

5.6 MW 装配式移动式锅炉房 及配用锅炉的研究与设计

董 珊 孙庆军 凌人滨 (哈尔滨建筑工程学院)

潘臣远 (鞍山市热力设计研究所)

〔摘要〕 本文论述了建设装配式移动锅炉房的必要性,介绍了5.6 MW 装配式移动锅炉房和配用的新型套管式对流管束结构的管架式热水锅炉的设计性能、特点及测试结果。

关键词 锅炉房 锅炉 装配 移动式

近年来,我国城市建筑事业迅速发展,住宅建设,特别是城市小区建设,根据节能及控制污染的原则,一般采取热电厂或区域锅炉房集中供热方式。由于国家财力、物力、人力有限及政策管理体制等方面的原因,热电厂集中供热的热源及热网的建设周期一般较长。其竣工之前在供热范围内建成的建筑,要么等待供热热源竣工而不能立即投入使用,影响了住宅建设的经济及社会效益,并带来许多社会问题;要么建小型锅炉房供热,待热电厂集中供热投入使用再拆除,造成重复建设的巨大浪费。对于区域锅炉房供热的住宅小区,建筑面积一般都较大,完成设计规模的建设周期一般亦较长,一般分几期工程,往往一期工程完成后才进行后几期工程的动迁及土地征用。锅炉房若不能与一期工程同期竣工既影响进户又影响整个小区的建设规划。同期竣工则直到小区设计规模全部完成后才能得到充分利用,造成了资金与设备的积压,形成很大浪费。总之我国目前集中供热发展过程中这种由于热源与热用户建设不同步所带来的问题是比较普遍和严重的。

装配式移动锅炉房是为解决上述问题应运而生的,它是一种在工厂内预制,在现场组装,并可随时移动到其它地区重新组装使用的锅炉房。完成拆卸、运输和组装过程的施工周期很短。使用移动式锅炉房作为一种简便经济的过渡性临时供热装置,世界上许多集中供热比较发达的国家都比较重视移动式锅炉房的建设。为多快好省地发展城市建筑与供热事业,哈尔滨建筑工程学院与鞍山市供暖公司热力设计所合作研制了5.6 MW 装配式移动锅炉房及配套的 QXW2.8-1.0/95/70-A II 型热水锅炉。该炉已通过了技术鉴定。本文就研究设计及运行测试情况作如下介绍。

1 移动式锅炉房的基本设计原则

1.1 技术上可靠。临时供热的特点决定了移动式锅炉房采用无或小设备备用系数,所以要求工艺系统及设备均有较高的运行稳定性及可靠性,可长期在额定负荷下连续运行,并具备一定的超负荷能力。

收稿日期 1991-07-18

收修改稿 1991-09-07

本文联系人 董 珊 男 55

150001 哈尔滨建筑工程学院新区617信箱

1.2 建筑及设备结构紧凑,布置灵活,坚固,体积小、重量轻便于拆卸安装运输(符合我国公路铁路运输条件)。

1.3 对安装环境的适应性强。

1.4 工艺系统尽可能简单,操作方便。

1.5 符合国家民用住宅区环境卫生标准(噪音、振动、烟尘)。

2 移动锅炉房的供热规模

移动式锅炉房的供热能力直接关系到其制造及运行的综合经济性。目前我国中小城市区域锅炉房的供暖面积一般为 $2 \times 10^5 \text{m}^2$ 左右,锅炉房容量一般约为 14 MW,受公路铁路运输条件限制,能够整体运输的快装锅炉单台容量一般在 4.2 MW 以下。因此移动式锅炉房的供热能力可能有 $1.4, 2 \times 1.4, 2.8, 2 \times 2.8, 4.2, 2 \times 4.2 \text{ MW}$ 等几种组合方式。若为城市建筑小区临时供热,容量太小的单套装置不能满足要求,多套装置造价高运行经济性低,容量太大投资高搬迁困难,因此适中的组合方式为 $2 \times 2.8 \text{ MW}$ 即可满足要求(一期工程为 $(7 \sim 10) \times 10^4 \text{m}^2$ 供热面积),保证有相对固定性及较高的经济效益,又对不同负荷的用户有较广的适应性。补充供热或其它用途的移动式锅炉房需进行大量调查研究来确定容量。本次研制项目的首次用户为鞍山市某住宅小区,因此确定锅炉房的供热能力为 $2 \times 2.8 \text{ MW}$ 。

