

文章编号: 1008-1542(2008)03-0208-03

# 家用生物质颗粒燃料炉的试验研究

李海军, 刘磊, 王仕元

(中原工学院能源与环境学院, 河南郑州 450007)

**摘要:** 利用 DR230 型温度智能巡检仪等试验仪器, 测定了家用生物质颗粒燃料炉在不同成型燃料下的多个热性能参数。试验结果表明: 不同成型燃料燃烧的结果差别不大, 燃料适应性强; 生物质成型颗粒燃料炉所排烟中 CO、NO<sub>x</sub>、烟尘浓度等环保指标远远低于燃煤炉, 符合国家工业锅炉大气污染物排放标准要求。

**关键词:** 生物质颗粒燃料; 炉具; 试验研究

中图分类号: TK16; S216.2 文献标识码: A

## Experimental study on domestic biomass pellet fuel stove

LI Haijun, LIU Lei, WANG Shiyuan

(School of Energy and Environment, Zhongyuan University of Technology, Zhengzhou Henan 450007, China)

**Abstract:** Using testing instruments such as DR230 temperatural intelligent inspects, we determined many thermal parameters of domestic biomass pellet fuel stove under different formation fuel. The test results indicate that there is little difference in different formation fuel burning's outcome, showing relatively high fuel adapability; environmental protective indicators of the density of mist and dust such as CO, NO<sub>x</sub> from biomass formation pellet fuel stove is far better than those of coal fired furnace, thus meeting the national industry boilers air pollutant emission standards.

**Key words:** biomass pellet fuel; stove; experimental study

家用生物质颗粒燃料炉采用汽化燃烧技术, 操作简便、点火容易、火力强度大且易控制、热效率高, 只需要一次性将适量颗粒状燃料投入料斗中, 燃烧时用附设的旋钮调节燃料投放的多少, 从而调控火力的大小, 燃烧状态与秸秆、木材等原材料燃烧时完全一样, 而且无烟、无呛味。由于燃烧充分, 基本没有灰烬。使用方式与燃煤灶相近, 却比燃煤灶具干净, 比燃气灶具安全, 适用于广大农村地区的生活炊事用能。

### 1 生物质成型颗粒燃料炊事炉的工作原理

生物质颗粒燃料经燃料炉加料口加到炉膛内的炉篦上, 通过一次风道点燃颗粒燃料, 待颗粒燃料燃烧后, 调节一次风道的挡风板, 使颗粒燃料缺氧燃烧, 产生可燃气; 同时调节二次风道的挡风板, 使产生的可燃气在炉灶口燃烧。待生物质成型颗粒燃料产气结束时, 调节一次风道的挡风板和调节二次风道的挡风板, 使余炭继续燃烧直至燃尽。水套可吸收烟道和炉体侧面余热, 以提高炉子的热效率<sup>[1]</sup>。其结构简图见图 1。

### 2 试验研究

收稿日期: 2008-04-25; 责任编辑: 冯民

作者简介: 李海军(1975), 男, 内蒙古突泉人, 工程师, 硕士, 主要从事生物质汽化技术方面的研究。

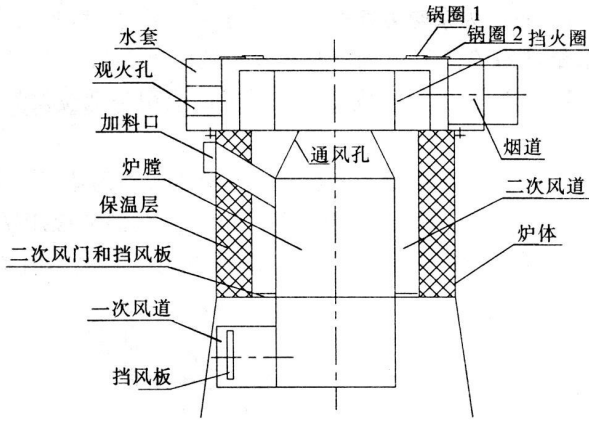


图 1 生物质颗粒燃料炉结构简图

Fig. 1 Structure diagram of biomass pellet fuel stove

### 2.1 试验方法

根据 GB/T 16155-1996《家用炊事 水暖煤炉热性能试验方法》、GB 9079-1988《工业炉窑烟尘测试方法》、GB/T 213-2003《煤的发热量测定方法》、GB/T 5186-1985《生物质燃料发热量测试方法》、GB 6412-1986《家庭用煤及炉具试验方法》及 GB 13271-2001《锅炉大气污染物排放标准》，对生物质成型颗粒燃料炊事炉热性能及环保指标进行试验。

