

邻机加热技术在 1 000 MW 超超临界 机组的应用

Application of adjacent boiler heating technology in 1 000 MW ultra-supercritical
thermal power units

贾利峰
JIA Lifeng

(华电莱州发电有限公司, 山东 莱州 261441)
(Huadian Laizhou Power Generation Company Limited, Laizhou 261441, China)

摘 要: 华电莱州发电有限公司 1 000 MW 超超临界机组冷态启动过程中, 在热态冲洗和锅炉升温升压阶段采用邻机加热技术加热 #2 高压加热器给水, 可提高冲洗水温、缩短热态冲洗时间、加快锅炉升温升压, 节省了大量的辅机电耗, 减排效果显著, 环保效益及经济效益良好。

关键词: 冷态启动; 邻机加热; 热态冲洗; 升温升压; 经济效益

中图分类号: TM 621.2 **文献标志码:** B **文章编号:** 1674-1951(2019)04-0066-02

Abstract: During the cold start-up of a 1 000 MW ultra-supercritical thermal power unit in Huadian Laizhou Power Generation Company Limited, adjacent boiler heating technology is used to heat feed water of No. 2 high pressure heater in hot flushing and boiler warming process, which can boost the flushing water temperature, shorten the hot flushing time and accelerate the warming of boiler. The technology can save auxiliary machinery power consumption and reduce the emission remarkably. Its environmental benefits and economic benefits are good.

Keywords: cold start-up; adjacent boiler heating; hot flushing; temperature and pressure rising; economic benefit

0 引言

近年来, 随着电力技术的不断进步, 大容量、高参数、低能耗的超超临界火力发电机组建设迅猛发展, 机组发电煤耗、厂用电率等经济指标不断创新低, 大机组、高参数、大容量所带来的运行经济性不断凸显。但由于大机组启动时间长, 启动过程中的厂用电、汽、水、燃油、燃煤消耗量非常大, 其中, 锅炉热态冲洗阶段由于冲洗水温度低且升温慢, 导致热态冲洗效果差、冲洗时间长^[1]; 升温升压阶段由于给水温度低, 导致锅炉产汽量不足, 锅炉升压速率慢。热态冲洗和升温升压时间约占机组启动时间一半以上, 严重影响了开机进度^[2]。超超临界火力发电机组启动过程中, 如果热态冲洗和升温升压阶段能够采用邻机供汽加热给水, 提高给水温度, 就能减少热态冲洗时间, 加快锅炉升温升压, 从而大大缩短机组启动时间。

1 邻机加热技术

华电莱州发电有限公司一期工程 2 × 1 000 MW 超超临界机组于 2012 年 12 月相继投产, 锅炉为东方锅炉股份有限公司生产的 DG3000/26.15 型超超临界变压直流炉, 是单炉膛、一次中间再热、平衡通风、固态排渣、全悬吊结构 II 形锅炉; 汽轮机为东方汽轮机厂生产的 N1000-25/600/600 型超超临界、一次中间再热、单轴四缸四排汽、凝汽式汽轮机。旁路系统采用一级启动旁路, 容量为 30% 锅炉最大连续蒸发量 (BMCR), 只能满足机组启动需要, 不具备再热器保护功能。汽轮机高压缸排汽管道未设置高压缸排汽逆止阀。

#1、#2 机组增设邻机加热系统, 分别从 #1、#2 机冷段至小机管道上接管, 汇合为邻机加热蒸汽母管, 母管上设电动闸阀作为联络门, 由运行机组向启动机组供汽, 作为启动机组 #2 高压加热器 (以下简称高加) 给水的加热汽源。邻机加热蒸汽母管至 #1、#2 机组 #2 高加蒸汽管路分别设置一个进汽调

