

延长油田某水处理系统改造及防垢剂筛选

李杰^{1,2}, 高嘉喜², 刘栋², 高文玲², 司小明^{1,2}, 何鹏^{1,2}, 马振鹏^{1,2}

(1. 陕西延长石油<集团>有限责任公司研究院, 陕西 西安 710075; 2. 延长油田股份有限公司勘探开发技术研究中心, 陕西 延安 716000)

摘要: 延长油田某水处理系统滤后水质不达标, 输水管线结垢严重, 无法满足油田规定的低渗透油藏注水水质的标准, 采出水无法有效回注。通过对污水站目前水处理现状进行分析, 找出了水处理不能达标的原因, 将目前工艺流程改造为“一级重力除油+一级气浮+双滤料过滤+多介质过滤+超滤”, 改造后滤后污水水质达到“含油 ≤ 3 mg/L, 悬浮物 ≤ 2 mg/L, 悬浮物中值粒径 ≤ 2 μm ”的注水要求。根据实验结果筛选出满足技术要求的防垢剂, 投加量为 60 mg/L, 防垢率达到 86%。

关键词: 油田; 水处理; 工艺改造; 防垢剂

中图分类号: X703 **文献标识码:** C **文章编号:** 1000-4602(2017)06-0113-03

Reconstruction of a Water Treatment System and Scale Inhibitor Screening in Yanchang Oilfield

LI Jie^{1,2}, GAO Jia-xi², LIU Dong², GAO Wen-ling², SI Xiao-ming^{1,2}, HE Peng^{1,2}, MA Zhen-peng^{1,2}

(1. Research Institute, Shaanxi Yanchang Petroleum <Group> Co. Ltd., Xi'an 710075, China; 2. Research Center of Exploration and Development Technologies, Yanchang Oilfield Co. Ltd., Yan'an 716000, China)

Abstract: Due to not meeting the standards and serious scaling in water pipelines, the filtrated water quality of a water treatment system in Yanchang Oilfield could not meet the low permeability reservoir injection water quality standards, and the produced water could not effectively be reinjected. Through the analysis of the current status of the sewage treatment station, the reasons for not meeting the standards were found out. The current process was reconstructed into a gravity oil removal/air flotation/dual multi-media filters/UF process. After reconstruction, the effluent quality could meet the requirements of oil concentration ≤ 3 mg/L, suspended solids concentration ≤ 2 mg/L with SS median diameter ≤ 2 μm . According to the experimental results, the scale inhibitor meeting the technical requirements was screened, and its dosage was 60 mg/L, with a scale inhibition rate of 86%.

Key words: oilfield; water treatment; process reconstruction; scale inhibitor

经过多年的勘探开发,延长油田的开发层系已由单一层系转化为多个层系叠合开采,进入联合站污水处理系统的来水也由设计之初的单层系变为现在的多层系混合液混合进站,水处理系统所加药剂、加药点、工艺流程已不能满足实际需要,导致目前水

处理不达标,不能满足延长组超低渗透率油藏的注水水质要求。针对类似问题,工程技术人员也进行了不同程度的探索与研究^[1~10],这些研究在不同油田、不同时期、不同程度地解决了污水处理不达标问题,但对于延长油田目前污水处理存在的问题,必须

根据实际情况对原有工艺流程进行优化改造,筛选高效防垢剂,因地制宜研究适合自身的污水处理解决方案。

1 水处理系统现状及存在的问题

延长油田某联合站于 2005 年建成投产,具有原油加热脱水、存储外运、污水处理和注水等功能。当时设计处理污水为延长组产出水,设计处理规模为 1 500 m³/d,实际处理量为 820 m³/d。站内建有污水池、污油池、污泥池以及污泥干化场各 1 座。从污水分离出的油流入污油池,剩余污水排入调储罐;污油池内污油返输至集油站;污泥池污泥由污泥干化场脱水后由专业环保公司外运处理。

该站目前连续投加除铁剂、絮凝剂、助凝剂、缓蚀剂、阻垢剂和杀菌剂六种药剂,加药点都设在除油罐进口处。根据连续采样检测数据(见表 1),该站出水水质均没有达到油≤3 mg/L、SS≤2 mg/L、SS 中值粒径≤2 μm 的注水水质标准,其中含油量和 SS 含量均超标严重,处理后水样自然静置存放 2 h 后,会出现浑浊现象。

