

# 浅议炼油厂循环水水质持续改进

盛 况<sup>1</sup>, 李洪海<sup>2</sup>, 李洪洲<sup>3</sup>

(1. 中国石油吉林石化公司炼油厂, 吉林 吉林 132022; 2. 中国石油华北化工销售公司, 天津 300457;  
3. 北华大学机械工程学院, 吉林 吉林 132021)

**摘要:**针对中国石油吉林石化公司炼油厂循环水存在的问题, 采取了新型复合缓蚀阻垢剂、杀菌剂优选、水冷却器工艺改进、旁滤改造、物料泄漏处理方法的创新等改进措施, 取得明显的处理效果; 为其他炼油厂循环水水质改进提供了借鉴。

**关键词:**改进措施; 水质; 循环水

中图分类号: TQ085.2

文献标识码: A

文章编号: 0253-4320(2009)07-0063-02

## Note on the continuous improvement of circulating water quality in oil refinery

SHENG Kuang<sup>1</sup>, LI Hong-hai<sup>2</sup>, LI Hong-zhou<sup>3</sup>

(1. Oil Refinery of Jilin Petrochemical Company, Ltd., PetroChina, Jilin 132022, China; 2. North China Chemicals Marketing Company, PetroChina, Tianjin 300457, China; 3. Institute of Mechanical Engineering, Beihua University, Jilin 132021, China)

**Abstract:** According to the problems of circulating water which exist in the Oil Refinery of Jilin Petrochemical Company, Ltd., PetroChina, a series of the improvement measures are adopted, for example, new compound corrosion and scale inhibitors are selected; bactericides optimization is conducted; the process of water coolers and the side-filtration system is improved; the processing method for material leaking is innovated. And good treatment effects are obtained after the transformation, these experiences can provide reference to improve the water quality of circulating cooling water in other oil refineries.

**Key words:** improvement measures; water quality; circulating water

中国石油吉林石化公司炼油厂供排水车间共有 4 个循环水场, 共处理水量 17 000 ~ 19 000 t/h, 供应全厂 300 多台水冷却器使用。自 2002 年以来, 由于参炼俄罗斯油比例越来越多, 该厂的水冷却器泄漏突然加剧, 2003 年共有 15 台次泄漏, 2004 年有 36 台次, 2005 年有 40 台次, 2006 年有 34 台次。因水冷却器泄漏故障造成临时性抢修 29 次, 消耗了大量的新鲜水及水处理药剂。从 2005 年大检修期间水冷却器鉴定情况看, 系统中有相当一部分水冷却器管束被堵死, 且腐蚀相当严重, 油泥较重, 分析所鉴定水冷却器的垢样成分可看出, 垢样中  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  和 550℃ 有机物的含量偏大, 说明冷却器铁锈、油泥较重, 其主要原因是系统泄漏严重所致。频繁的物料泄漏使得系统水质和设备受到严重污染, 造成了系统中菌藻的大量繁殖, 黏泥滋生, 设备腐蚀严重, 黏泥油污堵塞水冷却器管束, 为了防止物料泄漏, 该厂置换了大量的新鲜水, 排掉了大量的药剂, 系统循环水长期降低浓缩倍数运行, 形成了循环水系统的恶性循环。针对这些问题, 该厂提出了相应的改进措施。

## 1 循环水水质改进措施

### 1.1 缓蚀阻垢剂的评选

由于该公司各循环水场的循环水水质差异较大, 而原来使用的水处理药剂是普遍适用型药剂, 无法满足所有水厂需要。所以决定针对不同水场应该调配不同缓蚀阻垢剂, 使水质处理更具针对性, 进一步提高水质处理效果。经过分析对比确定使用以膦羧酸、膦酸盐、AMPS 共聚物(2-丙烯酰胺基-2-甲基丙磺酸)、锌盐为主组分的复合缓蚀阻垢剂配方, 筛选出 2 种新配方用于该厂循环水系统。在使用之前, 笔者对这 2 种新药剂 JH-510A 和 JH-510B 进行了复配, 并进行了缓蚀阻垢试验, 与旧配方进行对比(药剂投加质量浓度均为 60 mg/L, 下同)。试验数据和结果如表 1、表 2 所示。

表 1 静态试验数据

	$m(A):m(B) =$ 1:2	$m(A):m(B) =$ 1:1	原阻垢 剂 510
碳酸钙阻垢率/%	92.48	95.13	80.82
磷酸钙阻垢率/%	37.5	40.6	35.4
旋转挂片腐蚀 速率/ $\text{mm}\cdot\text{a}^{-1}$	0.028	0.030	0.070

注: A 指药剂 JH-510A, B 指药剂 JH-510B。

收稿日期: 2009-02-24; 修回日期: 2009-06-26

作者简介: 盛况(1970-), 女, 大学, 工程师, 研究方向为给排水, 0432-5580837, yinshun\_9999@163.com。

表 2 2 种药剂工业放大试验结果

药剂	系统名称		时间/年-月					
			2007-1	2007-2	2007-3	2007-4	2007-5	2007-6
配方 1	二循	腐蚀速率/ $\text{mm}\cdot\text{a}^{-1}$	0.067	0.052	0.054	0.073	0.046	0.048
		黏附速率/ $\text{mcm}$	8.5	9.1	12.3	10.5	11.4	9.2
配方 2	四循	腐蚀速率/ $\text{mm}\cdot\text{a}^{-1}$	0.046	0.047	0.05	0.062	0.043	0.056
		黏附速率/ $\text{mcm}$	10.6	9.8	8.9	11.4	15	13.7

