

生物质固体成型燃料的关键技术及可行性

付娅琦，睢利铭，杨北方，张忠河，李保谦

（河南农业大学，河南郑州450002）

摘要：生物质固体成型燃料技术是生物质能开发利用的一项重要技术，具有广阔的发展前景。在介绍生物质成型燃料技术研究发展现状及比较分析国内外几种成型燃料生产技术的基础上，讨论并总结了生物质固体成型燃料的关键技术，分析了该项技术在我国推广应用的可行性。

0引言

目前由于化石燃料的大量燃烧利用，大气中排放的二氧化碳逐年增加，导致地球的温室效应日益加重。因此防止全球变暖、环境恶化、物种减少势在必行。开发利用可再生的生物质原料已经成为减少对化石燃料依赖的一个重要途径。生物质固体成型燃料技术是生物质能开发利用技术的主要发展方向之一，它不仅可以为家庭提供炊事、取暖用能，也可以作为工业锅炉和电厂的燃料，可替代煤、天然气、燃料油等化石能源，解决相应的环境和资源问题，发展前景十分广阔。

1生物质成型燃料技术的发展及研究现状

生物质固体成型燃料技术的研究始于20世纪30年代，日本、美国开始研究应用机械驱动活塞式成型技术和螺旋式成型技术；20世纪70年代，欧洲一些国家如意大利、丹麦、法国、德国、瑞士等国家也开始重视生物质固体成型燃料技术的研究，并研制生产出机械冲压式成型机、颗粒成型机等，并相继建成了生物质颗粒成型生产厂家30个，机械驱动活塞式成型燃料生产厂家40多个^[1]

；20世纪80年代，泰国、印度、菲律宾等亚洲国家也研制出了加粘结剂的生物质压缩成型机，并建立了生物质固化、炭化专业生产厂。历经80年的发展，现今这项技术已逐步成熟，已进入大范围规模化、产业化应用阶段。

国内生物质固体成型燃料技术的研究开发已有近30年的历史。从20世纪80年代开始引进螺旋式生物质成型机，国内部分大专院校和研究院所经过引进、消化吸收、改进、自行设计，先后研制出了螺旋棒状、机械活塞和液压活塞式棒状及平模、环模颗粒和块状等多种生物质成型机、炭化机组及配套的生物质燃烧炉。这些设备虽然在推广应用过程中还存在着一些问题，但主要性能指标已基本达到了相应的技术标准，并形成了一定的生产规模。

到目前为止，

世界各个国家的研究重点还是集

中在生物质成型燃料的制造技术和相应的炉具开发上^[2]

。而我国目前的研究重点是如何解决生物质固体成型燃料的关键技术和工艺，以探求怎样进行规模化应用。

2生物质固体成型燃料的关键技术

从我国生物质固体成型燃料技术的发展历史来看，这项技术经过近30年的发展已经取得了长足的进步。虽然有些关键问题还制约着这项技术的发展，但是经过近几年我们共同的努力，生物质固体成型燃料关键技术与配套设备已基本解决，正稳步向前迈进。

2.1原料收集是制约成型燃料技术发展的技术瓶颈

中国生物质资源具有分散性特征，而不是集中产生的格局，所以我们要充分考虑原料收集的难度。并且我国土地管理制度是家庭承包形式，收集主要以人力为主，与国外的机械化集中生产相比存在较大的差距，从而导致原料收集困难。没有充足的生物质原料，生物质成型燃料技术就不能快速发展。

目前，我国以秸秆原料为代表的生物质资源的收集主要有三种方式。一种是农民分散送厂，虽然这种方式一次性投资较少，但是运输成本高，供料不稳定；另一种是在农村建立原料收购点，虽然这种方式运输成本降下来了，供料也相对稳定，但是一次性投资较高；第三种是加工企业直接收集，这种方式运输成本低，供料稳定性最好，但是一次性投资也是最高的，并且干燥成本以及对交通条件的要求都比较高。

以上三种收集原料的方式虽然可以适用不同规模的生物质原料加工厂，但是在实际操作过程中，就要考虑投资资金、利润收益、当地民情、政策扶持、技术工艺管理等多方面的因素，并且实际运行过程中并不如理论分析的那么理想，存在着多种多样的问题。因此，生物质原料的收集是制约成型燃料技术发展的瓶颈。

2.2 生物质原料自身的多样性及复杂性

生物质原料的种类繁多，其木质素、纤维素、半纤维素、果胶质等成分含量有较大差别，受力变形情况也不一样；

³，要将其压缩成密度为 $1.0 \sim 1.3 \text{ g/cm}^3$ ，如何提高原料喂入量是一很大的难题；生物质原料的含水量随季节、气候、地域及秸秆种类不同差异很大，而成型工艺对水分的要求又较严格，所以水分问题成为制约热压成型的又一难题。

