

1000 MW 超超临界锅炉不带炉水循环泵的冲管方式

崔国华, 厉富超

(江苏新海发电有限公司, 江苏 连云港 222023)

摘要:某电厂 1000 MW 超超临界锅炉采用不带炉水循环泵吹管方式进行吹管。对该吹管方式的系统原理, 实施过程中的关键点等相关问题进行了叙述, 针对实际应用中发现的故障进行了分析, 归纳了不带炉水循环泵吹管方式实际运用中的事项注意, 并与国内同类型锅炉传统采用的带炉水循环泵吹管方式进行对比, 分析 2 种吹管方式各自的优点, 供同类型燃煤机组冲管时参考。

关键词:超超临界锅炉; 炉水循环泵; 冲管方式

中图分类号:TK223.5

文献标志码:B

文章编号:1009-0665(2014)03-0072-03

某公司 1000 MW 机组锅炉系德国 ALSTOM 技术制造的超超临界变压运行螺旋管圈直流炉, 型号为 SG-3049/28.25-M548; 锅炉采用单炉膛塔式布置、四角切向燃烧、摆动喷嘴调温、平衡通风、全钢架悬吊结构、露天布置、固态排渣; 锅炉尾部布置 2 台转子直径为 $D16379\text{ mm}$ 的三分仓容克式空气预热器。锅炉制粉系统采用中速磨冷一次风机直吹式制粉系统, 每台锅炉配置 6 台中速磨煤机, BMCR 工况时, 5 台投运, 1 台备用, B 层燃烧器带有微油点火装置; 设计煤种为彬长大佛寺矿煤; 该工程同步建设脱硫、脱硝装置。该公司首台 1000 MW 机组工程于 2010 年 9 月正式动工, 2012 年 8 月进行化学清洗, 2012 年 9 月 2 日进入冲管阶段。按照冲管技术措施要求, 先是带炉水循环泵启动方式进行, 后在冲管阶段炉水循环泵出现故障。为加快工程进度、节省时间, 经研究决定充分利用现有系统和设备, 尝试采用不带炉水循环泵冲管方式, 取得一点经验, 供参考。

1 锅炉 2 种冲管方式简介

某公司 1000 MW 机组冲管范围: 锅炉受热面管束(蒸汽部分)及其联络管; 主蒸汽管道; 冷段再热蒸汽管道; 热段再热蒸汽管道; 炉本体吹灰系统管路; 取样及仪表管路。按照调试方案, 冲管采用串冲形式进行, 即过热器和再热器成为一个回路, 再热器进口加装集粒器, 直至靶板合格^[1]。冲管以降压、稳压冲管相结合的方式。降压冲管通过工况变化对受热面内的氧化皮等杂物产生扰动, 使之从受热面内壁上剥落, 并随着冲管汽流排出; 稳压冲管可以通过长时间的大动量比系数对受热面的颗粒进行携带^[2]。

1.1 带炉水循环泵启动方式

其汽水流程如图 1 所示。锅炉启动初期, 大部分给水通过炉水循环泵在水冷壁内实现再循环, 水质不

合格时, 给水经大气扩容器由启动疏水泵直接排放至冷却塔。

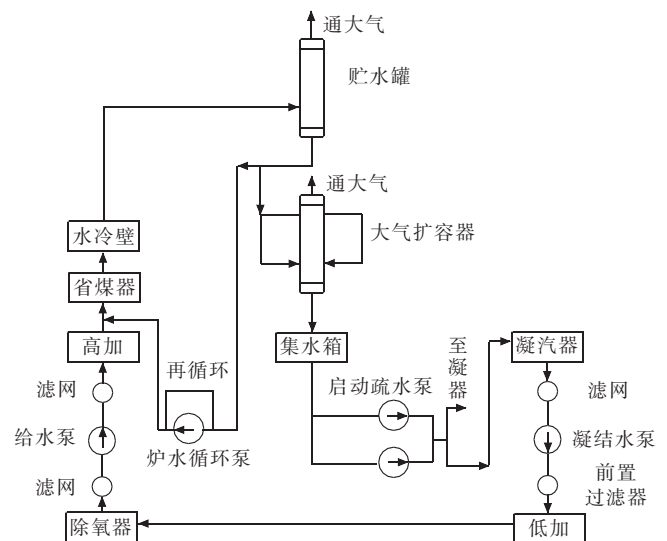


图 1 带炉水循环泵汽水流程

1.2 不带炉水循环泵冲管方式

该方式在炉水循环泵故障情况下采用, 其系统如图 2 所示。锅炉给水除产生蒸汽外, 其余全部进入大气式扩容器, 由锅炉启动疏水泵回收至凝汽器, 水质不合格时直接排放至冷却塔^[2]。