节阀,用以调节启动机组 #2 高加进汽量,从而控制给水升温率和温度。邻机加热系统如图 1 所示,图中二抽为二段抽汽的简称。

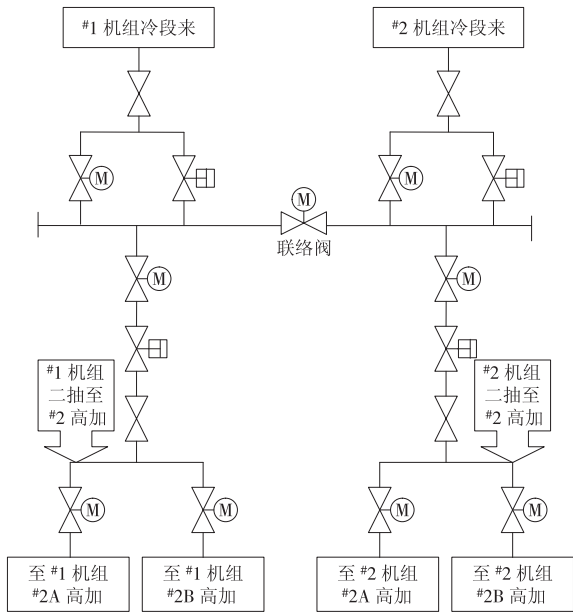


图 1 邻机加热系统
Fig. 1 Adjacent boiler heating system

机组冷态启动,在热态冲洗阶段,通过邻机加热技术将锅炉给水尽快加热至热态冲洗要求的温度,提高热态冲洗效果,缩短热态冲洗时间;锅炉升温升压阶段,通过邻机加热技术,进一步提高锅炉给水温度,提高锅炉产汽量,从而缩短锅炉升压时间,使主蒸汽压力尽快达到冲转条件。

2 邻机加热系统运行

机组启动过程中,锅炉点火后即可投入邻机加热系统,邻机冷段抽气通过邻机加热蒸汽母管供汽至启动机组 #2 高加,作为 #2 高加的加热汽源。缓慢开大邻机加热供汽调节阀,当 #2 高加出口水温升至 190℃时,锅炉即进入热态冲洗阶段。邻机加热系统投运时要严格控制高加出水温度变化率不超过 3℃/min。

热态冲洗结束后,锅炉进入升压升温阶段,此时继续缓慢开大邻机加热供汽调节阀以提高给水温度,当主蒸汽品质合格后(压力为 9.6 MPa、温度为 415℃),冲转汽轮机。升温升压过程中要严格控制高加出水温度变化率不超过 3℃/min。

发电机并列后,投入 #3 高加,投入 #1 高加,及时将 #2 高加由邻机供汽倒至本机组供汽,疏水倒至正常运行方式,退出邻机加热系统^[3]。

3 安全措施

(1)邻机加热系统投入前,一定要进行充分的

暖管疏水,防止因疏水不足而导致管道剧烈振动,进而损坏设备。

(2)邻机加热系统投入前确保启动机组 #2 高加就地水位计显示清晰、正常,正常疏水阀及事故疏水阀能够正常使用, #2 高加水位保护联锁试验正常,防止汽轮机进水^[4]。

(3)邻机加热系统投入时,开启进汽调节阀要缓慢,操作过快,邻机冷段大量蒸汽进入邻机加热系统,可能导致邻机高温再热器、低温再热器壁温超限^[5]。

(4)邻机加热系统投入后,一定要严密监视启动机组汽轮机上、下缸温及盘车转速,如果启动机组二段抽汽管道逆止阀和电动阀不严,邻机加热供汽蒸汽会通过二抽管道倒入汽轮机。

4 效益分析

(1)在热态冲洗阶段,采用邻机加热系统加热 #2 高加给水,提高冲洗水温,强化了热态冲洗效果,缩短了冲洗时间;锅炉升温升压阶段,通过邻机加热系统进一步提高锅炉给水温度,提高了锅炉产汽量,加快了锅炉的升温升压速率。由表 1 可知,2016 年采用邻机加热技术后,热态冲洗耗时减少约 4 h,升温升压耗时减少约 2 h,总共耗时减少约 6 h。

表 1 热态冲洗和升温升压耗时
Tab. 1 Time consumption in hot flushing, temperature and pressure rising

项目	2013 年	2014 年	2015 年	2016 年
热态冲洗	9 h 50 min	8 h 52 min	10 h 35 min	4 h 35 min
升温升压	5 h 30 min	5 h 22 min	4 h 22 min	3 h 25 min
总计	15 h 10 min	14 h 12 min	14 h 57 min	7 h 55 min

(2)每次启机所节省的费用。

1)锅炉热态冲洗和升温升压过程中,磨煤机平均出力按 30 t/h 计算,则 6 h 可节煤约 180 t,按煤价 780 元/t 计算,可节约原煤费 14.04 万元。

2)锅炉热态冲洗和升温升压过程中,F 磨煤机 8 支气化小油枪每支出力为 0.12 t/h,则 6 h 可节约燃油 5.76 t,按照 #0 柴油价格为 7 500 元/t 计算,可节约燃油费 4.32 万元。

3)锅炉点火至汽轮机冲转需要启动的主要辅机功耗为 9 991.5 kW,6 h 共耗电 59 949 kW·h,按电价为 0.5 元/(kW·h)计算,可节省电费约 2.99 万元。

