

一体化装置处理后采出水配注聚合物的应用

陈景军, 徐福刚, 刘向军

(中国石化胜利油田分公司河口采油厂, 山东 东营 257200)

摘要:针对陈25块降黏复合驱采出水配注聚合物溶液黏度较低的问题,进行一体化装置处理技术研究。该装置集曝气、接触氧化、吸附过滤、电极极化于一体,曝气可去除水中的部分二价铁、硫化物、COD等还原性物质,从而提高污水配注聚合物溶液的黏度;滤料具有催化和过滤双重功能,催化作用提高了亚铁离子等还原性物质的去除效率,过滤作用可去除单质硫、铁离子化合物等的沉淀;电极极化具有除氧及杀菌功能。该技术通过现场实验,处理后水质达到污水配注聚合物要求,配注聚合物溶液井口黏度平均33 mPa·s以上,增黏效果明显。

关键词:驱油;水质;水处理;聚合物黏度;还原性物质;曝气

中图分类号:TE992 **文献标志码:**A

Application of dispensing polymer in produced water treated by integrated unit

CHEN Jingjun, XU Fugang, LIU Xiangjun

(Hekou Oil Production Plant of Shengli Oilfield Company, SINOPEC, Dongying 257200, China)

Abstract: Studies on integrated device treatment technology in viscosity-reducing compound flooding are being conducted in Chen 25 Block to address the issue of low viscosity of polymer solutions prepared by produced water. Aeration, contact oxidation, adsorption and filtration, and electrode polarization are all integrated within the device. Aeration can increase the viscosity of the polymer solution made by sewage by removing some reductive elements from water, such as divalent iron, sulfide, and COD. The filter material does both filtration and catalysis simultaneously. Filtration can remove the precipitation of elemental sulfur and iron ion compounds, and catalysis increases the removal effectiveness of reducing chemicals like ferrous ions. The electrode polarization has the functions of deoxidizing and sterilizing. Through field tests of this technology, it has been demonstrated that the water quality after treatment satisfies the criteria for polymer dispensing in sewage. The effect of the viscosity-increasing polymer injection solution, which has an average wellhead viscosity of above 33 mPa·s, is obvious.

Key words: oil displacement; water quality; water treatment; polymer viscosity; reducing substance; aeration

陈家庄油田陈25块属于水驱稠油油藏,地面原油黏度3 000~10 000 mPa·s,油田开发中存在着水驱波及系数低、井间剩余油富集、汽驱热损失大、采收率低的问题^[1]。

针对这些问题,开展了降黏复合驱先导实验。陈25块设计注入井27口,日配注量2 800 m³,平均单井日注104 m³,注入速度0.08 PV/a,累积注入84个月,其中聚合物干粉用量1.5×10⁴ t,降黏剂用量0.53×10⁴ t,驱油剂用量1.2×10⁴ t。

陈25块降黏复合驱方案设计注入方式为清水配制聚合物采出水稀释注入,因该块现场没有清水,准备采用陈庄联合站采出水配注,而陈庄联合站的水质部分指标达不到复合驱方案中对配聚用

水水质的要求,采出水配聚黏度不达标,需进一步处理。

国内已有研究表明,采出水中的溶解氧、二价铁离子、硫化物、SRB菌等对聚合物溶液黏度影响较大,相应的处理措施包括采出水加入聚合物降解抑制剂、采出水曝气处理等^[2-8],这些处理方法操作成本高,处理效果不稳定。全采出水配注降黏复合驱在胜利油田尚属首次,注入液保黏技术缺少经验和储备,为此进行一体化装置处理技术的研究。

