

文章编号: 1004-8774(2008)01-37-03

65 t/h煤粉锅炉改造技术研究 with 开发

赖育华¹, 田建新¹, 唐昌猛¹, 邓继超¹, 刘德昌², 陈汉平², 黄定威³, 梁英龙³

(1. 广西节能技术研究设计院, 南宁 530022;

2. 华中科技大学煤燃烧国家重点实验室, 武汉 430074;

3. 上林南南实业有限责任公司, 上林 530509)

Research and Development on Technique

Transformation of 65t/h Pulverized Coal-fired Boiler

LAI Yu-hua¹, TIAN Jian-xin¹, TANG Chang-meng¹, DENG Ji-chao¹,
LIU De-chang², CHEN Han-ping², HUANG Ding-wei³, LIANG Ying-long³

(1. Energy Saving Technology Research Institute of Guangxi, Nanning 530022 China;

2. State Key Laboratory of Coal Combustion & Huazhong University of Science and

Technology, Wuhan 430074 China; 3. Shanglin Nannan Industrial

Limited Company, Shanglin 530509, China)

摘要:介绍了 65t/h煤粉锅炉改造为燃用当地劣质煤的循环流化床锅炉的技术特点、措施及运行效果。

关键词:煤粉锅炉; 改造; 技术开发; 设计; 运行

中图分类号: TK229.6⁺3 **文献标识码:** B

0 前言

由广西节能技术研究设计院、华中科技大学煤燃烧国家重点实验室、上林南南实业有限责任公司三家科研、大专院校、企业有关人员组成的技术攻关小组,通过契而不舍的努力,成功地将原上林电厂 2 台 65 t/h煤粉锅炉改造为燃用当地劣质煤(近乎石煤)的循环流化床锅炉。为资源综合利用,节能降耗作出了一个范例。

1 项目概况

上林南南实业有限责任公司三里电厂是 20 世纪 90 年代广西壮族自治区政府为扶持贫困山区新建的小型火力发电厂,总装机容量为 2 台 12 MW,配置锅炉为 2 台 65 t/h煤粉锅炉。设计煤种为 II 类烟煤,其来源于云南、贵州。由于机组容量小、效率低、外购煤价高,电厂近几年来经营处于困难状态。

2005 年广西南南铝业股份有限公司收购该电厂作为上林南南实业有限责任公司的一个分厂,发



第一作者: 赖育华

(1946 -), 1970 年毕业于华中工学院动力系热工专业,长期从事节能工程的研究、开发、设计工作,具有丰富的实践经验。近十年来,主持完成的节能技术改造工程设计项目达 70 多项,为节能减排作出了努力。

电直供电解铝分厂,实现铝、电联合生产以提高企业的经济效益。但如锅炉继续沿用从区外购进烟煤,不但效率低,也不符合国家强制性关停小型火电厂的政策。上林县本地已探明蕴藏量达 3.5 亿 t 以上的劣质煤,因其灰分大(60%)、热值低(6373 ~ 11720 kJ/kg)、挥发分少(8%),一直未开采供锅炉燃用。广西其他地方也蕴藏着大量类似的煤种。为了能利用低质资源缓解广西能源供应紧张的困境,2004 年下半年由广西节能技术研究设计院、华中科技大学煤燃烧国家重点实验室和上林南南实业有限责任公司三里电厂的有关专家、教授、工程技术人员组成科研攻关小组,进行研究开发,将原上林电厂 2 台 65 t/h煤粉锅炉改造为能燃用本地劣质煤的循环流化床锅炉。

本项目开发要突破两大技术难关:其一是煤着火及稳定燃烧。煤的热值低,炉内再加进脱硫石灰石,混合后的热值在 6690 kJ/kg 以下,挥发分低,几乎与石煤一样,这种燃烧条件,国内无先例。其二是燃料几乎是煤矸石,灰分大,对锅炉各受热面磨损严重。为突破这两大技术难关,攻关小组进行了广泛

收稿日期: 2007-09-24

的调查研究,收集国内外有参考价值的技术资料,做出多种方案进行研究、论证,最后确定实施设计方案。本项目于2005年8月开始改造施工,2006年10月和2007年2月两台锅炉先后投产。锅炉运行实践证明,本次锅炉改造达到甚至超过改造目标和预期效果。

2 项目的主要技术特点及创新

(1)采用带埋管低倍率循环流化技术解决燃煤着火难、稳定燃烧难的难题。中高倍率循环流化是当今循环流化床锅炉发展的趋势,但由于本项目燃煤的热值低、灰分高、挥发分低,采用高倍率循环流化床不一定合适;采用低倍率循环,使煤稳定燃烧,设埋管有利于保证锅炉的蒸发量。

