

高效生物质直燃炉的设计

张丽娜，文美纯，李真西，刘吉普

(湖南应用技术学院，湖南常德415000)

摘要：在分析了生物质燃烧过程的基础上，设计了一种新型户用高效生物质直燃炉。该炉点火方便、操作简单、节能安全。一次风、二次风配风系统分开，对燃料无苛刻要求，配有星型给料机可根据燃料用量随时添加。该炉有利于优化能源结构，改善农村生态环境，市场前景广阔。

生物质能是太阳能以化学能的形式储存在生物中的一种可再生能源，具有氧氢元素含量高、挥发性高、炭活性高、N和S含量低、灰分低，点火性能较好等特点，特别适合燃烧转化利用。我国生物质资源极为丰富，每年有约6亿吨废弃物可用作生物质能源的开发和利用。由于我国农村分布范围广泛，经济发展差异性大，以废弃农作物为主的生物质能源是农村生活中的主要能源。

目前，我国农村使用的生物质炊事炉主要有土炉灶和全气化炉具。土炉灶建造技术粗糙，生物质在炉膛内直接燃烧，炊事过程中损失大量的热能，同时还严重污染空气、不易封火。全气化炉具是将生物质完全气化后作为能源，燃烧其产生的可燃气体。该炉虽解决了土炉灶的部分缺点，但燃烧过程中产生大量污染环境的焦油，而且对原材料的密度要求较高，燃烧过程不稳定。

本文介绍一种以秸秆、木柴、柴草、稻壳、树枝、压块燃料等农林剩余物为原料的高效生物质直燃炉设计，该直燃炉避免了现有生物质炊事炉的缺点，点火方便、操作简单、节能安全，一次风和二次风配风系统分开，对燃料无苛刻要求，配有星型给料机可根据燃料用量随时添加，具有大范围推广的优势及前景。

1 生物质燃烧过程

生物质能是太阳能以化学能的形式储存在生物中的一种可再生能源，其氧元素和氢元素含量高，固定碳含量在10%~15%之间，含水量较高，点火性能较好，能量密度小。生物质能的燃烧过程是复杂的化学反应过程，包含预热(水分蒸发)；高温加热发生热解(产生挥发分和焦炭)；挥发分燃烧、焦炭(固定碳)燃烧、燃尽等过程。各阶段燃烧特点如下：

- (1)预热阶段。由于生物质含水量较高，在热辐射的作用下其温度逐渐升高，随着温度的升高所含水分被蒸发出来。此过程产生了大量的烟气，导致热损失较高。
- (2)分解阶段。生物质内部的半纤维素、纤维素和木质素在此阶段随着温度的继续升高开始分解挥发。
- (3)挥发分燃烧阶段。挥发出来的有机物，随着温度升高与氧气发生剧烈化学反应(燃烧)，释放出大量热能。
- (4)焦炭(固定碳)燃烧阶段。当达到一定温度，生物质内的固定碳与氧气发生反应，进一步加速燃烧而释放出热能。
- (5)焦炭(固定碳)燃尽阶段。随着焦炭的燃烧，产生的灰分逐渐把剩余焦炭包裹起来，阻碍含氧空气向其内部扩散，从而妨碍焦炭继续燃烧，降低了焦炭的燃烧速度。