3 锅炉房的围护建筑结构

该锅炉房的围护建筑采取了装配与整体模块的组合方式。主机间为装配式结构用以布置锅炉风机与除尘器。水泵间、配电室与休息室设计为两个整体模块建筑,设备固定安装其内。主机间两侧排渣口设置了两个整体耳室以防排渣冻结。模块与耳室可整体搬迁运输。主机间留有固定的设备接口与水泵

间、配电休息间及耳室模块相接。主机间与模块建筑之间的相对位置可根据安装现场条件任意调整。

主机间的装配式建筑结构主要由底盘、柱、梁、屋面及墙体护板等钢制及钢木组合元件构成。梁柱底盘及屋面护板等元件由螺栓联接,墙体护板与柱为槽道楔入式,见图 1。综合考虑保温、刚性及寿命,墙体护板及屋面板采取了大块木质框架填充岩棉包镀锌铁板结构。护板厚度取为 50 mm (保温性能相当 490 mm 红砖墙体),组装元件的单元重量设计为 1 人、2 人、3~5 人可搬运的三个档次。

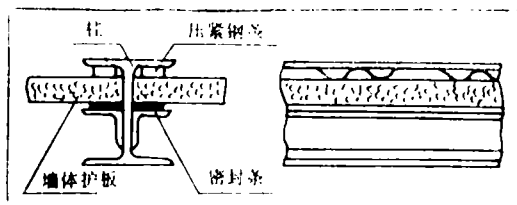


图 1 墙体护板安装结构示意图

根据移动式锅炉房的特点,锅炉房内设备的大中修可在搬迁转场过程中露天进行,因此,在保证设备布置,操作及简单维修的条件下,应满足锅炉房的面积与空间应尽可能小,以减少拆卸安装运输量的原则。主机间、水泵间、配电休息间的几何尺寸分别为 $16780 \times 8880 \times 4800$ 、 $6760 \times 3000 \times 3350$ 、 $6760 \times 3000 \times 3350 (\text{mm})$,总面积为 189m^2 。

4 锅炉房工艺

该锅炉房主机间设备布置见图 2 和 3,前部两台 QXW2.8-1.0/95/70-A II 型热水锅炉平行布置,锅炉直接坐落在钢制底盘上,底盘与地面有足够的接触面,直接放置在裸露夯实的地面上。炉前配置大煤斗,由垂直导轨翻斗上煤机上煤,单体出渣,两台锅炉分别配置刮板出渣机,由主机间两侧排渣,侧墙外设耳室防冻。风机与除尘器在锅炉尾

部布置,直接固定在底盘上,并加防振垫减振,底盘亦直接置于裸露夯实地面上。风道上均设膨胀环以消除安装及运行中变形所造成的应力。水处理设备及水泵均固定安装在水泵间内。因锅炉为强制循环管架式,所以为防止突然停电产生汽化及水击,在除污器前及循环泵之后连接旁通管,以便在停电情况下形成锅炉与热网的自然循环系统缓解汽化与水击。

5 QXW2.8-1.0/95/70-A II 型热水锅炉的设计

国内目前生产的快装锅炉在使用中普遍

存在出力不足的问题,若移动式锅炉房选用现有快装炉,则无法达到设计指标,从而影响推广使用。为了更好地满足移动式锅炉房的要求,我们自行设计了 QXW2.8-1.0/95/70-A II 型炉,该锅炉的结构与特点如下。

