

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_x、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。

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, 产生可燃气体; 同时调节二次风道的挡风板, 使产生的可燃气体在炉灶15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。其结构简图见图1。

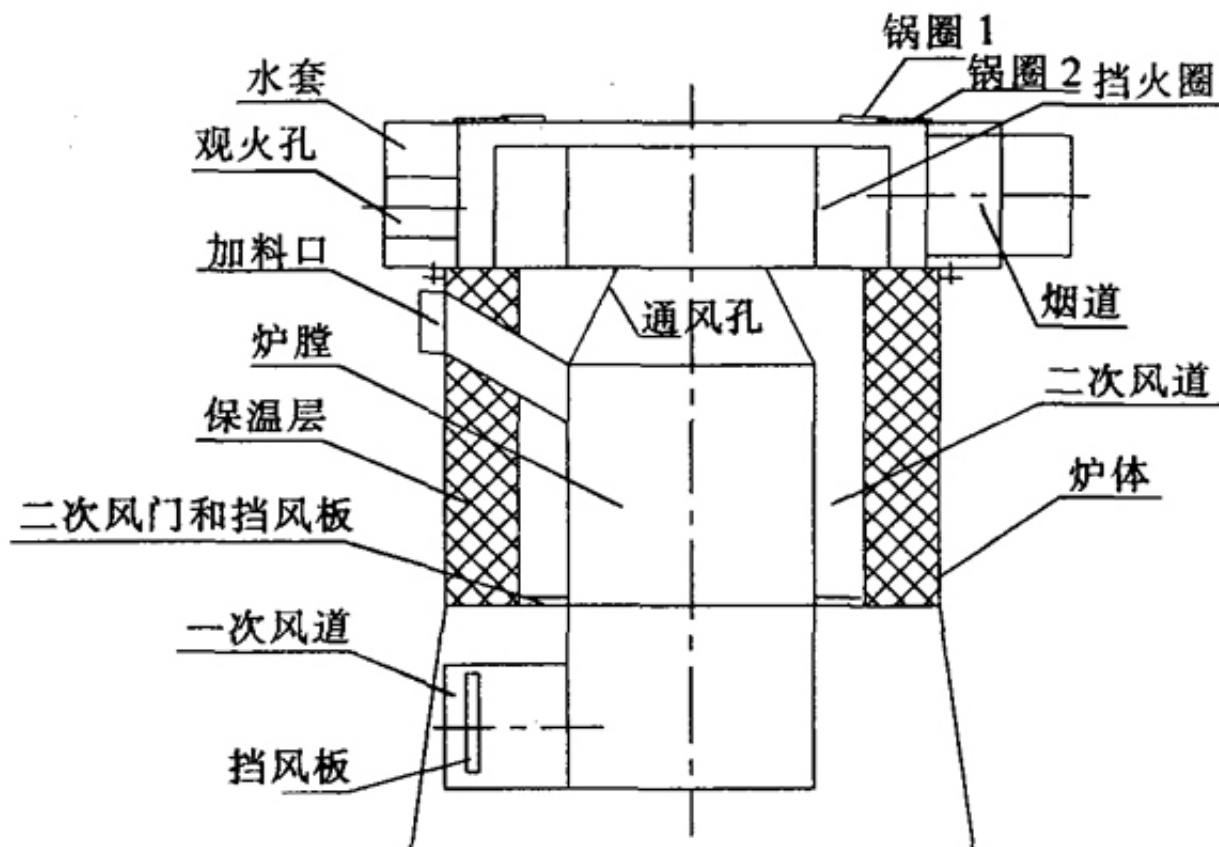


图 1 生物质颗粒燃料炉结构简图

Fig. 1 Structure diagram of biomass pellet fuel stove

2 试验研究

2.1 试验方法

根据GB/T 16155-1996《家用炊事采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 θ_{j1} ，在蒸发锅内，将温度为25 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 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 。当出水温度低于75 时，关闭阀门停止放水。放水期间，每隔2min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10min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 θ_{n1} ，开始炊事火力强度试验。锅水蒸发期间，每隔5min记录1次锅水温度，并计算平均温度值。锅水蒸发1h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 θ_c 和平均进水温度 θ_j 。结束采暖试验时测量水套的容水量 G_t 及其温度 θ_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, $^{\circ}\text{C}/\text{min}$; θ_{n1} 为锅水升至沸点时的温度, $^{\circ}\text{C}$; 25 为锅水初始温度, $^{\circ}\text{C}$; 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; γ 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

