

油田采出系统中空化防垢技术室内研究

何英华¹ 李洪涛¹ 姜道华¹ 刘 龙¹ 路 明² 赵晶莹¹ 宋杰萍³

(1. 中国石油大庆化工研究中心; 2. 中国石油石油化工研究院; 3. 中国石油大学(北京)化学工程学院)

摘 要 以大庆油田采出污水为母液, 配置不同硅离子浓度的采出液, 考察了起始硅离子浓度不同时油田采出液中的结垢因子经过空化防垢装置处理后的变化规律。结果表明: 在经过空化防垢装置处理后, Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 浓度的下降得到一定的抑制; 该装置对硅垢有一定的防垢作用, 特别是对中、高浓度硅体系的防垢效果明显。

关键词 油田采出液 钙 镁 硅 浓度 防垢 空化技术

中图分类号: TE358

文献标识码: A

文章编号: 1005-3158(2011)06-0027-03

0 引 言

石油需求量的增大要求原油采收率也随之提高, 因此, 强化采油技术越来越受到人们的重视。近期发展起来的复合驱油技术, 将碱、聚合物和表面活性剂复合使用, 不仅获得了较高的原油采收率, 而且大幅度降低了成本, 使化学法驱油成为很有前景的技术^[1]。然而, 在提高油井产率的同时也不可避免带来了新问题, 三元复合驱的驱替剂进入油层后不可避免地在地层水、原油、岩石矿物反应, 造成地面注水设备和井筒内的结垢, 可能造成堵塞, 三元复合驱结垢主要是硅垢问题, 处理难度大, 是三元复合驱驱油技术大范围推广应用的瓶颈问题之一, 直接制约了三元复合驱驱油技术的应用和推广^[2]。因此防垢技术的研究在油田生产中显得越来越重要。空化防垢技术是一种全新的除垢技术, 具有操作简单、效率高、不需要化学药剂、无环境污染等特点。

1 实 验

1.1 试样及试剂

油田采出污水取自大庆油田。采用原子吸收光谱法、化学分析法、比色法等对采出水中钙、镁、硅等离子含量进行分析, 得出现场采出水水样中各种离子的浓度范围: Ca^{2+} 为 30~50 mg/L、 Na^{+} 为 1200~1400 mg/L、 Mg^{2+} 为 13~25 mg/L、 K^{+} 为 6~9 mg/L、 Cl^{-} 为 900~1100 mg/L、Si 为 40~50 mg/L、 CO_3^{2-} 为 140~300 mg/L、 SO_4^{2-} 为 9~12 mg/L、 HCO_3^{-} 为 1400~1800 mg/L、表面活性剂为 54.3

mg/L、聚合物为 125.6 mg/L, 其中 pH 值为 8~9。

实验所用主要试剂: 不锈钢试片、氢氧化钠、丙酮、浓 HCl、钼酸钠、硅酸钠均为 A.R 级。

1.2 实验流程

实验主要考察油田采出液中的主要结垢因子, 经过空化防垢装置处理后的浓度变化规律。

实验过程的简易流程图见图 1。

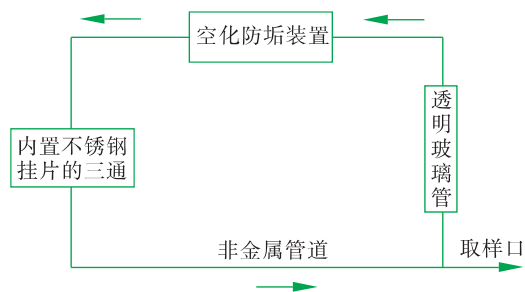


图 1 实验过程的简易流程

该室内空化防垢装置的功率为 5.5 kW, 出口压力为 0.15 MPa, 该流程内置不锈钢挂片的三通为每隔 10 m 一个, 总共 9 个, 透明玻璃管为有机玻璃管, 非金属管道为 PP-R 热熔管, 管径为 $\varnothing 50 \text{ mm} \times 6.9 \text{ mm}$, 该空化防垢装置的流量为 $5 \text{ m}^3/\text{h}$, 水样流速为 1.35 m/s。

1.3 实验目的

①实验所用的水样为三元复合驱初步使用时的采出液, 此时的硅离子浓度较低, 但随着注采强度的加强, 硅离子浓度会越来越高, 所以实验对三种不同硅离子浓度溶液的处理效果进行了考察。

