

# 提高油气田开发采收率的有效措施分析

郑 玥

中国石油化工股份有限公司江汉油田分公司采气一厂 重庆 404000

**摘要:** 提高油气田开发采收率对保障能源供应意义非凡。影响采收率的因素众多,地质构造方面,背斜、断层等不同构造类型的油气藏,其油气分布和流动规律不同,采收率也有差异。流体性质上,油、气相对密度及原油粘度影响着油气的流动性,进而影响开采。开发技术的作用也不容小觑,合适技术能显著提升采收率。为提高采收率,可采取一系列有效措施。增压开采增加地层压力推动油气流动;负压开采利用压力差吸引油气;泡沫排采借助泡沫携带油气;重复压裂重新激活或生成裂缝。这些措施可改善油层渗流条件,提升油气田开发效率与效益,保障能源稳定供应。

**关键词:** 油气田开发;采收率;有效措施

**引言:** 在当前全球能源需求持续增长与常规油气资源日趋减少的背景下,提高油气田采收率已成为保障国家能源安全及提升开发经济效益的核心任务。大多数主力油田已进入中高含水期或开发中后期,面临稳产难度大、含水上升快、剩余油分布复杂等多重挑战,传统的开发模式已难以满足高效生产的实际需求。因此,深入探索影响采收率的关键因素,并针对性提出涵盖井网优化、驱油技术创新及热采应用等多元化措施,对于充分挖掘老油田潜力、实现油气资源的精细化与可持续开发具有重要的理论意义与应用价值。

## 1 油气田开发采收率概述

油气田开发采收率是衡量油气田开发效果和资源利用效率的关键指标,对于保障国家能源安全、促进经济可持续发展具有重要意义。它是指在一定的经济和技术条件下,从油气藏中能够采出的油气总量占地质储量的百分数。从开发阶段来看,油气田开发通常可分为一次采油、二次采油和三次采油。一次采油依靠油藏天然能量开采,如地层压力、溶解气膨胀能、边水和底水的能

量等。在开发初期,油井产量较高,但随着地层能量的消耗,产量会迅速下降,采收率一般较低。这是因为天然能量有限,且随着开采的进行,原油的流动性会变差,开采难度逐渐增大。当一次采油的能量衰竭后,就进入二次采油阶段。此时主要通过注水或注气等方式补充地层能量,提高油层压力,从而增加原油的流动性,提高采收率。注水开发是二次采油中最常用的方法,通过向油层注入水,将原油驱向生产井。三次采油则是在二次采油之后,采用更复杂的技术手段进一步提高采收率<sup>[1]</sup>。这些技术包括化学驱、热力驱、气驱等。化学驱是向油层注入化学剂,如聚合物、表面活性剂等,改善油水流动度比,提高驱油效率;热力驱是通过加热油层,降低原油粘度,增加原油的流动性;气驱则是注入气体,如二氧化碳、氮气等,使原油膨胀,降低界面张力,提高采收率。不同的油气田由于地质条件、油藏类型等因素的不同,采收率也会有很大差异。因此,准确评估油气田的采收率,对于制定合理的开发方案、提高资源利用效率至关重要。油气田开发采收率综合分类与特征如表1-1。

表1-1 油气田开发采收率综合分类与特征

分类维度	细分项目	定义或技术手段	核心机理与特征	采收率表现及影响因素
基本概念	采收率定义	在一定经济和技术条件下采出的油气总量占地质储量的百分数	衡量油气田开发效果和资源利用效率的关键指标,对保障国家能源安全意义重大	需准确评估,为制定合理开发方案提供依据
开发阶段	一次采油	依靠油藏天然能量(地层压力、溶解气膨胀能、边水、底水能量)	利用天然压力驱动原油;初期产量高,随能量消耗产量迅速下降,原油流动性变差	采收率一般较低,受限于天然能量有限及开采难度增大
	二次采油	注水、注气(注水开发最常用)	补充地层能量,提高油层压力,增加原油流动性,将原油驱向生产井	在一次采油能量衰竭后进行,采收率较一次采油有显著提高
	三次采油	化学驱、热力驱、气驱等复杂技术手段	针对二次采油后的剩余油,采用物理化学方法进一步提高动用程度	在二次采油基础上进一步提高采收率,技术难度与成本相对较高

续表:

