

经济效益导向的油气储层改造与剩余油提升技术研究

韩艺美（中国石化胜利油田分公司河口采油厂，山东 东营 257000）

邓 莎 汪剑东（中国石化胜利油田分公司河口采油厂管理四区，山东 东营 257000）

殷学栋（中国石化胜利油田分公司石油开发中心有限公司，山东 东营 257000）

商 硕（中国石化胜利油田分公司河口采油厂管理一区，山东 东营 257000）

摘 要：本文以经济效益为导向，深入探讨了油气储层改造与剩余油提升技术的研究。首先，综述了常见的油气储层改造方法及剩余油提升技术，分析了它们的优缺点。接着，介绍了经济效益评价标准和方法，并探讨了经济效益与技术参数的关联分析。然后，讨论了技术选择与方案设计的重要性，强调了在技术实施过程中进行经济效益分析的必要性。最后，展望了未来研究方向，提出了结合跨学科合作、智能化技术应用以及加强对油气储层微观结构研究的建议。综合而言，本研究为油气储层改造与剩余油提升技术的实践和研究提供了理论指导和技术支持，具有重要的理论和实践意义。

关键词：油气储层改造；剩余油提升；经济效益；技术参数

随着全球经济的快速发展和能源需求的不断增长，油气储层中的剩余资源成为能源供给的重要补充。然而，传统开采技术面临着诸多挑战，如产量下降、能耗增加等。因此，开展以经济效益为导向的油气储层改造与剩余油提升技术研究，对于提高油气资源的开采效率、降低生产成本、增加能源供给具有重要意义。通过深入研究和探索，可为我国能源产业的可持续发展提供技术支持和战略指导，促进能源安全和经济可持续发展的实现。

本文旨在通过以经济效益为导向的油气储层改造与剩余油提升技术的研究，探索有效的技术方案，提高油气资源的开采效率和经济效益。具体内容包括：优化现有油气储层改造和剩余油提升技术方案，降低生产成本；探索新型技术手段，提高油气资源的采收率；分析技术实施过程中的经济效益，为能源产业提供科学的技术支持和战略决策。

1 油气储层改造技术综述

1.1 常见的油气储层改造方法

常见的油气储层改造方法包括水驱、气驱、聚合物驱、化学驱等。水驱是利用水的物理性质和化学性质改变油气储层的渗透性和相对渗透性，提高原油采收率。气驱则是通过注入气体（如天然气或二氧化碳）来推动原油向井眼运移，减少油层内的残余油。聚合物驱和化学驱则利用聚合物或化学药剂改变油水相对渗透性，提高驱油效果。这些方法在实践中往往会结

合使用，以达到最佳的改造效果^[1]。

1.2 技术优缺点分析

水驱技术具有成本低、操作简便等优点，但可能导致水垢沉积、油水混产等问题；气驱技术能有效推动原油移动，但气体注入量大、需求高纯度气体、成本高等限制；聚合物驱和化学驱技术具有提高采收率、降低粘度等优点，但药剂成本高、注入后效果不易控制等挑战。综合而言，不同的改造方法各有优劣，需要根据具体油气田地质条件和经济效益综合考虑，选择最适合的技术方案^[2]。

1.3 经济效益评价标准及方法介绍

评价油气储层改造技术的经济效益，通常采用投资回收期（IRR）、净现值（NPV）、内部收益率（ROI）等指标。其中，IRR 指标表示投资项目的收益率，NPV 指标表示项目的净现值，ROI 指标表示项目的内部收益率。通过计算这些指标，可以评估技术方案的盈利能力、投资回收周期以及投资的风险水平。

在方法上，常采用成本-效益分析（CBA）、风险分析、灵敏度分析等方法来评价油气储层改造技术的经济效益。成本-效益分析通过比较投资成本和预期收益来评估技术方案的经济效益。风险分析则用于评估项目实施过程中可能遇到的风险，以及这些风险对项目经济效益的影响程度。灵敏度分析则是通过改变关键参数，评估对经济效益指标的影响程度，从而确定方案的风险敏感性和稳健性。

2 经济效益导向的油气储层改造技术研究

2.1 技术选择与方案设计

在选择油气储层改造技术时,需要综合考虑油气田地质条件、储层特征、地表环境、投资成本等因素。首先,进行详细的地质勘探和数据分析,评估储层的类型、渗透性、残余油分布等情况。其次,根据目标确定的原油采收率提高程度,选择合适的改造技术,如水驱、气驱、聚合物驱或化学驱等。然后,设计具体的方案,包括注入液体或气体的参数、注入周期、注入井网布局等。在方案设计中,需要充分考虑技术的可行性、经济性和环境影响,并进行必要的风险评估和安全保障措施设计,以确保改造过程的顺利实施和经济效益的最大化。