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

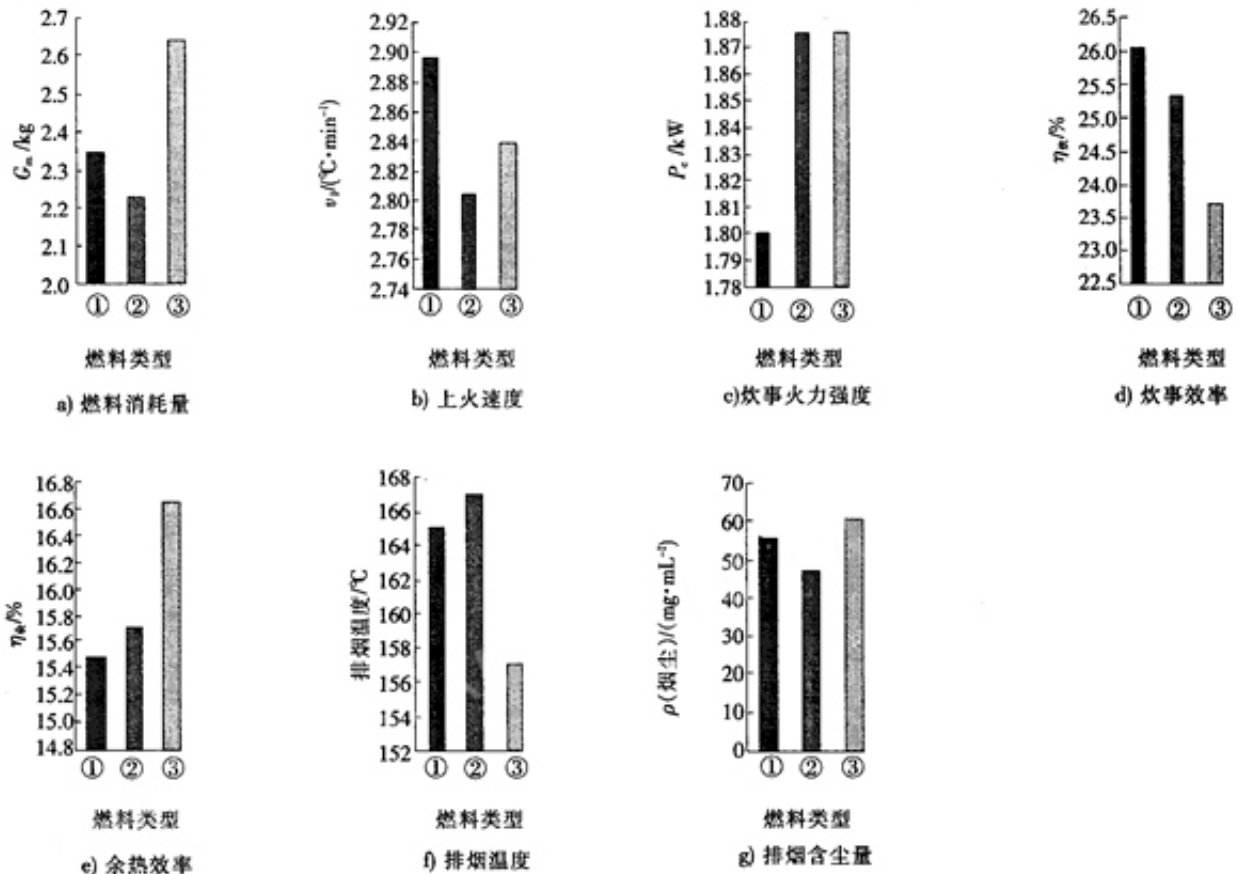
余热效率为

$$\eta_{\text{余}} = \frac{4.18 \times [G_c(\theta_c - \theta_j) + G_t(\theta_t - \theta_{j1})]}{G_m \cdot Q_{\text{Dw}}^{\text{Y}}} \times 100\%.$$

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; θ_c 为平均出水温度, $^{\circ}\text{C}$; θ_j 为平均进水温度, $^{\circ}\text{C}$; G_t 为水套容水量, kg; θ_t 为结束试验时水套水的温度, $^{\circ}\text{C}$; θ_{j1} 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_{Dw}^{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 液压成型稻秆; 液压成型玉米秸秆; 液压成型高粱秆。颗粒燃料的直径为6mm或8mm, 长度为20~30mm, 体积质量为1.0t/m³, 含水率为7.0%, 他们的应用基低位发热量分别为13498, 14684, 14258kJ/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中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中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CO，NO_x、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，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。

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/tech/119594.html>