

# 石化含盐污水物化预处理诊断及优化试验研究

翁艺斌<sup>1</sup>, 阎光緒<sup>1\*</sup>, 李敏<sup>1</sup>, 郭绍辉<sup>1</sup>, 康强利<sup>2</sup>

(1. 中国石油大学(北京)重质油国家重点实验室, 油气污染防治北京市重点实验室, 北京 102249;  
2. 中国石油独山子石化公司研究院防腐研究中心, 新疆 独山子 833600)

**摘要:**通过对某石化企业物化处理系统进行分析、问题诊断, 并对物化段进行优化试验研究, 以此达到改善气浮处理效果、提高气浮运行效率、减少运行成本的目的, 为下一步污水处理场其他污水处理设施稳定达标运行打好基础。

**关键词:**石化污水; 物化预处理; 含盐污水

中图分类号: X703.1

文献标志码: A

文章编号: 0253-4320(2014)11-0115-03

## Diagnosis and optimization of physical and chemical pretreatment for petrochemical wastewater

WENG Yi-bin<sup>1</sup>, YAN Guang-xu<sup>1\*</sup>, LI Min<sup>1</sup>, GUO Shao-hui<sup>1</sup>, KANG Qiang-li<sup>2</sup>

(1. China University of Petroleum, State Key Laboratory of Heavy Oil Processing, Beijing Key Laboratory of Oil & Gas Pollution Control, Beijing 102249, China;

2. Research Institute of Petro China Dushanzi Petrochemical Company, Dushanzi 833600, China)

**Abstract:** The analysis, problem diagnosis and the experimental study on the physical and chemical pretreatments of petrochemical wastewater are performed to improve the treatment effect and operational efficiency, and reduce the operating costs of flotation treatment. It will contribute to stable running in the discharge standards of biological treatments.

**Key words:** petrochemical wastewater; physical and chemical pretreatment technologies; wastewater with high salinity

石化废水污水量大, 废水组分复杂<sup>[1-2]</sup>。按污染物特点划分, 大致可分为含油污水和含盐污水。其中, 常规含盐污水中含有 13% ~ 20% 不可生化降解有机物, 采用现有的常规生化处理工艺难以满足要求<sup>[3-4]</sup>; 其次, 含盐污水的重要来源是电脱盐排水, 随着近年加工原油的日趋重质化以及破乳化药剂的加入, 导致电脱盐废水乳化现象加重, 难生化降解性有机物增加, 对含盐污水的除油和生化处理效果都产生不良的影响<sup>[5]</sup>。作为预处理, 物化处理技术可去除污水中的悬浮物及部分 COD, 为污水后续生化处理单元提供稳定的水质。同时, 国内石化公司含盐污水处理遭遇瓶颈, 普遍出现污泥膨胀、微生物大面积死亡, 且伴随出水 COD 超标等问题, 其物化处理单元严重影响着含盐污水处理系统整体运行效果。本文中通过对某石化企业含盐污水物化处理单元进行分析、评价, 确定了物化处理单元中关键处理环节, 并对物化处理单元进行局部优化试验研究。

## 1 含盐系列物化处理单元问题诊断研究

国内某石化公司污水处理场为千万吨炼油及百万吨乙烯的配套装置。污水处理场含盐污水处理系统主要处理包括炼油装置的电脱盐污水、废碱渣处

理单元出水、乙烯装置的废碱处理单元出水等高含盐污水, 该污水含盐量高且含有其他杂质, 乳化严重。含盐污水处理主体工艺如图 1 所示。

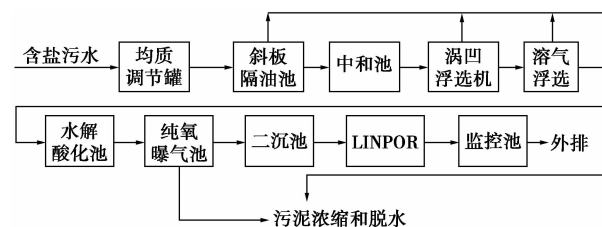


图 1 含盐污水原则流程图

### 1.1 物化单元运行稳定性分析

物化单元运行稳定性分析以 1 年为周期, 对污水处理场含盐污水系列物化单元水质进行调研, 对隔油气浮单元运行效果进行分析, 如表 1 所示。

表 1 含盐污水处理系统物化单元运行稳定性分析

项目	出水水质标准	最小值	最大值	平均值	水质合格率/%
COD <sub>Cr</sub>	≤1100	—	—	—	—
石油类	≤20	8.02	366	34.92	20.78
悬浮物	≤30	126	888	329.6	0

