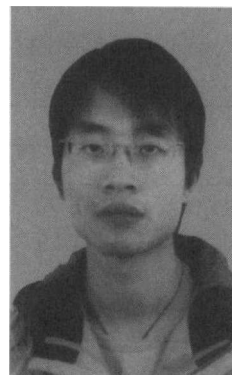


文章编号:1004-8774(2008)02-25-04

小型工业锅炉燃用林业废弃物产生的问题及解决方法

王进卿,孙公钢,池作和
(中国计量学院计量测试工程学院,杭州 310018)



第一作者:王进卿(1985-),中国计量学院计量测试工程学院硕士研究生。

摘要:林业废弃物作为一种价格低廉的燃料,其生产成本比煤低很多,这使得许多燃煤工业锅炉改烧林业废弃物。通过对林业废弃物的燃烧特性及燃烧组织(挥发分、锅炉通风量和烟气量、燃料水分)进行分析,并对其应用于工业锅炉燃烧后可能出现的司炉劳动强度大、受热面积灰、烟囱冒黑烟等问题进行了探讨,提出了一些相应的技术措施供有关人员参考。

关键词:林业废弃物;工业锅炉;燃烧特性;燃烧组织;技术措施
中图分类号:TK229 **文献标识码:**A

The Problems and the Solutions of Woodcraft Wastes Combustion in Small - scale Industrial Boiler

WANG Jin-qing, SUN Gong-gang, CHI Zuo-he
(College of Metrological Technology & Engineering ,
China Jiliang University, Hangzhou 310018, China)

Abstract: As one cheap fuel, woodcraft wastes has a much lower production cost than coal. So in lots of industrial boiler, woodcraft wastes is considered an alternative to coal. The combustion characteristic and the combustion organization (volatile, the ventilation rate and smoke rate of the boiler, the water of fuel) of the woodcraft wastes are analyzed. It also analyzes the coming problems like the heavy labor intensity of the stocker, the ash deposition on the heating surface and the black smoke from the chimney after the woodcraft wastes used in industrial boiler, and offers some technical references for the corresponding people.

Key words: woodcraft wood; industrial boiler; combustion characteristic; combustion organization; technical reference

0 前言

近几年煤炭价格不断上涨,浙江省为缺煤省份,几乎所有煤炭从外省调入。在浙江西部地区,煤炭(热值约为22 MJ/kg)价格已经达到650~700元/t。而在此地区有着比较丰富的林业资源和为数众多的木材和竹子加工企业。这些企业在木材和竹子的加工过程中产生了大量的水分含量为12.5%~24.6%、热值为14.3~15.7 MJ/kg的木屑和竹屑,其价格约为280~300元/t。按照等价发热量估算,1.47 t林业废弃物相当于1 t煤左右,因此燃用林业废弃

物生产成本比燃用煤要低许多,这使得许多燃煤工业锅炉改烧林业废弃物。燃煤工业锅炉改烧林业废弃物后,出现了诸如司炉劳动强度大、受热面积灰、烟囱冒黑烟、甚至出力降低等问题^[1,2]。本文根据对燃用林业废弃物的工业锅炉运行状况调研和对林业废弃物燃烧特性的试验分析结果,提出了燃煤工业锅炉改烧林业废弃物后应注意的问题和应采取的相应的技术措施,供有关人员参考。

1 林业废弃物燃烧特性分析和燃烧组织

1.1 燃烧特性分析

收集了3种林业废弃物,木材加工厂(杉木)的刨花和木屑、木工艺厂(硬杂木)的木片、竹子加工

收稿日期:2007-11-20

厂的竹屑。用密封塑料袋密封后,带回实验室分析。工业分析和元素分析,其分析结果见表1。
按照燃料分析国家标准方法,对3种样品进行

表1 3种林业废弃物和烟煤的成分分析

| 样品 | 元素分析/% | | | | | 工业分析/% | | | | 低位热值 /(MJ·kg ⁻¹) |
|------|--------|------|-------|------|------|--------|-------|-------|-------|---------------------------------|
| | C | H | O | N | S | M | A | V | FC | |
| 杉木屑 | 41.92 | 5.74 | 35.44 | 0.05 | 0.02 | 16.20 | 0.62 | 70.39 | 12.79 | 15.68 |
| 硬木屑 | 44.28 | 5.40 | 37.40 | 0.07 | 0.00 | 12.5 | 0.35 | 71.46 | 15.69 | 16.20 |
| 竹屑 | 38.53 | 5.05 | 29.87 | 0.37 | 0.00 | 24.6 | 1.58 | 59.42 | 14.40 | 14.30 |
| 混合烟煤 | 56.53 | 3.44 | 4.93 | 0.70 | 0.32 | 9.50 | 24.58 | 25.10 | 65.08 | 22.04 |

