

燃用稻壳循环流化床锅炉设计介绍

摘要

介绍了稻壳的基本燃烧特性和稻壳在循环流化床锅炉中的燃烧特点，阐述了燃用稻壳的循环流化床锅炉的设计方案。

1 前沿

生物质能是一种理想的可再生能源，它来源广泛，从大量的工业、农业及森林废弃物中产生。在目前世界能源的消耗中，生物质能消耗占世界总能耗的14%，仅次于石油、煤炭和天然气，位居第四位。而在发展中国家。生物质能主要是玉米、小麦、水稻的秸秆、稻壳、稻草、木质类等占较大的比重。达到50%以上。据统计全球生物质能占可再生能源资源35%。在可再生资源中位居首位。1996年我国生物质产量（主要是农作物秸秆）7.05亿，而当年利用率不足30%，这说明我国生物质能的利用潜力还很大。

生物质能发电是生物质利用的一种重要方式之一。瑞典和丹麦的大城市都是利用生物质，通过热电联产的方式进行区域集中供热的。生物质与化石燃料相比，具有可再生性和低污染性(SO_x、NO_x排放浓度);生物质作为燃料时，在生长周期内，对大气的二氧化碳净排放量近似于零，可有效地减轻温室效应。但生物质锅炉的燃料很不稳定，且受地域的限制，因此完全烧生物质的锅炉不能保证锅炉的长期运行，发展混烧锅炉是生物质锅炉必然趋势。混烧锅炉有很多种方式，在电厂中主要有燃煤锅炉与生物质锅炉分别作为独立的系统和燃煤与生物质在同一台锅炉中混烧两种方式。

循环流化床锅炉燃料适应性广，可同时燃用多种燃料;环保特性优越，排放满足国家标准;炉内换热均匀，热回收效率高，运行稳定;灰渣利用性高。基于循环流化床锅炉所具有的上述优点，人们自然将目光转向采用循环流化床技术来利用生物质能源。稻壳是一种轻质、多灰、灰熔点较高、中等热值、天然粒度均一的燃料，适合采用循环流化床燃烧方式进行热能综合利用。

2 稻壳的基本燃烧特性

从稻壳的外观来看，稻壳的表面有毛刺，极不光滑，稻壳之间容易搭桥，流动性差，稻壳比较坚硬。稻壳的着火燃烧温度在300~400 左右，挥发份含量高，挥发份析出和着火迅速，燃烧主要集中在挥发份的气相燃烧，固定碳的燃尽性能上。稻壳的灰成份主要以二氧化硅为主，灰中的二氧化硅含量可以达到90%以上，所形成的灰粒较硬，因此，在稻壳输送过程中以及燃烧后的灰输送时，对管壁的磨损强烈，在炉膛内和尾部烟道中的受热面要着重考虑防腐问题。在低温状态下，稻壳灰成白色，温度高于800 以上，稻壳灰成黑色，这是因为在不同的温度下，稻壳灰的成分发生了变化。某地稻壳的基本物理特性参数见表1，某地稻壳元素分析见表2。从表中成份和物理特性可以看出，稻壳属于轻质、多灰和中等热值、天然粒度均一的燃料，为了使其燃烬需要较长时间，同时燃烧温度应控制在850 左右。

表 1 稻壳基本物理特性参数

| 名称 | 单位 | 数值 |
|--------|-------------------|-------|
| 粒径范围 | mm | 0~ 10 |
| 当量平均粒径 | mm | 1. 6 |
| 自然堆积密度 | kg/m ³ | 123 |
| 真实密度 | kg/m ³ | 500 |

3 稻壳在循环流化床中的燃烧特性

对于稻壳的100%燃烧，由于其成灰特性限制,需要定期添加少量流化床料，通常选取沙子作为循环床料。稻壳进入炉膛后，在循环物料和烟气的作用下，稻壳在循环流化床中，表现出非常好地流化特性，首先稻壳会迅速向上移动和翻滚，在这个过程中，稻壳完成挥发份的析出和快速燃烧，同时，固定碳开始燃烧。因此，稻壳在炉膛中的燃烧主要集中在给料点的上部，大部分热量在炉膛的中上部区域释放，通过循环物料的作用，可以使炉膛的温度分布趋于均匀

