

中石化北京燕山分公司炼油厂

1[#] 循环水场采用苏宁 CAOT 技术

执行情况总结

2003 年 12 月 28 日

在厂领导的关心和职能科室的全面配合下，着手解决 1[#]循环水场物料泄漏的老大难问题。从 2002 年 6 月开始采用苏宁 CAOT 组合工艺技术，历时半年，其间 1[#]循环水场不但经历了多次泄漏，还历经了部分装置检修、泄漏、跑水、串油、污水回用、二次水水质波动等众多不利工况的考验，运行稳定、不置换、不排水、不清洗预膜，操作简便、运行经济、全部项目的监测结果均达到石化循环水专业好级乃至很好级要求。

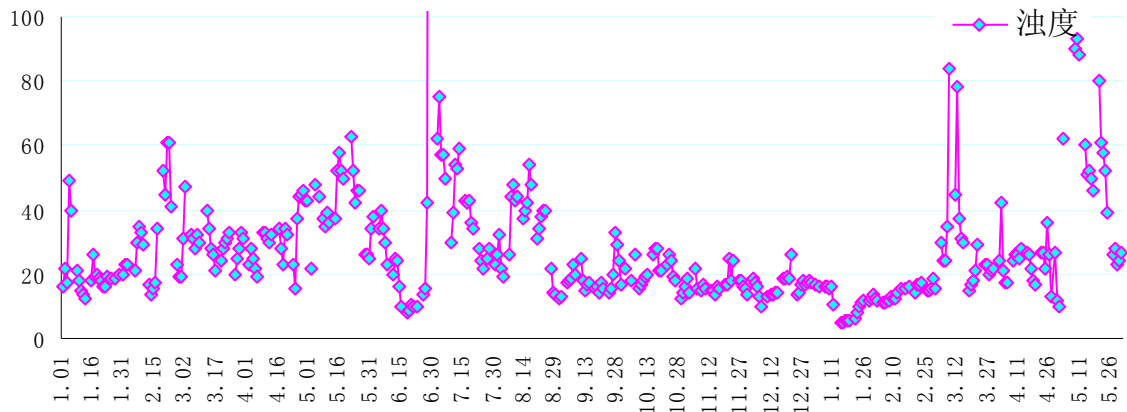
1、《1[#]循环水场物料泄漏的处理建议》背景

1[#]循环水是一个泄漏较为频繁的水场，泄漏频率在每周 1 ~ 2 次，2002 年 4 月已有 6 次，5 月初还连续泄漏，几天未停。系统内油脂的粘附量很大，冷水池壁可见厚厚的油层，随着春季气温回升，即使采用大幅度排水置换以及低浓缩倍数运行的工艺严格控制，水质仍然出现恶化趋势，难于控制。经对现场的察看和对近年来的水质数据的汇总以及各次处理方法的总结分析，采用苏宁 CAOT 新技术提出循环水场物料泄漏背景的处理建议。

2、处理前的现场状态

由于 1[#]循环水场设施老，为多套装置供水，南常、丙烷等装置频繁发生物料泄漏，原来泄漏时只能靠大量置换水维持，系统水质极不稳定，不泄漏时平均浓缩倍数 2.2 倍，即使是使用新鲜水低浓缩倍数运行，浊度波动仍然很大，短时间总铁冲高，系统粘泥滋生较多，腐蚀速度较高。由泄漏引发的生产成本成倍增加。

处理前水质浊度曲线



3、处理过程的水质状况

采用苏宁“循环水泄漏背景下的组合处理工艺及其处理设备”CAOT 专利新工艺，处理期中的水质变化见曲线附件。从处理前后水质统计表可以看出：系统在高硬度高浓缩倍数下运行，不排污、不置换，装置泄漏情况下水质波动小，运行稳定。