表 1 进、出水水质检测结果

Tab. 1 Monitoring results of influent and effluent quality
mg · L⁻¹

项 目	油	SS
进水水质	130. 68	57. 36
外输水质	10. 67	26. 05

根据运行情况,目前工艺系统存在的问题主要是无混凝沉降段和粗过滤阶段处理设施,造成精细过滤设备进水水质负荷偏大,油水分离器再生频繁,烧结管过滤器因进水含油和悬浮物含量偏高,不但影响了烧结管的过滤通量和处理水质,也易造成滤管污染,影响使用寿命。另外,6 种药剂都加在一处也影响加药效果。

2 工艺改造及药剂筛选

2.1 工艺改造

目前该联合站采用的工艺流程为“一级重力除油 + 油水分离器 + 烧结管过滤”,由于混凝阶段无处理设施,而除油和混凝阶段是水处理的核心工艺段,通过改造增加了气浮、粗滤阶段以及超滤装置。污水池、除油罐、缓冲罐利用旧设备,缓冲罐后新建气浮装置,气浮装置后增加双滤料和多介质过滤模块,最后再进入具备自动反洗功能的超滤装置。改造后的工艺如图 1 所示。

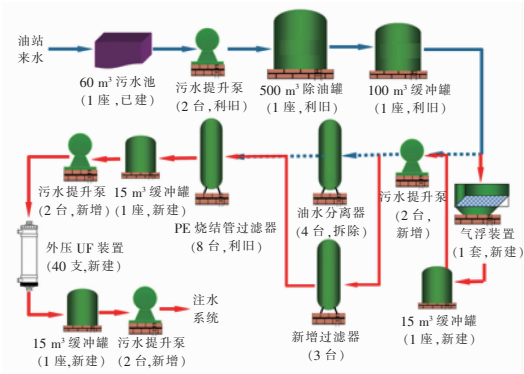


图 1 改造后污水处理系统工艺流程

Fig. 1 Sewage treatment process after reconstruction

改造后系统出水水质仍采用目前的“3、2、2”标准,即含油量≤3 mg/L、SS≤2 mg/L、SS 中值粒径≤2 μm。拆除已建加药装置,新建加药装置 6 套,设计投加除油剂、混凝剂、助凝剂、杀菌剂、防垢剂和除铁剂,其中除油剂和除铁剂投加在除油罐进口,絮凝剂、助凝剂投加在气浮装置进口,杀菌剂投加在水处理装置进口处,防垢剂在除油罐进口和水处理装置进口处均有投加点,可视水质情况进行投加。

2.2 防垢剂筛选

水处理系统来水水质见表 2。

表 2 水处理系统来水水质全分析

Tab. 2 Water quality analysis of influent

项 目		含 量
阳离子/ (mg · L ⁻¹)	Na ⁺ (计)	12 500. 54
	Ca ²⁺	1 257. 26
	Mg ²⁺	255. 38
	Fe ³⁺ /Fe ²⁺	0. 40/0. 60
阴离子/ (mg · L ⁻¹)	Cl ⁻	24 756. 40
	HCO ₃ ⁻	706. 76
	CO ₃ ²⁻	0. 00
	SO ₄ ²⁻	278. 05
总硬度/(mg · L ⁻¹)		4 190. 76
总碱度/(mg · L ⁻¹)		579. 58
矿化度/(mg · L ⁻¹)		41 766. 82
水温/℃		32. 5
硫酸盐还原菌 SRB/(个 · mL ⁻¹)		250
腐生菌 TGB/(个 · mL ⁻¹)		250
铁细菌/(个 · mL ⁻¹)		250
DO/(mg · L ⁻¹)		未检出
硫化物/(mg · L ⁻¹)		1. 50
pH 值		6. 0

根据现场反馈,防垢剂除垢效果不能达到技术要求,故需按照《油田采出水处理用防垢剂通用技

术条件》中规定的实验方法进行防垢剂的筛选。

根据离子分析来看,该站来水属于 CaCl_2 型水质,矿化度和 Cl^- 含量较高,来水总铁含量稍高,计算 CaCO_3 的饱和指数(SI)为 0.56,表明该水质基本稳定,有轻微的碳酸钙结垢趋势。

