生物质燃料固化成型工艺研究

【摘要】生物质成型燃料作为生物质能源，具有原料来源广泛、可再生、清洁等优点，最近几年得到了快速发展，目前我国也出台了很多相关政策，为它的发展提供了良好的环境。根据中国生物质成型燃料技术产业化现状，对技术、设备、资源等影响产业化的主要因素进行分析，研究了生物质固化成型燃料的各种工艺参数和研究现状。

我国生物质（锯屑、稻壳、树枝、秸秆等）资源丰富，总量达9亿多吨，但存在能源密度低、生产具有季节性、资源分散、运输难、储存损耗大等缺点，成为制约我国生物质规模化利用的主要瓶颈。生物质固化成型技术是指具有一定粒度的农林废弃物干燥后在一定的压力作用下，可连续挤压制成棒状、粒状、块状等各种成型燃料的加工工艺，该技术大大提高了单位体积燃料的品质，便于贮存和运输。

目前，我国生物质成型技术已取得了很大进展，但是仍存在着单位产量能耗大、设备可靠性差等缺点。本文主要研究了生物质成型的各种工艺参数，为延长生物质成型设备使用寿命，降低能源消耗提供参考。

1生物质压缩成型技术

1.1生物质成型原理

植物细胞中含有纤维素、半纤维素和一定量的木质素。其中具有一定含水率的纤维素在力的作用下可以形成一定的形状，而木质素具有胶黏作用。当温度达到70～100°C时，木质素开始软化，并有一定的黏度，当达到200～300°C时，呈熔融状，黏度变高，此时若施加一定的外力，可使它与因受热分子团变形的纤维素紧密粘结，并与相邻颗粒互相胶接，使体积变小，密度增大，取消外力后，由于非弹性或粘弹性的纤维分子间的相互缠绕和绞合，其仍能保持给定形状，冷却后强度进一步增加，成为成型燃料。

1.2影响生物质成型的因素

影响生物质燃料压缩成型的因素很多，主要有生物原料本身（包括原料种类、粒度、含水率等）、成型压力、成型温度、成型模具形状及尺寸、压缩方式、成型工艺、成型过程的滞留时间、粘结剂等。

由于生物质材料的种类和成分不同，受压缩方式和压缩条件的影响，成型燃料的品质特性存在较大差异。生物质成型燃料的品质特性主要有燃烧特性和物理特性，物理品质特性直接决定了成型块的使用要求、运输要求和贮藏条件。

1.2.1生物质原料生物质原料具有流动性差、相互牵连力大的特性，是成型喂入和压缩的瓶颈。对于不同的原料、不同的含水率、不同的粒度，压缩特性有很大的差异，并对成型过程和产品质量有很大的影响。

1.2.1.1原料种类不同种类的原料，其压缩成型特性有很大差异。一般来说木材较难压缩，而纤维状植物秸秆等容易压缩。在冷压条件下，较难压缩的原料不易成型，易压缩的原料则较易成型。在热压条件下，像木材等虽然难于压缩，但其纤维素含量高，在高温条件下反而易成型，而植物秸秆等则不易成型。木质素含量高的农作物秸秆和林业废弃物非常适合热压成型。生物质内纤维素含量决定了其成型的难易程度。

1.2.1.2原料粒度原料的粒度影响压缩成型块的质量，也影响生产效率和能量消耗。一般来说，粒度小的原料容易被压缩，粒度大的原料较难被压缩。并且在相同的成型压力下，原料粒度越小，成型后的燃料密度越大，成型效果越好；原料粒度较大时，成型机不能有效地工作，使能耗大，产量小。

一般高压设备（1000～1500bar）的颗粒可以适当大些，10mm左右为好；中、低压设备的颗粒应小些，但螺旋式设备的要求不能小于2mm，否则影响密度和生产率。木屑、稻壳等由于粒度细小，筛除杂物即可直接使用，秸秆、麦秸需经专用设备粉碎，一般至粒度在10mm以下。

1.2.1.3原料含水率水分是原料中最好的传热介质，可以降低成型过程中木质素软化和液化的温度，提高成型物料的表观导热系数，均匀成型物料的温度场。但当水分含量过高，加热过程产生的蒸汽不能从成型燃料中心孔排出，会造成燃料开裂，表面粗糙，甚至产生爆鸣等现象；而水分含量太低时，不利于木质素的塑化和热量的传递，则成型困难。一般要求原料的含水率在15%～25%左右；对于棒状成型燃料，要求原料的含水率不大于10%左右。活塞式成型机因其加工过程是间断式的，因此可以适当高些，为16%～20%。

1.2.2成型温度加热使生物质物料达到一定的温度，其主要作用为：①使生物质中的木质素软化、熔融而成为粘结剂；②使所压缩燃料的外表层炭化，减少挤压动力消耗；③提供物料分子结构变化所需的能量。对于热压成型机，一般温度控制在150～300°C之间比较适宜，温度过高，可使其水分气化，挥发分大量释放，导致成型物料疏松断裂，成型失败。

1.2.3成型压力与模具类型成型压力是生物质原料固化成型的最基本条件。对生物质原料施加压力的主要目的是：①破坏物料原来的物相结构，组成新的物相结构；②加强分子间的作用力，使物料变得致密均实；③为物料在模内成型及推进提供动力。随着成型压力的增大，成型块物质的结合力增大，结合强度提高，致密度大。同时，考虑成型压力过大对设备的要求相应提高，而对提高成型块性能不明显，易造成能源浪费，选取成型压力为60～90MPa较为经济适宜。