②主要考察油田采出液中的主要结垢因子,经过空化防垢装置处理后的浓度变化规律。

1.4 空化防垢装置原理

液体空化聚能除垢技术除垢原理为:液体在离心力的作用下高速流经装置时,与“发生器”内表面产生高速接触摩擦,该区域的压力会大大降低,产生接近真空的负压,在接近负压的条件下液体产生沸腾现象,并形成大量的低压微小气泡,这就是空穴即空化现象。在高压水流的带动下,受周围液体压力的作用,这些空穴“气泡”互相撞击,急剧爆裂,形成强大的冲击波,冲击能量能够极大地提高局部液体温度,并在空穴撞击时释放出巨大能量,由于装置利用液体空化原理,气泡瞬间破坏了水中易结垢的物质成分和结垢条件,使其无法结垢。

2 不同时结垢因子浓度变化情况

以现场采出污水为母液,配置不同硅离子浓度的溶液,加入到空化防垢装置中,在装置运行几圈后,从接口水口处接出一瓶水作为静止对比实验,使装置连续运行 3 d,每天在不同时间测定污水中钙离子、镁离子以及硅离子含量的变化规律。

2.1 起始硅离子浓度为 80 mg/L 时

当起始硅离子浓度为 80 mg/L 时,静止态和流动态钙离子浓度的变化情况见图 2、静止态和流动态镁离子浓度的变化情况见图 3、静止态和流动态硅离子浓度的变化情况见图 4。

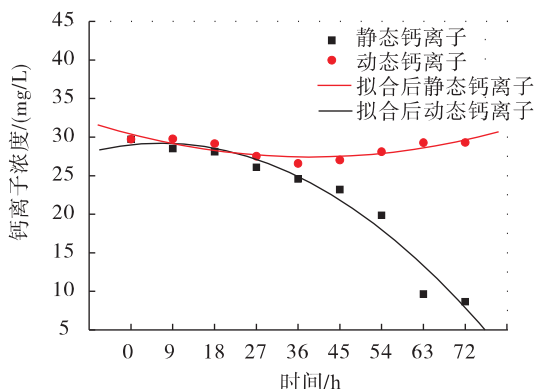


图2 静止态和流动态钙离子浓度变化

从图2可看出:随着时间的增加,装置中的(流动态)钙离子浓度变化不大,其浓度在 30 mg/L 上下波动,而静止的(对比实验)钙离子浓度随着时间的增加变化较大,尤其是在 45 h 以后,其浓度几乎直线下降。可见,该装置对钙离子的沉降,有一定的抑制作用。

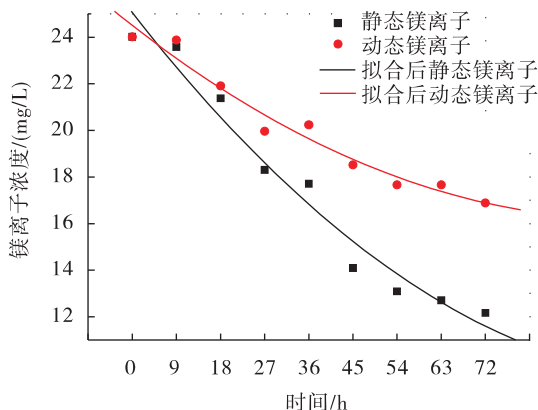


图3 静止态和流动态镁离子浓度变化

从图3可看出:静止态镁离子和流动态镁离子的浓度,都有降低的趋势,但静止态镁离子的浓度下降比较快,而流动态镁离子的浓度下降比较慢,静止态镁离子的浓度从最初的 24 mg/L 下降到 12 mg/L,下降了 50%,而流动态镁离子的浓度从最初的 24 mg/L 下降到 17 mg/L,降低了 29%,由此可见该装置对镁离子的沉降,有一定的抑制作用。

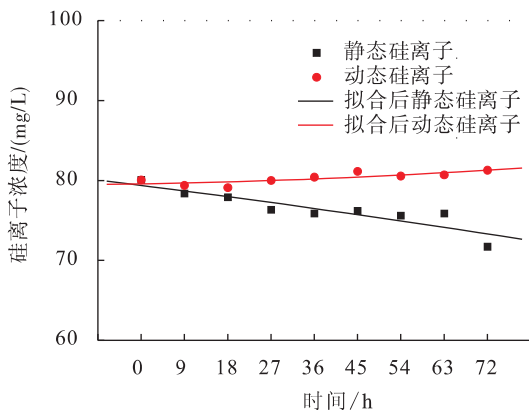


图4 静止态和流动态硅离子浓度变化

由图4可看出,随着时间的增加,静止态硅离子和流动态硅离子的浓度变化不大,静止态硅离子的浓度稍微有些下降的趋势,但是变化很小,而流动态硅离子的浓度基本保持不变,此时,静止态硅离子和流动态硅离子的浓度都在 100 mg/L 范围内,因此,该装置对低浓度硅体系有防垢作用,但影响不十分明显。

