

某电厂褐煤锅炉折焰角塌灰问题研究

董英 高壮 梁文华

内蒙古锦联铝材电厂 内蒙古 霍林郭勒 029200

【摘要】某电厂 660MW 机组锅炉折焰角存在严重的积灰问题,发生多次塌灰事故,严重时致使炉底水冷壁砸裂机组非停。为解决锅炉折焰角塌灰问题,分析了塌灰的可能原因,并依据理论分析进行了治理。结果表明:在不改变锅炉燃烧器构造的前提下,通过优化磨组运行方式、合理控制煤粉细度等措施,可以有效缓解折焰角塌灰问题,保证机组安全稳定运行。

【关键词】四角切圆;积灰;高温烧结;集中塌落;稳定运行
中图分类号 TK16;文献标志码 A

0 引言

目前四角切圆 π 型煤粉炉在火力发电厂中已经是较为成熟的炉型,该形式锅炉煤粉在炉膛内与高温烟气、氧气充分混合,有着比较理想的燃烧状态。 π 型煤粉炉一般设置内凸斜角状的折焰结构能够起到很好的均布火焰的作用,炉膛区域水冷壁受热均匀^[1,2]。

虽然目前四角切圆煤粉炉的折焰角构造应用广泛,技术已经比较成熟,但是对于燃烧褐煤的锅炉,由于褐煤热值低、灰分大,常规的折焰角构造在特殊工况下反而会为锅炉运行带来隐患,严重时造成机组非停。目前国内外对于煤粉锅炉炉膛结焦、积灰问题已经有了较为深入的研究,然而对于褐煤炉折焰角积灰问题的研究尚不够深入。为研究褐煤炉折焰角积灰原因,避免积灰加剧造成的停机损失,提高机组运行安全性,利用内蒙古某电厂褐煤炉折焰角塌灰案例进行分析,通过锅炉温度场分析及运行调整实践,提出防止折焰角塌灰的预防措施。

1 某电厂锅炉运行存在的问题

1.1 锅炉折焰角简介

常规煤粉炉中折焰角的作用主要是提高炉膛正上方屏式过热器的传热效果,同时提高烟气在炉膛中的充满度,使烟气沿燃烧室高度方向的分布趋向均匀,使炉膛前上部水冷壁与顶棚过热器的吸热量增加。某电厂 660MW 机组锅炉采用常规折焰角设计,折焰角横向宽度 20.4m,纵向深度 5.5 米,折焰角斜坡与水平面夹角 20 度。为防止折焰角积灰,左右两侧各设置一只深度 9.5m 的蒸汽式旋转吹灰器。

1.2 锅炉运行中存在的折焰角积灰问题

机组投产初期锅炉运行稳定,炉膛存在较严重结焦情况,除渣系统运行压力较大,但在人为干预的条件下机组可以带满负荷长期运行。机组投运 10 个月后折焰角积灰问题逐渐暴露,满负荷工况下锅

炉出现周期性塌灰情况,从渣井取样分析,塌落物主要由土黄色粗灰粒构成并伴有少量焦块。随着机组投运时间增长,塌落物中焦块占比逐步增大,焦块颜色由最初的灰白色逐渐变为灰黑色,质地逐渐变硬,塌灰量逐渐增大。

2 锅炉折焰角积灰原因分析

2.1 锅炉折焰角积灰过程分析

从停炉检修情况看,造成锅炉折焰角塌灰的主要原因是折焰角前端受高温烟气影响,灰达到熔点后形成烧结块,此部分烧结块阻挡折焰角斜坡段正常的灰尘下落,随时间增长积灰加剧,当受到外部因素扰动后烧结块与积灰集中塌落,最终高处落下的灰渣混合物冲击炉底水冷壁造成管壁损伤。

2.2 锅炉折焰角积灰原因分析

该电厂锅炉折焰角积灰问题是一个逐步加剧的过程,通过炉膛温度变化曲线可知,炉膛出口温度逐渐升高是造成折焰角积灰加剧的主要原因,而炉膛出口温度升高的原因分析如下^[3]:

锅炉初期水冷壁、屏式过热器受热面清洁,吸热效果较好,折焰角区域温度低于灰熔点,在折焰角吹灰器的作用下不会产生大量积灰。随着锅炉运行时间增长,水冷壁受热面产生结渣沉积物并逐渐加剧,结渣沉积物硬度高,紧紧附着在水冷壁管束上,水冷壁管束换热减弱,炉膛燃烧器区域煤粉燃烧产生的热量无法及时交换给水冷壁,多余的热量随烟气上移,最终导致炉膛出口烟温升高,当折焰角区域温度超过灰熔点后折焰角结渣出现。

通过机组停运后折焰角区域检查推断,一般情况下锅炉折焰角处结渣沉积物的形成经历以下三个过程:内白层、烧结内层和外部烧结层。当沉积物达到一定重量时发生塌灰现象。

1)内白层的形成。内白层主要由含硫酸钠较多的挥发性灰组分的气相扩散冷凝和微小颗粒的热迁移及电泳沉积共同作用而形成。这些微小颗粒由范

德华力和静电力保持在管壁上,并可能与管壁金属反应生成低熔点化合物,强化了微小颗粒与壁面的连接。内白层具有良好的绝热性能,它的形成使得管外壁温度升高。由于内白层主要由挥发性组分的冷凝及微小颗粒的热迁移而引起,因而在工程上很难防治内白层的形成,不过内白层较薄,不会对锅炉的安全运行构成严重威胁^[4,5]。

