

生物质颗粒燃料冷成型技术试验研究

摘要对环模生物质颗粒燃料成型机影响成型的各主要因素进行了分析及试验研究，给出不同生物质原料、粒度、含水率、环模孔长径比等因素与颗粒成型率及吨料电耗的关系，找出生物质颗粒燃料的最佳成型条件。

0引言

近年来，石油、煤炭价格大幅上涨，能源短缺十分严重，能源形势日益紧张，开发出适用的可再生能源产品已成了当务之急。生物质能源是唯一的可以储存、运输的可再生能源，是替代化石燃料的首选。但生物质具有堆积密度小、能量密度低、运输、储存使用空间大、成本高等特点，其严重制约了生物质能的大规模应用。因此，开发生物质冷态致密成型颗粒加工技术及设备，是有效利用生物质的必不可少的重要环节。生物质经过致密成型后不但可作为燃料取代煤炭直接燃烧利用，同时也可通过干馏炭化技术、液化技术、气化技术等进行深加工利用，从而解决生物质利用的经济性和实用性问题，实现生物质能源规模化应用。

本文利用我们研制的，型生物质颗粒燃料成型样机，通过对玉米秸秆和麦秸秆进行大量成型试验研究，研究不同生物质原料、粒度、含水率、成型机环模孔长径比等因素与颗粒成型率及吨料电耗的关系，找出生物质颗粒燃料的最佳成型条件，为生物质颗粒成型机的成型工艺改进及设备优化设计提供试验依据，进而为生物质资源化利用的预处理技术提供科学数据。

1试验装置与试验方法

1.1试验装置

本试验采用的skr-25型生物质颗粒燃料成型样机的基本结构如图所示。

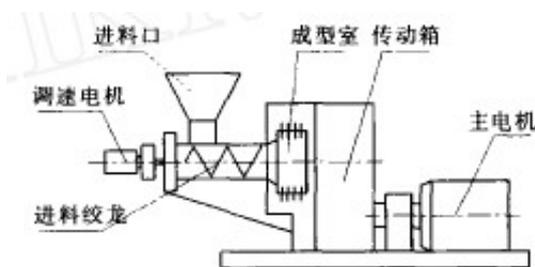


图1 环模颗粒机基本结构示意图

Fig.1 Basic structure of moulding machine

生物质原料粉碎后从加料口经进料绞龙进入成型室，在成型室内，主轴带动环模旋转，在磨擦力作用下，压辊与环模同时旋转，原料经进料刮板被卷入环模和压辊之间，两者相对旋转对原料逐渐挤压，并挤入环模孔，在环模中成型，并不断向孔外挤出，再由切刀按所需长度切断成型颗粒，压粒过程中物料是在压模与压辊强烈挤压作用下强制通过均布于环形压模的小孔而压实成型的。

1.2试验方法

生物质原料在成型过程中，成型机结构、环模孔结构以及成型工艺是相关联的，在确定了成型机结构和环模孔结构后，成型工艺成了技术关键，不同原料、不同成型工艺的试验表明原料粒度、含水率、成型压力是影响冷成型燃料生产的主要因素。在充分分析生物质冷成型机理及影响成型的各主要因素的基础上，我们选择两种来源广泛、具有一定代表性的生物质原料玉米秸秆和麦秸秆进行冷成型试验研究—测定原料在不同粉碎粒度、含水率下的成型率和吨料电耗。同时，通过调整成型机的关键部件环模的厚度测定不同环模孔长径比的颗粒成型率及电耗，从而得出玉米秸秆和麦秸秆的成型条件范围及最佳成型工艺条件。

2试验结果及分析

2.1原料粒度对成型效率的影响

由于生物质经粉碎机粉碎后的粒度并非完全一致,为了更直观地反映粒度对成型过程的影响,我们采用粉碎机的筛网孔径来表征成型原料的粒度,初步试验后,决定采用孔径分别为8、6、4、2mm的4种筛网粉碎后的原料分别进行成型试验(原料含水率25%、环模孔长径比5:1),研究粒度与成型效率的关系,结果见表1。

