

讨论与建议

木质颗粒燃料——可再生的清洁能源

郭东升¹, 朱典想², 牛前明¹, 朱江¹

(1. 美国泛欧木工机械公司, 北京 100026; 2. 南京林业大学, 南京 210037)

摘要: 木质颗粒燃料是一种可再生、清洁和成本稳定的燃料, 可由农作物秸秆、木、竹加工剩余物及普通的废旧木料等可再生的物质制成, 北美和欧洲正在大量使用。本文介绍了木质颗粒燃料产业的发展现状, 产品特点、用途和制造工艺, 并分析了这种燃料在我国的发展前景。

关键词: 颗粒燃料; 生物质燃料; 农作物秸秆; 废旧木料

中图分类号: S216.2 文献标识码: A 文章编号: 1001-8654(2008)01-0034-03

Wood Fuel Pellets: A Renewable and Clean Energy

GUO Dustin¹, ZHU Dian-xiang², NIU Qian-ming¹, ZHU Jiang¹

(1. Ex-Factory Inc. Beijing Office, Beijing 100026; 2. Nanjing Forestry University, Nanjing 210037, China)

Abstracts: Expanding populations and steady economic growth will continue to increase world energy demand. Wood fuel pellets provide an alternative and cost stable biomass energy and is used widely throughout North America and Europe. Pellets can be made from renewable materials such as agricultural straws, residues from wood or bamboo product manufacturing, and recycled wood. This paper reviews the main characteristics, applications, and manufacturing technology of wood fuel pellets. It also discusses current product developments and future trends in the fuel pellet industry. Finally, it describes the prospect and provides guidance for developing a successful biomass fuel pellet industry in China.

Key words: fuel pellet; biomass fuel; agricultural residues; wood residues

能源的开发和利用, 一直是人类文明进步的见证, 成为人类适应环境、利用环境、改造环境的重要标志之一。当今的新型替代能源, 如风能、太阳能、生物质能、地热能等纷纷涌现, 各具优势, 且利用技术也日臻成熟, 其中生物质能源在实用性、可行性、广泛性方面, 显现出独有的优势, 被认为是未来 30~50 年里, 最具大规模产业化开发前景的新型能源。

生物质能源的原料来源广泛, 如美国用玉米、巴西用甘蔗制备乙醇, 欧洲用油菜生产生物柴油等。但使用农作物发展生物质能源, 会对农产品的市场需求、价格和基本民生造成很大影响, 尤其是对于我国这样的农业大国。而利用生物质材料的废弃物, 如农林的加工采伐废弃物、农作物秸秆、工业有机垃圾等

来制造能源, 可不与民争粮、不与粮争地, 利用方式科学而现实, 值得关注。

1 木质颗粒燃料的发展概况

木质颗粒燃料的发展源于 20 世纪 70 年代美国能源短缺时期, 当时的原材料主要来源于家具、造纸等工厂的木材废料, 产生的能源用于替代电能、薪炭燃料、化石燃料等。期间发生的石油危机, 还促使丹麦开始研究木质能源发电技术, 自 1988 年诞生了世界上第一座秸秆生物燃烧发电厂以来, 已有 130 家秸秆发电厂遍及丹麦, 秸秆发电等可再生能源占全国能源消费量的 24% 以上。

目前在美国, 15% 的谷类作物用于生产非柴油运输燃料, 其中乙醇生产的增长速度较快。美国能源部已制定了至 2010 年兴建以农作物为原料、大规模一体化的生物炼油厂发展计划, 预计到 2030 年,

收稿日期: 2007-11-11; 修改日期: 2007-12-20

作者简介: 郭东升 (1967—), 男, 美国泛欧木工机械公司中国区总经理。

生物质能源有望分别占美国发电量的 5%、运输燃料的 20% 和化学品生产量的 25%，即相当于现有石油消费量的 30%。世界瞭望学会预测，采用新技术后，在今后 25 年内，生物质燃料可望占美国运输燃料的 37%，如果汽车燃料经济性提高 1 倍，使用比例可提高至 75% 左右。

为了节省天然气和石油，减少 CO_2 和 SO_2 的排放量，美国政府大力倡导使用木质颗粒燃料，并给予适当补贴，已有部分发电和供热的燃料被木质颗粒燃料所取代。此外，石油天然气价格的上涨，也极大推动木质颗粒燃料的发展。2005 年，美国林地提供了 3.68 亿 t 木质燃料资源用于能源生产，其中不包括目前无法到达的林区和环境敏感地区的林地。木质燃料资源利用约占美国能源需求的 10%。

