

电脱盐含油废水除油工艺应用研究

石岱 云东来 刘清洲

(中国石油吉林石化公司)

摘要 原油电脱盐含油废水由于乳化带油严重,破乳分离困难,处理难度大。文章对目前工业化应用技术成熟的旋流油水分离、化学破乳及电化学3种电脱盐含油废水除油工艺,在工艺流程、工业应用现状、应用效果等几方面进行了对比研究。结果表明,电化学除油工艺具有除油率高、效果稳定、费用低、设备简单、抗冲击力强、占地面积小等优势,除油率和COD去除率大于90%,对悬浮物、胶体、重金属等也有一定的去除效果,具有较好的应用前景。

关键词 电脱盐废水;油水分离;破乳除油;电化学除油

DOI:10.3969/j.issn.1005-3158.2021.01.010

文章编号:1005-3158(2021)01-0047-04

Application Study of Oil Removal Process for Oily Wastewater from Electric Desalting

Shi Dai Yun Donglai Liu Qingzhou

(PetroChina Jilin Petrochemical Company)

ABSTRACT The oily wastewater from electric desalting of crude oil is seriously emulsified with oil, and it is difficult to break the emulsion and separate the oil. In this paper, a comparative study was conducted on the three technologies of oil removal from oil-bearing wastewater, which were cyclone oil-water separation, chemical demulsification and electrochemistry, in terms of process flow, industrial application status and application effect. The results shown that the electrochemical oil removal process had the advantages of high oil removal rate, stable effect, low cost, simple equipment, strong impact resistance and small footprint. The oil removal rate and COD removal rate were more than 90%, and it also had a certain removal effect on suspended solids, colloid, heavy metals, etc.. As a conclusion and prospect, the electrochemical oil removal process could be a suitable and feasible method for the treatment of oily wastewater.

KEY WORDS electric desalting wastewater; oil water separation; demulsification and oil removal

0 引言

近年来,原油劣质化、重质化趋势越来越明显,重稠油、高含盐油及高金属油等不断增加,多种油田采油助剂的加入使电脱盐脱水脱盐愈加困难^[1]。在电脱盐过程中,原油在电脱盐罐体内容易发生乳化,在油水界面处生成稳定的难以破除乳化界面层,主要有油包水和水包油乳化颗粒、絮状物、泥砂等机械杂质;絮状物包含水、沥青质、胶质、蜡、无机盐及金属氧化物;电脱盐罐油水分离不彻底造成电脱盐排水含油量高、波动大、胶质、沥青质含量高、乳化严重、油水密度差小等环保问题^[2],破乳分离难度大,影响污水处理达标排放。随着环保要求越来越严格,炼油企业解决电脱盐废水带油问题已迫在眉睫。

1 旋流油水分离工艺的工业应用

旋流油水分离工艺是利用油水的密度差、液流高速旋转产生不同的离心力将油水分离。在离心力场作用下,密度较大的水相靠近器壁不断向下游旋转,由下游的出水口排出,而密度较小的油相则被推向中心低压部位,并由旋流器上游的出油口排出。旋流油水分离器有较高的离心倍数,过流液体在旋流器内停留时间很短,一般约几秒钟,要求进水流速必须达到一定的数值,导致能耗较大。

2006年5月,中国石油化工股份有限公司长岭分公司与中国石油大学(华东)合作,在一套联合电脱盐装置上工业应用三级电脱盐含油废水旋流油水分离工艺。工艺流程见图1。

石岱,2010年毕业于东北石油大学化学专业,现在中国石油吉林石化公司从事环保管理工作。通信地址:吉林省吉林市龙潭区榆树沟1号,132022。E-mail:jh_sd@petrochina.com.cn。