处理前后水质平均值统计表

| 时 间 | PH | 钙离子 mg/l | 浓缩 倍数 | 总铁 mg/l | 浊度 FTU | 腐蚀速率 mm/a | 泄漏情况 | |
|-------------|-----|-------------|----------|------------|-----------|--------------|--------|------------|
| 处理前 | 4月 | 8.26 | 411.3 | 2.13 | 0.291 | 10~42 | 0.0042 | 六次泄漏 |
| | 5月 | 8.43 | 438.3 | 2.34 | 0.296 | 23~123 | 0.0067 | 两次泄漏 |
| 苏宁 | 6月 | 8.31 | 406.2 | 2.52 | 0.236 | 13~87 | 0.0030 | 下旬持续泄漏 |
| | 7月 | 8.45 | 503.9 | 3.15 | 0.534 | 14~201 | 0.0049 | 上中旬持续泄漏 |
| CAOT 处理后 | 8月 | 8.37 | 606.8 | 3.37 | 0.356 | 9~15 | 0.0020 | 三次泄漏 |
| | 9月 | 8.24 | 665.0 | 2.62 | 0.410 | 6~17 | 0.0028 | 连续泄漏、检修 |
| | 10月 | 8.22 | 558.5 | 1.94 | 0.516 | 12~18 | 0.0031 | 泄漏、检修、污水回用 |
| | 11月 | 8.15 | 664.6 | 2.14 | 0.528 | 17~41 | 0.0024 | 连续泄漏、污水回用 |
| | 12月 | 8.20 | 936.6 | 3.55 | 0.510 | 15~27 | 0.0035 | 连续泄漏、污水回用 |

注：10月开始使用西沟再生水，对水中铁离子等有一定影响。

在泄漏严重的情况下，系统钙离子、浓缩倍数仍稳步提高，浊度稳定，腐蚀速率较低。针对一循的运行情况，为进一步降低腐蚀速度和铁离子的浓度，增加了相应的水处理工艺设备，钙稳定率略有上升，先是剥离特性，标准检测腐蚀速度达标，效果很好，从旧挂片的表面看，形成了较致密的保护膜，这样更利于减缓旧设备的腐蚀和结垢。

8 月份处理稳定后，南常发生了三次不同程度的泄漏，查报很迅速，水质波动很小，浊度一般在 15.1 至 9.8 之间。8 月 15 日凌晨泄漏渣油，一间隔油池被全部污染，2 小时泄漏切断，干扰期只有一到两天。如此可见泄漏背景采用“苏宁”组合水处理工艺，净化能力特别强，预期的净化、节水、工艺要求均可达到。

11 月后系统在回用污水的背景下连续泄漏，不排水置换，系统浊度基本可控制在 30 FTU 以内，浓缩倍数仍处在上升趋势，钙离子最大值 984 mg/l，达到历史最好水平，在各水场中排名第一。

经过近六个月的处理，系统基本清洗干净，正常余氯可在 15 分钟返回，以往塔池沉积附着的油泥大部分已脱落，钙稳定系数长时间大于 90%，超 100% 的情况时有发生，水质变化显示剥离特征。池水清亮，至今仍可以观察到明显的剥离效果，仍有油块被剥离出来，见“燕山一循阶段总结照片”。一循的水质变化和感观变化说明，“苏宁 CAOT 组合工艺”起到了较好的降解泄漏物料和剥离系统污垢的作用，且高硬度的缓蚀阻垢功能完善，适应泄漏背景高硬度水质的高浓缩倍数运行。

