

文章编号:0254-0096(2018)10-2884-07

桉树木屑热压成型特性研究

王明峰¹, 叶国辉¹, 蒋恩臣¹, 姜 洋², 徐建宇¹, 李伟振²

(1. 华南农业大学材料与能源学院, 广州 510642; 2. 中国科学院广州能源研究所, 广州 510642)

摘 要: 以桉树木屑为原料,在自制的成型模具上,利用万能力学试验机研究物料粒径、含水率、温度以及成型压强变化对物料密度和压缩功率的影响。试验结果表明:木屑在粒径较小时,颗粒间比表面积大,加强粘结剂和分子引力作用,成型效果较好;含水率增加会降低压缩功率,同时会导致成型质量降低,物料含水率为4%~12%时有较好的成型效果;提升物料温度在一定范围内可显著降低压缩功率,提高物料成型密度,温度也间接地改变物料含水率和粘结剂等因素来影响成型效果,在约100℃时成型效果最佳;增大压强有利于提高物料成型的质量,当压强达到100 MPa后,增加压强对成型起到的作用甚微,成型质量保持在相对稳定的水平。

关键词: 桉树; 木屑; 成型; 密度; 功率

中图分类号: TK6

文献标识码: A

0 引 言

生物质成型技术是在一定温度、湿度和压力条件下,将松散的生物质转化成高密度的成型燃料的技术,可大大提高单位体积燃料的品质^[1,2],是一项重要的生物质预处理技术^[3]。根据成型方式可分为湿压成型、热压成型和炭化成型。

国外一些发达国家的成型技术已发展得相当成熟,日本、美国及一些欧洲国家的生物质固化成型燃料设备已达到规模化生产,形成产业化^[4,5]。瑞典、德国、意大利、芬兰、法国等欧洲国家的生物质燃料主要应用于热电联产、社区供暖和家庭采暖等方面,热效率均达到80%以上^[6]。相对而言,中国生物质成型技术研究起步较晚。进入21世纪,国家开始重视并推进生物质成型技术和设备的研发。大力推动科研单位与企业的共同合作,对成型设备进行设计改良,在国内形成初步的产业化,并具备了一定的生产规模^[7-9]。近年来,许多科研人员对成型机设备进行加强改进。邓志勇^[10]提出一种多排“锥头”型挤料头的压辊,能有效提高成型密度,但压辊的使用寿命较短。文献^[11]设计出一种秸秆挤压成型机机芯,解决了传统挤压成型机耗能高和需对原料进行预处理等问题。相 鹏^[12]设计出一

种湿法成型的生物质成型机,其具有成型工艺简单、操作方便、能耗低和生产效率高等优点,其生产率为2 t/h,可降低加工成本。生物质成型设备和工艺的改进,对提高成型产品质量及成型工艺的发展具有重要意义。

目前,生物质成型过程中仍存在单位产量功耗偏高、设备可靠性较差等缺点^[13]。开展生物质成型基础研究对成型工艺的优化和设备的改进具有重要的指导意义。本文以桉树木屑为原料,采用自制的成型模具,在万能力学试验机上着重研究物料的粒径、含水率、温度以及成型压强的变化对成型燃料密度和压缩功耗的影响,为生物质成型核心部件设计和工艺参数优化提供参考依据。

1 桉树木屑成型试验

1.1 试验材料制备

本试验以桉树木屑为试验材料,其组分分析和工业分析结果见表1。利用高速粉碎机对木屑进行粉碎后筛分出4种不同粒径范围的物料,然后在70℃电热恒温干燥箱内干燥48 h,并测得此时物料的含水率,取一定量的物料置于密封袋中,然后根据所需控制含水率添加适当水分,将物料分装密封

收稿日期: 2016-06-22

基金项目: 科技部农业科技成果转化资金(2014GB2E000048); 广东省科技计划(2015B020237010)

通信作者: 蒋恩臣(1960—), 男, 博士、教授、博士生导师, 主要从事生物质能利用工程方面的研究。ecjiang@scau.edu.cn

储存 2 d, 最终获得含水率在 4%~18% 之间, 梯度为 2% 的试验原料。

表 1 木屑的组分分析与工业分析

工业分析/%			
水分	挥发分	灰分	固定碳
10.86	75.32	1.66	12.16
组分分析/%			低位热值 MJ/kg
纤维素	半纤维素	木质素	
53.11	19.78	21.76	15.43

