生物质成型燃料锅炉热效率的提高

李榕根

（广州市特种承压设备检测研究院，广东 广州 510100）

摘要：生物质成型燃料是一种具有较大发展潜力的可再生能源，但由于生物质成型燃料特殊的燃烧特性，生物质成型燃料锅炉的热效率是制约其利用的关键因素。本文综述了近年来提高生物质成型燃料燃烧锅炉热效率的研究进展，并对生物质成型燃料锅炉未来的研究方向作出了预测。

1引言

随着近年来农村经济不断发展，大量剩余秸秆被遗弃在田间地头，有些地区甚至将剩余秸秆在田间地头焚烧，既浪费资源，又引起了严重的空气污染[1]
。而如果将农作物秸秆用机械加压的方法挤压成质地致密、形状规则的成型燃料，则储存运输方便，且燃烧特性比原生物质有较大改善。另一方面，目前大中城市已基本取缔2t以下的燃煤锅炉，这些锅炉要继续使用就必须改用清洁燃料。虽然改用油可避免此问题，但油成本的较高，给企业带来了严重的经济负担，而生物质成型燃料的成本较低，因此将生物质成型燃料用于原有的锅炉，不仅可以延长这些小锅炉的使用寿命，而且为生物质成型燃料的清洁利用提供了机遇[2]。

因此，生物质成型燃料有较好的应用前景。近年来有许多科研单位根据生物质成型燃料的特点，设计符合其燃烧特性的燃烧设备。围绕这些生物质成型燃料锅炉的设计和试验，研究者提出了许多提高生物质成型燃料锅炉热效率的措施，本文将这些进展进行了的梳理，总结出了较完整的提高生物质成型燃料锅炉热效率的原则，有助于生物质成型燃料锅炉的高效利用[3]。在介绍提高热效率之前，有必要先对生物质成型燃料的特点进行说明。

2生物质成型燃料的特点

由于生物质成型燃料的挥发分远高于煤，而固定碳远低于煤。由于生物质成型燃料挥发分较多且逸出速度较快，因此易于点火，但其含碳量少，不耐烧，因此易造成供氧量先不足后过剩的问题，因此生物质成型燃料需要采用分步燃烧以缓解燃烧速度，以达到供氧量和需氧量的平衡[4]
。另外，由于生物质成型燃料的结渣问题较为严重，刘
圣勇等[5]
采生物质成型燃料双层炉排燃烧设备，研究了结渣率与炉膛空气过量系数、炉膛温度、燃料粒径和燃料层厚度等因素的关系，结果表明：燃料燃烧时，铁在氧化层中以Fe^{3+}形式存在，由于Fe^{3+}
的共熔体的灰熔点高于1500°C，不易结渣，而铁在还
原层中以Fe^{2+}形式存在，Fe^{2+}
的共熔体熔点低，易结渣；结渣率随着炉膛空气过量系数、炉膛温度、燃料粒径和燃料层厚度等因素的增大而增大，为使结渣率较低，应保持炉膛过剩空气系数为1.5以下，炉温为984°C以下。

3生物质成型燃料锅炉热效率的提高

已有的试验结果表明 [4，6-8]
，生物质成型燃料锅炉的热损失主要为排烟损失和散热损失，不完全燃烧损失较少，因此提高锅炉的热效率主要从降低排烟损失和散热损失着手。

从河南农业大学的I型生物质成型燃料锅炉的热
损失数据中可看出[4]
：排烟损失较高的主要原因是排烟温度较高（225°C），另外根据生物质点火特性好的特点，通过适当降低过剩空气系数也可降低排烟损失；散热损失较高的原因是炉膛特别是上炉膛温度偏高，原因可能是辐射受热面积偏小。针对这两个问题，河南农业大学进行了以下改进[9]
：（1）为降低排烟温度，将对流受热面置于上锅筒内，这样扩大了水容量，增加了烟道长度，使烟气和水充分换热，同
时降低了
炉膛过剩空气系数

（1.2降为1.0）；（2）为降低炉膛温度，降低了设计炉排面积热强度（430kW/m^2降为350kW/m^2）和设计炉膛容积热负荷（380kW/m^2降为348kW/m^2），为进一步降低上炉膛温度，将I型的水箱改为上下两个锅筒，上锅筒部分置于上炉膛的上方，增加辐射受热面积。试验结果表明：II型锅炉与I型锅炉相比，排烟温度由225°C降低到196°C，排烟损失由11.5%降低到9.76%，散热损失由5.5%降低到4.41%，热效率由81.2%提高到84.3%，且排烟浓度和有害气体排放量均有所降低。

王晓东等[10]对生物质成型燃料热水锅炉进行了正反平衡分析，计算结果表明：利用可避免损失概念计算得出的生物质成型燃料锅炉燃烧部位的效率仅为42.6%，表明燃烧不充分，传热部位和排烟部位的效率虽然分别有86.2%和92.1%，但仍存在改进空间，可通过改善受热面和余热回收来提高传热效率和排烟效率。

总体来说，已有的生物质成型燃料锅炉通过选择炉排数目、采用下吸式燃烧方式的方法能使之较适合成型燃料燃烧，通过优化设计条件能合理降低排烟温度和炉膛温度，降低了排烟损失和散热损失，但目前试验锅炉的部分参数是按煤的标准或按经验确定的，较大程度地导致了锅炉的运行参数与设计参数存在差别，因此很有必要尽快通过试验确定设计参数，以提高设计精度[7]。

4结语

生物质成型燃料特别是农作物秸秆成型燃料，在目前我国国情下，其供应充足且有较大需求，具有广阔的应用前景。目前制约生物质成型燃料利用的关键因素是生物质成型燃料锅炉热效率的提高。虽然近年来通过对相关设备的开发和试验已有不少提高热效率的方法，但由于生物质成型燃料锅炉的设计标准仍非常缺乏，导致试验的结果与设计值仍有偏差，因此很有必要制订生物质成型燃料锅炉的设计标准和试验方法，以更好地指导锅炉的设计从而提高热效率。

参考文献

[1]朱锡锋.生物质热解原理与技术.合肥：中国科学技术大学出版社；2006.

[2]张百良，任天宝，徐桂转etal.中国固体生物质成型燃料标准体系[J].农业工程学报.2010，(02)：257-262.

[3]刘圣勇陈，张百良.国内外生物质成型燃料及燃烧设备研究与开发现状[J].可再生能源.2002，(04).

[4]刘圣勇，张百良，杨群发etal.双层炉排生物质成型燃料锅炉设计与研究[J].农业工程学报.2003，(06)：268-271.

[5]刘圣勇，李文雅，苏超杰etal.生物质成型燃料燃烧设备结渣特性试验研究[J].农业工程学报.2006，(S1)：135-137.

[6]刘圣勇，袁超，张佰珍etal.秸秆成型燃料锅炉的研制[J].河南农业大学学报.2004，(03)：329-334.

[7]袁超，张明，秦立臣etal.秸秆成型燃料锅炉的热损失试验及分析[J].河南农业大学学报.2005，(03)：345-348.

[8]杨高峰，杨富营，叶玉莹etal.生物质致密燃料燃烧设备主要设计参数的试验确定[J].河南农业大学学报.2006，(03)：329-332+337.

[9]刘圣勇，刘小二，王森etal.II型生物质成型燃料锅炉的研制[J].农业工程学报.2007，(12).

[10]王晓东，武少菁，刘圣勇etal.新II型生物质成型燃料热水锅炉的正反平衡分析[J].农业机械学报.2009，(03)：112-116+102.

原文地址：http://www.china-nengyuan.com/tech/115520.html