

大庆油田采出水回注处理工艺技术的创新及应用

梁文义

(大庆油田有限责任公司第十采油厂,黑龙江 大庆 166405)

摘要:在原有油田采出水处理工艺技术的基础上,设计并构建了新的采出水处理工艺,该工艺应用了先进的高效衡压浅层气浮技术和中空超滤膜技术,工艺流程为:来水→除硫装置→衡压浅层气浮→海绿石过滤→双膨胀精细过滤→中空超滤膜→出水。工艺出水中含油量为痕迹、悬浮物固体含量平均值为 0.32mg/L 、悬浮物粒径中值平均值为 $0.82\mu\text{m}$,达到了特低渗透油田回注水的“5.1.1”(含油量 $\leq 5\text{mg/L}$ 、悬浮物固体含量 $\leq 1\text{mg/L}$ 、悬浮物粒径中值 $\leq 1\mu\text{m}$)标准。

关键词:特低渗透油田;污水处理;气浮;超滤

中图分类号:X703.1

文献标识码:A

文章编号:1000-3770(2008)06-062-04

1 油田采出水回注处理工艺技术现状

目前,油田采出水回注处理工艺主要由预处理和深度处理两部分组成,其中预处理包括自然沉降、混凝沉降、水力旋流、气浮等^[1];深度处理主要为过滤技术,其中包括石英砂过滤、海绿石过滤、陶珠过滤、膨胀滤芯过滤、纤维球过滤、活性炭过滤、核桃壳过滤、精细过滤等。回注水的水质标准是由地层的渗透率决定的,不同的地层渗透率采用不同的水质标准及处理工艺^[2-3]。

大港王徐庄油田属中渗透油层,南一污水处理流程为:油田采出水→粗粒化器→浮选→核桃壳过滤器→双滤料过滤器→注水站。

中原文东油田属低渗透油层,其污水处理站采用工艺为:油田采出水→聚结分离器→混凝分离器→三滤料过滤器→精细过滤器→注水站。

新疆东河油田为低渗透油层,其采出水处理流程为:油田采出水→水力旋流→深床过滤器→注水站。

大庆低渗透油层、特低渗透油层,其常用采出水处理流程有两种,一种为:油田采出水→一级沉降(自然沉降)→二级沉降(混凝沉降)→二级砂滤→注水站;另一种为:油田采出水→横向流装置→二级砂滤→注水站。

目前采出水回注处理工艺处理后水质能达到低渗透油田回注水的“8.3.2”(含油量 $\leq 8\text{mg/L}$ 、悬浮

物固体含量 $\leq 3\text{mg/L}$ 、悬浮物粒径中值 $\leq 2\mu\text{m}$)标准,技术较为成熟。但对于特低渗透油层要求的“5.1.1”(含油量 $\leq 5\text{mg/L}$ 、悬浮物固体含量 $\leq 1\text{mg/L}$ 、悬浮物粒径中值 $\leq 1\mu\text{m}$)标准,国内还没有成熟技术。本项目根据目前国内外油田污水处理技术的发展趋势,开发了新型油田污水过滤工艺,经过本工艺处理后回注水达到“5.1.1”标准。

2 创新工艺

2.1 工艺流程

针对目前回注水处理工艺无法满足特低渗透油层回注水水质要求问题,结合国内外油田污水处理技术发展现状,大庆高新区百世环保科技开发有限公司与大庆油田有限责任公司第十采油厂进行联合开发,在为期两年的试验研究基础上,确定了一套特低渗透油田含油污水处理新工艺,其工艺流程见图1。

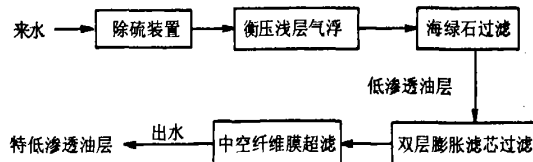


图1 特低渗透油层回注水处理工艺流程

Fig.1 Flow chart of injection water treatment in the ultra low permeable reservoirs

在油田采出水处理新工艺中首次将高效衡压浅层气浮技术与中空超滤膜分离技术^[4]应用于含油污

收稿日期:2008-04-14

作者简介:梁文义(1968-),男,研究所所长,主要从事油田地面工程、油田新型设备以及油田污水处理方面的研究

联系电话:13259595008;E-mail:liangwy@petrochina.com.cn.

