

生物质环模颗粒成型存在的问题及对策分析

宁廷州, 马阿娟, 俞洋, 陈忠加

(北京林业大学工学院, 北京市, 100083)

摘要:为近一步深入研究生物质环模颗粒成型,对国内外生物质环模颗粒成型的研究现状作较为详细的阐述和说明,同时分析了生物质环模颗粒成型的工作原理、并指出现有环模生物质颗粒成型机主要存在磨损严重、能耗较大两大问题。最后对存在的问题提出针对性的解决性方法和对策。

0引言

生物质是指利用大气、水、土地等通过光合作用而产生的各种有机体。其主要包括各类动植物和微生物。以生物质为载体,由其产生的能量即为生物质能。由于其总量丰富、分布广泛,具有可再生性、低污染性等优点,近年来得到了世界各国的重视。生物质能将太阳能以化学能的形式贮存于生物中,直接或间接源自于植物的光合作用。作为世界上最为广泛的可再生能源,其仅次于煤炭、石油和天然气,居于世界能源消费总量的第四位,在整个能源系统中具有极为重要的地位。由此可见,生物质能确实是一个巨大的能源。生物质能主要来源有各类农作物秸秆、木质废弃物、薪柴等。

我国对生物质能源的开发与利用极为重视,已经连续在四个国家五年计划中将其列入国家重点科技支撑项目。在生物质能源利用的研究和开发中我国已经取得了多项优秀成果,如生物质固体成型、户用沼气池、生物质发电、生物质制氢、生物质液体燃料、生物质气化、原电池等。政策方面,2005年2月28日召开的十届全国人大第十四次会议审议通过了《可再生能源法》并于2006年1月1日起正式实施,并且陆续出台了一系列的配套措施。这都表明我国政府对可再生能源的重视,同时我国政府在政策方面也给予了巨大的优惠支持。2007年,国家发展与改革委员会制订《中国对应气候变化国家方案》:2010年后

将通过发展生物质能源来减少温室气体排放CO₂

当量0.3亿吨/年。同年8月份公布的《可再生能源中长期发展规划》中指出:到2010年我国生物质固体成型燃料年利用量达到100万吨,而到2020年将达到5000万吨。因此,我国生物质能源的发展前景和投资前景极为广阔。

生物质颗粒机根据结构形式可分为平模生物质颗粒机和环模生物质颗粒机。与螺旋式、柱塞式生物质成型机相比,具有生产率高、对材料的适应性好、工作状态稳定、可实现连续生产等优点,是目前生物质成型发展的重点。本文重点分析生物质环模颗粒成型机。

1 生物质环模颗粒成型国内外研究现状

20世纪70年代末,美国、法国、德国、意大利和芬兰以及比利时等国家相继研发出大量的成型设备,比较典型的有美国的环境模挤压式颗粒燃料成型机、德国的KAHL系列成型机、比利时的T117型螺旋式压块机和芬兰的移动式颗粒压缩机。其中,德国KAHL公司生产的动辊式平模制粒机,能够生产具有较高密度的生物质颗粒燃料,效率高、耗能低,在欧洲和东南亚各国家得到了广泛使用。在该制粒机型的基础上,KAHL公司又研制成功了功能强更为大的38—780型平模式制粒机。20世纪80年代,西欧和日本生物质燃料成型技术迅猛发展。印度、泰国、菲律宾和越南等东南亚各国的生物质成型燃料行业也在该时期得到快速发展,陆续开展了生物质成型装备及其成型工艺方面的研究,并首先在原材料中添入黏结剂,用来提高生物质成型燃料的机械性能。20世纪末,日本、西欧和北美等发达国家和地区生物质固化成型设备和成型燃料均已商品化。