2 带炉水循环泵吹管方式优缺点分析

2.1 优点

热量直接回收, 暖炉效果好, 启动时间短, 节省大量燃料, 水冷壁流量大, 相同燃料情况下产汽量大, 有效防止水冷壁、过热器、再热器超温现象。

2.2 缺点

(1) 贮水罐水位调节难度大, 威胁机组安全。锅炉启动阶段, 贮水罐水位控制十分关键: 贮水罐水位低会导致炉水循环泵跳闸; 贮水罐水位高触发锅炉 MFT, 严重时造成过热器进水事故。此外, 启动过程中要考虑到省煤器出口流量保持 800 t/h 以上, 防止给水流量低

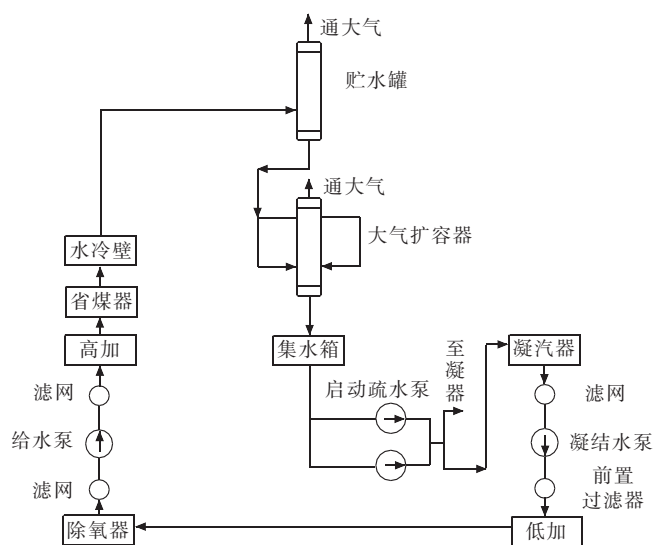


图2 不带炉水循环泵冲管系统

主燃料跳闸(MFT)动作。在频繁的降压吹管过程中,贮水罐压力波动大且快速,贮水箱水位难以调整。贮水箱及其连接管道容积仅 16 m^3 ,降压吹管过程中汽压快速下降造成严重的虚假水位,关闭临冲门后贮水箱压力又快速回升,导致贮水罐水位大幅波动。此时必须统筹协调调节主给水旁路调节门、循环泵出口调节门、循环泵再循环门、锅炉贮水罐疏水调节阀等,运行调节难度大,极易发生事故。

(2) 对炉水循环泵不利,频繁地快速调节炉水循环泵出口调节门和再循环门,引起炉水循环泵电流短时间内大幅波动。当临冲门关闭,贮水罐压力回升过程中,贮水罐水位由于压力回升和过热器系统充压的双重作用,快速波动,为维持水位稳定,运行人员快速调整炉水循环泵出口流量,导致炉水循环泵电流在 20 s 内快速从 60 A 下降至 20 A ,后又经历几个快速升降过程。这对运行中的 6 kV 电机和泵都是严峻的考验,应该避免这样的情况发生。

(3) 锅炉冲管前水冷壁虽经化学清洗,冲管过程的给水中仍有可能带有大量铁离子和剥落的氧化皮等物质,采用此方式给水量、排放量均较小,杂质容易在水冷壁内富集,不易及时排放。

