

某2×600 MW 机组电厂除渣系统优化选择

高琳婕

(江苏省电力设计院,江苏南京,211102)

摘要:根据某2×600 MW 燃煤供热电厂的特点及外部条件,在确保系统安全可靠运行的前提下,力求简化系统、降低工程造价和减少运行维护费用。分析了刮板捞渣机和风冷式钢带排渣机2种排渣方案的性能和特点,并从技术、投资和运行经济性等方面详细进行了比较,最终选定刮板捞渣机除渣方案为该工程的除渣系统方案。

关键词:火力发电厂;系统优化;锅炉效率;节能;节水

中图分类号:TK223.2

文献标志码:B

文章编号:1009-0665(2016)03-0087-04

近年国内越来越多的火力发电厂为节能减排为出发点,面临选择炉底除渣系统时,往往倾向于选用风冷式钢带排渣机作为除渣方案。针对南海2×600 MW 燃煤供热电厂工程炉底渣处理系统,设想刮板捞渣机除渣和风冷式钢带排渣机除渣2个预案,并从技术、投资和运行经济性等方面进行了分析比较,对燃煤电厂选择合适的排渣方式有一定的参考作用。

1 除渣系统方案的2种设想

该工程锅炉采用超超临界参数、变压运行直流炉、带启动循环泵、单炉膛、一次中间再热、平衡通风、紧身封闭结构、固态排渣、全钢构架、全悬吊结构Ⅱ型燃煤炉。锅炉最大连续蒸发量(BMCR)1900 t/h。锅炉在燃烧相应煤种时,1×600 MW 机组灰渣量见表1。

表1 锅炉燃烧相应煤种时产生的灰渣量

项目	设计煤种 (神华煤)	校核煤种1 (伊泰煤)	校核煤种2 (晋北烟煤)
小时 排放量	渣量/(t·h ⁻¹)	2.91	6.21
	灰量/(t·h ⁻¹)	16.50	35.20
	灰渣量/(t·h ⁻¹)	19.41	41.41
日排 放量	渣量/(t·d ⁻¹)	58.2	124.2
	灰量/(t·d ⁻¹)	330.0	704.0
	灰渣量/(t·d ⁻¹)	388.2	828.2
年排 放量	渣量/(t·a ⁻¹)	17 460	37 260
	灰量/(t·a ⁻¹)	99 000	211 200
	灰渣量/(t·a ⁻¹)	116 460	248 460

注:(1)日运行小时数按20 h计,年运行小时数按6000 h计;
(2)根据锅炉厂资料,炉底渣与飞灰配比为15:85。

针对该工程锅炉炉底排渣系统,提出刮板捞渣机除渣方案和风冷式钢带排渣机除渣2种方案。

1.1 刮板捞渣机除渣方案

刮板捞渣机除渣方案为机械除渣系统,按2×600 MW 机组容量设计,炉底渣采用“锅炉渣井+刮板捞渣机+渣仓”连续除渣方案,贮存在渣仓内的渣由汽车外运供综合利用或运到灰场堆放。渣水经澄清后循环使

用,不对外排放。炉底渣系统采用单元制,渣水闭式循环系统为2台炉共用。其工艺流程如图1所示。

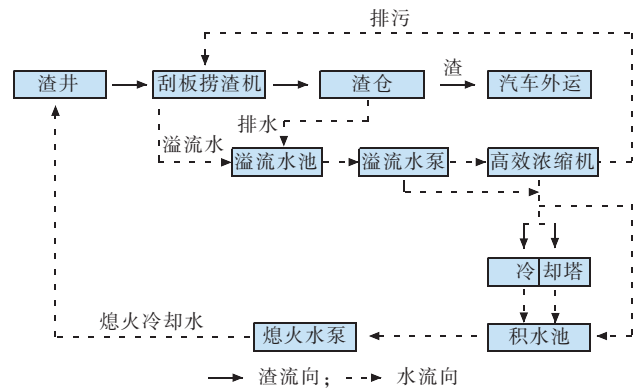


图1 刮板捞渣机除渣系统

每台炉下配置1台较大倾角可变速的刮板捞渣机,在布置上将刮板捞渣机头部适当抬高和加长,使从刮板捞渣机水浸槽中捞出的渣在进入渣仓之前有足够的时间脱水。刮板捞渣机采用析水刮板,确保从刮板捞渣机排出的渣含水率<25%,可外运供综合利用或在灰场堆放。

刮板捞渣机正常运行出力3 t/h,最大运行出力28 t/h,且留有足够的裕量,保证刮板捞渣机在停机时其上槽体以上积满渣时(4 h渣量),仍能带负荷启动,并能在1 h内将其(4 h渣量)输送完毕。正常运行时刮板速度不应>1.0 m/min,最大运行出力时刮板速度不应>最4.0 m/min。