1.2.3.1模具尺寸“成型模”是生物质成型的关键部件，模具的形状尺寸与成型压力有密切关系。因为大多数成型机都采取挤压成型的方式，即原料从成型模具的一端连续压入，又从另一端连续挤出，这时原料挤压所需要的成型压力与容器内壁面摩擦力相平衡，而摩擦力的大小与模具的形状尺寸有直接关系。

1.2.3.2环模压缩比环模压缩比的大小决定了成型压力的大小。植物秸秆等原料的纤维素含量少，受到外力挤压时易发生形变，因此成型时所需的环模压缩比小，即成型压力较小；锯末等的纤维素含量高，成型时所需的环模压缩比大，即成型压力较大。因而，用不同生物质原料生产成型颗粒燃料，应采用不同的环模压缩比。植物秸秆等的压缩比在9～12之间，木屑废料等的压缩比在5～9之间。

1.2.4成型过程的滞留时间成型物料形状保持不变后，其在模具内所受的压应力随时间的增加而逐渐减小。因此，必须有一定的滞留时间，以保证成型物料中的应力充分松弛，防止挤压出模后产生过大的膨胀，也可使物料有较长时间进行热交换。

1.2.5添加剂生物质在成型的过程中加入添加剂，以增加成型时的粘结力，减少动力输入，同时研究也发现一些添加剂还能阻止燃料燃烧时结渣。S.P.Bhattaeharya研究表明，使用添加剂（如石英砂、石膏、膨润土或粉煤灰等）能有效阻止生物质灰结渣。[12]相对而言石膏和磷酸氢钙的抗结渣特性较差，膨润土的抗结渣特性较好，但是价格较为昂贵。添加剂一般都在予压前输送过程中加入，便于搅拌，在加入时一定注意均匀度，防止因比重不同造成不均匀聚结。

2生物质压缩成型的工艺参数

2.1生物质压缩成型工艺

按成型加压的方法不同来区分，技术较成熟、应用较多的技术有辊模挤压式、活塞冲压式、螺旋挤压式等3种。根据主要工艺特征的差别，国内外生产压缩燃料的工艺大致可划分为冷压成型、热压成型和碳化成型3种主要形式。

2.1.1冷压成型工艺冷压成型技术减少了原料烘干、成型时加热和降温等3道工序，可节约能耗44%～67%。该成型方式原料最大含水率可达22%左右，但是由于原料没有加热软化，成型时所需压力较加热成型大。

辊模挤压式成型机属于冷压成型工艺，一般不需要外部加热，对原料含水率要求较宽，一般在10%～40%之间，其中最佳成型条件为18%左右；原料粒度要求小于10mm；成型压力相对较大，在20～50MPa之间。平模挤压成型机在压制纤维性物料时，原料水分在15%～25%（最佳18%左右）之间，一般不需要对原料进行干燥。

2.1.2热压成型工艺热压成型工艺是目前普遍采用的生物质压缩成型工艺，成型时加热温度通常调整为150～300°C之间，含水率一般控制在8%～12%之间。

活塞冲压式成型机：设备允许物料水分含量在20%左右，其中液压驱动活塞式成型机要求水分在12%以内，成型温度为160～200°C，原料粒度小于40mm。

螺旋挤压式成型机：成型时温度通常在150～300°C，其中最佳成型温度在220～280°C之间；成型含水率一般控制在8%～12%之间；成型原料粒度要求小于40mm；成型压力的大小随原料和所要求成型块的质量不同而异，一般在4.9～12.74kPa之间。

2.1.3碳化成型工艺碳化是在隔绝或限制空气的条件下，将木材、秸秆等在400～600°C的温度下加热，得到固体炭、气体、液体等产物的技术。以生产炭为主要目的的技术称为制炭，以气体或液体的回收利用为重点的技术称为干馏，

两者合称为碳化。

2.2各种生物质原料的最佳成型参数

下面是我国几种主要生物质原料在成型时的不同工艺参数要求：

棉杆热压成型的工艺参数：温度在150～260℃之间，粒度在0～12.5mm之间，含水率在6%～10%之间。

玉米秆热压成型的工艺参数：原料含水率5%～15%，最适宜的水分含量是10%～15%，原料粒度1～5mm之间，温度为110℃左右。

小麦秸秆热压成型的工艺参数：原料含水率5%～18%，最佳水分含量10%～15%，温度为110℃左右，原料粒度在1～5mm。

水稻杆冷压成型的工艺参数：成型压力32MPa，含水率10%，原料粒径4mm，粘结剂的添加比为4：1。

稻壳热压成型的工艺参数：稻壳粒度细小，筛除杂物即可直接使用，加热温度80～111℃，含水率15.4%～17.5%，成型压力8.8～11.5MPa，粘结剂添加比为（2.85～4.25）：1。

3讨论

生物质成型燃料的优点是环保性和经济性，随着保护自然生态环境意识的日益加强，国家相应配套政策的通过，以及该技术一些关键问题的解决，生物质燃料的市场覆盖率将逐渐扩大。但是由于多种因素影响，短期内可能不会出现期望中的全面应用。我国生物质成型燃料利用存在的问题主要有：一是秸秆原料的收集与存储，二是生物质成型燃料设备的快速磨损，三是生物质成型燃料燃烧过程中的结渣和沉积腐蚀。这些造成推广受到一定程度的限制。

本文围绕生物质成型的各工艺参数，如原料特性、成形工艺、工艺参数等，探讨它们对生物质燃料成型时的影响效果，为降低能耗，减少加工成本，减少对原料成型条件的限制和改进。（郝永俊
天津大学环境科学与工程学院天津300072 宋逍 张曙光 刘彦博 王刚 张秀璋 天津泰达环保有限公司天津300350）

原文地址：http://www.china-nengyuan.com/tech/57537.html