

生物质流化床锅炉在烟草废弃物处理中的改进应用

李吉平，张晖，王兆铁，许志龙，符再德

(湘西鹤盛原烟发展有限责任公司，湖南吉首416000)

摘要：为解决循环流化床锅炉作业过程中存在烟梗需要干燥、破碎，运行时间短，炉内密相区结焦，回料阀堵灰严重，尾部受热面积灰严重等问题，提出了炉膛下部差速床布置、床下油点火系统以及爆炸吹灰系统等改进设计，并设计了一条10t/h燃烟梗低倍率循环流化床锅炉。通过运行及环保测试，各项技术达到了要求，各项环保指标达到GB13271—2014新建锅炉排放标准，而且每年可减排二氧化碳20840.00t，减少二氧化硫排放137.56t，减少氮氧化物130.06t，节能减排效果明显。

烟梗等废弃物是烟草工业的副产品，不及时有效地处理，将造成企业库存积压，库容紧张，若保管或处理不当，易造成烟草专卖监管中的漏洞、环境污染和重大的安全隐患。烟梗等废弃物做为一种生物质能源，其低位发热值高达 9.96×10^6

J/kg，为确保烟梗等废弃物的综合利用，打叶复烤企业采用锅炉焚烧提供蒸汽作为企业干燥烟叶的热源。目前燃烧烟梗的锅炉主要为循环流化床锅炉，其在作业过程中存在烟梗需要干燥、破碎，运行时间短，炉内密相区结焦，回料阀堵灰严重，尾部受热面积灰严重等问题。笔者针对上述循环流化床锅炉存在的问题，提出了炉膛下部差速床布置、床下油点火系统以及爆炸吹灰系统等改进设计，并设计了一条10t/h燃烟梗低倍率循环流化床锅炉，通过运行应用，可达到烟梗等废弃物的综合利用。

1 系统组成

1.1 系统结构 生物质流化床锅炉系统包括锅炉本体、燃料给人系统、烟风系统、水处理及给水系统、烟气净化系统、吹灰系统、排灰排渣系

统和自动控制系统等，如图1所示。设计原则如下

：为了控制 NO_x

排放，采用分级燃烧，一次风：二次风：50：50。为了降低炉膛温度，在炉膛下部密相区布置受热面，使得床温控制在850~900℃，不易导致炉内结焦。炉膛采用大水冷度，控制炉膛出口温度在650℃以内，有利于减轻尾部受热面积灰和腐蚀。炉膛出口布置旋风燃尽室，一方面有利于燃烧充分，另一方面进一步降低烟气温度的。燃尽室分离下的灰，采用一次风强制吹入炉内燃烧，避免采用回料阀，因灰黏性大导致堵塞。对流排管、省煤器及空气预热器采用脉冲吹灰，在合理的吹灰频率下，保证锅炉长期满负荷稳定运行。采用床上木炭点火，点火方便、容易操作，费用低。

1.2 生物质锅炉主要技术参数 额定蒸发量10t/h，额定蒸汽压力1.25MPa，额定蒸汽温度194℃，给水温度60℃，排烟温度<150℃，锅炉设计热效率>85%。

2 关键技术实现

2.1 锅炉本体

2.1.1 炉墙。布风板以上浓相区炉内墙采用浇注高强度耐磨可塑材料；水冷壁外侧采用敷管炉墙结构，外加外护板；高温旋风筒、水平烟道及尾部烟道采用轻型炉墙、护板结构。

2.1.2 锅筒内部装置。锅筒由水下孔板、顶部百叶窗、加药管、排污管、再循环管等组成。锅筒上还设置有高、低读水位表、压力表、安全阀、放气阀和自用蒸汽阀等附件。

2.1.3 炉膛。下部采用差速床布置，即高速床与低速床组合布置形式。给料落入高速区，埋管布置在低速区(降低磨损)，高速床与低速床形成物料循环，高速区燃料燃烧产生的热量被低速床的埋管吸收，用于控制炉膛下部温度。

