

异倾角组合式往复炉排生物质锅炉的开发与应用

贾金岭

(郑州锅炉股份有限公司, 河南郑州450003)

摘要：介绍了一种组合式往复炉排生物质锅炉设计开发及应用情况，该锅炉能燃烧高水分、低热值生物质燃料，为有效处理类似的难燃生物质燃料提供了一种新型设备。

0前言

随着国家对环境保护的日益重视，对大气污染物排放的治理力度越来越大，以煤作为锅炉主要燃料的中小型锅炉受到了严格限制，因此生物质锅炉得以迅速发展。生物质燃料是一种可以满足大规模开发利用的可再生燃料，其含硫、灰分少，燃烧后产生的SO₂、烟尘等有害排放物比煤少得多，是一种名符其实的清洁能源。另一方面，我国的生物质资源丰富，每年都有大量的工业、农业、林业等生物质废弃物产出，用其代替或部分代替锅炉燃煤，是一种较理想的选择。

作为锅炉燃料的生物质有多种多样，有成型颗粒的，有压制成块的，也有以散料型式直接作为锅炉燃料的。木材加工厂的下脚料如树皮、木屑等常常以散料型式作为锅炉燃料加以利用，但有些木材加工厂下脚料的水分含量高达50%以上，热值很低，用常规的生物质锅炉很难有效地燃烧，为此，我们开发了一种前后两段、不同倾斜角度的组合式往复炉排锅炉，以适应这类高水分、低热值生物质的燃烧。

1设计条件

1.1设计燃料

该锅炉是为云南某木材加工厂专门设计的，用户要求把每天产生的约200t木材下脚料全部用作锅炉燃料处理掉，产生1.25MPa的饱和蒸汽供生产工艺用。这些下脚料含水率高，尤其在雨季达到55%左右，双方商定锅炉设计时按55%考虑。经化验，木材下脚料的主要成分分析结果如下(除挥发分外，其余均为收到基)：

全水分：55% 碳：22.87%

氢：2.41% 氧：17.67%

氮：0.95% 硫：0.09%

灰分：1.01% 干燥无灰基挥发分：76.8%

低位发热量：7291kJ/kg

经热平衡计算，将每天200t左右的木材下脚料全部烧掉，每小时可以产生20t/h左右1.25MPa的饱和蒸汽，与用户协商后，锅炉额定蒸发量按20t/h设计。

现场考察发现，有些木材下脚料的尺寸很大，为了能顺畅地进入锅炉，要求对这些木材下脚料进行预处理，处理后的入炉燃料尺寸(长×宽×高)不超过350mm×35mm×35mm。

