

# 提高油气田采收率的技术措施与经济可行性研究

张梦忆（中国石油华北油田公司二连分公司地质研究所，内蒙古 锡林浩特 026000）

**摘要：**随着近年来油气田开发的需求量逐渐增加，采收率的提升难度也越来越大，重视技术的有效性及经济的可行性成为关键环节。基于此，本文对多种技术措施开展了探究，如融合驱替技术与井网优化、联用热力与化学剂等，并结合实践应用检验其对油气田采收率的提升成效。经济方面剖析新增井成本、可采储量增量与投资回报，在计算技术应用下平衡油价降幅与收益空间，从而为油气田的开发提供技术支持与经济可行性的双重参考，有利于资源开发效益的最大化。

**关键词：**油气田；采收率；技术措施；经济可行性

中图分类号：TE357 文献标识码：A 文章编号：1674-5167(2025)033-0070-03

## Technical Measures for Enhancing Oil and Gas Field Recovery and Economic Feasibility Study

Zhang Mengyi (China Petroleum Huabei Oil Field Company Erlian Branch Geological Research Institute, Xilinhot Inner Mongolia 026000, China)

**Abstract:** With the increasing demand for oil and gas field development in recent years, enhancing recovery efficiency has become more challenging, making the effectiveness of technologies and their economic feasibility critical. This study investigates multiple technical measures, such as integrating displacement technologies with well pattern optimization, combining thermal and chemical agents, and validating their effectiveness in improving recovery rates through practical applications. Economically, it analyzes the costs of new wells, incremental recoverable reserves, and investment returns, balancing oil price fluctuations with profit margins under technological applications. The study aims to provide dual references—technical support and economic viability—for oil and gas field development, contributing to the maximization of resource exploitation benefits.

**Keywords:** Oil and gas fields; Recovery efficiency; Technical measures; Economic feasibility

近年来，油气田的开发逐渐步入中后期，储层的非均质性增强、剩余油分布复杂等各种问题愈发突出，单种技术越来越无法满足采收率提升的需求，而且开发成本升高及资源利用率下降的矛盾逐步加剧，重视技术有效性及经济可行性已经成为油气田开发中的核心。石油属于不可再生的能源，其高效开发对于保护能源安全性具有重要价值，而目前有的油气田仍存在采收率、投资回报率均较低的问题。鉴于此，本文针对提高油气田采收率的技术措施与经济可行性进行研究，希望寻找到符合不同油藏条件的技术措施，并且计算技术应用的成本及收益，从而为油气田的开发提供技术与经济支持，获得最大化的资源开采效益。

### 1 油气田采收率概述

#### 1.1 油气田采收率的定义及开发阶段特征

油气田采收率指的是，油气田在开采过程中采出的油气量与油藏地质储量的比值，其也是评估油气淘汰开采效率的关键指标，采收率会直接关系到资源利用率及开发项目的经济价值。从开采流程来看，油气田的采收率会随着开采阶段推进呈现明显差异。一次开发阶段借助油藏本身能量实现油气开采，采收率一般偏低，只能利用储层内易流动的部分油气资源；二

次开发阶段借助注水、注气等方式补充油藏能量，扩大驱替范围，采收率可得到一定的提升，但是，受到储层非均质性、驱替介质波及不均等因素的干扰，依然有大量的剩余油滞留于地底；三次开发阶段，需要应用化学剂、热力、微生物等专业技术，有效改善原油的流动性及驱替效率，这也是深入挖掘资源潜力与提高采收率的重要阶段。各个开发阶段的采收率不同，决定了技术选择需与油藏开发流程匹配，而技术应用的科学性也会影响后续的经济收益，二者形成相互联的互动关系<sup>[1]</sup>。

#### 1.2 油气田采收率的关键影响因素及经济关联

油气田采收率的影响因素可划分成：地质条件与开发技术两个大类，并且都与开发经济效益存在紧密联系。地质条件方面，储层孔隙度、渗透率决定了油气的流动能力，高黏度的原油、非均质储层会增加驱替难度，致使采收率下降。这种油藏如果缺乏匹配的技术，既会降低资源运用率，又可能由于开发难度大、成本高，导致项目陷入“增产不增收”的困境。开发技术方面，单一的开发技术无法应对油藏的复杂条件，如传统水驱技术在高含水阶段易出现“水窜”问题，致使驱油效率降低、开采成本升高；而技术协同应用

虽然可以提高采收率，但是需要兼顾技术投入与收益的平衡，防止过度依赖高价技术增加经济负担。从经济视角来看，采收率与开发成本、收益之间呈现非线性关联。当采收率处于偏低的水平时，海量技术投入便能显著提升产量，边际收益较高；如果盲目追求高采收率而忽略了成本管控，可能致使边际成本超出边际收益，出现经济亏损。因而，对采收率的影响因素进行全面把控，既可提高资源的利用率，同时还是实现“技术可行、经济合理”开发目标的前提其对后续的技术措施选择及经济可行性分析具有重要的指导价值<sup>[2]</sup>。