### 2.2 试验程序及计算

#### 2.2.1 试验程序

将水箱内的水充满水套，并记录进水温度  $\theta_i$ ，在蒸发锅内，将温度为 25 °C 的水装入蒸发锅内盖上锅盖，并记录初始蒸发锅水量 ( $G_{n1}$ )。通过炊事炉的进料装置向炉内加生物质成型颗粒燃料，点火并记录引火物起燃时刻  $t_1$ ，坐上蒸发锅，开始试验。水套水温度升至 75 °C 时，开启阀门，向水桶内放水。同时观察出水温度变化情况，调节限流阀门，控制出水温度为 75~80 °C。当出水温度低于 75 °C 时，关闭阀门停止放水。放水期间，每隔 2 min 记录 1 次出水温度，计量此次出水量和平均出水温度。重复这一过程。试验期间，每隔 10 min 记录 1 次进水温度。锅水温度升至沸点时，打开锅盖并记下此时刻  $t_2$  和锅水温度  $\theta_{n1}$ ，开始炊事火力强度试验。锅水蒸发期间，每隔 5 min 记录 1 次锅水温度，并计算平均温度值。锅水蒸发 1 h 后，盖上锅盖，并立即称量剩余锅水量  $G_{n2}$ ，结束炊事火力强度试验。通过调节一次和二次风门，将炊事炉调整至稳定燃烧状态，进行效率试验。计算全过程的水套总出水量  $G_c$ 、平均出水温度  $\theta_c$  和平均进水温度  $\theta_i$ 。结束采暖试验时测量水套的容水量  $G_t$  及其温度  $\theta_t$ 。

#### 2.2.2 试验结果的计算

##### 1) 上火速度

$$v_1 = (\theta_{n1} - 25) / (t_2 - t_1),$$

式中： $v_1$  为上火速度，°C/min； $\theta_{n1}$  为锅水升至沸点时的温度，°C；25 为锅水初始温度，°C； $t_1$  为引火物起燃时刻； $t_2$  为锅水温度升至沸点的时刻， $(t_2 - t_1)$  以 min 计。

##### 2) 炊事火力强度

$$P_c = [(G_{n1} - G_{n2}) \gamma] / 3\,600,$$

式中： $P_c$  为炊事火力强度，kW； $G_{n1}$  为蒸发锅内初始水量，kg； $G_{n2}$  为蒸发 1 h 后剩余锅水量，kg； $\gamma$  为锅水在平均蒸发温度状态的平均汽化潜热，kJ/kg；3 600 为锅水蒸发时间换算值，s。

##### 3) 效率

炊事效率为

$$\eta_{炊} = \frac{4.18 \times G_{n1} (\theta_{n1} - 25) + (G_{n1} - G_{n2}) \gamma}{G_m \cdot Q_{Dw}^Y} \times 100\%。$$

