

超滤技术在油田含油污水处理中的应用

宋纪委, 王士东, 吕惠

(胜利油田森诺胜利工程有限公司, 山东 东营 257000)

摘要: 针对低渗透油田采出水处理中常规精细过滤出水不能稳定满足回注水水质要求的问题,提出了在现有预处理技术的基础上,利用超滤替代精细过滤。结果表明,经过超滤装置处理后出水含油量平均为 0.13 mg/L,悬浮物含量平均为 0.67 mg/L,悬浮物固体直径中值平均为 0.85 μm ,出水水质较好,且跨膜压差未出现明显增长。经计算,装置的运行费用约为 0.3 元/ m^3 。可见,该工艺具有较强的适应性和明显的技术优势。

关键词: 低渗透油田; 采出水; 超滤; 回注; 膜污染

中图分类号: X703 **文献标识码:** C **文章编号:** 1000-4602(2017)01-0091-03

Application of Ultrafiltration Technology to Oily Wastewater Treatment in Oil Field

SONG Ji-wei, WANG Shi-dong, LYU Hui

(Shengli Oilfield Sino Shengli Engineering Co. Ltd., Dongying 257000, China)

Abstract: In order to deal with the problem that the effluent from conventional fine filtration cannot meet the reinjection water quality requirements steadily in the treatment of low permeability oilfield produced water, an ultrafiltration (UF) process based on the existing pretreatment technology was designed to replace the existing fine filtration process. The results indicated that the average oil content and suspended substance in the effluent treated by UF were 0.13 mg/L and 0.67 mg/L, respectively. The average value of suspended substance solid diameter was 0.85 μm and the effluent quality was good. Moreover, the transmembrane pressure did not increase significantly, and the operation cost of the equipment was about 0.3 yuan/ m^3 . It is concluded that this novel UF process has the strong adaptability and significant technology advantages.

Key words: low permeability oilfield; produced water; ultrafiltration; reinjection; membrane fouling

近年来,通常采用“重力沉降+混凝(气浮)+过滤”工艺作为低渗透油田污水的预处理技术,主要去除乳化油、悬浮物等污染物。同时采用烧结管、金属膜过滤器、微滤/超滤作为精细处理技术,主要去除微小颗粒悬浮物及胶体等^[1]。实际应用中精细过滤器出水一般只能将粒径中值处理到 2 μm 以下。烧结管由于孔隙尺寸及分布不均匀性,且易腐蚀,出水中悬浮物和粒径中值均不能稳定达标。超滤技术具有滤膜过滤孔径小、精度高等特点,出水水

质符合出水标准,但由于膜材料耐污堵能力差、膜污染严重、使用寿命短,致使在含油污水处理中一直得不到应用^[2]。

笔者利用改性超滤膜代替现有的精细过滤技术,并通过 300 m^3/d 的工程案例从产水水质、跨膜压差的变化及运行成本等方面考察了超滤技术的运行效果、膜污染情况及在油田内推广应用中所面临的问题与挑战,其研究结果对低渗透油田采出水的处理具有较强的指导和示范作用。

1 工艺设计及流程

胜利油田某采油厂注水站服务区块为低渗透油田,要求回注水中悬浮物含量 ≤ 1.0 mg/L、含油量 ≤ 5.0 mg/L、悬浮物固体直径中值 ≤ 1.0 μm ^[3],目前该站已建有1套金属膜精细水处理设备,但由于该设备出水水质不能长期稳定达标,注水井口回压增高,地层出现堵塞现象。

该站引进了1套超滤撬装装置,设计处理量为300 m³/d,由6支中空纤维膜组件(膜丝长度为1.9 m,膜丝内、外径分别为1.8、2.6 mm,单支膜组件装丝数量为3 300根、有效膜面积为51 m²)和配套辅助设施组成,系统采用恒定出水流量和错流过滤的方式实现连续全自动控制运行。

1.1 进水水质

超滤装置进水中悬浮物含量和含油量分别为0.64~7.43、0.61~0.99 mg/L,悬浮物固体直径中值为10.31~20.60 μm ,SRB、IB、TGB分别为60~250、25~130、25~600个/mL。可知,该注水站来水水质较好,相对而言水中SRB菌含量、悬浮物含量及悬浮物固体直径中值偏高且不稳定。从污水站运行情况分析,悬浮物固体直径中值及悬浮物含量较高的时期出现在污水站内过滤器反冲洗期间。

