浅谈生物质能直燃发电站锅炉炉型和炉排

王海波，刘海勇

（山东电力建设第三工程公司山东青岛266100）

摘要：生物质能直燃发电技术相对成熟，已经在世界各国广泛使用。生物质的燃料特性呈现多样化，不同的生物质燃料之间差异较大，在生物质电站锅炉炉型和炉排选择上有一定的适应性要求。炉型和炉排的选择直接影响了电站的稳定性和经济性。该文介绍并比较了生物质直燃锅炉的炉型和炉排，对生物质直燃发电站的设计具有一定的指导意义。

2017年，中国生物质能发电量相当于2500万t标准煤，减少了二氧化碳排放量约6500万t；农林复合生物质发电技术，处理农业和林业废物约5400万t；垃圾焚烧发电站处理量了超过1亿吨城市生活垃圾。到2020年底，生物质发电能力将达到1500万kW。在生物质直燃电站的设计中，如何选择合适的炉型和炉排，来进一步提高燃料适用性、系统设备的经济性和稳定性等就显得尤为重要。

1生物质发电技术介绍

现代生物质能的直燃发电技术，首先由丹麦人于20世纪70年代研发。自1990年以来，欧洲许多国家和美国都在大力发展生物质发电。期间位于丹麦Rudkobing市2.3MW的热电联产生物质电厂由Bioener公司设计安装，并于1990年进行运行调试。自2003年以来，中国先后在晋州、单县和如东批准了3个秸秆发电示范项目。计划到2020年，中国生物质发电总装机容量将要达到1500万kW，年发电量将要超过900亿kWh。

生物质燃料通常主要是农业和林业的废物，如稻草、锯末、甘蔗渣等。生物质燃料种类繁多，不同的燃料的水分含量差别很大，通常具有挥发分较高、燃料容易点燃、燃尽时间短、热值低等特点。

常规生物质燃料与煤炭比较如表1所示。

表1 常规生物质燃料与煤炭比较

燃料类别	含碳量	含氢量	含氧量	含硫量	密度	二氧化碳生成量	燃烧后灰渣量
生物质	较低	较高	较高	较低	较小	较低	较低
煤炭	较高	较低	较低	较高	较大	较高	较高

生物质直接燃烧发电技术是将生物质燃料送到锅炉直接燃烧，将化学能转换成热能，在生成蒸汽的带动下汽轮发电机进行发电。由于生物质燃料的特殊性，不同于常规化石燃料，生物质直燃发电的较为关键技术包括生物质锅炉的选型和炉排的选择等。

2生物质锅炉形式

目前，基于生物质的直燃发电机组，工程实践中使用比较多的有循环流化床CFB锅炉和层燃炉两种。CFB锅炉采用高度工业化的洁净煤燃烧技术，采用流态化燃烧，运行风速高，燃烧和脱硫等非均相反应过程得到了加强。中国开发的最大锅炉容量达到了800MW电站等级。采用燃料在炉排上燃烧技术的锅炉称为层燃锅炉。层状燃烧是指将燃料输送到固定或移动的炉排上面，空气从炉排的底部通入，通过燃料层进行燃烧反应。

CFB锅炉燃烧形式由预热空气吹入炉膛，进行流态化燃烧，未燃烧完全的燃料经分离并返回炉膛中进行燃烧。CFB锅炉具有较好的燃料适应性，包括高水分、低热值燃料。CFB锅炉需要解决加热面的外表磨损腐蚀和循环物料平衡等问题，另外较高的电力消耗也是CFB锅炉机组运行中需要考虑的问题。

层燃炉结构相对简单，较易于操作、在投资和运行成本上，也有一定的优势。由于生物质燃料的挥发分析出速度较快，因此，在燃烧过程中需要补充大量的空气。如果燃料和空气的混合不充分，则难以确保生物质燃料的充分燃烧，从而影响锅炉的效率。

