生物质成型燃料在我国的发展与应用

陈正宇[1]，张雷[2]，陆辛[1]，徐德民[3]

（1.机械科学研究总院先进制造技术研究中心，北京100083；2.北京机电研究所，北京100083；3.北京菲美得机械有限公司，北京100068）

摘要：生物质成型燃料是一种高效的清洁能源，可以部分替代化石燃料，缓解人类面临的能源和环境危机。从生物质原料、成型设备与工艺和需求与效益要求3方面介绍了我国的发展优势。结果表明，我国发展生物质成型燃料产业的前景广阔。同时，提出产业发展面临的各种障碍，并建议继续成型燃料关键技术的研发和配套锅炉的设计，制定相关政策和加大宣传力度。

近年，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，同时，大量使用化石能源引起了日益严重的环境问题，开发适用的可再生能源产品已成了当务之急。生物质能是指来源于木材、秸秆、动物粪便等生物质的能源。与化石能源不同，它们来自新近生存过的生物，从生物圈循环角度来看，使用生物质能是基本不产生污染物的。

可以通过直接燃烧来获取能量，也可以转化为生物质燃料，如生物柴油、沼气、成型颗粒等。生物质能是唯一可以储存、运输的可再生能源，是
替代化石燃料的首选，具有清洁、可再生、含S很低、CO_2
零排放、分布广的特点。但由于散碎的生物质料不易于收藏、运输、储存和运输，必须经过一定的加工。

生物质能由于其成型工艺不完善、设备磨损严重，人们环保意识差及生物质能自身特点致使其没有得到广泛利用。马昊认为农村生物质能产业的发展具有外部性、不确定性等因素，并从国家财税政策的角度分析了我国生物质能的发展和不足；刘祖军等对生物质成型燃料的产业发展前景进行了分析，提出了解决成型机生产技术瓶颈、用户环保意识与产品认知度薄弱、产业政策过于宏观等问题的策略建议；闫昌国等研究了可移动生物质颗粒燃料设备系统，并做了其经济技术性能分析。

O'Dogherty MJ等讨论了颗粒燃料长久保存的问题，分析了压力、水分、模具长径比等因素对成型颗粒松弛密度的影响规律，并推导出了压力与密度的关系。相关专家学者做了很多方面的研究，但系统介绍我国生物质能发展与应用的文章还很少，本文在生物质成型颗粒燃料研究的基础上，系统介绍生物质能在我国的发展与应用，从生物质能原料丰富、成型设备与工艺的改进和需求与效益要求3方面介绍我国的发展优势；从人们环保意识薄弱、成型设备与配套设施不完善2个方面介绍其发展与应用的障碍。

1生物质在我国的发展优势

1.1生物质能原料丰富

我国的农业废弃物资源分布广泛，其中可用作能源使用的秸秆年产量折合约3亿吨标准煤，再加上农产品加工、森林和林业剩余物、城市垃圾、沼气等生物质能资源，可开发利用生物质能的资源量约5亿吨标准煤。农业方面，只是河南省全年的秸秆产量就达到6023万吨，以前秸秆用来烧火做饭、饲养牲畜，现在秸秆一部分直接还田，一部分卖给造纸厂，其余的大部分秸秆作为废弃物一焚了之。对此，各级政府都做了许多工作，禁止焚烧秸秆，虽说取得了一定成效，但收效却非常有限，关键是要找到秸秆的出路。秸秆还田和作为能源利用看似矛盾，实际上保护性耕作的秸秆还田量在30%左右，大量的秸秆还是可以充分回收利用的，这样秸秆不仅有了出路还创造了效益。林业方面，我国林木生物质能资源也比较丰富，薪炭林、森林抚育间伐、苗木截杆、经济林和城市绿化修枝、油料树种果实和林业三剩物等林木生物质资源都是成型生物质成型燃料很好的原材料。并且随着科技的进步与管理的改进，单位面积的农作物产出和林业蓄积都会增加；同时，我国还有大量的宜林荒山荒地、沼泽地、盐碱地等可作为生物质原料作物的培育基地，为产业发展、壮大提供后备支撑，这些都说明了我国生物质原料会越发丰富，为生物质在我国的发展奠定基础。

1.2成型设备与工艺的改进

设备方面。首先在我国得到广泛应用的是螺旋式挤压成型机，由于其成型温度高达220～280℃，并且有较高的挤压力，造成螺旋杆和成型套筒磨损严重，使用寿命短；单位产品能耗高，并且生产率相对较低，成型过程对物料含水率、颗粒大小等有严格要求，造成成型成本较高。其次是活塞式成型机，它在较大程度上解决了螺旋挤压式成型方式存

在的成型件磨损严重、能耗高的问题，但机械驱动活塞成型机存在运行稳定性差、噪音大和润滑油污染较严重等问题；液压驱动活塞成型机成型密度偏低，制品机械性能较低。目前，最常用的生物质颗粒成型机是压辊式成型机，模具磨损程度较低，其生产流程如图1所示。但其出料不均匀，尤其是木屑等堆积密度较大的原料，进而造成生产率低，如图2所示，A处明显比B处成型效果差。本课题组通过结构的优化设计出立式环模成型机，较大程度上解决了出料不均的问题（图3），在实际生产中得到应用，并取得了良好效果。另外，闫昌国等考虑到生物质原料的分散性特点，运输成本较高。

