

# 1000MW 二次再热机组二再单屏超温问题分析、调整及处理措施

欧阳伟基

广东电研锅炉压力容器检验中心有限公司, 广东 广州 510700

DOI:10.61369/EPTSM.2025120012

**摘要 :** 结合该 1000MW 二次再热锅炉的结构特点、金属材质、运行方式等, 分析二再单屏超温的原因, 从燃烧调整、设备改造等多方面进行处理, 很好的解决了单屏超温的问题, 保证了机组的安全和经济性。

**关键词 :** 二次再热; 1000MW; 单屏超温; 改造

## Analysis, adjustment, and treatment measures for the overheating problem of the second reheat single screen in a 1000MW secondary reheat unit

Ouyang Weiji

Guangdong Dianyan Boiler & Pressure Vessel Inspection Center Co.,Ltd. Guangzhou, Guangdong 510700

**Abstract :** Based on the structural characteristics, metal materials, and operating mode of the 1000MW secondary reheat boiler, the reasons for the overheating of the single screen in the secondary reheat boiler are analyzed. Treatment is carried out from various aspects such as combustion adjustment and equipment modification, effectively solving the problem of overheating of the single screen and ensuring the safety and economy of the unit.

**Keywords :** secondary reheating; 1000MW; single screen overheating; renovation

### 一、设备概述

某电厂锅炉是某锅炉厂生产的1000MW 等级超超临界二次再热  $\pi$  型锅炉, 该锅炉为二次中间再热、超超临界压力变压运行直流锅炉、单炉膛双切圆、平衡通风、固态排渣、全钢架、全悬吊结构、露天布置的  $\pi$  型锅炉。主要参数 (BMCR) 为: 过热器出口压力 33.4MPa, 出口温度 605°C; 一次再热出口压力 10.7Mpa, 出口温度 623°C; 二次再热出口压力 3.24Mpa, 出口温度 623°C。锅炉尾部采用双烟道布置形式, 采用新型低 NO<sub>x</sub> 燃烧器 + 高位 SOFA 风布置反向双切圆燃烧方式, 过热器系统为三级布置, 分别为分隔屏、后屏、末过, 均布置在炉膛上部, 采用煤水比调节汽温, 高、低压再热器系统均采用两级布置, 水平烟道分别布置高压末再和低压末再, 尾部前烟道布置高压低再, 尾部后烟道布置低压低再, 再热器系统采用烟气再循环 + 尾部烟气挡板 + 燃烧器摆动的组合式调温方式, 烟气再循环为取自省煤器出口的热烟。制粉系统采用中速磨冷一次风直吹式系统。每炉配 6 台 HP1103 中速磨煤机, 煤粉细度 R<sub>90</sub>=18%。锅炉采用双切圆燃烧方式, 每台磨煤机带 8 只燃烧器。

低压高温再热器 (二次再热器末级) 管屏材质: 1 号管  $\Phi 60 \times 4.0$ , 材质: SA-213TP310HCBN; 2、3 号管  $\Phi 57 \times 4.0$ ,

材质: SA-213TP310HCBN; 4-11 号管  $\Phi 57 \times 4.0$ , 材质: SA-213S30432; 报警温度为: 649°C。

### 二、单屏超温现象描述

机组整套启动调试期间, 首次从 800MW 升至 1000MW 时, 发现低压高再 10 屏整体壁温高出其他屏 40-50°C, 低压高再出口汽温升至 580°C 时, 10 屏 11 管壁温达到 648°C (报警温度 649°C)。通过调整控制二再出口温度在 580°C 左右, 机组可以带至满负荷。但当机组负荷超过 800MW 时, 该屏温度会显著较其他屏高, 且负荷越高, 偏差越大。1000MW 时, 高出其他屏 50°C 左右, 限制了二再出口汽温不能达到额定。

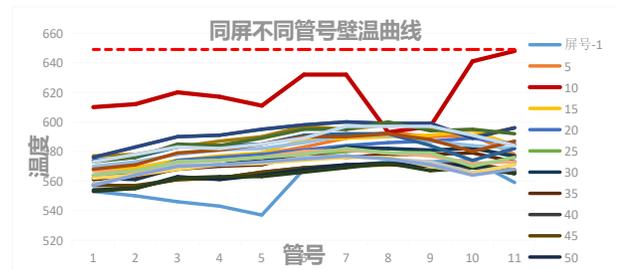


图1- 低压高再同屏不同管号壁温曲线 (1000MW 工况)

作者简介: 欧阳伟基 (1980.03-), 男, 广东省广州市人, 汉族, 大学本科, 广东电研锅炉压力容器检验中心有限公司, 高级工程师, 研究方向: 电站锅炉调试与运行。

