

生物质锅炉的设计与开发

单强，张洁，周祥

（徐州工业锅炉有限公司技术部，江苏徐州221000）

摘要：通过对生物质颗粒燃烧机理以及燃煤锅炉燃生物质颗粒存在问题的技术分析，在原燃煤链条工业锅炉基础上，对锅炉结构进行技术改造，满足安全与节能的需要。

概要

生物质能作为煤、石油、天然气以外的第四大能源，是一种既环保又可再生循环利用的洁净能源。生物质是一种洁净的低碳燃料，其含硫和含氮量均较低，同时灰分含量份额也较小，所以燃烧后SO₂、NO_x和灰尘排放量比化石燃料都要小的多。由于生物质的燃烧特性与燃煤相似，因此大部分生物质锅炉结构都与燃煤锅炉类似，层燃链条炉排依然是最主要的生物质燃烧装置。

1 生物质成型燃料及生物质颗粒的固化

生物质燃料中较为经济的是生物质成型燃料，生物质成型颗粒就是利用秸秆、薪柴、植物果壳等农林废弃物，经粉碎—混合—挤压—烘干等工艺压制而成，可以制成粒状、棒状、块状等各种形状。原料经挤压成型后，密度为0.8-1.4t/m³，能量密度与中质煤相当，燃烧特性显著改善、火力持久黑烟小，炉膛温度高，而且便于运输与储存。

用于生物质成型的方式主要有螺旋挤压式、活塞冲压式、环模滚压式等几种。目前，国内生产的生物质成型机一般为螺旋挤压式，生产能力多为0.2-0.4t/h，电机功率7.5kw-18kw，电加热功率2-4kw，生产的成型燃料为棒状，直径为50-70mm，单位电耗70-100kw/h。曲柄活塞冲压机通常不加热，成型密度偏低，容易松散。

2 生物质工业锅炉

从燃烧机理分析，生物质固体燃料与煤的燃烧机理十分相似，但生物质的挥发分由于析出温度低而易着火。实践表明，直接采用燃煤锅炉改烧生物质效果不好，会产生炉前热量聚集且不稳定、炉前料斗易着火、锅炉停炉和启动时冒黑烟、热效率低等问题。

生物质燃料的燃烧特性

国内直燃式生物质工业锅炉常见的燃烧方式主要有层燃式（包括固定式炉排、下饲式燃烧、链条炉排、往复炉排燃烧等）、室燃式（粉体燃烧）、悬浮式（流化床燃烧）。

（1）层燃式

采用分段供料的往复炉排，可以让燃烧区段的推料速度不同，利用这一特性提高前段炉排的行进速度，解决生物质易燃烧、燃烧过快的问题。将炉排后部速度降低，有助于燃料中固定碳的充分燃烧。在热功率较大的生物质层燃锅炉中，采用分段供料的往复炉排比较常见。

链条炉排必须根据生物质种类确定炉排速度和料层厚度，合理布置前后拱、炉墙、炉膛容积及配风，并设置合理的启停炉顺序，方能保证生物质燃烧正常进行。

（2）室燃式

目前市面上出现一种生物质半气化自动控制燃烧机，它是以生物质颗粒为燃料的高温裂解出的气体为燃料，内胆采用锆硅结晶，高压浇筑后经高温炉烧制而成，需要在1000度高温下烧制三天，无疏松气孔。

（3）悬浮式（流化床燃烧）

流化床燃烧对燃料的适应性比较广，生物质无须固化就可以在流化床上充分燃烧，并且应用于锅炉容量较大且燃料

品种较杂的工业锅炉，目前国内流化床锅炉最小容量为7MW。

3 生物质层燃锅炉独特结构

3.1 锅炉本体

由于水管锅炉对流管束易积灰且不易清理，生物质灰粒比较疏松，比煤灰更易粘附在对流管束上，停炉清理时间长。相比之水火管锅炉易清理不易积灰，国外生物质锅炉主要是水火管锅炉。国内的烟管水火管锅炉减少烟管数量从而降低钢耗，已成为最适宜燃烧生物质的炉型。

3.2 炉前煤斗

层燃锅炉一般通过炉前料斗对炉膛供料，由于生物质燃料非常易燃，为防止燃烧提前着火或在炉前料斗内燃烧和蔓延，生物质锅炉炉前料斗应设置较完善的燃料隔断和密封设施，生物质颗粒燃料锅炉采用关风机式锁料装置或滚动式拨料装置进行燃料的隔断。

3.3 锅炉热效率

目前生物质层燃锅炉效率往往较低，主要原因是生物质挥发分含量高且含碳量少，造成炉排局部燃烧剧烈，大部分炉床只有少量的固定碳在燃烧，所以生物质炉膛炉排配风比较困难。为了充分燃烧，空气过量系数普遍较高，这导致锅炉排烟热损失增加。加上受热面积灰严重，传热恶化。所以在设计生物质锅炉时要充分考虑这两点，优化空气供给，尽可能的延长烟气在炉膛内的时间，定时清灰。

3.4 炉膛容积、炉排面积

与燃煤锅炉相比，生物质锅炉炉膛容积需要增加好多，以适应生物质燃料高挥发份的特点，降低炉膛温度，防止炉内结焦挂渣，减少NO_x的产生。

由于生物质挥发份含碳量较低，固定碳较小，所以需要适当缩短炉排面积。

3.5 炉墙、配风

生物质燃烧一般可以分成三个区域—气化区、燃烧区和燃尽区，可以通过炉墙将炉膛划分出三部分，分别为燃料干燥和挥发分析出、挥发分燃尽、固定碳燃烧及燃尽。前拱可以高而短，后拱直段可以缩短，可以通过中间隔墙延长烟气在炉膛内的燃烧时间，保证烟气的充分燃烧。未燃尽的固定碳在炉排后轴继续燃烧，会增加后轴的温度，用后风室的风对后轴进行冷却。

3.6 炉排速度

由于生物质颗粒堆积密度低，为保证热量供应，需要加大料床厚度和提高炉排移动速度。但过高的移动速度会导致固定碳燃烧不充分。这样，固化成颗粒成为很好的选择。

3.7 锅炉除渣、除尘

生物质燃料锅炉的烟尘中硫氧化物、氮氧化物的含量较低，但粉尘含量相对较大，颗粒细，离心式除尘器很难除尽，要加布袋除尘器。考虑到尾部烟气的温度高，可以布置双除尘（加多管除尘器和布袋式除尘器）。

4 直燃式生物质层燃锅炉实例

一台DZL4-1.25-T燃生物质蒸汽锅炉的热力计算和能效测试结果显示，根据生物质燃料特性以及生物质层燃锅炉特殊进行设计的燃生物质颗粒燃料蒸汽锅炉，已经可以满足正常使用要求。

5 结论

通过对燃煤锅炉的改造和添加环保设备，基本上可以满足用户对锅炉出力、环保的要求，但这并不是生物质颗粒最

佳的燃烧方式，同时生物质原材料收集、运输、加工的产业化程度还不高，我国的生物质利用还有很长的路要走。

参考文献：

[1]张百良.生物质成型燃料技术与工程化[M].科学出版社.

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/tech/131485.html>