

# 低渗油藏水驱特征性分析与调整对策探讨

王敏

(中石化胜利油田分公司纯梁采油厂地质研究所)

**摘要:** 油田储层排驱压力、饱和中值压力低, 孔隙半径小, 储层渗流性能差, 属于中高孔一低渗透储层。该油田开始进行注水开发, 采用反九点法注采井网。提高低渗透油田改善水驱效果, 必须开展注采井网的适应性分析、合理控制注采速度精细分层注水; 注水水质精细处理和注入水配伍性研究、减少储层伤害; 注重保持地层能量, 避免因过度压裂引起的暴性水淹。

**关键词:** 低渗透储层; 水驱问题; 改善效果; 调整措施; 地层改造

研究油区为典型低渗透油藏, 经过多年水驱开发取得较好开发效果。但也存在注水井吸水能力低、启动压力和注水压力高、油井受效时间长、压力和产量变化不敏感等问题。针对低渗透油田注水开发中存在的问题, 分析影响水驱开发效果的主要因素, 提出有效开发低渗透油田的主要技术措施。

## 1 水驱开发存在问题

### 1.1 采用消耗方式开发, 产量递减快, 压力下降快

低渗透油田天然能量不充足, 原始地层压力为 17.2MPa, 渗流阻力大, 能量消耗快, 采用自然枯竭方式开发, 产量递减快, 地层压力下降快, 在依靠天然能量开采阶段, 产量的年递减率为 40%, 地层压力下降幅度很大, 每采出 1% 地质储量, 地层压力下降 4.2MPa。为了获得较长的稳产期和较高的采收率, 采用保持压力的开发方式是势在必行的。

### 1.2 注水井吸水能力低, 启动压力和注水压力高

该油田注水井吸水能力低, 启动压力和注水压力高, 而且随着注水时间的延长, 层间、层内矛盾日益加剧, 甚至发展到注不进水的地步。由于注采井距偏大、油层吸水能力低, 注水井的能量(压力)难以传递、扩散出去, 致使注水井井底附近产生憋压, 注水压力升高。

### 1.3 油井见注水效果较慢, 压力、产量变化不敏感

该油田由于油层渗流阻力大, 注采井距偏大, 注水井到油井间的压力消耗多, 因而油井见注水效果不仅时间晚, 而且反应比较平缓, 压力、产量变化幅度不大, 有的甚至恢复不到油井投产初期的产量水平。

## 2 影响水驱效果因素分析

### 2.1 注水水质影响

在低渗透注水开发油藏中, 注水水质中固体悬浮物和含油量超标, 以及注入水与地层水配伍性差是低渗透油藏注水水质的突出问题。当注入水中硫化亚铁、氧化铁、沉淀的碳酸盐和硫酸盐、细砂和粘土颗粒等悬浮固体含量过高时, 固体颗粒会被滤出在井壁或进入储层, 形成低渗透性的滤饼或低渗透污染区域, 堵塞储层的流通孔道, 使油层吸水量大幅度地下降, 严重影响注水开发效果。注入水中含油量过高时, 含油会聚集成油滴, 进入岩石的微小孔隙, 形成附加毛管压力, 堵塞微小孔隙, 使注入压力上升。当注入水与地层水配伍性差, 注入水所含成垢离子  $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{CO}_3^{2-}$  等较多时, 容易形成沉淀, 造成储层内结垢严重, 堵塞孔吼通道, 导致注入压力上升, 油层吸水能力下降。

### 2.2 储层敏感性影响

低渗透油田注水开发过程中储层敏感性主要表现为速敏和水敏伤害。低渗透油藏胶结物和粘土含量通常较高, 在开发过程中, 由于注入速度过快或采油井泄压过快, 使微粒更易运移, 导致近井地带储层发生较为严重的速敏伤害, 使储层渗透性变差。岩石速敏实验表明, 速敏引起的储层渗透率伤害具有不可恢复性。因此, 在低渗透油藏注水与采油过程中应合理控制注采速度, 减小速敏引起的低渗透储层伤害。储层粘土含量较高, 当注入水使地层水的浓度降低或组成发生变化时, 破坏粘土矿物与地层水处于溶胀平衡状态, 导

致粘土发生膨胀, 从而降低了储层渗透性。

### 2.3 储层有效应力影响

注水过程中, 注采不平衡和地层压力下降, 储层的有效应力变大, 导致储层骨架会发生弹塑变形, 孔隙介质变形, 使依附在壁上的松散颗粒脱落, 在孔隙中运移并在狭窄孔隙或喉道处堆集, 造成堵塞, 使储层渗透率降低。

### 2.4 过度压裂影响

低渗透油田注采井的过度压裂(水力压裂、超破裂压力注水), 易造成裂缝将油层切割, 基岩弹性能量释放后注入水将沿裂缝窜流, 导致油井暴性水淹, 由于压裂后裂缝与基质的油水渗流能力存在明显差异, 油层水淹后仍有大量的剩余油富集于基质中难以开采, 再利用水驱渗吸作用来开采基质中的原油效果差、时间长、采收率低。

## 3 改善水驱效果对策研究

### 3.1 采用合理的注采井网, 提高水驱控制程度

当砂体分布面积一定时, 井网水驱控制程度大小主要取决于注采井距与注采井数比, 适当缩小井距或提高井网的注采井数比, 可以提高井网的水驱控制程度, 改善油田水驱开发效果。

### 3.2 精细分层注水, 提高油层动用程度

油田油层具有薄、多、散、杂等特点, 层间非均质性强, 从油水井产、吸剖面看, 存在着很大的层间矛盾, 采取早期分层注水开发, 挖潜差油层潜力, 可以有效地提高储量动用程度, 提高注水效率。

### 3.3 提高注入水水质与配伍性, 减少储层伤害

油田储层渗透能力低, 孔隙半径小, 对注入水水质要求较高。在油田注水开发过程中, 严格按水质标准进行注水, 搞好精细水质处理, 提高注入水与地层的配伍性, 可以有效地减少储层的伤害。

### 3.4 开展周期注水, 减少无效注水

通过周期性的改变注水量, 在油层中造成不稳定的脉冲压力场, 使流体在不同渗透率地层或裂缝间不断重新分布和层间交换, 促进毛细管渗吸作用, 可以增大注水波及系数及洗油效率, 提高最终采收率。

## 4 结束语

(1) 低渗透油田注水开发主要存在注水井吸水能力低, 启动压力和注水压力高; 油井见注水效果较慢, 压力、产量变化不敏感等问题。(2) 注入水的水质、储层速敏和水敏、储层有效压力及过度压裂等因素是造成油田水驱效果差的主要原因。(3) 储层损害周期长、损害范围广, 具有动态性、叠加性和不可逆性。为确保油田长期稳产, 改善油田水驱效果, 必须要开展精细注水, 不仅要注够水、要注好水。(4) 提高低渗透油田改善水驱效果, 必须开展注采井网的适应性分析、合理控制注采速度精细分层注水; 注水水质精细处理和注入水配伍性研究、减少储层伤害; 注重保持地层能量, 避免因过度压裂引起的暴性水淹。

### 参考文献:

[1] 岳耀怀. 低渗透油田注水开发技术方法[J]. 中国石油和化工标准与质量. 2016 (01)