

浅谈某680MW燃烟煤机组掺烧褐煤试验及风险控制措施

封雪 王志宁 宫晓威

华能威海发电有限责任公司 山东 威海 264200

摘要:自2020年以来,受多种因素影响,煤电机组燃用的动力煤价格快速上涨,火电机组燃煤成本大幅上升,多数火电企业出现严重亏损局面,火电企业降低燃料成本愿望迫切。部分火电企业结合自身机组特性采取多种措施降低燃煤成本,其中掺烧经济煤种效果最为直接,目前褐煤因采购价格较低被较多电厂采用为经济煤种进行替代掺烧。

在严峻的市场形势下,华能威海电厂也面临连续亏损局面,为迅速扭转经营困难局面,经多方协调组织,确定在三期680MW燃烟煤机组进行掺烧褐煤试验,并不断提高褐煤掺烧比例,褐煤掺烧比例最高可达80%,大幅降低了燃料成本,并当年实现扭亏为盈,打赢了提质增效攻坚战。此文是针对掺烧试验技术措施与注意事项进行分析探讨。

关键词:燃煤电厂;燃煤掺烧;风险及预控;褐煤

1 研究背景

自2020年以来,受多种因素影响,煤电机组燃用的动力煤价格快速上涨,火电机组燃煤成本大幅上升,多数火电企业出现严重亏损局面,火电企业降低燃料成本愿望迫切。部分火电企业结合自身机组特性采取多种措施降低燃煤成本,其中掺烧经济煤种效果最为直接,目前褐煤因采购价格较低被较多电厂采用为经济煤种进行替代掺烧。

在近几年国内煤炭市场价格高企的大环境下,华能威海电厂采购烟煤的价格越来越高且采购更困难,燃料成本的增加使电厂连续处于亏损状态。相反褐煤由于价格相对便宜且便于港口进货,因此掺烧褐煤的需求变得越来越迫切。但掺烧褐煤给电厂带来较高经济效益的同时也给机组的安全运行带来较大风险,在进行大比例掺烧前必须进行科学的掺烧试验,确定各运行参数,保证掺烧后机组能安全稳定运行^[1]。

2 设备简介及现状

华能威海电厂三期2×680MW机组锅炉为哈尔滨锅炉厂设计制造的HG-2001/26.15-YM3型超超临界一次中间再热、变压运行单炉膛燃煤直流炉,采用MPS中速磨煤机,直吹式制粉系统、CUF墙式切圆喷燃、平衡通风、露天布置、固态连续排渣、全钢构架、全悬吊结构Ⅱ型锅炉。采用三分仓回转式再生空预器,干式电除尘+湿式电除尘,海水脱硫装置、脱硝装置。锅炉制粉系统为冷一次风正压直吹式,每台锅炉配置6台MPS190HP-II型磨煤机,设计出力52.5T/H,5台磨煤机可带满负荷运转,1台备用,每台磨煤机对应一层燃烧器,煤粉细度 $R_{90}=18\%$,系统配有2台动叶调节轴流式一次风机,2台离心式密封风机。锅炉设计燃用神府东胜煤,锅炉设计、校

核及常用煤种特性如下。

设计煤种特性:收到基碳份(Car):62.88%;收到基氢份(Har):3.49%;收到基氧份(Oar):9.41%;收到基氮份(Nar):0.7%;收到基全硫份(St,ar):0.33%;收到基灰份(Aar):6.79%;全水份(Mt):16.4%;空气干燥基水份(Mad):3.28%;干燥无灰基挥发份(Vdaf):32.46%;收到基低位发热量(Qnet,ar):23570kJ/kg;哈氏可磨性系数(HGI):60;冲刷磨损指数(Ke):1.69;煤中游离二氧化硅(SiO₂(Far)):0.96%;灰变形温度(DT):1080℃;灰软化温度(ST):1100℃;灰半球温度(HT):1120℃;灰流动温度(FT):1160℃。

