

# 生物质高温燃烧发电

承担单位： 中国科学技术大学 热科学和能源工程系

(林其钊 教授, 2006 年 12 月)

## 1、 立项的意义

所谓的能源危机,也就是燃料危机。按照目前使用化石燃料的速度,石油可供开采的时间已经不足 100 年,煤炭也仅能维持 300 年左右的时间。寻找新的替代燃料,是全世界科学家所面临的一项重要使命。

由于燃烧化石燃料,大大提高了大气中的  $\text{CO}_2$  浓度。到 2050 年,大气中的  $\text{CO}_2$  浓度约是工业革命前的 2 倍。由于  $\text{CO}_2$  是一种温室气体,科学家预测,由于双倍  $\text{CO}_2$  效应则会使大气温度平均提高  $3^\circ\text{C}$  到  $5^\circ\text{C}$ ,由此可能会给人类带来意想不到的灾难。

目前生物质能的利用方法很多,主要集中在生物质的液化、气化技术方面,经过气化或液化过程之后,最终仍然需要进行燃烧放热过程才能进行利用,经过多次转换之后,不但提高了运行成本,也降低了生物质能的利用效率。在炉排炉或流化床锅炉上直接燃烧生物质,也是一种生物质的热利用方式,但是其燃烧温度低、飞灰等一系列的问题,限制了这种粗放的应用方式。

因此,研究生物质能的利用,提高能源的转换和利用效率,特别是生物质能的低成本、大规模应用,将为解决能源的可持续利用问题,降低温室气体排放,减缓大气温升速度,是一项具有实际意义的工作。

## 2、 主要研究内容

- 1) 生物质物理造粒条件与过程优化,研究不同生物质的特点,优化生物质的采集和造粒过程,以最少的能量消耗,最便于储存、运输的方式进行造粒机的设计与研发。
- 2) 探讨不同温度、气流速度和氧年度条件下,生物质的成分、颗粒尺寸、形状等因素对热解与燃烧过程的影响,研究生物质颗粒的热解与燃烧过程,建立理论模型,为造粒机的设计提供依据。
- 3) 在模拟装置中,探索生物质颗粒尺寸、形状、组分等因素,以及气流速度、燃烧温度、氧浓度等因素对高温无焰燃烧过程的影响,研究生物质颗粒实现高温无焰燃烧的临界条件。
- 4) 通过燃烧室结构设计与气流运动选择实现高温除尘过程的优化,研究燃烧室结构、运行参数、生物质组分、氧浓度等参数对灰熔点的影响,探索液态排渣的实现条件与方法。
- 5) 研究炉内传热过程,采用商业软件对炉内传热过程进行模拟计算,进行锅炉炉内传热过程的优化设计,强化炉内传热,降低排烟温度,提高生物质燃烧热的利用效率。
- 6) 通过高温无焰燃烧,实现炉膛温度均匀化,避免局部高温区,降低热力

NO<sub>x</sub>；通过氧浓度的控制，使炉内燃料 NO<sub>x</sub> 的还原与分解，实现 NO<sub>x</sub> 的净化；通过液态排渣，高温除尘，降低粉尘与未燃成分。研究个参数的影响，实现燃烧产物的净化。

- 7) 通过上述研究，进行系统燃烧与传热过程的模拟计算，依据计算结果对系统进行放大、中试，研究系统放大后的各种参数之间的关系以及相互影响程度，优化工作参数，完成系统中试。
- 8) 进行示范工程研究，建立 20MW 电站，对系统参数进行优化，研究生物质供给半径、现场采集与造粒、运输与储存的优化，研究系统各参数之间的匹配，进行系统整体优化，完成示范工程。

