

# 低渗透油田开发技术难点及对策分析与研究

谢 渝 齐志洋 (中国石油长庆油田第五采油厂马家山西采油作业区, 陕西 榆林 718699)

**摘 要:** 能源是人们生活、生产的必需品, 对人类社会具有十分重要的作用, 尤其是石油。随着人类社会和经济的不断发展, 石油的消费量和需求量连年递增。目前, 我国的石油对外依存度已经突破 72%, 远远超过了 50% 的警戒线。目前, 我国部分老油田都已进入了勘探开发后期, 开发难度日益加大, 采收率急剧降低, 必须采用更加高效的采油工程技术, 提高石油的产量, 为我国的经济发展和国防安全保驾护航。本文主要对油田开发后期的采油工程给水进行了分析与探索, 首先简要阐述了油田开发后期的特征, 然后对几种采油工程技术进行了分析, 主要有 3 种: ①三次采油技术; ②分层注水技术; ③水力压裂技术, 以期对促进我国石油行业的发展提供一定的借鉴和参考。

**关键词:** 低渗透; 石油; 油田; 裂缝; 注水; 开发; 对外依存度

## 0 引言

近些年以来, 随着全球人口的和人们生活水平的不断提高, 社会各行各业对能源的需求急剧增加, 特别是石油资源。一直以来, 石油及其衍生产品都是人类社会生产、生活的必备品, 因此, 石油资源对于国民经济发展具有至关重要的作用和意义<sup>[1,2]</sup>。虽然我国是世界产油大国, 但是我国石油消耗量巨大, 加之人口和经济的快速发展, 我国石油严重依赖进口, 从 1993 年开始, 我国的石油进口量超过了产量, 使我国成为了石油净进口国, 对外依存度连年递增。近十年, 我国的石油进口量已经上涨了 86.2%, 截止到 2020 年 12 月底, 我国全年的石油进口量为  $5.4 \times 10^4$  万 t, 对外依存度达到了 73%, 远远大于 50% 的警戒线 (图 1)。

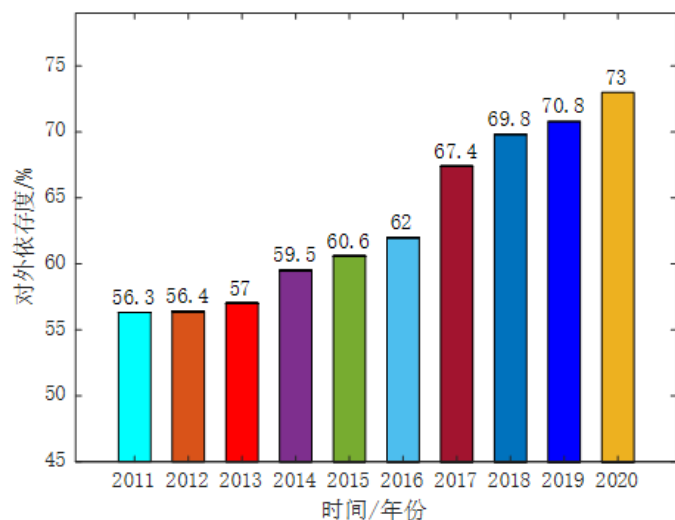


图1 我国石油消耗对外依存度 (2011-2020)

经过几十年的开发, 我国很多油田都已步入了开发中后期, 在这个阶段, 如果不采取任何有效措施, 油田的产量将会下降很快, 而如果采用有效的提高采收率方法, 则油田的产量仍然会得到有效提升, 延长油田的寿命 (图 2)<sup>[3]</sup>。我国很多油田都是低渗透油田。据有关数据统计表明, 目前我国已探明的储量中, 低渗透油田大约占了 2/3 左右, 具有非常大的开发潜力。由于各种

因素的影响, 这些低渗透油田的开发面临着很多困难, 如果不采取有效措施解决这些难点, 就会导致开采成本、企业效益等矛盾日益突出, 从而严重威胁了我国油田企业的生存和发展<sup>[4,5]</sup>。因此, 本文对低渗透油田开发技术难点及对策进行了分析与研究, 以期促进低渗透油田开发技术的更新和有序接替, 从而为油田的可持续发展提供一定的技术保障和支撑。