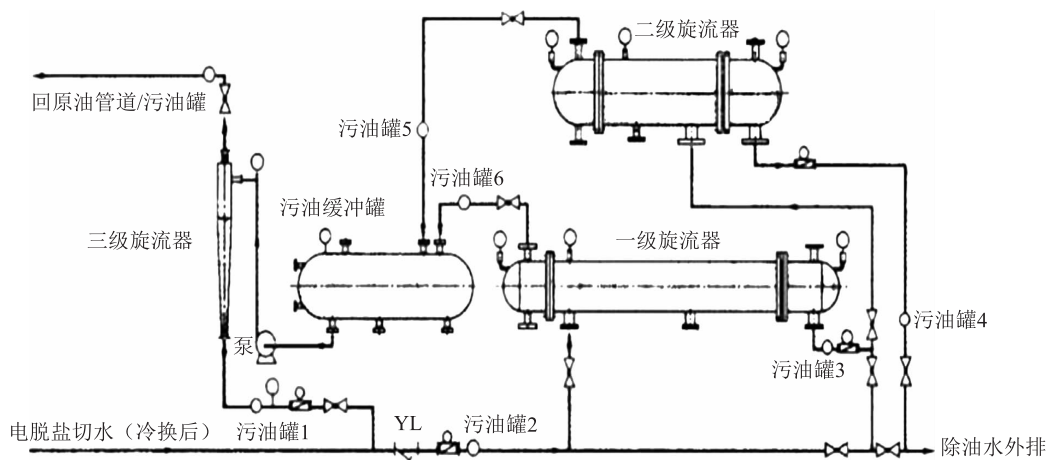


图1 三级旋流油水分离工艺流程

首先,电脱盐含油废水进入一级旋流器进行旋流分离,处理后的净化废水再进入二级旋流器再次旋流分离,处理后的净化废水直接排入含油污水井;一级和二级旋流器溢流污油并联进入污油缓冲罐(一级和二级旋流器可串联、可并联);由于污油缓冲罐内的污油含水量大,将溢流污油经泵提压后,进入三级旋流器进行浓缩脱水,油相进入污油罐回炼,废水返回一级旋流器入口,循环脱油^[3]。实际投用后4次工业应用效果评价数据见表1。

表1 三级旋流油水分离工艺应用数据

项目	I	II	III	IV
温度/℃	132	131	132	132
入口压力/MPa	0.6	0.6	0.6	0.55
底流口压力/MPa	0.4	0.4	0.4	0.4
溢流口压力/MPa	0.2	0.2	0.2	0.2
入口流量/(t·h ⁻¹)	13	10	14	16
入口油浓度/(mg·L ⁻¹)	4 253	20 089	115 234	807
出口油浓度/(mg·L ⁻¹)	130	856	1 547	80
除油率/%	96.9	95.7	98.7	90.1

注: I、II、III、IV表示实际投用后不同批次的工艺工业应用效果评价。

表1可以看出,旋流油水分离处理工艺的除油率达90%以上,具有较好的除油效果。工业应用中,旋流油水分离设施不影响电脱盐装置的安全生产,具有设备体积小,操作、维护简单的优点,但其工艺工作原理是物理和机械式的除油,只能去除油滴尺寸较大的浮油和分散油,对于油滴尺寸小的乳化油和溶解油几乎无法去除,没有破乳效果,且能耗高、抗冲击力差。该工艺常应用在占地面积受限的水处理工程上。

2 化学破乳除油工艺的工业应用

化学破乳除油工艺的工业应用主要是破乳剂的使用。破乳剂是一种表面活性物质,它能使乳化状的液体结构破坏,以达到乳化液中各相分离的目的^[4]。破乳剂加入后朝油水界面扩散,由于破乳剂的界面活性高于乳状液中成膜物质的界面活性,能在油水界面上吸附或部分置换界面上天然乳化剂,并且与污水中的成膜物质形成比原来界面膜强度更低的混合膜,直接导致界面膜破坏,将膜内包复的油滴释放出来,油滴互相聚结形成大油滴上浮到顶部,油水两相发生分离,以达到破乳的目的^[5]。

中国石油兰州石化公司550万t/a常减压电脱盐装置上加入4种破乳剂,分别为中国石化洛阳石化公司SH992破乳剂,大洋石化有限公司DY220破乳剂,中国石化南京石化公司HS9906破乳剂、纳尔科环保公司EC2472A破乳剂。通过工业试验,综合考察了几种破乳剂的脱水率、脱水速率、油—水界面状态、脱出水含油量、破乳剂最佳用量、低温脱水性能等评定指标因素,试验结果表明,纳尔科环保公司的型号EC2472A破乳剂破乳效果较佳^[6]。

2012年5月中国石油兰州石化公司在550万t/a常减压电脱盐装置加入V(破乳剂)/V(原油)为25×10⁻⁶的EC2472A型号破乳剂,工艺流程见图2,实际投用后3次工业应用效果评价数据见表2。

