

天津翔悦

天津翔悦密封材料有限公司



弗莱希波·泰格
金属波纹管有限公司



温州环球阀门制造有限公司



北新集团建材股份有限公司

440t/h循环流化床锅炉试运行中暴露出的问题及改进方法

The problems revealed during the commissioning of the 440t/h cycle-fluidized-bed-boiler and the improvements

河南神火示范电厂 张全胜

【摘要】 本文通过对国内440t/h循环流化床锅炉的调试、试运行的分析研究，分别从运行和检修的角度，对440t/h循环流化床锅炉所暴露的问题进行了总结，并且根据不同的问题提出了相应的改进意见，为440t/h循环流化床锅炉安全经济运行提供了良好的参考意见。

【关键词】 磨损；点火；运行；循环；流化

【Abstract】 By the analysis of debugging and commissioning of the 440t/h cycle-fluidized-bed-boiler made in domestic factory and from working and overhauling, this article summarizes the problems revealed by the boiler and puts forward improved proposals according to different problems. This offers good reference to the boiler's working safely and economically.

【Key words】 abrasion ignition working cycle fluidizing

自从1995年12月国内第一座410t/h高温高压循环流化床（CFB）锅炉示范电站在四川内江高坝发电厂成功投运以来，先后有八十余台国产410—450t/h高温高压或440—480t/h超高压再热CFB锅炉在四十多个发电厂相继订货、安装并少量投运。上海锅炉厂、东方锅炉厂、哈尔滨锅炉厂各有二、三十余台440t/h级 CFB锅炉被国内电厂订货。在循环流化床锅炉的开发上，经过“自行研制”、“借鉴积累”到“中—外强强联合”等阶段；他们分别采用引进国外410t/h高温高压（或超高压再热）CFB锅炉技术，结合各自在35t/h—220t/h CFB电站锅炉的开发、研究、使用经验，在借鉴国外技术基础上加以创新改进研制出国产大型CFB电站锅炉；各部件完全在国内生产厂设计、制造，汽轮发电机组由国内各生产厂配套。近9年来，在国家各有关部委的支持下，国产大型440t/h 超高压再热CFB电站锅炉先进技术快速地应用于我国电力生产，在解决火电厂高硫煤的大气环保问题及劣质煤用于电厂锅炉的稳定燃烧问题方面

闯出了新路，起到了显著示范作用。这将推动我国大型亚临界670t/h— 1025t/h CFB锅炉的技术进步，加快电力生产部门应用大型CFB锅炉技术的步伐。通过对我国十余台已投产440t/h级大型CFB锅炉试运行情况的多次调研，结果显示大型CFB锅炉在试运行中也反映出一系列问题，如生产经验少，高温烧蚀，冲刷磨损，超温爆管，尾部烟道再燃烧，床上大面积结焦，冷渣器堵塞，点火风道烧红，耐火耐磨材料脱落，风帽漏渣，给煤系统堵塞断煤，飞灰的含碳量高等问题。这些问题大多来自CFB锅炉的设计、制造、安装、调试、电站系统设计和筹建方决策等方面。处理不好势必严重影响CFB锅炉的安全经济运行，也影响到CFB锅炉的进一步发展与应用。

1 概况

(1) 上海锅炉厂、东方锅炉厂、哈尔滨锅炉厂设计的大型440t/h 超高压再热CFB锅炉分别引进消化吸收美国ABB-CE公司、美国福斯特·惠勒公司和德国EVT Pyroflow型CFB锅炉技术，其最显著的特点和采用的新技术为：①循环物料采用高温旋风分离器分离（上锅、哈锅），或采用汽冷式旋风分离器分离（东锅），分离器内工作温度与炉膛温度接近；②炉膛内布置屏式过热器、屏式再热器或翼墙式水冷壁，以平衡和增强炉内换热；③采取分级供风方式，实现炉内控制NO_x的生成量；④采用前墙播煤给煤和给入石灰石方式（东锅）或在循环灰回料管上给入燃煤和石灰石并采用回料分叉管技术（此为炉后给煤方式），实现炉内脱硫；⑤采用了钟罩式风帽（哈锅）或r形定向风帽（东锅）或个形风帽（上锅）；⑥点火方式有只床下油抢点火（东锅）、只床上点火（上锅）、床上床下油抢联合点火（东锅、哈锅）；⑦循环灰控制采用自平衡式U型回料阀；⑧在侧墙或前墙排渣，采用多仓式流化床风水冷选择性排灰冷渣器。