分类维度	细分项目	定义或技术手段	核心机理与特征	采收率表现及影响因素
三次采油技术	化学驱	注入聚合物、表面活性剂等化学剂	改善油水流动比, 提高驱油效率, 增强洗油能力	适用于特定油藏条件, 可有效提高波及体积
	热力驱	加热油层(如蒸汽驱等)	降低原油粘度, 大幅增加原油流动性	主要应用于稠油油藏, 改善原油流动性能
	气驱	注入二氧化碳、氮气等气体	使原油膨胀, 降低界面张力, 提高驱替效率	有效降低流动阻力, 提高最终采收率
油藏类型	砂岩油藏	颗粒沉积为主	储层相对均质, 孔隙结构规则	采收率相对较高
	碳酸盐岩油藏	生物或化学沉积为主	孔隙结构复杂, 非均质性强	采收率可能较低, 开发难度较大

## 2 影响油气田采收率的因素分析

### 2.1 地质构造因素

地质构造因素对油气田采收率有着深远影响。(1) 构造形态: 背斜构造是优质的油气圈闭, 能让油气富集, 提升采收率; 向斜构造则使油气分散, 增加开采难度与降低采收率。(2) 断层发育: 断层发育会破坏油气藏完整性, 造成油气散失或重新分布, 若断层连通外界, 会导致油气泄漏, 还会影响注采井布置与流体流动, 进而降低采收率。(3) 地层倾角: 地层倾角大时, 重力对油气流动影响显著, 注水开发中, 倾角易使注入水推进不均, 影响驱油效果, 降低采收率。(4) 储层连续性: 储层连续性好, 油气流动顺畅, 采收率高; 若存在尖灭、透镜体等不连续情况, 会阻碍油气运移, 降低采收率。(5) 隔层与夹层: 隔层与夹层会影响流体垂向流动, 分布不合理时, 会使部分油气无法有效开采, 降低采收率。

### 2.2 流体性质因素

流体性质因素在很大程度上左右着油气田采收率。(1) 原油粘度: 原油粘度方面, 粘度越高流动性越差, 高粘度原油在油层流动阻力大, 像稠油开采就因粘度大, 采收率普遍较低。(2) 原油密度: 原油密度大意味着含有较多重质成分, 其复杂的化学和物理性质使其更易吸附在岩石表面, 增加驱替难度, 影响采收率。(3) 气油比: 气油比反映原油中溶解气含量, 过高时气体易快速逸出形成气锁阻碍原油流动, 过低则无法提供足够驱动能量, 降低采收效率。(4) 地层水矿化度: 地层水矿化度会改变油水界面性质和岩石润湿性, 高矿化度地层水使原油更易附着, 增加驱油困难, 降低采收率。(5) 流体压缩性: 流体的压缩性影响着地层能量的释放和原油的流动<sup>[2]</sup>。压缩性大的流体在压力变化时体积变化明显, 可能导致地层能量的快速消耗, 不利于原油的持续开采, 对采收率产生负面影响。

### 2.3 开发技术因素

在油气田开发中, 开发技术因素存在诸多影响采收

率的问题。井网部署方面, 部分油田井网规划缺乏前瞻性, 未能充分考虑油藏动态变化。随着开采深入, 油藏非均质性加剧, 原井网难以适应, 导致注入水分布不均, 形成死油区, 降低了油层动用程度。而且新老井网衔接不佳, 影响了整体开发效率。驱油技术上, 水驱仍是主流, 但对复杂油藏适应性差。水驱过程中, 注入水易沿高渗通道窜流, 波及系数低, 大量剩余油滞留地下。化学驱虽能改善驱油效果, 但化学剂成本高、易造成地层污染, 且长期稳定性不足, 影响了其大规模应用。开采工艺中, 一些老旧设备难以满足复杂油藏开采需求<sup>[1]</sup>。水平井、分支井等先进技术的应用时, 受地质条件限制大, 轨迹控制精度不够, 导致油层钻遇率低, 无法充分发挥增产作用。

## 3 提高油气田开发采收率的有效措施

### 3.1 增压开采

提高油气田开发采收率是保障能源供应的重要任务, 增压开采是其中一项关键举措, 同时还可结合以下多种有效措施共同推进。(1) 合理布置井网密度。技术人员需科学组织协调设备与材料, 综合考虑渗透率等条件来设置井网, 注采井较小可缩短渗流阻力和时长, 如合理布置后某油气田渗流阻力降低了20%, 开发效率显著提升。(2) 科学调整井网。针对渗透率和孔隙率低、非均质性严重的油气田, 开采前进行压裂活动, 掌握油气藏压力和储层裂缝分布, 改善开采效果。(3) 从气驱角度提高采收率。利用二氧化碳等气体的驱替能量, 使原油粘度下降、体积膨胀, 增加开采量, 常见气驱方式可使原油粘度下降30%左右。(4) 配合使用化学驱替措施。像聚合物驱油, 扩大注入剂体积、调和碱液等实现三元复合驱油, 提高采收率。(5) 有效应用微生物开采措施。微生物改善原油流动性、提升驱油剂波及体积, 成本低且能增加开采量。

