涡轮低频大功率声波吹灰器在 MGGH 烟气冷却器中的应用

Application of Turbine Low Frequency and High Power Acoustic Soot Blower in MGGH Flue Gas Cooler

郑华勇

Huayong Zheng

厦门华夏国际电力发展有限公司 中国·福建 厦门 361026

Xiamen China International Power Development Co.Ltd., Xiamen, Fujian, 361026, China

摘 要: MGGH 烟气冷却器的运行中堵灰现象较为普遍, 导致 MGGH 烟气冷却器换热能力下降。论文结合设备概况、烟气性质、锅炉点火及助燃采用 0 号轻柴油、主要设计性能指标、设备运行现状等, 提出了 MGGH 烟冷器吹灰系统未改造前存在的问题, 论述了设备吹灰器改造进程。经过实例得出, 设备吹灰器改造后取得的效果良好。

Abstract: During the operation of MGGH flue gas cooler, ash blockage is common, which leads to the decrease of heat transfer capacity of MGGH flue gas cooler. Based on the general situation of the equipment, the nature of flue gas, the use of No.0 light diesel oil for boiler ignition and combustion supporting, the main design performance indexes and the operation status of the equipment, the paper puts forward the problems existing in the soot blowing system of MGGH flue gas cooler before transformation, and discusses the transformation process of the soot blower of the equipment. Through the example, it is concluded that the effect is good after the retrofit of soot blower.

关键词: MGGH 烟气冷却器; 涡轮低频大功率声波吹灰器; 存在问题; 改造; 成果

Keywords: MGGH flue gas cooler; turbine low frequency and high power acoustic soot blower; existing problems; transformation; achievement

DOI: 10.36012/peti.v2i3.2076

1 引言

1.1 设备概况

华夏电力位于厦门海沧建港路 702 号, 1#~4# 机组均为 300MW, 4 台锅炉均由中国上海锅炉厂设计制造, 为亚临界压力、一次中间再热、控制循环汽包炉。1#、2# 锅炉型号为 SG-1025/18.3-M832。3#、4# 锅炉型号为 SG1025/17.47-M895。

一、二期 MGGH 分别于 2015—2016 年完成现场改造; MGGH 系统由烟气冷却器、烟气再热器、辅助蒸汽系统、声波吹灰系统、氮气稳压罐、循环水泵等部分组成。MGGH 烟气冷却器壳体材料 ND(09CrCuSb) 钢, 壳体厚度 6mm, 低温段换热面材质采用 60% 316L 不锈钢。MGGH 烟气冷却器安装在除尘器入口的水平烟道上, 每台炉安装 4 台烟气冷却器, 从固

定端往扩建端即 1# 炉往 4# 炉方向上起分别命名为 A1/A2/B1/B2 MGGH 烟气冷却器。其作用是通过循环水系统将冷却器处吸收的烟气热量, 在再热器部分加热净烟气, 以达到提高净烟气排烟温度, 消除烟囱白烟的目的。

MGGH 烟气冷却器: 采用 H 型翅片管, 基管壁厚 5mm, 肋片厚度 2.5mm。由于原设计声波吹灰器采用膜片和共振腔形式, 未达到设计要求, 堵灰严重。MGGH 烟气冷却器入口烟温 130℃, 出口烟温 90℃, 并且 MGGH 烟气冷却器处于 SCR 后部, 此温度下氨逃逸后易形成硫酸氢氨, 加剧 MGGH 烟气冷却器堵塞^[1,2]。

MGGH 烟气冷却器后部引风系统由 2 台引风机+1 台增压风机组成。

【作者简介】郑华勇(1977~), 男, 福建泉州人, 助理工程师, 从事锅炉检修与设备管理研究。

1.2 烟气性质

MGGH 烟气冷却器入口烟气露点温度:100℃;

