

三采化学驱技术对油田经济效益的影响分析

孙成斌 王 青 李晶秋 刘路标 刘 蕾

(中国石化胜利油田分公司河口采油厂, 山东 东营 257000)

摘要:本文探讨了三采化学驱技术在油田中的应用及其对经济效益的影响。通过分析技术的定义、原理、发展历程及实施过程,研究了三采技术在提高采收率、节约成本、提升油田产值等方面的优势。同时,还讨论了技术应用中的主要问题与挑战,并提出了相应的解决方案与改进措施。研究表明,三采化学驱技术能显著提升油田经济效益,推动油田可持续发展。

关键词:三采化学驱;油田增产;经济效益

1 引言

随着全球能源需求的不断增长,常规油田开发面临着产量下降和经济效益下滑两大挑战。为了提高油田开发的效率和经济效益,三采化学驱技术作为增强油气采收率(EOR)技术逐渐兴起,成为油田开发的主要手段之一。三采技术通过化学驱替、注水与注气等多种方式协同作用,能够显著提高油藏采收率和产量,从而提升油田经济效益。本文旨在分析三采化学驱技术对油田经济效益的具体影响,探讨其实施过程中面临的技术与经济挑战,并提出相应的解决方案。

2 三采化学驱技术概述

2.1 三采化学驱技术的定义与原理

三采化学驱技术是一种通过化学剂与其他驱油手段结合使用,增强油田采收率的技术。其核心思想是通过优化驱油方式,在传统的水驱和气驱基础上,采用化学驱替手段,如表面活性剂、聚合物、泡沫、酸等化学药剂,增强流体在油藏中的渗透性与驱油能力,从而提高油田的采收率。三采技术通常结合注水、注气与注化学剂三种方式进行,形成多重作用的驱油模式。

其原理主要包括以下三个方面:

①化学驱通过改变油水界面张力,降低油滴与水滴之间的相互作用,使油滴更容易脱附;

②通过添加高分子聚合物或表面活性剂,改善驱油流体的粘度与分布,优化油藏中的流动路径,提高驱油效率;

③利用气驱或泡沫的作用,改变油藏中的流体动力学特性,进一步提高油气的采收率。三采技术综合利用不同介质的驱油特性,能够在多种油田环境下实现高效采油。

2.2 三采化学驱技术的发展历程

三采化学驱技术的发展经历了从简单的物理驱替到复杂的化学驱替过程的逐步演进。20世纪初,油田开发主要采用注水方式,但随着油藏开发的深入,注水的效果逐渐下降。为了提高生产率,研究人员开始探索化学驱油技术,20世纪50年代,表面活性剂等化学物质首次被引入油田开发,标志着化学驱油技术的诞生。

随着技术的进步,三采化学驱逐渐发展成为集注水、注气和注化学品于一体的综合采油工艺;20世纪80年代,聚合物驱技术的出现大大提高了三采技术,尤其是在低渗透油田的应用中。进入21世纪,随着新型化学剂的不断研发,三采技术在提高油田采收率和降低成本方面取得了长足进步。

目前,三采化学驱技术已经成为油田增强采收率的核心技术之一,广泛应用于全球各大油田,尤其是在低渗透、超低渗透以及复杂油藏条件下,展现出显著的增产效果。其应用主要集中在以下几个领域:一是成熟油田的二次开发,通过注水、注气与化学驱相结合,进一步提高采收率;二是高盐、高温、低渗等特殊油田的开发,三采技术能有效改善油藏的流动性;三是在油藏污染较严重的情况下,化学剂能够有效清除沉积物和提高流体渗透性。此外,三采技术在海外油田、稠油田及页岩油气开发中也取得了较好的应用成果,成为提升油田经济效益的重要手段。

3 三采化学驱技术的实施及其技术特点

3.1 三采化学驱技术的实施过程

三采化学驱技术的实施过程通常包括前期准备、注入实施和效果评估三个主要环节。前期准备阶段首先必须详细分析油田地质和储层条件,包括渗透率、

孔隙度和流体性质，以确定最佳化学驱替方案。这一阶段还包括选择合适的化学推进剂，如表面活性剂、聚合物和酸，以适应储层类型和开发要求。此外，还必须配制化学驱替剂并进行实验室测试，以确保其稳定性和有效性。

在注入实施阶段，油田通过注水、注气和注化学品协同工作。注水和注气通常用于改善储层压力和流体流动，而注入化学品则用于优化油水界面、流动性和粘度。通过精确控制驱油剂的注入量、注入速度和注入位置，可以最大限度地提高油田采收率。此过程中，实时监测和调整注入参数是关键，以确保各项工艺的协同效应。

