

# 低渗透油田注水开发工艺技术分析

李建东

延长油田股份有限公司子长采油厂 陕西 延安 717300

**摘要：**随着全球化、信息化和市场多元化的趋势加速，能源需求一直逐年增加，而非再生能源相对落后，人们对传统能源的需求量也不断扩大，其中石油是非常重要的石化能源，其资源储量极大，具有广泛的应用市场，在人类社会的现代化建设中，发挥了极为重要的作用。因此，研究采油技术，提高油田开发效率，对保障能源安全和全球能源供应稳定性具有重要的战略意义。

**关键词：**低渗透油田；注水开发；工艺技术

## 引言

渗透油田是指地质构造复杂，油层孔隙度低、渗透率小于1~2倍10-3m/s的油藏。由于其油层本身的特性，存在油藏开发难度大、生产成本高等问题。因此，低渗透油田注水开发工艺技术尤为重要。低渗透油田注水开发技术主要包括注水井的选址、注水井的布局方案、注水井的完井设计、注水井的分阶段注水方案等等。

### 1 低渗透油田的特点

#### 1.1 物理特点

首先看孔隙结构，通常低渗透油田的孔隙结构都会有一定的变动幅度，在十百分之负三十五的范围内变化，而空隙程度也存在一定差别，根据空隙的大小变化，低渗透油田可以分为二个主要的类型，分别为高孔和低孔<sup>[1]</sup>。低孔类的低渗透油田，特点是孔隙度比较小，但在低渗油田的储层内存在着许多的微融孔隙。而高孔类的低渗油田则是孔隙率相当大，一般是在25-百分之三十五范畴。

其次非均质性问题，低渗透油也会具有显著的非均质性。在低渗透性油田中的部分油田，是由于其纵横走向而存在着一定的相对差异。而这种低渗透性油田的地质特性以及产层厚度，都是由于缺乏充分的相对稳定性，岩相的地质特性也是在短期内就会有所改变，使井相间对比产生了诸多的技术难度。

#### 1.2 地质动态特点

首先看穿透能力问题，低渗透性油田本身的穿透能力是相当弱的，而且由于油井形成的厚度不够大，井的空气渗透性也并不高，有效孔隙的均值也只有百分之十五<sup>[2]</sup>。低渗透油田本身的物理性能就比较低，所以对低渗透率油田进行高压裂技术改造，使产能可以获得一定幅度的提高。其次是注水效应，由于油层的主要表现形式是裂隙发育，这也使得在低渗油田的实际注水工

作中，由于水流沿着稳定的裂隙进行流淌，使得虽然含水增加十分迅速，但是实际注入的效益却不理想，使得生产上也是遭到了很大的负面影响，而且油地的生产率通常也要比世界平均水平低下。

## 2 研究内容以及开发工艺关键

### 2.1 开发工艺关键

本文以低渗透油田注水开发技术为研究对象，分析低渗透油田注水开发的特点，综述目前国内外注水开发技术的研究现状，且对不同注水开发工艺的选型、优化及效果进行了深入探讨，同时重点分析了不同工艺参数对注水开发效果的影响。采用文献资料法、实验法和数据分析法等多种方法，对低渗透油田注水开发工艺技术进行了深入研究

### 2.2 低渗透油田注水开发工艺

首先，注水井选址是低渗透油田注水开发过程中最为关键的环节之一。井位的选择需要考虑到沉积物厚度、孔隙度、渗透率、含油饱和度、温度、压力等因素。此外，由于低渗透油田的油水作用力较小，因此在井位选址时需要提高设计井距和密度。其次，注水井的布局方案也十分重要。在一般的注水开发中，采用的布局方案为平面格网排列，但在低渗透油田中，由于地质条件的复杂性，平面格网排列会出现疏漏、死水、地质损失较大等问题。因此，在低渗透油田注水开发中，采用非平面格网排列的布局方案，更可减少疏漏和地质损失。接着，注水井的完井设计也需要考虑到低渗透油田的特殊情况<sup>[3]</sup>。在完井设计中，应采用多段水力压裂和多层分层贯通技术，提高孔隙度、渗透率，加强油水分离。最后，注水井的分阶段注水方案也是低渗透油田注水开发技术的重要内容。由于低渗透油田的缝道狭窄，注水速度慢，因此在注水开发过程中需要采用分阶段注水的方式，逐渐增加注水量、增加注水压力，以提高注

水效果。

### 2.2.1 水质保障技术

#### (1) 对节点水质进行检测

在油田开发的过程中,实施注水工艺的目的基本是要使水质保持在合格的水准,以防止由于水污染而产生的投资成本增加、生产设施受损等现象,同时为了将水质做好良好检测,还必须进一步的将相应的管理制度加以健全与管理。

