

煤泥掺烧对循环流化床锅炉运行分析研究

陈善军 于彦东 (鄂尔多斯市昊华国泰化工有限公司, 内蒙古 鄂尔多斯 017400)

摘要: 近年甲醇市场行情持续低迷, 煤炭价格持续走高, 燃料煤在公司生产成本中占较大比重, 煤泥价格较原煤凸显优势。为了降低公司燃料煤采购成本, 在当前市场环境下, 锅炉掺烧干煤泥或湿煤泥将是公司进一步降低成本, 提高盈利能力的重要手段。

关键词: 煤泥掺烧; 循环流化床锅炉; 运行; 分析

1 项目背景

鄂尔多斯市昊华国泰化工有限公司热动力车间配套 $3 \times 160\text{t/h}$ 锅炉, 型号: HX160/9.81- II 1 型循环流化床锅炉, 厂家为华西能源工业股份有限公司, 锅炉为高压、单汽包自然循环、平衡通风锅炉。

近年甲醇市场行情持续低迷, 煤炭价格持续走高, 燃料煤在公司生产成本中占较大比重, 煤泥价格较原煤凸显优势。为了降低公司燃料煤采购成本, 在当前市场环境下, 锅炉掺烧干煤泥或湿煤泥将是公司进一步降低成本, 提高盈利能力的重要手段。

煤泥是煤矿在煤炭洗选过程中产生的劣质燃料, 销售困难且价格便宜, 我国每年排放的煤泥达数千万吨, 结合以上情况, 公司计划在不影响锅炉安全稳定运行的前提下在燃料煤中掺入一定比例的煤泥供锅炉燃烧, 从而降低燃料煤总费用。

2 项目任务

2.1 煤泥的特性与工业分析

煤泥是指煤粉在洗选中形成含水的半固体物, 是煤炭生产过程中的一种剩余产品, 根据煤种的不同和形成机理的不同, 可利用性也有较大差别, 其性质差别非常大, 种类众多, 用途广泛。其特性体现在持水性强, 水分含量较高, 黏性较大, 灰分含量较高, 发热量比较低, 粒度细、微粒含量多等。



图1 现场准备配用煤泥

煤泥分析化验数据: 塔拉壕煤泥全水分 28%、内水 5%、灰分 32%、挥发分 22%、硫含量 0.5%、发热量 3000 卡 / g (具体数据见表 1)。到厂的煤泥 (见图 1) 参数和设计煤泥偏差不大, 另外锅炉厂家原设计锅炉燃

料配比方案中: 校核烟煤 70%+ 煤泥 30%。

表 1 运行煤种和煤泥煤质分析数据

序号	项目	单位	运行煤种	煤泥
1	固定碳 F _{cad}	%	49.57	40.06
5	收到基硫 S _{ad}	%	0.46	0.48
6	收到基灰 A _{ad}	%	14.13	31.77
7	收到基全水 W _{ar}	%	24.74	28.73
8	内水 M _{ad}		5.48	5.09
9	干燥无灰基挥发份 V _{daf}	%	29.45	22.61
10	收到基低位发热值 Q _{net.ar}	卡 / 克	4450	3045

2.2 循环流化床锅炉的工作原理及燃烧特点

循环流化床锅炉是基于鼓泡流化床锅炉的前提下发展起来的, 其基本原理是利用风室空气将燃料惰性颗粒吹起, 然后在颗粒重力作用下沉降, 在一升一降的过程中, 燃料颗粒便如果液体沸腾一般进入流化状态。由于固态燃料处于硫化状态, 锅炉具备燃烧效率高、脱硫效果好等燃烧特点。

2.2.1 循环流化床锅炉工作原理

燃煤燃料经过了洗选与破碎后被输送至炉膛。煤泥与燃煤燃料一起从炉中进入, 形成固定循环床层。炉膛空气进入炉中对固定床层产生作用。将燃料向上吹起。受到重力与阻力的双重影响。燃料在达到一定高度的时候又会出现下落情况。临界风速小于空气速率时, 床层物料就会进入流化状态。随着运动速率的加剧。床层颗粒会聚集形成粒子团, 并且在持续增长过程中趋于炉膛的边壁作运动。在运动过程中由于粒子团与气流之间的相对速度较大。会被气流打散并上升, 再次重复之前的过程。

2.2.2 循环流化床锅炉的燃烧特点

在燃烧的过程中, 燃料始终处于流化的状态。并且炉膛的外部与内部都形成了循环。燃烧的特点体现在: 第一, 燃烧效率高。由于煤粉燃料与鼓风机送人的空气充分接触, 在炉膛中处于悬浮流化状态, 在很大程度上使其完全燃烧, 提高了燃烧效率。与传统锅炉相比, 其燃烧效率可以提升 10% 左右。第二, 脱硫效果非常好。为了减少二氧化硫、三氧化硫等酸性气体的产生, 锅炉都会填充粉末状的石灰石燃料脱硫剂, 以利于减少对环境的影响。就一般锅炉而言, 脱硫剂在炉膛烟气接触时

间仅为几秒，并且脱硫温度高达上千度，使得锅炉脱硫效果欠佳。

2.3 掺烧比例

结合锅炉厂家原始设计及煤泥实际采购情况，我单位根据初期制定的掺烧煤泥方案，按比例 5%、10%、20%、30%、40% 逐步增加煤泥比例（详情见附件 1），过程不断分析总结掺烧煤泥对锅炉燃烧工况的变化，最终将掺配比例维持在 40% 左右。