表 1 粒度试验数据结果
Table 1 Molding result for diferent granularity

筛网孔径/mm	玉米秸秆颗粒成型率/%	吨料电耗/(kW·h)·t ⁻¹	筛网孔径/mm	麦秸秆颗粒成型率/%	吨料电耗/(kW·h)·t ⁻¹
8	62.3	123.5	8	36.8	277.1
6	89.6	85.2	6	61.4	185.6
4	92.3	81.6	4	85.3	120.3
2	94.2	78.6	2	90.2	105.4

试验数据表明,颗粒的成型率及吨料电耗与原料粒度呈反比关系,粒度越小,成型效率越高。但是,对整个颗粒成型系统而言,并不是粒度越小越好,因为随着筛网孔径的减小,原料的粉碎效率急剧下降,粉碎电耗上升,系统效率随之下降。因此,综合考虑应在保证成型机合理成型效率的基础上选择较大的筛网孔径,使系统综合电耗达到最佳值。

从成型效率与原料粒度关系图上图2、图3可看出,成型率及吨料电耗与原料粒度并非线性关系,当粒度增大到一定量值以上,成型率出现快速下降趋势,吨料电耗也同步快速上升,曲线图上形成一个拐点,该点即可作为我们选择最佳筛网孔径的主要参考点。对于不同的物料,因其成分含量不同,成型难易也不同,拐点的位置也不同,从图2、图3可看出,对玉米秸秆其最佳筛网孔径为6mm,而对麦秸秆其最佳筛网孔径为4mm,显然麦秸秆在成型过程中对原料粒度要求较高,比玉米秸秆更难成型。

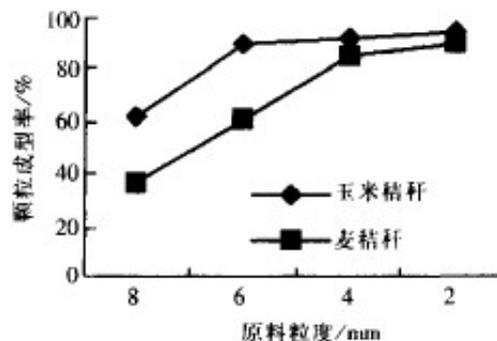


图 2 不同粒度对颗粒成型率的影响

Fig.2 Influence of granularity on granule molding ratio

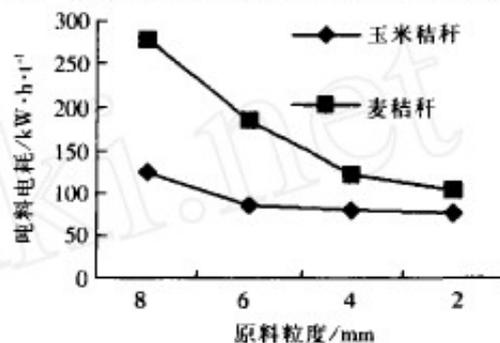


图 3 不同粒度对吨料电耗的影响

Fig.3 Influence of granularity on electricity cost

2.2原料含水率对成型效率的影响

原料含水率对颗粒成型率影响很大, 含水率过低或过高, 生物质颗粒均无法正常成型图。水分过低, 生物质粉料在压缩过程中缺少必要的软化剂和润滑剂而无法成型水分过高, 成型条件变坏, 成型室内原料被挤成饼状, 无法顺利从成型孔压出, 会造成机器卡死, 成型压力大幅度上升, 主电机超载, 防护成型机安全的安全销断裂。初步试验表

明, 成型时原料含水率控制在10%-40%才能有效成型, 含水率在10%以下时, 成型率大幅降低。因此, 我们选择4种含水率分别为15%、20%、25%、30%时进行成型试验(原料粒度筛网孔径为4mm、环模长径比5:1), 研究其对成型效率的影响, 试验结果数据见表2。

试验结果表明, 原料含水率对成型率的影响相当大, 只有将含水率控制在一定范围内, 成型过程才能正常进行。当含水率超过30%以后, 成型机运行中出现卡死的几率大大上升, 当含水率降低到一定数值以下时, 成型率将急速下降。从图4、图5可以发现, 玉米秸秆成型对原料含水率的适应范围较宽, 当含水率在20%-30%之间时, 其成型率及吨料电耗均保持在一个相对合理、稳定的水平, 最佳含水率在25%左右。而麦秸秆的含水率使用范围为25%-30%, 含水率大于30%后, 机器卡死几率也大于玉米秸秆, 并且其成型率及吨料电耗指标也大大高于玉米秸秆, 成型工艺条件较难控制。