实验水样统一取该站来水,分别投加四种防垢剂,在 35℃ 的水浴下恒温 25 h 后测定防垢率。实验结果见图 2。

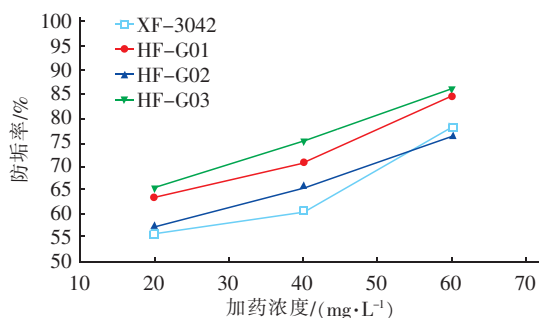


图 2 防垢剂筛选实验结果

Fig. 2 Experimental results of different inhibitor selection

由图 2 可知,随着加药浓度增大防垢率不断提高,而目前使用的 XF-3042 投加量为 60 mg/L 时,防垢率为 78%,低于《油田采出水处理用防垢剂技术要求》(Q/SH 0356—2010)的普通防垢剂的技术要求。HF-G03 防垢剂投加量为 60 mg/L 时防垢率为 86%,比目前使用的防垢剂提高 10%,符合普通防垢剂的技术要求。因此,选取 HF-G03 型防垢剂,投加量为 60 mg/L。

3 结论

① 针对油田含油污水的特点和精细注水的水质要求,将已建联合站水处理系统改造为“一级重力除油+一级气浮+双滤料过滤+多介质过滤+超滤”。

② 污水处理精细过滤设备前应配套混凝沉降和粗过滤单元,保证精细过滤器的进水水质指标,否则易造成精细过滤设备进水水质负荷偏大,降低使用寿命。

③ 该联合站水处理防垢剂采用辽宁华孚 HF-G03 型防垢剂,投加量为 60 mg/L 时,防垢率达到 86%,能够满足防垢剂技术要求。

参考文献:

[1] 付蕾,蔡新峰,洪波,等. 油田采出水处理运行现状分

析及改进建议[J]. 中国给水排水,2013,29(8):29-32.

[2] 陶树新,胡新洁,吕长青,等. 油田采出水处理工艺的改造和完善[J]. 油气田地面工程,2010,29(7):38-39.

[3] 崔斌,赵跃进,赵锐,等. 长庆油田采出水处理现状及发展方向[J]. 石油化工安全环保技术,2009,25(4):59-61.

[4] 李倩,骆伟,梁金强,等. 风城油田采出水处理工艺技术改造研究[J]. 给水排水,2014,40(7):48-50.

[5] 杨再荣,刘卫国,马振勇,等. 青海油田采油一厂采出水处理技术改进[J]. 油气田环境保护,2011,21(1):33-35.

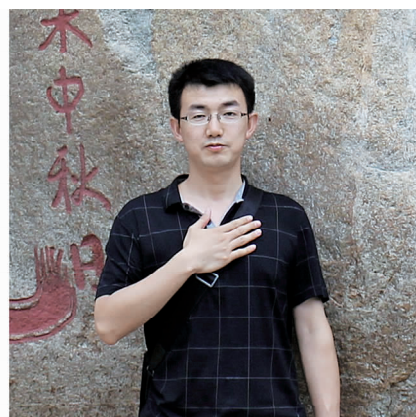
[6] 柳君,徐安峰,李鸿民,等. 河南油田某水厂给水处理工艺改造与评价[J]. 油气田地面工程,2011,30(10):50-51.

[7] 孟令浩,陈立,杨堃,等. 胡尖山油田采出水处理药剂研究与应用[J]. 石油化工应用,2014,33(8):27-29.

[8] 苟利鹏,马骁骅,陈小兵,等. 姬塬油田采出水处理工艺适应性评价[J]. 石油化工应用,2013,32(1):99-102.

[9] 杜祖荣. 老油田采出水处理系统的问题及对策[J]. 油气田地面工程,2006,25(3):28-29.

[10] 王维锋,杨浩波,陆忠韩,等. 陆丰 13-1 油田生产水处理系统优化与效果分析[J]. 工业水处理,2013,33(1):99-12.



作者简介:李杰(1987-),男,陕西榆林人,硕士,工程师,现主要从事油气田地面工程规划设计工作。

E-mail:251121080@qq.com

收稿日期:2016-08-18