

实用技术

热能工厂的环保指标及其应用前景分析

王泽强

(湖南省农林工业勘察设计研究总院, 长沙 410007)

摘要: 阐述了热能工厂在林产工业中的应用, 并对环境保护指标进行计算, 说明了热能工厂在林产工业中的应用前景。

关键词: 热能工厂; 环保指标; 应用

中图分类号: TK1.X3 文献标识码: B 文章编号: 1001-8654(2003)06-0031-03

Analysis of the Impact of an Energy Plant on the Environmental Protection Indexes and the Prospect of a Permit Application

WANG Ze-qiang

(Hunan Designing Institute for Agriculture & Forestry Industries, Changsha 410007, China)

Abstract: An energy plant is a new kind of heat supply system for the wood-based panel industry characterized by using wood residues as fuel. Compared with a traditional steam boiler, the author made a calculation on the environmental protecting indexes of an energy plant. The results revealed the superiority of an energy plant in environmental protection, energy and cost saving over the steam boiler. Also, the author reviewed the prospect of the development of an energy plant used in the forest products industry in China.

Key words: Energy plant; Indexes on environment protection; Application

1998 年以前国内林产工业企业生产对环境的污染主要有 2 种: 一是采用传统的燃煤蒸汽锅炉供热方式对环境的污染(烟尘排放浓度、烟气黑度、 SO_2 排放浓度都超标); 二是木材加工产生的大量的工业剩余物, 如树皮、锯屑、废品、边角废料、砂光粉尘等, 虽然其中一部分可作为燃料燃烧, 但大部分木质废料日积月累, 阴雨季节腐烂发臭, 天晴刮风时漫天飞尘, 成为另一种污染源。有些工厂虽在建厂当年环保指标已达标, 但随着环保标准的日益提高, 现在却成为超标企业, 环境问题显得更加严峻。因此, 一些建在大中型城市内的工厂, 有的被要求限期进行环保改造, 有的面临整体搬迁。而在发达国家, 早就采用一种以加工剩余物生产清洁能源的热能工厂(Energy plant)供热方式。由于其具有显著的环保和节能双重效果而被广

泛采用。采用木质废料作燃料的供热方式, 可大幅度减少对环境的污染, 是木材加工工业的正确选择。

1 热能工厂的基本概念

1.1 热能工厂的基本概念

热能工厂是以木材加工过程中产生的各种木质废料为燃料, 以层燃+室燃的组合燃烧方式, 根据生产工艺的不同需求, 可同时产生蒸汽、洁净烟气和高温导热油等多种热媒(体)的环保节能成套设备。热能工厂与蒸汽锅炉的主要区别在于:

(1) 热能工厂采用层燃(往复炉排)和室燃的组合燃烧方式, 在下部层燃室燃烧树皮、边角料等固体废料, 在上部燃烧室喷燃砂光粉。由于固体木质燃料层厚度高达 300 mm 左右, 且含水率达 50%, 利用往复炉排有规则的运动使燃料移动均匀, 同时对燃料起到搅动作用, 可强化和加速燃烧过程; 而蒸汽锅炉一般只采用单一的燃烧方式。

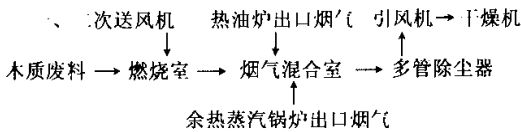
收稿日期: 2003-03-19
作者简介: 王泽强(1964-), 男, 湖南省农林工业勘察设计研究总院高级工程师。

(2) 热能工厂的燃烧室未布置任何受热面,炉膛出口烟气分3路分别进入热油炉、余热蒸汽锅炉、混合室,炉膛出口烟气温度一般控制在1100℃左右。

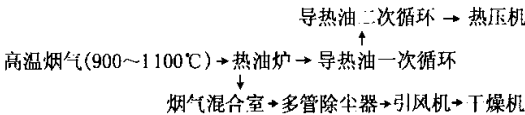
(3) 热能工厂的洁净烟气不再经过换热器加热空气,可直接进入干燥管道,干燥系统的排(烟)气温度约为70℃(一般蒸汽锅炉的排烟温度约为160℃),因而排烟损失大幅降低。仅此一项,热效率就提高7%以上。

1.2 热能工厂的工艺流程

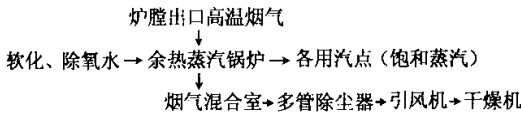
1.2.1 燃烧系统



1.2.2 导热油炉系统



1.2.3 蒸汽发生系统



2 热能工厂的燃料平衡及经济指标

热能工厂的燃料量与人造板生产工艺、产品种类和规格等有关,但一般来说,这些木质废料所能提供的热量与生产过程所需的热量能达到基本平衡。有的企业担心废料不够,以柴油或天然气作补充燃料,事实上很少投用。