2.3 成型燃料设备工作环境的恶劣性

生物质原料在收集过程中不可避免地会携带许多粉尘、泥土和砂粒，这些物质的存在一方面会加剧成型部件的磨损，另一方面还会对成型设备的润滑系统造成污染，从而影响设备的使用寿命和稳定运行。

此外

，技术比

较成熟的螺杆挤压

成型机在工作条件下，由于螺杆一直

处于高温高压环境中，其磨损寿命不足100h^[3]

，虽然也做

了相应的研究和改进，

一定程度上提高了成型部件在高温高压环境下

的耐磨性，寿命已达500h^[4]，但生产工艺复杂，成本较高。目前，国内外还没有从根本上解决这一问题。

由此可见，成型燃料设备工作环境是相当恶劣的，所以要采取相应的技术措施去克服，使设备能够长时间地稳定运行。并且，以农民为主的技术和设备使用人员，其自身技术水平和操作能力有限，所以我们还应考虑到设备需具有较强的适应性和易操控性。

2.4 成型燃料燃烧过程中的沉积结渣与玷污倾向

生物质燃料中含有较多的钾、钙、铁、硅、铝等碱金属元素，在高温下极易沉积和结渣。并且，成型燃料燃烧后形成的灰粒密度非常小，加之灰中碱金属氧化物含量高，所以易于形成沉积和结渣。

所谓沉积，是指生物质在燃烧过程中形成的受热面结渣和灰分积聚现象^[5]

。所谓结渣，是指生物质燃料在炉排燃烧时，氧化层或还原层内局部温度达到灰的软化温度，这时灰粒就会软化，灰中的钠、钙、钾以及少量硫酸盐就会形成一个较大共熔体，较大共熔体下落到下面的水冷壁就会很快冷却，形成团体大块而结附在水冷壁上的现象^[6]

。结渣不仅会对燃烧设备的热性能造成影响，而且危及燃烧设备安全性^[7]

。所以说沉积结渣这些问题解决不好，生物质固体成型燃料技术的推广与发展就会受到很大的影响。

生物质燃料的玷污倾向是指燃料在燃烧过程中，燃料中高挥发物在高温下挥发后，凝结于对流受热面上，继续粘结灰粒形成的高

温粘结灰沉积，它的内层往

上是易熔的共熔体或金属化合物包括灰料粘结在对流受热面上^[8, 9]

。由此可见，炉排上的结渣和对流受热面上的玷污倾向二者之间难以分清，并且相互影响，很难处理。因此，生物质燃料燃烧过程中存在的沉积结渣和玷污倾向在一定程度上制约了生物质固体成型燃料技术的发展。

2.5成型燃料燃烧过程中低温条件下焦油析出问题

焦油在高温时呈气态，与燃烧烟气混合，随烟囱排出炉外，而在低温时（ < 200 ）冷凝^[10, 11]

，容易与水、焦炭粘结在一起形成焦油。农村生活用能时，间断燃烧是其主要特点，要求燃料和炉具具有良好的封火性能。生物质原料作为农村用能的燃料时，由于封火后炉内温度降低，高挥发含量的秸秆会有大量焦油析出，在短时间内使烟囱、炉口等部位堵塞。

就目前而言，焦油析出问题并没有寻求到根本性的解决办法，同样也成为制约生物质固体成型燃料技术发展和推广应用的障碍。

3国内外成型技术比较

3.1工艺流程

生物质成型燃料技术工艺流程见图1所示。

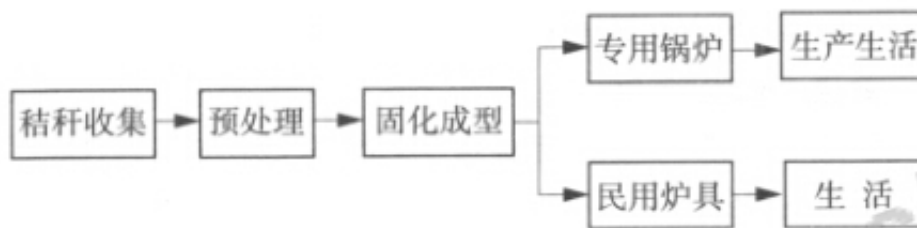


图 1 生物质成型燃料技术工艺流程图

3.2国外主要成型燃料生产技术

美国秸秆利用主要是打捆技术，用途不是作燃料，而是饲料或其他工业的原料。欧洲国家主要把生物质用作燃料和发电，替代油和煤，加工设备、锅炉、热风炉、发电设备等都已产业化、规模化。日本、美国及欧洲一些国家生物质成型燃料燃烧设备已经定型，且已产业化，在加热、供暖、干燥、发电等领域已普遍推广应用[1]。目前国外生物质成型方式有4种，即环模和平模式、螺旋挤压、机械活塞及液压活塞式。

