

轻度炭化法制生物质成型燃料技术概述

崔昌龙,王 伟,张 楠

(黑龙江省农业科学院 农村能源研究所,黑龙江 哈尔滨 150086)

摘要:从农业废弃物制成型燃料技术提出的背景、原理、发展条件等方面入手,介绍了轻度炭化法制生物质成型燃料技术的特点及研究意义,为今后合理开发利用生物质资源提出了一条新思路。

关键词:秸秆成型;轻度炭化;催化剂;中温干馏

中图分类号:S216

文献标识码:A

文章编号:1002-2767(2010)07-0139-02

轻度炭化法制生物质成型燃料技术,是指首先对经粉碎后的生物质原料(主要为农作物秸秆)进行轻度炭化处理,以改善其表面活性等理化特性,再与少量粘结剂、脱水牛粪或沼渣混合,实现在普通成型机中压制成型制生物质燃料的新技术。该技术有效克服了传统加工设备电耗高、生产过程不稳定等问题,易实现大规模生产,而且具有与轻度脱水的牛粪或沼渣混合成型的特点,开辟了农业废弃物资源综合利用的新途径。

1 轻度炭化法生物质固化技术提出的背景

任何一项技术的研究应用都离不开社会发展对它的需求。我国是一个经济迅速发展的国家,21世纪面临着经济增长和环境保护的双重压力,随着我国国民经济的迅猛发展和人民生活水平的不断提高,燃煤、石油等矿物质能源的需求逐年增加,而我国矿物质能源的人均储量远低于世界平均水平,我国正逐渐成为矿物质能源的进口大国,石油产品对进口的依赖程度已超过 50%。如何开发可持续的新能源,缓解我国能源供给对进口的依赖程度,一直是我国能源产业发展的战略性问题。

我国是一个农业大国,农作物秸秆及其它生物质能原料(木屑、稻壳等)产量巨大,是我国巨大的尚未得到开发利用的能源宝藏。

随着技术的发展,近几年在我国已形成多种开发利用生物质能源的技术模式,目前在我国示范应用的秸秆成型技术,即为其中的一种。该技术方法从原理上分析可以确定为“物理法”成型技术,该技术在近几年的示范推广应用表现出了一系列的缺陷和不足,例如成型设备标准不统一、操作弹性小、易出故障、不易连续工作、易损件、费用偏高等,限制了该技术广泛应用于实际生产过程中。所以

研究更加合理,稳定的秸秆成型燃料加工方法和途径是生物质成型技术发展的必然趋势。

轻度炭化法制生物质成型燃料技术,从生物质原料的成型原理上解决了“物理法”成型技术的缺陷。

2 轻度炭化法生物质固化技术的原理及优势

2.1 技术原理

轻度炭化法生物质成型技术的特点是将传统的成型技术分 2 步完成,第 1 步是采用酸碱催化法或中温干馏工艺对秸秆物料进行轻度炭化处理(经轻度炭化处理后的秸秆物料热密度值可提高 $2\,000\sim4\,000\text{ kJ}\cdot\text{kg}^{-1}$),同时消除秸秆物料的弹性,改善秸秆物料的表面活性;第 2 步是将炭化的秸秆物料与少量粘结剂、脱水牛粪或沼渣(含水率 50%以下)混合,在普通成型机中成型。该技术的关键点是采用酸碱催化法或中温干馏工艺对秸秆原料轻度炭化处理,其原理为:

2.1.1 酸碱催化法 酸碱催化法是从秸秆原料的主体成分构成入手,脱去原料中的分子水以达到提高热密度值的目的。大部分秸秆原料的主体成分是纤维素、木质素和一定量的糖分、蛋白质、脂肪等,这些化合物中含有大量的羟基($-\text{OH}$)及氢基($-\text{H}$),该技术采用酸或碱及少量化学辅料组成催化剂在一定的温度下,促使以上化合物中的羟基($-\text{OH}$)和氢($-\text{H}$)结合,按 H_2O 的比例汽化脱出,使秸秆物料的构成分子得到炭基化($-\text{CO}-$)、烯炔化($-\text{C}=\text{C}-$)、醚化($-\text{C}-\text{O}-\text{C}-$)等复杂的化学键重排,同时秸秆物料中的纤维素等高分子化合物分子骨架得到一定程度的断裂破坏。最终,经加工后的秸秆物料变黑(炭化)、变脆(失去弹性)、易粉碎等,有效地提高了秸秆物料的成型性能。

2.1.2 中温干馏工艺 传统的秸秆干馏工艺技术是指在绝氧状态下给秸秆物料进行加热,将沥青质蒸出制炭素燃料,一般加热温度可高达 500°C 以上。虽然按此工艺技术得到的炭素燃料热密度高、挥发

收稿日期:2010-05-20

第一作者简介:崔昌龙(1956-),男,朝鲜族,黑龙江省林口县人,学士,高级工程师,从事环境化学及工程能源研究。E-mail:ccl33333@yahoo.com.cn。

份低,但是炭素燃料的收率低,只有约 30%。中温干馏技术是指在秸秆物料干馏工艺中引入脱水催化剂,使干馏过程的初始温度比传统工艺降低 30~50℃,最高干馏温度控制在 280℃以下,即干馏温度被控制在秸秆物料中沥青质的蒸出温度以下,这将使秸秆物料的干馏产品收率得到提高,大于 60%。该催化剂使干馏过程的低温初始阶段主要以脱去分子水为主(其脱水原理与酸碱催化法秸秆炭化的机理类同),同时由于干馏温度及加热速度得到准确控制,使后续阶段得到的木醋液产品浓度得以提高,且质量稳定,易于商品化。

