

# 提高采收率技术投入对油田经济寿命的延长效应

刘伟 杨淇 (延长油田股份有限公司定边采油厂, 陕西 榆林 719000)

**摘要:** 提高采收率技术投入是延长油田经济寿命的核心依托, 针对油田开发中后期储层复杂、剩余油难动用等痛点, 通过定制化研发、多技术协同等路径, 改善油气资源动用效率、压低边际开采成本、增进剩余储量可采性。该技术切实打破开发后期产量递减与效益下滑的桎梏, 明显延展经济开采周期, 同时契合绿色低碳开发诉求, 为油田规模化可持续运营赋予关键动能, 充分彰显其对油田经济寿命延长的正向驱动价值。

**关键词:** 提高采收率技术; 油田经济寿命; 技术投入; 延长效应

**中图分类号:** TE357 **文献标识码:** A **文章编号:** 1674-5167 (2025) 036-0070-03

## The extension effect of increasing oil recovery technology investment on the economic life of oil fields

Liu Wei Yang Qi (Yanchang Oilfield Co., Ltd. Dingbian Oil Production Plant, Yulin Shaanxi 719000, China)

**Abstract:** Improving oil recovery technology investment is the core support for extending the economic life of oil fields. In response to the pain points of complex reservoirs and difficult utilization of remaining oil in the middle and later stages of oil field development, customized research and development, multi technology collaboration and other paths are adopted to improve the efficiency of oil and gas resource utilization, reduce marginal production costs, and enhance the recoverability of remaining reserves. This technology effectively breaks the shackles of declining production and efficiency in the later stage of development, significantly extends the economic development cycle, and at the same time meets the demand for green and low-carbon development, providing key impetus for the sustainable operation of oil fields on a large scale, fully demonstrating its positive driving value for extending the economic life of oil fields.

**Keywords:** Enhanced oil recovery technology; Economic lifespan of oil fields; Technical investment; Extended effect

油田开发受制于资源禀赋条件与开采强度, 步入中后期后往往遭遇产量递减、边际成本上扬、剩余储量动用难度加剧等问题, 经济寿命缩短已成为束缚油田可持续发展的核心桎梏。提高采收率技术投入作为破解这一困境的核心抓手, 其凭借改善资源动用效率、压低开采成本、增进剩余储量可采价值, 对延长油田经济寿命具备不可或缺的驱动效能。以此为出发点, 本文紧扣技术投入与经济寿命的内在关联, 循着技术赋能的核心逻辑, 深入探析提高采收率技术投入的实践价值与作用机制, 为油田延展经济开采周期、提升综合效益提供理论支撑与实践指引。

### 1 油田经济寿命现状及提高采收率技术投入背景

#### 1.1 油田经济寿命的整体发展态势

多数油田历经长期开发已渐次迈入开发中后期, 长期受注入介质冲刷及开发扰动影响, 储层原始孔隙构造及渗流规律产生明显变异, 非均质性程度随之加深。主力含油层段不再是剩余油的主要富集区域, 其分布转而表现为零散化、薄互化与隐蔽化特点, 传统采油技术难以实现对这类分散资源的高效管控与合理动用。开发进程不断深入背景下, 油井产液含水率稳步走高, 地面处理系统所承受的压力日趋加重, 采油过程中的能耗及物耗成本渐次增长, 部分油田实际开发效益已跌破基准盈亏平衡线, 其经济寿命的自然延

展空间随之不断收窄。

#### 1.2 传统开发模式的固有局限

传统油田开发模式围绕常规采油技术构建, 以天然能量驱动或简单注水补能为主要开采路径, 对储层适配性与资源动用范围构成突出制约。该类开发路径遭遇低渗透、高黏度、裂缝发育等复杂类型储层时, 驱替效果欠佳, 难以突破储层渗流障碍, 进而造成大量剩余油滞留地下。而传统开发流程中对储层保护缺乏足够关注, 部分开采作业易诱发黏土膨胀、微粒运移等储层伤害, 致使储层有效渗透率持续下滑, 油田经济寿命缩短的隐患更为突出, 难以支撑长期稳定开采的实际诉求。

#### 1.3 技术投入的外部驱动与可行性基础

能源资源平稳供应是相关产业稳步发展的关键, 油田作为油气供给核心载体, 延长其经济寿命直接关系到资源保障的稳定可持续。当前, 油气市场持续需求与油田现有开发效能不足的矛盾日益凸显, 推动开发技术升级成为行业必然选择。新型提高采收率技术经多年研发试验, 在化学驱、气驱等多领域形成较完备技术体系, 在储层适配性、驱替效果稳定性等方面取得关键进展, 筑牢技术投入基础<sup>[1]</sup>。同时, 绿色低碳开发理念深化, 对油田开采减少资源损耗与环境扰动提出明确要求, 高效提高采收率技术可通过优化驱替