从表1可以看到,木材加工厂和木工艺厂对杉木和硬杂木的干燥程度要求较高,因而水分含量较低,分别为杉木16.2%、硬杂木12.5%。竹子加工时对竹子干燥程度要求不高,水分含量为24.6%。

3种林业废弃物的挥发分含量很高,分别为杉木 $V_{daf} = 84\%$,硬杂木 $V_{daf} = 82.2\%$,竹子 $V_{daf} = 80.5\%$ 。

由于挥发分含量高,挥发分析出温度只有350℃左右,因而,林业废弃物是非常容易燃烧的燃料。

1.2 燃用林业废弃物的燃烧组织

1.2.1 挥发分对燃烧影响

木屑、竹屑挥发分含量很高,在350℃左右时,挥发分就大量析出。挥发分主要成分为甲烷、氢气、一氧化碳和二氧化碳。甲烷、氢气、一氧化碳是极易燃烧的气体,因此,燃用木屑和竹屑时,着火和稳燃不是问题。

当挥发分大量析出并发生燃烧时,需要消耗大量的氧气。如果在该阶段供氧不足,挥发分的燃烧

会受到影响,从而容易引起锅炉冒黑烟。因此,对于燃用木屑、竹屑这些林业废弃物,从燃烧组织的角度,应加大燃烧初期空气量供给,并设法增加扰动,加强挥发分和空气的混合,提高燃烧效率。

对于链条炉排燃烧,由于木屑、竹屑比较轻,许多细颗粒悬浮在炉膛空间燃烧,再加上挥发分含量高,这使在炉排上和炉膛空间的燃烧份额发生变化。炉膛空间的燃烧份额增加,而炉排上的燃烧份额减少。因此,应大幅度减少炉排通风量,同时,在炉膛的合适位置,增加二次风喷口,增强炉膛内的扰动,强化燃烧。

1.2.2 锅炉通风量和烟气量

假设燃用林业废弃物和燃用烟煤时的锅炉效率相等,过量空气系数也相同,且均为 $\alpha = 1.5$,以一台1t/h蒸发量锅炉为例,燃煤燃料量按160kg/h计算。3种林业废弃物和1种烟煤燃烧时锅炉实际通风量计算结果见表2。

表2 3种林业废弃物和烟煤燃烧时实际通风量和烟气量计算结果

| 项目 | 杉木屑 | 硬木屑 | 竹屑 | 混合烟煤 |
|--|-------|-------|-------|-------|
| 理论空气量/(Nm ³ ·kg ⁻¹) | 4.068 | 4.122 | 3.770 | 5.784 |
| 实际空气量/(Nm ³ ·kg ⁻¹) | 6.102 | 6.183 | 5.653 | 8.675 |
| 按等热值确定的燃料量/kg | 225 | 218 | 247 | 160 |
| 锅炉总通风量/Nm ³ | 1373 | 1348 | 1396 | 1388 |
| 锅炉总烟气量/Nm ³ | 1568 | 1525 | 1615 | 1466 |

由表2可知,虽然林业废弃物和煤的理论空气量相差比较大,但是总通风量相差不大。烟气量的显著差异主要是由水分引起,水分越大,烟气量越大。因此燃煤锅炉改烧生物质时,锅炉送引风机基本可以不变。

1.2.3 燃料水分

对于未经干燥的木屑和竹屑,水分含量高达50%~60%。水分含量增加对燃烧不利。水分对燃

烧的影响,体现在下列几个方面:

(1)水分增加,将影响燃料的着火性能。燃料在受到炉内高温烟气加热时,水分首先蒸发。在水分蒸发过程中将吸收大量的汽化潜热,因此,对于燃用高水分的林业废弃物,必须设计干燥预热段,否则会导致燃料着火困难。

(2)水分增加,将使燃料发热值降低,理论燃烧温度下降。分析杉木、竹屑的2种林业废弃物,水分

增加时热值变化见图1。以杉木木屑为例,水分为16.2%时,燃料低位发热量为15 680 kJ/kg,当水分增加到50%时,燃料低位发热量只有8 347 kJ/kg。燃料热值的变化导致理论燃烧温度的变化,图2为理论燃烧温度随水分变化计算结果。对于杉木木屑,水分为16.2%时,理论燃烧温度为1 874 ℃,当水分增加到50%时,理论燃烧温度只有1 450 ℃。炉内燃烧温度降低,燃烧速度降低,易导致燃烧不完全损失增加。