2.2 起始硅离子浓度为 820 mg/L 时

该次实验主要考察空化防垢装置对中等浓度的硅体系的防垢效果。实验中投加 Na_2SiO_4 为 480 g,使硅起始浓度为 820 mg/L。由于加入 Na_2SiO_4 后,溶液的 pH 值升高为 10.8,溶液中的 HCO_3^- 全部转

变为 CO_3^{2-} , 致使溶液中的钙、镁离子全部沉淀。

当硅离子起始浓度为 820 mg/L 时, 静止态和流动态硅离子浓度的变化情况见图 5。

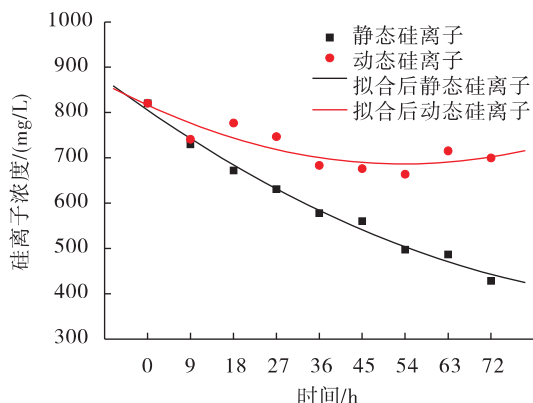


图5 静止态和流动态硅离子浓度变化

从图5可看出: 静止态和流动态硅离子的浓度都有下降趋势, 但静止态硅离子的浓度下降比流动态硅离子的浓度下降快很多。流动态硅离子的浓度在24 h之后变化趋于平缓, 始终在700 mg/L左右变化, 而静止态硅离子的浓度自始至终一直在下降, 从最初的820 mg/L下降到400 mg/L, 下降了51%, 而流动态硅离子的浓度从最初的820 mg/L下降到700 mg/L, 下降了15%, 可见, 将硅离子的浓度提高后, 该装置对硅离子的沉降, 有较好的抑制作用。

2.3 起始硅离子浓度为1200 mg/L时

该次实验主要考察空化防垢装置对高浓度的硅体系的防垢效果。实验中投加 Na_2SiO_4 为800g, 使硅离子起始浓度为1200 mg/L。由于加入 Na_2SiO_4 后, 溶液的pH值升高为11.1, 溶液中的 HCO_3^- 全部转变为 CO_3^{2-} , 致使溶液中的钙、镁离子全部沉淀。

当硅离子起始浓度为1200 mg/L时, 静止态和流动态硅离子浓度的变化情况见图6。

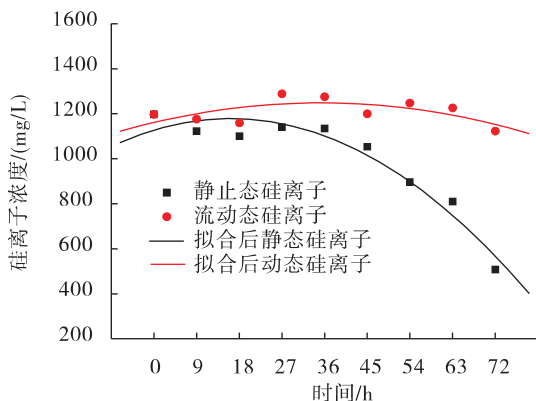


图6 静止态和流动态硅离子浓度变化

从图6可看出: 静止态硅离子的浓度下降趋势明显, 在36 h之前浓度随时间的增加有波动, 但在36 h之后浓度下降趋势明显, 其浓度从起始的1200 mg/L下降到3 d后的500 mg/L, 下降了58%, 而流动态硅离子的浓度从实验开始到实验结束其浓度变化都在1200 mg/L上下波动, 变化不大, 装置对高浓度硅离子沉降作用显著。可见, 将硅离子的浓度提高后, 该装置对硅离子的沉降, 有较好的抑制作用。

3 结 论

◆ 在经过空化防垢装置处理后, 油田采出污水中 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 浓度的下降得到一定的抑制, 表明空化防垢装置对 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 结垢有一定的预防作用。

◆ 该空化防垢装置对硅垢有一定的防垢作用, 特别是对中、高浓度硅离子的防垢效果更明显。

参 考 文 献

- [1] 张吕鸿, 肖红, 张海涛, 等. 三元复合驱采出液分离装置的优化研究[J]. 化工机械, 2007, 34(3): 127-129.
- [2] 刘东升, 李金玲, 李天德, 等. 强碱三元复合驱硅结垢特点及防垢措施研究[J]. 石油学报, 2007, 28(5): 139-141.

(收稿日期 2011-02-21)

(编辑 王 薇)

广 告 索 引

第六届编委会委员名单

华油惠博普科技股份有限公司

北京福德泰和科技有限公司

封二

封三

封四