

超超临界塔式炉整组启动关键点控制

朱广忠

(江苏新海发电有限公司, 江苏 连云港 222023)

摘 要: 介绍江苏新海电厂六期扩建工程1030 MW 超超临界塔式锅炉的主要特点及其设计参数, 从锅炉整组启动冷/热态清洗、并网前后参数控制、干/湿态转换、低NO_x燃烧调整、汽温偏差调整和消除等几个方面进行重点分析, 并提出相应对策。

关键词: 超超临界; 塔式炉; 整组启动; 关键点; 控制

0 引言

江苏新海发电有限公司七期扩建工程1030MW超超临界燃煤发电机组, 于2012年11月21日完成168h满负荷试运行, 从机组首次并网到完成168h满负荷试运行用时22天, 168试运结束截至目前未发生非停事故, 取得了较好的社会综合效益。

1 超超临界塔式炉特点

1.1 主要技术参数

锅炉由上海锅炉厂有限公司设计生产, 型号SG-3049/28.25-M548, 为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。BMCR工况下过热蒸汽流量为3049t/h, 过热蒸汽出口压力为28.25MPa, 过热蒸汽出口温度为605℃, 再热蒸汽出口压力为5.95MPa, 再热蒸汽出口温度为603℃。

1.2 结构布置

锅炉钢架为全钢构架, 整个钢架高度分成5层刚性平面。主钢架由4根面积为2500mm×2500mm的大立柱构成, 柱间距离深度为31.5m, 宽度为30.5m。炉膛宽度21480 mm, 炉膛深度21480 mm, 水冷壁下集箱标高为4m, 炉顶管中心标高为117.95 m。大板梁顶标高126.2m。

炉膛由管子膜式壁组成, 水冷壁采用螺旋管加垂直管的布置方式。从炉膛冷灰斗进口标高4m到标高69.25m处炉膛四周采用螺旋管圈, 在此上方为垂直管圈。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。锅炉上部的所有受热

面均采用水平卧式布置, 疏水完全干净。

1.3 启动旁路系统

启动旁路系统采用了内置式汽水分离器, 带启动再循环泵, 还布置有大气式扩容器和集水箱等设备的简单疏水系统。在锅炉的启动及低负荷运行阶段, 炉水循环确保了在锅炉达到最低直流负荷之前的炉膛水冷壁的安全性。当锅炉负荷大于最低直流负荷时, 停运锅炉启动旁路系统, 内置式汽水分离器作为蒸汽通道。

1.4 燃烧系统

制粉系统配置6台HP1163/Dyn中速磨煤机, 其中5台运行, 1台备用, B层制粉系统为微油点火燃烧器。燃烧器共设置12层煤粉喷嘴, 燃烧方式采用低NO_x摆动式四角切圆燃烧技术, 采用低NO_x同轴燃烧系统(LNTFS)。整台锅炉沿着高度方向燃烧器分成四组, 最上一组燃烧器是分离式燃烬风(SOFA), 分有六层风室; 接下来三组是煤粉燃烧器, 每组有4层煤粉喷嘴, 共有48只燃烧器喷嘴。

2 超超临界塔式锅炉整组启动关键点

2.1 锅炉冷/热态清洗

超超临界直流锅炉在首次点火或停炉时间大于150h 以上时, 为了清理受热面和给水管系统均存在杂物、沉积物和因腐蚀生成的氧化铁等, 启动前必须对管道系统和锅炉本体进行冷、热态清洗。见表1、2。

表 1 锅炉冷态清洗合格标准

项目	单位	标准值	备注
分疏箱疏水含铁量	μg/L	>500	排放至冷却塔
分疏箱疏水含铁量	μg/L	<500	回收至凝汽器
分疏箱疏水含铁量	μg/L	<100	合格

表 2 锅炉热态清洗合格标准

项目	单位	标准值	备注
分疏箱疏水含铁量	μg/L	>500	排放至冷却塔
分疏箱疏水含铁量	μg/L	<500	回收至凝汽器
分疏箱疏水含铁量	μg/L	<50(期望值 <30)	合格

