

工艺与设备

燃油掺水乳化技术在锅炉中的应用

李丹梅

(河南油田工程技术研究院, 河南 南阳 473132)

摘要: 利用燃油掺水乳化技术, 提高混合燃油中渣油的比例, 改善高渣油含量条件下混配燃油的性质, 改善锅炉工况十分必要。介绍了燃油掺水乳化技术在油田注汽锅炉上的应用现状, 提出了改造方案, 对注汽锅炉应用乳化燃油进行了经济评价, 改造后可综合节约燃料费 143.7 万元, 投资回收期为 2 个月。

关键词: 燃料油; 乳化; 锅炉; 节能

中图分类号: TQ038.1

文献标识码: A

文章编号: 0253-4320(2003)01-0044-02

Application of fuel mixed with water in vapor-injected boiler

LI Dan-mei

(Research Institute of Technology and Engineering, Henan Oil Field, Nanyang 473132, China)

Abstract: It's necessary to increase ratio of residual oil in mixed fuel by fuel-water emulsification technology so as to improve quality of emulsified fuel with high content of residual oil and the boiler's operation conditions as well. The current application situation of fuel-water emulsification technology used in vapor-injecting boilers in oil fields is mentioned. The modification plans are put forwards, and the application of emulsified fuel is evaluated. A sum of RMB 1437 million yuan of fuel cost can be saved after revamping, and the period for returns on an investment is 2 months.

Key words: fuel oil; emulsification; boiler; energy saving

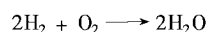
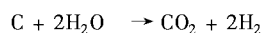
燃料油掺水乳化技术被我国能源节约与资源综合利用“十五”规划列为重点发展技术。河南油田采油二厂注汽锅炉一年消耗原油超过 1.2 万 t, 注汽锅炉改烧渣油后, 由于渣油含量较高, 出现了混合燃油黏度增大输送困难, 锅炉工况变差, 注汽参数下降等许多问题。开展燃油掺水乳化节油技术的研究应用, 尽可能提高混合燃油中渣油的比例, 减少原油消耗, 增加商品油量, 对改善高渣油含量条件下混配燃油的性质和改善锅炉工况是十分必要的。

1 机理

在锅炉燃烧过程中, 如果燃油中混入游离状态的水分, 会造成燃烧不稳定, 甚至会引起灭火事故。但是当水分以极小微粒同油均匀混合成油包水型乳化燃油时, 这些水分对燃烧不仅没有不良影响, 相反却有消除黑烟、减少燃烧不完全和节能、降污的作用。乳化燃料燃烧节能降污机理较为成熟的解释是

乳化燃料燃烧中存在的“微爆”现象和水煤气反应。油包水型分子基团, 油是连续相, 水是分散相。由于油的沸点比水高, 受热后水总是先达到沸点而蒸发或沸腾。当油滴中的压力超过油的表面张力及环境压力之和时, 水蒸气将冲破油膜的阻力使油滴发生爆炸, 形成更细小的油滴, 这就是所说的“微爆”或称二次雾化。爆炸后的细小油滴与空气更加充分混合, 油液燃烧的更完全, 使内燃机或油炉达到节能之效果。

化学作用即水煤气反应。在高温条件下, 部分水分子与未完全燃烧的炽热的炭粒发生水煤气反应, 形成可燃性气体, 反应式如下:



上述这些反应减少了火焰中的炭粒, 提高了油

的燃烧程度,改善了燃烧状况,提高了油的燃烧效率。在缺氧条件下,燃料中由于高温裂解产生的碳粒子,能与水蒸气反应生成CO和H₂,使碳粒子能充分燃烧,提高了燃烧率,降低了排烟中的烟尘含量。另一方面,由于乳化水的蒸发作用,均衡了燃烧时的温度场,从而抑制了NO_x的形成。

通过上述的“微爆”及水煤气反应,燃料油乳化可收到减轻大气污染和节约能源的双重效果。

因为渣油含有沥青质,本身就有乳化作用,而且油水的密度又接近,所以渣油的乳化过程比较简单,添加一定量的乳化剂后经过搅拌比较容易得到乳化渣油。乳化燃油配制有反应釜法与在线法两种。前者配制的乳化燃油的质量可以直接观测控制,有利于确保锅炉稳定运行。