3.3国内主要成型燃料生产技术（见表1）

表 1 国内各种成型机的优缺点

特点	螺旋挤压式成型机	活塞式压缩成型机	平、环模碾压式成型机
优点	1.运行平稳、生产连续； 2.成品密度高、质量好、可炭化、易燃烧。 3.结构简单，设备投资少。	1.成品密度较高； 2.对原料的含水率要求不高，可达20%左右。	1.生产率较高； 2.不需要外部加热； 3.对原料的适应性好，原料含水率在12%~30%都可生产。
缺点	1.能耗高，生产率低； 2.螺旋杆易损件寿命短； 3.对原料含水率要求高； 4.设备配套性能差。	1.生产率不高； 2.产品质量不够稳定； 3.产品不适宜炭化； 4.成型套筒易磨损。	1.成型模具及压辊易磨损，寿命短，材料要求高； 2.对原料的适应性较差。

3.4生物质成型燃料技术标准

在标准制定方面，国外如欧洲已经制订了比较详细的标准，例如奥地利的国家标准ONORMM7135（压块和颗粒）、瑞典的国家标准SS187120（颗粒）和SS187121（压块）、德国的国家标准DIN51731（压块和颗粒）、意大利的国家标准CTI - R04 / 5（压块和颗粒）。欧盟也已制定了一个通用的生物质颗粒技术分类规范（CEN / TS14961）^[12]。

我国制定生物质成型燃料技术标准比较晚，2008年11月由河南农业大学主持制订了农业部《生物质固体成型燃料技术条件》和《生物质固体成型燃料加工设备技术条件》2个标准，已于2010年9月1日颁布实施。

4 生物质固体成型燃料技术的可行性

据世

界能源消

费预测，化石能源

将不断枯竭，地下石油、天然气及煤

的储量，按目前的利用速率只够用60年左右^[13]

。而生物质成型燃料能够代替化石燃料的燃烧，经过压缩成型后的生物质成型燃料其燃烧性能得到极大改善，其成型燃料的热值相当于普通中质烟煤。因此，在我国人口密度大，总能耗高的条件下，这项技术必将有着广阔的发展前景。

4.1 生物质资源可行性

中国生物质资源相当丰富。以农作物秸秆为代表的生物质资源量大充足，覆盖面广，价格低廉，可以再生，仅根据谷草比算得我国的农作物秸秆总量大约有7亿t，约占全世界总量的20%~30%，而农作物秸秆用于燃料的占25%~30%，折合0.75亿t标准煤。并且农艺专家已提出秸秆应适量还田，不能连年全部还田，饲料化处理量有限，多数地区都采取了禁烧秸秆措施，为成型燃料技术的发展提供了充足的原料。

4.2 配套设备可行性

生物质成型燃料技术的配套设备已逐步完善。生物质秸秆从田间收集 干燥 粉碎 成型 燃烧所需设备必须配套，才能在农村、城镇中推广应用。其中，收集环节是瓶颈，解决得不好将制约成型燃料技术的发展。经过多年的研究，国内部分成型设备及其配套设备的发展已趋于成熟^[14, 15]

，已研究出了以高耐磨陶瓷材料作为成型部件的成型机；采用双室燃烧技术设计的小型生物质燃烧炉具（生活和取暖）和专用锅炉已在农村应用，燃烧效果好，大大减少了生物质燃烧炉高温结渣和低温沉积问题。近年来，在河南、辽宁、安徽等地已将成型设备、配套燃烧炉具进行了示范推广，取得了良好示范效果。

4.3 环保效益可行性

该项技术进入生产应用领域后，越来越显示了它在环保方面的优势。我国城市燃煤污染严重，大中城市已取缔2t以下燃煤锅炉，急于寻求清洁的替代能源。如果改燃天然气或电，成本较高，并且天然气、石油短缺，若大量依赖进口，影响国家能源安全。这便给成型燃料技术的发展带来了“机遇”^[16, 17]