收稿日期:2022-03-20;改回日期:2022-05-17。

第一作者简介:陈景军(1971—),高级工程师,从事油田化学方面的研究工作。E-mail: chenjingjun.slyt@sinopec.com。

1 一体化处理工艺

1.1 一体化处理技术工艺流程

来水首先进入缓冲水箱,在进水管线上加注空气,用于气浮除油和曝气脱硫、除 COD 等还原性物质。根据水中硫化物含量适量添加次氯酸钠溶液,在水箱内充分反应彻底脱硫^[9]。处理后的水通过提升泵提升后,进入锰砂过滤器进行催化反应及过滤,过滤器底部加装高压电极,进行高压电极杀菌处理,杀菌处理后的达标水进入净化水罐用于配注聚合物。水处理流程如图 1。

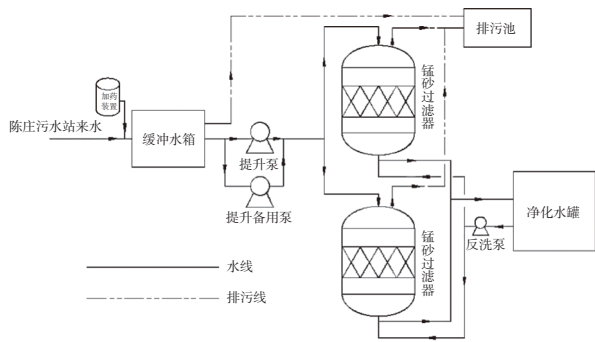


图 1 水处理工艺流程

1.2 一体化处理功能原理

1.2.1 缓冲水箱

依靠曝气去除水中的部分二价铁和硫化物、COD 等还原性物质,并视原水中还原性物质的含量适量投加次氯酸钠去除水中的硫化物,降低水中的 COD 等还原性物质含量。同时空气的气浮作用可以进一步降低原水中的含油量。

1.2.2 锰砂过滤器

锰砂过滤器内部工艺流程为:曝气→接触氧化→吸附过滤→电极除氧及杀菌。主要功能原理:

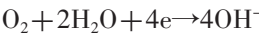
(1)空气氧化。采用压缩空气曝气方式,管道混合溶氧。曝气一方面增加水中的溶解氧,氧化去除硫化物、亚铁化合物等还原性物质;二是通过气提原理去除 CO₂,以提高水的 pH 值,使二价铁化合物氧化成三价铁化合物沉淀,然后再经后续过滤去除。

(2)接触氧化。滤料采用天然锰砂滤料,其成分含有二氧化锰,具有催化和过滤双重作用。催化作用提高了硫化物、亚铁离子等还原性物质的去除效率,过滤作用去除单质硫、铁离子化合物的沉淀。

(3)吸附过滤。采用过滤效率高的特制锰砂滤料,经锰砂滤层后去除 Fe³⁺形成的絮凝体 Fe(OH)₃

沉淀物、单质硫等。

(4)电极除氧及杀菌。由于 SRB 本身为厌氧菌,曝气可以抑制它的生长繁殖。另外,水流最后经过高压电极的极化处理,高压电极源源不断地向水体释放电子,水中电子进入菌类的细菌膜内改变其分子结构,使其细菌膜破裂,将细菌杀死。水中溶解氧在电极的作用下发生以下反应:



通过电极向水中释放电子将水中溶解氧转化成氢氧根,将水中的溶解氧去除。

2 工艺设计

2.1 设计工艺及设备构成

方案设计一套 2 800 m³/d 水处理装置,主要由 2 具缓冲水箱,2 具锰砂过滤器、2 台提升泵(1 用 1 备)、1 台反洗泵、2 台空压机和 1 台储气罐组成,另外设备自带 1 台控制柜。根据处理量和极化极板的间距调节电极的电压及反冲洗强度。设备占地面积仅为 18.4 m×7.1 m =130.64 m²

2.2 设计水质

在陈庄联合站来水水质的基础上,进行了室内实验,该处理流程无需加入化学剂,装置处理 10 min 后,出水水质达到了配注聚合物的要求。根据实验结果,确定设计水质如表 1。