2)内白层向烧结层的过渡阶段。内白层形成后,挥发性的灰组分如硫酸钠盐等在内白层上冷凝沉积,同时较大颗粒在惯性力的作用下冲击到管壁的内白层上,当内白层温度升高到一定程度,出现液相并具有一定的粘度时,它将捕获惯性力输送的灰颗粒,使灰污层不断变厚形成烧结内层。

3)外部烧结层的形成。随着内白层的变厚,积灰表面温度升高到接近烟气温度,挥发性组分将不再得到冷凝,这时候积灰表面主要是捕获由惯性力输运的大颗粒。在持续高温的情况下,积灰表面的迎烟侧开始形成连续的熔融或半熔融基体,它能裹住并粘附灰粒,捕获所有冲击到其上的颗粒,经过烧结作用与它们结合成坚实牢固的积灰结渣沉积物。当抵达折焰角处的飞灰含有较高的未燃尽碳时,灰中的未燃尽碳使飞灰处在较高的烟气温度下(未燃尽碳再燃),同时未燃尽碳再燃形成的还原性气氛加剧了积灰结渣沉积物的形成。

4)当折焰角处结渣沉积物到一定重量后,管子与沉积物的粘附强度不足以支持沉积物的重量而导致脱落。或者当机组负荷波动时,由于沉积物的热膨胀系数与金属基体的热膨胀系数不同,同样易导致沉积物脱落^[6-9]。

3 采取的措施及效果

3.1 为防止锅炉折焰角塌灰采取的措施

①将含硫量较高及灰变形/软化温度低于大矿煤的燃煤在最底层燃烧器燃烧。

②通过降低磨煤机出口分离挡板开度降低煤粉细度。A/B/C/D/E磨分离器出口挡板开度由60%

调整为40%,F/G磨分离器出口挡板开度由55%调整为35%;

③提高GG层/FG层/FF层/EF层二次风门开度,具体调整数值:GG层开度为100%、FG层为90%、FF层为60%、EF层为50%;

④提高AA/AB层二次风门开度至35~40%;

⑤将A/B层燃尽风燃烧切圆反切调整;

⑥降低C/D层燃尽风风门开度至10%;

⑦提高机组运行氧量至3.2%以上;

⑧提高水冷壁结渣较严重的区域的吹灰频率,每班吹灰不低于2次;

⑨保证折焰角区域吹灰频率不低于每个运行班2次。

3.2 折焰角塌灰治理后效果

此次调整试验原则为通过强化燃烧区域煤粉燃烧,提高煤粉燃尽程度,降低折焰角处的飞灰未燃尽碳含量和降低折焰角处烟温,进而减缓折焰角处结渣(焦)现象,彻底避免由塌渣(焦)引起的机组非停事故。同时在保证锅炉燃烧切圆正常(煤粉不刷墙)的情况下,提高煤粉燃尽率,进而减缓未燃尽碳引起的锅炉水冷壁结焦,保证机组安全稳定运行。

通过调整试验,该锅炉在90%额定负荷下可保证安全稳定运行,锅炉折焰角未出现结焦情况,折焰角处吹灰器运行正常,同时炉膛区域结焦可控,不需要人工除焦。

4 结论

对于燃烧褐煤的四角切圆煤粉炉,折焰角积灰问题的主要成因为折焰角区域温度过高,通过降低火焰中心、优化磨组运行方式可以起到一定的缓解作用。降低锅炉折焰角区域温度的主要措施是强化燃烧器区域的燃烧,提高水冷壁吸热量。但是由于锅炉运行中水冷壁受热面脏污是一个逐渐恶化的过程,通过燃烧调整并不能完全解决折焰角温度高问题,若想彻底解决此问题还需通过对燃烧器及炉本体结构进行改造实现。

【参考文献】

[1]章琪,杨文虎,刘建全,李芳芹,李彦,张莉,仇中柱.煤粉孔隙率对四角切圆燃煤锅炉飞灰含碳量及结焦特性的影响[J].科学技术与工程,2018,18(17):174-180.

[2]章琪.燃煤锅炉炉内燃烧及结焦特性研究[D].上海电力学院,2018.

[3]艾晨辉.烟煤锅炉掺烧高硫煤燃烧特性试验[J].热力发电,2017,46(06):56-61+68.

[4]张钊,赵东升,王守飞,操岳峰.燃煤结渣特性的研究[J].煤炭与化工,2017,40(03):28-30.

[5]赵晓义.电厂锅炉结焦原因分析与对策[J].能源与节能,2016(09):133-134+136.

[6]赵斯楠.煤粉细度对四角切圆锅炉炉内燃烧影响的数值模拟[J].动力工程学报,2019,39(04):267-272+312.

[7]郭恒业,王秋红.600MW四角切圆燃煤锅炉炉膛出口热偏差数值模拟[J].节能,2018,37(10):34-39.

[8]张立权,王建国,王存厚.660MW超临界“π”型炉四角切圆燃烧模拟研究[J].青海电力,2018,37(02):11-17.

[9]徐德强.四角切圆燃烧方式调整心得[J].山东工业技术,2019(11):195.