表 2 含水率试验数据结果

Table 2 Molding result for diferent containing water ratio

玉米秸秆			麦秸秆		
原料含水率 /%	颗粒成型率 /%	吨料电耗 /(kW·h)·t ⁻¹	原料含水率 /%	颗粒成型率 /%	吨料电耗 /(kW·h)·t ⁻¹
14.3	48.7	117.2	15.1	21.4	258.3
20.7	78.3	92.5	19.6	57.8	225.1
25.1	92.3	81.6	24.8	85.3	120.3
30.8	82.6	86.2	30.7	89.6	125.6

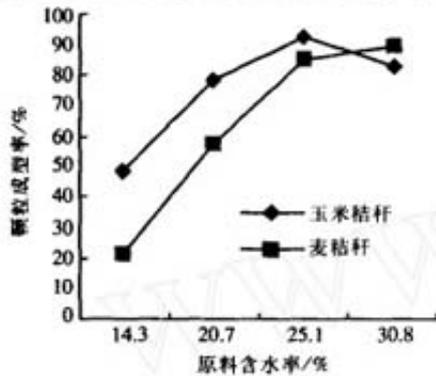


图 4 原料不同含水率对颗粒成型率的影响

Fig.4 Influence of containing water ratio on granule molding ratio

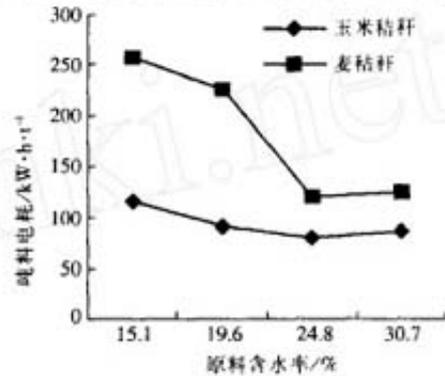


图 5 原料不同含水率对吨料电耗的影响

Fig.5 Influence of containing water ratio on electricity cost

表 3 环模孔长径比试验数据结果

Table 3 Molding result for diferent dia-long ratio of annular mould

玉米秸秆				麦秸秆			
环模孔长径比	颗粒成型率 /%	吨料电耗 /(kW·h)·t ⁻¹	成型颗粒密度 /g·cm ⁻³	环模孔长径比	颗粒成型率 /%	吨料电耗 /(kW·h)·t ⁻¹	成型颗粒密度 /g·cm ⁻³
4:1	51.3	103.2	0.94	4:1	21.2	218.3	0.91
5:1	92.3	81.6	1.11	5:1	85.3	120.3	1.15
6:1	94.3	90.3	1.23	6:1	89.4	108.6	1.22
7:1	96.1	102.5	1.37	7:1	90.2	156.4	1.34

2.3环模孔长径比对成型效率的影响

环模孔长径比是颗粒成型设备直接决定原料成型条件的重要因素图，它决定了原料的成型压力和压缩比，当长径比较小时，成型压力较低，成型率也较低，成型颗粒密度较小长径比越大，原料成型过程中受到的压力越大，成型过程也越长，此时，成型率提高，颗粒密度加大，耗电量也大幅提高，颗粒产量下降。因此，找出环模孔长径比与成型效率的对应关系，对优化环模设计、提高成型设备整机效率十分重要。本试验我们采用8mm孔径的环模，通过改变孔长的方法，测试环模孔长径比对成型效率的影响，测试长径比分别为4:1、5:1、6:1、7:14种形式，试验原料粒度取4mm筛孔直径及25%含水率。试验数据见表3。

