

燃煤循环流化床锅炉改烧生物质研究

郭宏伟 郝文强 辛力 刘非
(内蒙古能源发电投资集团有限公司电力工程技术研究院 内蒙古 呼和浩特 010020)

摘要: 某电厂拥有两台 75t/h 燃煤循环流化床锅炉, 现将该厂锅炉及辅机系统进行改造, 改为纯燃生物质, 以减少被迫关停的低参数火电机组的损失, 同时生物质硫、氮含量低, 生成的污染物含量低, 易于满足环保要求。本文结合生物质燃料特性和循环流化床锅炉燃烧方式, 简要介绍锅炉系统的改造, 探讨生物质循环流化床锅炉的特点。

关键词: 生物质; 循环流化床锅炉; 改造

0 引言

生物质是清洁、稳定、分布广泛的可再生资源。我国生物质资源广泛, 但目前已利用生物质资源较少, 存在生物质野外焚烧、污染环境等现象。广泛利用生物质可以减少化石能源的利用量, 符合国家能源转型、环境保护、雾霾治理的战略要求。随着国家政策的扶持, 生物质的重要性也越来越强。

生物质能的主要利用方式包括热解、液化、气化以及直接燃烧等, 其中直燃发电具有显著的可行性和经济性。生物质直燃发电过程简单, 设备和运行成本较低, 是可以广泛推广应用的技术。循环流化床燃烧方式具有燃烧强度高、燃料适应性广、负荷调节范围大、燃烧效率高等特点, 被广泛的应用于生物质发电。本文结合生物质燃料特性和循环流化床锅炉燃烧方式, 对某厂燃煤循环流化床锅炉改造为直燃生物质锅炉进行介绍。

1 生物质燃料特性

固体生物质燃料取材广泛, 该厂主要采用周边的农林生产和木材加工废弃物作为燃料, 主要包括树干、树枝、树根、农作物秸秆、各种草类、花生壳等。部分生物质燃料特性分析及秸秆燃料灰分特性分析如表 1、表 2 所示。

与化石燃料相比, 生物质燃料碱金属、氯含量高, 硫、氮含量低, 挥发份、水分高, 灰分低, 固定碳低, 热值低。在其进入炉膛后经历一个燃料受热、水分蒸发、挥发份析出及燃烧、残余焦炭燃烧的过程, 有以下特点:

(1) 密度小, 多呈蓬松状, 容易被吹起, 多处于悬浮态燃烧。

(2) 含氯量高, 将会造成尾部对流受热面的高温腐蚀。

(3) 硫、氮、碳含量低, SO₂、NO_x 的排放量将会降低,

表 1 部分生物质燃料特性分析

种 类	元素组成 (%)					工业分析成分 (%)				低位热值 (kJ/kg)
	Car	Har	Oar	Nar	Sar	水分	灰分	挥发份	固定碳	
玉米秆	44.92	5.77	31.26	0.98	0.21	9.15	7.71	75.58	7.56	15132
麦 秆	43.46	5.66	31.12	0.74	0.28	8.79	9.95	72.01	9.25	15225
杨 木	51.60	6.00	33.58	0.60	0.02	6.70	1.50	80.30	11.50	13995
花生壳	54.90	6.70	34.70	1.37	0.10	7.88	1.60	68.10	22.42	21417

表 2 秸秆燃料灰分特性

成分	玉米秸秆 (%)	小麦秸秆 (%)
SiO ₂	63.48	61.62
Al ₂ O ₃	6.75	3.19
Fe ₂ O ₃	2.79	1.36
CaO	6.90	6.90
MgO	3.32	2.22
TiO ₂	0.39	0.14
SO ₃	1.15	3.15
P ₂ O ₅	1.76	1.48
K ₂ O	9.22	15.84
Na ₂ O	0.99	0.91

同时 CO₂ 近似零排放。

(4) 挥发份高, 着火温度低, 易于着火, 通常在 250 ~ 350℃ 的燃烧温度下, 挥发份会大量析出并剧烈燃烧, 需及时补充大量空气, 是燃烧更充分, 减少不完全燃烧热损失。