(2)本项目采用华中科技大学煤燃烧国家重点实验室开发的中温下排气旋风分离器。该分离器体积小,便于锅炉布置,切合原锅炉的结构型式,对锅炉钢架不需进行大改动,保证其强度和安全性。飞灰分离效率高($>95\%$),接近于上排气旋风分离器,完全满足本项目煤种的燃尽要求。

(3)防磨

循环流化床锅炉普遍存在磨损问题,是该炉型的弱点。采取科学新技术和切合实际的措施对易磨损部位进行防磨,使其磨损率降到最低限度,满足锅炉较长期安全运转是本次锅炉改造的重要技术,也是技术难题之一。我们分析循环流化床锅炉各部分的磨损率主要取决于4个因素:

烟气流速:磨损率与烟气流速的3.4次方成正比;

烟气飞灰浓度:浓度大,则磨损率高;

飞灰粒度及硬度:粒度大、硬度高则磨损率高;

受磨件的材质:耐磨材质好则磨损率就低。

上述四个因素中,关键是烟气流速和受磨件的材质。据此,经充分调查和总结我们多年改造循环流化床锅炉的经验与教训,对本次锅炉改造采取如下防磨技术和措施:

(1)各受热面的烟气流通断面均按低流速设计:炉膛 3 m/s ;过热器 5 m/s ;省煤器 6 m/s ;空气预热器 8 m/s 。

(2)各受热面易磨损部位采用国内目前最新、最优的专利防磨技术及产品。

(3)锅炉各受磨损部位采取的具体措施:

埋管防磨

由于埋管是布置在浓相区,极易磨损。本改造

采用多种元素合金钢制作的半圆形护瓦,将其安装于埋管的迎风面和顶排埋管的上半部,护瓦的防磨期可达3年以上。埋管最低端与布风板的距离要保证大于 550 mm ,以降低床料对埋管的撞击力。

过热器防磨

由于过热器安装于分离器前,该处烟气飞灰浓度大,也极易磨损。为此,设计烟气流速很低,只有 5 m/s ,同时在过热器前管排的迎风面和过热器管后两排的背面及所有弯头均加设防磨套瓦,保证过热器管的防磨瓦使用寿命达4年以上。

省煤器防磨

由于省煤器的烟气流速设计值低,分离器内取消旋设置,同时在省煤器的前两排管子加设防磨套瓦,可以有效地防止烟气对管子的磨损。能保证其安全使用达4年以上。

埋管、过热器管、省煤器管的防磨套管与管子的装配结构如图1。

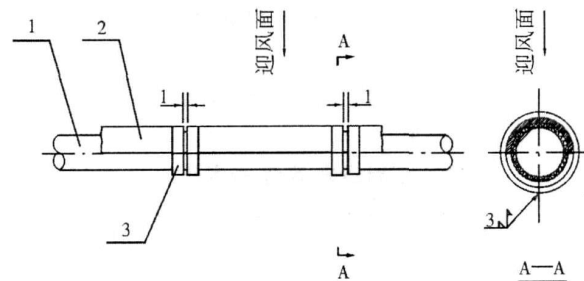


图1 防磨瓦装配简图

1管子 2防磨瓦 3固定环

分离器的旋风筒和返料器的内衬采用硅线石和棕钢玉等高耐热耐磨材料砌筑,保证其使用寿命达5年以上。

(4)水冷式布风装置

一般中、大型循环流化床锅炉的点火启动均为床下点火。对于全膜式水冷壁的锅炉,利用膜式水冷壁管来弯制布风板是非常易行的,运行也很可靠。但对于改造原为光管的水冷壁的锅炉,设床下点火的布风板技术难度大。以往大多数采用耐热合金钢作为布风板材料以保证锅炉在点火启动过程中不至烧坏,实践证明这种结构工作很不可靠。布风板变形大,风帽易被热膨胀所产生的剪切力卡断,布风板四周难以密封,漏风大,且合金钢板费用昂贵,加工困难。本项目采用了简易的水冷布风装置,如图2所示。它与锅炉受热面的水冷系统不相关联,是独立的水冷系统,布风管组的冷却水来自锅炉给水泵的给水管,出水再送至锅炉。此布风板结构简单,易于加工,费用低,运行实践显示效果很好。