2.2 技术优势

该技术在酸碱催化剂的作用下,可在 150℃以下脱去秸秆中分子水,形成轻度脱水炭粉,提高原料的可加工性,克服传统固化方法的缺陷;在化学催化剂配合下,完成 280℃以下的干馏操作,提高干馏过程秸秆炭粉的收率,而且环境效益显著;可结合利用符合一定要求的牛粪和沼渣,提升废弃物的利用空间和效率,同时延长农牧业经济体系的链条,填补农业循环经济中的一步重要环节;所得生物质燃料块可在普通的成型机中压制成型,降低生产环节对设备的要求,降低技术推广的难度。

3 技术发展和应用相关条件

3.1 技术特点对项目地理位置的适应性

该技术的轻度炭化过程设计 2 种不同的工艺,其中酸碱催化法需要采用一定量的酸或碱,属液态原料,不适合远距离运输。在工业发达的城市易得到工业级原料,还可以利用相关工业副产的废酸原料。另外该技术的炭化工艺设备简单,易操作,炭化物料收率高,而且不产生任何三废污染,所以靠近工业城市地区宜采用此工艺技术。而中温干馏工艺技术适合于更广泛的农业废弃物产区,但是工艺过程相对酸碱催化法较复杂,对温度、加热速度等参数的控制要求较高,适合形成一定的规模化建设,集中管理。

3.2 技术产业化推广的规模设计

根据该技术的工艺特点,对于未来的推广及产业化建设规模,建议以年产 5 000~10 000 t 规模为适宜。该建设规模的计算确定主要依据农村地区耕地的分布,即农作物秸秆的地域性及运输半径。以黑龙江省大豆秸秆为例(大豆秸秆的平均产量为 3 600 kg·hm⁻²),年产 5 000 t 生物质固化燃料块,需要约 6 000 t 大豆秸秆,除去道路、村庄等用地,纯耕地面积应为 16 km²。为取得最大经济效益及推广空间,工程规模应以年产 5 000~10 000 t 为宜。建设过程中可以根据建设地点实际情况进行设计调整。

3.3 技术发展仍需完善的相关技术

轻度炭化法生物质固化技术虽具有很多优

势,但其技术的应用研究仍处于示范阶段,对于一些技术环节及相关配套技术仍需不断的研究完善,例如:建立完整的各种生物质材料理化指标,能量指标的评价、分析方法。目前,在我国还没有形成完整的和独立的针对各种生物质材料理化指标,能量指标的评价、分析方法,普遍采用煤炭材料的分析方法,这将影响和制约生物质能源产业的发展;燃用各种生物质成型燃料产品的民用炊事炉具、小型锅炉的研究开发,满足不同用户、不同行业的需求。理论上讲,只要相关配套设备适合,秸秆成型燃料块可以满足从农户到各行各业的燃料需求,甚至是发电锅炉。

4 轻度炭化法生物质固化技术研究推广的意义

轻度炭化法制生物质成型燃料技术的提出,不仅克服了传统“物理法”成型技术的不足和缺陷,而且还解决了畜牧业产生的“多余”牛粪等问题,为农牧业副产资源的综合利用开辟了一条新途径。

以黑龙江省为例,农作物秸秆一直是困扰农业发展的大问题。随着新农村建设的深入开展,农作物秸秆已经成为农村环境污染的主要因素,将其充分利用,不仅可以改善农村环境,还可以建立新的农村能源利用模式。按该技术提供的方法折算,黑龙江省每年剩余废弃秸秆 2 500 万 t 左右,其热量价值相当于 1 200 万 t 标准煤,1 000 万 t 牛粪的热量价值也相当于 429 万 t 标准煤。若该技术得到实施和推广,不仅可以延长农产品加工的产业链条,还将产生直接经济效益 34 亿元人民币,实现二氧化碳减排 2 800 万~3 000 万 t,同时产品利用后的剩余草木灰可直接施入农田,其经济、环境、社会效益巨大。

参考文献:

- [1] 姚向丽,肖波,邹先梅,等. 生物质粉体燃料破碎系统的试验研究[J]. 可再生能源,2006(6):15-17.
- [2] 伊晓路,孙立,郭东彦. 生物质秸秆预处理技术[J]. 可再生能源,2005(2):31-33.
- [3] 余有芳,盛奎川,Hassan G. 生物质成型燃料的热解燃烧特性试验研究[J]. 浙江大学学报(农业与生命科学版),2005,31(5):663-667.
- [4] 董玉平,高名望,孙启新. 秸秆类生物质固化成型有限元模拟[J]. 山东大学学报(工学版),2005,35(5):9-13.
- [5] 李保谦,马孝琴,张百良,等. 秸秆成型与燃烧技术的产业化分析[J]. 河南农业大学学报,2001,35(1):78-80.
- [6] 赵希强,马春元,王涛,等. 生物质秸秆预处理工艺及经济性分析[J]. 电站系统工程,2008,24(2):30-33.
- [7] 吴创之,马隆龙. 生物质能现代化利用技术[M]. 北京:化学工业出版社,2003,80-81.
- [8] 卞有生. 生态农业中废弃物的处理与再生利用[M]. 北京:化学工业出版社,2000.