体系、缩减无效注采，契合绿色发展诉求，构成技术投入的重要外部驱动。

## 2 制约油田经济寿命延长的核心问题及技术投入短板

### 2.1 储层复杂性加剧与剩余油动用困境

储层经长期开发形成显著强非均质性，导致驱替体系难以均匀推进：高渗透区域易发育优势窜流通道，使驱替液低效循环；低渗透区域则因渗流阻力大，驱替液难以有效波及，大量剩余油被封存于微孔喉、夹层及地层边角区域，成为难以动用的“滞留资源”。此外，储层长期承受注入介质的化学侵蚀与开采机械扰动，黏土矿物膨胀、微粒运移及有机物沉淀等损害效应持续叠加，导致有效渗流通道逐步收窄，进一步抬高剩余油开采的技术门槛，对油田采收率提升及经济寿命自然延展构成直接制约。

### 2.2 技术投入的结构性适配不足

现有提高采收率技术投入存在显著结构性短板，针对性与适配性严重不足。多数技术体系仍以常规储层特征为研发基准，未充分考量低渗透、高黏度、裂缝型等复杂储层的特殊性，欠缺定制化技术解决方案，导致技术与储层实际需求脱节。部分技术虽在实验室环境中展现一定成效，但投入现场应用时，因未全面兼顾储层温度、矿化度、原油黏度等动态实际条件，适配性验证缺失，造成驱替效率大幅下滑<sup>[2]</sup>。此外，技术研发投入过度侧重单一驱替技术的局部优化，对多技术融合、分段式开采等复合技术体系的资源倾斜不足，难以响应复杂储层多元化、差异化的开采诉求，制约技术应用实效。

### 2.3 技术应用配套支撑体系薄弱

技术应用配套支撑体系存在多维度短板，未能形成“研发-应用-反馈”的完整闭环。精准的储层动态监测、剩余油精细描述等支撑技术赋能不足，导致技术投入方向与现场实际需求脱节，难以实现靶向性精准投入。同时，技术应用所需专用设备研发、核心药剂生产供给存在明显缺口，部分关键药剂依赖外部采购，既抬高了综合投入成本，又面临供应中断或质量波动的风险。此外，技术投入长效管理机制尚未健全，资金分配偏向短期项目，对技术落地后的效果跟踪、参数动态调整等后续保障力度不足，无法确保技术持续释放效能，直接制约油田经济寿命的有效延展。

## 3 靶向破解油田经济寿命制约的提高采收率技术投入路径

### 3.1 构建储层适配型定制化技术研发体系

直面储层强非均质性与剩余油零散分布的核心症结，且不同类型储层地质特征差异显著，技术投入需

聚焦储层精细刻画与定制化方案研发，实现技术与储层条件的精准匹配。

依托储层孔隙结构、渗流规律及剩余油分布特征的多维度精准研判，靶向布局化学驱、气驱、微生物驱等专项技术研发：针对低渗透储层集中突破深部调驱与降压增注技术，借助优化驱替剂配方稳定性与注入参数合理性，拓宽驱替液纵向波及范围，破解低渗区域渗流通道不畅的难题；针对高黏度原油储层深耕热化学复合驱或高效降黏体系研发，结合储层温度与矿化度适配性优化配方，削减原油流动阻力，增进微观孔隙内驱替效率<sup>[3]</sup>。

### 3.2 强化多技术融合与现场适配性优化投入

直面单一技术适配度欠佳、功能覆盖存在短板及现场应用效果易衰减的核心症结，技术投入应聚焦复合驱替体系搭建与现场应用动态优化，破解复杂储层开采的技术适配难题。突破单一驱替技术研发局限，重点布局“化学-气驱”“物理改性-微生物驱”等复合技术研发，依托不同技术在驱替范围、作用强度上的优势互补，形成多重驱替合力，攻克储层高渗透窜流、低渗透难波及等多重渗流障碍，提升复杂储层整体动用成效。再者，筑牢技术从实验室到现场的转化衔接桥梁，加码中试试验与现场先导试验投入，在真实储层环境中全面验证技术适配性与稳定性，结合储层温度、矿化度、原油黏度等动态变化数据，实时优化技术参数与实施方案。

加之针对裂缝型储层等特殊类型，定向投入缝网调控与堵窜一体化技术研发，通过精准封堵无效窜流通道、重构驱替路径，降低驱替液浪费，提升剩余油靶向动用效率，确保技术投入与现场实际需求高度契合，最大化技术应用价值。

### 3.3 完善技术应用全链条配套支撑体系建设

为破除配套支撑薄弱的束缚，技术投入需深度贯穿“研发-应用-反馈”全链条，搭建覆盖监测、设备、管理的全方位保障机制，确保技术效能持续释放。监测与反馈维度，加码储层动态多参数监测技术研发，配置高精度压力、流量、含水率及地层参数监测装置，搭建实时数据传输与智能分析平台，通过数据交叉验证实现技术应用效果的动态追踪与精准评判，构建“数据采集-反馈分析-技术迭代-效果提升”的闭环运转模式。设备与药剂配套领域，聚焦核心药剂自主研发与专用设备本土化制造，开展关键材料与工艺核心技术攻关，打破关键材料依赖外部采购的桎梏，既削减采购与物流成本、降低供应中断风险，又通过本土化适配保障药剂性能稳定性与设备运行可靠性。长效管理层面，设立技术投入专项保障机制，优化资金分