5.1 该锅炉采取了新型的套管式对流管束结构,管架式锅炉本体(见图4水管系统原理)强制循环方式。由于运输条件所限,快装形式的自然循环热水锅炉循环高度一般偏低,水循环的可靠性欠佳。采用无锅筒管架式结构,合理的组织强制循环方式可增加锅炉水循环的可靠性,缓解汽体腐蚀。该炉的水流程如图4所示:回水首先由侧墙水冷壁下集

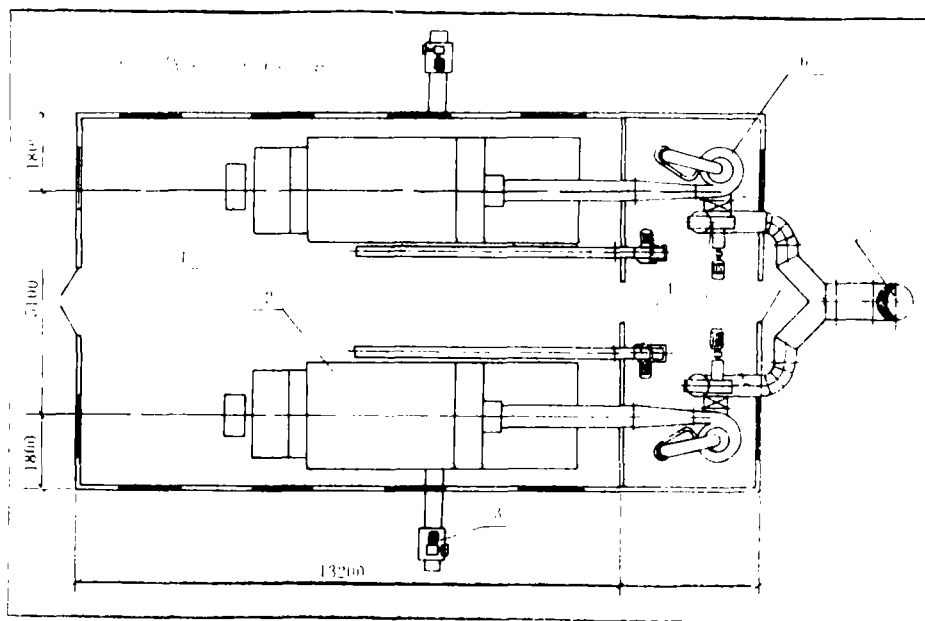


图2 锅炉房主机间风机间平面布置

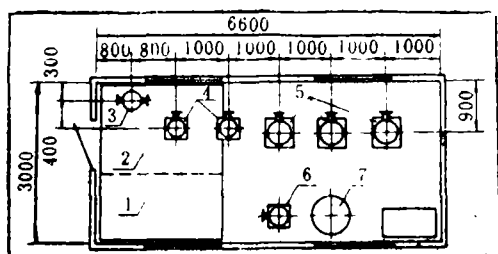


图3 水泵间平面布置

箱1前端经连通管进入水冷壁下集箱2,沿前墙水冷壁管3上升,水速 $w=1.44\text{ m/s}$,在上集箱汇集后进入炉膛中央下集箱5前端。中央上集箱与侧墙水冷壁下集箱内相应设有隔板,从而将水冷壁组织成一个上下回程,主燃区为下回程,水速 $w=1.44\text{ m/s}$;上回程水速 $w=0.72\text{ m/s}$,经水冷壁上回程在上集箱汇集后,回水进后拱水冷壁上集箱6,沿后

拱水冷壁下行, 水速 $w = 1.44 \text{ m/s}$, 然后在下集箱9 汇集沿连通管进入水冷壁下集箱末端, 并由此进入对流管束。对流管束竖集箱10、12₁内所设的隔板将对流管束组织成五个水平回程, 水速 $w = 0.614 \text{ m/s}$ 。最后热水经后棚管13由上集箱末端送出, 后棚管水速 $w = 1.44 \text{ m/s}$ 。