1.2 试验装置和方法

1.2.1 万能力学试验机

试验采用 WD-E 系列的精密型微控电子式万能试验机, 精准等级为 0.5, 最大试验力为 20 kN。

1.2.2 成型模具

试验所用成型模具如图 1 所示, 模具采用不锈钢制作。模具套内径为 10 mm, 长度为 100 mm, 模具可承受最高压力为 15 kN。通过万能力学试验机向压杆施加压力, 对物料进行压缩成型。

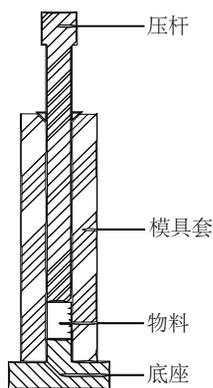


图 1 成型试验模具

Fig. 1 Forming model for experiment

1.2.3 试验方法

采用单因素试验研究物料粒径、含水率、温度以及成型压强对成型密度和能耗的影响。试验中, 物料粒径范围分别为 0.150~0.178 mm、0.178~0.250 mm、0.250~0.420 mm、0.420~1.000 mm; 含水率范围在 4%~18% 之间, 梯度为 2%; 物料的成型温度在 40~160 °C 之间, 梯度为 20 °C; 成型压强在 12.75~127.50 MPa 之间, 梯度为 12.75 MPa。

在万能力学试验机上利用定制的压缩模具开

展成型试验。试验前利用加热套将模具加热至设定温度, 定量称取 1.5 g 物料加入压缩模具中, 振荡使其充分填平, 当温度传感器测定的物料温度达到设定温度后开启压缩装置, 按预设程序进行压缩成型, 压缩过程的压力与形变数据将记录在压缩程序中。对成型物料进行脱模处理, 待冷却至室温后测量成型后颗粒的质量、直径和长度。进行 3 次平行试验。

1.3 试验参数的选择与处理

1.3.1 压缩功率

试验的压缩功率指外力作用为物料成型提供所需能量而消耗的功率, 区别于成型过程的总功耗(包括升温、粉碎及压缩的功耗), 是为研究各种因素影响下的成型特性而确立的试验指标。将试验过程获得的压力及物料形变的瞬时数据导入 Matlab 软件中, 运行预先编写的 trapz 积分函数, 对试验的力值数据对形变进行积分计算, 获得压缩功率。

1.3.2 颗粒密度

成型燃料的物理特性指标主要有颗粒密度、容积密度和耐久指数^[14]。其中, 颗粒密度指标是衡量成型燃料品质的重要指标。成型燃料的颗粒密度越大, 单位体积的燃料热值越高, 成型燃料的机械强度越好。结合试验的成型燃料产率考虑, 选择颗粒密度作为试验的成型燃料品质指标。

利用分析天平称量成型颗粒质量, 游标卡尺测量颗粒的长度、直径, 进而计算颗粒密度, 获得颗粒密度数据, 计算公式为:

$$\rho = \frac{m}{V} = 1000 \cdot \frac{m}{\frac{\pi d^2 l}{4}} = \frac{4000m}{\pi d^2 l} \quad (1)$$