近年来，北美木质颗粒燃料的产量和销售量均呈上升趋势，见图 1、图 2；而木质颗粒燃料在欧洲的价格则呈现小幅波动，见图 3。

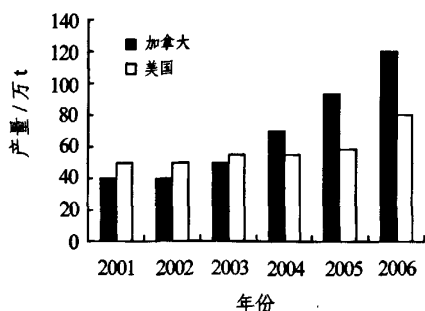


图 1 加拿大和美国木质颗粒燃料的产量
Fig. 1 Annual production of wood fuel pellets in Canada & USA from 2001 to 2006

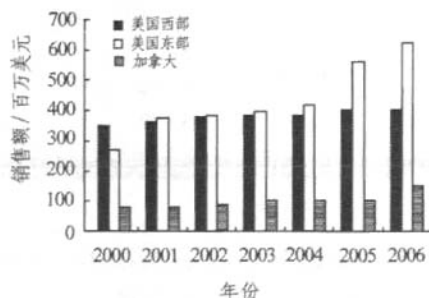


图 2 北美住宅消耗木质颗粒燃料的年度销售情况
Fig. 2 Annual sales of fuel pellets for residential applications in North America

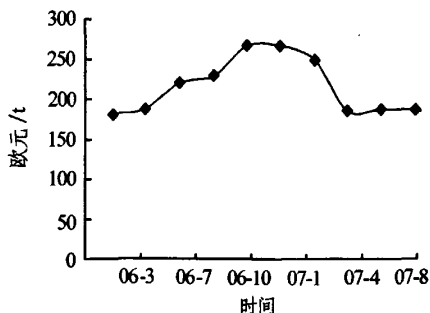


图 3 2006—2007 年欧洲木质颗粒燃料价格变化图
Fig. 3 Sale prices of fuel pellets in Europe from 2006 to 2007

2 木质颗粒燃料的生产工艺及特点

目前，发达国家是采用高温、高压挤压设备，将生物质材料挤压成一定的形态——颗粒状 (pellets) 或块状 (briquettes) 的木质燃料 (见图 4)。这种燃料质地坚硬，属能量高效聚集的固化型燃料，具有比重大、热值高、燃烧充分、成本低、使用方便、清洁卫生，便于贮存和运输等优点，可作为燃烧炉、气化炉、取暖炉、气化站和火电厂的燃料，用于供热的燃烧效率可达 83%。

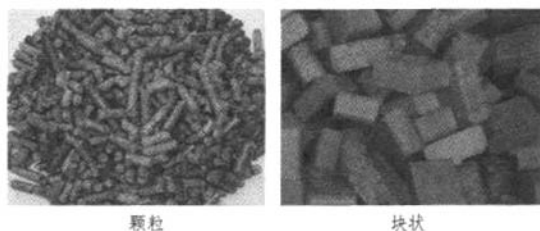


图 4 木质颗粒燃料
Fig. 4 Typical wood fuel pellets and briquettes

美国生产的木质颗粒燃料和块状燃料，是由木质废料经加压制成，主要用于各种供热装置的燃料。常见的供热装置有以下 5 种^[1]：

1) 微型燃烧装置 (1 MW) 主要用于住宅或办公室的取暖。木质颗粒燃料既可通过加热空气或水供暖，也可以在家庭的壁炉中直接燃烧供暖。

2) 小型燃烧装置 (1~5 MW) 以热水为介质，属经济型供热装置。木质颗粒燃料也可用于驱动空调系统。

3) 中型燃烧装置 (5~15 MW) 在美国一般为学校或单位采用。

4) 大型燃烧装置 (15 MW) 以上 通常用于林区

工业企业,或林区附近的其他工业企业,如水泥企业。

5) 特大型燃烧装置 一般用于发电厂,常见的规模为10~20 MW,个别达到75 MW以上。为减少空气污染,常常采用木质颗粒燃料与煤搭配燃烧的方式。

2.1 制粒工艺

木质颗粒燃料制造的典型工艺流程为:

原料→粉碎→除尘去铁→输送→去铁→搅拌→高温压缩→冷却→包装→储存→运输。

先将原料干燥至含水率8%~10%,送入振动料仓,经过金属分离器和气流分选机,将其中的金属物质和石头等杂质分离出来,再采用双螺旋进料器,将其送入锤式打磨机打碎。

将打碎的木屑用传送带送入混合器,加入适量的水进行混合,然后送入搅拌器充分搅拌。木屑吸收适当的水分,有利于生产出高质量的木屑颗粒。

物料从搅拌器的底部,通过重力自流进入位于造粒机顶部的进料器,进料器将木屑定量注入造粒机,进料速度通过变频开关调整。

造粒机将木屑压缩成一定直径的长条圆棒形状并挤出。在圆棒出口处通过切割机,将圆棒切割成一定长度的颗粒。

高温的木质颗粒经过不锈钢传送带,传送到逆流空气冷却器,将其冷却至高于环境温度5~10℃,冷却气流由冷却器底部的一台强力鼓风机提供。

将冷却后的木质颗粒逐批送入筛式过滤器,筛出碎屑(可返回到系统中再次利用)。最后将成品木质颗粒包装、储存、运输。

2.2 木质颗粒燃料的优势

1) 清洁环保 木质颗粒燃料在制造过程中不需添加胶黏剂,是一种天然的生物质燃料。由于含水率较低,助燃空气容易调节,燃烧效率高,燃烧时产生的烟气平均排放量为1.2 g/h,远低于美国环保局规定的7.5 g/h的排放标准。

2) 节省空间 由于木质颗粒燃料经过高温压缩,大大节约了储存空间,也便于运输。

3) 燃烧热效率高 木质颗粒燃料能大大提高木质材料的燃烧效率,制成一定密度的粒状或块状燃料,热效率可提高80%以上。据测算,1.2 t的木质颗粒燃料所产生的热量,相当于1 t煤产生的热量。

4) 使用安全 木质颗粒燃料取自于自然状态的生物废料,不含有易裂变、爆炸等化学物质,不会像其他能源那样,发生中毒、爆炸、泄漏等事故。

5) 可持续利用 木质颗粒燃料燃烧后的炉灰可以作为肥料,促进植物生长,形成新的循环,使生物资源的供应源源不断,持续利用。

3 我国发展生物质颗粒燃料的可行性

3.1 能源利用情况

我国每年消耗16亿t煤炭,其中9亿t用于发电,7亿t是用于工业用锅炉和生活用锅炉^[2]。锅炉用煤的热效率只有60%左右,同时排放大量的CO₂和SO₂,造成环境污染。

目前,我国木质能源的利用方式仍以柴灶的直接燃烧为主,由于薪材原始状态很松散,燃烧过程中,80%~90%的能量随着烟气和灰分的散失而浪费,热利用效率极低。木质颗粒燃料在替代工业用煤和提高柴灶热利用率方面大有可为。

3.2 资源情况

我国拥有丰富的木质颗粒燃料资源,目前可供利用开发的资源主要包括:农作物秸秆、薪材、加工剩余物和城市固体有机垃圾中的废旧木料等。据理论测算,我国木质颗粒燃料资源可达50亿t左右。

1) 农作物秸秆 我国作为一个农业大国,农作物秸秆资源丰富。目前,主要作为生活燃料、饲料、肥料和工业原料等,仍有大量未得到有效利用。按每年农作物秸秆产量6亿~7亿t计,其中约有3亿t可作为能源使用,折合标准煤1.5亿t左右。如果将这些秸秆资源用于发电,相当2套0.9亿kW火电机组年平均运行5 000 h,年发电量为9 000亿kW/h^[3]。

2) 木、竹采伐和加工剩余物 我国林木生物质总量约178.86亿t,每年可采伐剩余物的生物量约16.2亿t。考虑到采运条件、生态防护、资源分布等多方面因素,每年可提供发展生物质能源的生物量为3.3亿t,折合标准煤约2亿t,如全部得到利用,能够减少1/10的化石能源消耗^[4]。

3) 工业木质废弃物 在其他工业生产中,例如造纸厂、糖厂和粮食加工厂等,每年产生的大量木屑、树皮、蔗渣、谷壳等,也是发展生物质燃料的良好资源。

4) 城市废弃木材 随着我国城市化进程加快,城市数量和规模都在不断扩大,与此同时,我国城镇的垃圾量每年以10%左右的速度增长,每年产生的城市垃圾约为60亿t,其中各类木材垃圾可达6 000万t,完全可以回收用于颗粒燃料的制造^[5]。

(下转第42页)

的供风系统,使材堆二端的木材受热和干燥均匀,通过可调控引导送风装置,使原来的扩散气流形成高强度射流,更符合木材干燥工艺的要求,保证木材干燥质量。实践表明:木材干燥窑可调控引导送风装置与风机自动回转供风装置配合使用,使干燥窑内的热气流更均匀可控,从而使木材干燥质量明显上升,干燥窑工作效率显著提高、能耗降低。