采用管架式结构省去了锅筒, 制造简单金属耗量少, 亦可使炉膛及受热面的结构布置方便自由。

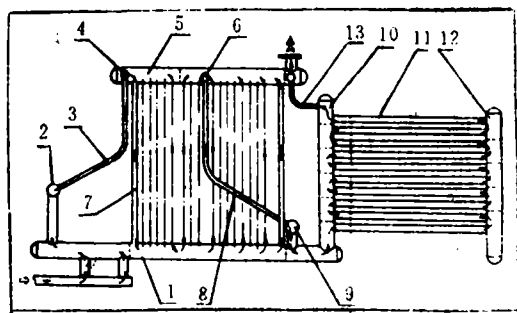


图4 水管系统原理

5.2 采用水平往复炉排, 炉膛结构趋于合理, 管架式结构克服了大锅筒的限制使该炉得以按照散装炉的方式合理设计炉膛结构(炉膛容积、炉拱的配置)且水冷度降低, 配合水平往复炉排大大改善了燃料的燃烧条件, 降低了 q_3 、 q_4 损失, 拓宽了煤种适应性, 为保证锅炉出力及热效率创造了条件。

5.3 对流管束采用了套管式结构(见图5), 为国内首次。烟气在管内侧纵向冲刷及外管

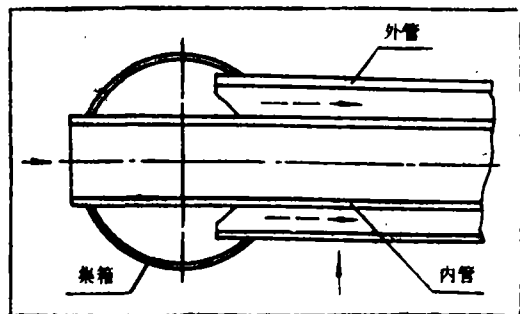


图5 套管式对流管束结构

→烟气 →水

外侧横向冲刷, 水在内管及外管之间的环向通道内流动, 从而使对流受热面大为紧凑, 为保证满负荷运行的炉膛结构的合理设计及锅炉本体的快装形式创造了条件。

5.4 采用了轻型炉墙。锅炉本体结构设计保证了几乎所有炉墙均有水冷保护, 所以最大限度地采用了轻型炉墙结构。耐火层为65mm厚的轻体保温砖。大量采用了异型砖, 使墙体与受热面或钢架相对固定, 保证了墙体的稳定性, 以适应较频繁的转场运输。保温层为110mm厚硅酸钙板(密度为一般粘土砖的1/4以下), 可用粘结剂涂抹砌筑充分保证了墙体的密封性及安装质量。

5.5 锅炉主要设计参数

锅炉额定功率	MW	2.8
设计工作压力	MPa	1.0
设计供回水温度	°C	95/70
设计循环流量	t/h	9.6
设计排烟温度	°C	160
设计燃料	山东良庄AⅡ	17 700 kJ/kg
设计效率	%	78
外形尺寸	mm	7 000 × 2 600 × 3 150

6 运行与测试

该锅炉房于1990年11月末制造安装完毕, 首次为鞍山市兴盛小区一期工程竣工的四万三千平方米居民住宅供热一个采暖期。该小区设计为鞍钢余热热水供热, 但热网尚未施工。运行期间锅炉房工艺系统运转良好, 始终由单台锅炉供热, 冬季最冷天气住户室内温度可达18℃以上, 在此期间进行了热工烟尘及噪声测试。主要测试数据见表1。

为考核锅炉在突然停电状态下的安全可靠, 在运行期间反复进行了几次突然停电试验。结果表明: 突然停电情况下, 开通除污器及循环泵的旁通管路形成自然循环系统后, 只出现短时期压力略微升高, 很快就恢复正常未出现严重汽化与水击现象。可见所