式中, ρ ——密度, g/cm³; V ——体积, cm³; m ——质量, g; d ——直径, mm; l ——长度, mm。

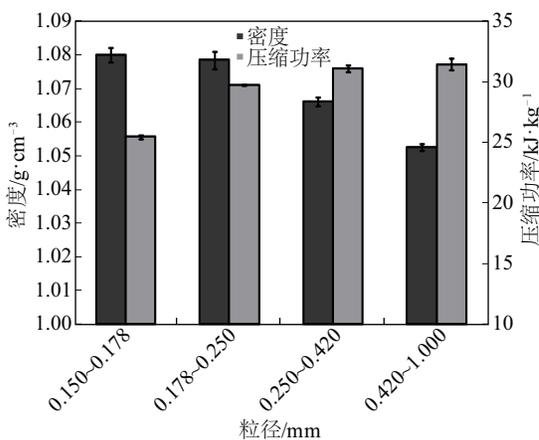
2 结果与讨论

2.1 物料粒径对成型特性的影响分析

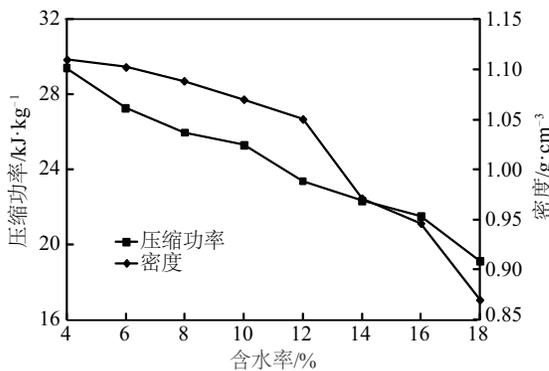
在含水率为 8%、温度为 80 °C、压强为 127 MPa 的条件下, 分别对 4 组不同粒径的木屑原料进行成型试验, 试验结果见图 2a。结果表明, 粒径越小成型所需压缩功率越小, 实验相关系数达到 0.68, 有较强的正相关性; 粒径越小, 成型木屑密度越高, 试

验相关系数达到-0.97,有很强的负相关性。物料粒径对物料间结合的影响很大,粒径在 0.15~0.25 mm 之间,木屑成型棒表面较光滑,颗粒间整合情况良好;粒径在 0.25~1.00 mm 之间,木屑成型棒表面相对粗糙,有明显颗粒。

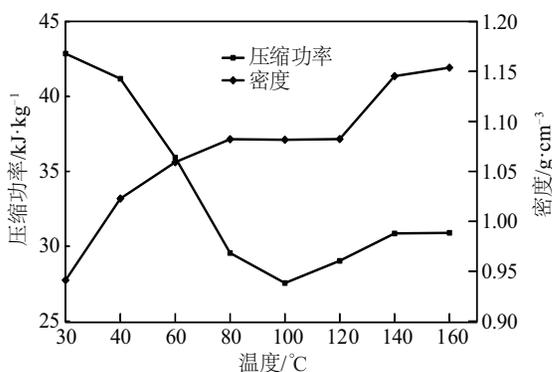
Kaliyan 等^[15]通过电镜扫描(SEM)观察认为粒子间的黏合创建主要通过固相桥接,固相桥接主要由木质素和蛋白质等天然粘剂形成。物料粒径越小,其延展性越强,可塑性越好。同时,粒子越细小,粒子比表面积越大,粒子间的接触面积越大,有利于粒子间的固相桥接。文献[16]发现,粉碎后



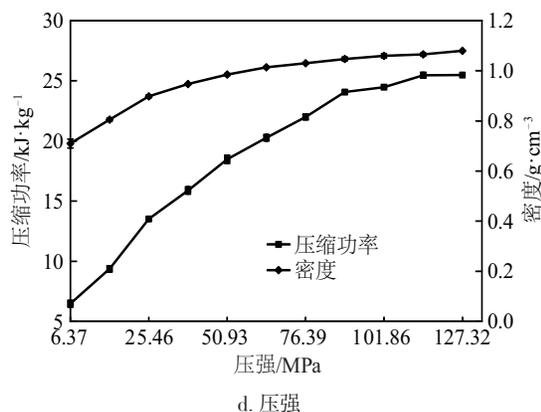
a. 粒径



b. 含水率



c. 温度



d. 压强

图2 各因素变化对压缩功率和颗粒密度的影响情况

Fig. 2 Compression power and density of different factors

物料颗粒有长条状、片状和不规则状等形状,长条状的颗粒在成型过程中充当成型燃料的“骨架”,片状和不规则状颗粒在成型过程中填充了长条状“骨架”的空隙,小于几百微米的小颗粒物料易于填充入骨架中,被压缩到一定程度后,粒子间的分子引力加强,甚至对内部结合起主要作用^[17,18]。撤去外力后,粒子间引力的作用巩固了物料的成型效果。

2.2 物料含水率对成型特性的影响分析

水作为粘结剂和润滑剂,是成型中最重要的一个因素。本文在粒径为 0.150~0.178 mm,温度为 80 °C,压强为 127 MPa 的条件下进行物料含水率对成型特性影响试验,试验结果见图 2b 和表 2。结果表明,成型过程中,物料水分有一定减少;木屑含水率增大,压缩功率逐渐减小,成型木屑棒的密度逐渐降低,含水率大于 12% 后成型颗粒密度下降明显。含水率与压缩功率、成型颗粒密度呈很强的相关性,相关系数分别达到 0.99 和 0.95。适量水分起