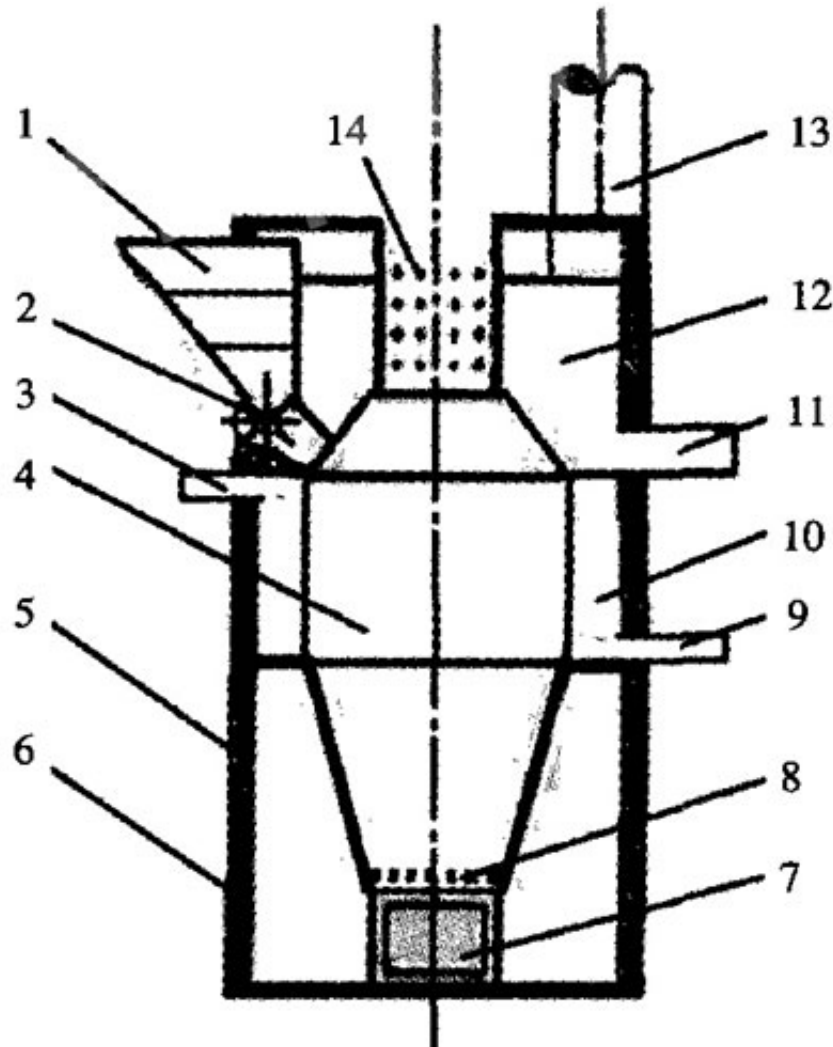
2 高效生物质直燃炉结构设计及工作原理

2.1 结构分析

高效生物质直燃炉(见图1)主要由料斗1、星型给料机2、进水管3、炉膛4、保温层5、外壳6、出灰和一次风口7、炉箅8、热水出口9、水箱10、二次风进口11、二次风道12、烟囱13、燃烧器14等部件构成。

高效生物质直燃炉的炉膛是为生物质原料提供燃烧、热解的地方，炉膛的大小、形状和保温等决定了生物质原料的燃烧能否充分进行、热传递的效率和燃烧效率的高低。本炉将一次风、二次风配风系统分开，一次风主要利用烟囱抽力由进料口提供，这样一次风能均匀地进入生物质燃料层，与炉膛内炭化物进行接触，供给焦炭(固定碳)燃烧阶段和焦炭(固定碳)燃尽阶段充足的氧气，使该处焦炭(固定碳)耦合燃烧进一步加速燃烧释放热能。完成生物质燃料的直接

燃烧。设置的二次风道，可利用炉膛的余热将二次风加热，加热后的二次风与可燃气在燃烧器处充分混合后燃烧，加快了化学反应，同时使未反应的气体参与燃烧，提高炉膛子的燃烧效率。为保证炉膛燃烧温度高、热流密度大、燃烧均匀，高效生物质直燃炉过量空气系数设为1.4，防止由于生物质挥发分含量高，燃烧时先析出的大量挥发份在炉膛上部燃烧，产生较多的CO₂影响炉膛的热效率。通过调整星型给料器电机的转速，可随时按需自动给炉膛添加燃料用量。在二次风道与出料管口处设一连通管，通入适量的二次风以加速生物质的流动，防止在喂入过程中发生堵塞现象。



- 1.料斗 2.星型给料机 3.进水管 4.炉膛 5.保温层 6.外壳
7.出灰和一次风口 8.炉箴 9.热水出口 10.水箱 11.二次风进口
12.二次风道 13.烟囱 14.燃烧器