水的预处理及深度处理中。首先,除硫装置去除废水中的硫化物,降低了硫化物对后继污水处理装置,特别是膜处理装置的影响;其次,高效气浮装置以及二级过滤保证了进入膜过滤阶段的污水水质,降低膜污染;最后,污水经中空超滤膜处理,水质达到了特低渗透油层回注水的“5.1.1”标准。

2.2 工艺创新

本工艺是在原有含油污水处理工艺的基础上发展起来的,保留了原有工艺的优点,并在此基础上增加了新的工艺流程和处理设备,提高油田污水处理效果,具有鲜明的特点:

(1) 除硫技术及气浮技术的应用,使含油污水预处理效果提高了两倍多,主要表现为:第一,大量的钙、镁、钡等易结垢离子被去除;第二,除油率由传统工艺的 30%~40%提高至 97%以上;第三,对影响水质较突出及腐蚀性较强的硫酸盐还原菌起到了抑杀作用。预处理效果的提高,不仅有效地保护砂滤罐及精滤装置的长期、稳定运行,同时为膜法分离技术的应用提供了保障。

(2) 海绿石过滤+双层膨胀滤芯过滤器二级过滤技术提高了前处理水质,目前油田污水处理中普遍应用的是二级石英砂过滤,新型滤料海绿石能够提高污水处理效果,同时双层滤芯过滤器是处理的可靠保证,二者两用有效提高了前处理水质。

(3) 应用中空超滤纤维膜处理技术提高油田污水处理水质,众所周知膜处理是油田污水处理发展的方向,但是由于其污染后难以恢复,而在污水处理中未得到大面积的推广。本项目通过采用海绿石过滤+双层膨胀滤芯过滤器二级过滤技术提高了前处理的效果,同时对膜进行了改性处理,提高了膜的耐污染能力,从而有效保证了膜技术的应用。

3 创新工艺的应用

2006年,应用本套工艺在朝阳沟油田朝一联进行了处理量为 500m³/d 的现场工业化中试,大庆朝阳沟油田是大庆外围水驱方式开采的特低渗透油田,中试阶段对系统各阶段的出水效果进行了检测,工艺效果显著。

3.1 除硫装置

来水中含硫量过高会影响系统的出水水质,特别是硫的腐蚀性极易形成黑色颗粒物质,对膜处理设备造成影响,降低系统的处理效果,因此本工艺将脱硫装置置于系统的最前段,为后继处理提供保证。

朝一联来水中硫化物含量平均值为 67.8mg/L。根据硫化物价态多,易被氧化生成沉淀的特点,工艺中的除硫装置与衡压浅层气浮装置同时形成氧化环境,将低价态的硫、铁、锰氧化沉淀去除;同时氧化环境抑制了硫酸盐还原菌的生长,除硫效果显著,气浮出水硫化物含量平均值达到 0.8 mg/L (回注水标准为 S²⁻<2mg/L)。

3.2 衡压浅层气浮装置

衡压气浮装置采用了先进的溶气技术,可产生直径 20~40μm 气泡,能有效地去除水中的乳化油及溶解油,是高效的油水分离装置。在进水指标为含油量≤300mg/L、悬浮物固体含量≤200 mg/L,出水指标为含油量≤8mg/L、悬浮物固体含量≤25mg/L 时,衡压浅层气浮装置对来水中油的去除率在 97%以上;对悬浮固体的去除率在 60%以上,运行效果稳定。

由于膜装置对进水中含油量要求非常严格(含油量≤3 mg/L),传统工艺无法达到,而衡压浅层气浮装置极好的除油能力,减轻了后续过滤装置的负担,保证了膜装置的稳定运行,延长了膜装置的使用寿命。

3.3 海绿石过滤装置

海绿石是根据油田污水处理发展的实际情况所开发出的新型滤料,具有比石英砂滤料更大的表面积,因此过滤效果优于普通石英砂过滤器,将其作为一级过滤装置,主要目的在于去除污水中的悬浮物,为膜处理提供水质保证。海绿石过滤器的出水结果示于图 2。