表2 含水率的变化情况

Table 2 Change of moisture in different original moisture

含水率/%	压后含水率/%	含水率变化率/%
4	2.77	31
6	4.78	20
8	6.57	18
10	8.37	16
12	10.32	14
14	12.13	13
16	13.97	13
18	15.53	14

到润滑作用,也会促进木素的软化、塑化。因此,木屑含水率增加能减小压缩功率,但成型木屑颗粒的密度也会相应降低。

不同含水率下的木屑成型品质有较大差异。含水率为4%~12%时,成型效果较好,成型棒表面光滑。文献[15]试验显示,在压块混合物中含有淀粉、糖类等水溶性成分,水可作为一个溶剂使这些成分混合。水在压力作用下成为薄膜粘合剂,增大粒子的接触面积促进粒子间范德华力的结合。借助热量,诱发多种物理和化学变化,如生物量的热软化、蛋白质的变性,淀粉凝胶化,连续溶解和再结晶。这些物理化学变化改变了生物质颗粒的结合特性。

含水率大于12%后,成型颗粒的径向截面上出现裂痕,并随着含水率的增大而增多。水分过高,在成型过程中多余水分填充在粒子之间,使粒子间贴合不够紧密,在成型压力较大时还会出现成型燃料爆开现象^[19],形成成型木屑棒表面的裂痕。另一方面,水分过低也不利于成型。原料颗粒缺少水的润滑,使颗粒间不能紧密啮合,会导致成型燃料的成型效果不佳。不同生产工艺对物料含水率的要求有较大差异,但含水率对成型工艺影响的作用机理相似。

2.3 物料温度对成型特性的影响分析

在物料粒径为0.178~0.250 mm,含水率为8%,压强为127 MPa条件下进行物料温度对成型特性的影响,试验温度范围为40~160℃,梯度为20℃,试验结果见图2c和表3。

表3 温度变化对物料含水率的影响

Table 3 Influence of temperature change on material moisture

木屑 温度/℃	30	40	60	80	100	120	140	160
试验后 含水率/%	8.03	7.81	7.41	7.27	6.27	2.83	0.51	0.15

物料温度低于100℃时,随着温度的升高,压缩功率不断减小,温度在30~80℃间压缩功率减小得较快,在80~100℃间功率减小减缓;当温度超过100℃以后压缩功率仍保持在相对较低的水平,但压缩功率稍有增大;在30~60℃间,木屑成型密度随温度的升高快速增加,60℃以后密度增长减慢,在60~120℃间保持在约1.08 g/cm³,继续升温,密度可

达1.15 g/cm³以上。成型温度对成型后物料含水率影响较大,温度越高成型后的木屑材料含水率越低,温度超过100℃后,水分的挥发速度加快,当温度到达140℃时,水分接近为零。

文献[20,21]研究表明,升高温度为物料提供的能量促进了物料分子结构变化,加热生物质材料能使木质素软化,当软化温度在70~100℃时,木质素的粘合力增强,促进颗粒结合。此外,高温使成型物料的表层轻微炭化,从而减少物料与成型模具之间的摩擦阻力。Larsson等^[22]建立了生物质成型数学模型,当缺少温度因素时会导致其他所有的模型都有所缺失。温度对成型的影响除温度本身对物料性质和内能的影响外,还通过作用于其他控制因素(如含水率变化、木质素软化等)来影响成型效果。物料温度达到木质素软化温度后,在高温高压条件下,材料的粉粒体特性逐渐向流体特性转变^[23-25],粒子受主应力产生的形变受到阻碍,对成型产生不利影响。因此温度达到100℃以后,压缩功率有所增大。

2.4 压强因素对成型特性的影响分析

在物料粒径0.150 mm~0.178 mm、含水率8%、温度80℃条件下,进行压缩压强对成型特性影响试验,试验结果见图2d。结果表明:压强增大,成型木屑棒的密度增大,压缩功率也增大,密度和压缩功率分别在压强达到70 MPa和100 MPa后减缓增长。压强达到100 MPa后可看出,压缩功率趋于稳定,表明继续增大压强对成型起到的作用甚微。文献[26]利用橡树木屑同样试验,试验的压强参数在达到100 MPa时,压缩功率趋于平稳,与本试验结果相似。

