

# Difficulties and Main Countermeasures of Low-Permeability Oilfield Development

Jinzhi Yang

East Oil Production Area of Majiashan, No.5 Oil Production Plant, Changqing Oilfield Branch, Xi'an, Shaanxi, 710016, China

## Abstract

China's oil exploitation has fallen into a bottleneck area. With the development of most oilfields entering the later stage and the oil volume decreasing gradually, China has been in a stage where the safety of oil energy is seriously threatened. However, low-permeability oilfields are widely distributed in China. Although the development process is difficult and there are many problems, they need to be exploited because of their abundant reserves, the paper analyzes the difficulties and main countermeasures of low permeability oilfield development.

## Keywords

low-permeability oilfield; development difficulties; production

## 低渗透油田开发的难点和主要对策

杨金智

长庆油田分公司第五采油厂马家山东采油作业区, 中国·陕西 西安 710016

## 摘要

中国的石油开采事业已经陷入了一个瓶颈区, 随着大多数油田开采逐渐步入后期, 油量逐渐递减, 中国已处于一种石油能源安全被严重威胁的阶段, 而低渗透油田大面积分布在中国, 虽然其开发过程难度较高, 存在许多问题, 但是由于其储量丰富而需要被大量开采, 论文针对低渗透油田开发的难点和主要对策进行分析。

## 关键词

低渗透油田; 开发难点; 产量

## 1 引言

近年来, 中国发现了越来越多的低渗透油田, 为了增加石油储备, 应对目前日益严峻的石油开采问题, 中国需要对低渗透油田进行开采。但是低渗透油田往往处于地理环境较差的区域, 导致在石油开发过程中难度较大, 遇到许多问题, 所以针对低渗透油田的开发难点进行分析是具有重要意义的。

## 2 低渗透油田的类别

中国所属油田储量大多都是低渗透油田, 也就是说中国石油的基本来源就是低渗透油田。在国际上, 低渗透油田并没有一个明确的概念, 而中国是根据其地理位置的油层能够达到的渗透率进行划分的, 一般来说分为三种情况: 普通低渗透油田、特低渗透油田、超低渗透油田。普通渗透油田是

指在一般油田的油层渗透率下, 含水饱和度在 25%~50% 之间, 虽然可以满足工业需求, 但是会产生大量的污染。特低渗透油田是指拥有不稳定的含水饱和度、油层渗透率在  $1\mu\text{m}$ ~ $0-01\mu\text{m}$  之间, 这种情况下的石油产出要经过一定的技术处理, 是不可以直接用于工业中的。超低渗透油田产出的石油是不可以用于工业中的<sup>[1]</sup>。

## 3 低渗透油田开发的基本特点

### 3.1 基本特点

低渗透油田是指油储层渗透率、丰度、单井产能都要比一般的油田要低的油田。虽然中国大部分的油田都是低渗透油田, 在长时间的开采过程中总结出了许多经验, 但是不可避免的要面对开采中原油产量下降、综合含水上升、供液不足、注水压力升高等问题, 这些问题为开采过程带来了较大的难

度。开采工作人员们一般采取注水压力的方式来增加注水量和注水压差,虽然对于开采过程有一定的简易效果,但是对于产量依然没有提高作用,且由于注水压力过大还会导致注水管道等设施出现故障,增加成本支出<sup>[1]</sup>。

### 3.2 开采方式特点

一般来说,低渗透油田的开采方式采取大型压裂技术,该技术可以通过多种方式来实现,分别是油井和注水井对应压裂、仅对油井进行压裂而注水井采取增注和只对油井进行压裂而注水井不增注的方式。这三种方式需要根据实际情况来运用。

## 4 低渗透油田的开发难点

### 4.1 低渗透油田的油层渗透缺乏规律性

低渗透油田的开发难点大部分都基于其不规则性,因为在一般的油田中,其油层的渗透性都是有一定的规律的,开采工作人员只需要掌握好其规律就可以有效地进行开采作业,但是针对于低渗透油田的开采并没有太多规律,况且其储层的油层喉道、孔隙半径都较小,其比表面积较大,所以导致了油层的渗透率不如一般油田。

