

生物质锅炉的发展现状及农业中的应用

武文璇, 李寒松, 李青, 孔凡祝

(250131, 山东省, 济南市, 山东省农业机械科学研究院)

[摘要]介绍了生物质锅炉的发展现状, 包括生物质锅炉常见的燃烧方式及特点、各种燃烧技术的国内外应用现状以及生物质锅炉存在的问题。对生物质锅炉的应用特别是在农业中的应用做了介绍。

引言

我国作为一个农业大国, 每年都会产生十几亿吨的农作物秸秆以及可再开发利用的薪柴和林业废弃物, 其中无法处理的剩余农作物秸秆在田间焚烧的要超过几亿吨, 造成了严重的空气污染和资源浪费, 若能合理转化利用这些生物质能源, 将有效缓解能源紧张的问题。目前应用最普遍也最简便的转化技术就是将生物质直接燃烧转化为热能, 因此不断研究开发高效的生物质燃烧技术以及相适应的生物质锅炉具有重要意义。通过生物质锅炉合理利用农业中产生的大量生物质能源, 将会取得巨大的社会效益。本文主要介绍生物质锅炉的发展现状, 同时对生物质锅炉的应用特别是在农业方面的应用做了简要介绍。

1 生物质锅炉及生物质锅炉的分类

生物质锅炉是以生物质能源做为燃料的锅炉, 分为生物质蒸汽锅炉、生物质热水锅炉、生物质热风炉、生物质导热油炉等。

按照用途, 生物质锅炉可分为两类: 生物质热能锅炉和生物质电能锅炉, 二者都是通过生物质燃料燃烧获取能量。生物质热能锅炉直接获取热能, 而生物质电能锅炉又将热能转化成了电能。在这两种锅炉中, 生物质热能锅炉应用最广泛且技术比较成熟。

2 生物质锅炉的发展现状

生物质种类复杂, 有林业废弃物还有农作物废弃物, 不同种类生物质之间形态、组分、物性和燃烧性能各不相同, 很难找到一种燃烧方式可以满足各种生物质燃烧需要的条件^[1]。因此需要根据不同种类生物质燃料的燃烧特性选择不同的燃烧技术, 并研制相应的燃烧设备。

2.1 生物质锅炉常见燃烧方式及特点

生物质锅炉常见的燃烧方式有: 层状燃烧、浮悬燃烧、流化床燃烧。

2.1.1 层状燃烧

层状燃烧是目前生物质锅炉应用最为广泛的一种燃烧方式, 是指生物质燃料铺在炉排上形成层状进行燃烧, 常采用链条炉或往复推饲炉排炉, 小型锅炉常采用固定炉排^[2]。

层状燃烧适合大颗粒及块状生物质燃烧, 对于细小的生物质燃料, 容易从炉排间隙中漏下或被炉排下的一次风吹起, 不适合在炉排上单独燃烧, 一般将其压制成型生物质燃料, 然后再进行燃烧。

2.1.2 浮悬燃烧

浮悬燃烧适合细小而又干燥的生物质燃料。利用高压风机将细小的生物质燃料通过管道喷入炉膛进行浮悬燃烧, 燃烧效率可达98%以上, 包括挥发分和固定碳都可以充分燃烧, 彻底解决燃烧生物质燃料冒黑烟的问题, 但排放的烟气中飞灰浓度大于层燃炉, 需要对烟气进行除尘处理。生物质在浮悬燃烧时, 炉子一旦熄火, 容易发生爆燃, 需要安装火焰探测或炉温探测装置, 在炉子熄火时立即中断供料或立即点火, 同时还需要增加防爆装置。

2.1.3 流化床燃烧

流化床燃烧是介于层燃和浮悬燃烧之间的一种燃烧方式, 指燃料在流化床内处于流化状态进行燃烧反应和热交换。

对于水分含量比较高的生物质燃料，适合采用流化床技术，利用砂子、高铝砖屑等作为流化介质，形成蓄热量大、温度高的床层，为高水分的生物质燃料提供适宜的着火条件。床层剧烈的传热过程以及燃料可以在床内长时间停留，有利于生物质的完全燃烧，提高燃烧效率。但是，流化床对燃料的颗粒度有严格要求，因此需要对生物质进行干燥、粉碎等一系列预处理，使得颗粒均匀，以保证生物质燃料的正常流化。

