

# 生物质颗粒层燃工业锅炉节能减排技术分析 with 测试研究

王小聪，李茂东，黎华，张振顶

(广州市特种承压设备检测研究院，广州510100)

**摘要：**生物质颗粒层燃工业锅炉的节能减排技术主要取决于生物质颗粒燃料特性、锅炉系统和燃烧技术。介绍了生物质颗粒燃料特性、生物质颗粒层燃锅炉和燃烧技术特点，并结合一台DZW6 - 1.25型生物质颗粒层燃锅炉能效测试说明生物质颗粒层燃技术在工业锅炉应用的高效低污染燃烧的节能环保技术优点。

## 1 环保高效型生物质颗粒燃料

生物质能作为一种清洁能源，具有可再生和环境友好的双重属性。发展生物质能有利于缓解我国能源紧张的局面，并且能减少温室气体的排放和保护生态环境。生物质固体成型燃料技术是指在一定温度和压力作用下，将农作物压缩为棒状、块状或颗粒状等成型燃料，体积

缩小1/8 ~ 1/6，密度为1.1 ~ 1.4t/m<sup>3</sup>

，1t生物质成型燃料相当于0.55 ~ 0.6t标准煤或0.4t柴油/燃料油，既改善了燃烧性能，又提高了利用效率，是我国生物

和NO<sub>x</sub>排放。

生物质颗粒燃料，通常为圆柱形，直径一般不大于25mm，长度不大于其直径的4倍，常见的直径尺寸有6，8，10mm。生物质固体成型燃料由可燃质、无机物和水分组成，主要含有碳、氢、氧及少量的氮和硫等元素。生物质成型燃料含碳量少（约为40% - 45%），尤其固定碳的含量低，含氢量多，易于燃烧；含硫量较少，燃烧时不必设置烟气脱硫装置，既降低了企业处理脱硫成本

，又有利于环境的保护；含氮量较低，NO<sub>x</sub>

排放少；挥发分高，生物质燃料中碳多数和氢结合成低分子的碳氢化合物，遇到一定的温度后热分解而析出挥发。燃烧过程可分为干燥脱水、挥发分析出、挥发分燃烧、焦炭燃烧和燃烬5个阶段。生物质成型燃料与散碎生物质燃料相比具有储运方便，燃烧稳定，燃烧持续时间长，燃烧效率高，烟气中污染物含量少等优点。另外，灰分为烟煤的1/4 ~ 1/10，燃烧特性优于煤炭。

## 2 生物质颗粒燃料在工业锅炉的燃烧应用

生物质颗粒燃烧的锅炉型式主要为流化床锅炉和层燃锅炉。流化床生物质锅炉受热面容易磨损，且运行成本较高，而采用层燃技术开发的生物质颗粒锅炉，结构简单，操作方便，投资和运行费用都相对较低，因而受到很多小企业的青睐，最近，国内许多研究单位根据所使用的生物质燃料的特性，开发出了各种类型生物质层燃炉。近年来随着环保要求的不断提高，燃煤工业锅炉改造燃生物质颗粒层燃工业锅炉的例子在一些地方日益增多，以生物质颗粒为燃料的层燃锅炉在未来开发利用空间巨大。

以生物质颗粒为燃料的常见层燃工业锅炉系统包括给料系统、燃烧系统、吹灰系统、烟风系统和自控系统。给料系统由料仓、振动给料器、螺旋给料机等部件组成。生物质颗粒燃料通过皮带输送机转存到料仓中，然后通过螺旋给料机由螺旋给料管输送到炉膛燃烧。燃烧系统由燃烧器、风机、点火器等部件组成。生物质颗粒燃料含有较高的挥发分，当炉膛内温度达到其挥发分的析出温度时，在给风的条件下启动点火器燃料就能够迅速着火燃烧，可通过给料量的调整来进行调整和控制锅炉负荷。燃烧后的烟气通过炉膛进入对流烟道进行换热，然后进入除尘器进行净化处理，最后排出完成整个燃烧和传热过程。锅炉配有全自动吹灰装置，可以定时对炉膛和烟管进行吹扫，保证烟管表面不出现积灰，从而实现锅炉的安全高效运行。锅炉送风系统与燃烧器一体化布置，空气经鼓风机通过燃烧器送至炉膛，来达到输送燃料及助燃的作用。控制系统以PLC控制系统为中央控制单元，实现锅炉全自动操作运行。