2 在河南油田的应用现状

河南油田在公共事业公司五一村南区锅炉房、北区供热站等的普通热水锅炉和蒸汽锅炉上推广应用乳化燃油试验(含水率20%)并取得成功。先后在五一村南区锅炉房、北区供热站进行了4次实用效果测试和一次节电效果测试:节能率为16.8%~27.47%;添加重油节能剂后,卸油泵负荷率由1.0869下降为0.9690,节电率为21.8%(加节能剂测试时,平均油温为60℃,不加节能剂测试温度为76℃)。总的来看,应用乳化燃油不仅解决了渣油黏度高带来的雾化效果差、烟囱冒烟造成的环境污染、锅炉和加热炉负荷与热效率下降、火嘴与炉膛严重结焦、电机和输油泵故障频繁等一系列问题外,节能、节电效益良好。以上试验结果为稠油热采锅炉应用燃油掺水乳化技术提供了依据。

河南油田采油二厂注汽锅炉正常运行时,冬季开4台,夏季开3台。目前单台注汽锅炉耗油量为24 t/d,其中渣油、稀原油各占50%。目前存在以下问题:

- ①锅炉的火量与水量调整余地小;
- ②混配油黏度显著增加,造成供油泵吸入困难,振动大;
- ③炉体积灰增多,造成锅炉热效率下降;
- ④换热器、混配罐和高架罐的伴热温度不好控制;
- ⑤注汽锅炉烧稀油、渣油和天然气,流程繁杂,操作难度大。

鉴于以上问题,在稠油热采锅炉上采用燃油掺水乳化技术很有必要。

3 稠油热采注汽锅炉应用乳化燃油经济评价

(1) 锅炉改造新增投资工程量

根据工艺流程改造所需的三级螺杆泵、流量计等设备,估算投资24万元。

(2) 测算参数

根据测算,试验时采用的乳化燃油配比初步定为4种方案,计算中选用第二种配比进行测算比较稳妥,即 $w(\text{渣油}):w(\text{原油}):w(\text{乳化液})=80:12:8$ 。经济评价基础数据见表1。

表1 经济评价基础参数

名称	数量	名称	数量
原油外销价格/元·t ⁻¹	1447	乳化剂价格/元·t ⁻¹	23900
渣油外销价格/元·t ⁻¹	1107	w(乳化剂):w(水)	1:100
乳化油量/t·天 ⁻¹	24	电费/元·(kW) ⁻¹	0.76
混合燃料中渣油含量/%	82	水费/元·m ⁻³	1.2
混合燃料中原油含量/%	12	运费/元·t ⁻¹	60
混合燃料中乳化液含量/%	8	测算周期/d	360

注:原油和渣油价格为2001年平均价。

(3) 应用乳化油经济效益评价

表2 经济效益分析指标

名称	建设前	建设后
原油耗量/t·a ⁻¹	4320	1036.8
渣油耗量/t·a ⁻¹	4320	7084.8
年耗燃料费用/万元	1103.33	932.5
替换原油量/t·a ⁻¹		3283.2
节约燃料费/万元·a ⁻¹		170.8
增加耗电费/万元·a ⁻¹		12.0
增加运费/万元·a ⁻¹		12.4
增加耗热费/万元·a ⁻¹		0.696
维修费/万元		2
综合节约费用/万元·a ⁻¹		143.7

根据表2测算,改造后比改造前综合节约燃料费143.7万元,投资回收期为2个月;年替换原油3283.2 t。

4 结论与建议

燃油掺水乳化技术是我国节约能源与资源综合利用重点发展技术,且具有较好的经济效益与社会效益。但是,在注汽锅炉上应用尚属首次,所以必须先开展现场试验并进一步优选参数后再推广应用。

(下转第48页)