，这样，形成一个炉内均匀分布的温度环境，同时高温旋风分离器将未燃烬的稻壳和循环灰分离下来，通过返料器送回炉膛进行循环燃烧，使得稻壳能够充分燃尽。具体燃烧特点如下：

表 2 稻壳元素分析

| 收到基 | 单位 | 数值 |
|---------|---------|-------|
| Car | % | 36.4 |
| H ar | % | 4.19 |
| O ar | % | 31.92 |
| N ar | % | 1.98 |
| S ar | % | 0.09 |
| M ar | % | 8 |
| A ar | % | 16.92 |
| Vdaf | % | 51.98 |
| Qnet ar | kcal/kg | 3200 |

a.稻壳灰成分主要是二氧化硅，其灰熔点温度比较高，可以达到1200 以上，在循环流化床燃烧温度下(炉膛内的温度维持在850)，稻壳燃烧不会产生结焦的问题。

b.循环流化床可以实现炉内稳定的燃烧温度，这对于稻壳挥发份在流化床中快速燃烧和固定碳的燃尽是非常有利的。稻壳在循环流化床实验台上的实际燃烧实验表明，稻壳燃烧后的飞灰含碳量小于7%。燃烧效率可以达到98%以上。

c.稻壳灰的成分主要是二氧化硅，灰粒较硬,因此，稻壳对循环流化床的磨损问题要着重进行考虑。除了常规的循环流化床的防磨措施之外，在循环流化床尾部烟气流速的选择上要特别慎重，合理的烟气流速，是解决稻壳循环流化床磨损问题的关键。

d.基于循环流化床燃烧方式特有的优势，燃料适应性非常广，因此，在循环流化中，可以单独燃烧稻壳，也可以单独燃烧煤，同时二者也可以实现不同比例的混烧，还可以根据用户的需求掺烧气体燃料。

e.在稻壳与煤混烧过程中，可以不用添加循环物料;如果单独燃烧稻壳，需要添加循环物料。

f.此外，稻壳燃烧后的烟气排放满足国家的环保标准。稻壳燃烧后的灰渣可以加以综合利用。

4设计特点和混烧特性

针对用户的要求，充分考虑稻壳的燃烧特性和流动特性，结合循环流化床燃煤锅炉的成功经验，进行燃用稻壳的循环流化床锅炉设计，具体特点如下：

a.合理组织燃烧系统，包括布风板、炉膛结构、一、二次风配比、选择合理流化速度，选取分离器性能，保证合理的热量释放和换热状态，使得炉膛温度均匀并维持在850 左右，使得锅炉能够满足燃烧稻壳的需要。

b.采用高效旋风分离器，有助于维持足够的炉膛灰浓度。尽量减少纯烧稻壳的床料加入量，有效控制飞灰含碳量在

8%以下，从而提高锅炉的燃烧效率。

c.稻壳的灰成分主要是二氧化硅，灰粒较硬，除了常规的循环流化床的防磨措施之外，在受热面冲刷严重的区域，要进行重点防磨，以利于提高锅炉的可靠性。

d.合理进行炉膛和尾部受热面的设计和计算，充分考虑到纯烧稻壳，纯烧煤以及二者混烧的工况，最大限度地增强燃料适应性，满足用户的要求。由于燃烧稻壳时的烟气量与燃用煤时的烟气量不同，采取有效的吹灰装置是非常必要的。

e.在稻壳与煤混烧过程中，可以不用添加循环物料，而单独燃烧稻壳，需要添加河沙作为床料即可。

f.稻壳燃烧后的烟气排放满足国家的环保标准。稻壳燃烧后的灰渣可以综合利用。

5 稻壳给料方式

由于稻壳比较松散，给料方式比较麻烦，主要给料方式有炉前单独螺旋给料；给煤混合给料；炉侧气力输送方式给料。采用螺旋给料时稻壳容易堵塞，且需在炉前增加给料仓，给料仓在除氧煤仓间很难布置。采用给煤混合给料时稻壳和煤很难均匀混合，运行时负荷变化比较频繁，运行操作比较难。采用炉侧气力输送方式给料可根据运行状况调整给料量。图1为某电厂220t/h混烧稻壳循环流化床锅炉炉侧气力输送方式给料燃烧系统图。