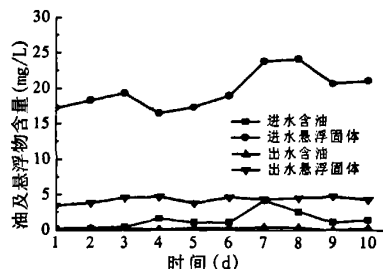


图 2 海绿石装置进出水水质变化曲线

Fig.2 The content of oil and SS in outcomewater by filter

从图中可见,海绿石过滤器对水中油及悬浮固体去除效果较好,过滤后水中油的含量平均值为 0.22 mg/L,悬浮固体含量的平均值为 4.30 mg/L,明显优于普通石英砂一级过滤设备。

3.4 双层膨胀滤芯过滤器

双层膨胀滤芯分离技术是微滤膜分离技术与弹

性纤维绕制技术相结合使用的固液分离技术。污水首先经过下层的单层滤芯，为上部过滤提供水质保障。上部为保安部分，采用双层膨胀滤芯，滤芯内层为微滤膜，保证出水的精度，膜的过滤孔隙为0.5 μm 。外层为特殊牵引技术缠绕的疏油改性纤维弹性丝，孔隙为2 μm ，对大颗粒杂物和油起拦截作用，保证保安层有足够的纳污能力。通过双层膨胀滤芯过滤器有效提高了污水处理效果，出水油和悬浮物浓度明显降低，图3为该阶段处理后出水水质，油的含量平均值为0.14 mg/L，悬浮固体含量的平均值为2.05mg/L，达到了低渗透油层回注水标准（“8.3.2”）。正是在双层过滤的作用下，出水油和悬浮物浓度大幅降低，达到了膜处理装置进水要求，为膜处理提供了良好的保证。

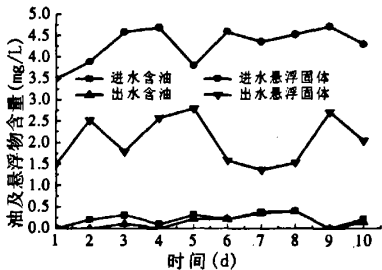


图3 双膨胀过滤器进出水水质变化
Fig.3 The content of oil and SS in outcomewater by fine filter

3.5 中空纤维膜超滤装置

中空纤维超滤膜装置采用6英寸（152.4mm）高抗污染聚偏氟乙烯（PVDF）外压式UOF-IV-511（油田专用膜组件）中空纤维超滤膜组件，每只膜组件长度为1730mm，纤维内径0.7mm，外径1.2mm。纤维膜孔径为0.03 μm ，单支组件的有效过滤面积为37.5m²。共采用14支超滤组件及其配套设备构成连续膜过滤CMF系统，系统采用恒定出水流量和错流过滤的方式，实现连续自动运行，系统回收率大于95%^[9]，膜出水效果见图4。

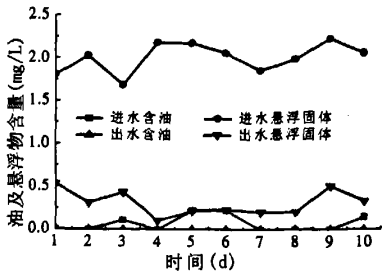


图4 中空超滤膜装置进出水水质变化
Fig.4 The content of oil and SS in outcomewater by hollow ultrafiltration membrane

从图中可见，中空超滤膜装置对水中油及悬浮固体去除效果稳定，膜后出水油的含量平均值为痕迹，悬浮固体含量的平均值为0.32mg/L，粒径中值的平均值为0.82 μm ，中空超滤膜后出水达到了特低渗透油田回注水的“5.1.1”标准。

同时试验也对中空纤维膜超滤装置参数进行了研究，产水量20m³/h，错流量7m³/h，气水反洗时间60s，气水反洗周期25min，化学清洗周期为30~210d（膜前一级海绿石过滤装置化学清洗周期为45d，双层膨胀滤芯过滤器化学清洗周期为210d），化学清洗方式为酸洗后碱洗，运行压力0.09MPa，进出水压差 $\leq$ 0.08MPa，反冲洗后膜通量基本可恢复到原有水平。