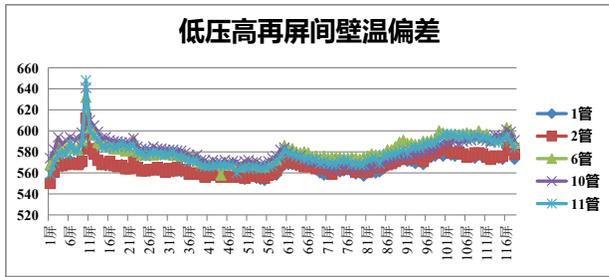


图2-低压高再屏间壁温偏差 (1000MW 工况)

### 三、二再单屏超温的原因分析

(一) 根据图2,在1000MW工况时对于低压末级再热器壁温分布情况进行整理分析:

- (1) 锅炉整体壁温水平分布均呈驼峰型,与理论设计相符;
- (2) 10屏管壁温度存在异常,壁温高于其他屏40~50°C,与理论设计不相符。

(二) 对5-15屏区间管间壁温运行情况进行整理分析:

- (1) 1-4、6、7号管壁温偏高30°C,10、11管壁温最高,其中11管壁温偏高约46°C。
- (2) 5-9、11-15屏管温度分布趋势一致,壁温差较小。10屏与其他屏趋势不同,存在异常,管壁温波动比较大,与理论设计不相符。

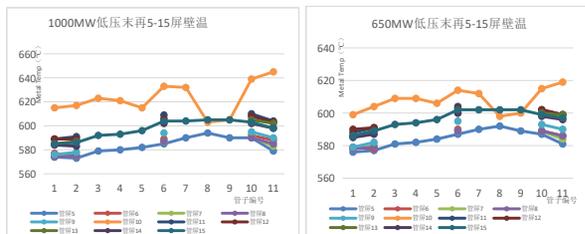


图3-1000MW、650MW 工况低压末再5-15屏壁温情况

(三) 结构设计方面

本工程采用成熟结构,并已在许多项目中应用。本次对集箱管道结构重新进行了校核,工质流动偏差控制均在4%以内,整个受热面选型设计是合理的,且从另台同类型锅炉整体运行效果来看与设计基本一致,且偏差可控,所以结构设计方面是没有问题的。

(四) 烟气侧偏差方面

本工程水平烟道中依次布置了末级过热器、高压高温再热器、低压高温再热器,烟气侧对这三组受热面影响是一致的,因此我们对本锅炉烟气上游末级过热器、高压高温再热器壁温分布也进行了分析:

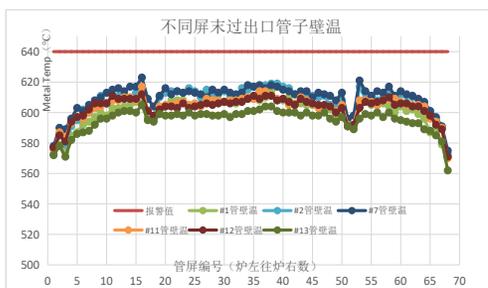


图4-未过出口管壁温分布 (1000MW 工况)

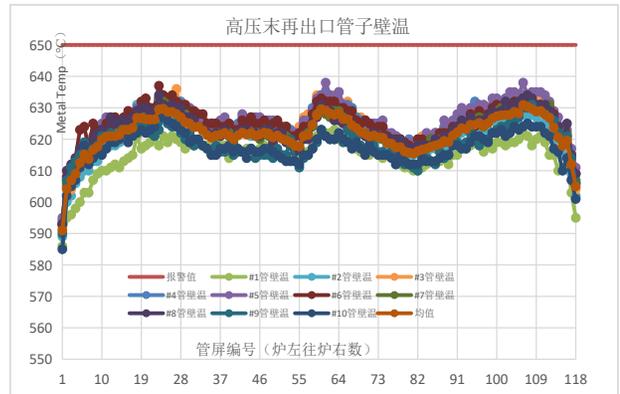


图5-高压末再出口管子壁温分布 (1000MW 工况)

上述统计可以看出末级过热器的壁温分布较均匀,基本都控制在620°C以内;高压高再壁温趋势与低压高再基本相同,高压高再10屏区域壁温基本没有偏差,都保持在640°C以下。锅炉整体运行情况与设计相符。综上对于#1炉10屏超温问题,我们可以排除烟气侧偏差的原因。

(五) 工质侧方面

排查低压末再集箱内部检查视频,发现10屏集箱开孔正好处于集箱筒身拼接内壁加工凹槽的斜坡顶点位置,且处于蒸汽流向的下游。



图6 锅炉吹管后低压高再集箱10屏开孔处内窥镜情况

工质在集箱内部从9屏向10屏方向流动,流场在此处会发生改变,形成涡流区,涡流效应最终体现在对工质的流通阻力和工质的流量分配上。且工质流量、流速越高,涡流效应越显著,对管子中工质流量的影响越显著,也与运行情况吻合。