1.2设计参数

额定蒸发量 20t/h

额定蒸汽压力 1.25MPa

额定蒸汽温度 194

给水温度 104

冷空气温度 20

锅炉设计热效率 86.1%

燃料消耗量 7526kg/h

设计排烟温度 140

2总体结构

锅炉结构见图1。

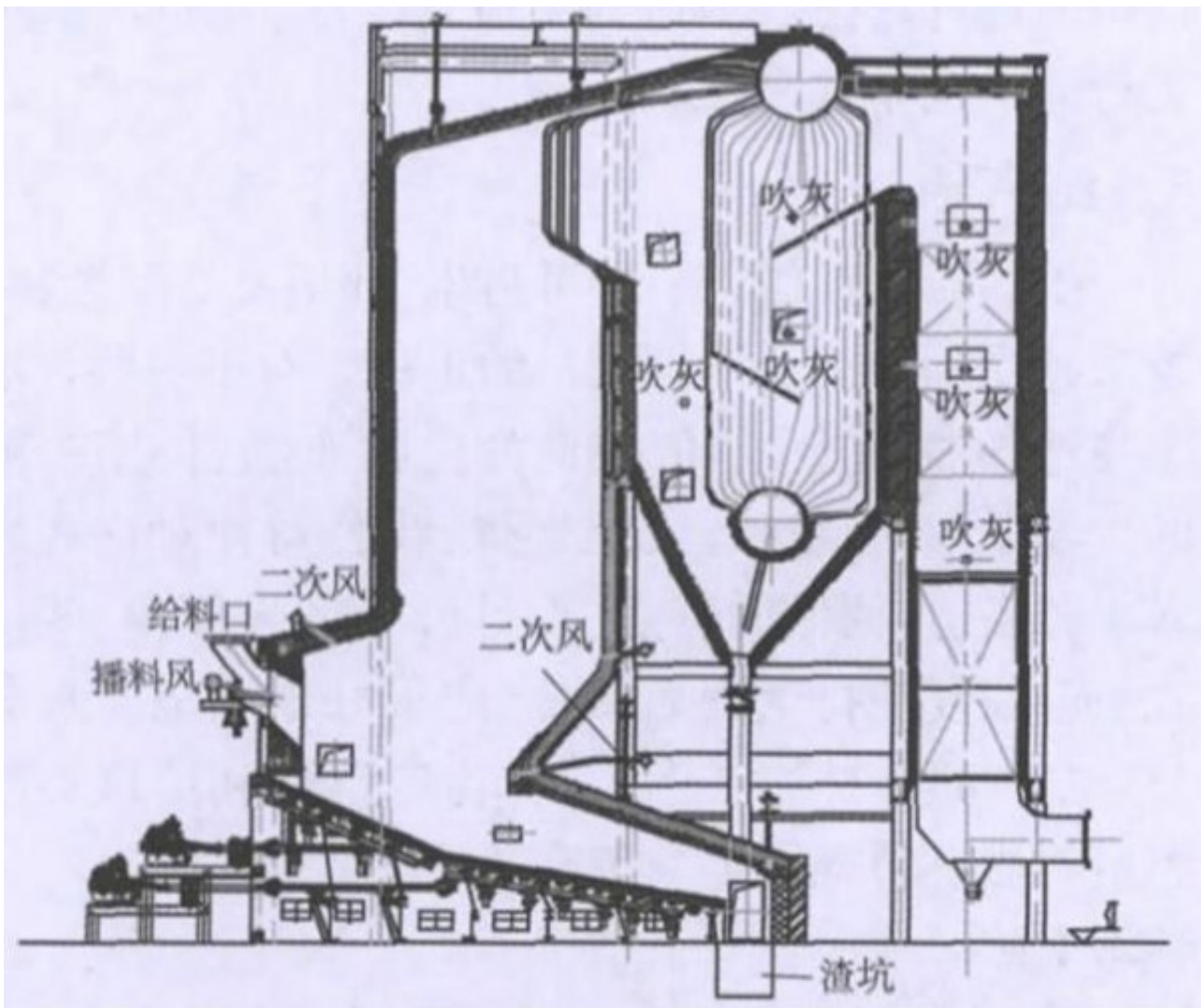


图 1 锅炉结构简图

根据用户工艺需要低压饱和蒸汽的特点，该锅炉采用双锅筒横置式、自然循环、平衡通风的结构型式，炉膛采用底部支撑与顶部吊挂相结合的支吊方式。

针对用户燃料水分高、热值低的特点，该锅炉的燃烧装置采用前后两段不同倾斜角度、组合式往复炉排，以有效地燃烧这些难燃生物质燃料。

锅炉整体采用单层布置方式，出渣设备设在0m标高以下，运行操作层设在0m标高，锅炉系统布置简洁，最大限度地为用户节省土建费用。

3设计要点

3.1燃烧装置

由于用户提供的燃料水分高、热值低，经反复研究、探讨，最后决定该锅炉的燃烧装置采用分段式、不同倾斜角度的组合式往复炉排，整个炉排分前后两段，两段炉排设计的倾角不同，前部为预热、烘干段，采用32°大倾角阶梯炉排，后段为主燃及燃尽段，采用10°小倾角平缓式阶梯炉排。燃料由进料口进入炉膛时，首先落到前段大倾角炉排前部，受到活动炉排片的推动，燃料在向炉膛推进过程中，会在大倾角炉排上产生由上往下翻滚的附加运动，加强了燃料自身的扰动，提高了拨火能力，增加了透气性，有利于热空气与燃料的充分混合。另一方面，燃料在向前滚动推进的过程中，受到炉膛火焰充分辐射，非常利于水分的析出，因此燃料在大倾角炉排段能够得到充分烘干、干燥。干燥后的燃料进入后部小倾角炉排，在活动炉排片的推动下，连续向前运动，燃料自身也会产生相对移动，这样有利于与一次风的充分混合，同时在后拱的连续辐射作用下，逐步完成燃烧、燃尽过程。因为燃料在前部大倾角炉排段进行了充分的烘干，在后部小倾角炉排段的燃尽过程就相对容易些，因此这种异倾角组合式往复炉排能够适应含水分较高的生物质燃料的燃烧。