表2可以看出,化学破乳除油工艺具有较好的除油效果,电脱盐废水含油浓度<60 mg/L,COD浓度<800 mg/L,达到排放要求兰州石化公司常减压电脱盐装置内控污水排放要求和兰州石化公司污水处理装置进水水质要求。工业应用中,破乳剂破乳除油工艺成熟,但设备占地面积大,破乳剂价格昂贵、用

量大,沉淀的污泥处理难,易造成二次污染。

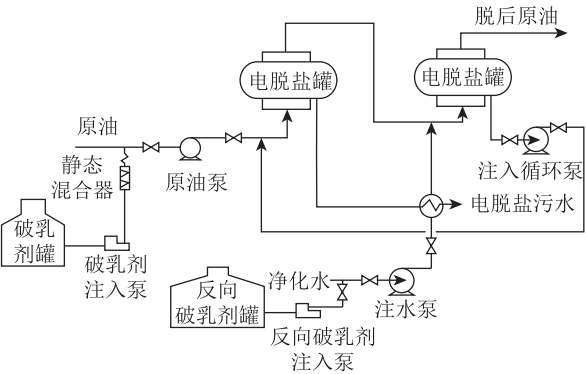


图 2 化学破乳除油工艺流程

表 2 化学破乳除油工艺应用数据

项目	I	II	III
原油密度/($\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$)	850~860	850~860	850~860
原油加工量/($\text{t} \cdot \text{h}^{-1}$)	750	750	750
电脱盐操作温度/ $^{\circ}\text{C}$	120~150	120~150	120~150
注水量/%	6~8	6~8	6~8
脱前原油中盐浓度/($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	52.3	65.4	53.9
脱后原油中盐浓度/($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	2	2	2
脱后污水油浓度/($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	53	54	53
脱后污水 COD 浓度/($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	597	578	542

注: I、II、III 表示实际投用后的不同批次的工艺工业应用效果评价。

3 电化学除油工艺的工业应用

电化学除油工艺是利用电场力对乳液颗粒的吸引或排斥作用,使微细油粒在运动中互相碰撞,从而破坏其水化膜及双电层结构,使微细油粒聚结成较大的油粒浮升于水面,达到油水分层目的^[7]。主要包括电化学反相破乳法、电活性絮凝法、电气浮氧化法和高效沉淀法。

2018 年 10 月,中国石油吉林石化公司在 380 万 t/a 和 600 万 t/a 的常减压电脱盐装置上应用电化学除油工艺。电脱盐装置排放的废水有两部分,一是装置正常运行时排放的含油污水,二是反冲洗时排放的含油污水,相较于正常排水,反冲洗排水的组成更加复杂^[8-9]。电化学除油工艺流程见图 3。首先电脱盐含油废水进入缓冲水箱,经提升泵送至电化学除油设备。电化学除油设备包括电化学反应池、电化学气浮池和油水分离池。电化学除油设备部分出水经过溶气泵进入电化学气浮池,协同电化学破乳和电化学气

浮,可以提高除油率,处理后废水进入污水处理场。实际投用后 3 次工业应用效果评价数据见表 3。

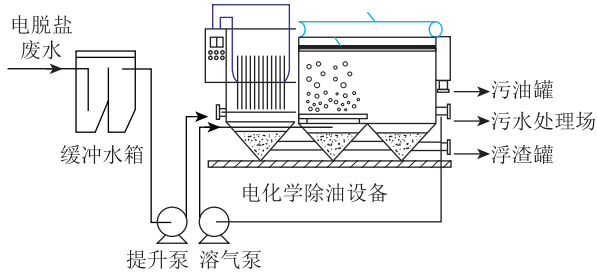


图 3 电化学除油工艺流程

表 3 电化学除油工艺应用数据

项目	I	II	III
溶气罐压力/MPa	0.46	0.46	0.44
电极电流/A	300	300	300
入口流量/($\text{t} \cdot \text{h}^{-1}$)	50	50	50
入口油浓度/($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	1 239	1 243	1 291
出口油浓度/($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	67.4	47.7	73
入口 COD 浓度/($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	11 896	10 888	12 424
出口 COD 浓度/($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	436	508	809
除油率/%	94.56	96.16	94.35
COD 去除率/%	96.34	95.34	93.49