2.1.1 锅炉冷态清洗

(1) 锅炉上水前先投用除氧器加温, 控制给水温度接近 80℃, 以防止锅炉受热面外表结露腐蚀。

(2) 以 (10~15) %BMCR 的给水流量向锅炉上水, 直到省煤器、水冷壁部位空气门有水连续稳定流出后关闭, 为了有利于排出系统内的空气, 宜采用瞬间加大给水量的扰动方法。

(3) 当汽水分离器疏水箱出现水位且稳定上升后, 锅炉暂停上水。

(4) 投入启动贮水箱至疏水扩容器集水箱疏水液控阀自动 (锅炉未点火前, 疏水液控阀 1 水位设定为 25m, 疏水液控阀 2 水位设定为 28m) 及启动疏水泵联锁, 采用变流量方法对锅炉进行上水。

(5) 启动贮水箱疏水含铁量高于 500μg/L 时, 启动疏水排至循环水管路, 当疏水含铁量低于 500μg/L 时回收至凝汽器, 借助凝结水精处理系统进一步清除水中杂质。

(6) 启动贮水箱疏水含铁量低于 100μg/L 时, 锅炉冷态清洗结束, 停止上水。

2.2.2 锅炉热态清洗

(1) 锅炉点火后, 投入微油及 B 层制粉系统, 控制水冷壁的温升率在 2℃/min 之内, 及各受热面出口介质温度的温差通常可保持在 25℃之内。

(2) 当汽压到达 0.2MPa 后可以全关受热面空气门及疏水门, 升温升压速率用蒸汽旁路阀和燃烧速率来控制, 此时主蒸汽和再热蒸汽平均升温率应 <3℃/min。

(3) 当分离器压力达 (0.5~0.7) MPa, 水冷壁出口水温为饱和温度时膨胀开始, 此时注意维持锅炉燃料量稳定, 检查疏水液控阀开度 (锅炉点火后, 疏水液控阀 1 水位设定为 17.5m, 疏水液控阀 2 水位设定为 18.5m), 防止启动贮水箱满水。

(4) 当水冷壁出口介质温度达到 (180~200)℃左右, 分离器压力约 (1.2~1.5) MPa 时, 维持锅炉燃料量, 停止升温升压, 锅炉进入热态清洗。通常汽水分离器疏水箱疏水含铁量小于 50μg/L, 二氧化硅含量小于 30μg/L, 热态清洗合格。

2.2 并网前后的参数调整与控制

机组并网前, 锅炉主要通过燃煤量、高低旁开度、启动贮水箱溢流流等来控制升温升压的速度。冷态启动时, 控制冲转参数主汽压力为 8.5 MPa 左右, 主汽温度 380℃, 再热汽压 1.2 MPa, 再热汽温 360℃汽轮机可开始冲转。

在启动初期, 由于采用微油点火技术, 为较好控制初期主蒸汽温升率, 设定 B 磨最低煤量为 18t/h, 其它磨组最低煤量为 24 t/h。启动 B 层制粉系统后, 根据炉内燃烧情况及时撤除大油枪, 调整给煤机煤量控制主汽温升率 3℃/min。热态清洗期间, 单套制粉系统运行, 控制燃煤量在 40 t/h 左右, 机组冲转并网前, 为保证主汽压力合格, 需启动第二套制粉系统。煤量控制在 105~110t/h, 高旁开度在 30% 左右。

机组并网后, 机侧 SGC 走步并网后目标负荷为 150 MW, 升负荷速率为 10 MW/min, 此时应注意监视高低压旁路自动调整情况, 并需同步增加燃料量, 防止出现热负荷不足和升负荷速率过快, 导致启动储水箱水位高而 MFT 触发动作。

2.3 干/湿态转换要点控制

对于直流炉需言, 为了确保水冷壁在低负荷时有效的冷却, 通过水冷壁流量不能低于最低设计值, 即最低直流负荷。本公司超超临界锅炉设计最低直流负荷为 30% BMCR, 对应给水流量约 888.5 t/h。

