

# 低渗透油田注水开发工艺技术分析

周 鹏

延长油田股份有限公司 陕西省延安市 716000

**摘 要:**在国家不断发展的过程中,石油能源具有十分重要的作用,现阶段我国对于能源的需求呈不断上涨的趋势,因此相关部门必须加强对油田开发的重视。注水工艺技术在油田开发中占据十分重要的位置,要想从根本上确保资源的质量,就需要在低渗透油田开发中积极采用注水开发工艺,以使油田的含水量得到有效降低。文章论述了低渗透油田的注水开发工艺及技术细节,以供借鉴。

**关键词:**低渗透;油田注水;开发工艺

## 引言

低渗透油田的压裂开采中需要进行注水,使水流动到固定的裂缝处,提升含水量,提高石油开采效果。但是实际上注水采油的效果并不理想,相对于预期的效果来说,相差的水平比较大。因此还需要加强对低渗透油田注水工艺技术的研究。

### 1 低渗透油田的特征研究

#### 1.1 地质特征

众所周知,低渗透油田纵向与平面的油水分布较为复杂,油井中油水现象常见,这很大程度上增加了油田布井及油田本身开发的难度。一般情况下储层砂体规模比较小,又会对油田开发井网水驱的控制效果产生影响<sup>[1]</sup>。油水开发主要目的层是富裕油层,属于低渗透性储层,渗透率约 $10 \times 10^{-5} \text{um}^2$ ,孔隙度约15%,油层物性不理想,油井自然产能非常低,必须通过压裂改造才能出油。实际开发时,约35%的注水井日注水量不超过5m<sup>3</sup>,四分之一油井无法保证预估储油量,很多天然能量的开采时间均要超出半年,地层压力下降,井产量也下降,对油田区域进行注水时,30%的油井含水在短时间里上升,导致产量递减,有60%的油井注水效果不佳,进一步影响产量。

#### 1.2 物理特征

在油田当中孔隙度发生变化的几率较大,根据这一特点可分为高空和低空低渗油田。组成高空地神油田的岩石主要有粉砂岩、极细的砂岩以及白空土等,具有孔隙度大以及埋层深度浅等特点;而低孔低渗透油田的孔隙度相对较低,其主要组成部分为在油田储层当中分散的微溶孔。低渗透油田具有非均质性,且就其物质性质来讲,纵横相异,所处的岩石以及岩层缺乏稳定性,可能会产生岩相或者是岩性尖灭的变化,甚至还会造成井

间无法对比的情况。

## 2 油田开发过程中的安全问题

### 2.1 进行油田开发所需的成本过高

为了改善油田发展注水工艺的问题,使油田利益最大化,用最小的经济投入获得最高的投资回报,采取一定的方法措施,完好地解决石油注水工艺发展过程中可能遇到的问题,在进行多方面的考虑之下,选出更为合适的策划方案,从而加快油田开发注水工艺的发展<sup>[2]</sup>。现如今,我国的油田开发是以金钱换取石油,对油田的开采利用效率不够高,并且生产工艺过于繁琐复杂。另一方面,油田集输生产的成本也更加高昂。以最常见的常温运输方法为例,该项技术就是通过在原油中添加相关化学药剂,以此来调节原油中蜡的含量,并降低原油的粘度。通过特殊的工艺设备将相关化学药剂运输到井底,并使之形成水包油型,达到降低杂质的影响。其次,对于热洗方法,就是将原油与相关的热载体混合,并通过特殊的工艺过程将原油从井底运输到地面以上,在此过程实现对原油的加热,进而降低其粘度。对于井底电加热技术,就是将电缆吸入到油田下,通过电缆的加热,以此来达到降低原油粘度和原油的举升。从原油的开发到运输、利用的各个环节,都需要投入大量的金钱成本以及人力物力资源,这对于整个石油行业来说都是较大的资金投入。

### 2.2 油田渗透能力弱

低渗透油田厚度相对较低,同时井中空气渗透率也比较低,有效孔隙的平均数据在15%左右,油层的物理性能差,导致油田自然产量与相关标准不符,因此需要对其进行压裂改造,以确保产油量的稳定性<sup>[3]</sup>。

### 2.3 低渗透油田注水效果差

因为一般来讲低渗透油田的油层都处于裂缝发育的

形态, 导致在进行油田注水开发的过程中, 水会流动到固定的裂缝当中, 含水上升速度较快, 然而其注水效果却不理想, 以至于产油量较低, 和平均水平相差甚远。

### 3 低渗透油田注水开发技术方法

#### 3.1 早期分层注水方法

低渗透油田油层数有限, 层间渗透性也不同, 从油水井产油吸水来看, 有较为突出的层间问题, 所以必须在早期进行合理分层注水, 保证低渗透油田储量得到开发, 降低含水速度。在进行早期的分层同步注水时需要投入新注井, 工作人员不但要结合注采对井分层来实现对各层矛盾的有效调整, 还要结合新投注井分层考虑砂体规模和联通的因素, 合理设置注水量。待分层矛盾缓解和解决后, 对分层井四周的油田动态进行严密观察, 监测内容有油井层段、厚度、层段中的吸水情况等, 有效进行注水细分的安排<sup>[4]</sup>。针对套损注水井实际使用面积小的情况, 承压更高的封隔器, 会达到很好的密封效果。