注: I、II、III 表示实际投用后的不同批次的工艺工业应用效果评价。

表 3 可以看出,电化学处理工艺除油和除 COD 效果较好,除油率和 COD 去除率都大于 90%。工业应用中,电化学除油工艺效果稳定、费用低、设备简单、抗冲击力强、占地面积小,同时对悬浮物、胶体、重金属等具有一定的去除效果,电化学处理后废水可生化性也有所提高,对后续的生化处理具有很好的促进作用。

4 除油工艺的工业应用对比

通过对比研究旋流油水分离、化学破乳除油和电化学除油工艺的工业应用效果(见表 4),结果表明,旋流油水分离工艺处理油滴尺寸较大的浮油和分散油技术优势明显,无法去除油滴尺寸小的乳化油;化学破乳除油工艺在传统电脱盐含油废水处理中广泛应用于工业,但破乳剂价格昂贵,运行成本高;电化学除油工艺处理含油废水具有较好的去除油、COD 效果,且运行成本低、设备简单、抗冲击力强、占地面积小,同时对悬浮物、胶体、重金属等具有一定的去除效果,具有较好的应用前景。

表4 电脱盐含油废水除油工艺的工业应用对比

项目	电化学除油工艺	化学破乳除油工艺	旋流油水分离工艺
除油原理	电化学反相破乳、电活性絮凝、电气浮氧化、高效沉淀	破乳剂破乳	利用油水的密度差、离心力场将油水分离
除油效率	高	高	较高
适用范围	浮油、分散油、乳化油、溶解油	浮油、分散油、乳化油	浮油、分散油、非乳化油
去除粒径/ μm	>0.1	>0.1	>10
占地面积	一体化集成装置,占地面积小	多级分离、气浮、过滤,配套设备多,占地面积大	体积小、重量轻、模块化结构,占地面积小
技术优势	在线破乳、絮凝、氧化、微气浮高效、可控	应用广泛	物理分离,不引入其他离子
运行成本/(元 $\cdot\text{t}^{-1}$)	低,0.1~0.2	高,2~5	较高,0.2~0.4
吨水主装置投资/万元	6.9	5.0	4.6
抗冲击性	强,对水质和水量抗冲击性强,出水水质稳定	较强,需要实时调节加药量,劳动强度大	弱,需要操作人员时时关注水质和水量

5 结 论

原油电脱盐含油废水乳化带油严重、破乳分离困难,处理难度大。通过对比研究了工业应用技术成熟的原油电脱盐含油废水处理工艺,即旋流油水分离、化学破乳除油和电化学除油工艺的工业应用效果,结果表明,电化学除油工艺处理含油废水具有较好技术和经济效益优势,具有较好的应用前景。

参 考 文 献

- [1] 滕宗礼.原油电脱盐污水的处置方法[J].炼油技术与工程,2009,11(39):51-53.
- [2] 程斌,周觅,莫建松.混凝-Fenton法预处理模拟电脱盐废水[J].环境工程,2010,28(6):31-35.
- [3] 李长江,王振波.旋流分离技术在原油电脱盐装置污水处理中的应用[J].炼油技术与工程,2008,38(2):43-45.

- [4] 魏明军.炼油厂电脱盐装置用破乳剂的研制[J].河南石油,2005,19(5):80-81.
- [5] 张华,吴百春.电脱盐装置稳定运行及污染治理问题的研究[J].油气田环境保护,2019,29(1):14-18.
- [6] 王福善,苏冠男,张宏生,等.EC2472A破乳剂在降低常减压装置电脱盐污水油含量中的工业应用[J].石化技术与应用,2015,33(1):67-69.
- [7] 冯俊生,许锡炜,汪一丰.电絮凝技术在废水处理中的应用[J].环境科学与技术,2008,31(8):87-89.
- [8] 秦冰,桑军强,李本高,等.高浓度电脱盐废水处理技术研究[J].石油炼制与化工,2008,39(3):58-62.
- [9] 张风华,张永生,姜世松,等.原油电脱盐技术研究进展[J].化工科技,2013,21(1):71-74.

(收稿日期 2020-07-24)

(编辑 刘晓辉)

欢迎投稿

欢迎订阅

欢迎刊登广告