在严峻的煤炭市场形势下,华能威海电厂也面临连续亏损局面,为迅速扭转经营困难局面,经多方协调组织,确定在三期680MW燃烟煤机组进行掺烧褐煤试验,并不断提高褐煤掺烧比例,褐煤掺烧比例最高已达80%,大幅降低了燃料成本,并当年实现扭亏为盈,打赢了提质增效攻坚战。但褐煤属易燃、易爆、易结焦煤种,对入厂煤的储存、上煤、制粉系统防爆、锅炉结焦等方面带来一定不利因素,此文是针对掺烧试验技术措施与注意事项进行分析探讨。

3 褐煤掺烧措施

3.1 入厂接卸:

3.1.1 褐煤单独堆放在指定区域,禁止与其它煤种混放。

3.1.2 燃料部每天对接卸设备、各改向滚筒、拉紧装置冲洗干净,每船次褐煤接卸完毕后,对系统管架、设备表面进行全面冲洗一次,杜绝积煤积粉。

3.1.3 燃料部每天对煤场褐煤巡查,安排喷淋压实,

消除煤炭自燃。

3.1.4 燃料部与燃供部进行沟通协调褐煤来船间隔，褐煤清除场地足以存放另一船来煤时，燃料部通知燃供部。

3.2 上煤

3.2.1 褐煤或与褐煤的混煤取入单独的圆筒仓，圆筒仓仓位按照12米控制。

3.2.2 每次上煤时，燃料运行班长现场落实取煤位置及相应取入圆筒仓的准确性。

3.2.3 禁止将存有自燃的褐煤直接取入圆筒仓。

3.2.4 每次上煤结束后，燃料运行夜间巡检人员负责将皮带各改向滚筒、拉紧装置、落煤管、导料槽冲洗，白天保洁人员负责对现场卫生彻底冲洗，当班班长监督检查。

3.2.5 每次上煤结束后，皮带空转10分钟，禁止皮带上存有余煤。

3.2.6 各岗人员严格执行规程巡回检查规定。

3.3 掺配

3.3.1 掺配小组结合煤场的存煤结构，合理制定褐煤掺配方案，并汇报厂领导及各有关岗位。

3.3.2 褐煤开始掺烧时，先按占比20%开始掺配，结合机组燃烧情况逐步调整掺配比例，最大占比不超过30%。

3.3.3 燃料部每天根据掺配小组商讨方案下发来船接卸及掺配单。

3.3.4 燃料运行班长每次接班后向值长汇报褐煤掺烧情况及设备运行情况。

3.3.5 燃料运行班长每次厂内上煤时，现场落实掺配比例的准确性。

3.3.6 因设备故障等特殊情况无法达到掺配条件时，及时汇报掺配小组及值长，掺配小组商讨下一步掺配方案。

3.3.7 掺配小组每周组织会议，总结分析褐煤掺烧情况。

3.4 入炉燃烧

褐煤的主要特性是发热量低、挥发份高、灰熔点低，挥发份析出所需温度低，着火容易，燃烧反应能力强，火焰短。掺配后混煤的着火温度降低，着火提前，即着火性能增强。

3.4.1 褐煤到厂后，及时对褐煤进行取样化验，提供煤质化验报告，保证褐煤化验的及时性、准确性。

3.4.2 按褐煤与发热量较高、水分较低、灰熔点高的煤质进行掺配。通过现场观察，掌握煤种特性，及时通知燃料调整掺配方案。

3.4.3 掺烧褐煤期间，精心监盘、精心操作，做好危

险点分析，正确处理安全和经济的关系，以防止灭火为原则。

3.4.4 各班了解每天的煤质分析报表和燃料及专业的掺配通知，做好相应的燃烧调整，就地观察炉膛着火情况、观察实际给煤量及BTU修正系数的变化来判断煤质变化情况。交接班期间，交代清楚褐煤掺配的情况。