(2) 锅炉主要技术规范（设计值）

名称	符号	单位	数据
设计蒸发量	D	t/h	440
蒸汽压力	P	Mpa	13.7
过热蒸气温度	T _{gr}	℃	540
再热蒸气温度	T _{rr}	℃	347
锅炉设计效率	η	%	≥90
燃煤颗粒直径	φ	mm	0~9
脱酸效率	η	%	≥90
给水温度	t	℃	247
排烟温度	t	℃	136
锅炉可用率		%	≥92

(3) 设计煤种煤质

对设计煤种煤质适应范围： $S_{t.ar}$ 为0.4—4%或更大， A_{ar} 为50%以下， V_{ar} 为6%以上， $Q_{net.ar}$ 为12~24MJ/kg，入炉煤粒径<9mm。

2 锅炉试运行所暴露的问题及改进方法

2.1 没有及时进行委托煤种试烧试验研究

有的电厂没有及时进行委托煤种试烧试验研究，势必在点火、试运行时用电厂大型CFB锅炉进行煤种“试烧”，出现了问题再研究对策采取措施则直接和间接损失很大。

针对一定煤种，CFB锅炉设计中一些关键参数的选取，国外公司一般采用工程试烧的方法获得。国电热工研究院结合已有的工程煤种试烧经验和CFB锅炉的设计运行经验，建立了一套完整的CFB试烧方法，能够进行的CFB锅炉试验研究项目如下：

(1) 燃烧效率测定；(2) 灰平衡及灰的理化特性测定；(3) 沿床高的温度和压力分布测试；(4) 点火特性及炉内燃烧过程研究；(5) 受热面的磨损；(6) 床温与结焦特性；(7) CFB低负荷稳燃特性；(8) 底渣、飞灰成份及可燃物含量分析；(9) 底渣、飞灰粒度分析运行预测等；(10) 燃烧效率测定；(11) 脱硫效率及污染物排放浓度测定；(12) 对特定燃料进行设计和运行参数的试验；(13) CFB传热特性研究；(14) CFB关键部件等其它专项试验研究。根据工程需要，还可进行一些特殊的试验研究，如受热面的磨损、飞灰水合试验、灰渣钙化物分析等。

2.2 湿煤进入输煤系统及CFB锅炉给煤系统导致多处严重堵煤

锅炉试运过程中出现最频繁的问题是给煤机断煤。给煤机断煤的原因是由于来煤水分较大，造成煤仓内棚煤，严重影响了锅炉的稳定运行。循环流化床锅炉的原煤斗内煤粒较小，湿度大时则难以下料，建议务必注意设计针对3-7天连阴雨的干煤棚（或筒仓）设计。湿度大的煤严重影响细碎机及其旁路筛子、煤仓、给煤机及其旋转给料阀的正常运行。最好设法避免湿煤进入输煤系统及CFB锅炉给煤系统。可在其它方面做些工作以改善上述的堵煤断煤问题，如原煤斗内衬采用微晶铸石板或者不锈钢板、原煤斗内设计安装液压疏松机、给煤机出口去掉旋转给料阀后加装锁气器、改进原煤斗下煤口狭窄、煤仓四壁与水平面的倾斜角 $>70^\circ$ 、原煤仓的容积适当减小等。原煤仓的容积适当减小或煤湿度大（ $>12\%$ 以上）时半仓储煤等。

2.3 床下点火风道超温烧红塌料、一次风管道烧红和补偿器烧坏

已投产的采用床下点火的440t/hCFB锅炉在试运中大多出现过点火风道内超温烧红塌料或一次风管道被烧红。实践证明了床下点火存在着点火风道体积庞大、对耐磨耐火保温材料及施工和烘烤要求严、投资大、结构复杂、对运行操作要求高、误操作时风道内易超温塌料且修复时日长等缺点。

