

# 高压油炉掺烧火炬气空气动力场试验与分析

祝秀明

(南京师范大学动力工程学院, 210042, 南京)

[摘要] 介绍了高压油炉掺烧火炬气改造工程中空气动力场试验的方法和结果, 分析了存在的问题, 提出了解决问题的建议. 试验和分析的结果对锅炉掺气燃烧改造有一定的参考作用.

[关键词] 油炉, 火炬气, 空气动力场, 试验

[中图分类号] TK229.7; [文献标识码] A; [文章编号] 1672-1292(2002)02-0072-03

石化企业在生产过程中, 常有一些气体物产生. 这些气体易燃、易爆、有毒, 一般是通过高空排放燃烧掉的, 故称为火炬气. 现在火炬气已经可以回收, 目前的利用主要是送入锅炉内参与燃烧.

锅炉结构是根据燃料特性设计的. 掺烧火炬气必然影响原来的燃烧工况, 掺烧不当, 会造成火焰刷边(飞边), 影响炉膛火焰充满度, 改变火焰中心的位置, 降低锅炉的热效率, 从而影响锅炉运行的安全性和经济性. 因此, 某石化企业在进行高压油炉掺烧火炬气的改造工程中, 进行了掺烧火炬气前后的锅炉空气动力场试验和性能试验. 本文仅介绍空气动力场试验情况.

## 1 设备概况

该炉系日本 B. H. K. 公司制造的 BA-34 型微正压燃油锅炉, 额定蒸发量为 160 t/h, 蒸汽温度为 525℃, 设计热效率为 91.5%; 该炉前墙上分上、下两层各布置 3 只燃烧器, 其水平间距为 1540 mm, 垂直间距为 1500 mm. 燃烧器配 Y 型蒸汽雾化油喷嘴. 改造时, 在下排的每只燃烧器上采用正三角形布置方式加装 3 只火炬气喷嘴, 设计的进气压力为 0.13~0.15 MPa, 每只喷嘴的最大进气量为 250 Nm<sup>3</sup>/h.

## 2 炉膛空气动力场试验

### 2.1 试验原理<sup>[1]</sup>

炉膛空气动力场试验分冷态试验和热态试验两类. 本次采用冷态空气动力场试验检查掺烧火炬气时炉内的空气动力场分布情况. 试验时, 以  $Re_1 > Re_{lj,1}$ 、 $Re_r > Re_{lj,r}$  为原则 ( $Re_1$  为冷态试验时炉膛气流的雷诺数;  $Re_{lj,1}$  为炉膛临界雷诺数, 其值约为  $5 \times 10^4$ ;  $Re_r$  为冷态试验时燃烧器出口射流的雷诺数;  $Re_{lj,r}$  为燃烧器临界雷诺数, 其值约为  $10^5$ ), 这可以保证冷态空气动力场试验是在自模化区内进行.

根据燃烧计算, 运行时全炉膛应供  $1.4 \times 10^5$  Nm<sup>3</sup>/h 的空气, 单只燃烧器送气量为  $2.33 \times 10^4$  Nm<sup>3</sup>/h, 则冷态时炉膛雷诺数  $Re_1$  为  $4.11 \times 10^5$ , 大于其临界雷诺数  $Re_{lj,1}$ ; 冷态时燃烧器雷诺数  $Re_r$  为  $9.0 \times 10^5$ , 大于其临界雷诺数  $Re_{lj,r}$ , 所以, 保证了冷态试验时的空气速度场图谱与热态时的空气速度场图谱相似.

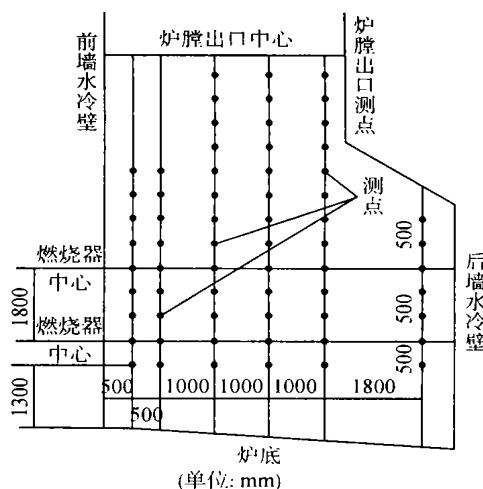


图1 空气动力场测点布置图

收稿日期: 2002-03-20

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.