在锅炉湿态转干态时, 维持高加出口的给水流量在 1000~1100t/h 不变, 省煤器出口流量不高于 1400 t/h, 逐步增加燃料量, 根据启动贮水箱水位及启动循环泵进出口差压逐步关小出口调节门, 控制省煤器进口给水过冷度控制在 30℃ 以上, 避免因过冷度低而导致省煤器出口给水汽化触发 MFT。随着汽水分离器出口的过热度缓慢提升, 启动贮水箱疏水液控阀将逐渐自动关闭。当分离器出口过热度达到一定值后, 启动循环泵因启动贮水箱水位低于 1m 后联跳。锅炉湿态转干态过程结束后, 应及时增加给水流量及燃料量, 按 5~10MW/min 负荷变化率带负荷至正常, 注意控制分离器过热器及水冷壁出口集箱最大温度不超过规定值。

在干态转湿态时, 机组负荷在 300~350 MW 之间, 2~3 套制粉系统运行, 此时给水流量在 1000t/h 左右, 分离器出口的过热度在 15~20℃, 缓慢减少

燃料量,分离器出口的过热度逐渐降低,随着过热度的缓慢降低,启动储水箱将逐渐建立水位,当启动储水箱水位达到18m以上时,启动锅炉启动循环泵,并根据贮水箱水位情况调整启动循环泵出口调节阀及再循环门的开度,并根据溢流量及时调整给水流量,降低燃料量时速度不应过快,防止热负荷下降过快,引起主再汽温下降过多,各参数基本平稳后干态转湿态结束。

2.4 低NO_x燃烧优化调整

锅炉燃烧器分成四个采用低NO_x同轴燃烧系统(LNTFS),LNTFS通过在炉膛的不同高度布置CCOFA和SOFA,将炉膛相对独立的部分:初始燃烧区,NO_x还原区和燃料燃尽区,通过空气分级方法优化每个区域的过量空气系数,在有效降低NO_x排放的同时能最大限度地提高燃烧效率,NO_x排放浓度≤350 mg/Nm³(氧量=6%)。

在机组投产初期,脱硝装置入口DCS显示的NO_x浓度为450~500 mg/Nm³,高于设计值并增加脱硝注氨量,后对分离尽风SOFA、紧凑COFAE及其它各层二次风门开度优化,根据不同的负荷对应不同的开度,对氧量表重新校核,调整后脱硝装置入口DCS显示的NO_x浓度降低为250~300 mg/Nm³。

在168h后期运行中,脱硝装置氨/空气混合器注氨入口阻火器滤网曾发生堵塞现象,导致注氨流量下降,烟囱出口NO_x排放超标,后对阻火器滤网进行清理后,脱硝系统恢复正常运行。

2.5 汽温偏差调整和消除

我公司#1机组投产后,发现主再汽温两侧偏差较大,AC侧减温水用量明显高于BD侧,严重时两侧汽温偏差达到20℃左右,影响机组安全运行。从二次风配风调整来看,辅助风及周界风开度调整对

汽温偏差的调整有限,后对现场核对,发现SOFA风的水平摆角均在0°,未能实现SOFA风反切作用。

SOFA风摆角可水平调整+25°到-25°,方向与火球旋转方向相反,可消除炉内火焰余旋,调整时需根据汽温偏差的情况对水平摆角方向进行正确调整,#1、#3角与#2、#4角的手动调整内外方向正好相反。SOFA风摆角经水平调整后,主再汽温两侧偏差明显减小,目前#1机组主汽温偏差在3℃以内,再热汽温偏差在10℃以内。

3 结论

塔式炉具有占地面积小、烟气流场均匀、阻力小等优点,同时各级受热面采用横卧布置,疏水彻底充分,受到国内外超超临界大型机组的欢迎,目前国内1000MW超超临界塔式锅炉已成功投运18台。超超临界塔式锅炉启动操作是否得当,直接影响机组今后安全运行,本文从超超临界塔式炉整组启动关键点进行着手分析,希对同类型机组调试和运行具有借鉴意义。

参考文献:

- [1] 上海锅炉厂有限公司. 3049t/h 超超临界锅炉产品说明书(548-1-8601) [Z].
- [2] 谢国鸿,黄伟,等. 1000MW 超超临界锅炉设计特点与选型分析[J].湖南电力, 2010(1): 30-32.

作者简介:

朱广忠(1973—),男,江苏兴化人,工程师,从事锅炉运行管理工作, E-mail: zgz9424@163.com。