图 1 高效生物质直燃炉

2.2主要部件设计

(1)炉膛。高效生物质直燃炉设计利用了生物质气化技术和反烧技术原理，炉膛为上下部分为圆锥、中间夹一圆柱形的结构，炉膛体积的大小足以满足普通家庭每天3~5kg的用料，原料进入炉膛的通道位于炉膛的上部圆锥处。炉膛的底部为出灰室、一次通风口，上部为燃烧器和二次风口。

(2)进风系统。炉膛的底部为出灰室、一次风风口，炉箅设置在炉膛下部通风口上方，一次进风系统中设置有调节风量的风门，可根据焦炭(固定碳)燃烧阶段和焦炭(固定碳)燃尽阶段的燃烧状态，调节风门开度大小来调节风量大小。

在烟囱的抽力作用下，未燃烧的气体会随烟气快速排出炉膛，将浪费掉大量的能量，对炉膛的热效率造成影响。本炉在炉膛的外壁上上部设置了二次风道，利用炉膛的余热将二次进风加热。而二次风的扰动加快了化学反应，同时使未反应的气体参与燃烧，提高炉膛子的燃烧效率。

(3)进料口。高效生物质直燃炉的另一重要部分为炉膛的进料口，本炉膛进料口的位置采用的方式为顶部加料，料口设置在二次通风口的上方圆锥上，为满足生物质堆积角料斗设计为倒锥形。通过调整星型给料器电机的转速，可随时按需自动给炉膛添加燃料用量。为防止在喂入过程中发生堵塞现象，在二次风道与出料管口处设一连通管，通入适量的二次风以加速生物质的流动。

(4)烟囱。通常而言，抽力的大小与烟囱的高度呈现出较为明显的正比关系，抽力会直接受到烟囱放置位置和烟囱高度的影响，为保证炉膛内空气流动，应使生物质内烟气流动所产生的阻力略大于抽力。根据相关的设计手册和国内外文献，烟囱高2m，直径为50mm的圆筒形。

(5)保温。为了降低热损失并且能够提高炉膛热效率及其温度，高效生物质直燃炉的外层装有40mm保温材料。

3实际应用效果

高效生物质直燃炉的实际应用效果与土炉灶和全气化炉具对比如下：

(1)燃烧效率。本文研究的高效生物质直燃炉由于结构的优化和二次风的通入，和仅简单通入一次风的土炉灶相比，由简单的热力学计算可得其燃烧效率提高40%以上；和全气化炉具比较，其燃烧效率略有降低，由相关研究可得降低率在10%左右，但其燃烧稳定性比全气化炉具要好很多。

(2)热能利用率。与土炉灶比较本文所研究直燃炉提高的热能利用率可达50%以上，与全气化炉具相比其热能利用率也可提高15%以上。

(3)对原材料的要求。与土炉灶和全气化炉具对比，高效生物质直燃炉不仅可应用的燃烧原材料范围更为广泛，而且不需要对原材料进行特殊的加工，故而其性价比更好。

(4)环境保护。本文研究的直燃炉由于燃烧效率和热能利用率的提高、原材料要求的降低和燃烧过程的稳定性，其产生的对空气的粉尘和焦油等环境污染物大为下降。

4结束语

高效生物质直燃炉具有以下优点：

(1)生物质燃料在炉膛底部进行直接燃烧，燃烧时无烟尘和焦油，燃料能够完全燃烧，燃烧残余物少。

(2)设计的一次风、二次风配风系统分开。一次风主要利烟囱抽力由进料口提供，完成生物质燃料的直接燃烧。供给加热后的二次风，促进燃烧器处可燃气与空气充分混合燃烧。

(3)点火方便、操作简单、使用安全、对燃料无苛刻要求，炉体采用保温隔热设计，无安全隐患，且可以封火。

(4)亦可一次性添加或根据用量添加，并且燃料不需特殊处理。

(5)占地小，可随意摆放，使用方便，随点随用，火力大小可调；适用于炒菜、做饭、洗浴、取暖。

(6)利用普通材料制作，设计简单，成本较低，市场前景广阔。

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/tech/140077.html>