热能工厂的热效率高达95%,而一般蒸汽锅炉的热效率为75%左右。采用热能工厂可节省大量购买煤或其它燃料的费用,使产品成本大幅降低。根据笔者的调查,采用热能工厂的供热方式,MDF的热能消耗成本由150元/m³降到75元/m³。在竞争日益激烈的市场中,这种优势对提高企业的竞争能力是十分重要的。

3 热能工厂环保指标的计算

虽然热能工厂在国内林产工业中的应用越来越广泛,其烟尘排放浓度、烟气黑度、SO₂的排放浓度等环保指标实际上均已达到国家一类地区的标准,但由于国内尚没有对热能工厂的全面环保测试的报告,且热能工厂

在林产工业之外还鲜有应用,造成一些新建项目在办理报建手续时处于不利的局面。所以,很有必要对热能工厂的环保指标进行系统的测定,并提出权威性的测试报告。在测定报告公布之前,对其环保指标进行计算,以利现阶段的推广应用。从实际运行的情况来看,热能工厂的烟气黑度明显小于林格曼1级,由于木材燃料含硫很低,SO₂的排放浓度接近于零,而烟尘初始排放浓度和烟尘排放浓度可通过计算得出理论数值。

影响烟尘初始排放浓度的主要因素有两个:燃料的灰分含量和燃烧方式。烟尘初始排放浓度与灰分含量成正比,而燃烧方式决定了飞灰占总灰量的百分比。传统燃煤蒸汽锅炉与热能工厂的烟尘初始排放浓度计算如下。

3.1 传统燃煤蒸汽锅炉烟尘初始排放浓度

以有代表性的Ⅱ类烟煤为例,其元素分析指标见表1^[1]。

表 1 Ⅱ类烟煤元素分析指标							
Tab. 1 Element components of type Ⅱ soft coal %							
V ^{ad}	C ^{ar}	H ^{ar}	O ^{ar}	N ^{ar}	S ^{ar}	灰分 A ^r	水分 W ^r
38.5	46.58	3.03	6.11	0.86	1.94	32.48	9.0

注:adf—干燥无灰基,ar—收到基。

按收到基低位发热量 $Q_{net,ar}^{ar}=17\,665\text{ kJ/kg}$ 、生产1 t蒸汽需要的热量为 $2.5\times10^6\text{ kJ}$ 计算,设锅炉热效率为0.8,则生产1 t蒸汽所需的燃煤为 $2.5\times10^6/(17\,665\times0.8)=177\text{ kg}$ 。其中含灰(A)量为: $177\text{ kg}\times32.48\%=58\text{ kg}$ 。对于往复炉排,飞灰量占总灰量的15%~20%,则燃烧177 kg煤产生的烟气中,飞灰量为: $(15\%\sim20\%)\times58\text{ kg}=8.7\sim11.6\text{ kg}$ 。

据蒸汽锅炉有关设计手册,往复炉排锅炉生产1 t蒸汽产生的烟气体积为2400 Nm³/t。则以上述飞灰量和烟气体积计算出烟尘初始排放浓度为: $(8\,700\,000\sim11\,600\,000)\text{ mg}\div2\,400\text{ Nm}^3=3\,625\sim4\,833\text{ mg/Nm}^3$,显然超过了国标GB 13271-2001对层燃煤锅炉烟尘初始排放浓度应 $\leq1\,800\text{ mg/Nm}^3$ 的规定。

3.2 热能工厂的烟尘初始排放浓度

木材的元素分析基本相近,以黄松为例,其元素分析指标见表2^[2]。

表 2 黄松木材元素分析指标					
Tab. 2 Element components of Yellow Pine %					
C ^d	H ^d	O ^d	S ^d	灰分 A ^d	
52.6	7.02	40.07	0	0.31	

注:d—干基。

收到基低位发热量 $Q_{net,ar}^{ar}=15\,000\text{ kJ/kg}$ 。同上,按生产1 t蒸汽所需热量为 $2.5\times10^6\text{ kJ}$ 计,设热能工

厂的热效率为 0.8(实际上一般热能工厂的热效率可达 0.95),则生产 1 t 蒸汽所需的木质燃料量为:
 $2.5 \times 10^6 / (15\ 000 \times 0.8) = 208\text{ kg}$ 。

一般木材燃料的灰分(A)含量为 0.3%~0.8%之间,取 A 为 1%,则 208 kg 木材燃料的含灰量为:
 $208\text{ kg} \times 1\% = 2.08\text{ kg}$ 。对于往复炉,飞灰占总灰量的 15%~20%,按 20%计,则飞灰量为 $2.08\text{ kg} \times 20\% = 0.416\text{ kg}$;对于室燃炉,飞灰占总灰量的百分比为 80%,则飞灰量为 $2.08\text{ kg} \times 80\% = 1.664\text{ kg}$ 。