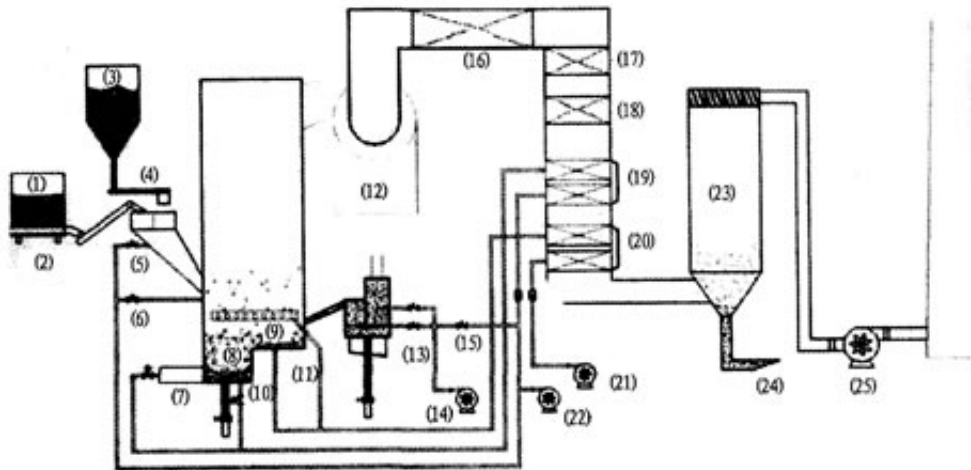
2.2 炉前燃料给人系统烟梗/石灰石给料装置由皮带输送机、炉前料仓、拨料器组成。给料设置连续调速装置，根据锅炉负荷的大小，调整给料量。给煤装置利用现有锅炉房的进煤系统，配置一台破碎机。

2.3 吹灰系统烟梗的灰分中碱金属含量高，灰黏度比较大，容易在锅炉尾部积灰。一般的吹灰方式的使用效果不够

理想, 该锅炉采用脉冲在线吹灰系统。其吹灰机原理是通过冲击动能、声能和热能作用来清除锅炉受热面的表面积灰, 达到提高锅炉效率, 恢复锅炉出力的目的。脉冲吹灰系统的主要特点是: 冲击波将能量聚积于极短时间和空间内,

2

, 速度可达300~350m/s。虽然作用时间较短(毫秒级), 使用燃气很少, 但冲击波仍能对各部位的积灰产生显著作用, 使之脱离受热面。



注:1. 烟梗料仓;2. 烟梗给料系统;3. 煤斗;4. 称重螺旋给煤机;5. 密封风;6. 播料风;7. 点火装置;8. 高速床;9. 低速床;10. 低速床一次风;11. 低速床二次风;12. 分离器;13. 回料风;14. 罗茨风机;15. 备用回路;16. 对流床;17、18. 省煤器;19、20. 空预器;21. 低速风机;22. 高速风机;23. 除尘器;24. 出灰装置;25. 引风机

Note:1. Tobacco stem storehouse;2. Tobacco stem supply system;3. Coal bucket;4. Weighing screw feeder;5. Seal wind;6. Sowing material wind;7. Ignition device;8. High speed bed;9. Low speed bed;10. Low speed bed primary air;11. Low speed bed secondary air;12. Separator;13. Feed back wind;14. Roots blower;15. Spare circuit;16. Convection bed;17, 18. Economizer;19, 20. Air preheater;21. Low speed fan;22. High speed fan;23. Dust catcher;24. Ash discharging device;25. Induced draft fan

图1 生物质流化床锅炉系统

Fig.1 Biomass fluidized-bed combustion boiler system

3应用效果

3.1负压给料效果 锅炉给料点为负压区, 彻底解决正压给料带来的隐患, 炉膛出口负压在一200Pa以内, 节省引风机电耗, 且不结焦、不积灰。

炉膛下部采用差速床布置, 即高速床与低速床组合布置形式。给料落入高速区, 埋管布置在低速区(降低磨损), 高速床与低速床形成物料循环, 高速区燃料燃烧产生的热量被低速床的埋管吸收, 用于控制炉膛下部温度, 彻底解决床料结焦问题。

尾部受热面采用爆炸(脉冲)吹灰系统, 产生强大冲击波, 将尾部受热面的积灰清除下来, 锅炉可连续运行15d以上不需要清灰, 满足一个生产周期(17次/10d)不停炉的需要。

3.2生物质锅炉运行工况的能效测试 锅炉运行正常后, 邀请中国特种设备检测研究院、国家锅炉压力容器质量监督检验中心对锅炉运行工况进行能效测试, 测得结果如表1所示。由表1可知, 锅炉蒸发量平均值为10072.39kg/h, 热效率为85.25%, 达到了设计要求。

