

燃油锅炉掺烧火炬气经济性试验及分析

祝秀明,王力友

(南京师范大学动力工程学院, 210042, 南京)

[摘要] 介绍了燃油锅炉掺烧火炬气后的性能试验方法和结果. 指出了燃油锅炉掺烧火炬气时, 只要合理调整燃烧, 锅炉性能不仅不会受到影响, 而且热效率有所提高.

[关键词] 燃油锅炉, 火炬气, 热效率

[中图分类号] TK229. 7; [文献标识码] B; [文章编号] 1672- 1292(2002) 03- 0059- 03

0 引言

火炬气是石化企业在生产过程中产生的并引至高空排放燃烧的废气. 这种废气中的主要可燃成分有: 氢气、硫化氢、甲烷、乙烷、丙烷、乙烯、丙烯、丁烯等, 其体积百分率占火炬气的 60% ~ 85%, 发热量为 26 000~ 40 000 kJ/kg. 将其高空排放燃烧既浪费能源, 又污染环境. 某烯烃厂为了配合公司节能改造和环境保护方面的工作, 对 A、B、C 三台燃油锅炉进行重油掺烧火炬气的节能改造. 同时, 为了检查掺烧火炬气对锅炉燃烧和经济性能的影响, 厂方决定对 A 炉在冷态情况下进行模拟火炬气的空气动力场试验<sup>[1]</sup>, 对 A、B、C 三台锅炉进行掺烧火炬气量的改变对锅炉效率影响的分析. 本文以 C 炉为例介绍性能试验的方法和分析结果.

1 设备状况

该厂 C 炉系 1991 年投运的哈尔滨锅炉厂制造的 HG- 220 11. 66- Y1 型微正压燃油锅炉. 该锅炉为双汽包、膜式水冷壁、自然循环, 过热器采用二级布置, 一级过热器是顺流式, 二级过热器是逆流式, 混合式减温器置于一、二级过热器之间.

前墙分上、下布置两排共 8 只燃烧器. 原设计配置的是 Y 型蒸汽雾化喷嘴, 现结合掺烧火炬气的改造工程, 每只燃烧器上增设 2 只火炬气喷嘴. 空气预热器是回转式的.

该炉的部分设计数据如表 1 所示.

表 1 C 炉设计数据		
序号	名称	数值
1	额定蒸发量 (t/h)	220
2	汽包设计压力 MPa	13. 23
3	汽包工作压力 MPa	12. 60
4	主蒸汽压力 MPa	11. 66
5	主蒸汽温度	525
6	排烟温度	147
7	锅炉效率 %	92. 33
8	燃油消耗量 (t/h)	16. 83
9	重油发热量 (kJ/kg)	40 612

2 试验工况及试验方法

2.1 试验工况

为了进行掺烧火炬气前后的经济性比较, 结合生产的实际情况, C 炉性能试验分 2 种负荷 6 个工况进行, 如表 2 所示.

2.2 试验方法及测点布置

根据 电站锅炉性能试验规程 (GB10184)<sup>[2]</sup> 确定试验方案,

表 2 试验工况		
工况	试验负荷 (t/h)	火炬气掺烧量 (Nm <sup>3</sup> /h)
1	150	0
2	150	1 500
3	150	3 000
4	200	3 000
5	200	1 500
6	200	0

收稿日期: 2001- 08- 31.

作者简介: 祝秀明, 1961- , 南京师范大学动力工程学院工程师, 主要从事锅炉方面的教学和研究.

排烟温度及排烟处过量空气系数按网格法布点,并在工程改造时按照 规程 要求进行测点布置.烟气成分用奥氏烟气分析仪和德国产 T 342- 5 型烟气分析仪比照分析.试验仪器、仪表均经过校核检定,试样分析和化验按国家标准进行.

主要测点布置如图 1 所示.

### 3 试验计算及试验结果

#### 3.1 试验计算

(1) 重油中的  $C$ 、 $H$ 、 $S$ 、 $O$ 、 $N$ 、 $M$  的质量百分率由化验给出;火炬气中的  $C$ 、 $H$ 、 $S$ 、 $O$ 、 $N$ 、 $M$  的质量百分率根据火炬气中的各种气体的体积百分率进行计算<sup>[2]</sup>,即:

$$C = \frac{0.54}{1} [CO + CO_2 + m(C_m H_n)]$$

$$H = \frac{0.045}{1} [2(H_2 + H_2S) + n(C_m H_n)]$$

$$S = \frac{1.43}{1} H_2S$$

$$O = \frac{0.715}{1} [CO + 2(CO_2 + O_2)]$$

$$N = \frac{1.25}{1} N_2$$

$$M = \frac{0.8}{1} H_2O$$

式中:  $CO$ 、 $CO_2$ 、 $H_2$ 、 $H_2S$ 、 $N_2$ 、 $O_2$ 、 $H_2O$ 、 $C_m H_n$  分别是火炬气中相应成分的体积百分率(%)<sup>[2]</sup>.

混合燃料中的各成分的质量百分率  $X_i$  用加权平均法计算:

$$X_i = \frac{B_1}{B} X_{1i} + \frac{B_2}{B} X_{2i}$$

式中:  $X_i$ 、 $X_{1i}$  及  $X_{2i}$  分别为混合燃料、火炬气及重油中的各成分的质量百分率(%);  $B$ 、 $B_1$  及  $B_2$  分别为混合燃料、火炬气及重油的质量(kg h).