从以上可以看出，采用本工艺处理油田污水膜污染较轻，从而克服了膜处理油田污水污染重，难以持续运行的问题，保证了膜技术在油田污水处理中的应用。

4 整体工艺处理效果

在对各阶段出水进行研究的基础上，本项目对于采用本工艺系统处理效果进行了连续检测，结果见表1，其中各项检测数据均为平均值。

从表中可见，采用本工艺处理油田污水能够达到特低渗透油层回注水标准（“5.1.1”），细菌及各

表1 工艺处理效果

Table 1 The treating effect of this process

项目	原水	衡压浅层气浮	海绿石过滤器	双膨胀精细过滤器	中空超滤膜	标准
含油量 (mg/L)	92.8	1.4	0.22	0.14	痕迹	5
悬浮固体 (mg/L)	37.4	21.0	4.30	2.05	0.32	1
粒径中值 (μm)	-	-	-	1.23	0.82	1
总铁 (mg/L)	0.6	0.4	0.32	0.21	0.18	0.5
硫化物 (mg/L)	52.0	0.8	0.2	痕迹	痕迹	2.0
硫酸盐还原菌 SRB (个/mL)	1250	600	32	26	1.8	25
腐生菌 (个/mL)	1.9 $\times 10^1$	1.6 $\times 10^1$	1.4 $\times 10^1$	9 $\times 10^0$	3 $\times 10^0$	n $\times 10^2$
铁细菌 (个/mL)	2.5 $\times 10^2$	9.0 $\times 10^1$	6.0 $\times 10^1$	9 $\times 10^0$	2 $\times 10^0$	n $\times 10^2$
pH	8~9	7~8	7~8	7~8	7~8	7~9

项指标都能达到相关要求。出水效果好主要在于膜技术的应用,通过应用超滤膜使污水中油和悬浮物浓度明显降低,特别是去除了污水中小颗粒的悬浮物和溶解油。同时本工艺通过改善前处理工艺流程,有效提高了膜过滤预处理工艺出水水质,从而有效解决了膜处理技术在油田废水应用中存在的膜污染问题,延长了膜的使用寿命,为膜技术的推广提供了实践基础。

5 结 论

针对特低渗透油田回注水不达标问题,对油田回注水处理工艺技术进行了创新,应用了先进的高效平衡压浅层气浮技术和中空纤维膜分离技术,提高了油田污水处理效果,达到特低渗透油层回注水标准。

工艺出水水质达到“5.1.1”标准,检测显示经该工艺处理后水中含油量为痕迹、悬浮物固体含量平均值为 0.32mg/L、悬浮物粒径中值平均值为 0.82 μ m,完全达到了特低渗透油田回注水的标准。

工艺适应性强,本工艺在双膨胀精细过滤阶段的

出水已经达到了稳定的“8.3.2”水质(低渗透油田回注水的水质标准),与传统低渗透油田处理工艺相比,具有出水水质稳定的优势,因此可根据低渗透、特低渗透油田的不同要求进行工艺组合,为油田的含油污水处理工艺提供新的思路和可借鉴经验。将脱硫工艺提前,降低了硫化物对系统的干扰,提高了前处理效果,降低了膜污染,解决了膜处理油田污水存在的寿命短问题,为膜技术的推广提供了实践基础。

参考文献:

- [1] 袁惠民.含油废水处理方法[J].化工环保,1998,(18):146-149.
- [2] 冯永训.油田采出水处理设计手册[M].北京:中国石化出版社,2005.
- [3] 邓秀英.油田采出水处理技术综述[J].工业用水与废水,1999,30(2):7-9.
- [4] 吴光,邱广明,陈翠仙,等.超滤膜法城市污水深度处理中水回用中试试验研究[J].膜科学与技术,2003,24(1):38-41.
- [5] 吕晓龙,李新民,石君,等.聚偏氟乙烯中空纤维微孔膜的应用及清洗方法[J].膜科学与技术,2000,20(5):5-9.