开发了高度集成的可移动式成型设备，可以实现在原料产地生产成型燃料，这对于生物质原料产地过于分散的地区是一个很好的选择，节省原料运输成本，从而提高生物质的经济效益。

图 1　柴油机驱动成型机生产

Fig. 1　Production of mold machine drove by diesel engine

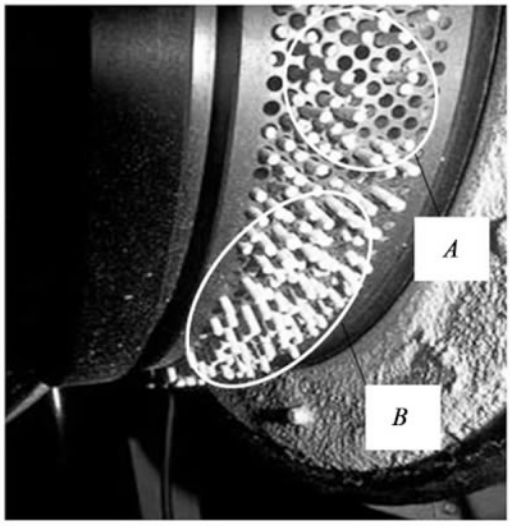

图 2　环模成型机实际成型

Fig. 2　Actual forming of ring mold forming machine

图 3　立式环模成型机实际成型

Fig. 3　Actual forming of vertical ring mold forming machine

工艺方面。生物质固化成型工艺有多种形式，根据其主要工艺特性的差别，可分为湿压成型、热压成型、冷压成型和碳化成型4种基本类型。

（1）湿压成型就是先对生物质能原料进行一定程度的腐化，即增加原料的熟化程度，然后挤压成型，其成型性能会有一定的改善，但存在有能量损失、成型燃料密度低、成型模具磨损较快等缺陷，并且成型产品还要经过干燥才能存放，致使成本升高。

（2）热压成型是目前普遍采用的成型工艺，压缩过程中加热，一方面可使原料中含有的木质素软化，起到黏结剂的作用，另一方面还可使原料本身变软，容易压缩，但加热的同时也增加了其功率的损耗，并且只有加热到220～260℃之间才能较快成型，这样不但耗能大而且对设备损坏严重，成型颗粒还需要经过专门的冷却干燥设备处理，才能包装储存。

（3）冷压成型是近年来研究利用的一种生物质成型工艺，成型时原料和机器部件之间的摩擦作用能使原料加热到100℃左右，也能起到软化木质素的作用，并且在一定程度上解决了以往成型设备对含水率和加热温度要求的限制，但其成型所需压力偏高，达几十个兆帕，也存在耗能大和设备损耗严重的问题。

（4）碳化成型主要是制得机制木炭，与本文使用方向不同，不做讨论。

本课题组综合考虑冷、热压缩成型工艺的特点，一定程度上降低热压温度、提高压力。通过改进的热压成型试验，考察了玉米秸秆、锯末、棉杆3种典型原料的影响因素，找出的最佳成型范围为：粒度0～2mm、含水率15%～23%、温度130～150℃和长径比5.28，并通过微观角度探讨了不同成型条件下颗粒的微观型貌，其微观特征与试验结果相符。