(2) 当火炬气掺烧量为  $3000 \text{ Nm}^3/\text{h}$  时,火炬气发热量约占总输入热量的 15%,且实测烟气成分中的  $H_2 = 0\%$ ,  $CH_4 = 0\%$ ,因此,排烟处过量空气系数  $\alpha_{py}$  采用下式计算:

$$\alpha_{py} = \frac{1}{1 - 3.76 \frac{O_2 - 0.5CO}{100 - (RO_2 + O_2 + CO)}}$$

式中:  $RO_2$ 、 $O_2$  及  $CO$  分别为排烟处烟气中的三原子气体、氧气及一氧化碳的体积百分率(%).

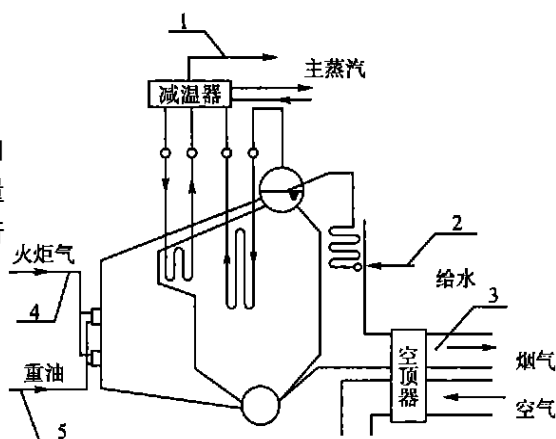
(3) 锅炉热效率  $\eta_{gl}$  以热损失法计算<sup>[2,3]</sup>:

$$\eta_{gl} = 100 - (q_2 + q_3 + q_4 + q_5)$$

式中:  $q_2$ 、 $q_3$ 、 $q_4$  及  $q_5$  分别为排烟热损失、气体不完全燃烧热损失、固体不完全燃烧热损失( $q_4 = 0\%$ )及锅炉散热损失的百分率(%).

#### 3.2 试验结果

经过整理计算, C 炉各工况的主要数据如表 3 所示.



(1) 主蒸汽参数; (2) 给水参数; (3) 烟气成份;

(4) 火炬气参数; (5) 重油参数

图 1 测点布置图

表3 C炉各工况的主要数据

序号	名称	符号	单位	工况 1	工况 2	工况 3	工况 4	工况 5	工况 6
1	火炬气掺烧量	$V_{B_2}$	$Nm^3\ h$	0	1500	3000	3000	1500	0
2	主蒸汽量	$D_{gq}$	$t\ h$	160	153	153	200	200	200
3	排烟温度	$t_p$		134	134	135	148	148	149
4	过量空气系数	$\beta$	—	1.60	1.62	1.57	1.38	1.38	1.39
5	空预器漏风系数		—	0.28	0.28	0.27	0.25	0.25	0.26
6	排烟热损失	$q_2$	%	7.91	7.35	7.25	6.95	7.02	7.11
7	气体不完全燃烧热损失	$q_3$	%	0.25	0.22	0.19	0.21	0.24	0.29
8	散热损失	$q_5$	%	1.06	1.11	1.11	0.85	0.85	0.85
9	反平衡效率	$\eta$	%	90.78	91.32	91.45	91.99	91.89	91.75

4 试验结果分析

(1) 掺烧火炬气后, 由于从喷嘴喷出的火炬气的射流作用, 加强了燃烧气流的扰动, 使燃油与空气混合充分, 燃烧更趋完全, 所以锅炉热效率略有提高.

(2) 经过一段时间运行发现, 以前锅炉不太适应的燃料, 在掺烧火炬气后也能完全充分燃烧, 可见掺烧火炬气后, 锅炉对燃料种类的适应性得到拓宽.

(3) 90% 负荷时, 掺烧火炬气量  $3000Nm^3\ h$ , 可节约标油  $2046kg\ h$ . 如正常使用, 改造费用半年内即可回收.

(4) 低负荷时, 过量空气系数较大, 导致排烟热损失过大, 锅炉热效率降低; 排烟温度偏低, 导致低温腐蚀和结灰, 影响空气预热器的正常运行. 所以, 低负荷时应加强运行调节, 使锅炉在最佳过量空气系数下运行, 降低排烟热损失, 提高锅炉效率, 并防止低温腐蚀及积灰.

5 结束语

燃油锅炉掺烧火炬气性能试验表明: 掺烧火炬气后, 锅炉燃烧仍很稳定; 如果使回转式空气预热器在最小的漏风条件下运行, 热效率还可有所提高. 虽然火炬气中的成分复杂、不稳定, 且含有有毒易燃易爆的成分, 但火炬气回收燃烧是一项先进的技术, 它的应用既具有巨大的经济效益, 又具有很好的社会和环保效益. 燃油锅炉掺烧火炬气的改造技术, 也为西气东输进行锅炉改造提供了经验.

[参考文献]

[1] 赵孝保, 王力友, 祝秀明, 等. BA-34 型高压锅炉旋流燃烧器空气动力特性测试与研究[J]. 锅炉技术, 2000(3): 13~15.  
[2] GB10184. 电站锅炉性能试验规程[S].  
[3] 林宗虎. 锅炉测试[M]. 北京: 中国计量出版社, 1996

Economic Test and Analysis of Oil Boiler of Accession Torch Gas

Zhu Xiuming, Wang Liyou

(College of Power Engineering, Nanjing Normal University, 210042, Nanjing, PRC)

**Abstract:** The performance testing method is suggested for the boiler using mixed fuel of oil and touch gas. The results showed that not only would the boiler's performance be unaffected, but also the thermal efficiency be increased to some extent as long as the combustion was appropriately adjusted.

**Key words:** oil boiler, torch gas, thermal efficiency

[责任编辑: 严海琳]