

生物质颗粒与燃煤耦合发电技术研究

佟力

(哈尔滨锅炉厂有限责任公司，黑龙江哈尔滨150046)

摘要：本文介绍了生物质燃料特性及生物质发电现状。对生物质颗粒与燃煤耦合发电技术进行了研究，分析了其对锅炉运行的影响，同时展望了我国生物质利用发展趋势。

0引言

利用生物质能发电，不仅可以开发新能源，节约煤炭，改善我国能源结构，减少CO₂、SO₂和烟尘的排放量，保护环境，而且可以充分利用当地资源，增加农民收入，增强企业经济效益和生存能力，具有重要意义。本文介绍了生物质燃料特性及生物质发电现状。对生物质颗粒与燃煤耦合发电技术进行了研究，分析了其对锅炉运行的影响，同时展望了我国生物质利用发展趋势。

1生物质燃料特性

生物质包括一切直接或间接利用植物光合作用而形成的有机物质。本文所说的生物质均指农作物秸秆和农业加工残余物以及林木和林业加工剩余物等生物质，不包括有机污水、生活垃圾及禽畜粪便。从物理本质上来说，生物质是由纤维素、半纤维素、木质素、无机物和水组成的^[1]。从化学元素来说，其包含C、H、O、N、S，水和灰分。

与燃煤相比，生物质燃料具有自身的特点：

- 1) 木本燃料的生物活性较高，可能引起料堆发热并损失干物质，且贮藏点的含尘量和孢子含量很高，在燃料储运过程中会引起健康和安全问题。
- 2) 生物质燃料可燃基挥发分含量在70%以上，干燥后具有很好的着火特性，燃点大概400 左右。
- 3) 生物质S和N含量较低，代替部分燃煤可减少SO₂和NO_x的排放。
- 4) 灰中的K、Na含量相对较高，灰熔点大概在800 - 1000 ，高温下碱金属析出容易导致飞灰团聚和受热面结渣。
- 5) 部分生物质Cl含量相对较高，燃烧释放出高浓度HCl进入锅炉尾气会引起受热面高温腐蚀。

2生物质发电技术现状

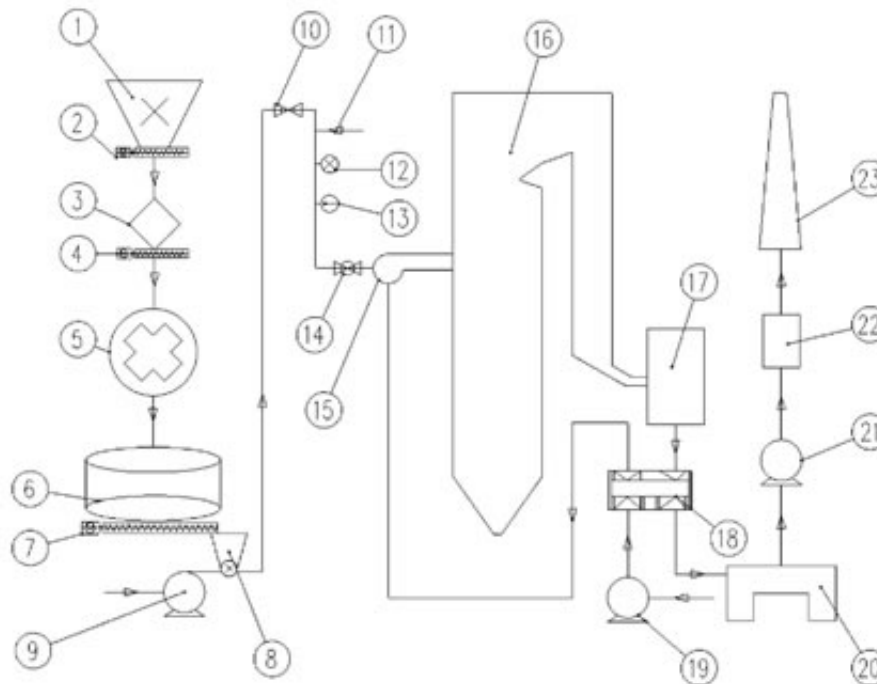
现有的生物质燃烧发电技术主要有两种类型，一种是生物质直燃发电技术，即将生物质作为唯一燃料，采用水冷振动炉排或循环流化床燃烧生物质发电^[2]。生物质直燃发电技术存在制造成本高、发电效率低、燃料适应性差、受热面结焦、腐蚀等问题。