2.4 实际应用状况

按装有此装置的干燥设备已在沪、浙、皖等地企业安装使用,结果证明,完全符合设计和干燥工艺的要求。以 100 m³ 的干燥窑为例,对柞木(*Quercus mongolica*)等树种木材,从初含水率 80%,干燥到 8%时,节能型木材干燥窑与常规干燥窑耗能比较,见表 1。

表 1 节能型干燥窑与常规干燥窑的数据对比

Tab. 1 Comparison of conventional wood drying kiln and a kiln with the system

干燥窑类别	电机功率/kW	风机数量/台	干燥周期/天	消耗电费,元/月	节约电费,元/年
节能型干燥窑	1.1	6	13	4 118	88 420
常规干燥窑	3.0	6	15	12 960	0

注:每个月以 2 个干燥周期计算,工业用电平均价格为 1.00 元/度,每年按 10 个月计。

(上接第 36 页)

3.3 生物质能源的政策扶持

我国在《中国新能源和可再生能源发展纲要(1996—2010)》中提出,要把发展“高效的直接燃烧技术、致密固化成型技术、气化技术”,作为今后能源工作的一个主要方面来抓。

对于生物质燃料的发展,我国的“十一五”规划也明确提出,要按照以新能源替代传统能源、以优势能源替代稀缺能源、以可再生能源替代化石能源的发展思路,逐步提高替代能源在能源结构中的比重。

国家发改委 2007 年 9 月发布的《可再生能源中长期发展规划》也指出,要逐步提高优质、清洁、可再生能源在能源结构中的比例,力争到 2010 年,使可再生能源的消费量,达到能源消费总量的 10%左右,到 2020 年达到 15%左右。同时指出,我国可再生能源发展的重点是水能、生物质能、风能和太阳能。国家将采取强制市场份额、优惠电价和费用分摊、资金支持和税收优惠、建立产业服务体等政策措施,积极支持可再生能源的技术进步、产业发展和开发利用。

3 结论

1) 风机自动回转供风装置和可调控引导送风装置配合使用,可以使干燥窑内的热气流达到最佳设计工况,木材干燥质量和干燥窑工作效率显著提高,比常规木材干燥窑节约耗电量 60%,而且干燥周期平均缩短 2 天,使干燥成本大大降低。

2) 干燥窑可调控引导送风装置的使用,省去了干燥窑的送回风吊顶和数台风机之间的铝合金横隔,干燥窑高度降低约 0.5 m,节省了干燥窑的初投资,而且材堆装卸简便,设备维护保养更方便,干燥作业的工作效率大大提高。

3) 采用了高效、低噪声、节能环保型叶轮单向运转的风机,使风机运行稳定、使用寿命延长。

参考文献:

- [1] 张璧光. 探索我国木材干燥技术的新型发展道路[J]. 林产工业, 2006, 33(4): 3-6.
- [2] 顾炼百. 我国实用木材干燥技术的进展及思考[J]. 木材工业, 2006, 20(2): 19-22.
- [3] 郑万友, 张丽福. 木材干燥设备的创新途径与发展[J]. 林业机械与木工设备, 2006, 34(2): 7-9.
- [4] 严平, 曹伟武, 钱尚源. 干燥窑用风机自动回转供风系统的研究[J]. 木材工业, 2005, 19(2): 25-27.

(责任编辑 鲍加芬)

综上所述,以木质材料为基础的可再生能源,符合国家产业发展导向,充足的资源与国家政策的扶持,将为我国生物质能源的发展提供一个广阔的平台,也为木质颗粒燃料的发展提供了坚实的基础。

参考文献:

- [1] John I Z. Thermal energy, electricity and transportation fuels from wood[J]. Forest Prod J, 2006(1): 6-14.
- [2] 石元春. 漫谈生物质能源的开发和利用[R/EB]. <http://tech.qq.com/a/20060831/000329.htm>.
- [3] 中国机电企业网. 秸秆发电: 麦田里的新增长点[R/EB]. http://www.newenergy.org.cn/html/2006-2/2006220_7658.html.
- [4] 国家林业局植树造林司. 维护能源安全 发展林业生物质能源作用巨大[R/EB]. <http://news.chemnet.com/content/2007-06-25/297539.html>.
- [5] 木材节约发展中心. 第二届全国废旧木材回收利用研讨会暨首届全国农作物剩余物(秸秆)综合利用研讨会成功召开[OL/EB]. <http://www.cwp.org.cn/ShowArticle.asp?ArticleID2007-12-11=1011>.

(责任编辑 姜征、赖威)