锅炉二再受热面超温根本原因是烟气侧热负荷和工质侧流量不匹配造成的。

### 四、低压高温再热器单屏超温的燃烧调整及处理

(一) 运行方式燃烧调整措施:

- 1) 根据汽温、壁温情况,适当开大一次再热侧烟气挡板,关小二次再热侧烟气挡板,保证两侧烟气挡板开度总合大于120%;
- 2) 因二再超温点在左侧,适当将左侧燃烧器切圆摆角下摆,右侧燃烧器切圆摆角上摆,同时兼顾过热器、一再出口汽温偏差在允许范围内;
- 3) 调整吹灰频次,加强吹灰,水冷壁区域24小时全面

吹扫2次，其他区域24小时全面吹扫1次；4)适当降低烟气再循环量；5)将燃尽风水平摆角调整至最大反切位，消旋，减少烟气温度偏差；6)适当开大左侧最上层二次风门开度，冷却左侧炉膛出口烟温；7)适当开大左侧二再减温水开度，保证至少有30℃以上的过热度，且二再出口两侧汽温偏差在允许的范围内。

经过以上的运行调整，二再壁温不超温的情况下，可以将二再出口温度调整至610℃以上，主汽、一再出口温度至额定。

### (二) 设备改造处理措施：

管屏超温可以通过减少管屏的吸热量或增加工质流量两个方面来考虑。加装不锈钢罩壳的方案可以减少管屏的吸热量，但此区域烟温在850℃左右，长时间的运行，罩壳有被烧坏的风险，因此不建议加不锈钢罩壳。

通过减少吸热量的调整手段效果有限，要解决管屏超温的问题最终还是要蒸汽侧进行调整。通过减少管屏的长度来减少换热面积、减少管屏阻力增加流量，实现降低管屏温度是最简单也是有效的手段，具体为：1)需要调整的管屏为：第9、10、11屏（从左到右）；2)如图7所示将第10屏1-9号（从外到内）管向上缩短4.5m，单管减少长度约9m，壁温约下降32℃；将第10号管向上缩短5m，单管减少长度约10m，壁温约下降40℃；将第11号管向上缩短5.8m，单管减少长度约11.6m，壁温约下降48℃。将第9、11屏整体缩短1.5m，解决缩短10屏后形成烟气走廊带来的壁温稍升高的问题；3)现场工作量：对管屏截短，现场焊口66道，增加吹灰区域防磨护板。

### (三) 改造后的效果：

改造后，低压高温再热器第10屏整体温度与其他管屏温度一致，未出现超温点，可以将过热器、一、二再调整至额定参数，保证了机组的安全和经济性，彻底解决了二再单屏超温的问题。

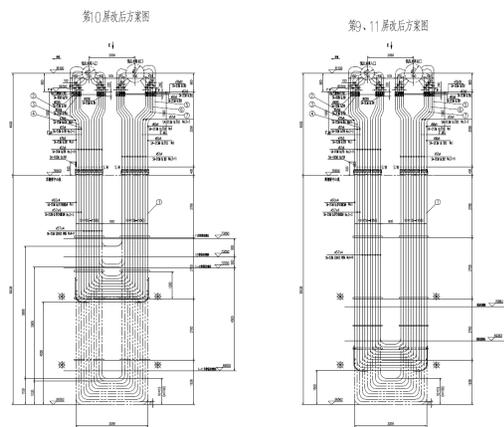


图7 低压高温再热器管屏改造方案

## 五、总结

1000MW二次再热器机组因效率高，能耗低而得到大力推广。本项目出现的机组高负荷二再单屏超温问题，通过分析判断，原因主要是管屏进口为集箱拼接处，内径偏差形成了涡流，影响了管屏工质流量，造成超温。通过燃烧调整和设备改造，可以将主汽、一、二再调整至额定参数，彻底解决了二再单屏超温问题，保证了机组的安全和经济性。

## 参考文献

- [1]王林,刘辉,刘超等.1000MW超超临界二次再热塔式锅炉过热器超温分析与对策[J].陕西电力,2016,44(8).
- [2]宁新宇,刘忠轩,孙栓柱等.1000MW超超临界塔式锅炉过热器、再热器管壁壁温超温分析与试验研究[J].锅炉技术,2019,50(8).
- [3]刘超,刘辉,王林,等.1000MW二次再热机组塔式锅炉过热器与再热器优化改造[J].热力发电,2017,46(08):96-100+112.
- [4]王小华,张战峰,黄伟珍,等.1000MW机组锅炉低负荷下管壁超温诊断及运行优化调整[J].热能动力工程,2019,34(8).