MGGH 烟气冷却器入口烟气含尘量:22g/(N·m³)。

1.3 锅炉点火及助燃采用 0 号轻柴油

0 号轻柴油特性见表 1。

表 1 0 号轻柴油特性

序号	项目	数值	备注
1	低位发热量/(kJ/kg)	41870	
2	运行黏度/厘沱	3.0~3.8	20℃时
3	灰分含量/%	<0.025	
4	硫含量/%	<0.2	
5	十元烷含量/%	<50	
6	闭口闪点/℃	<65	
7	凝固点/℃	0	

1.4 主要设计性能指标

①MGGH 烟气冷却装置能够满足烟温从 130℃降到 87℃,同时满足设计工况下换热器换热能力不小于 43℃。

②辅助蒸汽加热系统不投运,设计工况下,MGGH 烟气再热器装置能够满足将烟温从 25℃升至大于 63℃,同时 MGGH 烟气再热器升温能力不低于 35℃。

③辅助加热装置投运,在任何工况下,MGGH 系统满足将入口烟温从最低 25℃升至 63℃以上的能力。

④MGGH 系统投运后,设计工况下,烟气系统阻力(含 MGGH 烟气冷却装置、MGGH 烟气再热装置及进出口喇叭口等)不大于 900Pa;MGGH 系统水侧整体压降不大于 0.5MPa。

1.5 设备运行现状

实际运行工况为烟气冷却装置在投运约 60d 差压超过 1.05kPa(最大量程),引风机出力受限引发喘振,部分机组无法带满负荷 300MW(如 1# 机组),出现机组出力受限(285MW),改烧好煤机组才能带满负荷;烟气温降约 20℃(原设计值为 43℃),净烟气温度约 56℃,低于设计值 63℃。

2 MGGH 烟冷器吹灰系统未改造前存在问题

①改造前各炉运行约 60d 后,烟气冷却器差压经常超过 1.05kPa(最大量程),实际差压可能超过 1.5 kPa。1# 机组出现满负荷 300MW 运行时,电除尘后部 2 台引风机及引风机后部 1 台增压风机全出力状态下出受限,引风机近失速区运行多次引发喘振。

②1# 炉出现机组出力受限(285MW),无法带满负荷 300MW;烟气温降约 20℃(原设计值为 43℃),净烟气温度约 56℃,低于设计值 63℃。

③由于堵灰造成 2 台引风机和 1 台增压风机电流增加,4 台机组厂用电每年共增加约 2.88×10⁴kW·h。

④MGGH 检修时烟气冷却器需要用高压水进行清洗以恢复其性能,增加维护费用。

⑤高压水冲洗后,两侧封板内进灰水,易导致烟气冷却器弯头腐蚀。检修时大量更换弯头,同时配套的手脚架、保温拆装人工费用支出较大。

3 设备吹灰器改造进程

①为解决堵灰造成差压大,3# 炉于 2019 年检修中将原有 DSK-7 型更换为 DFQ-75W 声波吹灰器,起到一定的效果,烟冷器差压 300MW 工况下约 1.0kPa。

②4# 炉于 2020 年 1 月 1 日检修后投运,此次检修更换 8 台涡轮低频大功率声波吹灰器,安装于 2 组烟气冷却器中间。运行期间烟冷器差压 300MW 工况下约 0.8kPa。

③继 4# 炉 MGGH 烟气冷却器加装 8 台涡轮低频大功率声波吹灰器效果明显后,1# 炉 MGGH 烟气冷却器在同样位置也加装了同型号同数量的声波吹灰器,并在第 2 组烟气冷却器后部增加 4 台相同的声波吹灰器,效果明显,烟气冷却器运行差压降至 0.45kPa,取得了预期的效果。

4 设备吹灰器改造后取得的成果

4.1 4#机组改造后取得的成果

安装低频大功率声波吹灰器后 4# 机组积灰情况好转。4# 机组于 4 月 8 日停运后现场检查,MGGH 烟气冷却器积灰情况明显比修前好很多。

4.2 3#机组改造后取得的成果

3# 炉未安装低频大功率声波吹灰器有改善但相较 4# 机组效果差。3# 炉与 4# 炉声波使用情况对比:3# 炉烟冷器积灰堵灰情况比 4# 炉严重一些,3# 炉烟道底部积灰平均厚度 500mm,4# 炉烟道底部积灰平均厚度 100mm,4# 炉声波吹灰器使用效果明显好于 3# 机组。