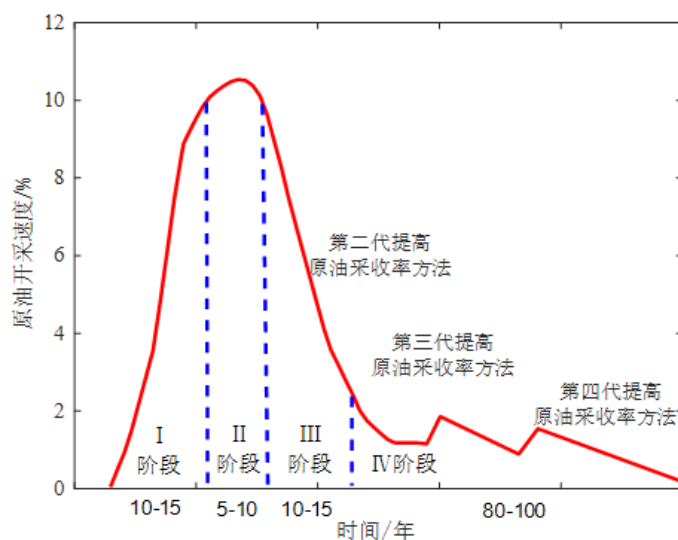


图2 油田开发的不同阶段 (引自孙龙德, 2021)

## 1 低渗透油田开发的难点

低渗透油田是指储层具有“三低”特征的油田, “三低”是指丰度低、渗透率低、单井产量低<sup>[5-9]</sup>。随着开发生产时间的延长, 低渗透油田通常会出现石油产量减少, 含水率提高, 地面的开采仪器设备布局不合理、负荷不均衡、仪器设备腐蚀严重等问题, 导致油田企业的开采成本逐年增加, 不但影响了油田企业的开发质量和效率, 而且影响了油田企业的经济效益<sup>[5-7]</sup>。从整体情况而言, 低渗透油田的开发主要面临以下 4 点问题: ①低渗透油田一般是利用实际地下的能量进行开采, 长时间开采之后, 地下地层的压力和产量会迅速减小。其次, 低渗透油田的边缘水以及底部水活跃性较低, 导致地层

的弹性能量较小,地层压力同样会快速减小,油井的产量也会不断下降;②常规油田储层的渗透性比较规律,可以确保油田开发的质量和效率,但是低渗透油田储层的孔喉表面积比较大、孔道也比较细小,在一定程度上也增加了油田的开发难度;③低渗透油田的吸收性能较好,如果控制不佳,走水、进水的现象就会比较严重,并且在第一次注水的短时间之内,会影响附近的油井的开发,有可能被水淹没;④一般情况下,低渗透油田都是使用压裂技术进行开采,地应力会对裂缝的形状和方向产生一定的影响,这就要求开发人员在实际工作中注意地应力的影响与作用<sup>[6-8]</sup>。

## 2 低渗透油田开发的对策及建议

### 2.1 改进压裂技术

在当前的低渗透油田开发过程中经常用到压裂技术,为了充分发挥该技术的作用,必须对其进行优化和改进,确定应用时的各个控制要点,并且对该技术的施工流程进行合理控制,如对水力裂缝的情况进行有效设计,主要包括裂缝的位置、方向、宽度以及长度等,从而提高注水过程的质量和有效性<sup>[5-8]</sup>。其次,确保裂缝能够与油水的分布规律、井网部署方案相协调。与此同时,还应该优化单井,主要是优化作业参数、监测作业流程等。

### 2.2 优选富集区块

目前,我国很多低渗透油田储层的含油都比较丰富,含油量较大,但是油层的有效厚度较小,而且内部的储量也比较少。所以,在开发低渗透油田的过程中,开发人员应该优先选择一些比较富集的区块,进而使油田的实际产量能够得到有效保障。通常可以采用钻探试油、3D地震等技术来深入分析油水的变化规律,以及预测有效储层的发育情况,从而优选合适的富集区块<sup>[6-10]</sup>。