在本课题组设计立式环模成型机时，充分考虑了以上最佳工艺参数。改进的热压成型工艺，实现了节能降耗、延长设备使用寿命的目的，从而增强了生物质颗粒燃料的市场竞争力。

生物质燃料压缩成型生产的一般工艺流程如图4所示。步骤如下：

（1）从加工厂附近收集生物质；

（2）通过粉碎机粉碎至一定的粒度；

（3）对原料进行干燥处理，使含水率处于最佳范围；

（4）输送原料的螺旋推进器可同时做预压工作，提高生产率；

（5）在模具和环模的共同作用下压缩成型；

（6）在成型过程中对原料进行加热，提高成型性能；

（7）对成型颗粒进行保型，稳定其形状；

（8）对成型颗粒进行切割、包装和储运处理，供应市场。

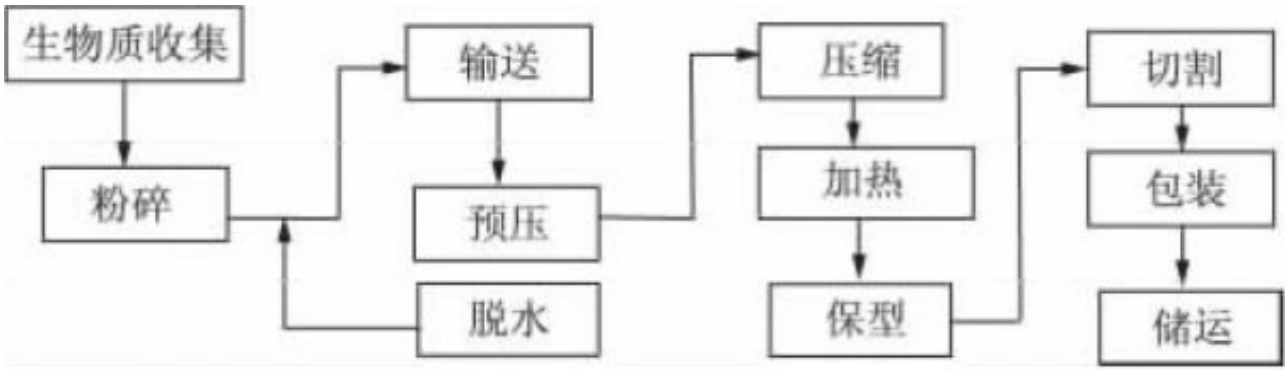

图 4　生物质燃料压缩成型生产的一般工艺流程

Fig. 4　General process flow of biomass briquette fuel

1.3需求与效益要求

市场是检验一切产品的标准，产品只有在市场上有需求，才能获得市场的认可与接受，最终带动产业良性发展。市场需求是生物质成型燃料产业发展的最终驱动力。我国生物质成型燃料的市场需求主要来自于广大严重依赖煤炭资源的企业，依赖秸秆、林业剩余物等非商品能源的农村居民和部分城镇的餐饮店、理发店、洗浴中心等服务业小经营业主。北京菲美得机械有限公司抓住生物质能利用的机遇，已研发了多种生物质成型燃料机，其公司的下属厂都在使用自己生产的生物质成型燃料，不仅应用于饮水、取暖等生活方面，而且在铸件烤漆的工业领域有了应用（图5），每年比以前少用3000～4000t煤，有一定的经济效益和生态效益。

(a)

(b)

图 5　生物质成型燃料在烤漆方面的应用

（a）供热锅炉　（b）烤漆铸件

Fig. 5　Application of biomass briquette fuel in baking varnish

（a）Heating boiler　（b）Painting casting

同样有很多类似的企业认识到环境污染的危害和国家对生物质产业的支持，有很大的积极性。我国农村地区传统、低效的生活用能方式不仅浪费资源，也导致农村室内空气恶劣，破坏生态环境，影响人们身心健康。随着人们生活水平不断提高和生态环保意识逐步增强，部分农村居民有改变目前不良生活用能方式的愿望。北京、河南、山西等省（市）有22%的农户已经意识到目前用能方式的环境和健康代价，愿意改变当前的用能方式。

政府方面的需求，政府机关和国有企业的工厂在洗浴和烧水方面也可以用生物质成型燃料代替煤，但更多的是一种基于改善生态环境、获取生态效益的需求。生物质成型燃料产业的发展有着明显的正外部性，对充分利用自然资源、改善自然生态环境有积极的意义，符合国家的发展战略。政府会从财税、金融、保险等方面给予政策支持，为产业发展拓宽空间，理清障碍。

目前，在国内只有生物质成型燃料产业的示范工程，没有大规模的生产、消费，缺乏像国外那样完善的标准体系。张百良等对中国固体生物质成型燃料标准体系进行了研究，指出了构建该标准体系的必要性和迫切性，并提出了一些具体建议。生物质成型产业的市场没有激活，造成外部资金注入较少，致使生产规模小和产品成本难于降低。国家通过自然科学基金资助、减免相关产业税收、给予企业和消费者一定补助等措施在一定程度上促进了该产业的发展，但只有这些是不够的，要想产生生态效益和经济效益，就必须有较大范围的推广。可以实行由省农机推广站负责，召开各乡镇长、县农业局、交通局、环保局、财政局、公安局及公路局等单位的主管领导和各乡镇农办主任、农机站长、农技站长现场会，加大宣传力度，制定的方案层层落实，各种补贴确保及时发放。

2存在的发展障碍

公众对开发利用生物质能的关注程度不够。人们普遍认为开发利用生物质能仅仅是农民的事情，与己无关，没有形成全社会积极参与和支持可再生能源发展的局面。某些地方政府的认识存在误区，对如何开发利用生物质能知之甚少，甚至不屑于管理，没有明确的发展方向和目标。对生物质成型燃料认知度调查发现，58%受访对象不了解或从未听说过生物质成型燃料，仅有部分人从电视节目或平面媒体上看过相关介绍，而真正使用过的用户更寥寥无几。

虽然生物质成型燃料的生产工艺和设备有了很大进步，但仍然存在模具磨损较严重、连续加工能力不足、模具孔洞易堵塞等问题。配套炉具不能充分考虑产品特点，存在易结渣、热效率低、排烟中的污染物含量高等缺陷。

3结语

生物质成型燃料的发展前景很广阔，潜力很大，但目前存在一些问题亟需解决。建议如下：

（1）继续成型燃料关键技术的研发和配套炉具的设计。改进生物质固化成型的工艺，提高模具耐磨性和连续生产能力，从生产上降低成本；提高锅炉中烟气热量的利用率，降低锅炉的结渣性。

（2）各地政府、企业应因地制宜，制定相应的发展模式和有利政策，加大相关方面的宣传力度。

原文地址：http://www.china-nengyuan.com/tech/116308.html