4)锅炉热态冲洗和升温升压过程中平均冲洗水量为 350 t/h,按除盐水价格为 8 元/t 计算,每次启机可节约除盐水费 1.68 万元。

5)邻机加热系统所消耗的总蒸汽量为 360 t,按蒸汽成本 60 元/t 计算,6 h 所需费用(下转第 73 页)

全稳定运行;在湿式除尘器下灰斗壁板上部 1/3 处(距离灰斗顶部约 300 mm)采用斜插的方式加装 316L 不锈钢溢流管,规格 $\phi 108\text{ mm} \times 4\text{ mm}$,增加 U 形水封管路和排空门(DN40 不锈钢球阀),变径 $\phi 56\text{ mm} \times 3\text{ mm}$ 顺至湿式除尘器下灰斗废水箱,用手动蝶阀做隔断门,手动蝶阀保持常开状态,当灰斗存水液位漫过溢流管上管口时,溢流管底部管口有大量的灰水流出,故可凭此判断下灰斗滤网存在堵塞现象,能够及时作出有效处理。

3.7 改造水箱液位测量装置

将连通口孔径扩大,为保证导波管的稳定性,将一组相对的连通孔扩至 $50\text{ mm} \times 500\text{ mm}$,以增大通流面积,避免堵塞。

4 效果分析

按照上述措施实施后,提高了 #6 机组 WESP 水系统的运行可靠性,降低了内部喷嘴的堵塞程度,缓解了由于水系统故障导致的电场短路跳闸停运,提高了设备的安全稳定性^[3]。

提高了 WESP 水系统的运行可靠性,消除了由于水系统原因造成的电场短路跳闸,进而导致净烟尘超标的环保隐患,确保湿除运行可控再控。措施实施后,每年减少更换 16 块 316L 不锈钢阳极板(3 480 元/块)和 36 个 316L 不锈钢滤芯(3 210 元/个),共节省 WESP 水系统运行维护费 17 万元。

(上接第 67 页)约 2.16 万元。

因此,每次启机所节省的费用为 20.87 万元。

(3)锅炉热态冲洗和升温升压阶段,按平均烟气流量为 $2\,000 \times 10^3\text{ m}^3/\text{h}$, SO_2 , NO_x 排放质量浓度分别为 26,30 mg/m^3 计算,6 h 可减少 SO_2 排放量 0.312 t,减少 NO_x 排放量 0.360 t,减排效果显著。

5 结束语

邻机加热技术的应用,提高了锅炉热态冲洗和升温升压阶段的给水温度,减少了锅炉热态冲洗时间和升温升压时间,从而大大缩短了冷态启动时间,节约了大量的燃料和厂用电,取得了较好的社会效益和经济效益。

参考文献:

[1]黄军军,周杰. 汉川电厂Ⅲ期临机加热系统分析[J]. 能

此外,实施的水系统优化方案对同类型金属极板湿式电除尘器水系统后续优化工作具有一定的参考价值。

5 结束语

湿式静电除尘器应用能有效地减少烟气中污染物排放,尤其对石膏液滴、酸雾、有毒重金属以及 PM10.5,尤其是 PM2.5 的微细粉尘有良好的脱除效果。由于设计、施工等方面的原因,在后续运行过程中出现了一系列的问题,经改造后,设备已逐渐平稳运行。

参考文献:

[1]张海,丁慎重. 湿式除尘器运行维护分析[J]. 电力科技与环保,2016,35(4):38-40.

[2]张康年,付学锋,陈利文. 循环水泵全性能曲线的程序求解[J]. 江西电力职业技术学院学报,2011,24(4):41-43.

[3]赵清明,张海,逯峰,等. 火电燃煤机组湿式电除尘器大修发现问题与处理[J]. 山东电力技术,2016(10):73-75.

(本文责编:齐琳)

作者简介:

李强(1982—),男,山东淄博人,工程师,从事电力企业管理方面的工作(E-mail:26110187@qq.com)。

源与环境,2011(6):30-31.

[2]陈模嘉. 国产 1 000 MW 级机组调试技术新突破[C]//中国电机工程学会. 2009 年超超临界机组技术交流会论文集,2009.

[3]哈尔滨锅炉厂有限责任公司. HG-1795/26.15-YM1 超超临界直流锅炉本体说明书[Z].

[4]宋涛,朱小强. 超超临界机组利用邻机加热完成热态冲洗[J]. 创新与应用技术,2016(5):158-159.

[5]原钢. 600 MW 级火力发电机组集控运行典型规程范本[M]. 北京:中国电力出版社,2009.

(本文责编:刘芳)

作者简介:

贾利峰(1985—),男,山东栖霞人,工程师,工学硕士,从事电厂集控运行工作(E-mail:923565635@qq.com)。