从20世纪80年代开始我国着力于生物质燃料成型技术的研究。1996年,辽宁省农牧机械研究所成功申请了生物质环模压块机专利。1998年,江苏正昌粮机股份分公司内压式生物质环模颗粒成型机,其生产能力在250~300kg/h之间。同年,林科院林产化工研究所也成功研制了生物质颗粒燃料成型机,该成型机生产能力在120~240kg/h之间,能耗为120.8~241.7kW·h/t。老万生物质能科技有限公司董事长从2000年就开始着手农作物秸秆生物质颗粒燃料及其燃烧设备的研究工作,目前生产各类生物质燃料和各类用于燃烧颗粒燃料的炉具,其各项排放指标均已达到国内和国外现行的环保标准。2002年,中南林学院在国产饲料制粒机的基础上结合瑞典生物质颗粒燃料成型机技术开发了生物质颗粒成型机及其环保节能灶和取暖炉。2008年,农业部规划设计研究院成功研发出具有我国自主知识产权的生物质环模颗粒成型机,同时在北京大兴区建成了年产1万吨的生物质固体成型燃料生产线。

2 生物质环模颗粒成型工作原理

生物质颗粒机以农林加工废弃物(如木屑、秸秆、稻壳、树皮等)为原料,通过预处理和加工,将其加工成高密度的颗粒燃料(工艺流程如图1所示),是替代煤、石油、天然气的理想燃料,既节约能源又减少有害气体的排放,具有良好的经济效益和社会效益,是一种高效洁净的可再生能源。

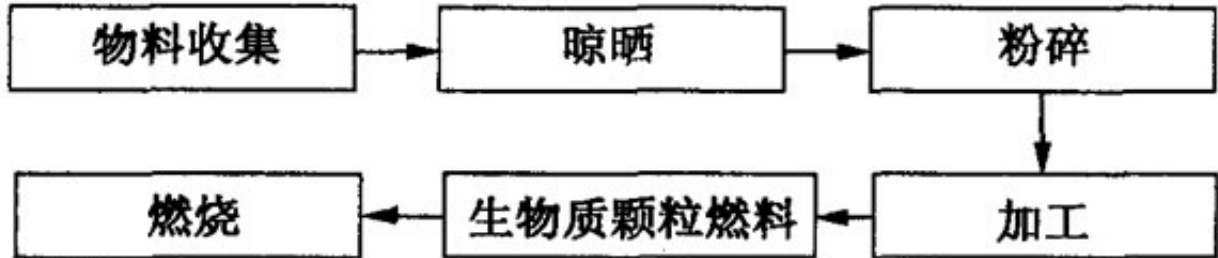


图 1 生物质燃料成型工艺流程

Fig. 1 Process flow of biomass fuel molding

虽然国内各科研院所和企业已相继研发出各种类型生物质环模颗粒成型机,但其基本工作原理类似(如图2所示)。工作时,电动机带动环模以一定的转速顺时针旋转,物料在自身重力和环模离心力的作用下进入制粒室,随之物料开始被攪入工作区,压辊在工作区摩擦力的作用下与环模同方向旋转。随着模辊的不断旋转,攪入的物料也不断向前推进,挤压力和物料密度也都随之增加。当环模挤压力增大到足以克服物料与环模孔内壁摩擦力的时候,具有一定黏结力和密度的物料就被挤进环模孔内。随着挤压力的不断增加,温度也随之越来越高,物料中的木质素在相当温度下被分解,充当着黏结剂的作用,将物料黏结在一起。由于模辊的不断旋转,物料也不断地被挤进环模孔内,环模孔内已经成型的物料不断被连续挤出环模孔,在自身重力和外部切刀的作用下,物料被剪断,折成具有一定长度的颗粒状燃料,从模孔出口处落下。