另一种利用生物质发电的技术为生物质气化与燃煤耦合发电技术^[3]

，即将生物质气化后带有可燃气体的烟气送入燃煤锅炉进行耦合发电。生物质气化燃煤耦合发电技术存在气化装置结构复杂、运行控制难度大、投入成本高、焦油析出导致阀门堵塞等安全问题。

3生物质颗粒与燃煤耦合发电技术

将生物质燃料破碎后送入燃煤锅炉进行混合发电是一种新的高效利用生物质能的方法。本文介绍了一种生物质颗粒与燃煤耦合发电系统。该系统由三个部分组成，即生物质颗粒制备系统，生物质颗粒输送系统，生物质颗粒燃烧及烟气净化系统，如图1所示。



1 生物质破碎机 2 一级螺旋输料机 3 蒸汽干燥器 4 二级螺旋输料机 5 生物质粉碎机 6 粉料仓 7 输粉机 8 锥形粉斗 9 风机
10 快关阀 11 清堵压缩空气 12 风速测量装置 13 温度传感器 14 气动球阀 15 燃烧器 16 炉膛 17 脱硝装置 18 空预器 19 送风机
20 除尘器 21 引风机 22 脱硫装置 23 烟囱

图1 生物质颗粒与燃煤耦合发电系统

3.1 生物质颗粒制备系统

生物

质原料由

特殊的生物质破碎

机完成初步加工后，燃料粒径变为3

- 6cm，大约失掉5%的水分，密度约400kg/m³

。破碎后的燃料经过一级螺旋输料机进入蒸汽干燥器内，将燃料水分干燥至12%以下，以便于进一步粉碎。干燥后的燃料经过二级螺旋输料机进入粉碎机内，通过锤刀切割和高速气流冲击作用将生物质制成粒径约5mm的颗粒，送至粉料仓储存，中储仓的设置能够保证生物质制粉设备长期在额定工况下运行，同时满足机组升降负荷控制燃料量的要求。

3.2 生物质颗粒输送系统

成型的生物质颗粒经过输粉机进入锥形粉斗内，通过螺旋卸料阀将所需的燃料颗粒送入管道内，利用风机进行气力输送。送粉管道上设置有快关阀，当锅炉紧急停炉时可迅速切断生物质燃料，保证锅炉安全运行；管道上还设置有风速测量装置，实时监控调整风粉混合物的速度，防止堵粉；管道上还设置有温度传感器，将物料温度控制在70℃以下，防止发生燃料自燃；送粉管道的末端设置有气动球阀，可对燃料入炉量进行调节。当管道发生堵粉时，可通过管道上设置的清堵压缩空气及时吹扫，保证给粉的连续性和稳定性。

3.3 生物质颗粒燃烧及烟气净化系统

生物质颗粒最终通过布置于送粉管道末端的燃烧器进入炉膛内燃烧，在此过程中，由送风机提供的二次风经空预器加热后送入燃烧器，由此进入炉膛内，以补充燃料燃烧需要的氧量。煤粉锅炉炉膛内平均温度比水冷振动炉排锅炉和流化床锅炉要高，有利于生物质燃料的着火和燃尽，提高了其燃烧效率。运行时严格控制生物质燃料掺烧量，其输入热不超过炉膛总输入热的5%，煤粉燃烧

产生的大量烟气能够稀释生物质中K₂O、Na₂

O等碱金属氧化物及HCl的浓度,有效解决生物质灰结焦和受热面腐蚀问题。燃料燃烧生成的烟气在炉膛内流动至脱硝装置,大量 NO_x 被还原,可将出口 NO_x 控制在 $50\text{mg}/\text{Nm}^3$ 以下。之后烟气经过空预器将热量传递给一次风和二次风,随后进入除尘器将大部分粉尘除去,再通过引风机后进入脱硫装置,净化后的烟气最后通过烟囱排入大气。