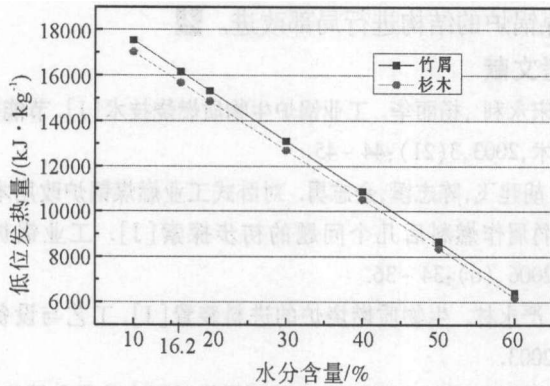


图1 杉木、竹屑低位发热量随水分含量的变化

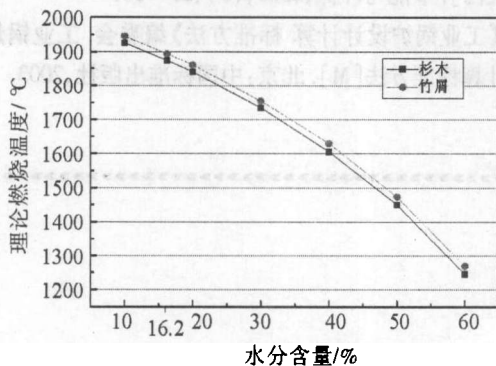


图2 杉木、竹屑理论燃烧温度随水分含量的变化

(3)水分增加,锅炉效率降低,因此,燃用林业废弃物时,必须控制燃料水分在一定范围内。

2 燃用林业废弃物应采取的技术措施

2.1 燃用林业废弃物的进料系统

林业废弃物的低位发热量比煤的要低,且堆积密度也比煤要低得多,所以要达到锅炉额定蒸发量和压力的蒸汽,前者单位时间内送入炉膛的体积和重量比后者的要大得多,这显然大大增加了司炉的劳动强度。由于林业废弃物单位时间内送入炉膛的量比煤的要大,这必然要求炉排的运行速度要快,所以工业锅炉中较多使用的间歇式的供煤机构已经不适合了。而螺旋进料机构能较好地满足颗粒燃料进入燃烧室的可调性和均匀性^[3]。

图3为螺旋进料装置的简图。料斗内的生物质燃料经螺旋杆落入落料槽,再沿着落料槽进入燃烧

室内。由于炉膛内的温度较高,伸进炉膛内的落料槽宜采用高温耐热钢。最佳的螺旋转速是与炉排的行走速度相匹配,这可以通过调节减速机构实现。

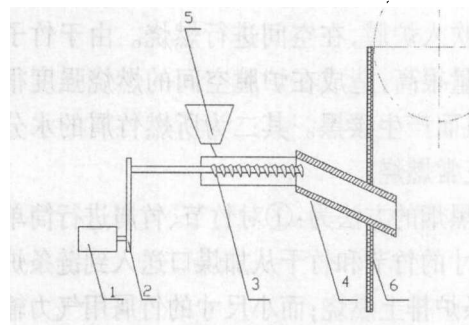


图3 螺旋进料装置图

1-电动机 2-减速机构 3-螺旋杆 4-落料槽
5-料斗 6-炉膛

当燃料颗粒比较小时,可直接采用风力输送。通过调节风机的转速改变燃料的输送量。

2.2 防止锅炉受热面积灰

尽管林业废弃物的灰分含量比煤少得多(如表1所示),但碱性成分(主要是K、Na)含量很高,较高的碱性成分在燃烧过程中有引起受热面结渣、积灰及相应腐蚀的倾向^[4]。受热面积灰影响了烟气与受热面之间的传热,降低了传热效率,且增加了烟气的流动阻力,使出口烟温升高,增加了排烟热损失,降低锅炉的热效率。

某台DZL型工业锅炉燃用贫煤,采用了比较长及反倾斜的后拱,以促进炉前端燃煤的引燃。炉膛分隔为燃烧室和冷却室两部分。在燃用竹屑和木屑的过程中,发现冷却室中堆满积灰,水冷壁管几乎全部覆盖,严重影响了传热。由于生物质燃料含挥发分高,比煤容易引燃,所以不需要这种反倾斜且比较长的后拱。针对燃用生物质燃料,可以适当改短后拱,且在出口段略向上倾斜。向上倾斜的炉拱,可以起到“挡板”的作用,大部分飞灰及未燃尽的燃料被“挡”回炉排上继续燃烧,能够大大减少冷却室的积灰。

