

生物质循环流化床锅炉预期存在的问题及预防措施

祁少飞

(太原锅炉集团有限公司, 山西太原030053)

摘要：循环流化床锅炉自身的燃烧特点决定了其具有燃料适应性广的特点，生物质作为循环流化床锅炉的入炉燃料，因相较煤炭而言生物质本身的特殊性，使得生物质循环流化床锅炉具有特殊的技术特点。基于此，通过对生物质燃料的特性分析，分析生物质循环流化床锅炉预期存在的问题并提出相应的预防措施。

引言

生物质由C、H、O、N、S等元素组成，是空气中CO₂、水和阳光通

过光合作用的产物。生物质

能源是一种可再生的、清洁的能源，利用生物质可以实现CO₂

的近似零排放。生物质若能被合理地利用，化石燃料则被部分取代，日益紧缺的化石能源问题将得以缓解，排放到环境中的污染物将会减少，温室效应得以缓解。因此，有效地开发、利用生物质能在我国具有重要意义。

1 生物质燃料燃烧时的特性

生物质燃料与化石燃料煤相比具有以下特性：碱金属含量高；氯含量高；挥发份高；水分高；灰分低；氧含量高；硫含量低；固定炭低；热值低。

因生物质燃料挥发份高、固定碳含量低，燃烧过程可近似分为挥发份的析出及其燃烧、残余焦炭的燃烧及其燃尽两个相互独立的阶段。因此，生物质燃料的燃烧特点如下：

1) 水分含量高，与煤比，则干燥温度需要更高，干燥时间需要更长，同时将会产生较大的烟气体积，造成排烟损失增加。

2) 密度小，松散蓬松，易被吹起，多处于悬浮状态燃烧。体积大，储存、输送需特殊考虑。

3) 发热量低，灰熔点低，燃烧温度低，难于组织稳定的燃烧。

4) 挥发份高，则着火温度低，易于着火，通常情况，在250~350 的燃烧温度下，挥发份将会大量析出并剧烈燃烧，需及时补充大量空气，以减少燃烧不完全的现象，减少化学不完全燃烧热损失。

5) 挥发份燃尽后，剩余的焦炭颗粒在灰份的包裹下，由于空气难于渗透，导致燃烧过程缓慢，难于燃尽，则需采取适当的措施，以减少灰烬中残碳含量，减少机械不完全燃烧热损失。

6) 含氯量高，将会造成尾部对流受热面的高低温腐蚀。

7) 碱金属含量高，在燃烧过程中，碱金属将发生化学反应形成碱金属化合物，高温状态下碱金属化合物将以气态形式存在于烟气中，当遇到管壁温度低的受热面时，碱金属化合物将会凝结在受热面管壁上，同时黏附烟气中的固体颗粒并形成团聚物，从而造成受热面的结渣、腐蚀、积灰等现象。

8) 硫、氮、碳含量低，SO₂、NO_x的排放量将会降低，同时CO₂近似零排放。

2 生物质循环流化床锅炉的技术特点

基于生物质的燃烧特性，可知生物质燃料难于着火和燃尽。循环流化床锅炉具有蓄热量大、循环倍率高的特点，可保证生物质燃料着火并稳定燃烧。同时燃料的往复循环燃烧，将会延长燃料在炉内的停留时间，加长燃料燃尽时间，利于燃料燃尽。由此可知，最适合生物质燃烧的锅炉是循环流化床锅炉，其具有以下技术特点：

1) 炉膛温度低，因生物质燃料的灰熔点一般较低，为了有效地抑制碱金属的结渣、腐蚀几率，炉膛燃烧温度一般采用750~850（具体温度由燃料灰熔点确定）。

2) 燃料适应性强。不仅仅体现在不同品种、不同品质的生物质燃料均能顺利着火、燃烧，还体现在燃烧条件发生变化（特别是水分剧烈变化、粒度剧烈变化）时，对未燃尽物质都将保持较高的燃烧效率。

3) SO₂

排放远

低于国家标准

排放限值。生物质燃料本身

含硫量极低，且碱金属含量高，其灰份中将含有大量Ca

O、K₂

O等碱性物质

，这些碱性物质将与硫发

生反应，进行烟气自脱硫，因此燃用生物质的锅炉其烟气中的SO₂浓度远低于国家标准排放限值。

4) 从结构上考虑防止运行时飞灰搭桥的措施，通常做法，尾部受热面（省煤器、空预器等）管组一般采用顺列布置，拉大管排之间的横向节距。

5) 负荷调节简单。调整给料量、空气量以及循环物料量即可快速调节锅炉负荷。

6) 燃烧效率高。分级送风、气固混合良好，多数未燃尽的燃料被补集送至炉膛再次燃烧、往复循环，从而有较高的燃烧效率。

7) 循环量少。生物质燃料挥发份高、灰量少，生物质循环流化床锅炉运行时将会出现循环量不足、需进行补料的现象。

8) 床料结焦，受热面的积灰、腐蚀问题。生物质燃料碱金属和氯元素含量高，燃烧时容易造成结团、结焦的现象；灰颗粒易于黏结在对流受热面上，将会出现高温受热面碱金属腐蚀、低温受热面氯腐蚀、各受热面管排之间飞灰搭桥等问题。