由表 1 可知, 含盐污水处理系统物化段效率较

低。从已有水质分析中可看出,含盐污水物化段隔油气浮出水中石油类、悬浮物去除效率低下,其中石油类年均合格率仅为 20.78%,悬浮物则无一合格。含盐污水物化段气浮投加的药剂类型及投加量有待试验进一步验证。

## 1.2 物化处理单元运行效率评价

基于含盐系列污水处理单元现状,对每个物化处理单元设置采样点,随机采集该石化公司含盐污水物化处理单元出水,分别对采集水样进行常规指标监测,主要监测指标结果如表 2 所示。

表 2 含盐系列各处理单元出水浊度、COD 监测结果

	均质罐	中和池	涡凹浮选机	溶气气浮	水解酸化	纯氧曝气	二沉池	Linpor
浊度/NTU	46.02	41.93	53.00	46.13	28.20	22.00	8.32	41.30
COD <sub>Cr</sub> /(mg·L <sup>-1</sup> )	493.01	453.09	522.95	536.92	407.18	53.89	89.82	51.90

浊度的大小间接体现了水体中悬浮物的含量高低。浮选工艺主要目的是去除水体中的胶体物质及悬浮固体,使水质澄清。由表 2 可看出,①经过浮选处理后出水浊度不仅没有降低,反而有升高趋势;②生化单元出水浊度明显降低,多数悬浮固体进入活性污泥中,进一步降低污泥的生物活性。并且,由表 2 可以看出污水经过均质-隔油-中和处理后,出水 COD 稍有降低,再经过两级浮选单元处理后, COD 出现了不降反升的异常情况。

通过上述分析可知,含盐系列污水处理中物化段应有功能未得到充分发挥,悬浮物、COD 等指标没有显著降低,不能为后续的生化处理单元稳定水质和降低污染负荷,严重影响生化段处理效果。

## 2 含盐系列物化处理单元优化试验研究

根据污水处理场含盐系列处理单元分析及运行效率评价,含盐污水处理单元最薄弱环节在物化段。物化预处理严重影响着后续生化段的处理效果。有鉴于此,对物化处理单元进行优化研究。

### 2.1 气浮处理单元局部优化试验研究

目前,污水处理场两级浮选中用到的絮凝剂为无机絮凝剂聚合氯化铝和有机合成高分子絮凝剂聚丙烯酰胺。试验主要针对污水处理场涡凹气浮投加药剂的种类以及投加量进行优化,以此达到改善气浮处理效果、提高气浮运行效率、减少运行成本的目的,为生化处理设施稳定运行打好基础。

#### 2.1.1 试验材料

现场水样为含盐污水处理一级气浮进水。初步

检测显示,水样油含量均低于 20 mg/L,试验结果不重复考察油含量。

为便于对比分析,选取气浮单元现场应用药剂聚丙烯酰胺(有机,标号为 0<sup>#</sup>)与聚合氯化铝。同时,自备有机药剂 9 种,标号分别为有机 1<sup>#</sup>~9<sup>#</sup>。

#### 2.1.2 试验方法

本试验中 COD<sub>Cr</sub>的测定采用重铬酸钾法;浊度采用浊度计法来测定。

#### 2.1.3 试验结果

##### (1) 有机絮凝剂筛选试验研究

目前,气浮单元有机药剂聚丙烯酰胺投加量为 2 mg/L,聚合氯化铝投加量为 60 mg/L。有机絮凝剂筛选第一组试验中有机药剂 0<sup>#</sup>~9<sup>#</sup>投加量均为 2 mg/L,聚合氯化铝投加量为 60 mg/L。同时,利用表观特征选取较为清亮的处理后水样进行 COD<sub>Cr</sub>和浊度的检测。