## 2 提高油气田采收率的技术措施与经济效益的必要性分析

### 2.1 技术措施方面：打破油气田开发瓶颈的关键途径

目前，油气田的开采逐渐步入中后期，普遍存在储层非均质性增强、剩余油气的分布零散、高黏度稠油与渗透油藏开采难度升高等问题，常规的开采技术逐渐无法满足采收率提升的要求。在常规开发模式下，许多油气田由于驱替介质作用的范围较有限、井网分布及剩余油气分散不匹配，致使大量的原油滞留于地底，资源的利用率较低。从实际开采来说，随着开发进程的推进，油藏能量逐渐衰减，如果缺少匹配的技术措施补充驱替能量、优化开发流程，不仅难以破解采收率低的难题，还可能由于开采率降低致使生产停滞。通过多种技术措施的融合，如协同不同驱替介质特性、优化井网与注采策略、结合热力与化学作用改善原油流动性等，能有效解决各种类型油藏的开采难题，高效利用剩余的油气资源，从而为油气田延长开采周期、保障稳定产量提供技术支持，是实现油气资源开发的必然选择。

### 2.2 经济效果方面：保证油气田可持续开采的重要支撑

油气田的开采属于资金密集型的产业，前期的勘探、钻井、设备投入与后期的运维成本均很高。如果只侧重技术方面的采收率提高，忽略经济效益的平衡，可能无法实现可持续开发的目标。目前，在能源市场波动较大，开采成本逐渐升高的态势下，许多油气田由于技术选择不合理、成本管控不足，而出现“增产不增收”的问题。尽管通过技术措施可提高采收率，但新增产量所带来的收益不足以覆盖技术运用及设备投资成本，从而严重阻碍开采项目的顺利推进。从产业实践来说，经济效益的科学计算与管控，能指导技术选择的优化。通过评估各种技术的投资回报率、计算新增可采储量对应的成本与收益、剖析平衡油价波动对开采利润的影响，可筛选出“技术可行、经济合

理”的开发方案。比如，在技术应用前预判新井的建设成本及日产测量增量、评估技术应用后可采储量提高带来的收益空间，能防止盲目投资引发的资源浪费，保证油气田开采在提升采收率的同时，实现成本与收益的动态平衡，为企业持续投入技术研发、扩大开采规模提供经济保障，从而促进油气田开发产业的健康发展<sup>[3]</sup>。

## 3 提高油气田采收率的技术措施与经济可行性

### 3.1 井网动态优化技术，提高资源运用率及投资回报

要突破常规的固定井网，可运用井网动态优化技术，并根据剩余油分布的动态变化规律，采取数值模拟和油藏动态监测等技术，来准确定位剩余油的迁移趋势，优化基础井网的密度；步入开采的中后期，应结合含水率及油藏能量分布，针对性地加密井网或调整井型，防止无效井位建设引起资金浪费。从经济效益的角度来看，这种技术能明显提高单井的产能及投资回报率。科学的井网布局可让新井日均产油量提高到常规井的2~3倍，而且可延长油井的高效生产周期，减少后期补钻井的投资成本。比如，在部分高含水区块的实践中，通过井网的动态优化，使单井的建设成本虽增加5~8%，但是，可采储量增量却达到12~15%，投入回收期缩短1~2年，获取了最大化的开采效益。

### 3.2 多元驱替协同技术，平衡开发效率与成本控制

多元驱替协同技术充分利用了各种驱替介质的特性，针对含水较高的老油田与稠油油藏的开采难题，打造“介质互补，效能叠加”的开发体系。在含水较高的老油田开采时，借助化学剂、水与气体的注入比例调配，能够改善驱替介质的涉及范围及洗油效率，降低驱油剂的无效消耗；对于稠油油藏来说，其可利用热力与化学剂的协同作用，使原油黏度下降，并且利用气体辅助扩大热影响体积，防止传统单一驱替模式下的驱替不均、成本高昂等问题。从经济角度来说，该技术能经过驱替介质配比优化，降低高价化学剂与高热量能源的投入量，而且可提高单位介质的增油效益。比如，在有的区块应用中，通过对气体与化学剂的注入比例进行调整，从而将驱油剂的利用率提升到15~20%，单井的日均增油成本下降8~12%，有效保证采收率的提升，同时全面管控开发的成本，达到“提质降本”的经济目标<sup>[4]</sup>。

### 3.3 压驱-注水协同开采技术，提升低渗透油藏的经济价值

针对驱替能量不足、低渗透油藏渗透率低等问题，可应用压驱-注水协同开采技术，借助压驱工艺造缝建立高压微缝网体系，然后通过注水补充油藏能量，

提升驱替效率，破解低渗透油藏“注不进，采不出”的开采难题。这种技术能根据油藏渗透率不同，调整压驱压力及注水量，均衡开发不同渗透率的储层。从经济效益的角度来说，该技术能显著提高低渗透油藏的开采经济可行性。压驱-注水协同开发技术的应用，能够将低渗透油藏的吸水能力提升2.8-6倍，单井的产能提高1.5-2倍，而压驱工艺新增成本只为常规开发的10-15%。以部分低渗透区块为例，采用这种技术后，能使采储量提高8-10%，开采成本下降15-20%，让原本因产能低、成本高而闲置的低渗透资源转变成为经济可采含量，提高油气田的整体开发效益。