### 4.2 油井吸水不足对石油产量造成的影响

低渗透油层是中国砂岩油田基质岩块的主要特征,由于砂岩油层具有一定的裂缝,所以一般来说这种油田的注水井都具有一定的吸水能力,但是如果对这种能力的控制不到位的话,很容易发生油井被水淹或者窜水的现象,导致了油井的水油比变化异常,这样不仅会导致油井自身的问题,还会在投注的前一段时间连累该油井周围的油井,最终导致整个油层遭受严重的水淹灾害。这就需要油井工作人员针对砂岩油田基质岩块的裂缝进行调控,达到预期的效果。

### 4.3 弹性能量小导致的产量问题

因为低渗透油田的储层连通性较差,且产生的渗透阻力较大,导致在实际的低渗透油田开采过程中,低渗透油田储层之间的弹性能量较低,通常情况下,油层边、底部分都会出现不活跃的现象,也就更加减小了弹性能量。在一般情况下,低渗透油田弹性阶段的采收率在百分之一到百分之二之间。另外,在使用天然能量对低渗透油田进行开采时,会导致底层的压力下降幅度增加,这就使得开采率降低,导致经济收益的下降与资源的浪费<sup>[1]</sup>。

### 4.4 地应力对石油开发的阻碍

在低渗透油田的开发中常常会用到压裂开发的方式,但是在压裂过程中,地应力会对裂缝的延伸方向与形状造成较大的影响,导致石油开发过程进展不顺利,影响了开采效率。一般来说,能够对开发工程造成影响的地应力因素为其大小和方向,所以在实际开发过程中要时刻注意地应力大小与方向变化所产生的作用与影响。

### 4.5 油层孔喉较细

中国的低渗透油田的油层孔喉较细,一般来说,小微孔隙以及细微喉道的平均孔隙直径仅仅在25~44 $\mu\text{m}$ 之间,而喉道的半径仅仅在0.1~2 $\mu\text{m}$ 之间,表面积约为2~20 $\text{m}^2/\text{g}$ ,所以在油层孔喉较小的情况下会导致表面积增大,使油层的渗透率降低,从而影响油层开采的进度与效率,这是目前中国在低渗透油田开采过程中遇到的最为困难的问题之一<sup>[4]</sup>。

## 5 低渗透油田开发对策

### 5.1 合理选择低渗透油田储量富集区块

中国国土广袤,有着大量的低渗透油田资源,但是正因为地域太过于庞大,导致了油田分布的不均匀和不集中,而单位面积内的石油储量高低由低渗透油田石油的分布特点决定的,且低渗透油田的油层相对较厚,导致了石油的开采具有一定的难度,使得石油开采成本也增高,需要对富集区域进行优选工作。在优选工作中,可以利用三维地震技术和钻深资料来建立油藏模型,将低渗透油田的储层情况进行预测,并分析油田中的油水分布情况。在开采的过程中,需要先对油层厚度较大且储量较为丰富的区域进行开采,在积累了一定的开采经验和开采成果之后再继续进行其他区域的开发和勘探,由此逐渐扩大开采的规模。

### 5.2 制定合理的井网规划部署计划

井网部署计划是低渗透油田开发的重要组成部分,关乎着开发效率的高低,而在制定有效的井网部署方案过程中需要做好相关的工作。首先是要减小井距,通过减小井与井之间的距离来增加井网的密度,从而达到较好的驱动型,提高驱动效率,确保驱动压力梯度保持在正常的范围内,这样有利于加快石油开采速度和采收率。其次是需要遵循相关的部署原则,要保证井网裂缝之间相互平行,并采取线状注水方法进行开发,合理地减小井间距离,加大井网的密度。

### 5.3 采用高效射孔技术

在低渗透油田开发过程中,需要用到高效射孔技术,这是一种兼具负压、高强度、油管传输、深穿透等特点的特殊技术,所以在石油开采工程中常常会使用该技术。高效射孔技术可以有效地改善压裂效果,提高低渗透储层油井的完善程度,使得低渗透储层油井具有较高的生产能力,并降低底层的破裂压力<sup>[5]</sup>。

