

生物质成型燃料锅炉产业化可行性研究

杨小明,何屏,刘文光,夏家群,徐远纲

(昆明理工大学 电力工程学院,云南 昆明 650051)

摘要: 从环境政策、生物质成型技术的经济性、小型锅炉改造技术等方面,采用动态分析的方法,对小型燃用生物质成型燃料锅炉的产业化及可行性进行了研究和分析.结果表明燃用生物质成型燃料锅炉的各项指标均达到国家烟气排放标准,其运行具有一定的经济性和可行性.因此,燃用生物质成型燃料锅炉的产业化前景比较光明.

关键词: 生物质成型燃料;锅炉;生物能源

中图分类号: TK019 **文献标识码:** A **文章编号:** 1007 - 855X(2006)01 - 0029 - 03

Feasibility Test on the Industrialization of the Briquette Biomass-Fired Boiler

YANG Xiao-ming, HE Ping, LU Wen-guang, XIA Jia-qun, XU Yuan-gang

(Faculty of Electric Power Engineering, Kunming University of Science and Technology, Kunming 650051, China)

Abstract: The dynamic analysis is made on the industrialization and feasibility of the biomass - fired boiler in terms of the environmental policy, straw briquette technology economy, small boiler technology reform and so on. The result has proved that every index of the small biomass - fired boiler has met the nation emission standard and its operation has certain economic and feasible value. Therefore, the prospect of the industrialization of the biomass - fired boiler is very bright.

Key words: briquette of biomass; boiler; biological energy sources

0 引言

中国作为一个迅速崛起的发展中农业大国,面临着经济增长和环境保护的双重压力,同时又是一个能源消耗大国,能源消耗量以每年 6% ~ 7% 的速度增长.我国的能源消耗又以煤为主,而煤的直接燃烧使空气中的 CO_2 、 SO_2 、 NO_x 粉尘及其它有害元素增加,造成了严重的环境污染.同时,我国的《防止大气污染法》和鉴定的“国际京都协议”都对我国城镇直接燃煤问题提出了量的限制和燃烧设备的技术改造要求.现在,许多城市已经开始禁用小型燃煤锅炉.在这种情况下,根据中国的具体国情,替代煤的生物质成型燃料以及小型锅炉的技术改造便孕育而生!

作为人类传统燃料的作物秸秆,是一种可再生能源,具有资源丰富含碳量低的特点.中国是一个农业大国,每年约产 7 亿 t 农作物秸秆,约合 3.5 亿 t 标准煤.农作物秸秆是农村生活燃料、牲畜草料与有机肥料的主要来源.近年来,由于其他高品位的商品能源进入农村,以传统方式燃烧的秸秆首先成为被替代的对象.同时养殖业的规模化使农村的牲畜散养量下降,导致秸秆严重过剩,使许多秸秆被堆放在田间、地头,占用大量的耕地.尤其是秸秆的荒烧,不仅浪费了大量的能源资源,还引起大面积烟雾污染,严重影响空中和陆地交通,已引起各级政府的高度重视.由此可见,用新技术开发利用秸秆,将其转化为高品位的能源,替代部分石油、煤炭等燃料,对缓解农村能源紧张的局面,减轻温室效应,解决能源和环境协调发展问题

收稿日期: 2005 - 03 - 23

第一作者简介: 杨小明 (1978 - 12 ~), 男, 在读硕士研究生. 主要研究方向: 循环流化床洁净燃烧技术.

E - mail: yxm ing6@ sina . com . cn

题有着重要的意义。

2 秸秆成型技术及技术经济分析

2.1 秸秆成型技术

一般农作物秸秆都具有疏松、密度小、单位体积的热值低等缺点,作为燃料使用很不方便,这是造成人们不愿用秸秆作为燃料的主要原因之一。秸秆成型技术不仅能有效地解决这一问题,而且能有效地改变秸秆的燃烧特性。秸秆成型技术是指在一定的压力等条件下,用机械压缩(加热或不加热)的方法,将松散细碎的无定型的秸秆挤压成质地致密、形状规则的成型燃料。原料挤压成型后,密度可达 $0.8 \sim 1.3 \text{ t/m}^3$,能量密度与中质煤相当,燃烧特性明显改善,火力持久,黑烟少,炉膛温度高,且储存、运输、使用方便、干净卫生,可代替矿物能源用于生产和生活领域。

成型燃料主要有两种类型,即压块(briquette)和颗粒(pellet)。根据成型原理的不同,压块成型机可分为活塞成型机(Piston press)、螺旋式成型机(Extruder press)、模压造粒机(Matrix pellet press)等几种类型。目前,在我国各种成型技术已基本成熟。

2.2 经济性分析(以 HPB - Ⅱ型生物质成型机为例)