防止床下点火风道内超温塌料或一次风管道被烧红的技术措施有：

- (1) 浇注料及施工问题见2.4中所述。建议施工时膨胀缝尺寸略大于计算值。
- (2) 烘炉要严格遵守烘炉曲线，切忌盲目赶工期造成烘炉养护质量不高。
- (3) 要求调试人员一定在第一次点火前做好油枪雾化试验，以了解油枪的特性，为床下点火器的安全运行提供保证。
- (4) 点火配风正确。油枪燃烧配风（燃油一次风）门开度80—100%，混合风（燃油环形二次风）门开度80%—100%；点火初始阶段主要靠来自点火增压风机的这两股风提供最小流化风量。所以在点火增压风机出口或进口需有风量测量装置并做好风量标定。一次风（斜管段）流化风挡板开度在10—30%，开度偏小会造成热烟气反窜至斜管段使斜管段过热变红甚至烧坏非金属膨胀节（注意此处管段应当设计成不锈钢膨胀节）；开度偏大会将油燃烧器产生的热烟气闷在燃烧区域造成此区域局部耐火材料超温塌料、风道烧红。点火过程中应尽量减小一次风（斜管段）流化风风量，增大来自点火增压风机的油枪燃烧配风和混合风风量以及提高风压；点火增压风全开再加上10—30%的一次风量足够点火时的流化风用量，这时不会出现一次风（斜管段）过热变红的现象，也不会出现床下燃烧器外壳烧红现象。启动成功后，一次风（斜管段）流化风风量逐渐增加，油枪燃烧配风和混合风应全部关闭。点火过程中用一次风挡板调节点火风道温度时挡板开度一次调整幅度不得超过±5%，在保证稳定、充足的流化风量时应密切注意点火风道最高点温度和一次风（斜管段）温度。
- (5) 最好对一次风（斜管段）进行温度测量监控，最高温度不大于260℃。另需注意一次风以小于45°的角度斜向进入混合风室；早期一次风呈90°进入点火风道混合风室阻碍了高温烟气流，易使予燃室内耐火材料烧坏。
- (6) 在正对油枪的平衡风室（均压均温分配风箱）外壁设置看火孔（看火镜）以便直观观察到油枪雾化和火焰的全貌，这对新建机组的调试和运行人员非常重要。
- (7) 混合风道的热烟气温度测点至少三个且在同一风道截面相隔120°。测量监控点火风道最高点温度不得超过1200℃，平衡风室（均压均温分配风箱）热烟气最高不得超过980℃。
- (8) 防止因风机震动导致点火风道用风挡板自关，使点火风道超温损坏。
- (9) 点火风道与水冷风室间不宜设置耐高温性能较差的非金属补偿器（易爆裂而导致紧急停炉），应当选不锈钢补偿器。
- (10) 燃用低挥发份无烟煤时锅炉启动较难。所以应及时进行上述2.1所述煤种试烧试验研究。
- (11) 在油枪燃烧配风与混合风之间的环形空间设计足量的跟部风可防止高温热烟气回流使予燃室内耐火材料烧坏。

2.4 耐火料突然大块脱落、炉墙内衬磨损严重，内衬使用寿命较短

机组试运期间，回料器内、炉膛开口处、稀密相区交界处浇注料、可塑料脱落严重。造成堵塞冷渣器及排渣系统，冷渣器排渣困难。据国内对CFB锅炉的统计，由于

耐磨、耐火材料故障（塌料或磨损严重）造成的停炉事故占CFB锅炉事故的15%左右。耐磨耐火材料突然大块脱落会使炉膛流化状态破坏导致结焦；还会造成锅炉排渣堵塞不畅，无法满负荷运行，甚至被迫停炉。目前国内CFB锅炉运行，内衬使用寿命一般较短，要频繁地拆换检修，对机组安全运行不利，造成巨大经济损失。在基建阶段要把好耐磨浇筑料和可塑料的质量关。

所以应当在锅炉耐磨耐火材料与施工上由业主单独和有较多业绩的同一个厂家（公司）签定合同。这样由材料供货商同时负责施工，可很好的处理材料质量与施工质量之间的矛盾，将责任方统一为一家。如果材料由锅炉厂（分包）供货而施工由另一方承担（一般为安装公司分包）不但存在锅炉厂不供损耗而实际施工确实存在损耗的矛盾，更麻烦的是耐磨耐火材料与施工质量责任难以分明。建议在基建工作中，最好是由有较多业绩的熟悉所用保温材料特性的材料生产厂家进行耐磨耐火材料施工，使其同时对材料质量和施工质量负责。所以锅炉合同中不要包含耐磨耐火内衬材料和点火风道耐磨耐火保温材料。

2.5 细碎机存在过破碎或出口颗粒大、粉尘大

防止细碎机存在过破碎或出口颗粒大、粉尘大等系列问题的技术措施有：

（1）在细碎机进口管段设计振动细筛机（筛孔 12×12 ）及旁路，则280 t/h细碎机即可满足 $3\times 135\text{MW}$ 电厂的需要。在煤的正常水分情况下，国产细筛机能够正常工作。若原煤中粒径 $\phi 6\text{mm}$ 以下的能达60%，则这些都是用不着进粗、细碎机的煤，若没有设计原煤筛分系统，原煤只有进入碎煤机全粉碎，这不仅增大了设备选型，而且增加了厂用电与机器磨损，最大的后果是产生过破碎现象使进入锅炉的煤过细。

