# 生物质成型燃料技术及其特性

万根香

（江西江联能源环保股份有限公司，南昌330001）

摘要：生物质型煤和含添加剂生物质成型燃料的燃烧特性优于纯秸秆成型燃料，燃料燃烧性能越好，供风量越充足，排烟状况越好，炉具的热效率越高。从排放烟气中测
得$NO_x$的浓度较低，HCl浓度也很低。充分利用好该燃料具有广泛的前景。

## 引言

我国近年颁布的中国可再生能源法，其中规定：国家将可再生能源开发利用的科学技术研究和产业化发展列为科技发展与高技术产业发展的优先领域。这充分体现了可再生能源的开发将成为我国基本能源国策。生物质能源比其他几种再生能源有更大的群众参与性、多形式的可转换性和相对较少的开发投入性，这是在多种形式的再生能源中生物质能源被国家优先给予考虑的原因[1]。

生物质能与化石能源相比，具有可再生和低污染的优势，因此受到全世界普遍的重视，并已成新能源的发展方向之一。

## 1生物质成型燃料的组成结构和性质

生物质的组成主要由3种聚合体（纤维素、半纤维素和木质素）以及少量的灰分和提取物组成，各成分含量见表1。

表 1　几种生物质的组成分析　%

| 种类 | 灰分 | 木质素 | 半纤维素 | 纤维素 |
|---|---|---|---|---|
| 麦秸 | 8.9 | 16.7 | 28.2 | 19.35 |
| 稻秆 | 16.1 | 11.9 | 24.5 | 30.2 |
| 玉米秸秆 | 6.04 | 22.34 | 14.2 | 43.2 |

生物质的元素组成通常仅仅指其有机质的元素组成，例如，秸秆主要由C、H、O、N、S5种元素组成，它们的含量约为C40%～46%、H5%～7%、O47%～55%、N0.6%～1.0%、S0.1%～0.2%，还有一些少量的元素如Cl、P、K、Si等。几种生物质干燥无灰基的元素分析见表2。

表 2　几种生物质干燥无灰基的元素分析　%

| 种类 | C | H | O | N | S |
|---|---|---|---|---|---|
| 麦秸 | 45.3 | 5.89 | 47.87 | 0.68 | 0.19 |
| 稻秆 | 40.44 | 5.31 | 53.42 | 0.66 | 0.12 |
| 玉米秸秆 | 49.44 | 6.28 | 43.35 | 0.81 | 0.12 |
| 压缩玉米秸秆 | 48.94 | 6.23 | 43.75 | 0.96 | 0.13 |

C是生物质的主要可燃成分，1kgC完全燃烧可以释放出33858kJ的热量。C元素的着火点很高，故生物质中C元素含量越高就越不容易着火，但生物质中的C并不是完全以单质元素形式存在，一般与H、N、S等元素组成有机化合物。

H是生物质中仅次于C的主要可燃成分，1kgH完全燃烧可以释放出125400kJ的热量。H在生物质中有两种存在形式，一种是可燃氢，燃烧时放出大量的热能，另一种称为化合氢，它与氧结合为水，不能燃烧和放热。由于生物质中的可燃氢含量远远低于C的含量，所以，H燃烧所起的作用明显不如C。

O是不可燃成分，它与一部分H和C相结合处于化合物状态，生物质中的O含量目前还没有直接测定的方法。

N在高温下与O燃烧反应生成氮氧化合物$NO_2$或NO，统称$NO_X$。$NO_X$

排入大气，在光的作用下产生对人体有害的物质。但N在较低的温度（800℃）下与O燃烧反应生成氮氧化合物的能力显著下降，甚至不与O燃烧反应而生成游离$N_2$
状态，若燃烧时温度不高，可近似认为生物质中
的N元素最后只以$N_2$
形式析出。生物质燃烧过程中，800～1100℃时形成的$NO_X$
主要是由燃料本身的N转化而来的，$NO_X$
的排放浓度和
生物质燃料中N含量成对数
关系，实验表明空气供应，燃烧室结构和炉具类型是影
响$NO_X$形成的主要因素。为了减少$NO_X$
的形成，常保证一次空气系数在0.6～0.8之间，同时，在保证完全燃烧的同时，尽可能地降低二次空气的过剩氧气数
。