1.2 工艺流程

图1为运行工艺的流程图。

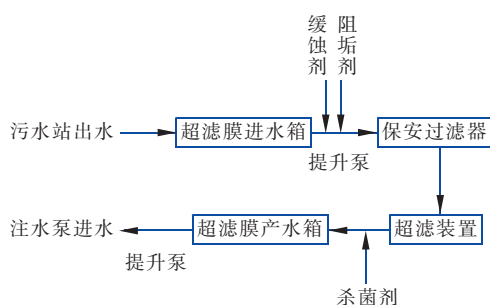


图1 工艺流程

Fig.1 Flow diagram of UF process

超滤装置设计通量为35 L/(m²·h),单支膜产水量为1.6 m³/h,在线反洗周期为30~60 min,过滤时间为30~60 min,气水双洗时间为25 s,排水时间为25 s,水洗时间为25 s,单支组件气水双洗空气流量为5.5 m³/h,单支组件气水双洗水洗流量为0.5 m³/h,单支组件水洗流量为5 m³/h,日常化学强化反洗周期为2~3次/d,使用的清洗药剂为盐酸、NaOH,通量恢复化学清洗周期为90 d或跨膜压差

超过0.2 MPa。

2 运行效果

该装置已连续运行6个月,实际处理量为270 m³/d,每周检测含油量及悬浮物含量,从超滤产水水质、跨膜压差变化和系统能耗等方面对其进行分析。

2.1 产水水质

在低渗油田回注水处理中,以含油量、悬浮物含量、悬浮物固体直径中值为主要考察指标,超滤装置进、出口含油量及悬浮物含量的变化分别见图2、3。

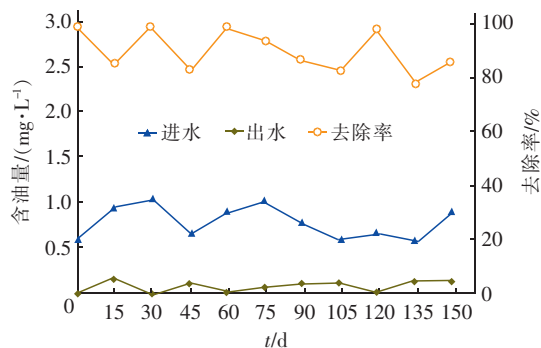


图2 超滤装置进、出口含油量变化

Fig.2 Variation of oil contents for ultrafiltration equipment import and export

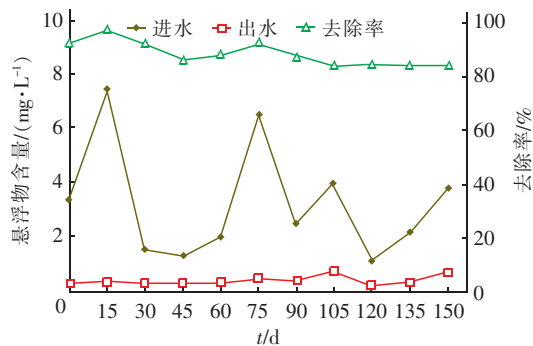


图3 超滤装置进、出口悬浮物含量变化

Fig.3 Variation of suspended solids contents for ultrafiltration equipment import and export

由图2、3可知,经过预处理,超滤工艺对采出水中的含油量及悬浮物含量的去除效果稳定,平均出水含油量、悬浮物含量分别为0.13、0.67 mg/L。经测试,悬浮物固体直径中值平均为0.85 μm 。出水能够达到低渗油田回注水水质标准,满足服务区块的油藏开发需求。