。生物质成型燃料燃烧后的灰尘及排放指标比煤低，

可实现CO₂、SO₂

减排，减少温室效应，有效地保护生态环境。生物质成型燃料进入规模化生产后，不仅环保效益明显，而且还可安排农民就业，增加收入，经济和社会效益同样显著。

4.4 经济效益可行性

成型燃料完全可以代替煤用于锅炉，其价格在中国中部价格基本与煤相当，在中国东部、南部地区大大低于煤。并且，随着能源紧张以及环境问题的日益严重，煤等化石燃料的价格还会不断攀升，这又为生物质成型燃料的应用创造了巨大的利润空间。此外，国家已经逐步取缔城镇小型燃煤锅炉，更为此项技术的应用推广创造了一定的价格空间。

4.5 技术领域可行性

生物质固体成型燃料技术历经世界各国近80年的发展，在中国又经过近30年的改进和完善，技术日趋成熟。现今各种成型设备已经可以实行自动化或半自动化生产，不会产生有害体或污染物，从生产到运输均具有较高的可靠性与安全性。并且随着技术的不断进步，成型设备的主要工作部件使用寿命也越来越长，设备生产及稳定性也越来越可靠。目前，液压式成型机易损件的使用寿命已达1000h以上，改进后的块状环模成型机的模具寿命可达800h以上，粉碎与成型单位产品能耗也降至60kW·h/t以下。

4.6 政策的可行性

2006年我国开始实施《可再生能源法》，它将可再生能源的推广和使用纳入了法制化、制度化轨道，为该项技术在推广过程中铺平了道路；2009年12月26日全国人大常委会通过了修改《可再生能源法》的决定，自2010年4月1日起施行，可见国家对可再生能源的重视；根据国家《可再生能源中长期发展规划》，力争到2010年，可再生能源消费量达到能源消费总量的10%，到2020年达到15%，生物质成型燃料的使用量也将由2010年的不足100万t增加到5000万t；现今，我国已经开始研究制定此项技术的标准体系，以此来规范生物质固体成型燃料市场，为产业发展创造良好的市场环境[18]。

参考文献

- [1]张百良, 樊蜂鸣, 李保谦等. 生物质成型燃料技术及产业化前景分析[J]. 河南农业大学学报, 2005, 39(1): 111 - 115.
- [2]李美华, 俞国胜. 生物质燃料成型技术研究现状[J]. 木材加工机械, 2005, (2): 36 - 40.
- [3]雷群. 生物质燃料成型机套筒寿命问题的探讨[J]. 农村能源, 1997, (5): 21 - 22.
- [4]黄明权, 张大雷. 影响生物质固化成型因素的研究[J]. 农村能源, 1999, (1): 17 - 18.
- [5]张百良, 王许涛, 杨世关. 秸秆成型燃料生产应用的关键问题探讨[J]. 农业工程学报, 2008, (24)7: 296 - 300.
- [6]裴志伟. 大型电站锅炉炉内结渣问题研究[D]. 保定: 华北电力大学, 1999.
- [7]刘伟军, 刘兴家, 李松生. 生物质型煤燃烧污染特性的理论分析研究[J]. 洁净煤技术, 1998, 4(4): 40 - 44.
- [8]梁静珠. 煤中矿物质及炉膛结渣的研究[J]. 动力工程, 1989, (3): 25 - 28.
- [9]辛格 J.G. 锅炉与燃烧[M]. 北京: 机械工业出版社, 1989.
- [10]Lopamudra Devi, Krzysztof J. Ptasinski, Frans J. J. G. Janssen, Etc, Catalytic decomposition of biomass tars: Use of dolomite and untreated olivine[J], Renewable Energy, 2005, 30(4): 565 - 587.
- [11]马隆龙, 吴创之, 孙立. 生物质气化技术及其应用[M]. 北京: 化学出版社, 2003.
- [12]吕增安. 加快制定我国生物质成型燃料的标准[J]. 可再生能源, 2006, (5): 4 - 5.
- [13]李保谦. 秸秆成型燃料技术的研究现状与发展趋势[J]. 农机推广安全, 2006, (9): 10 - 12.
- [14]马孝琴, 李刚. 小型燃煤锅炉改造成秸秆成型燃料锅炉的前景分析[J]. 农村能源, 2001, (5): 20 - 22.
- [15]刘圣勇. 生物质(秸秆)成型燃料燃烧设备研制及设备研究[D]. 郑州: 河南农业大学, 2003.
- [16]吴岐山, 赵一锦. 技术经济学[M]. 成都: 四川大学出版社, 1986.
- [17]张百良. 农村能源技术经济与管理[M]. 北京: 农业出版社, 1995.
- [18]田宜水, 赵立欣, 孟海波等. 中国生物质固体成型燃料标准体系的研究[J], 可再生能源, 2010, 28(1): 1 - 5.

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/tech/113846.html>