4 生物质颗粒与燃煤耦合发电对锅炉运行的影响

4.1 对锅炉污染物排放的影响

植物利用光合作用将环境中的 CO_2 吸收后释放出 O_2 ,在生物质燃烧过程中,C转化为 CO_2 释放出来,对于环境来说,并没有增加 CO_2 排放量。因此,可认为生物质燃烧时 CO_2 为零排放。通常生物质中S含量小于0.13%,相比燃煤要低,以生物质代替部分燃煤可减少 SO_2 的排放量。

燃料燃烧过程中会产生 NO_x ,根据 NO_x 的生成机理及含量主要分为两种类型:燃料型 NO_x 和热力型 NO_x 。燃料中的N与O结合形成燃料型 NO_x ,通常生物质中N含量相比燃煤要低,以生物质代替部分燃煤可减少燃料型 NO_x 的生成。在高温火焰中,空气中氮在高温下氧化产生 NO_x ,研究表明影响热力型 NO_x 生成量的主要因素是炉内温度,当温度低于1800K时,热力型 NO_x 生成量比较低,温度高于1800K以后,热力型 NO_x 增加很快,温度每增加100K,热力型 NO_x 生成反应速度将增加6~7倍。由于生物质燃料热值较低,燃烧时火焰中心温度较低,可减少热力型 NO_x 的生成。

4.2 对锅炉 q_2 的影响

排烟热损失(q_2)指烟气离开锅炉末级受热面时带走的部分热量,是锅炉最主要的热损失, q_2 主要取决于排烟温度和烟气量的大小。煤粉燃烧为发光火焰,辐射特性主要依靠炭黑粒子及三原子气体,其中炭黑粒子辐射热量占大部分。锅炉掺烧生物质后,C含量相对减少,同时燃烧温度低于煤粉燃烧温度,所以生物质颗粒燃烧火焰辐射能力弱,掺烧生物质代替一部分燃煤后将降低炉膛吸热量。同时由于生物质热值较低,掺烧时会导致单位输入热量对应的烟气量增加,火焰高温区上移,炉膛出口及对流受热面烟温升高,排烟温度及烟气量增加,从而导致 q_2 增加。

4.3 对锅炉 q_4 的影响

机械不完全燃烧热损失(q_4)指固体炭颗粒在炉内未完全燃烧即随飞灰和炉渣一同排出炉外而造成的热损失,由飞灰不完全燃烧热损失和炉渣不完全燃烧热损失两部分组成。 q_4 反映了煤炭燃烧的完全程度,是影响锅炉热效率的重要指标。锅炉降低飞灰燃尽损失的主要手段是给予煤粉颗粒充分的燃尽时间和燃烧所需的氧量,简单来说就是增加煤粉颗粒在高温区的停留时间和煤粉燃烧配风充分。

由于生物质燃料水分大、热值低,当掺烧生物质颗粒后锅炉烟气量增加,炉内温度水平降低,将会导致几个趋势:煤粉在炉内的停留时间缩短、煤粉的化学反应速度降低、生物质燃烧抢占煤粉颗粒燃烧所需的氧量。因此,总体来说对于煤粉颗粒的燃尽是不利的, q_4 将有增加的趋势。

5 结论

生物质颗粒与燃煤直接混合发电是一种高效、清洁的利用生物质能发电的技术。相比于生物质直燃发电及生物质气化与燃煤耦合发电,其具有更强的燃料议价能力和更低的建造、运行、维护费用。用生物质颗粒代替部分燃煤会对原锅炉燃烧效率产生一定影响,但可降低 CO_2 、 SO_2 、 NO_x 的排放。生物质与燃煤耦合发电技术符合国家能源结构调整的大方向,顺应市场需求,在未来很长一段时间内将成为生物质利用的重要方式。

参考文献

- [1]宋景慧, 湛志钢, 马晓茜, 等. 生物质燃烧发电技术[M]. 北京: 中国电力出版社, 2013.
- [2]盖东飞, 吕英胜, 等. 水冷振动炉排锅炉在生物质直燃发电厂中的应用[J]. 工业锅炉, 2011, (6): 27 - 30.
- [3]田宜水, 姚向君. 生物质燃烧与混合燃烧技术手册[M]. 北京: 化学工业出版社, 2008.

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/tech/151108.html>