3.4.5 确保等离子及燃油系统可靠备用，按定期工作要求严格进行等离子定期拉弧试验及油枪试验，发现缺陷，及时联系检修处理。

3.4.6 正常运行中，适当关小附加风挡板的开度，开大各燃烧器二次风门的开度，以保证燃烧器区氧量充足。

3.4.7 加强锅炉燃烧调整，防止锅炉水冷壁、过、再热器超温，及时判断锅炉受热面结焦情况和结焦部位，有针对性的进行受热面吹灰，必要时应增加水平烟道前长吹（R1-R10、L1-L10）吹灰次数。如果长时间连续高负荷运行，锅炉结焦严重时，应在条件允许的情况下，投入等离子稳燃进行降负荷脱焦，并提前通知环保值班人员做好掉大焦准备工作。

3.4.8 负荷400MW以下，喷燃器摆角摆动范围在20%以下；四墙开度要基本一致，如燃烧不稳，应使摆角接近水平，越接近水平越有利于燃烧。

3.4.9 低负荷期间加强对火焰检测信号强度的监视，若出现火焰检测信号强度降低、不稳或部分已消失，应适当增加负荷或投油稳燃。低负荷期间，若掺配不均造成煤质差或煤质变化大，燃烧不稳，则须投等离子稳燃或间断投油稳燃^[2]。

4 主要风险及控制措施

4.1 制粉系统防爆：褐煤的特点是水分高、挥发份高，经制粉干燥后的挥发份将更高，有可能带来制粉系统爆炸、粉管爆炸等问题，因此掺烧褐煤期间，要把制粉系统防爆作为重点。

控制措施：

4.1.1 正常运行应检查并确认消防系统和灭火器材、磨煤机蒸汽灭火系统处于良好备用状态。

4.1.2 正常情况下低负荷时运行BCDE或CDEF磨煤机，负荷高、运行磨平均煤量增至45t/h以上时启动备用磨运行，备用磨24小时轮番切换一次。

4.1.3 磨煤机正常运行中，控制磨煤机出口温度65℃左右，最高 \gt 70℃、最低 \lt 60℃；控制磨煤机入口温度270℃左右，最高 \gt 300℃。若磨煤机出口温度偏低，可适当增加磨一次风量，密切监视磨差压、一次风量变化，不得发生堵磨；若磨出口温度降至 \leq 62℃、磨冷风门挡板已全关时，应降低该磨出力，直至磨出口温度恢复至

62℃, 禁止为保证负荷而使磨煤机出口长期低温运行。

4.1.4 磨煤机启动过程中, 至给煤机煤量增至30t/h前, 控制磨出口温度 $\leq 60^{\circ}\text{C}$ 。待煤量增至 $\geq 30\text{t/h}$ 后, 方可将磨出口温度升至65℃。

4.1.5 运行中给煤机断煤或跳闸后, 应立即开大冷风调节挡板、关小甚至关闭热风挡板, 控制磨出口温度 $\leq 60^{\circ}\text{C}$ 。

4.1.6 停磨煤量减至30t/h以下前, 先将磨煤机出口温度降到58~60℃后才能减煤, 同时在保证燃烧稳定的前提下尽可能保持 $> 70\text{t/h}$ 的较大风量, 吹扫时间 > 10 分钟, 并加强监视停运前、后的磨出口温度及其差压, 防止吹扫不彻底而自燃。待磨煤机电流下降到空载电流才能减小风量, 彻底将磨煤机走空, 磨煤机停运后对每根粉管进行单独吹扫90s以上(风量40t/h以上), 防止制粉系统发生爆炸。

4.1.7 磨煤机运行中加强对磨煤机出口煤粉管道风粉温度、磨各部压力等参数的监视, 就地检查有无漏粉现象, 及时发现自燃等情况。

4.1.8 若某台磨煤机检修等原因停运(预计停运超过7天)前, 将该磨对应的原煤仓内煤置换为常用煤种后, 降至低煤位或将原煤仓烧空。计划停炉时间超过1周时, 将原煤仓内煤置换为常用煤种。

