

模拟试验法选用锅炉化学清洗缓蚀剂

侯彬, 魏无际, 周永璋, 陈振华

(南京化工大学材料院金属表面科学与工程系, 江苏 南京 210009)

[摘要] 通过静态和动态模拟试验, 考察了锅炉清洗过程中 Fe^{3+} 和流速对腐蚀速率的影响, 并评价了 4 种缓蚀剂。结果表明, Fe^{3+} 具有加速清洗液腐蚀碳钢的作用, 使 20A 碳钢的腐蚀速率成倍增大; 清洗液中的腐蚀速率均随清洗流速的增大而增大, 但各种缓蚀剂的缓蚀效果的依次关系在 3 种流动状态下不变。通过模拟试验找出锅炉清洗过程中的安全清洗流速和缓蚀剂安全添加量。JF-106 安全清洗流速为 0.5m/s, 添加量至少为 0.2%, 其他缓蚀剂清洗流速小于 0.5m/s。

[关键词] 锅炉; 化学清洗; 缓蚀剂; 缓蚀率

[中图分类号] TK228 **[文献标识码]** B **[文章编号]** 1001-3660(2002)06-0046-03

Choices and Applications of Corrosion Inhibitor of Chemical Cleaning in Boiler by Simulation Test Methods

HOU Bin, WEI Wu-ji, ZHOU Yong-zhang, CHEN Zhon-hua

(Department of Metal Surface Science and Engineering, Nanjing Chemical Engineering University, Nanjing 210009, China)

[Abstract] In this work, the influence of Fe^{3+} ion and flow velocity of cleaning solution on corrosion rate in chemical cleaning in boiler is discussed through the static test and dynamic simulation test. Also, four kinds of corrosion inhibitor are appraised. The results show that, Fe^{3+} ion can accelerate the corrosion of 20A steel in the cleaning solution enormously; with the increase in the flow velocity of cleaning solution, the corrosion rate increases, and the inhibiting effects of the inhibitors keep an proper order at three different flow conditions. The safe flowing velocity of cleaning solution and the safe amount of inhibitor in the process of cleaning boiler can be decided through simulation tests. The safe flowing velocity of the cleaning solution including JF-106 is 0.5m/s, and the amount of it is at least 0.2%; the safe flowing velocity of the cleaning solution including other inhibitors is less than 0.5m/s.

[Key words] Boiler; Chemical cleaning; Corrosion inhibitor; Corrosion rate

0 引言

化学清洗是用化学方法去除物体表面积垢而使其恢复表面状态的过程。作为一门实用技术已广泛应用于金属加工、食品、纺织、石油、化工、造纸、电力、船舶、车辆、建材等领域, 给社会带来巨大的经济效益。锅炉在化学清洗过程中, 除发生水垢溶解外, 还伴随有金属的溶解。金属溶解过程中若释放出的氢气扩散到碳钢铁中, 会产生氢脆使碳的机械强度降低, 这对于压力容器是十分危险的。因此, 对于锅炉清洗

的缓蚀剂必须满足如下几点要求^[1,2]: (1) 缓蚀剂能有效地降低清洗金属在清洗液中的腐蚀速率, 并使之小于 $10\text{g/m}^2\text{h}$, 而且应具有防止金属产生点蚀和氢脆的倾向。(2) 缓蚀剂应不降低清洗液对水垢和沉积物的清除能力。(3) 缓蚀剂应不影响金属材料的金属组织和机械性能。(4) 缓蚀剂无毒、易溶解、使用方便、价格便宜且清洗后的废液易于处理。锅炉的清洗过程是一个动态过程, 而且清洗过程中 Fe^{3+} 浓度在不断升高。基于以上考虑, 文中主要通过不同流速的动态模拟条件, 研究锅炉在化学清洗过程中, 对 20A 钢的腐

[收稿日期] 2002-08-19

[作者简介] 侯彬(1979-), 男, 江苏靖江人, 硕士研究生, 主要从事金属表面科学与工程研究。

蚀及缓蚀剂的缓蚀效果。

1 实验方法

实验挂片采用 20A 碳钢,尺寸为 50mm × 25mm × 2mm,孔径 $d = 4\text{mm}$ 。药品为盐酸、3 种市售缓蚀剂和本课题研制的 JF-106 缓蚀剂。仪器:恒温水浴缸,动态模拟试验台。

1.1 静态试验

碳钢挂片经砂纸打磨、丙酮脱脂和干燥,称重后挂入恒温 50 的清洗液中,8h 后取出,洗净并吹干后放入干燥器中冷却、干燥、称重,记录挂片腐蚀失重情况,计算腐蚀速率和缓蚀率。