TECHNOLOGY INNOVATION AND APPLICATION OF INJECTION WATER TREATING TECHNIQS ON DAQING OILFIELD

LANG Wen-yi

(No.10 Oil Production Plant,Daqing Oilfield Co.,Ltd., Daqing 166405, China)

Abstract: Base on the technique treating oilfield wastewater originally, new technique was designed by using the advanced technology of steady-pressure shallow air-floating and hollow ultrafiltration membrane. The wastewater entered into desulfurization equipment firstly, and then into the air-floating inqument, thirdly into coarse filter, fourthly into fine filter,finally-into hollow ultrafiltration membrane. The content of oil in outcome water was almost removed and the averagecontent of SS was 0.32mg/L, the grain diameter median can reach 0.82 μ m,the treated water reached the injection water stander of the ultra low permeable reservoirs which was “5.1.1”.

Keywords: the ultra low permeable reservoirs; wastewater treatment; air-floating; ultrafiltration

(上接第 54 页)

PILOT SCALE STUDY OF GRANULAR ACTIVATED CARBON (GAC) INTENSIFIED SAND FILTER FOR TREATING CHLORINATED WATER

WU Dong-yi, YIN Yu-pen, Lu Shao-ming, YOU Sheng

(Department of Environment Science & Eng,South China University of Technology,Guangzhou 510640,China)

Abstract: Nitrification was weakened in granular activated carbon (GAC) intensified sand filter by the action of disinfect with chlorine. But the average removal efficiency to ammonia nitrogen is keeping over 76.80% and there are also a certain amount of nitrobacteria in GAC intensified sand filter. The average removal rate to CODMn is only 10.51%. It is explained that it is hard for autotrophic bacteria to exist due to the action of disinfect with chlorine in the GAC intensified sand filter. In the water which is filtrated by GAC intensified sand filter, dissolved oxygen reduced 51.4%,chlorine reduced 90.98%, pH value reduced to 7.5 from 8.0. Because the high level of dissolved oxygen and pH value can improve the activity of nitrobacteria. Chlorine takes part in the nitrification on the one hand, but it has a bad influence to animalcule on the other hand.

Keywords: granular activated carbon (GAC) intensified sand filter; chlorine; nitrification

作者: [梁文义](#), [LANG Wen-yi](#)
作者单位: [大庆油田有限责任公司第十采油厂, 黑龙江大庆, 166405](#)
刊名: [水处理技术](#) [ISTIC](#) [PKU](#)
英文刊名: [TECHNOLOGY OF WATER TREATMENT](#)
年, 卷(期): 2008, 34(6)
被引用次数: 0次

参考文献(5条)

1. [袁惠民](#) [含油废水处理方法](#) 1998(18)
2. [冯永训](#) [油田采出水处理设计手册](#) 2005
3. [邓秀英](#) [油田采出水处理技术综述](#) 1999(02)
4. [吴光](#), [邱广明](#), [陈翠仙](#) [超滤膜法城市污水深度处理中水回用中试试验研究](#)[期刊论文]-[膜科学与技术](#) 2003(01)
5. [吕晓龙](#), [李新民](#), [石君](#) [聚偏氟乙烯中空纤维微孔膜的应用及清洗方法](#)[期刊论文]-[膜科学与技术](#) 2000(05)

相似文献(7条)