### 3.2 负压开采

负压开采是提高油气田开发采收率的有效措施, 其

原理是通过降低井筒内压力,使油层与井筒之间形成较大的压力差,从而促使油气更顺畅地流入井筒。在实际应用中,负压开采能有效解决一些常规开采方式难以应对的问题<sup>[4]</sup>。对于低渗透油气田,地层渗透率低,油气流动阻力大,常规开采产量低。而负压开采形成的压力差可克服这种阻力,让更多油气流入井筒,增加采收量。以某低渗透油气田为例,采用负压开采后,采收率较之前提高了15%。负压开采还能减少对油层的伤害,传统开采方式可能因压力变化等因素导致油层堵塞,影响后续开采。负压开采可避免这种情况,保持油层的渗透性,延长油井的生产寿命。同时,该技术操作相对简便,成本较低,在提高采收率的同时,能为企业降低生产成本,提高经济效益,是一种值得推广的油气田开采技术。

### 3.3 泡沫排采

泡沫排采作为提高油气田开发采收率的有效措施,在实际应用中展现出独特优势。(1)优化泡沫剂性能。优质的泡沫剂是泡沫排采的基础,研发具有高稳定性、低表面张力的泡沫剂,可增强泡沫对油气的携带能力。例如新型泡沫剂能使泡沫半衰期延长至3小时,提高排采效率。(2)精准控制注入参数。合理的注入压力、流量和泡沫质量至关重要。如将注入压力控制在2-3MPa,流量为5-8m<sup>3</sup>/h,能确保泡沫均匀分布在井筒,有效举升液体。(3)结合油藏特性调整策略。不同油藏的渗透率、孔隙度等特性差异大,需针对性调整泡沫排采方案。对于低渗透油藏,增加泡沫的分散性和流动性,提高波及范围。(4)实时监测与动态调整。利用先进监测技术,实时掌握油井的压力、产量等数据,根据变化及时调整泡沫排采参数,保障生产的稳定性。(5)加强与其他技术协同。与气举、抽油等技术结合,发挥各自优势,进一步提高油气田的采收率。

### 3.4 重复压裂

在油气田开发过程中,初次压裂形成的裂缝随着开采时间推移,会因各种因素导致导流能力下降,油气产

量降低。而重复压裂能重新激活这些裂缝,甚至产生新裂缝,改善油层渗流条件。从技术原理看,它通过向地层中再次注入压裂液,在原有裂缝基础上扩展延伸,或者在新的应力方向上形成新裂缝网络,让更多油气能够流向井筒。以某油气田为例,实施重复压裂后,单井产量提升了30%-50%。在实施过程中,需要精准评估油藏条件,包括岩石力学性质、地应力分布等,以确定最佳的压裂方案<sup>[5]</sup>。同时,选用合适的压裂液和支撑剂也很关键,它们能保证裂缝的有效张开和支撑,提高裂缝的导流能力。重复压裂以其显著的增产效果,成为提高油气田开发采收率的有力手段。

### 结语

未来,在提高油气田开发采收率方面,科技的进步将发挥关键作用。随着新技术、新方法的不断研发和应用,如更高效的驱油技术、智能化的油藏管理系统等,将为油气田开发带来更高的效率和更好的效果。这些先进技术将帮助我们更精准地掌握油藏动态,优化开发方案,提高资源利用效率。同时,多学科交叉融合将成为趋势,地质、工程、经济等多方面因素将被综合考虑,以制定更加科学合理的开发方案。这将有助于我们更好地应对复杂的油藏条件,提高采收率。

### 参考文献

- [1]王雪.提高油气田开发采收率的有效措施研究[J].中国科技期刊数据库工业A,2021(5):130-131.
- [2]陈雷.提升油气田开发采收率的策略研究[J].石油石化物资采购,2021(18):127-128.
- [3]杨佳佳,吴勃.油气田开发采收率的提升途径[J].中国科技期刊数据库工业A,2024(8):001-004.
- [4]陈波.新型完井技术在提高油气采收率中的应用研究[J].石化技术,2025,32(10):219-221.
- [5]李国伟.油气田开发中后期的增产措施探讨[J].石油石化物资采购,2021(3):134-135.