从图6、图7可以看出当环模孔长径比低于5:1时，成型率迅速下降，同时导致吨料电耗也随着迅速上升当环模长径比高于5:1时，成型率基本上是呈线性增加趋势，而吨料电耗的变化因原料的不同则呈现出不同趋势，玉米秸秆的最佳吨料电耗出现在长径比5:1处，麦秸秆的最佳值为长径比6:1，其主要原因是麦秸秆纤维素含量高，较难压缩成型，需要较高的成型压力才能保证有效成型率。图8给出了成型颗粒密度随环模孔长径比的变化关系，基本呈同步增长趋势。

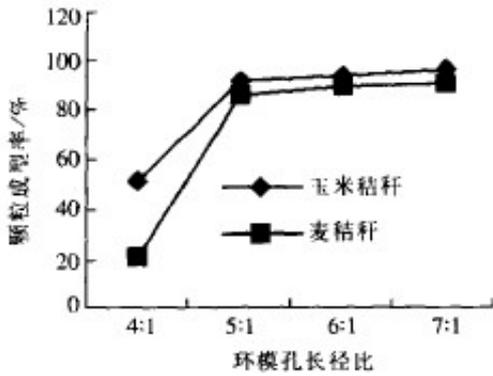


图6 不同环模孔长径比对成型率的影响

Fig.6 Influence of dia-long ratio of annular mould on granule molding ratio

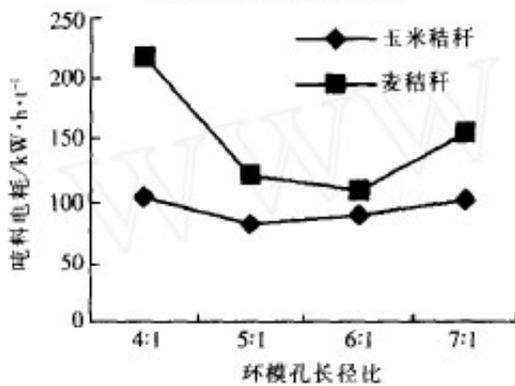


图7 不同环模孔长径比对吨料电耗的影响

Fig.7 Influence of dia-long ratio of annular mould on electricity cost

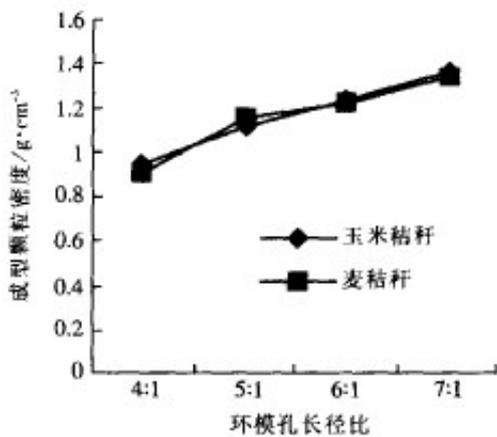


图8 不同环模长径比颗粒产品密度

Fig.8 Density of granule fuel for different fuel dia-long ratio of annular mould

3结论

1) 适当的粉碎粒度、原料含水率及环模孔长径比是生物质冷压成型的基本工艺条件。当筛网孔径不大于6mm, 原料含水率在20%-30%之间, 环模孔长径比为5:1时, 玉米秸秆的成型率较高, 成型过程运行稳定。试验数据显示, 筛网

孔径为6mm、原料含水率为25%、环模孔长径比为5:1时其综合电耗达到最佳值，冷成型颗粒吨料电耗低于100KW·H；

2) 高纤维素含量的麦秸秆也可以冷压成型，但成型条件较苛刻，要求粉碎机筛网孔径不大于4mm、原料水份含量在25%-30%之间、环模孔长径比不小于6:1。麦秸秆的最佳成型条件为筛网孔径4mm、原料含水率25%、环模孔长径比6:1；

3) 不同生物质原料，对成型条件要求有所不同，对于玉米秸秆类的普通生物质秸秆，其冷成型工艺较容易控制，成型率较高，吨料电耗能够保持在较合理水平，已具备实际应用条件。而对于麦秸秆类高纤维素含量的生物质原料，成型难度较大，成型过程中对粒度、含水率等因素的适应范围较窄，需要的成型压力也较大，成型率较低，其吨料电耗也大大高于玉米秸秆，经济性较差，还需从设备及工艺上进一步改进提高。

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/tech/45848.html>