最后，效果评估是整个实施过程的重要环节。通过对采油率、产量变化、油田经济效益等指标的监测与分析，评估三采化学驱的实施效果。如果效果不理想，需要及时调整驱剂配方或注入方案，并进行进一步优化。长期效果评估可以帮助开发团队不断改进技术，提升油田开发的可持续性和经济性。

3.2 三采化学驱技术的技术特点

三采化学驱技术具有多个显著的技术特点。它能够有效提高油田的采收率，通过注入表面活性剂、聚合物等化学驱剂，优化油藏中的流体流动性，降低油水界面张力，增强油滴的脱附能力，从而提高原油的产出。其次，三采技术能够灵活适应不同类型的油田，尤其是对低渗透、稠油、超低渗透及复杂油藏具有较强的适应性，能够克服传统物理驱替方法的局限性。

三采技术的另一个特点是驱油效果的持续性。与单纯的注水或气驱相比，化学驱通过改善流体动力学特性，能够在长时间内保持较高的驱油效率。最后，三采技术注重经济性，在提高采收率的同时，也通过优化驱剂的配比和注入策略，降低了总体成本，提升了油田的经济效益。

4 三采化学驱技术对油田经济效益的影响

4.1 经济效益的评估标准与方法

经济效益的评估标准通常包括增产效益、成本控制和投资回报率等多个方面。增产效益是评估的核心，主要通过计算采收率提高后的产油量和产值变化来衡量；成本控制则关注实施三采化学驱技术所产生的各类投入，包括化学驱剂、设备、人员等费用，是否能在较短时间内通过增产效益弥补并创造更多收益；投资回报率（IRR）则是衡量技术实施是否具有长期经济可行性的重要指标。

评估方法通常采用净现值（NPV）、内部回报率

（IRR）和回收期等财务指标。净现值法通过计算技术实施后未来收益的现值与初期投资的差额，衡量项目的盈利能力；内部回报率法则通过求解项目的实际回报率，评估技术的长期收益；回收期则用于分析投资回收的时间周期。这些方法结合实际生产数据，为油田企业提供决策支持，确保三采化学驱技术在经济上的可持续性。

4.2 三采化学驱技术在油田中的经济效益

4.2.1 油田增产与产值提升

油田增产是评估三采化学驱技术经济效益的关键指标之一。通过优化化学驱剂的选择与注入方案，三采技术能够显著提高油田的采收率，增加油田的产油量。在实施过程中，化学驱剂的作用不仅改善了油藏的流动性，降低了油水界面张力，还能够在注水、注气的基础上形成协同效应，促进更多剩余油的采出。这种增产效果在低渗透、高粘度油田中尤为明显，通常能带来较为显著的产量提升。

随着产量的增加，油田的经济生产价值也在增加。由于油田产量的增加与原油产量的增加直接相关，因此油田的整体经济效益也随之提高。此外，三采化学驱技术可以延长油田的生产周期，降低开发过程中早期产量下降的风险，进一步稳定油田的产值。在全球能源价格波动的背景下，三采技术通过提高油田产值，为企业提供了强大的竞争力和盈利能力。

4.2.2 长期投入与回报分析

三采化学驱技术的长期投入与回报分析主要关注技术实施的持续性和经济效益。首先，长期投入包括初期的技术研发、化学驱剂的采购与配方优化、设备安装及人员培训等费用。虽然这些投入较为庞大，但它们是确保三采化学驱技术能够长期稳定运行的必要条件。此外，后期的运营成本，如驱剂的持续注入、设备维护以及监测与调整等，也构成了长期投入的核心部分。

从投资回报的角度来看，三采技术可以长期稳定石油生产，并通过提高油田生产率和延长油田生产寿命带来可持续的经济效益。回收通常以石油销售收入和增加产量节省成本的形式实现。虽然初始投资较高，但优化注入策略和提高生产率可使公司在几年内收回投资并实现盈利。从长远来看，三采技术可带来产值的持续增长，确保市场竞争力和经济效益。

4.2.3 成本节约与效益对比分析

三采化学驱技术在实施过程中，虽然需要较高的初期投入，如化学驱剂、设备、人员培训等费用，但

通过提高油田的采收率，能够在较长时间内实现显著的成本节约。首先，三采技术通过提高采收率，延长油田的生产寿命，减少了因油田产量下降而需要的更频繁的开发投入。其次，三采技术能优化注水和注气的使用，降低了传统驱油方式中的资源浪费，提高了驱油效率，从而节省了大量的运营成本。