### 关键技术与技术难点：

高温空气燃烧具有低 NO<sub>x</sub> 排放、燃烧温度分布均匀、无局部高温区以及平均热负荷高等特点。我们最近通过强化混合与传热的方式，实现了无须预热空气的无焰燃烧，达到了高温空气无焰燃烧的同样效果。本项目的技术关键是燃烧温度高并实现液态排渣，实现生物质的无焰燃烧，可使燃烧系统热负荷高（即实现燃烧区高温），并使温度分布均匀降低 NO<sub>x</sub> 排放，从而达到液态排渣的目的。因此，实现高温无焰燃烧和液态排渣，是本项目的关键技术和技术难点。

## 3、 预期目标

通过本项目的研究，在生物质燃烧热利用方面，达到高效、经济的目的，能够直接大规模低成本应用于生产实践中。实现生物质高温无焰燃烧，燃烧效率达到 99% 以上。采用液态排渣方式，降低粉尘与 NO<sub>x</sub> 等污染物排放。直接将生物质代替煤炭，作为电站锅炉燃料，使热效率达到 90% 以上。并在关键技术方面拥有自主知识产权，争取在以下几个方面取得进展：

### 1) 产品研发方面：

**造粒机研发：**针对不同生物质结构与特点，研发出进行现场采集、造粒的一体化，低成本的生物质造粒机。

**高温无焰燃烧锅炉：**利用现有电站锅炉结构，通过对炉膛与换热面结构进行改造，研发出具有自主知识产权的，可以使生物质在炉内进行高温无焰燃烧，达到生物质高效、低污染燃烧的目的。

**燃烧器：**研制出适用于生物质颗粒的燃烧器。

### 2) 技术应用方面：

该技术不但可以用于生物质的燃烧，通过简单的改造，可以在炉膛内燃烧煤粉、生活垃圾或各种城市废弃物，通过实现无焰燃烧和液态排渣，达到低污染、高效率燃烧的目的。

### 3) 产业化方面：

用 2—3 年时间，完成实验室原理模型、中试以及示范工程研究。完成 20MW 生物质高温无焰燃烧锅炉的产品定型。

通过本项目的工作，用 5—10 年时间，使生物质能占我国能量消耗总量的 20% 以上。

## 4、 经济、社会效益分析

1998 年在日本京都召开的“联合国气候变化框架公约”缔约国大会上,通过的“京都宣言”中,欧美日等发达国家承诺限控温室气体排放,我国和其他一些发展中国家也承受了比以前更大的压力。根据国家研究报告的估计,我国 1990 年的 CO<sub>2</sub> 排放量占全球人类活动引起的 CO<sub>2</sub> 排放量的 10%,居全世界的第二位。到 2010 年,我国国民经济仍将保持高速增长的势头,一次能源消费总量要超过 20 亿吨标煤,CO<sub>2</sub> 排放量也会大幅度提高。

在各种可再生能源中,生物质能最具有实用价值。据统计,每年全世界所生产的生物质能总量是人类消耗化石燃料的 8 倍,我国每年可生产生物质  $5 \times 10^{12}$ kg,如果利用的好,则相当于 40 亿吨标准煤,大约占 1990 年能源消耗总量的 50%。

生物质能的生产过程中,通过植物的光合作用,消耗大气中的 CO<sub>2</sub>。而生物质的利用过程中,放出热能与 CO<sub>2</sub>。因此,利用生物质能,在整个碳循环过程中没有 CO<sub>2</sub> 的增加,可维持大气中的碳平衡。

我国每年有几十亿吨生物质,只有很小一部分作为燃料被低效率地燃烧,大部分生物质在自然腐烂生成 CO<sub>2</sub> 返回大气中。因此,生物质能的高效率、低成本、大规模利用,不但可以减换化石燃料日趋枯竭的压力,也可减少大气中温室气体含量,

## 5、 资金筹措

国家投资	5000 万元
贷 款	3000 万元

## 6、 承担单位简介

中国科学技术大学热科学和能源工程系是国内最早

(网上下载与本项目有关内容(科大、热科学和能源工程系))