由表 1、表 2 得出：

(1) 新型复合缓蚀阻垢剂 1、2 在该厂运用近 2 年来,各项运行指标和监测数据均达到并优于公司生产部有关规定的要求。2008 年大修期间,经设备鉴定检查,水管束及封头均无明显的锈蚀、污垢发生,检查的水冷器状况明显优于国内同类装置同期检修水平。

(2) 新型复合缓蚀阻垢剂 1、2 在较恶劣条件下仍具有较好的缓蚀阻垢性能,使用这 2 种复合药剂处理后的水所形成的污垢极其疏松,这样既不影响传热,又便于清洗。

### 1.2 杀菌剂的优选

近几年随着循环水浓缩倍数的提高,细菌抗药能力越来越明显,已使非氧化性杀菌剂杀菌效率大为降低,系统因微生物繁殖而形成的黏泥故障越来越突出,为此该厂设计了新的杀菌方案:

(1) 冲击投加杀菌剂方案。正常情况下氧化性杀菌剂和非氧化性杀菌剂每月各投加 1 次,每次投加质量浓度为 50~100 mg/L,停留 24~48 h 后再排污,2 种药剂交替使用。

(2) 日常投加氯气。根据循环水场条件和现场试验确定投加液氯,冬季每日 1 次,时间一般为 8 h;夏季 24 h 连续投加。冬季控制余氯质量浓度达到 0.50~1.00 mg/L,夏季余氯质量浓度控制在 0.03~0.50 mg/L。

经过 2 年多的生产运行,炼油厂 4 套循环水系统异氧菌总数、铁细菌、硫酸盐还原菌均能控制在规定的指标内,宏观检查凉水塔塔壁上干净,没有藻类生长,生物黏泥指标合格,取得了较好的效果。

### 1.3 水冷器工艺改进

工业循环冷却水处理设计规范规定,工艺换热设备的冷却水侧设计应符合下列要求:①管程冷却水流速宜为 1.0 m/s,不应小于 0.5 m/s,壳程流速不应小于 0.3 m/s;②出口水温不宜高于 50℃;水冷器的热介质温度大于 150℃时,应先进行热量回收,再用循环水冷却。

但炼油厂实际生产中存在诸多不符合规范的设计和作。这些违规的设计和作会直接影响水冷器缓蚀和阻垢效果,对水冷器构成潜在的危害,其泄漏机率远远大于其他水冷器。

针对这些违规设计和作,笔者进行了水冷器工艺改进,主要包括以下几个方面:

#### (1) 增大水冷器配管管径

如用于硫磺、常压、芳烃等几台容易堵塞严重的水冷器,都存在进出口管线太细,水量不足,流速太小的问题。大修期间将用于焦化、芳烃、重整的 10 台水冷器进出口线由  $\Phi 40\sim 50\text{ mm}$  改为  $\Phi 100\text{ mm}$ 。

#### (2) 改变流程提高水冷器冷却水的流速

该厂硫磺装置一年内共泄漏了 5 次,到后期几乎不能投用,检修时抽出芯子,发现水冷器设计严重不合理:一是原水冷器水走壳程;二是设计的折流板太多,间距 200 mm 就有一个折流板,这些都增大了水流量,造成水冷器流速严重偏低,加剧了黏泥的沉积和垢下腐蚀的产生。改进措施是在该水冷器下部焊了一根排污管,定期用空气搅拌后排污,防止壳程内黏泥淤积,保持壳程内干净畅通。

### 1.4 恢复旁滤运行

二循、三循、四循旁滤长期停用,内部填料严重老化,所以该厂对 3 个水场的过滤设施进行维护,滤料及内部构件进行了全面更换,同时车间对旁滤出水进行常规检测,准确指导滤罐反洗频次,根据滤罐出水浊度的监控,滤罐反洗周期在 7~8 天反洗 1 次,浊度下降 2~3 NTU。目前 3 个水场的原旁滤设施已投入正常运行,对循环水起到了较好的净化作用,大大节约了循环水补水量,与上年同期相比,2008 年二、三、四 3 个循环水场比 2007 年共节约补水近 18 万 t。

### 1.5 物料泄漏处理方法创新

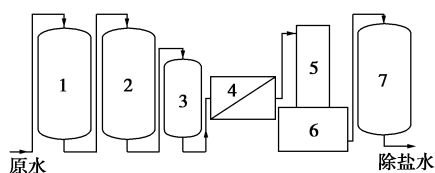
水冷器物料泄漏后,一般采用如下方法和步骤处理:①查清和切除漏油源;②停止加缓蚀阻垢剂和杀菌剂,以“大排大补”方式换水除油,直至换水合格;

(下转第 66 页)