捞渣机的溢流水装置设有锯齿形溢流堰和平行斜板澄清器,以保证其携带的悬浮物浓度不超过于0.05%。

在每台炉的炉侧各布置1台渣仓,运渣汽车可直接在渣仓下装车。渣仓直径D8 m,通过对渣仓结构优化使其有效容积达240 m³,1座渣仓可贮存1台锅炉在MCR工况下设计煤种约96 h的渣量,校核煤种2约40 h的渣量。

2台炉设置1座直径D12 m高效浓缩机和1座标准循环水量500 m³/h冷却塔。冷却塔采用两室组合结

系统比刮板捞渣机除渣系统多投资 304 万元。

表 3 刮板捞渣机除渣系统与风冷式钢带排渣机除渣系统的投资比较 万元

项目	刮板捞渣机除渣系统	风冷式钢带排渣机除渣系统
排渣设备	2×401.35	2×558
机械提升设备	0	2×72
渣仓设备	2×86	2×96
闭式循环水系统	132.95	0
合计	1 107.65	1452
锅炉高度增加费用	0	0
安装工程费	31.92	21
建筑工程费	60	31
合计	1200	1504

2.2.2 燃煤和运行费用

(1) 年动力消耗比较。刮板捞渣机除渣系统年动力消耗见表 4, 风冷式钢带排渣机除渣系统年动力消耗见表 5。

表 4 刮板捞渣机除渣系统年动力消耗

项目	平均轴功率/kW	年运行时间/h	年耗电量/(kW·h)
排渣设备			
刮板捞渣机	27×2	7920	427 680
熄火水泵	27×2	7920	427 680
溢流水泵	13×2	7920	205 920
闭式循环水系统			
高效浓缩机排污水泵	5.5	7920	43 560
冷却塔	11.6	3960	45 936
高效浓缩机	5	7920	39 600

表 5 风冷式钢带排渣机系统年动力消耗

项目	平均轴功率/kW	年运行时间/h	年耗电量/(kW·h)
排渣设备			
钢带输渣机	27×2	7920	427 680
碎渣机	15.4×2	7920	243 936
机械提升设备			
斗式提升机	15.7×2	7920	248 688
干灰卸料器	9.79×2	330	6461
渣仓设备			
电动给料机	0.63×4	330	832
湿式搅拌机	18.3×2	330	12 078

按照年动力消耗费单价为 0.32 元/(kW·h)考虑, 该工程采用刮板捞渣机除渣系统年耗电量 1 190 376 kW·h, 需花费 38.1 万元/a; 采用风冷式钢带排渣机除渣系统年耗电量 939 675 kW·h, 需花费 30.1 万元/a。

(2) 年耗水费用。刮板捞渣机除渣系统用水采用闭式循环, 需补充水系统消耗用水。锅炉排渣装置的蒸发损失按下式计算^[2]:

$$q_1 = A \cdot E / 1000 \quad (1)$$

式中: A 为锅炉排渣口面积, m^2 ; E 为水封排渣槽的蒸发量, $E=73.238 \text{ kg}/(m^3 \cdot h)$ 。经计算 2 台炉排渣装置的

蒸发损失为 4.6 t/h。锅炉按年运行 330 d 计, 年蒸发损失 3.04 万 t。按渣量的 25% 计, 2 台炉渣带走的水为 1.46 t/h, 按锅炉年 MCR 工况运行 6000 h 计, 年耗水 0.876 万 t。

风冷式钢带排渣机除渣系统尽管除渣装置不耗水, 但渣调湿外运需要调湿水量, 按渣量的 20% 计, 2 台炉耗水 1.164 t/h。按锅炉年 MCR 工况运行 6000 h 计, 年耗水 0.698 万 t。

该工程最终采用循环水排水作为除渣系统的补充水, 年耗水费用不计。

(3) 影响锅炉效率产生的燃煤费。干式排渣机依靠炉内负压从锅炉底部干式排渣机吸入的冷风, 可吸收灰渣的物理显热, 有利于提高锅炉效率。但冷却风作为燃烧所需空气从炉底送入, 会使经过空气预热器的冷空气量相应减少, 锅炉的排烟温度会上升, 导致锅炉效率降低。

干排渣系统与水封式除渣装置比较, 现有的干式排渣机的结构型式和干式排渣系统的布置方案, 会使锅炉效率有所降低, 一般情况下可能会降低 0.5 个百分点以上, 即使对干式排渣机进行适当的堵漏, 同时将干式排渣机两侧冷却风风门关闭, 仍会使锅炉效率降低 0.3 个百分点左右。

为了保证在所有工况下干式排渣机的排渣温度不至过高, 以满足后续设备的运行要求, 冷却风量是按最大渣量进行设计和调整的。而实际运行时, 由于锅炉负荷的变化、煤质变化、锅炉是否吹扫等因素的影响, 大部分时段锅炉的排渣量会远少于最大渣量, 现场实际运行时运行人员更多的是关注系统排渣是否超温。尽管目前部分设备有一定的进风量调节手段, 但由于干式排渣机本身漏风非常严重, 且调节机构的可调性差, 不能做到有效调节进风量, 因此, 锅炉运行的大部分时段, 冷却风被加热的温度会远低于实测值, 对锅炉效率的影响会更严重。