S是生物
质中可燃成分之一，
但也是有害的成分。1kgS完全燃烧可以释
放出9033kJ的热量。燃烧产物为$SO_3$或$SO_2$，统称$SO_X$
。这些气体与烟气或大气中的水蒸气相遇化合成亚硫酸$H_2SO_3$或硫酸$H_2SO_4$
，从而对环境造成污染。生物质中S的存在形式可分为无机硫和有机硫2类。无机硫不在有机质组成之内，主要包括硫化物，元素硫和硫酸盐等，绝大部分是以硫铁矿$FeS_2$
形式存在。S在燃烧过程中大部分形成气态产物，但烟气急剧冷却时，硫酸盐便冷凝在飞灰颗粒或换热管表面上，通过估算，生物质燃料中40%～90%的S束缚在灰分中，其余部分以$SO_2$以及少量$SO_3$的形式随烟气排放。

另外，Si、Ca、Mg、K、Na对生物质的燃烧也很重要。Ca和Mg通常会提高灰分的熔解性能，K则相反，Si和K结合在一起可在飞灰颗粒中形成低熔点的硅酸盐。燃烧过程中，这些元素和Cl以碱性氯化物形式部分蒸发，并冷凝在换热器表面，与烟气反应形成硫酸盐并释放出氯化物。氯化物具有催化作用，是换热器管材具有活跃的氧化能力，甚至在管壁温度很低时（100～150℃）也会发生反应。此外，挥发性金属的挥发以及随后冷凝形成了飞灰颗粒，不易沉淀下来，在炉具管壁上形成沉积层，并危害生态和人们的健康。

**2生物质成型燃料的着火性能**

生物质成型燃料的点火过程是指生物质成型燃料与氧分子接触、混合后，从开始反应，到温度升高至激烈的燃烧反应前的一段过程。实现生物质成型燃料的点火必须满足：生物质成型燃料表面析出一定浓度的挥发物，挥发物周围要有适量的空气，并且具有足够高的温度。生物质成型燃料的点火过程是：

1）在热源的作用下，水分被逐渐蒸发逸出生物质成型燃料表面；

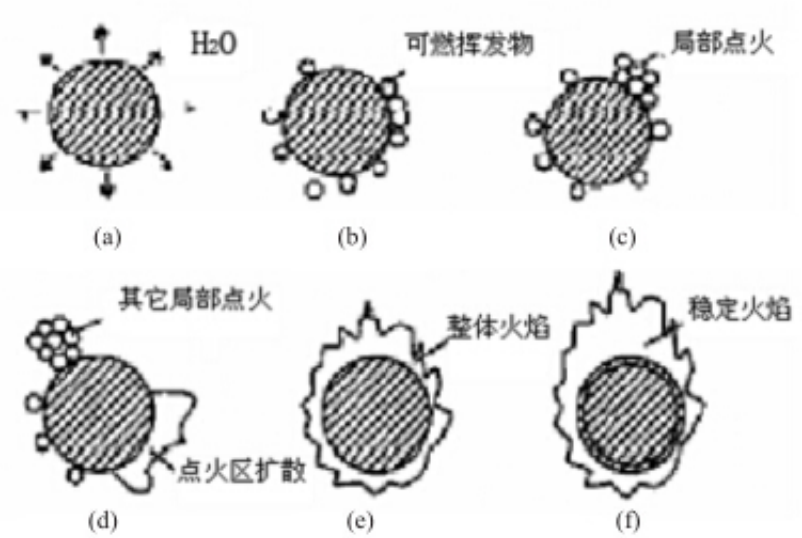
2）随后生物质成型燃料表面层燃料颗粒中有机质开始分解，在其过程中有一部分挥发性可燃气态物质分解析出；

3）局部表面达到一定浓度的挥发物遇到适量的空气并达到一定温度，便开始局部着火燃烧；

4）随后点火面渐渐扩大，同时也有其它局部表面不断点火；

5）点火面迅速扩大为生物质成型燃料的整体火焰出现；烈的燃烧反应前的一段过程。实现生物质成型燃料的点火必须满足：生物质成型燃料表面析出一定浓度的挥发物。

6）点火区域逐渐深入到生物质成型燃料内部一定深度，完成整个稳定点火过程。点火过程示意图见图1。




(a)表面水分蒸发；(b)表面可燃挥发物析出；(c)局部表面点火；
(d)点火区域扩大；(e)整体火焰出现；(f)点火区域深入成型燃料内

图 1　生物质成型燃料点火过程示意图

影响生物质成型燃料的点火因素有：点火温度、生物质种类、外界的空气条件、生物质成型密度、生物质成型燃料含水率和生物质成型燃料几何尺寸等。

生物质成型燃料一般是高挥发分的生物质在一定温度下挤压而成。在高压成型的生物质燃料中，其组织结构限定了挥发分由内向外的析出速度及热量由外
向内的传递速度减慢，且点火所需的$O_2$
比原生物质有所减少，因此生物质成型燃料的点火性能比原生物质有所降低，但远远高于型煤的点火性能。从总体趋势分析，生物质成型燃料的点火特性更趋于生物质点火特性[2]。