3层燃炉炉排形式介绍

根据不同的炉排形式，层燃炉通常有以下3种技术，包括往复炉排、水冷振动炉排和链条炉排。

（1）往复式炉排由固定不动的炉排件和往复可移动的炉排件组成。可活动的炉排件将燃料层推向后部以逐步燃烧。往复式炉排具有结构比较简单、制造方便、金属耗量低等特点。炉排片通常采用铸铁材料，由于其自身的固有属性和设计特点导致炉排件的冷却条件不好，通常不适于燃烧挥发物低、含碳量高的燃料。

（2）水冷振动炉排锅炉的炉底设有水冷炉排片、炉排支撑和驱动装置，炉排下部设有风室。炉膛下部空间大截面积大，形成整个燃烧区域。炉膛上部空间截面积收窄，是燃料的燃尽区域。在炉膛燃烧区域布置了二次风和燃尽风来提高燃烧效率。屏式过热器和喷水减温器布置在炉膛的顶部。

水冷振动炉排运转原理的是一个弹性的振动工作系统。首先设定好一定的激振力方向和振幅、弹性板的容量规格和炉排的倾斜角度，在一定周期的激振力作用下，炉排可以相应地产生周期性的振动。燃料在炉排上得到了一个的推动力，作用方向从前部到后部，炉排上的燃料进行周期性的跳跃，从炉排的前端逐渐移动到炉排的后端。

经过这一系列过程，燃料完成了预热干燥、燃料燃烧、燃烧完全的整个过程。水冷振动炉排主要将膜式的水冷壁替换掉单片的炉排片，炉排由受热面管之间的焊接扁钢组成。管道内部通水冷却，然后水直接进入到锅炉的水循环系统，以确保炉排的充分冷却，保护受热面管不受损坏。

水冷振动炉排的最重要的特点是其特殊的结构和冷却方式，完美地解决了炉排过热的问题。因为生物质燃料的灰分偏低、燃烧温度较高，炉排片很容易因为过热不能很好的冷却而受到损坏，因此水冷振动炉排可以更好地适应于生物质燃料的燃烧。与链条炉相比，由于炉排的振动有一定的拨火作用，加强了燃料层松动和燃料燃烧过程中的通风，因此燃烧效率较高。炉排运动部件偏少、结构较为简单、金属的耗量少、重量轻。水冷振动炉排具有很好的自动拨火功能，落在炉排上燃料能够随着炉排振动进行周期性的燃料滚动，防止外部生成的焦炭桥接结渣，进而粘结在炉排的表面。与采用纯风冷技术的炉排相比较，水冷振动炉排具有更加突出的冷却效果，更适合生物质燃料的稳定燃烧。

（3）链条炉排的形状和运行方式就像一个带式输送机，其运行过程是通过减速机带动链条炉排转动，燃料首先落到炉排的前端，随着炉排从前往后缓慢移动。风机将空气从炉排的下方吹入炉内，从而空气跟燃料混合进行燃烧。燃料通过炉内的辐射热进行预热、干燥、点燃、燃烧直到燃烧完全。炉渣随着炉排向后移动，最终通过除渣机从锅炉排出。

4结语

通过以上对CFB锅炉、层燃炉及炉排的介绍和比较，得出以下结论：对于燃料种类较为类似，比如说燃料是秸秆、木屑、树皮等，建议首先考虑层燃炉和水冷振动炉排的技术；对于燃料是城市垃圾的电站，在设备选型设计上，优先考虑炉排炉；若燃料种类较多、差异比较大，建议选择CFB锅炉，以满足燃料的多样性和系统设备的稳定性要求。

参考文献

[1]佚名.可再生能源发展“十三五”规划[J].太阳能，2017（1）:78.

[2]李广伟.生物质锅炉选型的比较分析[J].能源与节能，2012（8）:45-46,78.

[3]李永洪,白景辉.循环流化床锅炉与往复炉排锅炉实用经济性分析[J].黑龙江科技信息,2015（10）:79.

[4]盖东飞,吕英胜,王磊,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.

原文地址：http://www.china-nengyuan.com/tech/182667.html