首先,要仔细的研究注入水的成分。原生态油田中的地质构造够比较复杂,地层内部不同的温度、油气形成埋藏的深浅等也可能造成油气形成的特征各部分不同。通过研究可以证实,部分采油厂水处理站的水体具有较强的导电性能,因里面存在着较高的含矿量,而这样的水体不但会污染采矿设施,而且还会形成结垢现象。在进行实际的采样分析过程中,要设置不同的监测点,将不同时期、不同场所的水质加以采样,并加以数据分析,同时在有限的数量基础下,将采样的监测点加以数量上的扩充,来使所监测到的数据更为的全面;对沉降罐的水质也应进行采样分析,将可以比较清楚直接的观察水质的演变状况。

#### (2) 优化水处理装置的维护

首先要对已有的水处理设备加以维修,而在油田技术日益发达的今天,油田的出水量也在显著提高中,这就使开发出来的水质问题越来越的复杂,这样,对采出水的管理就比较的困难了<sup>[4]</sup>。在将新型的技术手段加以运用的同时,还将水质处理装置加以完善的保护,使得其可以有效的开展工作,以便使水体获得一定的保护。

其次,在反冲洗的时间上还需要加以调整。其运行特点是使用电力来推动水泵的操作,由于长期的高负荷工作,所以每次在起动的时候都产生巨大的压力,会使设备产生一定程度的损坏,降低了其使用期限,而对于处理了此问题,所产生的防冲刷微机控制系统变频调速系统,它的使用期间可以通过变化电动机频率,进而使自动水泵做出适当的调节,使启动的电流量大大减小,同时也使反冲刷的强度可以实现人为限制,不但可以提高设备的使用寿命,还可以使反冲刷工艺得以进一步发展。

### 2.2.2 注水开发工艺技术

#### 空气泡沫驱的应用

在油地的开发工程中,在油田形成中需要添加稳泡剂和发泡添加剂等,使水与空气在一起达到泡沫化,使得可以实现优化驱油的目的,从而得到提高采收率。这项科技研究的未来是相当光明的。将气体投入油田中,它就能与产生相应热量的油发生化学反应,最终形成烟道气驱,从

而形成热效应。另外,泡沫有着一定的低张力的性质和有粘性的特点,也可以使残余的油增加活力。

### 2.2.3 注水开发技术的研究现状

经过长期的研究和实践,注水开发技术已经取得了一定的成果,如常规注水、低渗透油田注水采油技术、高渗透注水采油技术等。常规注水采油技术是将天然气通过注水井降低石油地下的渗透压并增加储层中油的运移度,提高采收率和原油产量。然而,这种方式在低渗透油田中的效果非常有限,注水不易渗透岩层,注入量较低,油田效益有限。针对低渗透油田,国内外学者提出了一系列注水开发技术,如聚合物驱油技术、微生物驱油技术、沙水注入技术、CO<sub>2</sub>驱油技术等<sup>[5]</sup>。然而,这些新的注水开发技术在实际应用过程中也存在着一些问题:如聚合物驱油技术的复杂性和成本高;微生物驱油技术实验进展缓慢,并且存在较多的不确定性;沙水注入技术的经济性受到严重质疑,直接影响其可行性和可维护性;而CO<sub>2</sub>驱油技术虽然被认为是一种有前景的注水开发技术,但还没有得到大规模应用。

### 2.3 不同注水开发工艺的选型和优化

不同注水开发工艺的选型和优化是注水开发技术研究的重要环节。基于低渗透油田的特点,在注水开发中相对成熟的技术有高压注水、常规注水等。常规注水技术可以通过增加注水量来降低储层渗透压,提高储层的油水可分离性。但是这种技术在低渗透油田中却有着一些缺点,如注水效果不好、发生渗透失效、水与岩石的重力结合、可利用的能量损失较大等。高压注水技术主要通过增加注水压力来提高注水效果,并且采用叠合注水工艺,将大量的能量注入油层,提高了采收率和原油产量。但这种技术也具有风险和成本高的缺点,需要较高的维护成本。相对于常规注水技术,高压注水技术需要更加先进的工艺和设备支持,建设和维护成本都很高。

### 4 低渗透油田当中产生的问题

我国很大一部分的油田开采工作,都需要建立在低渗透油田的基础之上,他们的数量相当庞大,估计占有总油田规模的百分之七十以上<sup>[1]</sup>。但是,在开发应用阶段,对于低渗油田的应用还有一些问题有待解决。低渗透油田本身也存在油田内压力较低的情况,但假如井的深度还不够大,则存在的情况就会越来越严重。井的深度越浅,说明油井当中存在的压力越低,那么低渗透油井当中的裂缝就会比较窄,如果管道当中有油水产生时,在孔缝当中的油水流动,便会造成油水界面张力通过孔喉的障碍比较大,出现堆积现象,导致原来较窄的孔喉管道更难利用油水,产生了渗透率不够的现象,造