表 1

名 称	单 位	测 试 数 据			国 标	备 注
		工况 I	工况 II	工况 III		
锅炉循环水量	t/h	8.95	8.99	9.4		
锅炉回水温度	°C	67.4	66.8	67.9		
锅炉出水温度	°C	94.6	94.5	96.8		
锅炉热功率	MW	2.832	2.897	3.161		工况 III 为超负荷
锅炉排烟温度	°C	148	148.3	160		
锅炉效率	%	79.91	80.27	78.579		正平衡
		75.088	75.06	75.606		反平衡
锅炉间噪声	dB (A)	84			<85	
烟尘排放浓度	mg/m ³	2582				锅炉出口
		258.8			≤400	除尘器后
排烟林格曼黑度	级	1			≤1	

采取的办法是行之有效的。

锅量较大,增加了制造成本。锅炉房内设备布置还不够紧凑,今后设计中有待改善。

7 结 束 语

运行及测试结果表明该装配式移动锅炉房的各项设计指标均已达到并满足有关国家标准的规定。锅炉房围护建筑采取装配与整体模块的组合方式,实现了可拆装运输重复使用,保温、消震减噪性能良好。锅炉房工艺系统设计基本合理,运转正常,设备的固定安装方法简便可靠。锅炉效率高,性能稳定,出力足并具备一定的超负荷能力,突然停电状态下采取循环泵及除污器旁通措施形成自然循环回路后不发生汽化与水击,安全可靠性好,快装结构重量轻,完全满足移动式锅炉房的要求。

初次设计围护结构的强度裕度过大,耗

参 考 文 献

- 1 张永照等.工业锅炉原理.机械工业出版社,1982年
- 2 [捷]F·亨舍希.蒸汽锅炉炉排和劣质燃料的燃烧.上海科学技术出版社,1963年
- 3 铁路超限货物运输规则.1980年6月
- 4 上海工业锅炉研究所.工业锅炉标准汇编(第一辑).1988年7月
- 5 王志清.锅炉及锅炉房设计.中国建筑工业出版社,1988年
- 6 张志钢.锅炉程序设计和装配移动式锅炉房的锅炉研究.哈尔滨建筑工程学院硕士研究生学位论文,1988年
- 7 唐广来.装配移动式锅炉房研究.哈尔滨建筑工程学院硕士研究生学位论文,1986年

(下转56页)

The Application of Programmable Controller in a Main Fan Set Interlocking Protection System of a Catalytic Cracker

Shan Yinzong

(Harbin Marine Boiler & Turbine Research Institute)

Abstract

In connection with the requirements of an interlocking protection for a main fan set in a catalytic cracker this paper analyses the advantages of a programmable controller serving as a control unit and presents a design version with flue gas recovery being taken account of.

Key words: *catalytic cracking, interlocking protection, programmable controller*

(上接20页)

Marine Diesel Engine Waste Gas Heat Recovery

Li He

(Harbin Shipbuilding Engineering Institute)

Abstract

This paper gives a brief description of the main technical problems encountered during the marine diesel engine waste gas heat recovery with relevant data being provided. The description only concerns conventional waste heat steam system and mainly reflects foreign engineering practise.

Key words: *marine diesel engine, waste gas, waste heat recovery, overview*

(上接25页)

Study and Design 5.6MW Mobile Packaged Boiler House and Related Boilers

Dong Shan, Sun Qingjun, Ling Renbin

(Harbin Architectural Engineering Institute)

Pan Chenyuan

(Anshan Thermotechnical Design Institute)

Abstract

The authors have set forth various reasons for the necessity of building packaged and mobile boiler houses. In addition, described in this paper are a 5.6 MW mobile boiler house and the design performance, features and measurement results of a new type hot water boiler with a jacket tube type convection tube bank construction.

Key words: *boiler house, boiler, assembly, mobile type*