### 2.3 运用射孔技术

为了进一步提高低渗透油田的开发效率和质量,还应该合理使用射孔技术。由于射孔技术可以有效穿透深层的油田环境,并且能够使原油在负压环境中进行高效传输,进而最大限度地减小油层中产生的破裂压力,在一定程度上可以提高油井的产能和采收率,从而提高低渗透油田的整体开发效率。

### 2.4 制定合理的井网部署方案

由于低渗透油田的孔喉比较细小,地质结构比较复杂,渗流的阻力也非常大,使得油层中存在一定的启动压力梯度,进而导致油层中很难形成比较有效的驱动压力,从而使得油层中的原油不能得到有效的动用。而井网部署的合理性直接影响着低渗透油田的开发质量和效果,因此,必须制定合理的井网部署方案,不但要降低井数和开采成本,而且还应该尽可能地减少储量损失<sup>[7-9]</sup>。

### 2.5 超前注水

由于低渗透油田的弹性能力比较差,在注水开发的过程中,在地层压力的影响下极易出现停止注水的情况,

进而很难实现注水工作的既定目标。针对这种情况,工作人员应该采用超前注水技术,该技术的注水方式为先注水后开采,可以提高地层中的压力,进而有效补充地层中的能量,并且可以对含水率产生比较好的抑制作用<sup>[10-12]</sup>。在使用超前注水技术的过程中,应该注意以下4点:①清理干净油井中的残余液体;②合理处理储层中的不良裂缝;③提高注水的准确性;④开采过程中可以借助实际地下的天然能量,提高低渗透油田开发的稳定性与安全性<sup>[10-12]</sup>。

## 3 结语

综上所述,和常规油田相比,低渗透油田开发过程中影响因素较多,存在很多困难,极大地影响了油田整体开发效果。因此,在对低渗透油田进行开发时,必须高度重视开发中存在的问题和难点,对其进行深入分析和研究,制定切实有效的对策来解决这些问题,进而提升低渗透油田开发的质量和效率,从而提高油气产量和企业的经济效益,最终促进低渗透油田的可持续发展。

### 参考文献:

- [1] 孙龙德,江同文,王凤兰,等.关于油田寿命的思考[J].石油学报,2021,42(01):56-63.
- [2] 王敏.影响低渗透油田地质开发的因素及措施[J].化学工程与装备,2021(04):44-45.
- [3] 孙龙德,江同文,王凤兰,等.关于油田寿命的思考[J].石油学报,2021,42(01):56-63.
- [4] 赵娜.影响低渗透油藏注水开发效果主要因素分析——以牛庄油田NW68块沙三中油藏为例[J].中国化工贸易,2014(10):44-44.
- [5] 杨琪,吕文斌,董世涛.长庆油田吴定作业区低渗透油藏注水开发存在问题分析[J].中国化工贸易,2014(12):200-200.
- [6] 饶喜丽,文守成.我国低渗透油田超前注水开发研究进展[J].长江大学学报(自科版),2013,10(02):96-98+101.
- [7] 周天宇,薛繁鹏.低渗透油田压裂技术分析及其展望[J].化工管理,2021(06):73-74.
- [8] 宋旭东.低渗透油田开发后期提高高含水井单井产量技术研究[J].石油石化节能,2021,11(01):20-22+8.
- [9] 吴莹,刘东海,崔杨.低渗透油气藏的开发与研究[J].中国化工贸易,2018,10(35):233.
- [10] 姚宇婧,王卫娜,魏子杰,等.低渗透油田智能注水关键技术实践与探索[J].中国管理信息化,2020,23(22):81-82.
- [11] 付钊.我国当前低渗透油田压裂手段技术的研究和未来趋势分析[J].石化技术,2020,27(10):28-29.
- [12] 刘楠,孙枝青,李西庆,等.探究影响低渗透油藏开发效果的因素及改善措施[J].中国化工贸易,2019,11(34):231.

### 作者简介:

谢渝(1989-),女,汉族,四川绵阳人,本科,主要从事采油及油田开发方面工作。