2.2 跨膜压差

跨膜压差是衡量膜污堵情况的参数,也是超滤工艺对油田采出水适应性的一种表现。该超滤装置

在不同运行周期下的实际产水流量、跨膜压差变化见图4。

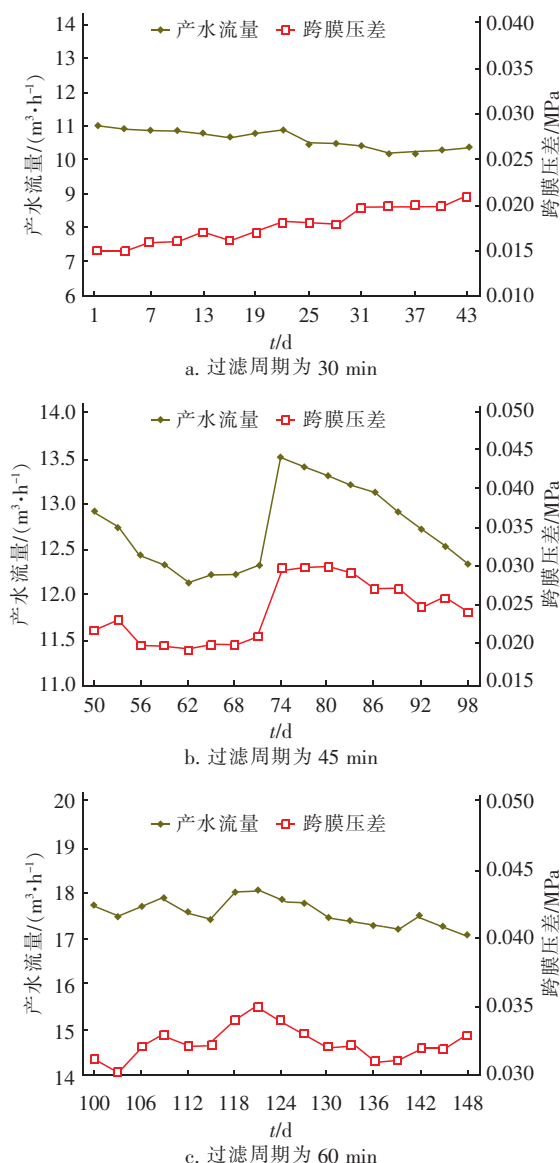


图4 不同过滤周期下产水流量和跨膜压差的变化

Fig.4 Variation of produced water flow and transmembrane pressure during different filtration cycles

由图4可知,超滤装置在正常反冲洗及定期化学清洗的情况下可稳定运行,未发生严重的膜污染,跨膜压差保持在一定范围内(≤ 0.035 MPa),且不随流量的变化产生较大的变化,对采出水水质表现出了较强的适应性。

2.3 运行成本

电费:用电设备主要有进水泵、反洗泵、清洗泵、

计量泵及照明设施等,通过实际运行统计,该装置每天耗电量为 $37 \text{ kW} \cdot \text{h}$,电费约为 $0.1 \text{ 元}/\text{m}^3$ 。

药剂费:酸洗主要用于应对装置中可能发生的结垢问题,8~12 h 加酸1次,每次消耗 190 mL 的 HCl(31%),共计 380~570 mL/d;碱洗主要用于清洗装置内的有机质,每3个月碱洗1次,主要物质为 NaOH。

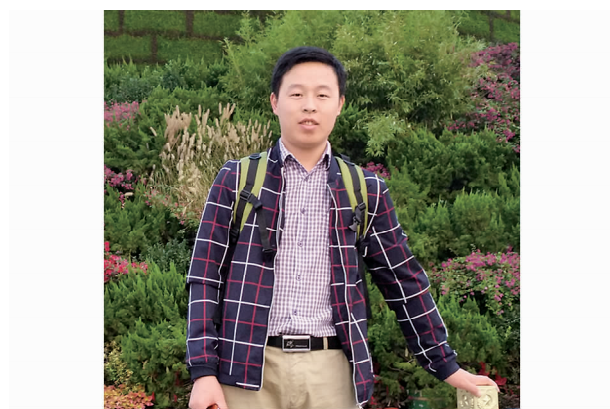
综上,此装置运行费用约为 $0.3 \text{ 元}/\text{m}^3$ 。

3 结论

经过超滤装置处理后水质得到明显改善,出水含油量平均为 0.13 mg/L ,悬浮物含量平均为 0.67 mg/L ,悬浮物固体直径中值平均为 $0.85 \mu\text{m}$ 。跨膜压差未出现明显增长,设备运行稳定,各项指标均稳定达到低渗透油田回注水水质要求。经计算,装置的运行成本约为 $0.3 \text{ 元}/\text{m}^3$ 。同时,撬装装置具有建设周期短、操作简单等优点,对低渗透油田采出水处理表现出了较强的适应性,可逐步在全国推广。

参考文献:

- [1] 罗彩龙,朱琴. 国内油田含油污水处理现状与展望[J]. 石油和化工设备,2010,13(11):55-57.
- [2] 王地举. 油田采出水处理现状及新技术应用[J]. 石油天然气学报,2004,26(z2):267-268.
- [3] SY/T 5329—2012,碎屑岩油藏注水水质指标及分析方法[S]. 北京:石油工业出版社,2012.



作者简介:宋纪委(1989—),男,河南周口人,本科,工程师,从事油田采出水处理、回注等相关设计工作。

E-mail:sjysongjiwei@163.com

收稿日期:2016-08-06