研究表明,压缩成型主要分为3个阶段^[27]:预压阶段、过渡阶段和成型阶段。预压阶段主要是减少原料间间隙,使原先松散的固体颗粒紧密接触,该阶段压缩的阻力较低,所需压强小,但由于形变较大,所以整体的密度增加很大;成型阶段压力主要驱使原料内部结构变化,生物质内部空隙缩小,这阶段密度增加的难度较大,需相对较高的压强,压缩压力迅速增大。由于物料存在压缩极限,当物料密度足够大后,继续增大压强,物料的形变不会有较大变化,因而对物料密度的增加作用较小。

压缩过程的形变-力值变化如图 3 所示。在不同的最大成型压力下,形变-力值变化具有可重复性。成型试验中,首先被压原料的形变较大,而力值缓慢增加;继而成型压力显著增大,而相应的形变量却越来越小,该现象与压缩成型的 3 个阶段相对应。

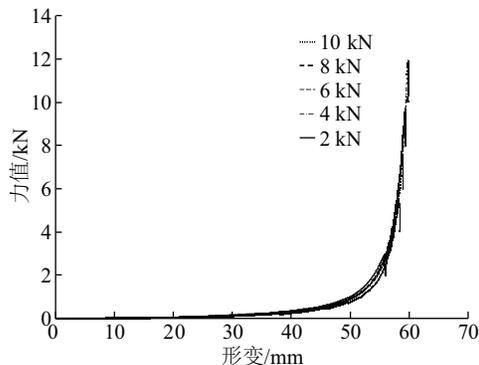


图 3 压缩过程的形变-力值变化

Fig. 3 Deformation-force variation in compressing process

3 结 论

1) 物料粒径对物料间结合的影响很大,粒径越小,成型所需的压缩功率越小,成型木屑的密度越高,粒径在 0.150~0.250 mm 之间,木屑成型棒表面比较光滑,颗粒间整合情况良好。小粒径的原料具有相对较大的比表面积,粒子间的接触面积增大,加强了粘结剂和颗粒间分子引力等因素的作用效果,有利于原料颗粒的成型结合。

2) 含水率对物料成型效果影响很大。木屑含水率增大,压缩功率逐渐减小,成型后密度逐渐降低,呈现很强的相关性,不同含水率下的木屑成型品质有较大差异。水分过低,缺少润滑效果,压缩功耗大;过量的水分则阻碍粒子贴合,使成型棒出现开裂,试验范围内,物料含水率在 4%~12% 之间时有利于维持成型效果。

3) 升高物料温度能在一定范围内减小机械的压缩功率,增加物料成型密度,同时温度也会通过改变其他成型因素(如物料含水率,粘结剂的粘合剂力等)间接影响成型效果。温度在约 100 °C 时,成型效果最佳。

4) 增大压强可提高物料成型的质量,成型木屑棒的密度增大,压缩功率也增大,压强达到 100 MPa 以后,成型质量保持在一个相对稳定的水平,不再

随压强的增大而明显变化,因此盲目增大压强并不能带来良好的成型效益。

[参考文献]

- [1] 景元琢,董玉平,盖超,等.生物质固化成型技术研究进展与展望[J].中国工程科学,2011,13(2): 72—77.
- [1] Jing Yuanzhuo, Dong Yuping, Gai Chao, et al. Researching progress and prospect about biomass curing technology[J]. Engineering Sciences, 2011, 13(2): 72—77.
- [2] 谷志新,张鑫宇.生物质燃料成型工艺模糊神经网络预测模型研究[J].太阳能学报,2015,36(6): 1371—1376.
- [2] Gu Zhixin, Zhang Xinyu. Fuzz neural network prediction model of briquetting process of biomass fuel [J]. Acta Energetica Solaris Sinica, 2015, 36(6): 1371—1376.
- [3] 陈正宇.生物质成型工艺参数研究[D].北京:北京机电研究所,2013.
- [3] Chen Zhengyu. Technology parameters study of biomass compression molding[D]. Beijing: Beijing Mechanical and Electrical Institute, 2013.
- [4] 钱能志,尹国平,陈卓梅.欧洲生物质能源开发利用现状和经验[J].中外能源,2007,12(3): 10—14.
- [4] Qian Nengzhi, Yin Guoping, Chen Zhuomei. European biomass energy development and utilization status and experience[J]. Sino-Global Energy, 2007, 12(3): 10—14.
- [5] Cliffe K R, Patumsawad S. Co-combustion of waste from olive oil production with coal in a fluidized bed [J]. Waste Management, 2001, 21(1): 49—53.
- [6] 林吴薇,高永伟.生物质致密成型技术研究进展[J].中外能源,2012,37(1): 39—42.
- [6] Lin Wuwei, Gao Yongwei. The research progress of biomass density molding technology [J]. Sino-Global Energy, 2012, 37(1): 39—42.
- [7] 何元斌.生物质成型压缩燃料及成型技术[J].农村能源,1995,(6): 19—21.
- [7] He Yuanbin. Biomass fuel compression molding and molding technology[J]. Rural Energy, 1995, (6): 19—21.
- [8] 崔昌龙,王伟,张楠.秸秆固化技术现状及发展趋势分析[J].应用能源技术,2010,(6): 53—55.
- [8] Cui Changlong, Wang Wei, Zhang Nan. The research on construction in energy-saving industry structure of