年衰率 $\leq 10\%$ ,浓水无回流需收集入水箱,用于预处理设备反洗再生使用,全封闭运行。

## 2 水处理系统工艺

有机硅的水处理系统包括:预处理系统采用“多介质+活性炭”的过滤处理工艺;膜系统为一级两段系统构成,膜元件采用美国海德能公司的 CPA3-8040 型号,8"六芯装玻璃钢容器,按 7:4 排列组成;后处理系统为“除碳器+混床”处理工艺,水处理工艺简图如图 1 所示(图中未给出再生系统设备)。



1—多介质过滤器;2—活性炭过滤器;3—精密过滤器;  
4—反渗透装置;5—除 CO<sub>2</sub> 器;6—中间水箱;7—混床

图 1 水处理系统工艺

## 3 系统工艺参数设计

该系统预处理系统工艺有 4 台多介质设备和 4 台活性炭设备,设备采用了串联和并联连接形式,以

(上接第 64 页)

③加入除油清洗剂和黏泥剥离剂清洗;④清洗至终点,再“大排大补”方式换水,直至换水合格;⑤正常运行后,开始正常投加缓蚀阻垢剂和杀菌剂。

此方法换水量过大,受经济承受力的限制,一般停止加缓蚀阻垢剂和杀菌剂,这样循环水的缓蚀、阻垢和杀菌灭藻效果受到巨大影响,循环水可出现一种所谓水质稳定空白期。这一时期对设备的损伤是极其严重的。因为此时水中防腐蚀能力很小,加之菌藻黏泥的影响及泄漏的油料黏附后与生物黏泥混染,腐蚀性更强,使得这个时期腐蚀性是水稳剂投放的 50~100 倍,导致水冷器发生更严重的腐蚀,物料泄漏更频繁,从而形成一种恶性循环,对全厂水冷器的正常运行和寿命构成严重威胁。

经过技术攻关,该厂改进了物料泄漏的处理方法,采用以下方法和步骤处理:①查清和切除漏油源;②加入除油清洗剂和黏泥剥离剂清洗;③清洗至终点,再慢慢置换水,置换水期间正常加缓蚀阻垢剂和杀菌剂。

### 1.6 加强系统科学管理

在搞好科研和监测工作的同时,注意建立和完善循环冷却水管理制度,基本形成了一套行之有效

确保连续稳定运行。管路为支母管结构形式,设备过滤流速 8~20 m/h,反洗流速 28~33 m/h,预处理系统流量为 160~175 m<sup>3</sup>/h;膜系统产水量为 120~130 m<sup>3</sup>/h,回收率 75%,系统流量为 120~130 m<sup>3</sup>/h。后处理为 2 台混床设备,单台设备的生产能力为 140 m<sup>3</sup>/h。按系统设备配置和工艺参数的要求,水处理系统在 5~25℃ 运行。

## 4 膜系统的优化设计

### 4.1 膜系统设计

膜系统的设计是按产水量、产水水质和进水水质 3 项基本内容为依据<sup>[1]</sup>。在遵循和满足膜元件极限参数的条件下,如:膜元件给水流量极限、膜元件浓水流量极限、浓差极化极限回收率、通量均衡极限回收率、难溶盐极限回收率、膜系统的极限回收率等,按照美国海德能公司提供的系统设计软件进行了设计计算和工程运行验证,即在进水温度 5~25℃,回收率 $\geq 75\%$ ,膜运行 3 年的脱盐率 $\geq 97\%$ ,透水率的年衰率 $\leq 10\%$ ,系统处理能力按正常 2×60 m<sup>3</sup>/h 设计,在冬季极限状况下(进水温度 5℃)需保证产水量 $\geq 130$  m<sup>3</sup>/h,选取的高压泵型号及参数为:CR90-6, N=45 kW, Q=80 m<sup>3</sup>/h, H=145 mm,

的科学的管理制度,诸如水质异常优先制、定期现场巡检制、每周例会制、水处理药剂入厂质检制和严格把好系统清洗预膜检验质量关等管理制度。

## 2 改进前后的效果对比

循环水水质改进后,水冷器物料泄漏频次减少,浓缩倍数迅速提高,减少了新鲜水的消耗。2008 年,生产装置发生了 21 次物料泄漏,在处理水质泄漏过程中,消耗新鲜水 30 万 t。2007 年循环水场所带装置发生泄漏共 26 次,泄漏水质浊度最严重达到了 607 NTU,而 2008 年泄漏水质浊度最大达到了 153 NTU,从每次泄漏持续时间看,2008 年比 2007 年大大缩减,基本在 8~24 h 内切除漏点,处理效率大大提高,减轻了污染程度,为后续的水质处理节约了费用,从水场补水量消耗看,2008 年比 2007 年减少了 21 万 t,药剂总消耗量 2008 年比 2007 年减少了 16 t。

通过对炼油厂循环水水质进行不断改进,该厂获得了处理炼油厂循环水质恶化的新的经验和方法,掌握了其独特规律,使炼油厂循环冷却水处理工作登上了一个新的台阶。这些经验和方法为其他炼油厂循环水水质改进提供了借鉴。■