

# 高分子化学控砂堵水技术在渤中 25-1 油田现场的应用

王殿武 邢川衡 张利健

(中海石油(中国)有限公司秦皇岛 32-6/渤中作业公司 天津 300459)

**摘要:** 渤中 25-1 油田群位于渤海西南部海域, 采用全海式开发方式, 共用一套地面处理系统。油田群投产后受油藏非均质性强、井网不完善、含水上升快、出砂躺井多等因素限制, 导致油田群在实际开发过程中存在自然递减大、出砂井多等问题, 整体产量递减较大, 开发效果不理想。通过高分子化学控砂堵水技术解决油井出砂问题, 减少对潜油电泵的影响延长检泵周期。

**关键词:** 出砂机理; 防砂工艺; 高分子; 化学防砂

## 1. 油井出砂机理

油井出砂是由于油井地层在开发过程中受到破坏而引起的, 从力学角度分析油井出砂的机理, 主要是剪切破坏和拉伸破坏机理, 剪切破坏是油井炮孔周围的应力作业, 在油井内压力较低或开采压力差过大时产生出砂现象; 拉伸破坏是在开采过程中由于液体流动引起了油井炮孔附近岩石颗粒松动而引起的, 与过高的油井开采压力、过强的开采速度和过快的流动速度存在很大关系。两个机理并非单一的, 有时候也是相互存在和影响的, 特别是当油井内含有大量粘土颗粒时, 在开采中粘土颗粒会产生运移, 导致油井底部渗透率降低, 增大液体流动的拉拽力, 破坏油井的防砂筛管, 最终引起油井出砂甚至出现砂埋的情况。

## 2. 传统防砂工艺

传统防砂工艺包括油井井筒冲砂、大修重新防砂、小筛管防砂。油井井筒冲砂针对出砂不严重的油井, 通过建立井筒内的循环通道进行大排量地清洗井筒, 将井筒内的砂粒冲洗至地面, 恢复电潜泵正常生产。优点是作业时间短、见效快、费用低, 但不能解除油井地层出砂的根本原因, 多数油井恢复生产后, 采取控制液量的生产方式, 且需要加密化验观察有无出砂迹象, 部分油井仍因地层持续出砂最终躺井; 大修重新防砂是将油井因出砂导致破坏的防砂筛管、防砂段等通过切割、打捞方式提出井筒, 重新进行油井防砂。优点是防砂成功率高, 油井恢复生产后普遍无出砂迹象, 部分油井在恢复生产后有一定降水增油效果, 但该工艺在实施过程中作业周期长, 受油井出砂、井筒砂埋程度等影响, 且费用较高, 多数油井恢复生产后, 受地层污染等因素影响产液指数较出砂前下降较多, 不能满足提液开发需求; 小筛管防砂是在油井原套管内加装一段防砂筛管, 从而达到控制地层砂进入井筒目的。优点是相比大修防砂技术工期短、见效快、费用低, 但小筛管管径小, 油井在恢复生产后产能受到一定影响, 油井一旦再次出砂躺井, 则需要处理两层防砂筛管, 作业难度大、费用高。

## 3. 高分子化学控砂技术

### ① 控砂机理

#### ◇ 出水携砂孔道控砂

通过高分子在孔隙内表面吸附成膜, 加固易出砂孔隙内表面的强度, 从而使砂粒不易从孔吼表面剥离; 游离在孔隙内的地层砂等固体颗粒通过以上两种作用, 被高分子固结捆绑在孔隙内表面, 阻止游离砂粒随地层水的采出而流动, 出现明显的抑砂现象, 表现出优良的抑砂能力。

#### ◇ 出油携砂孔道控砂

原油被外来流体推出近井口的易出砂地层后, 地层的孔隙表面和地层砂表面呈现出一定的亲水性, 为高分子发生作用提供一定的条件。在外来顶替水的稀释下, 通过上述两种基本作用将孔隙表面加固, 并将游离地层砂颗粒固结, 实现含油层防砂。

### ② 选择性堵水机理

#### ◇ 堵水

在地层水的反复稀释作用下, 高分子通过在含水地层孔隙表面上吸附、沉积, 并在固体颗粒之间架桥, 将多个固体颗粒粘在一起, 形成有机-无机两相聚集体。随着时间的延长, 地层水的不断稀释冲刷, 聚集体体积逐渐增大、增强, 并在含水孔道内产生胶凝, 形成堵塞, 缩小了含水地层的孔吼, 减小了孔隙度, 降低了水相渗透率, 从而表现出堵水作用。

#### ◇ 不堵油

由于含油地层不存在大量地层水, 高分子无法在地层水的作用下完成大量的吸附、聚集, 油层孔吼得不到大幅度的缩小, 油相渗透率没有明显降低。

通过高分子在含水和含油地层的不同表现, 相比之下水层的水相渗透率大幅度降低, 油层的油相渗透率没有大幅降低, 从而改变了地层的油水流动平衡, 使地层水和原油的产出速度发生改变, 产出液含水降低, 含油升高, 达到了堵水不堵油的选择性堵水作用。

## 4. 现场试验

### ① 定向井现场试验

BZ25-1S-E10 井由于出砂导致限液生产, 极大限制了该井的生产潜力。施工采用笼统注入方式, 分三个段塞注入控砂堵水剂, 每个段塞注入完成后关井 12 小时以上, 让药剂在地层中充分反应, 按渗透率从高到低的顺序, 逐步封堵高渗透出水层, 降低油层非均质性, 调整产液剖面, 增加泄油面积从而降低近井地带流体流速, 起到抑制出砂的作用。每个控砂堵水剂段塞注入时, 压力都比上一个段塞的施工压力有明显上升, 说明出水段得到有效封堵。措施后连续 6 个月检测不含砂, 含水下降 4.5%~10%, 日产液量达到措施前的 1.8 倍, 日产油量达到措施前的 3.2 倍。由于该井出砂得到完全控制, 取得了较好的控砂堵水效果, 极大的释放了油井生产潜力。

### ② 水平井现场试验

BZ25-1S-E15H 井为一口水平井, 采用优质筛管裸眼完井, 2004 年 9 月投产, 2016 年 8 月有出砂迹象, 此后一直控液生产, 2018 年 8 月由于出砂关停, 11 月进行高分子控砂堵水施工, 从施工压力上升的情况来看, 药剂进入地层后充分反应, 对水平段高渗层起到了有效封堵作用。措施后检测不含砂, 含水较措施前下降 5.3~17.9%, 日产油量增加 20m<sup>3</sup>, 累计增油 1500m<sup>3</sup>, 出砂得到有效控制。

经过定向井和水平井的矿场试验, 明显看到对比传统防砂工艺, 高分子控砂堵水技术具有作业周期短、费用低、见效快、措施后含水下降等优点, 高效解决了渤中 25-1 油田群因油井提液后出砂躺井影响油田油井生产时率的问题。

## 参考文献:

- [1]刘言理 水平井充填一体化化学防砂完井技术在海上油田的应用 化工管理
- [2]钟洁 油井出砂原因及防砂技术应用现状 化工管理
- [3]吴玉柱 油田化学堵水工艺技术 化学工程与装备