

生物质成型燃料循环流化床燃烧技术探讨

任晓平，唐欣彤，孙晓婷，杨松，杨静

(长春工程学院，长春130000)

摘要：文中从生物质成型燃料特性和循环流化床燃烧方式出发，从燃烧角度，针对生物质成型燃料，分析了流化床燃烧方式具备的优势、关键问题及解决措施。生物质成型燃料与流化床燃烧技术相结合，优势互补，既有利于生物质的开发利用，也减轻环境污染，展望该技术具有广阔开发应用前景。

0引言

生物质包括各种农业和林业废弃物、生活垃圾、有机废水等，它是直接或者间接由光合作用而产生的富含化学能的有机质。现在每年全球靠光合作用就能产生1200亿t生物质，但是人类仅利用了每年生物质产量的7%左右。我国生物质资源主要以农作物秸秆为主，每年可产生7.05亿t秸秆，占我国生物质资源的一半以上。目前，我国的秸秆资源除了一部分用作还田肥料和动物饲料外，大部分都废弃或就地焚烧^[1-2]

，不但浪费了宝贵的能源，也带来了严重的空气污染，如果能高效利用，既能减轻环境污染，又能增加农民收入，取得良好环境效益和经济效益。

1生物质成型燃料

生物质因其产量稳定且大、含硫、氮、灰量低，CO₂零排放等优点而成为一种新型可再生清洁能源，是未来替代常规化石能源的重要能源来源之一。但天然生物质质地松散，能量密度低，直接燃烧发电或供热难度大。而生物质成型燃料就是将生物质经机械加工，压制成结构紧密的颗粒状、棒状和块状固体燃料，热值密度高，相当于中值煤，是一种优质清洁可再生能源。成型燃料除了具备生物质燃料优点外，因经加工成型，其燃烧和利用起来比生物质更优越，主要是由于机械压制，结构变得致密，使得挥发分的析出速度和燃烧速度适中；挥发分含量一般在70%~80%，着火点低，很容易着火和燃烧完全；生物质本身含N、S量比煤少得多，同时生物质生长和利用过程中实现碳的零排放，属于清洁燃烧；碱金属（比如Na、K等）含量高于煤，灰渣熔点低，比煤更易结渣；氯元素含量较高，高温下气化与碱金属复合形成低熔点气态物质，造成受热面结渣，同时烟气中的HCl容易对金属受热面造成高温腐蚀；生物质基本不含重金属，在燃烧利用过程中重金属零排放；飞灰含量极低，少于3%，燃烧形成的灰量少；成型燃料中可添加脱氯剂，减少气相氯化物的生产。

2循环流化床燃烧技术

流化床燃烧是介于层燃和悬浮燃烧之间的一种燃烧方式，燃料颗粒靠气流的托举力和浮力作用，在炉内一定高度空间范围上下翻滚，沿横向和纵向强烈扰动，燃料在炉内分布随着颗粒和气流流速变化，质量密度大的颗粒在炉膛下部形成密相区燃烧，质量密度小的颗粒在炉膛上部形成稀相区燃烧，被气流带走细燃料通过设置在炉膛出口的分选器时，被捕集送回到炉内继续燃烧。

从燃烧角度来看，循环流化床燃烧技术主要特点是低温燃烧，良好的气-固、固-固混合，燃料适应性强，燃烧可控性好。正是由于这些流态化燃烧的固有特点，使得流化床燃烧技术飞速发展，不断朝向容量大型化，高参数方向发展，已进入电站领域。从燃烧方式分析，循环流化床针对生物质成型燃料具有以下特点：

(1) 燃料的适应性极强。

流态化燃烧对燃料的强适应性在燃烧各种煤和废弃物的应用场合已经得到很好的体现，对于生物质成型燃料，流态化燃烧能适应成型燃料水分、杂质、颗粒条件等方面的变动，更重要的是在燃料种类变动时，依然能稳定的燃烧，达到预期燃烧效率。

(2) 低温燃烧和炉膛温度均匀。

炉膛大量惰性床料温度高，蓄热量大，同时与高水分的生物质充分均匀混合，使炉内生物质分布均匀，燃烧放热均匀，避免炉内出现局

部高温，再加上炉内燃烧温度控制在850~900左右，这有效的抑制了NO_x的生产。同样低温燃烧环境，有效避免了生物质中碱金属的迁移，降低气相碱金属浓度，有效减轻气溶胶的产生。