苏宁处理期间补水、循环水水质统计表

| 项 目 | 补充水 | | | 循环水 | | | 12 月 | 苏宁工艺 控制限度 |
|----------------------|-------|--------------------|-------|--------------------|--------------------|--------------------|-------------------------------------|--------------------|
| | 最小值 | 最大值 | 均值 | 最小值 | 最大值 | 均值 | 均值 | |
| P H | 7.00 | 8.20 | 8.01 | 7.81 | 8.70 | 8.29 | 8.13 | 7.5~9.0 |
| 总碱度 mg/l | 17.0 | 267.0 | 153.3 | 75.0 | 310.0 | 158.0 | 138.5 | 50~300 |
| 总硬度 mg/l | 147.5 | 430.0 | 267.4 | 557.5 | 1412.5 | 940.1 | 1341 | 1500 |
| 钙离子 mg/l | 104.0 | 256.0 | 169.9 | 364.0 | 984.0 | 637.5 | 936 | 1200 |
| 氯离子 mg/l | 96 | 285 | 145.5 | 200 | 621 | 331.7 | 521 | 600 |
| 浊度 FIU | 0.3 | 16.0 | 3.7 | 6.7 | 201 | 31.26 | 16.0 | 不限 |
| 正磷 mg/l | 0.0 | 0.5 | 0.18 | 0.07 | 1.72 | 0.69 | 0.47 | ~ |
| 总磷 mg/l | 0.0 | 1.28 | 0.3 | 3.00 | 6.00 | 4.16 | 4.43 | 2.5~5.5 |
| 含油量 mg/l | 0.00 | 2.88 | 1.31 | 0 | 48.6 | 9.79 | 1.47 | 不限 |
| 总铁 mg/l | 0.003 | 3.37 | 0.312 | 0.17 | 0.90 | 0.46 | 0.51 | 0.8 |
| 电导率 $\mu\text{s/cm}$ | 440 | 1400 | 755 | 1330 | 3600 | 2268 | 3348 | 6000 |
| 钾离子 mg/l | 2.0 | 4.5 | 3.1 | 6.4 | 12.6 | 9.4 | 11.49 | ~ |
| 异氧菌 ml/个 | ~ | 2.80×10^5 | ~ | 1.00×10^3 | 4.00×10^5 | 6.89×10^4 | 2.1×10^4 | 5.00×10^5 |
| 浓缩倍数 | ~ | ~ | ~ | 1.73 | 4.45 | 2.79 | 3.55 | 3.0~5.0 |

1# 循环水系统监测统计表

| 月份 | 天 | 时 | 监测管腐蚀率 | | 沉积率 | 监测片腐蚀率 | 备注 |
|----|-----|------|--------|--------|----------------------|----------------------|----------|
| | | | 密耳/年 | 毫米/年 | 毫克/厘米 ² 月 | 毫克/厘米 ² 月 | |
| 指标 | 30 | 720 | 5.0000 | 0.100 | 20.00 | 0.1000 | 温差 10℃ |
| 五 | 25 | 600 | 3.4541 | 0.0877 | 14.1978 | 0.0067 | 温差 > 10℃ |
| 六 | 29 | 696 | 2.9478 | 0.0748 | 5.6297 | 0.0030 | 温差 > 10℃ |
| 七 | 35 | 840 | 2.9972 | 0.0761 | 6.1682 | 0.0049 | 温差 > 10℃ |
| 八 | 30 | 720 | 2.9882 | 0.0759 | 6.2387 | 0.0020 | 温差 > 10℃ |
| 九 | 32 | 768 | 2.5633 | 0.0651 | 8.9441 | 0.0028 | 温差 > 10℃ |
| 十 | 52 | 1248 | 1.5458 | 0.0392 | 10.6528 | 0.0031 | 温差 > 10℃ |
| 十一 | | | | | | 0.0024 | |
| 十二 | 50 | 1200 | 1.7617 | 0.0447 | 11.0236 | 0.0035 | 温差 > 10℃ |
| | 102 | 2448 | 0.4546 | 0.0115 | 5.7532 | | |

4、运行成本分析

4.1 阶段成本分析

第一阶段（2002.6.20~2002.8.19）

生产变动：7月23日七循停工，将铂重整由七循切至一循。

开始采用苏宁工艺处理，系统立即停止排污、溢流、置换、清洗、预膜。在发生泄漏时不需要置换水，降低了大量的水耗、药耗，减少了排污费用，监测结果达标。从成本分析表可以看出：在6、7月份南常持续20天泄漏的情况下，与以前发生同等规模泄漏的状况相比，采用苏宁组合工艺处理的运行费用远低于使用前几个月的平均水平。

第二阶段（2002.8.20~2002.11.19）

生产变动：9月11日~10月3日丙烷循环水停；9月16日~9月24日南常停部分循环水；10月3日开始正式使用再生水。

第二阶段为泄漏的检修期，其间多套装置检修、改建、扩建，泄漏多、物料复杂、开停车倒线多，跑水量大，从运行上说十分混乱，但1#循环水场在苏宁CAOT工艺处理下有条不紊地运行着，即使是放大的循环水量、过低的浓缩倍数，运行效果不受影响，监测结果达标，运行成本上升有限。