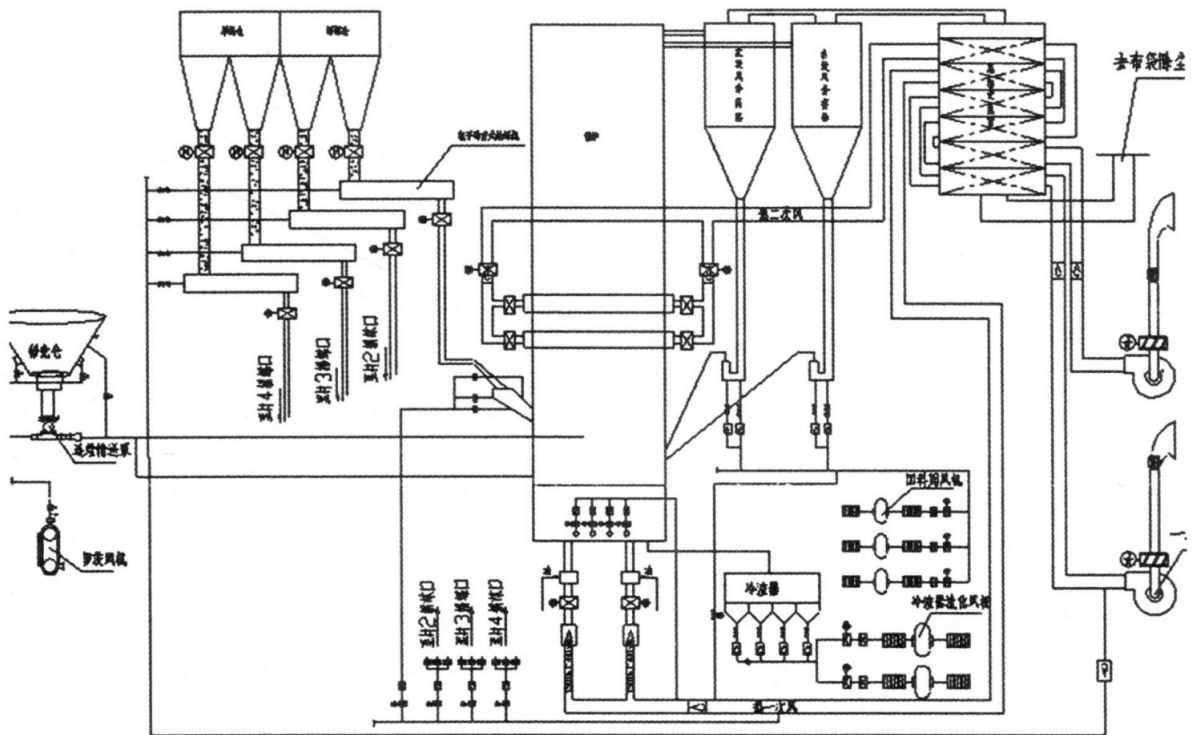


图1 220t/h混烧稻壳循环流化床锅炉炉侧气力输送方式给料燃烧系统图

给料仓设在煤场附近，汽车运送的稻壳经过皮带输送到给料仓；由于距离锅炉比较近，不设中间料仓，稻壳直接从给料仓经连续输送泵，由罗茨风机直接吹向炉膛燃烧，稻壳掺烧比例受给料仓容量的限制，一般掺烧比例达到40%。给料口开在锅炉密相区两侧，既能避免水冷壁的磨损，又能使稻壳在炉膛充分燃烧。

6 结束语

稻壳作为一种可再生能源，掺烧到循环流化床锅炉中既解决了农村稻壳处理难的问题，又节省了煤等不可再生能源，减少污染物的排放，为国家的节能减排工作提供强有力的支持。(1刘国波

山东诚信工程建设监理有限公司，山东济南25010Q 2郭华波 济南锅炉集团有限公司，山东济南250002)

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/tech/68005.html>