经济性是项目进行产业化生产的基本条件之一,也是衡量一个项目前景如何的一个重要指标。为此采用动态评价的方法,以净现值(NPV)、动态回收期(T)、益本比(B/C)及内部收益率(IRR)为评价指标对液压秸秆成型机进行经济评价,结果列于表 1。

表 1 秸秆成型机经济评价结果

Tab. 1 Economic evaluation result of BBP

原料	锯末		秸秆	
产品售价/元·t ⁻¹	120	140	120	140
成本/元·t ⁻¹	74.31	74.31	84.22	84.22
B/C	1.421	1.841	1.373	1.602
NPV/元	45 400.71	73 466.56	30 436.12	71 900.42
T/年	3.459	2.608	4.501	3.137
IRR/%	23.7	30.6	18.3	26.9

从表 1 可以看出,在成型块售价为 120 元/t 的情况下,项目的净现值 $NPV > 0$, $B/C > 1$, $T = 4.5$ 年,内部收益率 $IRR = 18.3\%$ (大于目前中国社会平均折现率 12%), 所以其经济性可行。

3 秸秆成型块的燃烧特性分析

3.1 秸秆及秸秆成型块燃烧特性的理论分析

(1) 秸秆燃烧特性的理论分析

秸秆是松散体,其挥发分高,热分解产生的可燃挥发物一般在 350 就能释放出 80%。这段时间较短,易出现供氧量不足,使未燃尽的挥发物增多。

由于秸秆失去挥发物后,炭的结构为松散骨架,气流的流动即可使其解体,并将一部分未经燃烧的炭粒裹入烟道,产生飞扬的黑絮。

到挥发物和炭逐渐烧完时,空气量又过剩,过剩的空气会带走一部分热量。

(2) 秸秆成型块燃烧特性的理论分析

秸秆成型块燃烧与秸秆直接燃烧相比具有以下特点:

由于秸秆成型块密度远大于秸秆,限制了挥发分的逸出速度,燃烧反应大多数只在表面进行,开始燃烧时类似“颗粒燃烧”模型,使一般炉灶供给的自然对流空气相对够用,黑烟生成量减少,未燃挥发物损失少。

由于压缩致密的作用,挥发分逸出后剩余的炭结构紧密,运动气流的冲力不能使之解体,炭的燃烧热可得到充分利用:在成型燃料燃烧过程中,可以清楚地看到炭的燃烧过程,蓝色火焰包裹明亮的炭块,使炉温大大地提高,燃烧时间明显延长。

整个燃烧过程内的需氧量没有大起大落,使燃烧过程相对稳定。

3.2 秸秆的基本性质

表 2 为秸秆干燥无灰基挥发分(为能与煤进行对比所作的换算),表 3 为几种主要秸秆的工业分析、元素分析和发热量数值,表 4 为与秸秆低位发热量相一致的常用煤种的煤质分析。

表 2 秸秆干燥无灰基的挥发分

Tab. 2 Volatile of daf of straw

种类	稻草	玉米秆	高粱秆	麦秸	棉花秆
$V_{daf}/\%$	80.21	80.10	79.23	77.65	82.30

表 3 秸秆基本性质分析结果

Tab. 3 Analysis result of basic property of the straw

燃料种类	水分 / %	灰 / %	挥发分 / %	固定炭 / %	H / %	C / %	S / %	N / %	P / %	K / %	$Q_{net,ar}/\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$
玉米秆	4.87	5.93	71.45	17.15	5.45	42.17	0.12	0.74	2.60	13.80	15 550
麦秆	7.13	10.4	63.9	25.67							15 740
棉秆	8.77	6.59	69.66	23.81							17 620

表 4 几种常用煤种的煤质分析

Tab. 4 Qualitative analysis on some types of common coal

产地	$M_{ar}/\%$	$A_d/\%$	$C_{daf}/\%$	$H_{daf}/\%$	$O_{daf}/\%$	$N_{daf}/\%$	$S_{daf}/\%$	$Q_{net,ar}/\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$	$V_{daf}/\%$	$M_{ad}/\%$
河北开滦洗中煤	9.0	38.0	81.5	5.4	10.2	1.3	1.6	17 166	35.5	0.9
安徽淮北洗中煤	9.2	43.0	79.7	6.69	10.92	1.92	0.77	16 806	25.0	1.67
云南昭通(褐煤)	24.0	28.0	72.0	4.9	20.4	1.0	1.7	14 570	44.0	10.0

尽管秸秆成型后的燃烧特性相对秸秆而言有所改善,但通过上述表格可以看出,在热值基本相同的条件下,秸秆的挥发分远高于煤,灰分和含碳量远小于煤.这就决定了秸秆成型块在燃烧过程也必然会有它的特点,需要对燃煤锅炉进行改造。