第三阶段（2002.11.20~2002.12.31）

各装置检修后，系统循环水量大幅度增长，我们对各种泄漏与跑串漏进行查堵，其间南常冷135微漏无法处理，至11月20日南常处理完111-2内漏后，基本完成堵漏工作，1#循环水开始进入稳定运行期，系统受装置影响减弱，达到了前所未有的高浓缩倍数，水量、药剂剂量均有所

降低。

4.2 成本汇总

苏宁 CAOT 处理成本分析表 1

| 项 目 | 使用苏宁工艺前 | | 使用苏宁工艺后 | | | | | |
|----------------|----------|----------------|-------------------|--------|--------|--------|--------|-------|
| | 发生 泄漏 | 不泄漏时的 月平均水平 | 初期运行平均水平 6月~7月 | 稳定后的水平 | | | | |
| | | | | 8月 | 9月 | 10月 | 11月 | 12月 |
| 补水量 (吨/天) | 2400 | 1000 | 866 | 1030 | 781 | 1221 | 675 | 464 |
| 循环水量 (吨/小时) | ----- | 3000 | 3000 | 4000 | 3000 | 4500 | 5600 | 5600 |
| 排污量 (吨/天) | 1400 | 300 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 25 |
| 加药量 (公斤/月) | 大于3000 | 1600 | 1693 | 1380 | 1424 | 2046 | 1660 | 1308 |
| 药剂费 (元/月) | 5~10万 | 39341 | 42291 | 37919 | 41369 | 48329 | 41898 | 35725 |
| 月报 | | | | 35236 | 15616 | 27921 | 38858 | 00000 |
| 合计费用 (元/月) | 20~50万 | 177641 | 119600 | 130519 | 111786 | 152696 | 104145 | 81699 |
| | | | | 00000 | 505241 | 621848 | 642002 | 00000 |
| 浓缩倍数 | 1.5 | 2.2 | 2.86 | 3.33 | 2.62 | 1.94 | 2.14 | 3.55 |

注：1. 合计费用包含补水、药剂、**排污费**各项循环水场工艺运行的成本开支。

苏宁 CAOT 处理成本与前三年对比分析表 2

| 年份 | 月份 | 新鲜水量 | 二次水量 | 药剂成本 | 核算成本 | 计算成本 | 说明 |
|------|----|------------------|-------|----------------------|---------------------|-----------|---|
| 1999 | 7 | 15250 | | 72888.90 | 112081.4 | | 1. 1999与2000年没有二次水的记录，新鲜水量不能反映真实的用水量，表中删除了部分异常数值，其核算成本仅作参考。 |
| | 8 | 21396 | | 82017.95 | 137005.7 | | |
| | 9 | 36039 | | 46016.05 | 138636.3 | | |
| | 10 | 11966 | | 52441.10 | 83193.7 | | |
| | 11 | 3005 | | 45291.15 | 53014.0 | | |
| | 12 | 9778 | | 40807.30 | 65936.8 | | |
| 2000 | 7 | 24691 | | 53309.60 | 116765.5 | | 2. 2002年开始增带了铂重整、柴油加氢装置以及丙烷的扩量改造，循环水量增加幅度较大，成本并未相应增加。 |
| | 8 | 17604 | | 52717.80 | 97960.1 | | |
| | 9 | 23216 | | 45985.60 | 105650.7 | | |
| | 10 | 7448 | | 107052.20 | 126193.6 | | |
| | 11 | 7300 | | 28397.20 | 47158.2 | | |
| | 12 | 1260 | | 34161.20 | 37399.4 | | |
| 2001 | 7 | 31471 | 15810 | 30765.55 | 111646.0 | 152277.72 | 3. 2002年10月~11月中旬二蒸馏装置111-2内漏，损 |
| | 8 | 20361 | 20904 | 34876.30 | 87204.1 | 140927.35 | |
| | 9 | 6182 | 38353 | 80752.00 | 96639.7 | 195206.95 | |
| | 10 | 6403 | 18657 | 42248.10 | 58703.8 | 106652.30 | |
| | 11 | 10440 | 17125 | 24870.50 | 51701.3 | 95712.55 | |
| | 12 | 6830 | 16165 | 32001.38 | 49554.5 | 91098.53 | |
| 2002 | 7 | 9686 | 16443 | 45465.00 | 70358.0 | 112616.53 | |
| | 8 | 3318 | 28603 | 37919.00 | 46446.3 | 119955.97 | |
| | 9 | 6370 | 17061 | 41369.00 | 57739.9 | 101586.67 | |