#### 3.2 注采调控

目前, 中国已经拥有很多大型油田, 如河南、胜利、江汉油田等, 这些油田均为我国获取石油资源战略储备的重要采集地, 但国内很多大型油田的勘探开发已开始进入中后期。对这类中、后期油田而言, 开发油田将增加成本。目前国内大部分油田所产的油品较差, 且埋藏过深, 开发过程中需要大量的资金投入。即便是增加了投入成本, 所开采的原油仍不能达到加工需求。所以, 在油田开发中后期, 要注意在增产技术上的开拓和创新, 以注采调控技术为创新的第一个桥头堡, 对油层结构进行一些改进和修复后, 在采油过程中加强采油调节技术的实际运用。采用注采控制技术, 可有效改善油层开采状况, 使油层开采形势得到较大改善, 继而使采油工作顺利进行。

#### 3.3 周期注水形式的应用

低渗透油田在发育阶段会出现油层裂缝的形式, 而裂缝的出现会导致油层不同位置出现不同的性质, 使油层产生非均质性的特点明显, 必然会影响油田的开发效果<sup>[5]</sup>。注水开采中在高渗透层以及裂缝的影响下会进一步降低石油的吸水量和成熟率, 使油层间的差异加大, 导致油层开采效率降低, 这个时候应用注水工艺进行低渗透油田开采尤为重要。

#### 3.4 裂缝注水方法

由于油田区块裂缝的情况比较严重, 顺着东西方向进行分布, 因此采用反九点井网的方式进行处理, 控制

井排方向与裂缝夹角11.5度, 注水从裂缝出现的方向推进。裂缝水驱油藏, 对裂缝中同步布置注采井很容易导致水淹油井的情况, 因此在设计时就要注意裂缝的位置, 确保其在注水拉水线并设置裂缝两侧驱油, 从而达到提高注水波及系数以及开发油田注水效率的目的。

#### 3.5 采取空气泡沫驱

空气泡沫驱是指将稳泡剂以及起泡剂注入到油层中, 使水 and 气都是形成泡沫液, 从而不断完善和优化驱油的流度, 从而将采收率的提高, 该采收率技术的发展潜力较大。在油藏温度下注入的空气将会和原油发生低温氧化反应, 能够间接完成烟道气驱、产生热效应; 此外, 泡沫的低张力特性以及高黏度都能够使残余油的活力能力得到有效提升。

#### 3.6 加强水处理装置的维护

加强对现有水处理装置的维护工作, 随着油田开采新技术的发展和普遍应用, 提升了油田的出水量, 同时水中的成分也越来越复杂, 提升采出水难度。为了有效解决这个问题不仅需要注重对采出水新型技术和工艺的维护, 还需要做好装置的维护工作, 提升水处理效果<sup>[6]</sup>。同时采用反冲洗的优化方式进行维护, 反冲洗主要是通过电机带动水泵, 在大负荷的运载下提升电机以及水泵的机械冲击力, 导致机械的使用寿命缩短, 为了有效解决反冲洗带来的问题, 可以采用反冲洗微机控制变频调速系统, 通过转变电机频率的方式对反冲洗泵进行合理调整, 降低启动电流, 而且可以结合预定方向进行调整。这样不仅有利于达到预期效果, 同时还有利于延长电机的使用寿命。

#### 3.7 优化反冲洗方式

反冲洗的工作原理其实是利用电机驱动水泵来工作的, 同时大多在运转过程中都处于负荷状态, 在进行启动的过程中, 水泵和电机会出现较大的机械冲击, 以至于磨损机械, 进而使机泵的使用年限降低, 因此为了有效解决反冲洗过程所存在的不足, 反冲洗微机控制变频调速系统应运而生, 该系统有效结合了变频调控速度和微机控制技术, 通过将电机频率改变的方法对反冲洗水泵进行适当的调整, 该种调节方式的启动电流相对较低, 还可以让反冲洗强度的变化根据事先所预定的方向来进行, 在完成预期效果的同时, 还使电机等设备的寿命得到了有效延长, 使反冲洗工艺技术水平得到了有效提升。

#### 3.8 注水井深度控制方法

在被存在裂缝因素影响下, 油田不同层面会有更明显的矛盾, 这又导致含水控制工作更难处理, 工作人员

需要从注水井吸水面加以改善,特别针对高含水区域的注水操作应用更多的调剖技术,再结合油藏要求和裂缝特征,选择合适的配方,确保调剖性能的实现。在实施的同时工作人员还要提前采取岩心封堵的实验以及驱油的实验进行检测,确保应用的调配剂配方与要求相符。

#### 4 结束语

综上,在油田开发过程中,应当将有效的科学技术与其它新型技术相结合,以降低注采工艺给油田开采带来的不良影响,实现高效地原油开采,提高油田的产能效果,同时减少目前油田所面临的问题,使中国低渗透油田开发技术逐渐走向成熟。

#### 参考文献:

[1]慕丹.低渗透油田注水开发工艺技术研究[J].中国石油和化工标准与质量,2021,41(13):173-174.

[2]闫钰琦,刘磊峰,白惠文,等.低渗透油藏差异化调整配套技术探索与实践[J].化工管理,2020(36):189-190.

[3]袁帅,丁飞.低渗透油藏注水开发井网适应性分析[J].石化技术,2020,27(10):274-275.

[4]解瑞杰.低渗透注水开发油田开发效果评价[J].化学工程与装备,2020(7):60-61.

[5]王苹.低渗透油田注水开发工艺技术研究[J].科学与财富,2020(7):56.

[6]焦海明.低渗透油田的注水开采工艺技术[J].化工设计通讯,2019,45(5):39.

周鹏,男,汉族,出生于1983.10,本科学历,现就职于延长油田股份有限公司,擅长于油田注水、油田开发,邮箱:421406520@qq.com