- resource-based city[J]. *Applied Energy Technology*, 2010, (6): 53—55.
- [9] 肖宏儒, 宋卫东, 钟成义, 等. 生物质成型燃料加工技术分析研究[J]. *中国农机化*, 2009, (5): 65—68.
- [9] Xiao Hongru, Song Weidong, Zhong Chengyi, et al. Research on biomass molding fuel process technique and equipment[J]. *Chinese Agricultural Mechanization*, 2009, (5): 65—68.
- [10] 邓志勇. 一种新型生物质颗粒成型压料机构[P]. 中国: 203043942, 2013-07-10.
- [10] Deng Zhiyong. A new kind of biomass granule molding pressure institution[P]. China: 203043942, 2013-07-10.
- [11] 周 葆. 一种秸秆挤压成型机机芯[P]. 中国: 203282723, 2013-11-13.
- [11] Zhou Bao. A knot stem extrusion molding machine movement[P]. China: 203282723, 2013-11-13.
- [12] 相 鹏. 湿法成型的生物质成型机[P]. 中国: 204451271, 2015-07-08.
- [12] Xiang Peng. Wet molding of biomass molding machine [P]. China: 204451271, 2015-07-08.
- [13] 周春梅, 来小丽. 生物质秸秆成型工艺的试验研究[J]. *可再生能源*, 2009, 27(5): 37—41.
- [13] Zhou Chunmei, Lai Xiaoli. Experimental study on biomass briquetting technology[J]. *Renewable Energy Resources*, 2009, 27(5): 37—41.
- [14] 张 霞, 蔡宗寿, 陈丽红, 等. 生物质成型燃料致密成型机理及品质评价指标[J]. *可再生能源*, 2014, 32(12): 1917—1921.
- [14] Zhang Xia, Cai Zongshou, Chen Lihong, et al. Straw briquette fuel density forming mechanism and the quality evaluation index[J]. *Renewable Energy Resource*, 2014, 32(12): 1917—1921.
- [15] Kaliyan N, Morey R V. Natural binders and solid bridge type binding mechanisms in briquettes and pellets made from corn stover and switchgrass[J]. *Bioresource Technology*, 2010, 101(3): 1082—1090.
- [16] 苏超杰. 生物质致密成型燃料微观结构分析及其燃烧机理研究[D]. 郑州: 河南农业大学, 2007.
- [16] Su Chaojie. Study on microstructure and combustion mechanism of biomass briquettes combustion[D]. Zhengzhou: Henan Agricultural University, 2007.
- [17] 盛奎川, 吴 杰. 生物质成型燃料的物理品质和成型机理的研究进展[J]. *农业工程学报*, 2004, 20(2): 242—245.
- [17] Sheng Kuichuan, Wu Jie. Physical quality and forming mechanism of straw briquette fuel research progress [J]. *Transactions of the CSAE*, 2004, 20(2): 242—245.
- [18] 吴云玉, 董玉平, 吴云荣. 生物质固化成型的微观机理[J]. *太阳能学报*, 2011, 32(2): 268—271.
- [18] Wu Yunyu, Dong Yuping, Wu Yunrong. Biomass curing microscopic mechanism[J]. *Acta Energeiae Solaris Sinica*, 2011, 32(2): 268—271.
- [19] 李 强, 陈铁军, 饶发明, 等. 锯末制备生物质成型燃料的试验研究[J]. *可再生能源*, 2011, 30(9): 85—89.
- [19] Li Qiang, Chen Tiejun, Rao Faming, et al. Sawdust experimental research on the preparation of biomass shaped fuel[J]. *Acta Energeiae Solaris Sinica*, 2011, 30(9): 85—89.
- [20] 杜红光, 董玉平, 王 慧, 等. 生物质冷压成型模具摩擦热分析[J]. *农业工程学报*, 2011, 27(9): 58—62.
- [20] Du Hongguang, Dong Yuping, Wang Hui, et al. Analysis of friction heat formed in biomass cold briquetting mold[J]. *Transactions of the CSAE*, 2011, 27(9): 58—62.
- [21] Stelte W, Clemons C, Holm J K. Thermal transitions of the amorphous polymers in wheat straw [J]. *Industrial Crops and Products*, 2011, 34(1): 1053—1056.
- [22] Larsson S H, Thyrel M, Geladi P, et al. High quality biofuel pellet production from pre-compacted low density raw materials[J]. *Bioresource Technology*, 2008, 99(15): 7176—7182.
- [23] 郭康权, 赵 东, 查养社, 等. 植物材料压缩成型时粒子的变形及结合形式[J]. *农业工程学报*, 1995, 11(1): 138—143.
- [23] Guo Kangquan, Zhao Dong, Zha Yangshe, et al. Particles deformation and combination model of the biomass materials in the compressing and forming proecess [J]. *Transactions of the CSAE*, 1995, 11(1): 138—143.
- [24] 李 虎, 孙 奇, 邢丹丹. 木质纤维成型机理及其成型因素分析[J]. *木工机床*, 2014, (3): 10—13.
- [24] Li Hu, Sun Qi, Xing Dandan. Wood fiber forming mechanism and forming factor analysis[J]. *Woodworking Machinery*, 2014, (3): 10—13.
- [25] Razuan R, Chen Q, Zhang X, et al. Pyrolysis and combustion of oil palm stone and palm kernel cake in fixed-bed reactors [J]. *Bioresource Technology*, 2010, 101(12): 4622—4629.
- [26] Li Yadong, Liu Henry. High-pressure densication of wood residues to form an upgraded fuel[J]. *Biomass and*