| | | | | | | | |
|--|----|-------|-------|----------|----------|-----------|-------------------------|
| | 10 | 25360 | 11281 | 48329.00 | 113504.2 | 142496.37 | 失了大量新鲜水及药剂，是其成本偏高的主要原因。 |
| | 11 | 11788 | 8464 | 41898.00 | 72193.2 | 93945.64 | |
| | 12 | 10176 | 4223 | 35725.00 | 61877.3 | 72730.43 | |

注：1. 表中新鲜水、二次水单价均按 2.57 元 / 吨计算。

2. 核算成本包括新鲜水与药剂费用，计算成本计入二次水，均未计排污费。

4.3 成本分析

从分析表 1 中我们可以看出，在泄漏情况下，苏宁工艺几乎不排污，补水量、药剂费下降，处理成本明显降低，即使在循环量大于以往的情况下，成本也没有增加，而且十二月份计算成本创造了历史最低；从分析表 2 中我们可以看出，在新鲜水损失量较大且循环量大于往年的情况下，下半年补水和药剂总计算成本仍能够比去年降低 20% 以上，总计算水量节约更大，达到 30 %。若计算排污费，成本的降低幅度会更大。

5、存在问题与建议

- 5.1 装置的泄漏明显减少，小泄漏较难排除，频繁切换增加检修费用，对于连续的泄漏苏宁工艺已能调节，但须加强监控，减少各方面的经济损失。
- 5.2 按苏宁处理工艺，系统浓缩倍数仍有提高的潜力，可着手回收旁滤池的排污水，进一步减少补充水消耗，降低系统运行费用。
- 5.3 系统中仍有少量粘附的油脂，仍须及时清捞。待系统运行的剥离特性消失，运行成本还可下降。
- 5.4 系统已进入从未有过的高硬度状态运行，日常监控不可疏漏，药剂质量必须保证。
- 5.5 由于循环水量加大，原按照 4000 T/h 设定得 CAOT 组合工艺，已超负荷，操作调控时须注意观察，以免疏漏。
- 5.6 系统旁滤池效率不佳，虽进行了滤料更换，去除率仍然较低，需检修、改进。
- 5.7 苏宁技术人员的现场服务及时、十分周到，建议在今后稳定的运行中长期保持。

6、结论

- 6.1 苏宁CAOT处理效果全面达到技术协议要求。
 - A. 控制1#循环水系统浓缩倍数大于 3.0 倍。（不计检修期影响）
 - B. 泄漏情况下，不排污、不置换，可保证系统安全、平稳运行。

- C. 在现有的条件下，循环水的钙离子(以碳酸钙计)浓度未超过 1200 mg/l 时，除旁滤池反冲外，不排污、不置换。
 - D. 不泄漏时的循环水浊度 ≤ 20 FTU。
 - E. 腐蚀速度：碳钢 ≤ 0.100 mm/a。
 - F. 污垢沉积速度 ≤ 20 MCM。
- 6.2运行的经济指标控制有效，药剂费、综合运行成本低于同等规模下的常规工艺水处理费用，在泄漏情况下更为明显。
- 6.3苏宁工艺能够在循环水中碱加钙大于1000 mg/l时仍保持高浓缩倍数运行，这使得1#循环水平均浓缩倍数由原来的 2.2倍提高到 3.6倍，水质稳定，节水效果明显。
- 6.4操作使用简洁、方便，循环水场至今无排污、置换、溢流要求，劳动强度大大降低。
- 6.5苏宁 CAOT 组合工艺的设备运行半年无故障，设备运行稳定，设定余量充足。

“苏宁 CAOT 组合工艺”在燕炼一循起到了较好的降解泄漏物料和剥离系统污垢的作用，不排污、不溢流、不置换、免清洗预膜，操作方便，适应泄漏循环水系统在高硬度水质背景下高浓缩倍数运行，高硬度背景的缓蚀、阻垢性能完善。

“苏宁 CAOT 组合工艺”的环境保护意义与水资源保护意义更加深远。

生产技术处
供排水车间
2003年01月06日