往复运动的活动炉排片采用整体框架拖动运行，推进装置采用机械偏心摇臂带动整体框架，变频调速控制。针对前后两段炉排的作用不同，设置了两套变速装置分别与两段炉排配套使用，这样在锅炉运行过程中，可以根据燃料含水率高低、炉膛内的燃烧情况，分别对两段炉排的推进速度进行调整，如对含水分高的燃料，可减慢前段炉排的推进速度；对尺寸较大的硬质燃料，可调慢后段炉排的推进速度；对尺寸较小、水分较少的燃料，可加快前、后段炉排的推进速度，以充分利用炉排的有效长度，对燃料进行烘干、燃烧、燃尽。

3.2炉前给料装置

由于生物质燃料流动性差、部分尺寸较长，本锅炉前墙设置两个入口截面为1m×0.5m的给料装置，给料装置底部设有可转动的调节板，调节板表面设有播料风，改变调节板与水平面的夹角，在播料风的配合下，可调整燃料在炉排上的落点。针对含水率、尺寸、密度不同的燃料，通过改变其在炉排上的落点，以达到燃料烘干、燃烧、燃尽各阶段的合理化。每个给料装置前配置一台无轴双螺旋给料机，这种给料机没有中轴，从而避免柔性燃料在螺旋轴上缠绕，保证燃料顺利地进入炉前给料装置。

3.3二次风

除上述播料风可以作为二次风外，在炉膛上设置了三组二次风：后拱出口处的二次风除了促进烟气与空气充分混合外，还可将炉膛高温烟气推向前拱区，以利于燃料的预热、干燥、引燃；布置在给料口上方的前后墙二次风，除对由炉膛下部出来的烟气进行再次搅拌混合外，主要作用是对进入炉膛燃料的燃烧及时提供充足的空气，提高燃烧效率。进入炉膛的生物质燃料会迅速地析出大量的挥发分，如果不能及时、充分地加入二次风，挥发分就不能及时燃尽，造成不完全燃烧热损失。在每一组二次风风道上都装有调节挡板，可根据燃烧工况的需要分别调节各组的风量。

往复炉排正下方分割为若干个风室，作为一次风的通风口，为炉排上的燃料提供一次风并冷却炉排片。

3.4对流受热面

针对生物质燃料燃烧后形成的飞灰易粘结的特点，该锅炉的对流管束采用顺列布置，省煤器采用钢管式、光管顺列布置，空气预热器采用卧式、顺列布置；为防止产生低温腐蚀，空气预热器管采用搪瓷管。

在各对流受热面处均设置激波吹灰器，避免或减轻受热面积灰，保证锅炉正常、可靠地运行。

4运行效果

该锅炉已于2018年3月16日点火运行，经过10天左右的细心调试，在燃用水分为48%~55%的木材下脚料时，能够稳定地连续运行。在调试过程中，分别通过调整往复炉排预热与干燥段、主燃与燃尽段的推进速度，找到了二者最佳的匹配关系，使进入炉排预热与烘干段的新燃料在预热、干燥、析出大部分水分的同时，能够随着炉排的推动及时地进入主燃与燃尽段；根据燃料在炉排上的分布情况和燃烧状况，及时调整主燃与燃尽段的推进速度，既要防止燃料在炉

排前后两段结合部堆积、形成燃料淤滞，又要防止燃料在炉排上产生脱节现象，这样在充分利用往复炉排有效面积的前提下，配合炉拱、二次风及炉膛的燃烧空间，有效地保证了燃料的充分燃烧。

监测仪表显示的锅炉主要运行参数为：炉膛下部温度801~880℃，炉膛出口烟温723~780℃，省煤器进口烟温298~341℃，排烟温度(空气预热器出口烟温)131~146℃，锅筒压力1.02~1.21MPa，锅炉蒸发量18.7~20.2t/h，给水温度为86~102℃，锅炉出口含氧量6.7%~7.9%。从运行实测结果来看，该锅炉的运行数据基本达到了设计要求，用户对锅炉运行情况也非常满意。

5结束语

生物质燃料作为一种可再生、环境友好型燃料，越来越受到各行业锅炉用户的重视。对于一些含水率高达50%以上、热值很低的生物质燃料，用一般的生物质锅炉很难有效地燃烧，我公司针对这些燃料水分高、热值低的特点，设计开发的异倾角、两段式组合往复炉排生物质锅炉，能很好地燃烧含水分55%左右的木材加工下脚料，为广泛地利用这类难燃生物质燃料提供了一条有效途径。

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/tech/155706.html>