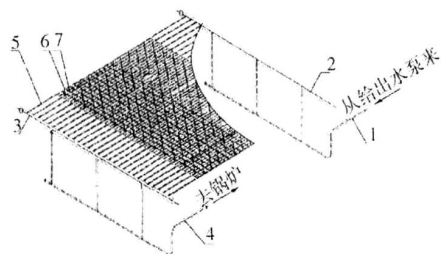


图 2 水冷布风装置

1 进水总管 2 进水集箱 3 出水集箱 4 出水总管
5 水冷管 6 风帽 7 扁钢

3 锅炉本体改造设计方案

锅炉本体改造的设计方案主视图如图 3 所示。

(1) 拆除原锅炉燃烧室下部冷灰斗, 增加布风装置; 浓相床内布置埋管受热面。风帽采用大孔风帽, 床下全床点火。

(2) 将锅筒向上提高 2 000 mm, 炉前向前移动 500 mm, 水冷壁采用 $\phi 60 \times 3.5$ 的光管布置, 节距为 120 mm (前墙)、150 mm (侧墙) 和 150 mm (后墙); 增加炉膛的断面和容积, 使煤粒在炉内停留的时间延长, 同时为过热器及尾部受热面的布置留下了空间。

(3) 将高温过热器移至炉膛内, 利用辐射传热; 将低温过热器移到炉膛出口的烟道上, 在低温过热器上部弯头处加挡烟梁, 下部用防磨瓦包盖, 以减少烟气冲刷, 有效地减少磨损。

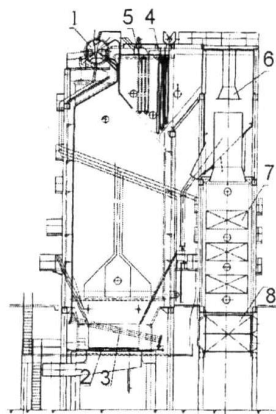


图 3 锅炉总图

1 锅筒 2 水冷布风板 3 埋管组 4 低温过热器
5 高温过热器 6 中温下排气旋风分离器 7 省煤器
8 空气预热器

(4) 在水平烟道与尾部烟道连接处, 装设中温下排气旋风分离器收集烟气中飞灰, 并通过流化密封送灰器送入床内循环燃烧, 从而提高煤的燃烧效率。

(5) 根据改造技术要求, 调整省煤器、空气预热器的布置。钢架及平台扶梯和锅炉基础作相应修改。

(6) 锅炉改造后各受热面设计数据如表 1。

表 1 改造后锅炉各受热面设计数据 m^2

受热面名称	受热面积
埋管	72
稀相区 (水冷壁)	267
高温过热器	125
低温过热器	388
省煤器	1 510
空气预热器	1 387

4 锅炉改造后的运行效果

两台锅炉经改造后于 2006 年 10 月和 2007 年 2 月先后投入运行。投产的实践证明本改造设计很成功, 其技术经济指标达到甚至超过改造方案制定的指标。

(1) 锅炉能燃用比方案设计煤种更差的煤 (煤种分析见表 2), 且燃烧稳定, 保证锅炉出力, 热效率高。经用户测试, 锅炉热效率达 85%, 在国内处于领先水平。

表 2 设计煤种与实际运行煤种分析数据表

名称	符号	设计数据	实际运行煤种数据
全水分	M_t	4.80%	6%
挥发分	V_{ar}	8%	8.46%
固定碳	C_{ar}	31.28%	18.62%
灰分	A_{ar}	56%	66.92%
低位发热量	$Q_{net, ar}$	11.72 MJ/kg (2 800 kcal/kg)	7.828 MJ/kg (1 872 kcal/kg)

本项目在广西率先利用本地低质资源, 并且取得了成功, 做出了示范。如广西工业锅炉都能使用这种低质煤, 将可大大缓解能源供应紧张的困境。

(2) 由于燃用本地煤, 同时提高了锅炉的热效率, 燃料成本比改炉前大幅度下降, 发电燃料成本由原来 0.235 元/(kW·h) 下降到 0.16 元/(kW·h), 两台锅炉改造后的经济效益达到 1 125 万元/a。

(3) 本次锅炉改造所采用的防磨技术和措施, 经受住了考验; 各易磨损部位均未发现严重磨损现象, 锅炉安全运行周期长, 可连续运行半年以上。

(4) 锅炉燃烧效率高, 排出的灰渣含碳量低。经测试, 冷渣含碳量 1.85%, 飞灰 (布袋除尘器除下的灰) 含碳量 6.5%, 全部符合水泥厂作为填充料的要求, 实现了资源的综合利用, 变废为宝, 提高了企业的经济效益。该项目每年灰渣排放量为 21.4 万吨, 按现价每吨 8 元计, 每年可增收 171.2 万元。

参考文献

- [1] 刘德昌. 流化床燃烧技术的工业应用 [M]. 北京: 中国电力出版社, 1999.
- [2] 刘德昌, 陈汉平, 等. 循环流化床锅炉运行及事故处理 [M]. 北京: 中国电力出版社, 2006.
- [3] 赖育华, 等. 运行循环流化床技术燃烧造气炉渣、无烟煤粉粒技术开发总结 [J]. 广西节能, 2001, (4).