2.2 生物质锅炉燃烧技术的现状

2.2.1 层燃燃烧技术现状

生物质层燃技术被广泛应用于农林废弃物的开发利用。由于层燃技术适合块状、大颗粒燃料，为了提高该技术的适应性，各

国开始研制生物质

燃料成型设备。美国在20世纪30年代

就开始研究生物质燃料成型技术及燃烧技术^[3]

，并研制出了螺旋压缩机及相应的燃烧设备。同一时期，日本开始研究机械活塞式成型技术，并于1954年研制出棒状燃料成型机及相关的燃烧设备。20世纪70年代后期，西欧的一些国家如芬兰、德国、法国、意大利等国家也开始研究压缩成型技术和燃烧技术，并先后有了各类成型机及配套的燃烧设备。我国生物质成型燃料技术始于20世纪80年代中期，到目前已达到了一定的工业化生产规模。

丹麦早在20世纪70年代就将生物质作为本国的主要能源，且在生物质燃烧方面做了很多工作。丹麦研制出了一种专门燃烧秸秆捆的生物质层燃锅炉，因为秸秆本身的燃烧特性决定不适合层燃，因此需要先打捆后再进行燃烧。该锅炉燃烧时首先将秸秆捆传送到料箱中，待预热室的炉门打开后，秸秆捆进入预热室并被已燃烧的燃料点燃，空气量的大小根据烟气温度和浓度进行调节，然后传输装置将正在燃烧的秸秆捆向前运送直至送出灰室。针对秸秆的燃烧特性，我国技术人员设计了一种生物质锅炉具有两个燃烧室，一个为主，一个为辅。主燃烧室放置于炉膛前部，辅燃烧室设置于炉膛后部，中间由挡火拱分开。

这样可以使秸秆与高温烟气相互混合，延长了燃料的燃烧时间，使秸秆得到充分燃烧，提高热效率。利用甘蔗渣作为

生物

质燃料的

试验在我国广西取

得成功，但燃烧纯甘蔗渣会降低锅炉

的热效率。针对甘蔗渣的燃烧特性，翟学民^[4]

研制出一种闭式炉膛结构的甘蔗渣锅炉，使得甘蔗渣在炉内进行半层燃半悬浮燃烧。在炉膛内设置人字形前后拱，通过前后拱的相互配合加强高温烟气对甘蔗渣的热辐射，从而有助于甘蔗渣的稳定燃烧。

类似于甘蔗渣的稻壳、树皮等生物质燃

料也可用该锅炉进行燃烧。何育恒^[5]

开发了一种层燃锅炉，主要燃烧木屑、木粉、树皮等废料。该锅炉前墙和炉壁有少量水冷壁管来保证炉膛的温度，有利于燃烧充分；为防止木粉爆燃，增加了防爆门。锅炉内为负压燃烧，防止燃烧时向炉外喷火，该锅炉已经试验成功并取得了良好的效果。

2.2.2 悬浮燃烧技术现状

悬浮燃烧方式主要适用于细小生物质燃料的燃烧。

南京林业大学研发了一种旋风燃烧炉，主要适用于燃烧散碎木废料。该燃烧炉由一次燃烧室和二次燃烧室组成，鼓风机将散碎木粉料经由压气管向下喷入主燃烧室，3对喷气管沿炉体圆周切向分布向炉膛内喷射空气，使得木粉燃料呈螺旋式旋转，以得到充分燃烧。二次燃烧室圆周切向也设有喷气管，以推动气流继续旋转。在出口处设有扼流圈，阻挡未烧完的火星。

华中科技大学也研制出一种立式双回旋燃烧炉，主要用来燃烧生物质粉体，燃烧时，需先用粉碎机将农业废弃物粉碎成粉体。由进料装置将粉碎后的粉体喷入炉中进行燃烧。一次风为输料进风，与粉体均匀混合形成风粉气流；二次风沿炉壁切向进入，形成回旋气流。该装置极大地提高了炉内燃烧温度和燃烧效率，同时也减轻了结渣腐蚀等对燃烧产生的不利影响。

2.2.3流化床燃烧技术现状

含高水分生物质燃料适合流化床燃烧技术进行燃烧。与其他燃烧技术比起来，流化床燃烧技术在替代燃料、处理各种废弃物和保护环境等方面具有无可比拟的独特优势，因此这种燃烧技术渐渐受到关注。