3 锅炉掺烧煤泥运行分析

3.1 掺烧煤泥对锅炉床温的影响

煤泥掺烧 40% 时锅炉床温明显下降至 850~900℃ 左右（原床温 900℃ 以上），有资料显示 CFB 循环流化床锅炉炉内喷石灰石脱硫系统最佳反应温度 850~900℃ 左右，随着床温的升高，脱硫反应速度反而下降，当床温超过 1160℃ 时，脱硫剂硫酸钙会逆向分解放出 SO_2 ，进一步降低反应速度的硫酸盐化，特别是有碳的情况下，硫酸钙会大大降低分解温度。本次锅炉掺烧不同比例煤泥床温在 850~900℃ 之间，可实现较高的脱硫效率，对锅炉运行影响比较小。

3.2 煤泥对排烟温度的影响

运行情况表明，由于煤泥灰分含量较高，大部分颗粒粒度小于 0.5mm，因此煤泥掺烧后飞灰的份额会大大增加。煤泥掺烧对排烟温度的影响也非常明显，因为煤泥的灰分黏性一般很大，进入锅炉尾部烟道后会加速导致受热面积灰，从而造成排烟温度的升高。

3.3 对引风机运行造成的影响

如果进入炉膛的煤泥其水分含量过高，膛内温度过高时，水分会迅速被蒸发，煤泥颗粒爆裂，之后经历流化燃烧过程。煤泥掺烧比例加重，部分煤泥颗粒未能参与燃烧而是排出炉膛，底渣的碳含量也会上升。煤泥的掺烧比例低于 20%，炉膛的温度则可以将其脱水并爆裂，之后流化燃烧，底渣碳含量则不会发生变化。煤泥掺烧比例不断提升，来不及脱水爆裂燃烧的煤泥颗粒量会越来越大，底渣的碳含量也会持续的增加。

3.4 掺烧煤泥后炉膛差压变化的优点

试验表明，床、管之间放热系数随粒子浓度成直线关系变化，循环流化床锅炉内物料粒子浓度是决定炉膛上部蒸发受热面传热强度的主要因素之一，因此锅炉循环灰量越大炉膛的差压越高，将有更多的循环灰被带到炉膛上部悬浮段参加二次燃烧，锅炉出力也就越大，可提高锅炉效率。

同时炉膛差压升高，可微量提高炉膛出口温度，间接的提升 SNCR 脱硝反应效率。

3.5 掺烧煤泥对输煤系统的影响

锅炉掺烧煤泥后，因煤泥水分分为 25~30%，红庆梁沫煤为水分 23~26%，且红庆梁沫煤粒度小，两种配煤进入煤仓流动性差，频繁出现粘仓挂壁问题，造成锅炉煤仓下煤不畅，若不能够及时疏通，锅炉将被迫停运，严重影响锅炉安全稳定运行。

解决煤仓堵煤的最好手段，是在给煤机上部入口处加装旋转清堵装置（见图 2）。目前 2# 锅炉 1# 给煤机安装了旋转清堵装置，在运行过程中，使用效果良好，解决了堵仓问题。另外 3 台锅炉煤仓上全部加装了空气炮（见图 3），在煤仓料位较低时投入空气炮可以解决煤仓堵煤问题。以上措施为煤泥掺烧提供了硬件支持。另外在各落煤筒和煤仓下部进行局部开孔、人工清理工作强度减轻，清理时间大大缩短。

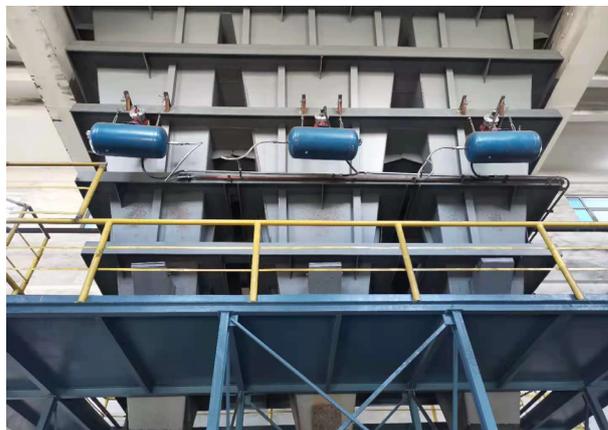


图 2 空气炮



图 3 清堵机

4 结论

为了充分利用煤炭洗选下的煤泥，循环流化床锅炉掺烧煤泥，既保护了环境又响应了国家资源综合利用的号召，具有明显的经济效益和社会效益；在燃料煤煤泥掺烧工作上，考虑燃料煤成本的同时，会继续总结灰渣处理费增加及锅炉效率问题，不断总结完善我厂锅炉掺烧煤泥工作方案，因地制宜，寻找适合我厂锅炉不同负荷下的最佳掺烧煤泥比例，使锅炉处于最好的经济状态下运行。

参考文献：

- [1] 谷海涛. 循环流化床锅炉运行调节分析 [J]. 能源与节能, 2018(03).
- [2] 林森, 赵振琪, 陈豪, 方俊. 大型循环流化床锅炉大比例长周期掺烧煤泥实践 [J]. 应用能源技术, 2014(05).

作者简介：

陈善军 (1969-), 男, 汉族, 黑龙江齐齐哈尔人, 大专, 化工中级工程师, 从事公司安全生产管理工作。