表1 锅炉能效测试结果
Table 1 Boiler energy efficiency test results

项目 Item	符号 Symbol	单位 Unit	检测1 Detection 1	检测2 Detection 2	平均值 Mean
输出蒸汽量 Steam output	D	kg/h	9 710.00	9 870.00	9 790.00
折算蒸发量 Corrected evaporation	D_m	kg/h	9 990.83	10 153.94	10 072.39
正平衡效率 Positive balance efficiency	η_1	%	85.27	84.93	85.10
反平衡效率 Counter balance efficiency	η_2	%	85.53	85.25	85.39
平均热效率 Average thermal efficiency	η_{th}	%	85.40	85.09	85.25
折算热效率 Corrected thermal efficiency	$\eta_{th,m}$	%	85.40	85.09	85.25
排烟温度 Exhaust gas temperature	t_p	℃	129.65	129.87	129.76
排烟处过量空气系数 Excess air coefficient	α_p	—	2.04	2.08	2.06
排烟热损失 Heat loss due to exhaust gas	q_2	%	8.81	8.78	8.80
气体未完全热损失 Heat loss due to unburned gas	q_3	%	1.62	1.78	1.70
固体未完全热损失 Heat loss due to unburned carbon	q_4	%	1.83	1.99	1.91
散热损失 Heat loss due to radiation	q_5	%	1.70	1.70	1.70
灰渣物理热损失 Sensible heat loss in residue	q_6	%	0.51	0.50	0.51

3.3 生物质锅炉运行工况的环保测试 该锅炉采取直燃技术及严格的环保工艺，所有的排放指标优于国家标准，不会对环境造成污染。2012与2

014年检测结果如表2所示。由表2可知，烟尘的排放

小于 $50\text{mg}/\text{m}^3$ ， SO_2 的排放量减少，由原来的 $392.00\text{mg}/\text{m}^3$ 减少到 $271.00\text{mg}/\text{m}^3$

，均达到新颁布的国家GB13271-2014(《锅炉大气污染物排放标准》)的要求。

表2 2012 和 2014 年环境监测站监测结果

Table 2 Monitoring results of environmental monitoring stations in 2012 and 2014 mg/m^3

年份 Year	监测点位 Monitoring site	分析项目 Analysis project	分析结果 Analysis result	标准限制 Standard limit
2014	鹤盛原烟锅炉出口	SO_2	271.00	900
		烟尘	32.10	200
2012	鹤盛原烟锅炉出口	SO_2	392.00	900
		烟尘	112.00	200

注：2012 年 SO_2 排放行业标准为 $390\text{mg}/\text{m}^3$ ；国家新标准 GB 13271—2014 规定 SO_2 排放标准 $300\text{mg}/\text{m}^3$ ，烟尘排放标准 $50\text{mg}/\text{m}^3$

Note: The industry standard of sulfur dioxide emission in 2012 was $390\text{mg}/\text{m}^3$; sulfur dioxide emission new standard is $300\text{mg}/\text{m}^3$ according to GB 13271—2014, smoke emission standard is $50\text{mg}/\text{m}^3$

3.4 资源综合利用分析 生物质锅炉自试运行至今总共产生蒸汽20141t，平均每天产汽约153t(51.12班×3个班)，能满足生产加工蒸汽需求。2014年11、12月份1t烟耗煤与2012年1t烟耗煤指标对比如表3所示。由表3可知，2014年11、12月份1t烟耗煤为0.0270t，比2012年的1t烟耗煤0.1975t节约了86.33%。

表 3 1 t 烟耗煤指标对比**Table 3 Indicators comparison of 1 t cigarette coal consumption**

生产日期 Date of manufacture	产量 Yield t	煤耗 Coal consumption t	1 t 烟耗煤 1 t cigarette coal consumption
2014 - 11	4 650.64	98.20	0.021
2014 - 12	4 540.88	152.88	0.034
2012 - 11	5 190.99	1 032.18	0.199
2012 - 12	3 834.92	750.81	0.196

4 结语

该研究设计的额定蒸发量10t/h燃烟梗低倍率循环流化床锅炉达到了设计出力和锅炉热效率，各项环保指标达到GB 13271—2014新建锅炉排放标准，而且每年可减少二氧化碳排放20840.00t，减少二氧化硫排放137.56t，减少氮氧化物130.06t，节能减排效果明显。烟梗燃烧后产生的飞灰经布袋除尘收集后进行综合利用，可实现副产物的减量化、无害化、资源化，为企业可持续发展带来推动力，营造更好的外部环境，经济效益和社会效益显著，可推广应用。

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/tech/142191.html>