2.3 解决燃用竹屑锅炉冒黑烟问题

有2台1 t/h燃用竹屑的锅炉,存在比较严重的冒黑烟问题。该2台锅炉燃用竹席加工厂的下脚料,包括竹节、竹屑和废弃的竹杆。竹节和竹杆经过简单的破碎,粒度在20 mm×20 mm以下,竹屑的粒度约为1~4 mm。小粒径竹屑和大粒径竹节的重量比例约为4:6。竹屑、竹节没有进行分选,用手工加料方式送到链条炉排上。由于加工竹席的毛竹没有进行充分干燥,所燃用的竹屑和竹干水分含量

高,约为30%~40%。

造成锅炉冒黑烟的主要原因有二:其一为燃料粒度分布不合理,从而导致配风不合理。大尺寸的竹节和竹干落在炉排上燃烧,而小尺寸的竹屑被经由炉排的风吹入炉膛,在空间进行燃烧。由于竹子的挥发分含量很高,造成在炉膛空间的燃烧强度很大,局部缺氧而产生碳黑。其二为所燃竹屑的水分太高,影响正常燃烧。

解决冒黑烟的方法为:①对竹节、竹屑进行简单分选。大尺寸的竹节和竹干从加煤口送入到链条炉排上,在链条炉排上燃烧;而小尺寸的竹屑用气力输送的方法,以40 m/s以上的速度直接送入炉膛空间,强化炉膛空间的搅动,防止出现局部缺氧的情况。②在配风上要降低通过炉排的风量。根据小粒径竹屑和大粒径竹节的重量比例,通过炉排的风量应控制在40%以下。③在有条件时,应尽量将竹屑风干,降低竹屑的含水量。

3 结论

(1)在锅炉效率、过量空气系数都相同时,燃用林业废弃物和燃用煤的总通风量相差不大,燃煤锅炉改烧生物质时,锅炉送引风机的总风量基本可以

不变;

(2)燃料水分增加,将影响燃料的着火性能,使燃烧温度降低,降低锅炉效率,同时容易造成锅炉冒黑烟。所以燃用林业废弃物时,应将燃料水分控制在30%以下;

(3)螺旋进料机构能较好地满足生物质颗粒燃料进入燃烧室的可调性和均匀性;

(4)燃煤锅炉改用生物质燃料时,在某些部位容易造成结灰,因此,应根据生物质的特性,对现有燃煤锅炉的结构进行局部改进。■

参考文献

[1]宋永利,杨丽华. 工业锅炉生物质燃烧技术[J]. 节能技术,2003,3(21):44-45.

[2]胡建飞,陈志溪,余志勇. 对卧式工业燃煤锅炉改用木、竹屑作燃料后几个问题的初步探索[J]. 工业锅炉,2006,(6):34-36.

[3]严永林. 生物质燃烧炉的进料装置[J]. 工艺与设备,2003.

[4]宋鸿伟,郭民臣,王欣. 生物质燃烧过程中的积灰结渣特性[J]. 节能与环保,2003,(9):29-31.

[5]《工业锅炉设计计算 标准方法》编委会. 工业锅炉设计计算标准方法[M]. 北京:中国标准出版社,2003.

广告索引

- 封面 德国麦克斯威索有限公司
- 折页 斯派莎克工程(中国)有限公司
- 封二 北京西山圣通风机有限公司
- 封三 长沙市中工锅炉配件有限公司
- 封底 奥林燃烧器(无锡)有限公司
- 前插1 德国E科燃烧器上海代表处
- 前插2、3 湘潭中南自动化仪表厂
- 前插4 意大利百得有限公司上海代表处
- 前插5 浙江特富锅炉有限公司
- 前插6 扬州斯大锅炉有限公司
- 前插7 大连三洋制冷有限公司
- 前插8 宜宾市信通电子器材厂
- 前插9 浙江澳太机械制造有限公司
- 前插10 北京中电华强焊接工程技术有限公司
- 前插11 麦格玛科技发展(南京)有限公司
- 前插12 西安交通大学机械厂

- 前插13 卡尔冬斯贸易(上海)有限公司
- 前插14 瓦房店市永宁机械厂
- 前插15 江苏南通中南鼓风机有限公司
- 前插16 意大利利雅路股份有限公司北京代表处
- 中插1 丹佛斯公司
- 中插2、3 扎克能源技术设备(上海)有限公司
- 中插4 江苏双良锅炉有限公司
- 黑白插页
- 九江电通电气有限公司
- 吴桥县导热油炉有限责任公司
- 淮北磐石防磨器材有限责任公司
- 上海昱真水处理工程有限责任公司
- 常州远泰电子有限公司(P32)
- 金牛股份有限公司锅炉运行维修服务分公司(P39)
- 江苏省吴江市环宇胀管器有限公司(P49)