生物质颗粒层燃锅炉最常采用炉排层状燃烧，由于炉排面积较大，炉排运行速度可调整，且炉膛有足够悬浮空间，能延长生物质在炉内的停留时间，有利于生物质颗粒的完全燃烧。颗粒经给料系统首先进入往复炉排预热区，由于受高温烟气的辐射作用，在进入主炉排前，料层温度已接近引燃值，大大提前了引燃位置，在一次配风扰动下，逐步地进行干燥、热解、燃烧及燃烬过程，随后在炉排的末端经过一段落差掉入碎渣机，然后经螺旋冷渣机排出炉外。

### 3实例分析

#### 3.1锅炉概况

某企业一台型号为DZW6 - 1.25颗粒生物质工业锅炉为卧式水火管布置，额定蒸发量6.0t/h，额定蒸汽压力1.25MPa，额定蒸汽温度194℃，给水温度20℃。燃烧方式采用往复炉排层燃方式。燃烧装置由主机系统、生物质颗粒燃料输配系统、燃烧配风系统、灰渣系统、给回水系统、除尘系统、余热回收系统和电控系统等八大系统所组成。锅炉点火、给料、燃烧、给水、负荷调节、安全保护等均为自动控制。锅炉尾部除尘采用二级除尘技术结合。

#### 3.2生物质颗粒燃料

采用秸秆、木屑等农林废弃物作原材料，经过粉碎、烘干、混合、挤压等工艺，制成颗粒状燃料，其杆状成型燃料横截直径为8mm，长度为26mm。燃料成分见表1。

**表 1 燃料元素成分分析 (收到基) %**

C	H	O	N	S	W	A	低位发热量/ (kJ · kg <sup>-1</sup> )
42.78	5.64	45.29	1.03	0.04	7.92	1.81	16600

#### 3.3能效测试及节能减排分析

颗粒堆积厚度、颗粒堆积密度、过量空气系数、一二次风配比和炉排速度等燃烧技术参数影响着生物质颗粒的燃烧效率和污染物排放。根据颗粒燃料成分、炉排面积、炉膛结构特点和受热面布置等因素确定各燃烧技术参数。为研究颗粒生物质工业锅炉在实际工况下的热效率及污染物排放特性，在热工稳定的情况下，按规程进行能效测试，测试结果汇总见表2，烟气成分排放见表3。

表 2 测试结果汇总

热效率(正)/%	热效率(反)/%	锅炉平均出力/ (kg · h <sup>-1</sup> )	饱和蒸气湿度/%	排烟平均温度/℃	炉渣含碳量/%	每小时燃料消耗量/ (kg · h <sup>-1</sup> )
84.06	83.83	6142.81	3.13	145.17	0.64	1123.50

**表 3 烟气成分排放值 mg/m<sup>3</sup>**

CO	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	C <sub>m</sub> H <sub>n</sub>
94.8	1.7	256.5	128.6

在过量空气系数1.65的情况下，平均热效率达83.94%，炉渣含碳0.64%说明一次风配比能够较好满足颗粒生物质燃料在炉排上的燃烧。CO、SO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>和C<sub>m</sub>H<sub>n</sub>排放量分别为94.8，1.7，256.5，128.6mg/m<sup>3</sup>属较低排放量值。在保证挥发分充分燃烧的同时，既保证了锅炉燃烧的经济性，又降低污染物排放。

### 4结论

1) 生物质颗粒是一种新型清洁燃料，高效环保特性能较好地适应炉排炉的层状燃烧。由于其含硫和含氮量低，生成的SO<sub>2</sub>和NO<sub>x</sub>少。

2) 本文DZW6 - 1.25型颗粒生物质炉排炉在实际工况下的测试平均热效率为83.94%，SO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>和C<sub>m</sub>H<sub>n</sub>排放量分别为1.7，256.5，128.6mg/m<sup>3</sup>，既保证了锅炉燃烧的经济性，又实现低污染物排放。

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/tech/113701.html>