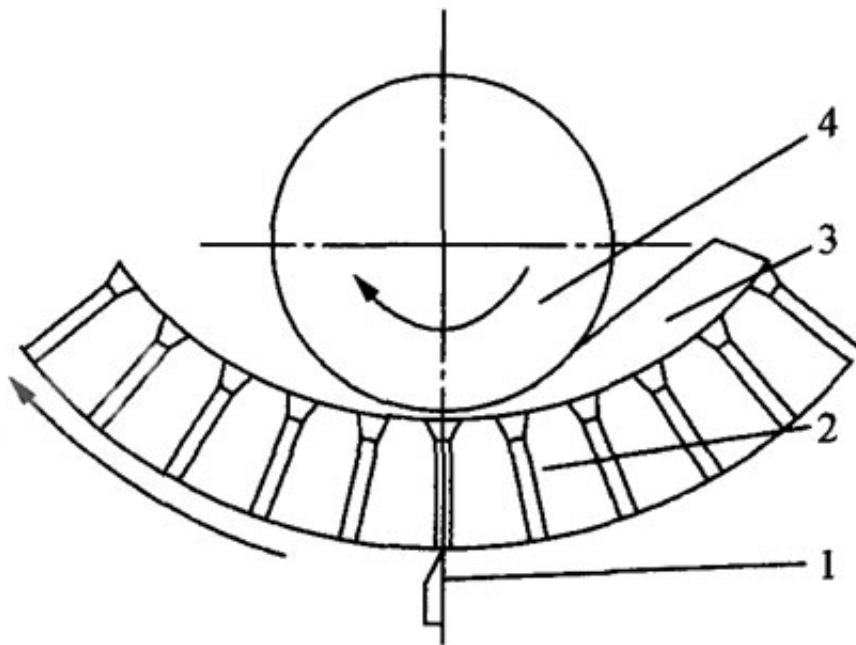


图 2 生物质环模颗粒成型原理图

Fig. 2 Principle diagram of biomass ring die pellet formation

1. 切刀 2. 环模 3. 物料 4. 压辊

3 生物质环模颗粒成型存在的问题

3.1 磨损严重

生物质环模颗粒成型机工作时，压辊通过摩擦力和挤压力将物料挤进环模孔。截至目前，我国使用的生物质环模颗粒成型机关键部件的磨损问题较为严重，尤以主要部件压辊和环模的磨损最为严重。

南京理工大学蒋清海博士指出，环模不同磨损位置起主导作用的磨损机制也不尽相同：环模子L壁磨损十分严重，是以微切削作用为主的磨粒磨损和疲劳磨损的交互作用；环模孔入口处磨粒磨损为主，出口处则以疲劳磨损为主，从环模孔入口处到出口处的磨损量以指数形式递减，磨损则由以磨粒磨损为主向以疲劳磨损为主过渡。

工作环境的恶劣是加剧压辊磨损的主要原因：

- 1) 压辊在环模内高速旋转时与喂入物料摩擦生热，温度可达200℃以上，导致压辊材料变脆；
- 2) 秸秆收集过程中带入的砂石、玻璃渣和铁屑等硬质颗粒物易造成压辊表面的硬磨料磨损；
- 3) 除了物料中含有的杂质、硅酸盐成分和水分等中国农机化学报容易加速摩擦、磨损和腐蚀的物质之外，由于物料的不均匀分布，使得压辊进料侧压面相比其他位置的表面磨损多出近40%。
- 4) 压辊和环模的线速度基本相等，而直径却仅为环模内径的40%左右，故其外表面的磨损率约为环模内表面的2.5倍。

3.2 能耗较大

降低生物质环模颗粒成型机的成型能耗已经成为国内外热点研究问题之一。对于生物质成型燃料加工系统来说，能耗是一个非常重要的性能指标，能耗是指在单位时间内生产成型燃料所消耗的能量与该时间内生产的成型燃料质量的比值。压缩成型的能耗主要包括三部分：原料喂入所消耗的能量；物料与成型部件内壁摩擦所消耗的能量；克服物料弹性变形所需的能量。

影响生物质环模颗粒成型机成型能耗的因素繁多，如颗粒的大小、含水率、添加剂等物理化学性能以及环模尺寸、模孔大小、环模转速等制粒机相关参数。农业部规划设计研究院丛宏斌博士指出，环模直径、转速以及模辊长径比均对生物质颗粒成型的能耗有着重要影响。环模的直径越大、转速越高，对设备的产能和能耗的影响也就越明显；模辊直径比对设备的产能影响比对设备能耗影响大。模辊直径比越大，设备单位产能能耗越低。