1.2 动态模拟试验

以一定的流速模拟锅炉清洗动态过程,考虑到温度太低,清洗速度慢;温度高,虽然清洗速度快,但酸雾大,所以将模拟温度定为 50。动态模拟试验台装置如图 1 所示,将酸槽中酸液加热到 50 时恒温,然后将处理好的挂片挂入试验管段,启动酸泵,控制一定流速,实验 8h 后停车,取出挂片。动态模拟试验的碳钢挂片处理方法与静态试验相同。

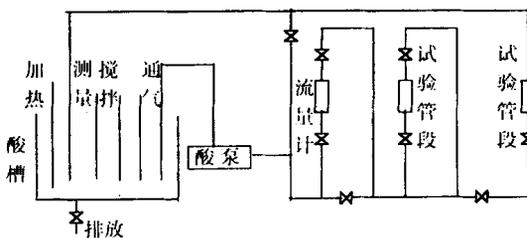


图1 动态模拟试验台装置示意图

1.3 缓蚀剂评价

(1) 外观:观察试片表面状态是否有点蚀;

(2) 腐蚀速率:将清洗中的腐蚀失重换算为腐蚀速率。

$$V = W / (S \cdot T) \text{ g/m}^2 \cdot \text{h}$$

式中: W —— 腐蚀失重, g;

S —— 试片面积, m^2 ;

T —— 酸洗时间, h。

根据低压锅炉化学清洗规则^[2]:

若 $V < 10\text{g/m}^2 \cdot \text{h}$, 则为合格。

(3) 缓蚀率^[3]

$$= (V_0 - V) / V_0 \times 100\%$$

式中: V_0 —— 未加缓蚀剂时金属的腐蚀速率;

V —— 添加缓蚀剂后金属的腐蚀速率。

而且,一般情况下,缓蚀剂的缓蚀率超过 96% 才

能使用。

2 实验结果及结论

2.1 Fe^{3+} 对腐蚀速率的影响

试片在 50 下的 5% 的盐酸中进行静态腐蚀试验,1# 清洗液不加 Fe^{3+} 。2# 清洗液含 Fe^{3+} 500mg/L,见表 1。结果表明, Fe^{3+} 具有加速清洗液腐蚀碳钢的作用,碳钢在 2# 的腐蚀速率是 1# Fe^{3+} 的 3 倍之多。实际上,在锅炉化学清洗过程中, Fe^{3+} 浓度会随着清洗时间的延长而增加。因此低压锅炉化学清洗规则中规定^[2]: $\text{Fe}^{3+} < 500\text{mg/L}$ 。故在模拟试验中,将 Fe^{3+} 的浓度确定为 500mg/L。

2.2 缓蚀剂的选择

锅炉化学清洗是一个动态过程,因此对含有 500mg/L Fe^{3+} 、5% HCl 的清洗液,分别在 0m/s、0.5m/s、1.0m/s 3 种流动状态下,添加市售的 No. 1、No. 2、No. 3 和 JF-106 四种缓蚀剂(加量均为 0.3% 浓度),进行模拟试验,8h 的实验结果见表 2、表 3 和表 4。实验数据表明,20A 碳钢在各种清洗液中的腐蚀速率均随着清洗流速的增大而增大,但缓蚀剂缓蚀效果的依次关系,即 JF-106 No. 2、No. 3 和 No. 1,在 3 种流动状态下不变。由表 2 可以看出。

表2 实验结果(0m/s)

缓蚀剂	0	No. 1	No. 2	No. 3	JF-106
腐蚀速率/ ($\text{g} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$)	278.75	3.86	2.57	3.73	2.23
缓蚀率 (%)		98.62	99.08	98.66	99.20

表3 实验结果(0.5m/s)

缓蚀剂	0	No. 1	No. 2	No. 3	JF-106
腐蚀速率/ ($\text{g} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$)	582.76	15.26	10.79	13.68	8.26
缓蚀率 (%)		97.38	98.15	97.65	98.58

静态过程中添加 4 种缓蚀剂后的腐蚀速率均小于 $10\text{g/m}^2 \cdot \text{h}$ 。表 3 则说明,当流速为 0.5m/s 时只有添加 JF-106 的腐蚀速率才小于 $10\text{g/m}^2 \cdot \text{h}$ 。表 4 结果表明,当流速增加到 1m/s 时,腐蚀速率均超过 $10\text{g/m}^2 \cdot \text{h}$,由此看来,即便采用 JF-106 作缓蚀剂,锅炉的清洗流速也只能控制在 0.5m/s 左右。显然,若流速太小不利于

