

# 凝析油电脱盐装置技术改造

刘元直, 吉红军, 常晓鹏, 杨 泉, 高先斌, 侍干庆, 魏宏繁, 张文斌  
(中国石化中原油田天然气处理厂, 河南 濮阳 457162)

**摘要:**分析了油田气井凝析油电脱盐装置存在的问题, 研究开发了新型破乳剂 ER1xxxx, 对原工艺进行了技术改造, 运用了如下新技术: SHE-2 型鼠笼式高效电脱盐技术, SY 型无级调节静态混合器技术, 智能型高压电引入装置, 抗弧型高压电绝缘吊挂技术, 自旋型排污反冲洗技术等。装置经改造后满足了凝析油脱盐的技术要求, 达到了脱盐、脱水效果。

**关键词:**凝析油; 电脱盐; 破乳剂; 含盐量

中图分类号: TQ034; TQ053.2

文献标识码: A

文章编号: 0253-4320(2006)07-0052-03

## Technological modification of electric desalting units of natural gas oil

LIU Yuan-zhi, JI Hong-jun, CHANG Xiao-peng, YANG Quan, GAO Xian-bin, SHI Gan-qing,  
WEI Hong-fan, ZHANG Wen-bin

(Natural Gas Processing Plant, Zhongyuan Oil Field, SINOPEC, Puyang 457162, China)

**Abstract:** Based on the problems with the electric desalting units of natural gas oil in the oil field, a new demulsifying agent ER1xxxx is developed, the original technology is modified new technologies are applied, such as: SHE-2 squirrel cage high-performance electric desalting technology, SY stepless adjustment static mixture technology, intelligent high-voltage electronic joint equipment, arc resistance high-voltage electronic insulation suspension, spinning draining back-flushing system and so on. The modified units reached the technologic requirement of electric desalting of natural gas oil, and achieved the satisfied operational effect of desalting and dehydration.

**Key words:** natural gas oil; electric desalting; demulsifying agent; salt content

中国石化中原油田天然气处理厂是专门从事天然气深加工和轻烃精细化工产品生产的大型现代化石化企业, 其下属的溶剂厂拥有 1 套 1.5 万 t/a 的凝析油处理装置, 用于生产乙烯原料、200<sup>#</sup> 溶剂油、260<sup>#</sup> 溶剂油及轻柴油等产品。1998 年 3 月该装置建成投产以来, 已多次出现工艺管线及换热器内管束的腐蚀穿孔现象, 设备腐蚀严重, 主要是由于当时国内没有凝析油加工先例, 该装置的电脱盐工艺在设计时按原油加工条件考虑, 造成生产操作条件不适合凝析油处理, 出现油水乳化、原料油气化、脱盐后含盐量超标等一系列问题, 电脱盐装置无法正常运行, 装置仅作为沉降罐使用, 不能满足凝析油处理装置防腐工艺的要求。为此, 中国石化中原油田天然气处理厂于 2005 年进行了电脱盐工艺在凝析油处理装置上的应用研究, 开发了适用于凝析油电脱盐的破乳剂及其配套工艺, 并据此对该装置实施了改造。

## 1 新型凝析油破乳剂的开发应用

凝析油的组成成分相对于原油来说较轻, 而目

前国内的破乳剂多数是基于原油开发的, 品种较少, 适应性差, 不能满足不同性质油品的破乳要求。前期运行结果表明, 凝析油电脱盐时油水分层后有较厚的乳化层, 而且水质非常浑浊, 因此解决凝析油电脱盐的关键问题之一是应用合适的破乳剂。

通过市场调研, 选择了 6 种和凝析油物料组成比较接近, 并且现场使用效果比较好的破乳剂进行了实验室评价, 结果显示所选的 6 种破乳剂破乳效果均不理想, 出水水质混浊, 乳化层厚。因此有必要开发出适合凝析油物性的新型破乳剂<sup>[1]</sup>, 以解决凝析油破乳存在的问题。

破乳剂的性能与破乳剂的分子质量密切相关, 在一定范围内破乳剂的分子质量越大则其性能越好、用量越少, 因此国内外研究者都在积极寻求提高破乳剂分子质量以提高破乳性能的方法<sup>[2-3]</sup>。鉴于此, 中国石化中原油田天然气处理厂和国内相关院所合作进行了试验研究, 通过工艺条件的优化来提高破乳剂的分子质量, 然后在一定的聚合条件下用引发剂引发不饱和酸聚合, 控制其达到一定的聚合度后再利用环氧丙烷、环氧乙烷聚合物的端羟基和

聚不饱和酸的羧基进行部分酯化反应,从而得到体形结构的聚合物。这种聚合物同时具有破乳和絮凝的双重功能,可以解决破乳剂在使用过程中存在的乳化层厚以及水质浑浊,现有破乳剂不能使凝析油很好破乳的问题。表1列出了新型破乳剂ERIxxxx同前述6种破乳剂的对比试验结果。