4.1.9 磨煤机跳闸后, 立即充入灭火蒸汽。短时能查明原因可启动的, 确认内部无着火现象后, 重新启动磨煤机运行, 禁止给煤机、磨煤机内长时间存煤; 不能立即启动、但是磨煤机允许启动的, 应对磨煤机进行充灭火蒸汽并进行磨煤机甩煤、煤粉管道吹扫干净; 磨无法启动并且短时间内不能投入运行时, 火蒸汽且确认内部无燃烧或自燃情况后, 将煤粉管道吹扫干净, 然后将跳闸磨与炉膛隔离, 联系检修将磨内余煤清理干净。

4.1.10 加强对停运或备用磨煤机温度的监视, 保持磨煤机出口温度 $< 60^{\circ}\text{C}$ 。若温度升高时, 立即充灭火蒸汽。当停运的磨煤机内有燃烧或自燃的燃料时, 应立即充灭火蒸汽。在磨煤机本体及其内部温度未彻底冷却至常温前, 不得打开和清扫磨煤机。

4.2 锅炉结焦: 褐煤灰熔点在1100-1200℃之间, 属于低灰熔点易结焦煤种。

控制措施:

4.2.1 采购高灰熔点煤种, 以便与褐煤进行掺配, 并合理控制掺配比例。

4.2.2 值班人员掌握当班入炉煤质, 做好相应的调整, 并就地观察燃烧情况及炉底落焦情况。

4.2.3 氧量保持不低于3%, 按规定控制二次风箱压力。

4.2.4 锅炉燃烧调整, 防止锅炉水冷壁、过再热器超温, 及时判断锅炉受热面结焦情况和结焦部位, 有针对性的进行受热面吹灰, 必要时应增加吹灰次数。

4.3 煤场存储易燃。

控制措施:

4.3.1 褐煤单独存放在煤场固定区域, 禁止与其它煤种混放。

4.3.2 燃料煤管专业每日对褐煤巡查, 安排压实喷淋, 及时消除自燃苗头。

4.3.3 褐煤要间隔来船, 煤场所存褐煤彻底掺烧完毕后再安排后续褐煤到厂。褐煤在煤场存放时间以不超过二周为宜, 最长不超过一个月, 取煤时应按“先堆先取、烧旧存新”原则进行。

4.4 输煤期间易燃易爆。

控制措施:

4.4.1 厂内外每次上煤结束后, 运行人员及时将皮带各改向滚筒、拉紧滚筒处积煤积粉冲洗干净, 各皮带导料槽、落煤管洒水。

4.4.2 禁止将自燃的褐煤直接取入圆筒仓。

4.4.3 皮带每次上煤结束后空转皮带10分钟, 禁止皮带上存有余煤。

4.4.4 运行各岗人员严格执行运行规程巡回检查规定^[3]。

结束语

华能威海电厂已完成三期2×680MW燃煤机组的掺烧褐煤试验, 掺烧褐煤后锅炉燃烧平稳, 各项参数正常, 结焦情况无明显恶化, 未发生制粉系统爆炸等不安全事件, 目前褐煤掺烧比例不断提高, 掺烧比例最高已达80%。华能威海电厂2023年褐煤掺烧量达81万吨, 降低燃料成本7100多万元, 取得显著经济效果, 并于当年实现扭亏为盈。

参考文献

[1]张强,李华,王伟.火电厂燃煤掺烧技术研究与应用.电力技术,2019,43(6),123-128.

[2]王晓明,刘海涛.褐煤在大型燃煤机组中的掺烧实践与挑战.中国电力2020,53(4),123-130.

[3]陈建新,赵云龙,马立新.超临界机组燃煤掺烧的经济性与安全性分析.热能动力工程,2021,36(1),78-84.