详见比对情况(改造前后及 3#、4# 炉比对)照片:

4# 炉原有吹灰器 B2 烟道低省侧模块背风面积灰情况如图 1~图 9 所示。

图 1 B2 烟道中上部 1

图 2 B2 烟道中上部 2

图 3 B2 烟道中上部 3

图 4 B2 烟道中部 1

图 5 B2 烟道中部 2

图 6 B2 烟道中部 3

图 7 B2 烟道下部 1

图 8 B2 烟道下部 2

图 9 B2 烟道下部 3

4# 炉更换新吹灰器后 B2 烟道低省侧模块背风面积灰情况如图 10~图 18 所示。

4.3 1# 炉改造后取得的成果

目前,1# 炉运行中暂无法查看 MGGH 烟气冷却器积灰情

图 10 B2 烟道上部 1

图 11 B2 烟道上部 2

图 12 B2 烟道上部 3

图 13 B2 烟道中部 1

图 14 B2 烟道中部 2

图 15 B2 烟道中部 3

图 16 B2 烟道下部 1

图 17 B2 烟道下部 2

图 18 B2 烟道下部 3

况,1# 炉 4# 炉 MGGH 烟气冷却器运行差压分别为 0.45kPa/
0.8kPa,1# 炉 MGGH 烟气冷却器运行情况明显好于 4# 炉。

1# 炉改造前 2 台引风机+1 台增压风机电流情况如图 19
所示。

图 19 修前风机 SIS 数据

由图 19 可见,1[#]炉 300MW 下 2 台引风机+1 台增压风机总电流=153.5+151.1+209.6=514.2A。

1[#]炉改造后 2 台引风机+1 台增压风机电流情况如图 20 所示。

图 20 修后风机 SIS 数据

由图 20 可见,1[#]炉 300MW 下 2 台引风机+1 台增压风机总电流=140.2+141.2+205=486.4A。

改造前后 1[#]机组 300MW 满负荷状态下运行电流节电 514.2-486.4=27.8A, 综合考虑修前修后空预器、SCR 脱硝反应器差压均有所下降,MGGH 烟气冷却器带来的 2 台引风机+1 台增压风机电流节约比例约 50%即 13.9A。

4.4 后续公司因 MGGH 烟气冷却器改造带来的附加成果

①降低此前为清理 MGGH 烟气冷却器积灰投入的高压水冲洗费用每年约 60 万元; 每年节约高压水冲洗造成弯头更换及配合弯头更换投入的脚手架搭设、保温拆装费用约 40 万元。目前,1[#]炉改造后 MGGH 烟气冷却器差压很小,后

续高压水冲洗项目可以取消。

②MGGH 烟气冷却器弯头腐蚀的关键在于水冲洗后,灰水由管排与封板间隙进入弯头部位,灰水腐蚀弯头,弯头漏水后流至烟道内更加剧管排堵塞,长时间运行后灰块变硬,检修时高压水无法进行清理。因此,加装涡轮低频大功率声波吹灰器可以解决此项问题。

③由于 MGGH 烟气冷却器安装标高约 19m,此处作业属高处作业,加装涡轮低频大功率声波吹灰器可以带来相应的安全效益。

图 21、图 22 为厦门华夏国际电力发展有限公司 SIS 运行画面截图(满负荷 300MW)。

图 21 1[#]机组改造后 SIS 画面(差压很小)

图 22 1[#]机组改造后 SIS 画面(局部放大可见差压很小)

5 结语

厦门华夏国际电力发展有限公司 MGGH 烟气换热器后部为低低温电除尘,原先考虑用蒸汽吹灰方式,因蒸汽吹灰会增加低低温电除尘水分,水分增加对灰流动性不利,同时,蒸汽吹灰会吹损 MGGH 烟气冷却器,且安装蒸汽吹灰的空间狭小,传热元件非常密集,蒸汽吹灰无法吹到所有管排,安装后不利于设备检修,故而选用涡轮低频大功率声波吹灰器。