### 5.4 优化设计总体压裂技术

总体压裂技术是开采低渗透油田中应用最多也是最重要的技术之一,该技术主要是以油藏为单位来对水力裂缝、油层分布、注采井网、油水运动等进行设计和规划。对总体压裂技术进行优化设计将可以有效地对单井工程的设计和施工参数进行调整,在油藏和油层分布配置合理的基础上对施工的过程进行实时检测,对总体压裂效果进行评价和分析,保证低渗透油田能够实现高产量、高效率、生产稳定性好等效果,达到最好的经济效益。

### 5.5 超前注水保持地层压力

低渗透油田有着较低的弹性能量,导致了其产油量较低,所以为了避免地层压力降低而被迫停止注水的问题,需要采用超前注水的方法。一般来说,超前注水法分为以下几点:第一点是钻注水井,就是指排除其中的液体,增高石油的含量;第二点是需要在油井投产的过程中全面转注注水井,做好注水采油工作;第三点是针对于没有裂缝的低渗透油田来说的,因为注采比是石油开采量的重要指标,所以需要在底层微裂缝的情况下进行注水工作,保持合理的注水比;第四点则是在高压异常和出现较大弹性能量的情况中,需要利用天然的能量来开采,等到压力与弹性能量达到合理的状态后再进行注水;第五点是当产液指数不断的下降,就要停止深抽工艺,减小抽深,提高生产压差来减缓油井的递减速度,保持油量的高度开采,达到生产的稳定。

### 5.6 运用深抽的工艺技术

深抽技术是促进生产的压力差增大,由此提高产液量的一种技术,采用该技术是因为在低渗透油田的开发过程中,油井会因为水分的存在导致产液指标下降,影响了产液率,而在对低渗透油田的开采过程中采用深抽技术可以有效的减

小油井因水分而产生的影响,增加抽油的深度也有利于保持石油产量的相对稳定,减缓石油含量的递减速度,并保持防蜡降粘,达到抽油泵工作最高效率。

### 5.7 充分利用污水处理技术

在开发低渗透油田的过程中,不仅需要解决低渗透油田开发难点,还需要运用到污水处理技术来确保所开发石油的质量。一般来说,在实际的污水处理工作中会用到自动化技术、金属膜微滤技术等。自动化技术就是通过终端来控制系统自动操作,是一种在各领域都有着广泛应用的技术,在油田的污水处理中更是有着重要的作用,对污水的自动处理不仅可以节省出一部分的人工资源,还可以通过简单的命令来控制污水的处理,提高石油的质量。自动化技术分为操作系统和控制系统。金属膜微滤技术就是以钛金属为原材料,通过钛金属的高度抗腐蚀性来将石油中含有的强酸碱性污水去除掉,而金属膜微滤技术中还运用到粗纤维来作为支撑材料,形成一种粗纤维支撑、细纤维过滤的工作体系,达到较好的污水处理效果。

## 6 结语

在低渗透油田的开采过程中,出现了许多问题和难点,为了保证中国的石油事业可持续发展,相关部门需要对低渗透油田进行有效的开发,解决其中出现的问题,应用相关技术,采取有效措施,确保在实际油田开发的过程中能够提高石油开采的效率与质量,从而为现代社会石油领域的发展提供良好保障。

## 参考文献

- [1] 蒋毅. 低渗透油田开发的难点和主要对策 [J]. 化工管理, 2019(05):216-217.
- [2] 孙连爽, 张旭, 席建桢. 低渗透油田开发的难点和对策 [J]. 科技经济导刊, 2019(04):117.
- [3] 张永青. 低渗透油田开发的难点及主要对策 [J]. 化工设计通讯, 2017(07):62-63.
- [4] 徐丹. 探析低渗透油田开发的难点和主要对策 [J]. 化工管理, 2015(29):57.
- [5] 张虎. 低渗透油田开发的难点和主要对策 [J]. 科技与创新, 2014(22):33+35.