

沙河街低渗油藏“三合一”解堵技术在现场应用

王庆龙¹ 周日² 魏焜¹ 张宝青¹

(1.中海石油(中国)有限公司蓬勃作业公司 天津 300459; 2.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: 沙河街储层埋藏深,成岩程度高,与明化镇储层相比,孔隙度低,渗流能力差,储层的敏感性强,原油含胶质沥青质成分高。由于埋藏较深,井间连通性较难通过静态资料准确掌握,需要结合动态数据进行分析。同时,油田投产初期依靠天然能量衰竭开发,随着开发的进行,地层压力下降快,产量递减速度快,自喷生产能力不断下降,需要注水补充地层能量降低自然递减。基于以上原因,在沙河街油水井解堵方面通过运用“三合一”的解堵体系及分析方法,针对不同油水井有的放矢采取不同的解堵策略,取得了良好的增产增注效果。

关键词: 解堵技术; 储层保护; 注水水质

1. 解堵技术前期研究

为了更好的进行增产增注措施工艺技术优化并准确实施,开展以下基础研究:

- ① 油田产层流体对产能影响规律研究;
- ② 油田原油析蜡对产能的影响;
- ③ 油田原油胶质沥青质对产能影响规律研究;
- ④ 压力、温度、气油比关系研究;
- ⑤ 地层压力场、黏度场分布研究;

通过基础研究取得如下认识:

① 油田地层压力快速下降,开展析蜡沉积规律实验,随着压力降低,析蜡点逐渐增加,并筒温度随着深度变化较大,与析蜡点温度差在 20-40℃时,蜡沉积量最大,产层流体存在析蜡,即主要在并筒中井口往下 100-700 米处是析蜡重点关注的目标深度。

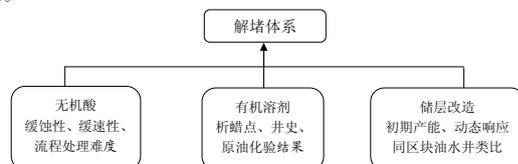
② 通过分析胶质沥青质沉淀规律,当压力下降到 28-33MPa 左右时,胶质沥青质沉淀速度加快,根据建立的理想化模型计算胶质沥青质沉积使产量降低约 84%。

③ 根据当前油井产量计算油井并筒温度、压力分布,结合析蜡沉积规律实验研究认识,分析油田目前析蜡规律,绘制油井析蜡图版,从而得到油田油井析蜡情况。

④ 随着油井的生产,近井带压力下降,胶质沥青质在近井带开始沉积,同时近井带渗透率也开始降低。结合实验数据、数模研究分析,运用物质平衡法计算并预测地层压力,结合近井地带压力梯度分布规律,得出油井胶质沥青质沉积规律。

2. “三合一”解堵技术机理

在无机酸的选取上,针对沙河街储层的敏感性认识,以缓蚀性、缓速性、深穿透效果为主要考量因素,通过类比优选,在部分油井选用氟硼酸液体系及匹配的酸液添加剂,可减少储层深部伤害,相比于盐酸和土酸体系,既能达到较好的酸化增产效果,同时对岩石骨架强度破坏较小,降低了油井出砂几率。其次结合井史、地面原油化验分析数据等资料,根据油水井的实际井况,对于油井含蜡、蜡堵的油井,优选有机溶剂、表面活性剂、互溶剂为主的有机清洗剂;最后根据井组的动态响应和过往井史、累产等生产数据进行分析比对,对井间的连通性做定性判断,以决定是否应用微压裂、深穿透补孔等储层改造技术。从无机、有机、储层改造三个方面对解堵工艺进行考虑和优选,形成了针对不同井况制定解堵体系的选择标准。



3. 储层保护技术

沙河街低渗储层泥质含量相对较高,水敏性相对强,修井液漏失容易引起储层中的粘土矿物水化、膨胀,造成储层渗透率降低,

影响井壁稳定性。稠油层段射开后,射孔液进入地层易造成乳化堵塞,增大原油返排所需的启动压力。目前海上射孔作业常用的瓜尔胶交联射孔液体系,由于作业后存有残渣,一定程度上影响了新射孔开层的产量,因此根据不同储层特点,针对性的开发了沙河街储层保护液和助排型射孔液体系。同样针对修井作业过程中的储层保护也采用同系列的储层保护液,尽可能减少修井液导致的储层污染,现场实践表明采用储层保护液后油井作业后产能恢复较快,完全达到作业前水平。

储层保护射孔液具一定粘度,自身失水量小,通过绒囊封堵可有效减少地层射开后的工作液漏失;体系防窜率高,能有效抑制射孔层孔隙内粘土颗粒的水化、运移,降低作业后固相堵塞;同时体系对钻具及管柱腐蚀性小,作业后返排性好。

4. 提高沙河街注水水质

针对油田沙河街储层和水源特征,通过大量实验研究,系统评价注水悬浮颗粒粒径、悬浮颗粒浓度、含油量对沙河街储层的伤害规律,通过配伍性水质控制指标制定油田注入水水质控制指标要求及水质保证体系。

① 建立适合油田的注水储层吸水能力和阻抗预测模型;利用注水井动态曲线获得注水阻抗曲线,获得了注水井伤害模式主要为内滤饼+外滤饼;采用环境电镜扫描和能谱分析,对注入水中悬浮物的形态和成分进行鉴定,结果表明悬浮物的主要成分为 SiO₂、CaCO₃、MgCO₃、Fe₂O₃ 和硅铝酸盐,悬浮物产状圆度差,为酸化增注提供了设计依据。

② 基于大量的室内静态实验、岩心伤害动态实验和结垢软件预测评价,结果表明污水从 FPSO 输送至平台的过程中存在结垢倾向,但影响很小;从平台井口注入沙河街地层,污水到达井底后开始结垢,清水在井筒中部开始结垢。油田清污混注时建议污水与清水的配比建议 ≥ 8:2;注入沙河街地层时污水与清水配比建议 ≥ 8:2;注水系统应添加适量阻垢剂,建议清污交替注入,这种方式伤害最小。

平台注水来自油田水处理设备,以现场水质实际处理情况为基础,通过增加精细处理设备,对平台注水水质进行深度处理,应用两级快速过滤器的处理方案,第一级纤维球滤器保证冲击负荷情况下的出水水质,第二级膜处理设备串联在第一级处理设备之后进行精细处理,保证了沙河街油藏的注水水质需求。

5. “三合一”解堵技术现场应用

通过应用无机、有机、储层保护“三合一”解堵技术及注水水质提升方法,结合沙河街自喷油井转抽措施,取得了良好的增产增注效果,从 2015 年至 2018 年实施了 8 井次油井解堵转抽措施,实现累增油 40 余万方,3 井次注水井解堵措施实现累增注 20 余万方。

参考文献:

- [1] 李占东 海洋采油工程 中国石化出版社.
- [2] 中油长城钻井液分公司 钻井液技术手册 石油工业出版社.
- [3] 姜维东 海上低渗油田注水水质对储层影响实验研究 工业水处理.

作者简介:王庆龙(1979-)男,汉,工程师,机采工程师