3 不带炉水循环泵冲管方式优缺点分析

3.1 优点

(1) 持续大流量冲洗汽机侧高压和低压管道、凝汽器、除氧器、锅炉侧水冷壁等设备,能按照化学检验的要求及时排放、补水,有效提高整个热力系统的清洁程度。排放方式灵活,可以根据化学检测结果灵活排放:如凝汽器内杂质多,可从5号低加出口直接排放,快速提高锅炉水冷壁洁净程度;如集水箱内杂质多,可从锅炉疏水泵直接排放至冷却塔。

(2) 凝泵进口滤网、前置过滤器、前置泵进、出口滤网等都能过滤杂质,提高热力系统清洁程度。

(3) 该方式下,贮水罐水位容易控制,相对带炉水循环泵方式而言,吹管过程中仅需调节锅炉贮水罐疏水调节阀和进水旁路开度,避免炉水循环泵电流大幅波动。冲管过程中,贮水罐水位快速下降,但省煤器出口流量波动仅有 50 t/h 左右,水位波动较小且缓慢,运行人员控制较容易。

3.2 缺点

(1) 锅炉启动时间长,大量热量损失,冲管燃料耗用大。

(2) 为防止蒸汽量过少,导致过热器、再热器超温,必须严格控制燃料量的投入,控制炉膛出口烟温在 $470 \text{ }^\circ\text{C}$ 左右。其出口流量为 850 t/h ,省煤器进口水温基本维持 $85 \text{ }^\circ\text{C}$,此时燃料量为 35 t/h 煤加 $7\sim 9 \text{ t/h}$ 燃油。此过程中,后墙水冷壁 $65\sim 75$ 管多次出现管壁温度高报警,二级再热器管壁温度接近保护值。

(3) 长时间油、煤混烧,不能投用电除尘装置,对环境有较大污染,同时可能引起SCR脱硝装置催化剂中毒、空预器低温结露、堵灰、未燃烬烟灰粘附甚至二次燃烧。

(4) 在启动初期和运行一段时间后,容易出现汽机侧热力系统各泵滤网堵塞情况。

4 不带炉水循环泵冲管方式应采取的措施及注意事项

(1) 该方式下锅炉疏水量大,必须事先对锅炉2台启动疏水泵的出力进行试验,确保泵的出力能够满足锅炉最小启动流量的要求,防止启动过程中集水箱满水。同时,运行中加强疏水泵运行监视和调整,若发生两台泵均跳闸情况,必须手动MFT停炉。

(2) 冲管阶段汽轮机还不具备进汽条件,锅炉疏水直接回收至凝汽器,大量热量同时也被带入凝汽器,须防止过热蒸汽及锅炉疏水经汽轮机疏水或抽汽管路倒至汽轮机内。在启动前,检查关闭汽轮机及各抽汽管路疏水手动门,严密监视汽轮机汽缸、转子温度,同时确保汽轮机油系统、轴封系统及盘车正常运行,严防冲管期间汽轮机停转。

(3) 锅炉疏水直接回收至凝汽器,虽经大气扩容器减压,但大量疏水温度基本达到 $100 \text{ }^\circ\text{C}$,导致凝汽器水温异常上升,严重时可能引起凝结水泵进口汽蚀,应密切监视并严格控制凝结水温上升速度,及时从凝补水箱补充冷水。大量热水进入凝汽器,还会在一定程度上影响真空。

(4) 延长暖炉时间,严格控制锅炉启动期间燃料量,严密监视水冷壁、过热器、再热器壁温,防止出现超

温情况。尽量提高锅炉给水温度,开大辅汽至除氧器加热门,保持给水在 100 ℃以上;控制锅炉上水速度,用热水对锅炉进行持续暖炉;延长大油枪暖炉时间,推迟投粉,适当降低锅炉风量,提高空预器出口一、二次风温。待空预器出口二次风温度达 120 ℃左右投入 B 磨微油模式。

(5) 启动前必须重视过热器、再热器减温水的检查和调试,防止在稳压冲管过程中,某侧减温水出现严重漏流或管道堵塞。某公司在稳压吹管过程中,第一次投用减温水系统时出现二级过热器 A 侧减温严重漏流(电动隔离门关闭的情况下,减温水流量显示 40 t/h),同时二级减温器 C 侧管道堵塞,调节门开度达 100%时减温器前后蒸汽温度一致。此时三级过热器管壁短时间温差最长达 100 ℃,严重威胁锅炉安全。