检测结果如表 3 所示。当聚合氯化铝投加量为 60 mg/L 时,3<sup>#</sup>药剂对 COD<sub>Cr</sub>去除率最大,COD<sub>Cr</sub>由原水的 487.96 mg/L 降低到 180.20 mg/L,去除率为 63.07%。与编号 0 水样(污水处理场气浮模拟)相比,COD<sub>Cr</sub>含量降低了 41.7%。同时,从表 2 中可以看出,4<sup>#</sup>药剂浊度去除率最高,浊度由原水的 71.00 NTU 降低到 29.76 NTU,去除率为 58.08%。与编号 0 水样相比,浊度降低了 28%。从以上的分析可以得到,3<sup>#</sup>与 4<sup>#</sup>有机絮凝剂对该石化公司含盐污水的絮凝效果较佳。

表 3 含盐隔油出水絮凝第一组试验数据

编号	有机药剂 投加量/ (mg·L <sup>-1</sup> )	聚合氯化铝 投加量/ (mg·L <sup>-1</sup> )	表观特征	COD <sub>Cr</sub> / (mg·L <sup>-1</sup> )	浊度/ NTU
	无	无	较浑浊,不清亮	487.96	71.00
0	2	60	不浑浊,较清亮	309.12	41.31
1	2	60	不浑浊,较清亮	324.36	29.86
2	2	60	不浑浊,较清亮	226.84	40.35
3	2	60	不浑浊,较清亮	180.20	45.87
4	2	60	不浑浊,较清亮	286.84	29.76
5	2	60	较浑浊,不清亮	—	—
6	2	60	较浑浊,不清亮	—	—
7	2	60	不浑浊,较清亮	392.20	48.08
8	2	60	较浑浊,不清亮	—	—
9	2	60	较浑浊,不清亮	—	—

##### (2) 无机絮凝剂筛选试验研究

通过有机絮凝剂筛选试验,虽然絮凝后水样的 COD<sub>Cr</sub>和浊度都有所降低,但表观特征仍不是很清亮,COD<sub>Cr</sub>和浊度仍然有进一步降低的空间。在有

机药剂投加量确定的情况下,对聚合氯化铝的投加量进行试验研究。试验发现,在聚合氯化铝投加量分别为40、60、80、100 mg/L时,80 mg/L的投加量最佳。保持各种有机药剂投加量为2 mg/L,将聚合氯化铝投加量提高到80 mg/L进行第二组试验,以此确定较佳的有机药剂和无机药剂配比关系。第二组试验数据如表4所示。

表4 含盐隔油出水絮凝第二组试验数据

编号	有机药剂 投加量/ (mg·L <sup>-1</sup> )	聚合氯化铝 投加量/ (mg·L <sup>-1</sup> )	表观特征	COD <sub>Cr</sub> / (mg·L <sup>-1</sup> )	浊度/ NTU
	无	无	较浑浊,不清亮	487.96	71.00
0	2	80	不浑浊,较清亮	279.87	28.17
1	2	80	不浑浊,较清亮	319.04	26.69
2	2	80	不浑浊,较清亮	315.88	24.73
3	2	80	不浑浊,较清亮	273.48	31.03
4	2	80	不浑浊,较清亮	258.32	24.78
5	2	80	较浑浊,不清亮	—	—
6	2	80	较浑浊,不清亮	—	—
7	2	80	不浑浊,较清亮	377.36	29.39
8	2	80	较浑浊,不清亮	—	—
9	2	80	较浑浊,不清亮	—	—

由表4中可以看出,与第一组有机药剂筛选试验相比,第二组试验中无论COD<sub>Cr</sub>还是浊度均降低得很小,有些反而升高,初步判断聚合氯化铝的絮凝效果不理想。将聚合氯化铝换成中国石油大学(北京环境中心)自备无机絮凝剂,编号为无机2<sup>#</sup>。第三组试验选取有机絮凝剂筛选试验中效果较佳的4<sup>#</sup>有机药剂,投加量为2 mg/L,无机药剂采用无机2<sup>#</sup>,投加量分别为50、100、150、200、250 mg/L,以此确定较优的药剂配比关系。