清洗下来的产物的扩散,清洗速度慢,清洗效率低;若流速太大,超过 1m/s 则腐蚀速率大,不安全。

表 4 实验结果(1m/s)

缓蚀剂	0	No. 1	No. 2	No. 3	JF-106
腐蚀速率 ($\text{g} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$)	693.27	23.82	17.52	21.40	11.84
缓蚀率(%)		96.56	97.47	96.91	98.29

2.3 缓蚀剂用量的选择

当流速确定为 0.5m/s 时,在含 500mg/L Fe^{3+} 的 5% HCl 清洗中,添加不同浓度缓蚀剂 JF-106 的动态模拟试验结果如表 5 所示。实验结果表明,当 JF-106 缓蚀剂浓度大于 0.2% 时,腐蚀速率均小于 $10\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{h}$,但是添加 JF-106 为 0.2% 时,腐蚀速率接近临界值,从安全性和经济性两方面考虑,建议用量在 0.3% ~ 0.4% 左右为宜。

表 5 实验结果

缓蚀剂 浓度(%)	0	0.10	0.20	0.30	0.50	0.10
腐蚀速率/ ($\text{g} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$)	582.76	11.41	9.07	8.26	7.80	6.58
缓蚀率(%)		98.04	98.44	98.59	98.66	98.87

2.4 其他性能实验

(1) 对加 0.3% JF-106 5% HCl 和 5% HCl 中溶解水垢的速度进行比较发现:溶垢的速度基本不变。

(2) 使用 0.3% JF-106 + 5% HCl 清洗后的试样的机械强度检测结果表明:与清洗前基本没有差别。

(3) 在实验的全过程中没有发现点蚀现象。

3 结论

(1) Fe^{3+} 具有加速清洗液腐蚀碳钢的作用,清洗液中含 Fe^{3+} 500mg/L,能使 20A 碳钢的腐蚀速率成倍增大:20A 碳钢在有无缓蚀剂的清洗液中的腐蚀速率均随清洗流速的增大而增大,但缓蚀效果的依次关系在 3 种流动状态下不变。

(2) 通过模拟试验找出锅炉清洗过程中各种缓蚀剂的安全流速和安全添加量,在文中实验条件和选择的缓蚀剂范围内,JF-106 安全清洗流速为 0.5m/s,添加量至少为 0.2%,其他缓蚀剂清洗流速小于 0.5m/s。

[参 考 文 献]

- [1] 秦国治. 化学清洗实用技术[M]. 北京:中国石化出版社, 1996.
- [2] 于维颜. 低压锅炉化学清洗[M]. 哈尔滨:黑龙江科学技术出版社, 1994.
- [3] 周本省. 工业水处理技术[M]. 北京:化学工业出版社, 1996.

铜合金无黄烟化学抛光工艺

文中推荐一种铜合金的优良抛光溶液,它不含硝酸和双氧水,且在同一种溶液中采用不同的操作步骤,可获 18K 金的光亮铜合金表面和 24K 金的光亮铜合金表面。对环境基本无污染,有较高的推广价值。

(1) 18K 金表面抛光工艺流程

化学去油 热水洗 预浸 冷水洗 抛光 冷水洗 冷水洗 钝化 烘干 浸罩光漆 烘干 检验。

(2) 24K 金表面抛光工艺流程

化学去油 热水洗 一次抛光 冷水洗 冷水洗 固膜处理 二次抛光 冷水洗 冷水洗 钝化 烘干 浸罩光漆 烘干 检验。

以上两种工艺可视产品的表面氧化皮和油污轻重以及生产实际需要省去部分工序。

(3) 工艺说明

化学去油: $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{Na}_3\text{PO}_4 +$ 表面活性剂;温度:50 ~ 60 ;时间:1 ~ 3min。预浸: $\text{H}_2\text{SO}_4 +$ 表面活性剂;温度:常温;时间:1 ~ 1.5min。抛光:自制抛光液 + 添加剂;温度:常温;时间:3 ~ 5min。固膜处理:0.005% 的铬酐溶液;温度:常温;时间:0.5 ~ 1min。钝化:自制钝化液;温度:常温;时间:1 ~ 1.5min。烘干:80 ~ 100 。

浸罩光漆:采用市售对铜合金件和镀黄铜件适用的罩光漆。

该抛光液及其它溶液的配制不受水质的限制,用自来水就可配制,原材料均用工业品且来源广。经生产使用表明:该抛光液对环境基本无污染,溶液成分稳定,操作简单,用不同方法可在铜合金表面获两种镜面光泽效果。

(周战)