数一般为 3 层最好^[2]。

(5) 由于气液两相都为连续流动相, 气相为分散相。碳化塔内氢氧化钙、二氧化碳和碳酸钙的浓度和含量分布都是塔高的函数, 虽不能把碳化塔完全看成平推流反应器, 但比起全混流的间歇鼓泡碳化塔来, 却能一定程度地减少返混, 防止包裹返碱现象的发生, 大大提高传质效率, 使物料的停留时间缩短^[5]。再加上使用高纯度的碳化气, 使碳化反应的速率提高 3~4 倍。这样在碳化塔总容积相同的情况下, 连续碳化法的生产强度比间歇鼓泡碳化法将提高 4~8 倍以上, 这为沉淀碳酸钙生产的大型化提供了一条简便易行的途径。

3 连续鼓泡碳化法与连续喷雾碳化法产品比较

表 2 两种生产方法产品比较

技术指标	连续喷雾 碳化产品	连续鼓泡 碳化产品
碳酸钙质量分数(干基)/%	≥98	≥98
水分/%	≤0.50	≤0.40
筛余物(125 μm)质量分数/%	≤0.005	≤0.005
筛余物(45 μm)质量分数/%	≤0.05	≤0.05
游离碱质量分数(以 CaO 计)/%	0.10	0.08
盐酸不溶物质量分数/%	0.08	0.08
铁质量分数/%	0.08	0.08
锰质量分数/%	—	0.0045
白度	≥90	92
活化度/%	≥98	98

将连续鼓泡碳化法生产的产品与连续喷雾碳化法生产的产品按沉淀碳酸钙的技术指标(GB/

T2567—94)进行比较(见表 2)。可见, 连续鼓泡碳化法的产品质量已经全面达到或超过了连续喷雾碳化法的产品质量。但在沉淀碳酸钙的技术指标(BG/T2567—94)中, 并没有产品的晶型与粒径规定, 因此还必须通过比较它们的电镜照片来对照其产品外观质量。

通过电镜照片比较可看出, 连续鼓泡碳化法生产的立方形超细碳酸钙晶形棱角分明, 90% 的粒子粒径在 30~70 nm, 平均粒径为 45 nm。

4 结论

(1) 采用高纯度的二氧化碳是连续鼓泡碳化法的必要条件, 其前途在氮肥厂。

(2) 连续鼓泡碳化法生产连续化程度高, 其液体的停留时间和气体流量都可根据需要方便地调节, 便于优化工艺条件; 气液传质效果好, 物料返混率低, 为生产粒度分布较窄、质量稳定、不同批次产品的重现性好的超细碳酸钙开辟了新的生产工艺。

(3) 连续鼓泡碳化法具有投资少、操作简单、碳化设备的生产强度远大于间歇鼓泡碳化法, 使沉淀碳酸钙生产规模能够实现大型化。

(4) 连续鼓泡碳化法的产品质量的各项指标完全能达到超细碳酸钙的国家标准, 其晶型、粒径大小都可根据需要加以调控。

参考文献

- [1] 颜鑫, 刘跃进, 王佩良. [J]. 中氮肥, 2002(3): 12-14.
- [2] 姚守信. [J]. 无机盐工业, 1997(6): 37.
- [3] 陈建峰, 邹海魁, 刘润静, 等. [J]. 现代化工, 2001(9): 9-12.
- [4] 袁渭康, 朱开宏. 化学反应工程分析[M]. 上海: 华东理工大学出版社, 1995. 283-285.
- [5] 王建华. 化学反应工程(下册)[M]. 成都: 成都科技大学出版社, 1989. 307-312. ■

(上接第 45 页)

为了确保试验顺利开展又不影响原油生产, 应该对乳化油的性质、设备的技术参数进行认真分析研究, 在此基础上设计出合理、安全的工艺流程与试验方案。因此建议:

① 认真研究乳化燃油的物性及设备的技术参数, 例如, 对乳化燃油的热值、闪点、发泡温度、沸腾

温度、稳定性进行测试, 掌握燃烧器、各种泵等设备的技术参数, 然后再定工艺流程及方案设计。

② 流程应尽可能不改变站内原有工艺, 做到设备易进易出, 不影响原油正常生产; 所有设备必须具有防火、防爆性能, 方案中应考虑事故预案。

该项目属于节能技术项目, 并且能降低锅炉烟尘排放量, 防止设备腐蚀, 节能环保效果良好。■