按往复炉排锅炉生产 1 t 蒸汽产生的烟气量为 $2\ 400\text{ Nm}^3/\text{h}$ 计,则往复炉烟尘初始排放浓度为 $416\ 000\text{ mg} \div 2\ 400\text{ Nm}^3 = 173\text{ mg}/\text{Nm}^3$;对于室燃炉,烟尘初始排放浓度为 $1\ 664\ 000\text{ mg} \div 2\ 400\text{ Nm}^3 = 693\text{ mg}/\text{Nm}^3$ (完全燃烧砂光粉时的极端情况实际不可能出现)。热能工厂采用层燃+室燃的组合燃烧方式,其烟尘初始排放浓度与砂光粉占整个木质废料的比例与工艺有关,按比例为 1/3 计算,热能工厂的烟尘初始排放浓度为 $173 \times (2/3) + 693 \times (1/3) = 346\text{ mg}/\text{Nm}^3$ 。

3.3 热能工厂的烟尘排放浓度

热能工厂一般采用多管除尘器除尘,其除尘效率在 90%以上,由此可得出热能工厂(干燥机入口处)烟尘排放浓度: $346 \times (1 - 90\%) = 34.6\text{ mg}/\text{Nm}^3$ 。

从上述计算结果来看,热能工厂的烟尘排放浓度、烟气黑度、 SO_2 的排放浓度等环保指标均已达到《锅炉大气污染物排放标准》GB 13271-2001 规定的国家一类地区的标准。尽管该计算结果与实际运行指标会有一定差异,但本计算中所用的数据均按最不利的情况取值,从理论上说,此值应为烟尘排放浓度的最大值。即使在此基础上再扩大一倍,排放指标仍能达到国家一类地区 $80\text{ mg}/\text{Nm}^3$ 的要求。

4 热能工厂的发展趋势与前景

4.1 热能工厂的发展趋势

4.1.1 进口热能工厂 自 1995 年由笔者所在湖南省农林工业勘察设计研究总院完成 17.5 MW (15 Gcal/h) 进口热能工厂的工程设计,并在广西梧州木材厂 MDF 项目作为配套工程投入运行后,由于其良好的经济性和优越的环保效果,又有几条由该院设计的 MDF 生产线相继引进了热能工厂,特别是 1999 年后新建的大型 MDF 项目,大都采用热能工厂的供热方式。现在,热能工厂的引进范围随着国产化程度的提高,已从全套引进过渡到引进部分关键设备,使

工程造价大幅降低。引进部分关键设备的热能工厂目前正处于安装调试阶段,即将投入正式运行。

4.1.2 国产热能工厂 进口热能工厂的优点是技术成熟、运行可靠、自动化程度高,但价格相对昂贵,巨大的林产工业市场和想象中的利润空间,使国内一些从事热能设备生产的厂家先后涉足热能工厂领域。在科研院所的技术支持下,国产第一套热能工厂于 2001 年在广西高峰冠华人造板有限公司正式投入运行,此后又有两套国产热能工厂分别于 2002 年 2 月在江西信丰人造板有限公司、2002 年 10 月在广西三威人造板有限公司投入运行。但总的来说,国产热能工厂与进口热能工厂相比还存在一定的差距,特别是在燃烧和控制技术方面。主要原因:一是价格因素,设备厂家为了拿到订单采取低价位吸引用户;二是一些设备厂家不愿在人力、财力等方面投入太多,因此,在热能工厂的技术消化和创新上做的工作有限。如果国内设备厂家具有长远目光,充分消化和吸收进口热能工厂的长处,在燃烧和控制技术方面加大研究力度,提高热能工厂的整体水平,则国产热能工厂取代进口热能工厂是完全有可能的。

4.2 热能工厂的应用前景

有关数据表明^[3],近年来我国人造板工业特别是 MDF 工业发展迅速,现 MDF 生产厂家达 310 多个,生产线近 400 条,总设计生产能力达 1 400 万 m^3/a ,如果全部按热能工厂的供热方式计算,热能工厂的总规模将达 3 370 MW (2 900 Gcal/h),仅此一项,全国 MDF 工业的节能经济效益每年就有 10 亿元之巨。但目前已形成生产能力的 MDF 生产线中,还有近一半未采用热能工厂。面临降低生产成本和改善环保的双重压力,这些企业迟早都要采用热能工厂,其总规模为 1 685 MW (1 450 Gcal/h)。如按每个热能工厂 24 MW (20.6 Gcal/h) 的规模计算,至少还要建 70 个热能工厂。此外,我国还有近 1 500 万 m^3/a 的刨花板等人造板生产线,这些生产线同样适合采用热能工厂。

由此可见,热能工厂具有显著的环保和节能双重效果,在林产工业领域必将有广阔的应用前景。

参考文献:

- [1] 洪向道. 锅炉房实用设计手册[M]. 北京:机械工业出版社, 2001.
- [2] 辛格 J G. 锅炉与燃烧[M]. 严金绥,等译. 北京:机械工业出版社, 1989.
- [3] 何泽龙. 我国中密度纤维板工业 2002 综合调查[J]. 林产工业, 2003, 30(1):6-10.