表1 新型破乳剂和6种常规破乳剂对凝析油的破乳效果

破乳剂	出水量/mL		出水水质
	5 min	10 min	
GT940	8.0	11.0	浑浊,有厚乳化层
2040	9.0	11.0	浑浊,有厚乳化层
FC961	8.0	11.5	浑浊,有厚乳化层
AE1910	8.0	11.5	浑浊,有厚乳化层
ER11136	9.0	11.0	浑浊,有厚乳化层
ER1127	9.0	11.0	浑浊,有厚乳化层
ERIxxxx	11.5	—	水质清,无乳化层

注:试验条件为50 mL凝析油,含水质量分数3.0%,加10 mL水,破乳剂质量分数 $5.0 \times 10^{-5}$ ,温度50℃。

由表1中数据可以看出,改性后的新型破乳剂ERIxxxx不仅使破乳后出水速度有所加快,而且水质清、无乳化层,达到了破乳剂结构设计所要求的性能,对于凝析油油样,破乳剂ERIxxxx的破乳性能明

(上接第51页)

采用导热胶泥对伴热系统进行优化一段时期后运行的结果表明结壁现象得到了减缓。在环境温度降低的情况下,结壁清洗周期仍可延长至10天,结壁速率降低约20%。结壁问题未完全解决的原因在于闪蒸特性、盘管间距过大以及环境温度的变化。考虑到现行盘管间距过大(伴管外径的20倍以上),故为了进一步抑制物料结壁,除采取搅拌外,在原有盘管基础上再增设一组平行盘管是可行的。

### 3 结语

(1)采用普通光滑外伴管进行伴热、消除物料结壁效果不佳,主要原因在于伴热介质与被伴热介质之间的传热热阻过高,降低热阻是提高外伴管体系伴热能力的关键;

(2)利用自行建立的实验装置首次进行了伴热传热对比实验,结果表明设备外盘管伴热体系采用导热胶泥后传热系数可提高7倍以上,伴热能力极大增强;

(3)伴热系统优化后,使用较低品味的热源就可达到相同伴热效果,节能效果明显;

显优于其他破乳剂,可以满足凝析油脱盐工艺的要求。

## 2 电脱盐工艺条件优选

在确定合适的破乳剂之后,需要对电脱盐工艺条件进行优选,并在此基础上对装置实施改造。电脱盐工艺条件优选试验是一种多因素、多级级试验,包括破乳剂注入量、反应温度、压力、电场强度、破乳剂的停留时间等参数,试验时不仅要了解某一因素的特殊作用,又要考虑其他因素的影响,尤其要考虑到凝析油易气化,电脱盐温度不能太高、压力不能太低,否则脱盐过程中容易造成油水乳化。表2所示给出了经凝析油电脱盐试验后得出的最佳工艺条件。

表2 凝析油电脱盐最佳工艺条件

破乳剂注入量/ $\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$	温度/℃	压力/MPa	电场强度/ $\text{V} \cdot \text{cm}^{-1}$	停留时间/ min
30	80	1.0 ~ 1.1	800	30

注:破乳剂注入量指每克水所需加入破乳剂的量。

## 3 装置改造方案及应用的新技术

### 3.1 工艺流程的改造

凝析油由原料泵加压至1.0~1.1 MPa,与换热

(4)伴热系统优化后,伴热传热“瓶颈”转移到伴热介质和被伴热介质与壁面之间的对流换热,提高伴热介质流量可以较明显地提高传热系数和伴热性能;

(5)首次将导热胶泥应用于优化PTA装置母液闪蒸罐及附属管道的伴热,结果表明壁面温度及其均匀性都有明显提高,物料结壁减缓。基于导热胶泥优化伴热的物料结壁缓解技术可值得推广应用。

### 参考文献

- [1] 张德善,王怀义,刘绍叶.石油化工装置工艺管道安装设计手册[M].北京:中国石化出版社,2000.
- [2] Johnson B C, Maurin J L. Electric heat tracing[J]. IEEE Industry Application Magazine, 2002(11): 9-11.
- [3] Pitzer R K, Barth R E, Bonorden C. Steam tracing: new technologies for the 21st century[J]. Energy Engineering: Journal of the Association of Energy Engineers, 2000, 97(2): 21-42.
- [4] Radle J. Steam tracing keeps fluids flowing[J]. Chemical engineering, 1997, 104(2): 94-97.
- [5] 戚学贵,谭晓勇,徐宏.外伴管伴热系统传热特性及优化的数值研究[J]. 炼油技术与工程, 2006, 36(3): 43-47.
- [6] 谭晓勇.外伴管伴热强化技术研究及应用[D].上海:华东理工大学, 2006. ■