20 世纪 80 年代中期之前的电站锅炉, 普遍采用漏风严重水力排渣槽, 此后, 普遍采用水封排渣槽和刮板捞渣机等水封式除渣装置, 解决了漏风问题, 提高了锅炉效率。干式排渣系统体积庞大、运转部件多, 从结构和原理上解决不了漏风问题。

因此, 风冷式钢带排渣机除渣系统会因降低锅炉效率而产生额外的燃煤费用。在此按锅炉效率降低 0.5 个百分点来考虑, 每年需多燃煤 10 284 t。按煤价 870 元/t 计算, 则该系统比刮板捞渣机除渣系统需多花费燃煤费用为 895 万元/a(2 台炉)。

(4) 大、中修及日常维修费。针对除灰渣系统的综合维修费率目前尚无可靠的参考数据, 根据本项目除渣系统的特点和同类系统的实际运行维护情况, 2 种

方案的大中修和日常维护费用大体相同。

综上所述,刮板捞渣机除渣系统燃煤和运行费用为 38.1 万元/a;风冷式钢带排渣机除渣系统燃煤和运行费用为 925.1 万元/a。

2.2.3 经济指标比较

财务基准收益率按 8% 计算,所得税率为 25%,增值税为 17%,城乡维护建设税及教育费附加为 11%,项目寿命按 20 a 考虑。固定资产折旧采用直线法,按综合折旧的方法进行计算,设备部分折旧年限取 15 a。根据前述数据,可得两方案的经济指标(2 台炉)如表 6 所示。

表 6 两方案的经济指标

项目	刮板捞渣机 除渣系统	风冷式钢带排 渣机除渣系统
投资费用/万元	1200	1504
投资比较/万元	0	+304
燃煤和运行费用/ (万元·a ⁻¹)	-38.1	-925.1
年费用/万元	155	791

从经济指标的角度看,风冷式钢带排渣机除渣系统年费用较刮板捞渣机除渣系统多 636 万元刮板捞渣机除渣系统明显优于风冷式钢带排渣机除渣系统。

3 除渣系统模块的优化选择

刮板捞渣机系统使锅炉底渣的粒化、冷却、脱水、

储运连续完成,整个系统简洁、工艺流程顺畅。捞渣机的溢流水通过由高效浓缩机、冷却塔等组成的回收水系统,输送到捞渣机重复使用,形成除渣系统用水闭式循环。投资少,年费用低,经济上有一定的优势,且大容量机组运行业绩多、安全可靠、系统简单、维护量小。

风冷式钢带排渣机系统简单、节水。但投资高、年费用高,对锅炉排渣量变化的适用性较差,系统可靠性有待运行考验。最重要的是会使锅炉效率降低。

4 结束语

综上所述,并从提高发电竞价上网能力、降低生产成本、保障系统可靠性诸因素考虑,最终选择刮板捞渣机除渣方案作为该工程的除渣系统方案。目前该项目的除渣系统已投运近 2 a,刮板捞渣机运行稳定,达到了设计预期效果,并为除渣系统后续设计提供了宝贵经验。

参考文献:

- [1] 范仁东. 从实测数据分析风冷干排渣系统对锅炉效率的影响[J]. 电力技术, 2010, 19 (7): 63-65.
- [2] 美国 A—S—H 公司工程标准[S]. 1987.

作者简介:

高琳婕(1982),女,江苏南京人,工程师,从事火力发电厂除灰、运煤系统设计工作。

Selection of the Type of the Slag Handling System for 2×600 MW Units in a Power Plant

GAO Linjie

(Jiangsu Provincial Electric Power Design Institute, Nanjing 211102, China)

Abstract: Based on the characteristics and external conditions of a 2×600 MW unit in a coal-fired thermal power plant, an effort were devoted to simplify the system, reduce project cost and reduce operation maintenance costs, under the premise of the reliable operation of the system. Two different slagging schemes, slag conveyor and air-cooled steel slag machine, were analyzed, and compared in the field of the technical, investment, operating costs and so on. Finally, slag conveyor cleaner program was used as the lagging scheme of this project.

Key words: thermal power plant; system optimization; boiler efficiency; energy saving; water saving

(上接第 86 页)

Application of External Steam Cooler in a 1000 MW Ultra-supercritical Unit

ZUO Shuai¹, LI Wei²

(1. SPIC & GCL Binhai Electric Power Generation Co. Ltd., Binhai 224500, China;

2. HPI Yuhuan Power Plant, Yuhuan 317604, China)

Abstract: This paper presented the retrofitting of external steam cooler in a 1000 MW ultra supercritical unit. The operating parameters of high-pressure heater system, before and after operating the external steam cooler, were analyzed. The result indicated that the external steam cooler can cause the bled steam at different level exclusion, which can increase the thermal cycle efficiency of the whole system and the power margin of the unit, and reduce reversible energy loss caused by heat transfer temperature difference of No.3 high-pressure heater, thus had economic benefits obviously.

Key words: ultra-supercritical unit; external steam cooler; application; economy