对全部絮凝后的水样进行COD<sub>Cr</sub>和浊度的检测,如表5所示,当无机2<sup>#</sup>药剂的投加量为150 mg/L时,COD<sub>Cr</sub>的去除率最大,从原水的487.96 mg/L降低到183.60 mg/L,去除率为62.37%;浊度从原水的71.00 NTU降低到20.48 NTU,去除率为71.15%。当无机2<sup>#</sup>药剂投加量为200 mg/L时,水样浊度去除效果最优,但COD<sub>Cr</sub>的去除效果一般。

表5 含盐隔油出水絮凝第三组试验数据

有机4 <sup>#</sup> 药剂/ (mg·L <sup>-1</sup> )	无机2 <sup>#</sup> 药剂/ (mg·L <sup>-1</sup> )	表观特征	COD <sub>Cr</sub> / (mg·L <sup>-1</sup> )	浊度/ NTU
2	50	较浑浊,不清亮	216.00	48.40
2	100	清亮	211.68	23.86
2	150	清亮	183.60	20.48
2	200	清亮	237.60	19.10
2	250	清亮	183.60	24.36

由此,有机4<sup>#</sup>药剂最佳投加量为2 mg/L,无机2<sup>#</sup>药剂最佳投加量为150 mg/L。

## 2.2 局部优化试验结论

对比试验证明,较优的含盐系列污水处理系统气浮的絮凝剂为自备有机4<sup>#</sup>药剂与无机2<sup>#</sup>药剂,投加量分别为2、150 mg/L。与污水处理场气浮单元采用的药剂处理污水相比,采用此方案COD<sub>Cr</sub>的去除率可提高25.72%,浊度的去除率可提高29.33%,见表6。同时,该方案药剂投加量也相应减少,且一次气浮效果优于污水处理场二级气浮,大幅提高了处理效率。

表6 含盐污水气浮药剂优化效果

项目	去除率	
	COD <sub>Cr</sub>	浊度
现场药剂	36.65	41.82
改进药剂	62.37	71.15

如表6所示,含盐系列污水处理单元中气浮单元的优化使得气浮出水中COD、浊度去除率大幅提高,提高了气浮单元的处理效率,为后续生物处理单元稳定运行提供保证。

## 3 结语

含盐污水物化预处理问题诊断、分析及优化研究是保证生化处理稳定运行的必要前提。通过对某石化企业含盐污水处理单元调研、分析及评价结果表明,含盐系列污水处理工艺中物化段发挥作用不明显,不能为后续的生化处理单元稳定水质和降低污染负荷,进一步影响了生化处理稳定运行,在此基础上,进行了含盐污水处理单元优化试验研究,对二级气浮单元絮凝药剂进行优化。对含盐污水物化预处理的问题诊断、分析及优化研究,为该石化企业含盐污水处理系统稳定运行提供保证,对于国内石化企业含盐污水处理工作具有一定的借鉴意义。

## 参考文献

- [1] 李敬美,金若菲,周集体,等. 活性污泥与生物膜复合工艺处理石化废水的研究[J]. 环境工程学报,2011,5(3):523-527.
- [2] 曹雨平,刘亚凯,吴妍. 三元微电解——Fenton试剂氧化法深度处理石化废水[J]. 化工环保,2011,31(6):519-522.
- [3] 张超,李本高. 石油化工污水处理技术的现状与发展趋势[J]. 工业用水与废水,2011,42(4):6-11.
- [4] 王球,钱坤,潘伟,等. 采用粉末活性炭生化技术处理含盐污水[J]. 石化技术与应用,2013,31(6):519-521.
- [5] 薛建良,赵东风,李石,等. 炼化企业含盐废水处理的研究进展[J]. 工业水处理,2011,31(7):22-26. ■