1[#]锅炉采用生产的涡轮低频大功率声波吹灰器对

(下转第 61 页)

4 改造方案

为缩短电站沉砂池冲砂作业时间,抢发电量,公司安生部与电站人员就多泥沙电站冲砂展开研究与优化,经反复论证,最终采用“钢板围挡”方案(见图6),该方案全面借用了“都江堰鱼嘴”分砂原理,同时咨询了相关水工专业设计人员,采用在渠首进水口工作闸后端装设高50cm钢板桩,使之形成冲砂分流嘴达到“束水冲砂”的效果,增加沉砂池提高单孔闸门的冲泄力度、加强水量的高效利用。该方案巧妙利用水力特点,成功实现了淤沙到指定位置、冲砂快速有效的目的。

图6 冲砂设施改造布置

经在渠首进水口工作闸后端加装冲砂设施后,充分调节冲砂泄洪闸门开度,利用冲砂分流嘴控制汇流进入沉砂池的水流,加大控制流速与水流压力,加快了沉砂池冲泄效率。

5 运行效果

共和电站沉砂池冲砂系统改造于2020年6月15日完成改造安装与验收。自投入使用以来,冲砂系统改造取得了明显效果,大幅缩短了电站汛期停机冲砂时长。

自进入2020年7月汛期,共和电站共计进行了2次停机冲砂作业平均耗时约2.75h(见表2)。对比过去3年停机冲砂记录8.2h。经过此次沉砂池冲砂系统改造大幅缩短了冲砂停机所需时间,综合对比耗时缩短了70%以上。根据汛期电站实际运行工况,每次停机冲砂可缩短约5~6h,可增加电量约 $1.62 \times 10^4 \text{ kW} \cdot \text{h}$ 。

表2 冲砂设施改造后时长

序号	年份	日期	起止时间	冲砂耗时/h
1	2020年	7月13日	7:30~10:00	2.5
2	2020年	7月20日	11:00~15:00	3

6 技术分析

共和电站沉砂池冲砂系统改造,在总结过去电站汛期沉砂池淤积严重,直接影响电站机组涉水部件安全运行的基础上,通过实地踏勘与参考学习其他较为科学成熟的冲砂方案下,制订了共和电站冲砂技术改造方案,方案主要特点:

借用“都江堰鱼嘴”分砂原理,巧妙利用鱼嘴控制分流水力特点,调节控制进入沉砂池的水流流速与压力,高效利用水力快流速流动可附带冲击堆积的显著特点,实现了对淤积体冲泄至指定区域、冲砂快速有效的目的。

7 效益分析

共和电站渠首沉砂池冲砂系统改造完成后,大幅度缩短了停机冲砂时长。经完成近2次冲砂作业分析,将冲砂时长缩短至3~4h且冲洗更为彻底。比原冲砂方式节省时间5~6h,每次停机冲砂相比改造前可增加发电量约 $1.62 \times 10^4 \text{ kW} \cdot \text{h}$ 。按每月4次计算,全年丰水期(7~10月)预计可增加发电量约 $3 \times 10^4 \text{ kW} \cdot \text{h}$ 时,直接增加电量收益约60~70万元。

(上接第48页)

MGGH烟气冷却器积灰清理取得预期效果,后续将进一步对其他机组参照1#炉进行改造。全部改造完成后每年节约维修费用将超过100万元,节约电量约 $2.30 \times 10^4 \text{ kW} \cdot \text{h}$ 。

厦门华夏国际电力发展有限公司MGGH烟气冷却器加装涡轮低频大功率声波吹灰器就地设有控制柜,吹灰器的吹扫时间、间隔时间均可灵活调节,同时接入DCS进行操作及

故障报警,设备稳定运行及使用性能进一步得到保障。投运后涡轮低频大功率声波吹灰器运行可靠性较好、故障低。

参考文献

- [1] 张峰.声波吹灰器在锅炉吹灰中的应用研究[J].电声技术,2018,42(3):25-27
- [2] 赵旺初.声波吹灰器的原理与应用[J].电力建设,2001(1):54-56.