### 3.4 热化学复合采油技术，破解难采稠油开发经济局限

对于深埋、薄层、高黏度稠油油藏开采的难题，可采用热化学复合采油技术，其整合了热力、化学剂及气体的协同作用，借助热力降低原油的黏度，化学剂可改善界面张力，气体则能扩大涉及体积，构建起“热-化-气”三位一体的驱替体系，有效解决常规热采技术“热量损耗大，驱替效率低”的难题。在经济可行性方面，这种技术能够通过降低热力能源消耗与化学剂的使用量，实现稠油开采成本节约的目标。比如，在黏度达 $5000\text{ MPa}\cdot\text{s}$ 的稠油油藏中，常规的热采技术平均油价达50美元/桶以上，而采用热化学复合技术后，以气体为辅助可减少蒸汽使用量30-40%，化学剂效能提高25%，平均油价可下降到40美元/桶以下，从而使以往经济不可采的稠油资源具备良好的开发价值，拓展稠油开采的经济界限<sup>[5]</sup>。

### 3.5 微生物采油技术，降低开发成本及环境负荷

微生物采油技术是借助微生物及其代谢产物的特性，微生物可充分发挥降解原油重组分、产生气体膨胀油藏，改善没药渗透率等作用，显著提高剩余没的动用率。这种技术具备了“成本低廉、原料易得、环境友好”等优点，不需要大规模的设备改造，能与现有的开采体系兼容，特别适用于中低渗透油藏与开发后期的老油田。从经济角度来看，微生物采油技术成本较低的优点较突出。微生物菌种培育与注入成本只达化学驱的 $1/2-1/3$ ，而且有效期可达到1-2年，能减少后续驱替介质的重复投入。在一些中低渗透区块的应用中，这种技术让单井的日均增油3-5t，增油成本只为常规化学驱的60-70%，同时，降低化学剂对油藏和环境的污染，节省后期的环保治理成本，实现经济与环境效益的双赢。

## 4 提高油气田采收率的技术措施与经济可行性案例分析

以华北油田的低渗透油藏开发为例，该区域的低

渗透注水砂岩油藏地质的储量达3亿t左右，受到“水注不实，油采不出”等问题的长期制约，导致前期应用物理、化学法增压增注，改善范围有限且有效期短，开发效益不理想，急需技术打破实现经济开发。针对此类问题，该油田应用压驱-注水协同开发技术，打破常规“注水压力不超过地层破裂压力”的瓶颈。通过越高压注水将“渗”转变为“灌”，快速恢复地层能量，结合动态监测调整压力参数及注采策略，针对性地解决低渗透储层堵塞、能量不足等开采难题。技术应用后的效果显著，已在26个井组推广，累计注水41万m<sup>3</sup>，初期日增油135t，累计增油达3.1万t。经济方面，以效果最理想的路46断块为例，压驱井组日增油36.6t，相当于6口新井的产量；单井费用比传统压裂技术下降33%，措施有效期延长52.4%，投入产出比可达到1:8.9，有效平衡开采成本与收益<sup>[6]</sup>。

## 5 结论

总之，本文聚焦提高油气田采收率的技术措施与经济可行性研究，根据油气田开发实际需求，剖析适配不同油藏条件的技术措施，并且通过经济方面的成本、收益计算，验证技术应用与经济效益平衡的重要价值。通过研究表明，科学的技术选型及经济评估，可有效解决老油田、稠油油藏等开采问题，在提高采收率的同时降低开采成本、拓展收益空间。未来，应进一步优化技术协同模式，提升经济测算的精准度，从而为油气田开发提供更有效的技术支撑及更可行的经济保障，有利于油气资源开发产业实现效益最大化与可持续发展。

## 参考文献：

- [1] 孙焕泉, 杨勇, 方吉超, 等. 提高油气田采收率技术协同方法与应用 [J]. 石油与天然气地质, 2024, 45(3): 600-608.
- [2] 米热尼沙·吐尔逊. 提升油气田开发采收率的措施 [J]. 福建化工, 2021(5):23-25.
- [3] 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):2.
- [4] 李海涛. 油气田开发采收率的提升途径 [J]. 化学工程与装备, 2023(7):90-91.
- [5] 武继强. 油气田开发经济采收率计算及对储量动用的影响分析 [J]. 中国化工贸易, 2024(16).
- [6] 刘文博, 虎科, 陈晓森, 等. 提高油气田开发采收率的措施 [J]. 中文科技期刊数据库(全文版)自然科学, 2021(5):1.

## 作者简介：

张梦忆(1993-)，女，汉族，吉林白山人，大学本科，工程师，研究方向：油气田开发。