（2）在细碎机进口也需设计复膜扁布袋除尘器，以吸收落煤管内正压产生的煤粉尘，减少煤尘污染。细碎机出料落煤管段应设计成渐扩体，避免出现较高的风速携带煤尘飞扬。

（3）细碎机下部不设筛子（不带底算）。

（4）运行中务必严格控制细碎机出口间隙小于10毫米以确保燃煤颗粒度。这是保证CFB锅炉安全稳定运行的前提。因为燃煤颗粒的变粗（特别是含有矸石成分时）将影响排渣管阀及冷渣器、旋转给料阀及气力输渣系统的正常运行，严重时还会被迫停炉。

（5）若燃煤含有矸石成分需在细碎机选型时提供如实煤种供生产厂家试验研究，确保矸石成分达到破碎粒度。

（6）输煤系统需设置除大块机、除杂物机及多级除铁器，原煤在破碎前应将石头和杂物除掉，以满足破碎机及锅炉供煤品质的要求。

（7）在细碎机的电气控制设计上需配套可逆转装置。

2.6 风水冷选择性冷渣器堵塞、排渣困难等故障频繁

冷渣器是保证CFB锅炉安全高效运行的重要部件。冷渣器的不正常工作是导致被迫停炉和减负荷运行的主要原因之一。基于风帽流化原理的多仓式流化床风水冷选

选择性排灰冷渣器大多存在着对灰渣中渣块流化不好产生堵塞现象,排渣困难,且进渣量的控制不可靠、操作调整复杂。由于冷渣器排渣不畅,会造成炉膛床层压力升高到极限而被迫停炉。冷渣器堵塞的频率越高,锅炉被迫停运就越频繁,已成为影响锅炉运行的最大问题。一种好的解决办法就是采用不同于风帽流化原理的风水冷却式滚筒冷渣机,冷渣器后面的输渣设备最好设计为链斗输送机,将渣大角度提升至渣库;气力输渣系统对锅炉可能排出的大渣粒无法输送故建议不要采用此种输渣方式。440t/h级 CFB锅炉都是多口(2—4口)排渣设计,单口排渣量大多不大于8t/h。10t/h的风水冷却式滚筒冷渣机在国内的实际应用很多,且经过国内生产厂家的不断研发改进,大量运行业绩证明该机性能优良,运行平稳,实用可靠,能满足干式连续冷渣的需要;采用风(自然风)、水双冷却介质,提高了换热效果,降低了出渣温度(低于150—200℃);构思新颖,结构简单,采用内螺旋输送热渣,克服了其它类型冷渣机普遍存在的磨损问题,易损件少,显著地提高了干式冷渣机的运行可靠性和整机寿命;配套的电机功率低、冷却水用量小,对水质无特殊要求,系统配置简单,节省了基建投资和运行费用。风水冷却式滚筒冷渣机仍尚需研究分离未燃尽碳粒返回炉膛的问题,使该机进一步完善。

对已采用多仓式流化床风水冷选择性排灰冷渣器的锅炉可采取以下措施有助于稳定排渣运行:

- (1) 安装旋转排渣阀并可靠运转;
- (2) 冷渣流化风机风量、风压足够大;
- (3) 冷却水质好水温低且水量和水冷受热面足够大;
- (4) 启炉前将炉内残留浇注料、可塑料、铁丝、铁块等异物清理干净;
- (5) 保证冷渣器进渣量有效调控;
- (6) 选择仓下部能事故排除大渣及杂物(脱落的浇注料、可塑料等);
- (7) 防止超出力运行;
- (8) 勤检查冷渣系统浇注料是否有松动、隆起、凹坑、脱落等异常现象,及时处理;
- (9) 勤检查风帽磨损与堵塞程度并及时处理;
- (10) 严格控制入炉煤粒径<10 mm;
- (11) 启炉前冷渣器内应有一定的床料;
- (12) 应对冷渣器的流化风正确标定;
- (13) 只用一种风帽,最好用定向风帽;
- (14) 初期进渣量一定要小,操作一定要缓慢;
- (15) 采用定向风帽的CFB锅炉运行时应大量减少两侧给煤机的给煤量以减少排渣中的炭颗粒含量;
- (16) 进渣管道上的金属膨胀节各向补偿量足够大。

文章作者: 张全胜

发表时间: 2004-04-12 00:00:00

[\[关闭窗口\]](#) [\[打印文章\]](#) [\[回到顶端\]](#)