- Bioenergy, 2000, 19(3): 177—186.
- [27] 肖宏儒, 梅松, 宋志禹, 等. 生物质成型燃料加工关键技术及装备研究[J]. 中国农机化学报, 2014, 35(6): 217—221.
- [27] Xiao Hongru, Mei Song, Song Zhiyu, et al. Research on equipment and key techniques of biomass briquette processin[J]. Journal of Chinese Agricultural Mechanization, 2014, 35(6): 217—221.

RESEARCH OF HOT PRESS FORMING CHARACTERISTICS OF EUCALYPTUS SAWDUST

Wang Mingfeng¹, Ye Guohui¹, Jiang Enchen¹, Jiang Yang², Xu Jianyu¹, Li Weizhen²

(1. College of Materials and Energy, South China Agricultural University, Guangzhou 510642, China;

2. Guangzhou Energy Research Institute, Chinese Academy of Sciences, Guangzhou 510642, China)

Abstract: Using eucalyptus sawdust as raw materials, the effect of material property such as particle size, moistures, temperature and molding pressure on material density and compression power was studied on a self-made molding die using universal mechanical testing machine. The experimental results show that when the particle size of sawdust is smaller, the specific surface area between the particles is large, the binder and molecular gravitation are strengthened, and the molding effect is better. With the increase of moisture, the compression power and the molding quality decrease gradually. The sawdust has better molding effect when moisture is between 4% and 12%. Increasing the material temperature within certain range, the compression power can be reduced sharply, the material molding density is increased, the temperature also indirectly changes the moisture content of the material and other factors of binder to affect the molding effect, and the molding effect is the best at about 100 °C. The growth of pressure is beneficial to improve the molding quality of materials. However, when the pressure reaches 100 MPa, increasing pressure has little effect on the molding, and the molding quality is maintained at a relatively stable level.

Keywords: eucalyptus; sawdust; molding; density; power