(5) 水分含量高, 需要较高的干燥温度和较长的干燥时间, 燃烧会产生较多的烟气, 增加排烟热损失。

(6) 发热量低, 灰熔点低, 燃烧温度低, 难以组织稳定的燃烧。

2 锅炉系统设计及改造

锅炉为江西江联能源环保股份有限公司生产的 JG-75/5.3-M 型高低差速床锅炉, 采用单汽包横置式自然循环、膜式壁炉膛、组合式多管分离器、前吊后支, 全钢架 II 型结构。锅炉额定蒸发量为 75t/h, 主蒸汽压力为 5.3MPa, 主蒸汽温度为 485℃, 给水温度为 140℃, 排烟温度为 140℃。

本锅炉引进国外差速床技术, 即把密相区的流化床分为高速和低速两部分。原料送入高速床, 宽筛分的物料在此随粒径自动分选, 大颗粒在下部流化, 细颗粒浮在物料表层。低速床上布置了埋管, 由于流化风速低加之粒径小, 床料对埋管磨损明显减弱, 提高了埋管的使用寿命, 此外, 两床之间不同流化速度, 形成床内物料内循环, 增强了床内物料的混合和在床内的停留时间, 给强化燃烧和提高脱硫效率创造了条件。

改造后整个锅炉的基础和钢架不变, 将原有的旋风分离器去掉, 采用折向式返料分离器, 两台折向式返料分离器位于炉膛出口和尾部竖井烟道之间, 折向分离器下方与返料管连接, 通过一次风辅助吹扫将物料送回炉膛。尾部烟道加装一组高温过热器, 增设屏式过热器并将屏式过热器作为中温过热器, 过热器系统中设有两级

减温器,一级为表面式减温器、二级为喷水式减温器,由原设计给水调门后改至给水调门前。

锅炉采用平衡通风,炉膛的压力零点设置在折向分离器进口烟道内。循环流化床内物料的循环是由送风机(包括一、二次风机)和引风机启动后维持的。从一次风机出来的空气经空气预热器加热后一路进入炉膛底部一次风室,通过布风板上的风帽使床料流化,并形成向上通过炉膛的固体循环;另几路分别从总风道引出,作为返料辅助风、密封风和播煤风。二次风经由空气预热器加热后一路引至炉前进入炉膛低速床、另一路直接进入炉膛,携带固体粒子的烟气离开炉膛后,通过折向分离器进口烟道,粗颗粒从烟气中分离出来,返回炉膛,而烟气流则通过水平烟道进入对流受热面,再通过空气预热器进入除尘器去除烟气的细颗粒成分,最后由引风机送入烟囱,并排入大气。

2.1 料场及制料系统

该厂年需设计燃料286.44万吨,燃料以秸秆、木质燃料、沙柳等生物质为主,根据采购和破碎情况按照锅炉设计要求进行参配,汽车运输燃料到料场。厂内有主料场和辅料场,入厂燃料根据类别在辅料场分别储存备用。主料场内配备叉车、碎料机,将入厂燃料破碎成颗粒度为0~150mm的符合入炉要求的燃料。

2.2 输料及给料系统

该系统共有皮带机2条,配有除铁器等设备,可有效除去燃料中的铁件、杂物保证入炉燃料的质量要求。在下料口分运行料口和事故料口,每个料口分别有两个辊式给料机,每两个辊式给料机有一个变频器控制其转速,粉碎后的秸秆燃料经辊式给料机输送到带式皮带上,经带式输送机输送到炉前两个料仓中。由于生物质燃料同体积质量轻、易蓬堵、易钩挂的特性,原设计的燃煤锅炉输煤系统无法满足上料要求,时常发生燃料外溢,卡堵问题,不能将生物质燃料流畅、足量、不洒落的送至料仓,导致锅炉断料,影响机组带负荷甚至导致停炉。针对各类问题,将原输煤系统除铁器等附属设备提高,弧形皮带两侧加高,转运站进料和出料口容量扩大,犁煤器上沿加高且做成圆弧形形似耕地的犁,下料口处改为平滑的圆弧状,成功解决了机组的输料不畅等问题,实现输料平稳流畅。加装皮带两侧导料槽成功解决了原设计输煤系统输送生物质燃料外溢的问题,加大转运站进料口和出料口容量成功解决了原设计输煤系统输送生物质燃料卡堵,输送量不足的问题,下料口处改为平滑的圆弧状成功解决了原设计输煤系统输送生物质燃料卡堵、钩挂问题,犁煤器上沿加高且做成圆弧形形似耕地的犁成功解决了原设计输煤系统输送生物质燃料下料时犁煤器上侧外溢和生物质燃料自重不足导致的堆积和钩挂、卡堵的问题。

