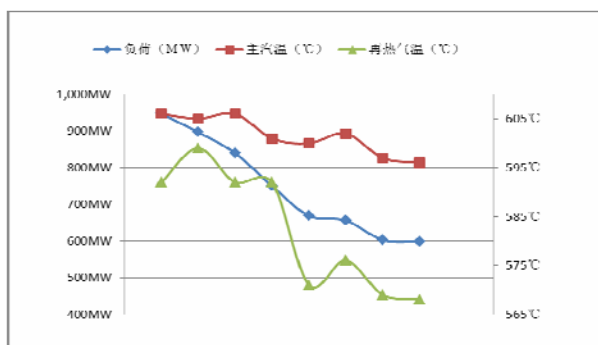


图 1 改造前负荷变化对主再热蒸汽温的影响

主蒸汽、再热蒸汽参数在不是额定工况的时候与设计值有少许偏离是允许的, 但是在 80% 以上负荷的时候, 应该基本达到设计值。而在现场运行过程中, 百万机组的负荷基本是在 60%~80% 之间运行, #1 机组一般是四台磨或者是五台磨运行, 负荷在 600MW 至 1030MW 之间变动, 带满负荷的时间很少。主汽温基本能达到设计要求, 有时候负荷变化大的时候还会超温, 而再热气温则不然, 减温水基本不用, 偶尔开启也只是为了控制两侧汽温偏差或者个别点汽温过高。#2 机组在 168 试运行过程中, 六台磨煤机运行, 满负荷, 再热汽温在 587℃~592℃ 之间, 再热汽温变化, 运行中主要是受吹灰影响。离设计温度总是有一定差距。运行人员为了尽可能提高再热气温, 用尽各种方法: 炉膛吹灰、受热面吹灰、调整燃烧器摆角、调整燃尽风摆角、调整不同的磨组配合以及调整燃烧配风等方法, 再热气温都不能达到理想要求。通过观察本厂 #1 机组的运行状况, 以及对使用同样设备的兄弟厂家的调研, 发现情况也很类似。

### 3 原因分析

再热汽温达不到设计要求, 通常有以下原因:

(1) 机组处于启停阶段或者机组负荷极低, 燃

烧强度不够。

(2) 燃烧调整操作不当或者再热减温水开度过大, 或者减温水阀门漏流太大。

(3) 受热面设计有缺陷, 再热器受热面积过小或者吸热不足。

(4) 再热器一级、二级减温水用量过大或者漏流严重。

(5) 机组运行时的燃料与设计煤种不符合。

(6) 受热面脏污、积灰严重。

(7) 汽轮机高排管道布置不合理, 管道散热太大, 致使再热汽温不合格。

(8) 高压旁路减温水误开或者漏流太大。

### 4 对策

针对以上分析, 江苏新海发电有限公司百万机组再热汽温达不到设计要求, 排除了燃烧调整不当、减温水误开或者漏流、受热面积灰、高旁减温水误开、再热冷锻管道散热过大等原因, 应该是受热面的设计有缺陷导致。基于这个原因, 提出如下方法:

(1) 经常对受热面吹灰, 保持受热面清洁。

(2) 在严格的计算、调研、论证、校核的基础上, 试探性在过热器受热面加装阻热片, 减少过热器吸热, 增加再热器受热面的吸热, 使再热汽温提高到设计值。

(3) 切除部分过热器受热面, 同时增加再热器受热面, 保证再热器汽温达到设计值。

(4) 对再热器进行改造, 部分再热器受热面改用螺旋肋片管, 提高再热器吸热量。当然, 这种改造也是要经过严格的热力计算和热力校核的, 同时还要考虑锅炉的承重部件的负荷承受能力。

通过分析比较, 方法一比较简单易行, 但是效果差, 且对安全生产有一定影响, 需要在机组负荷较高的时候才能吹灰, 而且对汽温也有较大影响, 影响机组的经济指标; 方法二相对困难, 需要在机组停运的时候实施, 并且要经过严格的计算, 由于计算和实际运行情况存在偏差, 加装阻热片很难一次就达到预期效果; 方法三的风险更大, 不仅要严格计算, 还需要到同类型的兄弟厂家调研, 必要的时候还需要咨询锅炉设计厂家的意见。因此, 建议在现阶段, 由于机组正在运行, 作为权宜之计, 采用方法一。待机组停运时候, 加装阻热片, 经过一段时间的检验, 效果确定的时候, 再进行受热面改

造,把加装阻热片的部分受热面切除,增加再热器受热面。对于方法四,它的改造比较彻底,不需要对过热器部分进行改造,改造工作只在再热器部分。只要在改造过程中考虑锅炉内部空间及锅炉承重结构的承重能力就可以了,目前还没有百万机组进行类似改造的先例,成功的案例只在 200MW 机组锅炉有过,所以,这种改造工作更应该做的谨慎、细致。

## 5 结论

经过综合比较分析,建议对再热器进行改造,将再热器受热面部分改造成螺旋肋片管,增加再热

器吸热量。这种改造虽然工作难度大,但是改造比较彻底,效果应该也是最好。虽然之前没有百万机组还没有先例,但是在 200MW 机组锅炉已经成功过,差别只是空间和结构承重,所以改造的效果应该是一样的。

---

### 作者简介:

江尧好(1971-),男,江苏连云港人,工程师,长期从事电厂集控运行工作, E-mail: jyh456123@163.com。