2.2 技术实施过程中的经济效益分析

技术实施过程中的经济效益分析是评估油气储层改造项目的核心环节。首先,需进行投资成本估算,包括设备采购、施工费用、人工成本等。其次,应计算项目实施后的增产量及提高采收率所带来的额外收益,结合油价和产量变化,预测项目的年均收益。接着,进行净现值(NPV)、内部收益率(IRR)、投资回收期(ROI)等指标的计算,评估项目的盈利能力和投资回报率。同时,需考虑风险因素,通过灵敏度分析等方法评估不同风险情景下的经济效益变化。最后,综合考虑成本、收益、风险等因素,做出是否实施项目的决策。这一过程需要不断监测和调整,确保项目实施后能够达到预期的经济效益目标。

2.3 经济效益与技术参数的关联分析

经济效益与技术参数的关联分析是评估油气储层改造项目的关键环节。首先,需要确定技术参数,如注入液体或气体的类型、浓度、注入速率、注入周期等。随后,通过仿真模拟或实地试验,探索不同技术参数对经济效益的影响。这可能包括油气采收率、生产增量、投资成本等指标的变化。通过收集和分析数据,可以建立经济效益与技术参数之间的数学模型或趋势关系。进一步地,进行敏感性分析,评估不同技术参数变化对经济效益指标的影响程度。最终,根据分析结果,优化技术参数,以实现最大化经济效益的目标。这一分析过程为油气储层改造项目提供了科学的技术指导,有助于制定出最优的技术方案,并提高项目的投资回报率。

3 油气储层剩余油提升技术

3.1 常见的剩余油提升技术

常见的剩余油提升技术包括热采、化学驱和增压

驱动。热采技术通过注入高温介质(如蒸汽或热水)来降低原油的粘度,促进油的流动,提高采收率。化学驱技术则是利用化学药剂改变油水相对渗透性,降低油的表面张力,从而增加油的流动性。增压驱动技术通过注入气体或液体增压,推动原油向井眼移动,减少油层内的残余油。此外,还有水驱、气驱等传统技术,以及新型技术如微生物驱动、纳米技术等。这些技术各有特点,可根据油田地质条件、油藏特征、经济成本等因素进行选择,以实现最佳的剩余油提升效果。

3.2 技术优缺点分析

常见的剩余油提升技术各有优缺点。热采技术的优点是能有效降低原油的粘度,提高采收率,但需要大量能源供给和高成本投入,且可能导致地质破坏。化学驱技术能够改变油水相对渗透性,提高油的流动性,且操作简单,但需要考虑药剂成本 and 环境影响。增压驱动技术能够推动原油向井眼移动,减少残余油,但对注入气体或液体的品质要求高,且成本较高。水驱和气驱技术成熟且操作简便,但对地质条件要求较高,且可能导致油水混产或二次污染。微生物驱动和纳米技术是新兴技术,具有潜力提高采收率和降低成本,但尚处于研究和实验阶段,存在技术风险。综合而言,选择合适的剩余油提升技术应综合考虑地质条件、经济成本、环境影响等多方面因素,以达到最佳的提升效果。

3.3 经济效益评价标准及方法介绍

经济效益评价是评估剩余油提升技术的重要手段。常见的评价标准包括投资回收期(IRR)、净现值(NPV)、内部收益率(ROI)、成本效益比(CER)等。其中,IRR表示投资项目的收益率,NPV表示项目的净现值,ROI表示项目的内部收益率,CER表示单位成本能够获得的增量收益。这些指标可以综合评估技术投资的盈利能力、投资回报率和成本效益情况。

在方法上,常采用成本-效益分析(CBA)方法,通过比较投资成本和预期收益来评估技术方案的经济效益。此外,还可以进行风险分析,评估项目实施过程中可能遇到的风险,以及这些风险对项目经济效益的影响程度。灵敏度分析则是通过改变关键参数,评估对经济效益指标的影响程度,从而确定方案的风险敏感性和稳健性。综合利用这些方法,可以全面评估剩余油提升技术的经济效益,为决策者提供科学的决策依据。