表 1 一体化装置进出水水质指标

项目	来水指标	出水指标
含油量,mg/L	≤50	≤30
悬浮物含量,mg/L	≤30	≤10
粒径中值,μm	≤4	≤2
化学需氧量,mg/L	650	≤350
溶解氧含量,mg/L	0.5	0
总铁含量,mg/L	1.2	0.5
二价铁离子含量,mg/L	0.8	0.5
硫化物含量,mg/L	5.0	0
SRB,个/mL	600	0

3 现场实验及效果

3.1 一体化处理装置出水水质

按照设计方案,一体化水处理系统紧邻陈 25 配注站建设,在陈庄联合站新建污水外输泵,将陈庄站处理后的污水输送至新建的水处理系统,处理后水质达到配聚水质要求(见表 2)。

表2 一体化装置处理前后水质对比

状态	硫化物/ (mg·L ⁻¹)	二价铁/ (mg·L ⁻¹)	溶解氧/ (mg·L ⁻¹)	SRB/ (个·mL ⁻¹)	含油量/ (mg·L ⁻¹)	悬浮物/ (mg·L ⁻¹)	腐蚀率/ (mm·a ⁻¹)
处理前	4.0	1.0	0.5	600	40.0	26	0.160
处理后	0	0	0.1	25	4.7	5.0	0.069

3.2 一体化处理装置出水水质配聚效果

按照现场注入聚合物溶液质量浓度 2 000 mg/L 的要求,用一体化装置处理前后水配制聚合物溶液,在地层温度 70℃条件下老化 60 d 测试黏度,结果表明,处理前污水配制的聚合物溶液黏度 8.6 mPa·s,处理后水配制聚合物溶液黏度达 37 mPa·s。处理后水配制的聚合物溶液热稳定性好,老化 60 d 后黏度保留率仍达到了 65%,黏度 22.3 mPa·s,处理前水配制的聚合物溶液黏度仅为 2.5 mPa·s(见表 3)。目前现场聚合物溶液注入井 27 口,平均井口黏度 33 mPa·s。试验结果说明一体化装置现场应用效果较好。

表3 一体化处理装置出水配聚黏度稳定性数据

老化时间/d	处理前配聚黏度/ (mPa·s)	处理后配聚黏度/ (mPa·s)
0	8.6	37.5
3	4.0	35.2
6	4.0	31.3
9	4.0	30.0
20	3.1	26.4
40	2.6	22.8
60	2.5	22.3

4 结论

(1)一体化处理装置集曝气、接触氧化、吸附过滤、电极除氧及杀菌功能于一体,占地面积小,处理

速度快。

(2)通过室内研究和现场实验,处理后水质达到配注聚合物要求,配注聚合物溶液黏度达到注入要求。

(3)现场试验结果表明,一体化装置处理后污水配注的聚合物溶液热稳定性好。

参考文献:

[1] 孙焕泉.胜利油田三次采油技术的实践与认识[J].石油勘探与开发,2006,33(3):262-266.

[2] 祝仰文,安志杰,王业飞,等.聚合物驱采收率影响因素研究[J].油气田地面工程,2010,29(9):22-24.

[3] 唐旭.提高孤东油田二元复合驱效果的现场研究[D].青岛:中国石油大学(华东),2012.

[4] 付美龙,周克厚,赵林.聚合物驱溶液中溶解氧对聚合物稳定性的影响[J].西南石油大学学报,1999,21(1):71-73.

[5] 田津杰,敖文君,吴晓燕,等.污水配制污水稀释聚合物溶液黏度影响实验研究[J].科学技术与工程,2016,16(14):166-199.

[6] 孙焕泉,王增林,韩霞.油田回注水水质稳定控制技术[M].北京:中国石化出版社,2012:17-62.

[7] 孟凡雪,赵文森.聚合物配注地面工艺设计特点分析[J].化学工程与装备,2015(9):26-29.

[8] 乔明.无碱二元驱配注工艺及粘度损失控制技术[J].中国新技术新产品,2014(2):124-125.

[9] 孙晓然,肖国良,杨民.水处理用二氧化氯制备新工艺的研究[J].工业水处理,1997(6):11-12,44.

(编辑 韩 枫)