4 改造后锅炉的运行测试结果及经济分析

4.1 燃烧试验结果

秸秆成型棒的密度为 $1.0 \sim 1.1 \text{ t/m}^3$ 时,燃烧性能较好; 秸秆棒燃烧速度比煤快 10% 以上; 燃烧室温度高达 1060°C ,热效率可达 50% 以上; 一炉秸秆棒可持续燃烧 4 h 以上; 加料时炉口有少量灰尘,正常燃烧时烟囱中无灰尘和黑烟排出。

4.2 烟气成分测试结果

测试结果表明,在正常添料和燃烧情况下,排烟和灰尘完全符合国家环保要求.其检测结果见表 5。

从表 5 可以看出,烟气中的烟尘、 SO_2 的排放均大大低于燃煤锅炉的排放标准.其他成分,如 CO 、 NO 、 CO_2 排放均小于燃煤锅炉的量。

4.3 锅炉运行经济比较

系统运行的经济性主要取决于燃料的价格和各系统的热效率,以目前成型燃料 140 元 / t 的市场售

价来计算,煤、天然气、电的价格分别为 200 元 / t, $1.90 \text{ 元}/\text{m}^3$, $0.4 \text{ 元}/\text{kW} \cdot \text{h}$,当煤、生物质成型燃料、天然气、电为能源的各种锅炉运行的系统热效率分别为 80%、57.5%、95%、98% 时,其提供相同负荷时运行的经济情况为电 > 天然气 > 成型燃料 > 煤.成型燃料锅炉的运行成本基本稍高于燃煤锅炉,在经济上具有一定的竞争性.但考虑到作为化石能源的煤炭、天然气会随着大量的开采而逐步衰竭,必然导致价格上涨,这样无形中会提高生物质能利用的巨大潜力。

(下转第 36 页)

表 5 烟气检测结果

Tab. 5 Testing result of flue gas

检测因子	烟气流量 $/\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$	排放浓度 $/\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}$	排放量 $/\text{kg} \cdot \text{h}^{-1}$	排放标准 $/\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}$
烟尘	956	138	0.132	250
SO_2	956	75	0.071	1 200
NO_2	956	139	0.133	
CO	956	783	0.749	

收发双线程采集和采用线程池采集比较:由于网卡是一个共享设备,任一时刻只能有一个线程使用该网卡进行通信,因此,线程池采集不可避免地要进行多个采集线程之间的同步,同步可以通过设立临界区或信号量加锁进行控制,另外,由于每个采集线程都可以采集路由器,到底由谁来采集需要调度,实现起来有一定的难度.而采用收发双线程采集,收、发线程独占网卡资源,只需要开辟一些缓冲区作为线程间进行数据传输的临时空间,算法较为简单,调试也相对容易.

4 结束语

采用 SNMP 协议和多线程采集路由器的网络流量信息,符合标准,符合网络管理的潮流,运行效率高,效果令人满意.

开发环境: JBuilder 8.0, AdvenNetSNMP 3.3, Windows 2000.

参考文献:

- [1] 李文印,周治国,张福春.网络计费系统数据采集技术研究[M].计算机应用,2003,23(2):2003.
- [2] 赵小林,高虹.网络管理技术教程[M].北京:国防工业出版社,2002.155~163.
- [3] [美]马赛厄斯·海因,戴维·格里菲斯.简单网络管理协议的理论与实践 SNMP[M].邢国光等译.北京:国防工业出版社,1999.58~164.
- [4] [美]Mani Subramanian.网络管理——原理与实践(影印版)[M].北京:高等教育出版社,2003.141~203.
- [5] [美]William Stallings.SNMP网络管理[M].胡成松等译.北京:中国电力出版社,2001.168~192.
- [6] Cisco System, Inc. MIB User Quick Reference [EDB/OL]. <http://www.sisco.com>.

(上接第 31 页)

5 结论

通过对生物质成型技术的技术经济评价及燃煤锅炉改造后的实际运行情况可以看出,小型锅炉改造为生物质成型燃料锅炉在技术和经济上都是可行的,它不仅解决了环境保护和农村生物质资源浪费的问题,同时为我国在煤炭、石油等化石能源的替代产品方面寻找新的出路,尤其是生物质能源在大型工业锅炉、窑炉等用能方面的需求.所以,燃用生物质成型燃料锅炉的产业化前景比较光明.

参考文献:

- [1] 马孝琴.生物质成型燃料燃烧动力学特性及液压秸秆成型机改进设计研究:[博士学位论文][D].郑州:河南农业大学,2002.20~25.
- [2] 刘胜勇,陈开碇,张百良.国内外生物质成型燃料及燃烧设备研究与发展现状[J].可再生能源,1995,(4):14~15.
- [3] 吴添祖,虞晓芬,龚建立,等.技术经济学概论[M].北京:高等教育出版社,1998.11~61.
- [4] 万仁新.生物质能工程[M].北京:中国农业出版社,1995.