**3生物质燃料的燃烧过程**

生物质燃料的燃烧过程是强烈的化学反应过程，又是燃料和空气间的传热、传质过程。燃烧除去燃料存在外，必须有足够温度的热量供给和适当的空气供应。燃料燃
烧过程的示意图[3-4]见图2。它可分为预热、干燥（水分蒸发）、挥发分析出和焦炭（固定碳）燃烧等过程。

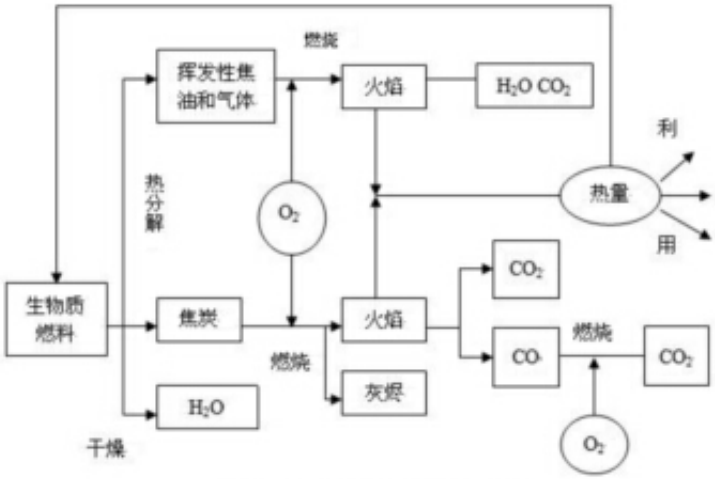



图 2　生物质燃料的燃烧过程

燃料送入燃烧室后，在高温热量（由前期燃烧形成）作用下，燃料被加热和析出水分。随后，燃料由于温度的继续增高，约250℃左右，热分解开始，析出挥发分，并形成焦炭。气态的挥发分和周围高温空气掺混首先被引燃而燃烧。一般情况下，焦炭被挥发分包围着，燃烧室中$O_2$
不易渗透到焦炭图2生物质燃料的燃烧过程表面，只有当挥发分的燃烧快要终了时，焦炭及其周围温度已很高，空气

中的$O_2$也有可能接触到焦炭表面，焦炭开始燃烧，并不断产生灰烬。

生物质的燃烧通常可分为3个阶段，即预热起燃阶段，挥发分燃烧阶段，木炭燃烧阶段 [4]。此处不一一累述。

**4生物质直接燃烧技术存在的问题**

从国内外生物质直接燃烧技术的发展状况来看，流化床锅炉对生物质燃料的适应性较好，负荷调节范围较大。但流化床对入炉的燃料颗粒尺寸要求严格，因此需对生物质进行筛选、干燥、粉碎等一系列预处理，使其尺寸、状况均一化，以保证生物质燃料的正常流化。对于类似稻壳、木屑等比重较小、结构松散、蓄热能力比较差的生物质，就必须不断地添加石英砂等以维持正常燃烧所需的蓄热床料，燃烧后产生的生物质飞灰较硬，容易磨损锅炉受热面，并且灰渣混入了石英砂等床料很难加以综合利用。此外，为了维持一定的流化床床温，锅炉的耗电量较大，运行费用也相对较高[5-6]。

**5小结**

通过对生物质成型燃料的成型技术了解，对生物质成型燃料的结构性能分析，得知生物质成型燃料的物理特性、化学特性及燃烧特性。了解了预要燃烧的生物质成型燃料的着火性能、基本燃烧过程、燃烧机理及影响燃烧速度的因素等，为以后的设计和实验工作做好理论基础具有极其重大的意义。

参考文献

[1]常耕,苏晓华.生物质能源概述[J].世界林业研,2005,18(6):32-38.

[2]刘圣勇,赵迎芳,张百良.生物质成型燃料燃烧理论分析[J].能源研究与利用,2002(6):26-28.

[3]刘圣勇,刘小二,王森.不同形态生物质燃烧技术现状和展望[J].新能源产业,2007(4):23-28.

[4]马隆龙,吴创之,孙立.生物质气化技术及其应用[M].北京:化学工业出版社,2003:25-47.

[5]刘圣勇.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(4):14-15.

[6]张百良,李保谦,夏祖璋,等.HPH-I型生物质成型机的应用研究[J].太阳能学报,1999,20(3):234-238.

原文地址：http://www.china-nengyuan.com/tech/81652.html