(6) B 磨采用蒸汽加温暖风器和微油点火技术,提高一次风温,实现冲转前投粉,改善启动初期煤粉燃烧情况,节省燃油。某公司在吹管过程中出现以下情况:出于控制炉膛出口烟气温度和 B 磨稳燃的需要,吹管过程中 B 磨煤量保持 30 t/h 稳定,由于此时煤量远低于设计出力,燃烧器内煤粉化学浓度低,加上炉膛内温度较低,锅炉整体风量过大等不良因素叠加,导致 B 磨在启动和吹管过程中燃烧情况一直不好,1 号、3 号角火检强度在 11%~20%间波动,与现场看火情况相符。因此,吹管过程中 B 磨在微油模式下,仍要保持 2~4 支大油枪助燃,根据炉膛出口烟温和实际着火情况投退。

(7) 及时投入炉膛出口烟温探针,严密监视炉膛出口烟温,防止过热器、再热器干烧严重,锅炉说明书要求控制炉膛出口烟温在 540 ℃以下,实际运行中,炉膛出口烟气温度的控制在 450 ℃左右。稳压吹管过程中,燃料量大,此时采用下 3 台磨运行方式,正三角配煤,全开顶部强耦合燃尽风(CCOFA)、分离式燃尽风(SOFA)风门,控制炉膛出口烟温,同时减少炉膛出口烟气温度的偏差。

(8) 在确保安全的前提下,适当降低省煤器出口

流量,也就是锅炉实际给水流量,MFT 保护要求锅炉流量不低于 800 t/h,实际运行中精确控制给水流量在 850 t/h,减少对燃料量的需求。

(9) 在启动过程中保持过热器、再热器、临冲管道上疏水打开,防止管壁干烧损坏。

(10) 加强吹管期间化学检验,特别是凝汽器、省煤器进口水质检验,在长时间大流量冲刷的情况下,给水中仍有可能存在大量铁离子和水冷壁内剥落的氧化皮等物质。这些物质富集在凝汽器中,若凝汽器水质不合格,应及时加大补充水,同时从 5 号低加出口排放,甚至停炉放水、换水。

(11) 采用该方式进行冲管,锅炉内杂质被带入凝汽器、除氧器及高、低加管道等,在吹管过程中应严密监视凝结水泵进口滤网和前置泵进、出口滤网的压差,出现滤网差压大的情况后应提前启用备用泵,停下堵塞泵进行滤网清洗(吹管一般使用 1 台凝泵+1 台汽泵运行方式,有备用余地)。

5 结束语

某公司自 2012 年 9 月 2 日 20 时第一次试吹开始,到 9 月 10 日 20 时打靶合格,该次冲管供进行 140 次降压冲管和 8 小时连续稳压冲管。在炉水循环泵故障的情况下,工程技术人员通过严谨分析、大胆尝试,在现有设备和系统的基础上在规定时间内完成了冲管工作。

参考文献:

- [1] 徐齐胜,刘庆鑫,徐程宏,等. 锅炉设备及系统[M]. 北京:中国电力出版社,2011:74-78.
- [2] 樊泉桂. 超超临界锅炉设计及运行[M]. 北京:中国电力出版社,2010:33-35.

作者简介:

崔国华(1961),男,江苏金坛人,高级工程师,从事火电厂设备管理工作;

厉富超(1982),男,江苏连云港人,工程师,从事火电厂设备运行工作。

Tube Blowing Mode Not Employing Circulating Pump in 1000 MW Ultra-supercritical Power Unit

CUI Guohua, LI Fuchao

(Xinhai Power Generation Co. Ltd., Lianyungang 222023, China)

Abstract: The tube blowing mode not employing circulating pump is adopted in one 1000 MW ultra-supercritical boiler. The fundamentals of this blowing mode as well as the key points during the implementation process are introduced in this paper. Then, the typical faults encountered during practical application processes are analyzed, and the issues needing more attention are summarized. After thoroughly comparing the conventional and current methods, their main advantages are analyzed, which may provide valuable references for similar coal-fired power plants.

Key words: ultra-supercritical; circulating pump; tube blowing mode