2.2 试验方案

炉膛内,由前墙向后墙依次设 500、1 000、2 000、3 000、4 000 和 5 800 mm 6 个测试断面,每个断面内距炉底 1 300 mm 起每间隔 500 mm 拉一根水平铅丝,在 500~ 4 000 mm 这 5 个断面内的铅丝上每间隔 220 mm 设一个测点,在 5 800 mm 断面内的铅丝上每间隔 550 mm 设一个测点,测点布置如图 1 所示.测点处气流速度的方向用绑扎在测点上的轻质丝绸飘带测量,飘带长度分 200 mm 和 500 mm 两种,非测点处气流速度的方向用流动飘带测量,同时,在炉内进行摄像、照相,作为测量气流速度方向的辅助方法,测点处气流速度的大小用热球风速仪测量.

2.3 试验工况和内容

根据工程改造情况确定的试验工况见表 1. 通过试验,比较模拟火炬气投入前后及投入不同压力时的单个燃烧器喷出的气流速度场图谱的不同;检查所有燃烧器及模拟火炬气投入使用时炉膛气流充满度和有无刷边、冲刷后墙水冷壁现象.

表 1 空气动力场试验工况

工况	试验设备	所供空气量/ (Nm <sup>3</sup> /h)	模拟火炬气	模拟火炬气压力/ MPa
1	1 <sup>#</sup> 燃烧器	2.33 10 <sup>4</sup>	未投入	-
2	1 <sup>#</sup> 燃烧器	2.33 10 <sup>4</sup>	投入	0.18
3	3 <sup>#</sup> 燃烧器	2.33 10 <sup>4</sup>	未投入	-
4	3 <sup>#</sup> 燃烧器	2.33 10 <sup>4</sup>	投入	0.14
5	全炉膛	1.4 10 <sup>5</sup>	投入	0.14

2.4 试验结果

未投入模拟火炬气时,1<sup>#</sup>、3<sup>#</sup> 燃烧器的气流扩散角约为 43°,回流区最宽约为 1 000 mm,最长约 1 200 mm. 3<sup>#</sup> 燃烧器前的各个断面上的气流速度如图 2 中的曲线所示,其中,500 mm 断面上,射流的最高速度约为 15 m/s,回流区的最高回流速度约为 8 m/s,涡流区内侧墙水冷壁处向炉前的涡流速度约为 0.7 m/s,试验结果显示空气动力场正常,如图 3 所示.