1. 期刊论文 [石波](#), [梁文义](#) [特低渗透油田含油污水处理工艺新技术](#) -[石油规划设计](#)2008, 19(6)
在原有油田采出水处理工艺技术的基础上, 设计并构建了新的采出水处理工艺. 该工艺应用了先进的高效衡压浅层气浮技术和中空超滤膜技术, 其工艺流程为: 来水→氧化除硫装置→衡压浅层气浮→海滤石过滤→双膨胀精细过滤→中空超滤膜→出水. 经该工艺处理后, 水中油含量为痕迹, 悬浮物固体含量平均值为0.32mg/L, 悬浮物粒径中值平均值为0.82 μm, 达到了特低渗透油田回注水含油量≤5mg/L、悬浮物固体含量≤1mg/L、悬浮物粒径中值≤1 μm的标准.
2. 期刊论文 [张明君](#), [黄炳华](#), [王玉江](#) [胜利淮北低渗透油田含油污水处理技术](#) -[油气田地面工程](#)2009, 28(4)
根据渗透油田注水开发的需要, 胜利油田东胜公司开展了淮北低渗透油田含油污水处理技术研究工作, 与浙江金龙自控设备有限公司联合研发了一套具有东胜特点的低渗透油田含油污水处理技术, 总结出含油污水处理运行管理新模式. 胜利淮北低渗透油田污水处理工艺流程简短可靠, 与常规流程相比, 可减少施工工程量, 减少工程投资30%以上.
3. 期刊论文 [李影](#) [新型含油污水处理工艺用于特低渗透油田](#) -[油气田地面工程](#)2008, 27(4)
针对特低渗透油田含油污水处理不合格的难题, 选择技术先进且在油田含油污水处理中没有工业应用的水处理技术和工艺进行工业化应用研究. 应用以“氧化曝气+涡凹气浮+砂滤(流砂过滤器或海绿石过滤器)+PVC中空纤维超滤膜”为核心的含油污水处理工艺, 使出水达到特低渗透油田注入水水质标准.
4. 期刊论文 [周发利](#) [特低渗透油田含油污水处理技术](#) -[油气田地面工程](#)2008, 27(4)
为研究朝一联合油污水的沉降特性, 以进一步确定气浮装置前沉降缓冲规模, 对朝一联总来水进行室内沉降模拟试验, 并在试验的基础上确定了特低渗透油田含油污水处理工艺. 试验结果表明, 朝一联合油污水沉降分离的最佳沉降时间为4 h, 除油率可达到71.8%, 固体去除率可达到24.3%. 该处理工艺出水水质稳定, 达到了特低渗透油田注入水要求标准, 并且运行成本较低, 在技术、经济上均适合油田含油污水处理.
5. 期刊论文 [郝世彦](#), [袁海科](#), [樊平天](#) [陕北特低渗透油田污水深度处理技术](#) -[石油化工应用](#)2009, 28(8)
延长油田西区在开发过程中, 由于水的不相容性, 在地面集输系统、油井井筒、近井油层存在严重的结垢问题. 结合油田水质及结垢趋势分析, 进行了大量的现场调查和试验研究, 提出了污水深度处理技术. 该技术是综合利用多相流体力学中的高效分离技术除油、与多种新型过滤分离技术组合, 形成高效、完善的油田污水处理系统. 同时利用特种阴离子交换树脂去除油田污水中硫酸根离子, 彻底解决了特低渗透油田在注水开发中管线、设备、地层存在的结垢问题. 含油/悬浮物浓度在线检测仪能够在线即时检测油田污水处理系统中含油及悬浮物浓度, 中央控制系统进行全自动运行, 使整个系统达到智能化管理.
6. 期刊论文 [宋光辉](#), [潘敏勇](#), [黄炳华](#), [王颀军](#), [韩斌](#) [组合型污水处理技术在胜利油田的应用](#) -[油气田地面工程](#) 2007, 26(3)
根据胜利油田樊107区块低渗透油藏注水开发的需要, 开展了高青樊107联合站污水处理技术研究, 与辽宁华孚环境工程有限公司联合研发了一套适合樊107区块注水水质指标的组合型污水处理技术. 该技术的研究成果, 可以在其它低渗透或特低渗透油田污水处理和污水回注工作中推广应用.
7. 期刊论文 [于玲玲](#) [膜过滤技术在含油污水处理中的应用](#) -[大科技·科技天地](#)2010(9)
针对特低渗透油田注入水质“5.1.1”要求, 将膜过滤技术应用于含油污水处理中, 试验探索其用于含油污水处理上的适应性, 同时也为特低渗透油田的开发提供有效的污水处理方法.

本文链接: http://d.wanfangdata.com.cn/Periodical_scljs200806018.aspx

授权使用: 东南大学图书馆(wfndnx), 授权号: 2b16c057-561c-4483-b8c0-9e9500dbalc7

下载时间: 2011年2月25日