由于生物质属于轻质物料,加入炉膛的过程中,为了防止烟气反窜,生物质加入口的位置布置在炉膛中部附近,并分别加装一路引自一次风的密封风和播煤风。在料仓下部布置有螺旋给料机,每个料仓底部的螺旋给料机分为4个仓

底螺旋和两个拨料器。每个燃料仓对应一台给料机,每台给料机相对独立。采用左右墙联合给料,给料机供出的燃料经过防火门之后靠自重落入炉膛,为炉内燃烧提供燃料。由于生物质燃料同体积质量轻、易蓬堵、易钩挂的特性,两个拨料器时常发生木质燃料蓬堵,拨料器将燃料架住,仓底螺旋卷不住燃料,经调试期间改造优化后将拨料器去除,料仓螺旋增加拨料片,成功缓解了给料系统膨料、堵料问题,在料仓轻微膨料时,拨料片可以将膨住的生物质燃料钩挂下来,为防止下料口入炉时发生蓬堵,将给料管改成渐扩形,并沿下料方向和进炉方向增加两路引自一次风的拨料风,成功解决了机组的给料不畅等问题。

2.3 点火系统

燃煤锅炉原设计为床下燃油系统点火方式,燃煤流化床锅炉采用床下点火方式时基本都是这种方式。此点火方式是在一次风道上安装油枪点火器,使用燃油系统加热一次风,再通过温度较高的一次风加热炉内床料,在床料达到一定温度后,投放燃料达到正常运行工况。生物质燃料燃点低,用此方法启动成本较高,将床下点火系统拆除,启动点火可采用床上铺放燃料点火,必要时配备一支床上油枪辅助点火。

2.4 除渣系统

生物质燃料燃烧产生的渣量不大,但燃料中所含杂质石块较多,有时会发生下渣不畅堵塞问题,所以除渣系统可不采用连续排渣的冷渣系统,直接由排渣管间断排渣,但在排渣管侧面增加两个捅渣口,方便堵渣时处理,保证出渣正常。

3 结语

本文结合生物质的特性简要介绍了某厂燃煤循环流化床锅炉改造为燃生物质的案例,经改造后运行发现,在燃煤锅炉的基础上对部分系统进行改造,可以实现以生物质为燃料的循环流化床锅炉的稳定运行,此方案可以减少电厂建设成本,实现被迫关停的低参数机组的再利用。改造后经运行发现,生物质燃料灰分较少,燃烧过程中无法形成粒度合适的循环灰,但是生物质燃料中不可避免的夹杂着大量的砂土和石块,随着燃烧在炉膛内逐渐积攒起来,可以作为循环灰的补充。由于生物质的灰熔点较低,在燃烧过程中容易出现结焦现象,影响流化,所以要严格控制床温,保持床温在800℃以下。生物质的硫含量较低,即使不进行处理直接排放也不会超标,但是氯含量较高,会加剧受热面的腐蚀,所以在运行中可以加入石灰石进行控制,同时也对物料循环的平衡起到帮助作用。

参考文献:

- [1] 肖军,王华,庄新国.生物质利用现状[J].安全与环境工程,2003(1):11-14.
- [2] 谢先龙,王权斌.75t/h循环流化床燃煤锅炉改烧生物质的生产实践[J].造纸装备及材料,2018(3):15-16.

作者简介:郭宏伟(1994.06-),男,汉族,陕西榆林人,本科,工程师,研究方向:能源与动力工程。