(3) 循环流化床内颗粒上下翻滚，颗粒四面八方强烈扰动。

物料在炉内的循环流动，使得炉内水冷壁和炉膛上部悬挂的受热面处的燃料颗粒浓度比较大，这对于燃煤锅炉来说会引起严重的磨损问题，而生物质燃烧后的形成灰量少，且质地软，这就极大的减轻了磨损的危险。选择适合的床料可有效的防止水冷壁和炉膛出口处受热面熔渣。

目前，欧美流化床燃烧技术开发利用生物质能已具有相当的规模，已经研制生产出生物质流化床供热锅炉，锅炉蒸发量为4.5~50t/h，大型燃废木循环流化床发电锅炉，锅炉容量为100t/h，蒸汽压力为8.7MPa，锅炉热效率可达到80%。我国，从20世纪80年代末开始，对生物质流化床燃烧技术也进行了深入的研究，多家高校和企业合作，研制出了不同生物质燃料的流化床锅炉，锅炉出力充分，低负荷运行稳定，热效率高达80%以上。刘皓、黄琳等研制开发以流化床燃烧方式为主，以悬浮燃烧和固定床燃烧为辅的组合燃烧方式流化床锅炉燃料流化性能好，燃烧稳定充分，不易结焦，已取得国家专利^[3-4]。

3 关键问题及解决措施

(1) 流化床燃烧对燃料颗粒尺寸有严格的要求。需要对生物质燃料进行预处理。

(2) 碱金属带来的问题。

碱金属含量高，降低了灰熔点，给燃烧和运行带来的严重的结焦、结渣问题。

燃烧过程中，生物质中碱金属与床料结合生产低熔点的物质，容易造成床料粘结，影响流化床正常运行。解决的方法主要是控制好炉温和合理选择床料和添加剂。

运行中，碱金属与灰复合形成低熔点灰渣，低熔点灰容易团聚，在造成返料系统发生堵塞。运行中要控制好炉膛出口烟气温度的，增设返料系统扰动风，减轻灰渣团聚。

低熔点灰渣粘附在受热面，增加传热阻力，降低锅炉运行的经济性和安全性。解决措施主要是在容易积灰点增设吹灰系统，加大吹灰；同时，发现积灰及时清除，合理控制烟气流速和布置管子排列方式，均可减轻积灰。

(3) 高温氯腐蚀问题。

生物质燃料氯含量高，燃烧过程中易产生气相氯化物和熔融氯化物，对管壁形成高温腐蚀，锅炉选材上选用防腐材料，运行中，加入适量的脱氯剂或吸收剂以减轻锅炉的高温氯腐蚀。

(4) 有害气体排放问题

生物质燃烧过程中HCl的排放量是很高的，同时燃烧过程还会产生少量的SO₂，这些有害气体与生物质中的碱金属反应，生成气溶胶，这些气溶胶会粘附在受热面，使结渣更严重，排放到大气中，严重污染环境。主要解决措施有加入吸收剂，减少HCl的生成。

4 结束语

大力发展生物质燃料燃烧技术是响应国家“节能减排”战略的重要举措，目前生物质成型燃料制作加工技术已可产业化生产，循环流化床燃用生物质燃料成型燃料，两者结合，优势互补，既有利于生物质的高效开发利用，也减轻环境污染，有利的推动生物质燃料的大规模应用，同时加快推动生物质能源产业化发展，减轻污染，增加农民收入。

参考文献

[1]李诗媛，吕清刚，等.生物质成型燃料循环流化床燃烧试验研究[J].燃烧科学与技术，2009（2）：54-58.

[2]杜成华,陆广发.工业锅炉生物质燃烧技术[J].应用能源技术,2009(12):19-20.

[3]陈汉平,李斌,杨海平,等.生物质燃烧技术现状与展望[J].工业锅炉,2009(5):1-6.

[4]武文璇,李寒松,李青,等.生物质锅炉的发展现状及农业中的应用[J].农业装备与车辆工程,2018(6):81-84.

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/tech/148063.html>