从20世纪80年代开始，用流化床燃烧技术处理生物质开始流行起来，到80年代末，美国率先开发出燃烧废木料的大型流化床锅炉，随后，瑞典、丹麦等国也都开发出燃烧林业废弃物的大型锅炉。尽管林业废弃物含水率高达50%~60%，但是锅炉的热效率可达到80%，燃烧效率可以超过99%。这些流化床锅炉都是以燃烧林业废弃物为主的流化床锅炉。在此基础上，各国也对各种农业废弃物生物质燃料用流化床燃烧技术燃烧做了大量研究，包括秸秆、稻壳、果核、橄榄饼、甘蔗渣、向日葵茎秆^[6]等。

在20世纪80年代末，我国哈尔滨工业大学与锅炉制造企业合作，研制出了多种流化床锅炉，可以分别燃烧甘蔗渣、稻壳、碎木屑

等多种生物质燃料，锅炉出

力充分，低负荷运行稳定，热效率高达80%以上。刘皓

、黄琳^[7]

等设计出以流化床燃烧方式为主，以悬浮燃烧和固定床燃烧为辅的组合燃烧式流化床锅炉来燃烧稻壳，采用三段组合燃烧以及四段送风方式有利于燃料流化性能好，燃烧稳定充分，不易结焦。

3生物质锅炉存在的问题

生物质锅炉具有燃烧效率高、污染排放少、燃烧剩余物可用于改善土壤，生物质资源可再生，保护生态环境等优点，但在实际使用中也不存在不少问题。

3.1沾污与腐蚀

目前市面上的生物质锅炉都存在受热面积灰、过热器结渣和沾污的问题。积灰主要是由于生物质中含有较多的碱性物质，在高温燃烧环境下，碱性物质极易与相关无机元素在炉膛内形成熔渣或以蒸汽和飞灰颗粒的形式附着于受热面，影响锅炉的热效率，甚至局部传热面会被沾污覆盖而失去传热性能。

跟燃煤锅炉一样，生物质锅炉也存在腐蚀的问题^[8]

，与燃煤锅炉有所区别的是生物质锅炉的腐蚀主要以氯腐蚀为主，且腐蚀率随蒸汽温度的升高而不断升高。腐蚀发生的位置一般在过热器的受热面上。

3.2生物质锅炉结渣

在燃烧生物质的锅炉中还有一个比较严重的问题便是结渣的问题，一旦出现结渣便会影响燃料燃烧的充分性，降低热效率。特别是在流化床燃烧方式中^[9]

，生物质中的碱性元素（主要是钠和钾）与床料中的石英砂发生反应，形成低温共熔混合物粘附在沙子表面，形成结渣，因此需要在床料中增加惰性添加剂来减少结渣的形成。

3.3有害气体的排放

虽然生物质燃料相对

于化石燃料是比较清洁的，但在燃烧后排放的

废气中仍可以监测到SO₂

气体和HCL气体，而且HCL气体的排放量远高于煤的燃烧，这主要因为生物质中的高氯含量。这些排放物容易与生物质中的钾元素反应形成气溶胶，对空气造成污染，可以在排烟口增加烟气净化器来减少污染。

3.4热能损失

生物质锅炉燃烧中的热损失主要为烟气热损失，大量烟气热量经烟囱排出，容积热烟气的损失极大地降低了生物质锅炉的效率。造成烟气热损失的原因为生物质燃料含有较多水分，水分含量高的生物质燃料进入炉子后需要用更高的干燥温度和更长的干燥时间来降低含水量，水分含量越大，生物质低位发热量就越低。所以，燃烧含水量较高的生物质燃料时，炉内温度场较低，燃烧比较困难，较多的水分也增加了烟气体积，使得排烟热损失增加。

为了减少生物质锅炉燃烧中的热损失，可以合理选择相应的燃烧方式，使得燃烧充分，在锅炉的尾气出口增加余热回收装置，提高生物质锅炉的热效率。

4 生物质锅炉的应用及在农业中的应用探讨

4.1 生物质锅炉的应用

生物质锅炉主要分为热能锅炉和电能锅炉，目前生物质热能锅炉应用较为广泛，且技术和产品也比较成熟。生物质电能锅炉的发展也取得了不小的进步，而且国家也颁布了鼓励生物质发电的各项政策。根据国家相关发展规划，到2020年我国生物质发电装机总容量将达到3000万kW。