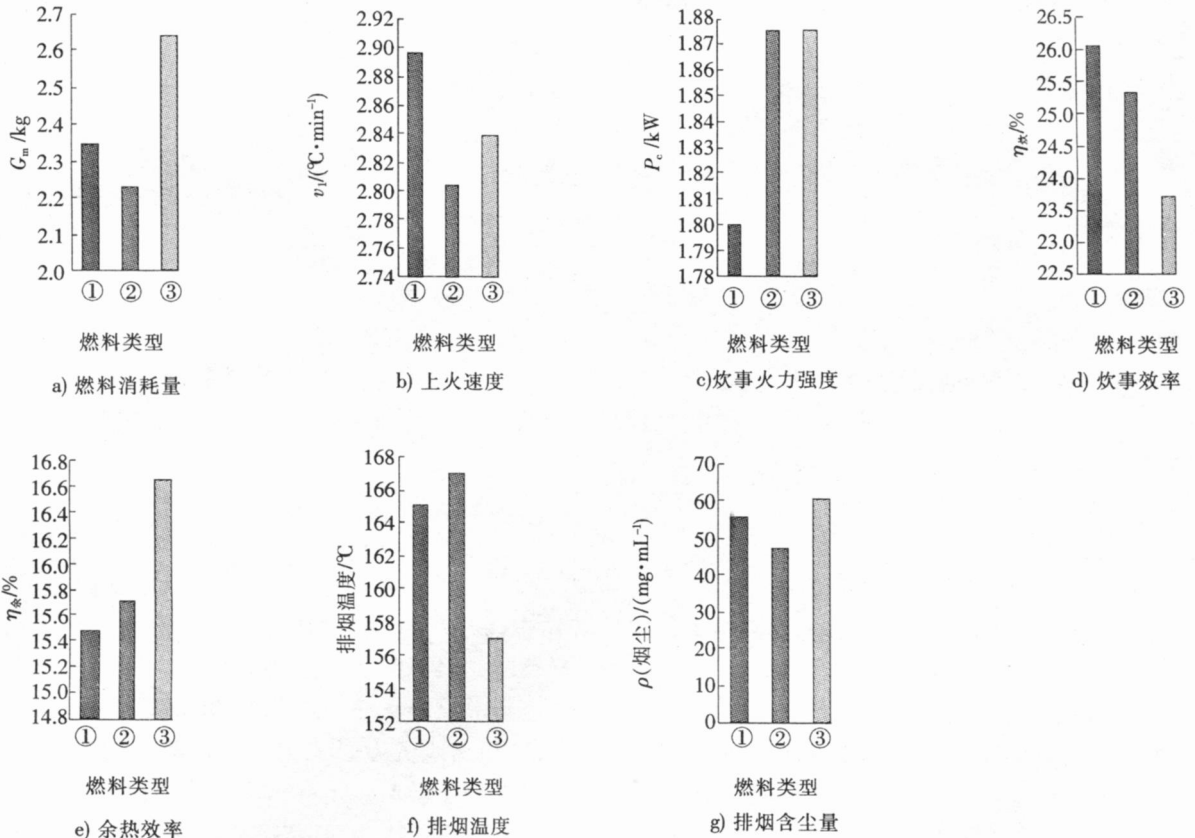
余热效率为

$$\eta_{余} = \frac{4.18 \times [G_c (\theta_c - \theta_i) + G_t (\theta_t - \theta_{i1})]}{G_m \cdot Q_{Dw}^Y} \times 100\%。$$

上2式中:  $\eta_{\text{炊}}$  为炊事效率, %;  $\eta_{\text{余}}$  为余热效率, %;  $G_c$  为水套总出水量, kg;  $\theta_c$  为平均出水温度,  $^{\circ}\text{C}$ ;  $\theta_i$  为平均进水温度,  $^{\circ}\text{C}$ ;  $G_i$  为水套容量, kg;  $\theta_f$  为结束试验时水套水的温度,  $^{\circ}\text{C}$ ;  $\theta_1$  为试验开始时水套水的温度,  $^{\circ}\text{C}$ ;  $G_m$  为生物质成型颗粒燃料量, kg;  $Q_{\text{DW}}^{\text{Y}}$  为生物质成型颗粒燃料的应用基低位发热量, kJ/kg。

### 2.3 试验结果

试验燃料为①液压成型稻秆;②液压成型玉米秸秆;③液压成型高粱秆。颗粒燃料的直径为6 mm或8 mm, 长度为20~30 mm, 体积质量为 $1.0 \text{ t/m}^3$ , 含水率为7.0%, 它们的应用基低位发热量分别为13 498, 14 684, 14 258 kJ/kg。在生物质成型颗粒燃料炊事炉上试验, 各参数结果见图2。



①- 液压成型稻秆; ②- 液压成型玉米秸秆; ③- 液压成型高粱秆

图2 试验结果

Fig.2 Experiment result

### 3 结语

1) 由3种生物质成型燃料试验得出, 根据其燃烧特性设计出的生物质成型颗粒燃料炊事炉的上火速度、炊事火力强度、燃料消耗量、炊事效率、余热效率、排烟温度、排烟含尘量等热性能参数达到了设计要求, 而且3种成型燃料试验的结果差别不大, 燃料适应性强, 证明了该设计方法的正确性和科学性; 同时该生物质成型颗粒燃料炊事炉价格与同容量燃煤炉价格相当, 操作也比较容易, 大大提高了生物质能的利用率, 具有较高的经济效益。

2) 由试验可看出, 生物质成型颗粒燃料炊事炉排烟中 $\text{CO}$ 、 $\text{NO}_x$ 、烟尘浓度等环保指标远低于燃煤炉, 符合国家工业锅炉大气污染物排放标准要求, 具有较好的环保效益。

3) 该生物质成型颗粒燃料炊事炉的研制成功, 必将推动中国生物质(秸秆)成型业的大力发展, 开辟秸秆利用新途径。这对于中国以秸秆代替煤炭, 实现能源的可持续发展具有重要的现实意义和深远的历史意义。

### 参考文献:

[1] 岳峰, 雷廷宙, 朱金陵, 等. 家用生物质颗粒燃料炉的研制[J]. 可再生能源, 2005, (6): 44-45.