生物质环模颗粒成型机的挤压能耗是真正有效的做功部分，不管是物料在环模孔内的挤压过程还是辊压过程，其挤压力产生的根本原因是由于物料与环模、压辊之间存在摩擦，所以说挤压力是由摩擦力间接引起的。也正是如此，物料在环模子L内的摩擦以及在辊压过程的摩擦产生的挤压能量耗损其实是不可以避免的。生产实践表明，普通生物质环模颗粒成型过程中，环模的开孔率严重地影响着成型过程中的能耗。虽然部分物料经过强高压之后能够挤出环模孔外，但是环模与压辊之间仍有部分物料处于强高压状态而未被挤出环模孔外，这部分物料严重地消耗着生物质环模颗粒成型机的能耗。

4 生物质环模颗粒成型问题对策分析

从秸秆加工技术原理角度分析，应着重克服秸秆物料的弹性，从而改善物料的表面形态，使之具备一定的粘接性，或添加少量添加剂，就可以使生物质成型机在常温条件下挤压成型。基于该思路，目前生物质轻度炭化法固体燃料成型技术正在示范中。为有效改善秸秆物料的表面活性，以便其与少量沼渣、黏结剂或脱水牛粪充分混合，该方法对秸秆物料首先做轻度炭化处理，这可以有效克服传统加工设备存在的生产过程不稳定、能耗高的问题，并可以进行大规模生产。

此外，在与轻度脱水的沼渣或牛粪按一定的比例混合后加工成生物质固体成型燃料，将为农田废弃物资源的综合利用开辟新途径。

从设备改进角度分析，为避免高压高温导致的强摩擦作用对生物质成型机的快速磨损以及由温度过高发生的非正常运转，故需要进一步提高构成生物质成型机的原材料的品质、完善生物质固体成型燃料的制造工艺。基于这一现状，

目前正在示范中的工艺技术是水冷却控温技术。其利用冷却控温原理进一步调控物理法生物质成型机的运行温度，并对生物质成型机进行了结构优化，不仅大大提高了生物质成型机运转的连续性，而且也减少了生物质成型机关键部件的磨损，同时该技术还对生物质成型机的润滑系统及其模具做了相应的结构优化设计，确保了设备能够始终运行于一个最佳的温度环境，改善了劳动环境，有效消除了设备偶然性故障的出现，降低了设备挤压系统及模具的磨损率，使得设备能够长时间稳定工作，这开辟了秸秆成型设备技术发展又一重要途径。

从成型原理角度分析，为摒弃传统生物质环模成型设备利用压辊外曲面将物料压入环模成型孔的成型方式，可采用柱塞啮合原理，该方法在压辊外曲面上均匀分布一系列柱塞，对进入环模成型孔内的生物质物料进行有效挤压，避免了生物质物料在环模成型孔外受压辊外曲面强烈的挤压和摩擦，从而降低了非有效压缩成型中的能耗，同时也降低了环模成型孔的磨损，提高了使用寿命。

5结论

国内生物质环模颗粒成型技术近年来虽然取得了较大的进展，但是与国外发达国家相比，其最为突出的还是磨损和能耗问题。当前能源问题日益突出，降低生物质颗粒成型能耗，将成为今后研究的重点。另外，生物质环模制粒机环模和压辊的磨损问题，也是亟待解决的问题。从根本上来提高生物质成型机的产量及其成型颗粒质量，降低成型能耗和磨损，还需要通过改变环模模孔的形状、模辊的间隙等细节问题上来提高，从而降低生产线故障率，提高系统稳定性。除此之外，生物质颗粒燃料成型设备行业标准的制定，将有利于促进生物质颗粒燃料的产业化和商品化。

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/tech/120408.html>