成水锁现象。这种情况会对开采油田产生较大的干扰,也会造成许多安全隐患。此外,由于低渗透油田还面临着其他许多困难,导致这一类油田的发展困难相当大。所以,杏子川采油厂对采油工艺技术做出了进一步的探讨与改进,以争取进一步的开发及原油生产。

## 5 低渗透油田注水工艺创新对策

### 5.1 强化工艺创新投入

技术创新是公司长期发展的主要力量,根据油田公司自身的优势,加大对低渗透油田的地质特征和物理化学特性研究,进一步总结低渗透油田实际发展中的问题,从而对低渗透油田的创新水驱工艺有了具体的研究方向,对新注水技术的方法做出科学选择,并总结当前工艺技术的缺点,进而对创新技术确定发展方向。

### 5.2 提升注水工艺创新的实际效果

公司必须提高企业创新力,对于低注水技术的革新,公司必须加强对现有技术的学习,使技术实力总体上得到提高,并进一步总结低渗透油田实际生产中面临的技术困难,并进行针对低渗透油田的重大技术革新

### 5.3 注重针对创新

低渗透油田本身所涉及到的技术问题是相当多的,也需要特别重视对低渗透油田所进行的技术创新。比如在低渗透油田的实际开发中,一直以来都存在着水资源污染的现象,也就是中国国内的低渗透油田大多为陆相沉积的油层,水非均质性很大,所以近年来政府不断地在注水开发上加大了力度,因为水流的不断冲刷,导致了地下水形成一定的渗流通道,会产生大量注水顺道涌出。针对这一问题,可以加大科技的创新,从而推动低渗透油田整体研发技术水平的提高。

## 6 工艺参数对低渗透油田注水开发效果的影响

### 6.1 洞口直径

洞口直径是指注水井的口径大小,它对注水开发效果有着非常重要的影响。注水井的洞口直径是否合适,直接影响到注水井的水能力和注水效果<sup>[2]</sup>。通常情况下,洞口直径过小和过大都会影响注水效果和生产效果。过小的洞口直径会造成注水井压力过大,导致注水流量不足,甚至造成堵塞;而过大的洞口直径,则会导致注水进入地层太过迅速,使得注水产生短路的现象。

### 6.2 注水量

注水量即每天注入的天然水量,它是决定注水效果的一个非常重要的参数。注水量的大小直接关系到了储油层的注水压力、压差和注水率,同时它还影响到注水的持续时间,从而对油藏产出的产量和采油效率都产生着绝对的影响。在注水量的确定方面,需要根据低渗透油田储层的孔隙度和孔径大小,以及自身的储量和结构变化规律等综合因素进行分析。

### 6.3 注水网密度

注水网密度即注水井的数量和布置规律。注水井的数量和布置规律直接关系到油藏注水的均衡性、油藏的水能力、储层内部的压力分布和石油的采出量等诸多方面,因此,选取合适的注水井布网方式对注水效果的提高至关重要。在选择注水井张力工艺方面,需要根据地质条件、储层结构等综合因素进行分析和评估,以确保注水效果的最大化。

## 结语

低渗透油田开发是当前石油勘探和开发中面临的重大难题之一,注水开发技术已成为提高油田采收率的重要手段之一。本文以低渗透油田注水开发技术为研究对象,探讨低渗透油田的特点及注水开发技术的选型和优化,分析不同工艺参数对注水开发效果的影响,为低渗透油田的注水开发提供科学的工程技术支撑。

## 参考文献

- [1]李辉.低渗透油田注水开发工艺技术研究[J].化工管理,2018(19):210-211.
- [2]王丹琪,王志东,姜海永,栾小龙.低渗透油田注水开发工艺技术研究[J].化工管理,2017(32):49.
- [3]李浩,张平.低渗透油田注水开发工艺技术研究[J].化工设计通讯,2017,43(06):130.
- [4]刘国栋,田强,唐冬,等.利用超前注水提高特低渗透油田开发效果[J].云南化工,2018,45(4):148.
- [5]唐冬,韩晓龙,刘国栋,等.低渗透油田精细分层注水开发技术方法的探讨[J].化工设计通讯,2018,44(4):40.
- [6]董林.采油废水用于低渗透油田注水处理技术探讨[J].石化技术,2018,25(04):106.