配架构,重点向长期技术落地、效果跟踪及参数动态调整等关键环节倾斜,规避短期化投入倾向<sup>[4]</sup>。同时完善多维度技术应用效果评估体系,依托产量提升、成本控制、环保达标等量化指标测算经济回报,为后续技术投入方向调整提供科学参照,保障技术投入持续发挥延长油田经济寿命的核心支撑效能。

#### 4 提高采收率技术投入延长油田经济寿命的实践成效

##### 4.1 剩余油动用效率大幅改善

储层适配型定制化技术的落地应用,精准破解了剩余油零散化、隐蔽化及分布不均的开采困境,为复杂储层资源动用提供了高效解决方案。针对低渗透储层的深部调驱与降压增注技术,通过优化驱替剂体系稳定性、注入参数合理性及施工工艺适配性,顺利拓展驱替液纵向波及深度与横向覆盖范围,令原本禁锢于微孔喉、夹层及边角区域的难动用剩余油实现有效激活;高黏度原油储层的热化学复合驱与降黏技术,依托适配储层环境的高效降黏体系,大幅削减原油流动阻力,强化微观孔隙内洗油效率,推动滞留于地层的黏稠原油转化为稳定产出。剩余油精准描述技术搭建的三维分布模型,为靶向开采提供多维度数据支撑,有效规避盲目注采引发的资源损耗与成本浪费,使油田整体采收成效实现质的飞跃,将零散剩余油转化为规模化可采储量,为油田经济寿命延长筑牢坚实的资源根基。

##### 4.2 油田经济开采周期有效延展

多技术融合与现场适配性优化的深度落地,精准遏制了油田开发中后期产量自然递减、效益逐步下滑的刚性约束。“化学-气驱”“物理改性-微生物驱”等复合驱替技术的规模化实践应用,突破单一技术的适配局限与功能短板,依托不同技术在驱替机理、适用范围上的协同互补,面向复杂储层凝聚多重驱替合力,既覆盖更多难动用储量区域,又明显减缓产量衰减速率,稳固开采规模基数。中试试验与现场先导试验的扎实推进,通过模拟现场复杂工况、动态调整技术细节,充分验证技术与实际储层条件的高度适配性,降低技术应用失效风险,维护开采过程的持续稳定<sup>[5]</sup>。针对裂缝型储层的缝网调控与堵窜一体化技术,精准识别窜流通道、优化缝网驱替路径,大幅减少驱替液无效损耗,显著增进注采效率,让部分濒临盈亏平衡点的油田重新具备规模化经济开采条件,有效延展整体经济开采周期,打破传统开发模式下经济寿命的固化边界。

##### 4.3 综合开发效益持续优化

全链条配套支撑体系的健全,使技术投入的价值

充分释放,助力油田综合开发效益达成多维提升。储层动态监测技术与实时数据分析平台的实践应用,达成技术应用效果的精准把控与及时优化,缩减无效投入及资源损耗,压低单位产量的开采成本;核心药剂自主研发与专用设备制造的投入落地,破除外部供给依赖,既降低了采购开支与供应隐患,亦通过技术迭代稳步提升药剂性能与设备运行效率,进一步压缩开采成本区间。加之技术投入催生的绿色开发成效突出,优化后的驱替体系与注采方案削减了能耗及污染物排放,契合低碳发展导向,达成经济效益与环境效益的协同发展。稳定的产量输出与成本管控,令油田在市场波动中保持较强抗风险能力,构建起“技术投入-效率提升-寿命延长-效益增长”的良性循环,全面凸显提高采收率技术投入对油田经济寿命延长的核心赋能作用。

#### 5 结语

本文聚焦提高采收率技术投入与油田经济寿命延长的内在关联,深入探析核心逻辑。厘清油田开发中后期储层复杂性凸显、传统模式桎梏等现实难题,探明技术适配度欠缺、配套支撑薄弱等核心阻滞,提出定制化技术研发、多技术融合、全链条配套保障的针对性路径。实践反馈证实,该类技术投入通过提升剩余油动用效率、延缓产量衰减、优化综合效益,构建稳定技术赋能体系,为油田经济寿命延长筑牢核心支撑,凸显其破解开发瓶颈、强化资源保障的关键价值。立足技术与经济协同发展逻辑,后续可深耕储层与技术精准适配研究,健全技术迭代与反馈机制,通过技术创新与管理优化深度耦合,释放技术投入长效价值,助力油田高效利用资源、可持续运营,筑牢油气资源供给稳定的长效根基。

#### 参考文献:

- [1] 侯吉瑞,袁伟峰,程婷婷,等.低渗透油田提高采收率技术的挑战与思考[J].钻采工艺,2025,48(05):158-168.
- [2] 田宇.提高油田注水开发后期采收率的技术措施[J].清洗世界,2025,41(09):145-147.
- [3] 张福兴,赵超,刘福顺,等.稠油油藏井下电加热提升蒸汽干度提高采收率技术[J].石油钻探技术,2025,53(05):137-142.
- [4] 张旭光.油田提高采收率技术方法及展望[J].石化技术,2025,32(07):163-165.
- [5] 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(03):600-608.