3 生物质循环流化床锅炉存在问题的分析及预防措施

3.1 床料烧结的问题及预防措施

保证循环流化床锅炉正常运行的必要条件是炉膛内存在大量的循环物料，而生物质燃料灰份含量低，导致循环灰量偏少，锅炉在运行时需要添加惰性物料以增加循环物料量来保证锅炉正常运行。一般做法是向炉内添加砂子，由于砂子硬度高，将会增加锅炉受热面的磨损；另外，由于生物质中钾、钠等碱金属含量较高，添加石英砂后，将会加剧炉膛内物料的烧结和结渣^[1]

。生物质燃料中的钾和钠，在燃料燃烧过程中，与砂中的SiO₂

在高温下发生化学反应，所生成的共晶体具有熔点低的特点，在高温下共晶体熔化，熔融状态的共晶体沿着灰渣及砂子的缝隙流动，并黏结周围的灰渣及砂粒，形成块状，从而造成床料烧结和结渣，若此时流化不良，将会导致锅炉因炉膛结焦而停炉。由上述可知，影响生物质循环流化床锅炉床料烧结的因素有炉膛温度、流化风速和物料成分，为防止锅炉在运行过程中出现床料烧结现象，可采取以下预防措施：

1) 从结构设计上避免出现炉膛温度过高的情况。如选取合理的风配比、流化床布置合理的风帽及选取合理的风帽小孔速度、选取合理的炉膛截面宽深比，保证炉膛运行时温度场均匀，同时布置合理的炉膛受热面积，以保证运行时炉膛温度不至于过高。

2) 添加的循环物料所具有的特点应能减少低熔点共晶体的形成。如燃煤循环流化床锅炉的底渣，其成分既可抑制床料的烧结，又可提高发生烧结的温度。

3.2 高、低温腐蚀的问题及预防措施

1) 高温腐蚀主要发生在过热器处，其原因之一是过热器管子的壁温处于易腐蚀区域（当蒸汽温度高于490℃时，高温腐蚀成为一个主要问题），另一个原因是过热器管子表面的高温黏结灰中含有碱金属氯化物，在此温度区域，该碱金属氯化物与燃烧时所生成的硫化物和氯化物将发生化学反应，从而对受热面的管壁造成腐蚀。采取以下措施可防止高温腐蚀的发生：过热器的管壁温度避开腐蚀率较高的温度区域，通常从过热器的布置形式上入手，按烟气流程，采用低温过热器布置在前，高温过热器布置在后的布置方式；过热器管材选取耐腐蚀性高的不锈钢管材，以减缓管子的腐蚀；减少管排间飞灰搭桥、堵塞的可能性，如采取顺列布置的受热面管子布置形式，并加大管子间的横向节距；布置性能良好的吹灰器，运行时将吹灰器多次投入使用，且在锅炉刚开始运行时就投入吹灰器，以防止灰分黏结在受热面管子表面。

2) 低温腐蚀主要发生在空预器的冷段处，最为严重处是冷空气进口端。当空预器管子的金属壁温低于烟气酸露点时，烟气中的酸性气体将凝结在空预器管子表面，并与烟气中的水份混合形成酸性液体，对空预器管子造成酸性腐蚀。多数生物质燃料硫的含量极低且多以硫酸盐的形式存在，因此，生物质循环流化床锅炉的低温腐蚀因硫氧化物造成的份额很小。生物质燃料中氯含量及碱金属含量都高，在炉内高温作用下，燃料中部分氯与碱金属盐发生化学反应，以气相HCL的形式存在，当空预器管子的金属壁温低于烟气酸露点时，氯化物所形成的盐酸将成为造成低温腐蚀的主要原因。采取以下措施可防止低温腐蚀的发生：炉膛温度低，整个燃烧过程的烟气温度都低，以减少气相氯的析出，可从根本上缓解低温腐蚀问题。低温燃烧可以将生物质中的氯以碱金属氯化物的形式存在，将大部分氯元素维持在灰相中；设计选取合理的排烟温度，使空预器管子的金属壁温尽量高于烟气酸露点；选择具有耐腐蚀性能强的空预器管子材质。如采用搪瓷管或不锈钢管；空预器采用卧管式的布置形式，当发生腐蚀时以便于检修和更换^[2]。

4结语

随着人们对环保要求的增加，化石燃料资源日益紧缺，利用生物质等可再生能源已引起广泛、高度的重视。生物质循环流化床锅炉的应用领域也将更加广阔。本文通过对生物质燃料的特性分析，分析生物质循环流化床锅炉预期存在的问题并提出相应的预防措施，希望能给广大锅炉设计工作者带来有益帮助。

参考文献

[1]岑可法.循环流化床锅炉理论设计与运行[M].北京：中国电力出版社，2015.

[2]卢啸风.大型循环流化床锅炉设备与运行[M].北京：中国电力出版社，2006.

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/tech/146926.html>