4 经济效益导向的剩余油提升技术研究

4.1 技术选择与方案设计

技术选择与方案设计是剩余油提升项目中至关重要的步骤。首先,需要综合考虑油田地质条件、油藏特征、项目预算等因素,确定最适合的剩余油提升技术。常见的技术包括热采、化学驱、增压驱动等。选择时需评估各项技术的优缺点,并结合具体情况,选择最适合的技术。

在方案设计阶段,需考虑技术实施的具体操作步骤、参数设置、设备选型等。根据油藏地质条件,设计合理的井网布局和注入井点,确定注入液体或气体的类型、浓度、注入速率等关键参数。同时,还需要考虑安全环保等因素,制定相应的应急预案和环保措施。

在方案设计过程中,应综合考虑技术的可行性、经济性和环境影响,遵循“安全、高效、经济、环保”的原则,确保方案的可实施性和经济效益。此外,需要与相关部门和专家进行充分沟通和协商,获取技术支持和专业建议,确保方案设计的科学性和可靠性。

最终的方案设计应是一个科学的、可操作的技术路线图,为后续的项目实施奠定基础,确保项目顺利实施并达到预期的经济效益目标。

4.2 技术实施过程中的经济效益分析

技术实施过程中的经济效益分析是确保剩余油提升项目成功实施并实现预期收益的关键环节。第一就是需要对投资成本进行细致估算,包括设备采购、施工费用、人工成本等,确保投资规模可控且合理。随后,应通过技术实施,获得的增产量和提高采收率来计算额外收益。这些收益可以根据油价和产量变化进行预测,以确定项目的年均收益。其次,通过计算净现值(NPV)、内部收益率(IRR)、投资回收期(ROI)等经济指标,评估项目的盈利能力和投资回报率。NPV反映了项目的净现金流量,IRR表示投资的收益率,ROI则指示了投资回收的时间。这些指标可以帮助评估项目的经济效益是否符合预期,并对不同项目方案进行比较和选择。

在经济效益分析中,还需要考虑风险因素。通过风险分析,评估项目实施过程中可能遇到的风险,以及这些风险对项目经济效益的影响程度。灵敏度分析也是必要的,通过改变关键参数,评估对经济效益指标的影响程度,从而确定方案的风险敏感性和稳健性。

综合考虑成本、收益、风险等因素,可以制定出

科学的投资决策,确保项目实施后能够达到预期的经济效益目标。同时,在项目实施过程中,需要进行实时的监测和调整,以保证经济效益的最大化。

4.3 经济效益与技术参数的关联分析

经济效益与技术参数的关联分析是评估剩余油提升技术方案经济性的重要步骤。首先,需确定关键技术参数,如注入液体或气体的类型、浓度、注入速率等。然后,通过仿真模拟或实地试验,研究不同技术参数对经济效益的影响。这包括油气采收率、生产增量、投资成本等指标的变化。随后,建立经济效益与技术参数之间的数学模型或趋势关系,以量化它们之间的关联。进一步地,进行敏感性分析,评估不同技术参数变化对经济效益指标的影响程度。通过调整关键参数并观察经济效益指标的变化,可以确定哪些参数对经济效益影响较大,哪些参数对项目经济性影响较小。这有助于优化技术参数选择,以实现最佳的经济效益。同时,应考虑技术参数的互相影响。某些技术参数可能存在协同效应,即它们的组合可能产生比单独使用更好的经济效益。因此,在进行关联分析时,需要综合考虑各项技术参数的综合作用,以及它们之间的相互作用对经济效益的影响。

最终,综合经济效益与技术参数的关联分析结果,制定出最优的技术方案,以确保剩余油提升项目能够实现预期的经济效益目标,并为项目实施提供科学依据。

5 结论与展望

综上所述,以经济效益为导向的油气储层改造与剩余油提升技术研究具有重要意义,可为提高油气资源的开采效率、降低生产成本、增加能源供给提供理论支持和技术指导。未来研究应重点关注跨学科的合作与创新,探索更加环保、高效的剩余油提升技术。结合人工智能、大数据分析等先进技术,实现油田智能化管理和优化决策。同时,加强对油气储层微观结构及特性的深入研究,为技术创新提供更为精准的理论基础。此外,应注重技术在不同地质条件下的适用性与稳定性,为全球范围内的油气资源开发提供可行的解决方案,促进能源产业的可持续发展。

参考文献:

- [1] 孙福街,徐文江,姜维东等.中国海油低渗及非常规油气藏储层改造技术进展及展望[J].中国海上油气,2024,36(01):109-116.
- [2] 王欣,才博,李帅等.中国石油油气藏储层改造技术历程与展望[J].石油钻采工艺,2023,45(01):67-75.