市面上常见的生物质热能锅炉多是中小型生物质热能锅炉。小型生物质锅炉使用固化或气化的生物质燃料，提供热水形式的热能，适用于家庭做饭取暖和生活热水的供给。中型生物质热能锅炉主要使用固化生物质燃料，提供热水或蒸汽以及暖风，广泛适用于酒店、宾馆、洗浴中心、公寓、办公楼、学校及企事业单位的供暖和热水提供，还可用于涂料、木材、砂石、皮革、陶瓷、纸品、食品、粮食等烘干以及服装厂熨烫、洗涤厂烘干等等。大型生物质热能锅炉由于对燃料、燃烧技术、配套技术、相关政策要求很高，因此并没有实际产品，仅作为热能工程的一个设备来保证整个生物质热能工程的正常运行，需要国家出台相关的政策进行集中管理、集中控制。

4.2 生物质锅炉在农业生产中的应用探究

生物质锅炉的燃料主要来源是农业废弃物，若将这些废弃物再加以利用直接用于农业生产，将会节约一部分额外成本，提高农业生产效率，减少一大笔运输费用，减少采购化学燃料的费用，减少了环境污染，节约空间，燃烧剩余物可直接当做肥料。

生物质锅炉在农业生产中的应用举例：

- (1) 可用于粮食、饲料、谷物、烟叶、茶叶等农作物烘干，提供暖风热源。
- (2) 可用作温室大棚以及供暖工程，比如大棚葡萄，利用葡萄枝作为生物质燃料保持棚内温度。
- (3) 可用于食用菌生产用锅炉，用于食用菌的灭菌、栽培和养殖。
- (4) 可用于畜禽养殖鸡舍、猪舍、水产养殖等加温工作。
- (5) 利用生物质锅炉发电，解决偏远地区在农业生产中用电困难的问题。

总之，随着生物质燃烧技术的不断发展及相适应的锅炉不断被研发，生物质锅炉在农业生产中一定会有更广泛的用途。

5 结论

我国生物质燃烧技术已经取得较大突破，并且不断有新炉问世，然而生物质燃料及生物质锅炉还存在一些问题需要解决。比如生物质种类复杂，不同种类生物质之间形态、组分、物性和燃烧性能各不相同，无法找到一种统一的燃烧方式，需要根据不同种类生物质燃料的燃烧特性，开发不同类型的燃烧技术，并研制相应的燃烧设备。由于生物质的燃烧特性，对生物质燃烧锅炉实际使用中产生一定的影响，包括沾污、腐蚀、结渣以及有害气体的排放等，还需要进一步想办法解决。另外，生物质锅炉的应用前景还有非常广阔的空间等着我们去探索。总之，在生物质锅炉研发应用方面，我们还有很多工作需要去做。

参考文献

- [1]蒋剑春.生物质成型燃料生产发展历史与趋势[A].CIBE EXPO第二届中国生物智能技术研讨会论文集[C].2010.
- [2]徐德良, 孙军, 陈小娟, 等.工业锅炉生物质燃烧应用现状[J].林产工业, 2009, 36(6): 3-7.
- [3]刘圣勇, 张百良, 杨群发, 等.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, 19(6): 268-271.

- [4]翟学民.甘蔗渣锅炉设计新构思[J].工业锅炉, 2000(2): 9-12.
- [5]何育恒.燃烧油、木屑、木粉绿色新型锅炉的开发设计[J].工业锅炉, 2001(3): 21-23, 20.
- [6]陈继辉, 卢啸风.循环流化床锅炉焚烧生物质燃料的研究进展[J].农业工程学报, 2006(10): 267-270.
- [7]刘皓, 黄琳, 林志杰, 等.稻谷壳的高效低污染综合利用前景[J].能源研究与利用, 1995(4): 15-17.
- [8]白兆兴.生物质锅炉技术现状与存在问题[J].工业锅炉, 2008(2): 29-32.
- [9]苗琪.探究生物质锅炉技术发展现状以及未来发展趋势[J].中国石油和化工标准与质量, 2016, 36(13): 74-75.

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/tech/133871.html>