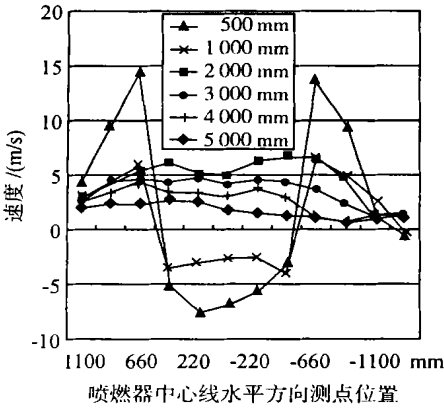


图 2 3<sup>#</sup> 燃烧器未投火炬气时的速度曲线图

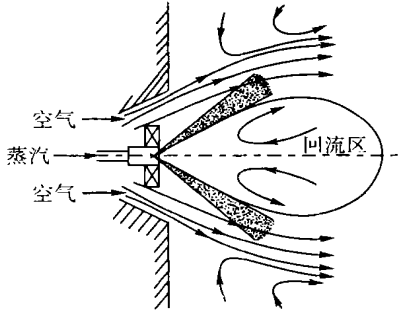


图 3 燃烧器出口气流分布图

3<sup>#</sup> 燃烧器投入 0.14 MPa 模拟火炬气后,气流向四周喷射,与前墙内壁的夹角仅为 3~ 5°,射流的厚度为 200~ 250 mm;500 mm 断面处,射流紧贴侧墙水冷壁向后,厚度为 150~ 200 mm,速度为 3.5 m/s 左右,存在刷边现象,且回流区扩大,回流中心区的速度为 2.5 m/s 左右,无涡流区;3<sup>#</sup> 燃烧器前各个断面上的气流速度如图 4 中曲线所示.1<sup>#</sup> 燃烧器投入 0.18 MPa 模拟火炬气后,上述现象更严重.其结果显示掺烧火炬气后空气动力场变化较大.

满负荷运行时,炉内气流充满度良好,无冲刷后墙水冷壁现象(如图 5),但存在刷边现象.

3 结果分析及建议

3.1 结果分析

锅炉运行时,按设计压力掺烧火炬气,会存在刷边现象,而且,压力越大,刷边现象越严重.这会使炉膛

容易结焦( 停炉检查时证实了这一点); 该锅炉燃用的重油中, 硫的含量高达 2.30%, 所以, 火焰刷边还会发生高温腐蚀, 严重时会导致水冷壁爆管<sup>[2]</sup>.

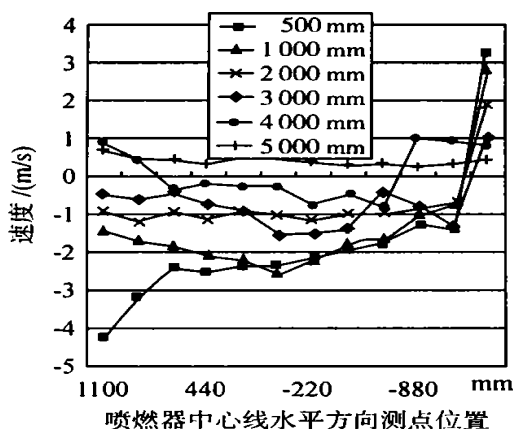


图 4 3<sup>#</sup> 燃烧器投火炬气时的速度曲线图



图 5 后墙水冷壁处飘带方向

锅炉运行时, 按设计压力掺烧火炬气, 火炬气速度很高, 则气流扩散角很大, 其危险性有: 雾化燃油的燃烧靠近燃烧器, 造成油喷嘴积碳或烧坏; 燃油、火炬气、空气不能很好混合, 可燃物质无法燃尽, 造成  $q_3$ 、 $q_4$  增加; 燃烧中心上移, 炉膛出口烟温升高, 造成过热汽超温,  $q_2$  增加。

### 3.2 建议

为了防止气流刷边和燃烧提前, 建议: 在重新改造前, 降低投用的火炬气压力; 在重新改造时, 将原设计的下层每只燃烧器上加装 3 只火炬气喷嘴改为上、下两层每只燃烧器上都加装 2 只火炬气喷嘴, 以降低单只燃烧器的火炬气喷入强度, 防止刷边。同时, 还可以掺烧更多的火炬气, 节约燃油(该建议已实施, 性能试验是在重新改造后进行的)。

该锅炉经重新改造后, 运行至今, 情况良好。

[参考文献]

- [1] 林宗虎. 锅炉测试[M]. 北京: 中国计量出版社, 1996.
- [2] 周如曼. 300MW 火力发电机组故障分析[M]. 北京: 中国电力出版社, 2000.

## Air Dynamic Field Test and Analysis of High Pressure Oil Boiler of Accession Torch Gas

Zhu Xiuming

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

**Abstract:** The testing method and the results of air dynamic field test are introduced for the reform of the high pressure oil boiler to burn oil and torch gas appended at the same time. Furthermore, the author analyses existent problems and puts forward the advice to solve them. At present, China is carrying out the project for transporting natural gases from west to east. The test results and analysis will be useful to the boiler reform project like the example mentioned above.

**Key words:** oil boiler, torch gas, air dynamics field, test

[责任编辑: 刘健]