器 E-101 热介质进行换热,升温至 80℃左右,与外界注入的软化水和破乳剂经混合器混合后进入电脱盐罐 V-101 进行脱盐,脱盐后的凝析油再经 E-102 换热后进入分馏塔 C-101。改造后工艺流程示意图如图 1 所示。

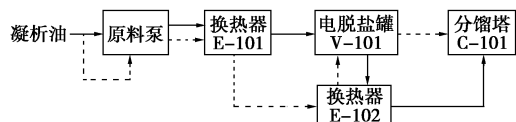


图 1 改造后工艺流程示意图

图 1 中虚线所示为原工艺流程,考虑到凝析油电脱盐温度应较低,因此将原流程中的原料油经换热器 E-101、E-102 两级换热后进入电脱盐罐改为经换热器 E-101 一级换热后进入电脱盐罐,以将脱盐温度控制在 80℃以下。

### 3.2 主要技术指标

脱盐前原料盐含量  $\geq 110$  mg/L;脱盐后原料盐含量  $\leq 5$  mg/L;脱盐后物料含水量为痕迹。

### 3.3 新技术的应用

#### (1) SHE-2 型鼠笼式高效电脱盐技术

该设备主要特点是在电脱盐罐内部采用了分段、多层偏心鼠笼式组合电极,电极组合件由 2~3 层横断面呈圆环形的电极(如图 2 所示,图中为单层电极)组成,相邻 2 层电极之间形成环形空间,可以形成多层环形电场,能最大限度地占据罐内的空间,可消除电场死角,使罐内电场利用率提高。电极组合件中相邻 2 层电极之间的间距从顶部到底部逐渐由小增大,所形成环形电场的电场强度由顶部到底部逐渐减弱,在横截面上电场强度的分布为“上强下弱”,在罐体内油料含水量较小的上部区域电场强度大,油料含水量较大的下部区域电场强度较小,由于电场强度分布合理,使电脱盐罐的处理量和分离效率提高了 50%~80%。

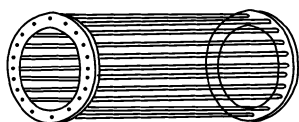


图 2 圆环形单层电极示意图

#### (2) SY 型无级调节静态混合器技术

与传统静态混合器和混合球阀组合使用的方式相比,该技术提高了凝析油、破乳剂和水的混合效果,同时具有减少设备、简化流程、降低系统压降、方

便操作的优点。

#### (3) 智能型高压电引入装置

该装置节省了维修时间,能准确地判断罐内高压电绝缘吊挂及油水界面检测仪的运行情况,节约了变压器的油消耗。

#### (4) 抗弧型高压电绝缘吊挂技术

应用该技术后大幅度增强了抗拉强度,提高了吊挂的稳定性和使用寿命。

#### (5) 自旋型排污反冲洗技术

使用自旋型排污反冲洗技术能够使电脱盐后排水中的油质量分数控制在  $100 \times 10^{-4}$  以下,减轻了污水处理装置的负担及对环境的污染。

## 4 装置的运行效果和效益分析

### 4.1 运行效果

2005 年 12 月该装置完成了对现场改造,目前装置运行平稳,采用 RPA-100C 盐含量测定仪和 SYD260-1 型石油产品水分试验器进行分析测定,结果显示原料油通过一级电脱盐后,盐含量由脱盐前的 119.8 mg/L 降至小于 5 mg/L(脱盐后),平均含盐量为 2.3 mg/L,含水量为痕迹,可完全满足凝析油脱盐的技术要求,达到了预期目标,产生了显著的脱盐、脱水效果。

### 4.2 效益分析

经凝析油电脱盐技术改造后产生了很大的经济效益:①节约填料更换费用 3.0 万元/a;②节约换热器管束更换费用 15.0 万元/a;③每年可节约设备腐蚀维修费用 10.0 万元;④可节约因设备腐蚀造成的停机产生原料处理费用 15.4 万元/a;⑤凝析油电脱盐的处理费用为 7 575 元/a。每年共计节约费用约 44.16 万元。

电脱盐装置的正常运转可以避免由于设备腐蚀而引起的泄漏,甚至火灾、爆炸,对装置的安全生产运行和人员的生命安全具有十分重要的意义。

### 参考文献

- [1] 陈和平,徐家业.破乳剂发展的新方向[J].石油与天然气化工,2001,30(2):92-95.
- [2] 陈志明,李新松,邵利,等.功能性高效原油破乳剂研究[J].精细石油化工,2001(5):1-4.
- [3] 郭东红,丁颖,辛浩川,等.高效原油破乳剂 GE-189 的制备与应用研究[J].化学通报,2002,65(5):338-341. ■