从效益对比角度来看，虽然三采技术的初期投入较高，但其带来的增产效益和长期回报能够有效弥补这一成本。通过增加产油量和油田的持续产值，企业能够在较短时间内收回投资，并获得可观的盈利。综合来看，三采化学驱技术不仅提升了油田的经济效益，还通过成本节约实现了更高的投资回报率，具有显著的经济优势。

5 三采化学驱技术应用的挑战与解决方案

5.1 技术应用中的问题与挑战

尽管三采化学驱技术在提高石油产量方面具有相当大的优势，但在实际应用中仍存在一些技术问题和挑战。首先，油藏的复杂性和异质性限制了三采技术的通用性。不同油田的地质条件、油水性质和流体力学存在差异，需要对驱油剂配方和注入方案进行具体调整，这增加了实施的难度和不确定性。其次，化学驱避剂成本高昂，尤其是在大规模使用时，是限制该技术广泛应用的瓶颈。第三，化学驱技术对油藏的适应性较为敏感，部分油田在实施过程中可能会出现化学剂降解、污染或效果不稳定的情况，影响驱油效果。

此外，三采技术的实施需要精细的监测与控制，实时调整注入参数以确保最佳驱油效果，但这对技术人员的经验和设备要求较高。如何有效解决这些问题，优化技术方案，降低成本，仍是三采化学驱技术应用中的关键挑战。

5.2 解决方案与改进措施

①通过更加精准的地质勘探和油藏评估，针对油田的异质性制定个性化的驱油方案，并高效的油藏模拟和实验室试验，确定最适合的化学驱剂配方和注入方式，以适应不同油田的地质条件和流体特性。

②发展智能化油藏管理系统，利用大数据和人工智能技术，实时监测油田的运行状态，优化驱油方案，并根据油藏变化动态调整注入策略，确保技术的高效实施。

③为降低三采技术的成本，必须加强化学驱剂的研发，推动低成本、高效能化学剂的创新。例如，开发具有长效性和稳定性的聚合物或低成本表面活性

剂，减少化学驱剂的采购与使用成本。此外，推动三采技术的规模化应用，通过集中采购、优化运输与注入工艺等手段，实现成本的分摊与降低，提高经济效益。

④加强技术培训和设备更新，提升操作人员的技术水平和油田管理能力是提高三采技术应用效果的关键。通过加强技术人员的培训，提高他们的实践经验和问题解决能力，减少因操作不当导致的技术失效。同时，投资升级高效的注入设备和监测系统，提升技术的稳定性和长期效益。

通过这些措施，能够有效解决技术应用中的问题，提升三采化学驱的经济效益。

6 结论与建议

三采化学驱技术作为提升油田采收率的重要手段，已在多个油田中取得了显著效果。通过合理的化学剂选择和优化的注入策略，三采技术能够有效提高油田的产油量，并延长油田的生产周期，从而显著提升经济效益。然而，在实施过程中，技术的适应性、成本控制和实时监测仍然是主要挑战。

对于未来的应用，建议加强储层评估和定制解决方案的开发，促进开发具有成本效益的化学制剂，并利用智能管理工具优化技术实施过程。此外，还应加强技术培训，提高操作人员的技术素质，使他们能够在更多油田高效、可持续地应用三采化学驱技术。

参考文献：

- [1] 伍永巴依, 李兆强, 宋晶晶. 三元复合驱采出水处理新技术应用及展望 [J]. 油气田地面工程, 2022, 41(04):27-32.
- [2] 欧阳彪. 油田三采注聚工艺存在的问题及对策 [J]. 化学工程与装备, 2021,(04):33-34.
- [3] 杨永强. 油田三采注聚工艺中问题和应对策略 [J]. 化学工程与装备, 2018,(11):114-115+127.
- [4] 许思奇. 油田三采注聚工艺存在的问题及对策 [J]. 中国石油和化工标准与质量, 2019,39(10):203-204.
- [5] 黄鹤. 辽河油田化学驱三次采油技术经济评价方法探讨 [J]. 特种油气藏, 2009,16(2):3.
- [6] 高继红, 祁焕军, 秦晓娟. 三次采油技术的现状及发展趋势 [J]. 城市建设理论研究: 电子版, 2014.
- [7] 王杨. 三次采油化学驱油技术发展现状分析及展望 [J]. 化学工程与装备, 2018(8):2.
- [8] 武宜乔. 三次采油化学驱油技术现状与展望 [J]. 当代化工, 2016,45(8):3-5.