

井网优化布局对剩余油开发经济效益的影响与评估

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)

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)

韩艺美 (中国石化胜利油田分公司河口采油厂, 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)

摘要: 本文旨在探究井网优化布局对剩余油开发经济效益的影响与评估。首先介绍了井网优化布局的理论基础和方法, 分析了剩余油开发现状及影响因素。然后, 通过案例分析和实证研究, 评价了井网优化布局对剩余油开发经济效益的影响。结果表明, 井网优化布局能显著提高剩余油开发效率和经济效益。在此基础上, 建立了基于经济效益指标的评估方法与模型, 并提出了相应的优化策略与措施。最后, 总结了研究结论并指出存在的问题与不足, 提出了未来研究方向和发展趋势。本研究为指导剩余油开发实践、提高油田生产效率、促进能源可持续发展提供了理论支撑和实践指导。

关键词: 剩余油开发; 井网优化布局; 经济效益评估; 石油资源

1 引言

石油资源是全球重要的能源之一, 但随着传统油田开发进入后期, 剩余油资源的开发成为当前石油行业的重要课题。井网优化布局作为提高剩余油开发效率和经济效益的关键技术, 具有重要的研究价值和实际意义。通过优化井网布局, 可以提高油田开采率、降低成本、延长油田生产周期, 从而实现剩余油资源的有效开发利用, 增加石油产量, 促进能源可持续发展。因此, 深入探究井网优化布局对剩余油开发经济效益的影响, 对于指导实践、优化生产、提升产业效益具有重要意义^[1]。

本文旨在深入研究井网优化布局对剩余油开发经济效益的影响与评估。首先介绍井网优化布局的理论基础和方法, 然后分析剩余油开发的现状及其影响因素。随后, 通过案例分析和实证研究, 评估井网优化布局对剩余油开发的经济效益, 并提出相应的优化策略。本研究将为指导剩余油开发实践, 提高油田生产效率, 促进能源可持续发展提供理论支撑和实践指。

2 井网优化布局的理论基础

2.1 井网布局优化概述

井网布局优化是指在石油勘探与开发中通过合理设计井网结构、优化井位位置和井网密度, 以提高油田开发效率、降低生产成本、延长油田寿命的一系列技术和方法。其核心目标是最大化油井产量和采收率, 同时最小化开发成本。优化井网布局需考虑地质构造、

油藏特征、地表地貌等因素, 采用数学模型和计算机模拟方法进行设计和优化。常用的优化指标包括井网密度、井间距、井位布局等。通过井网布局优化, 可以提高油田开采效率, 减少资源浪费, 降低环境风险, 提升石油勘探开发的经济效益和可持续性^[2]。因此, 井网布局优化在石油工业中具有重要意义, 受到了广泛关注和应用。

2.2 井网优化布局方法与技术

井网优化布局涉及多种方法和技术, 主要包括地质建模、数学优化模型、人工智能和模拟优化算法等。首先, 地质建模通过采集地质数据和岩石物性参数, 构建油藏三维地质模型, 为后续优化提供基础。其次, 数学优化模型基于油田开发的目标函数和约束条件, 采用线性规划、非线性规划等方法, 对井网布局进行优化设计。人工智能技术包括神经网络、遗传算法等, 能够模拟人类智慧进行优化搜索, 应用于井网布局的智能化优化。此外, 模拟优化算法如蚁群算法、粒子群算法等, 模拟自然界的优化过程, 寻找最优解。综合利用这些方法和技术, 可以实现井网布局的高效优化, 提高油田开发效率和经济效益^[3]。

2.3 相关经济效益评价指标介绍

在评价井网优化布局对剩余油开发经济效益时, 常用的指标包括生产增量、成本节约、投资回收期、内部收益率 (IRR)、净现值 (NPV) 等。生产增量指示通过优化布局所带来的油田产量增加量, 成本节

约反映了由于布局优化而节约的开发成本，投资回收期衡量了投资回收的时间长短，IRR 指标衡量了投资项目的收益率，NPV 则是对未来现金流的折现值计算。这些指标综合考虑了优化布局对于生产、成本、投资等方面的影响，是评价井网布局优化效果的关键指标，能够全面客观地反映出经济效益的变化情况。

3 剩余油开发现状与影响因素分析

3.1 剩余油概念与特点

剩余油是指传统油田开采后仍残留在油藏中无法采出的石油资源。其特点主要包括以下几点：首先，剩余油通常分布于传统油田中已开采过的区块或油藏中，难以通过传统采油方法获得；其次，剩余油油藏常常处于较为复杂的地质构造中，如老化、断裂等，导致开采难度增加；再者，剩余油的采收率较低，常常需要采用更加先进的开采技术和方法进行开发；最后，剩余油的开发对环境保护和资源可持续利用具有重要意义，需要综合考虑经济、环境和社会效益。因此，剩余油开发是石油行业面临的重要挑战之一，也是提高石油资源利用率和保障能源安全的关键措施之一^[4]。

3.2 剩余油开发现状及挑战

剩余油开发是当前石油工业的重要课题。随着传统油田开采进入后期，剩余油成为石油勘探开发的主要资源之一。目前，剩余油开发面临诸多挑战。首先，剩余油油藏常位于已经开采过的区块或深层储层中，开采难度大，成本高。其次，剩余油油藏地质条件复杂，存在高渗透性、低渗透性等问题，采油技术和方法亟待创新。另外，剩余油开发对环境保护和水资源管理提出了更高要求，需解决废水处理、地质压力管理等问题。此外，剩余油开发面临着市场需求不确定、国际油价波动等外部挑战。因此，如何利用先进技术和手段降低成本、提高采收率，加大投入研发创新，实现剩余油资源的高效开发，成为当前石油行业的重要议题。

3.3 影响剩余油开发经济效益的因素分析

剩余油开发经济效益受多种因素影响。油藏地质特征直接影响开发难度和成本，如油藏深度、渗透率等。同时，采油技术的先进性和适用性决定了开发效率和成本。管理水平与技术创新程度影响生产效率和成本控制。市场需求与油价波动影响开发收入。政策环境和法规约束会影响投资回报和风险。环境保护与社会责任意识影响着开发可持续性。综合考虑这些因素，制定科学的开发策略与管理措施，优化油田开发布局与技术路线，能够最大化剩余油开发经济效益。

4 井网优化布局对剩余油开发经济效益的影响

4.1 井网优化布局对剩余油开发的理论影响分析

井网优化布局对剩余油开发具有重要的理论影响。通过合理的井网设计和优化布局，可以最大化地利用油藏储量，提高采收率和产量。优化布局能够降低油井之间的干扰程度，减少交叉注采、压力衰减等问题，提高油田的开发效率和稳定性。此外，优化布局还能够降低生产成本，减少井网冗余，提高投资回报率。通过合理设计井网布局，能够最大化地实现剩余油资源的开发利用，推动油田开发向高效、低成本、可持续发展的方向发展。因此，井网优化布局在剩余油开发中具有重要的理论指导意义，是提高剩余油开发效益的关键技术之一。

4.2 基于实例的井网优化布局案例分析

在某石油公司的油田开发项目中，利用井网优化布局技术进行了剩余油开发。该油田位于复杂的地质条件下，已有多年的开发历史，剩余油储量丰富但开采效率低下。经过分析，采用了井网优化布局方法进行改造。首先，通过地质建模和数据分析，确定了油田的地质特征和储量分布情况。然后，利用数学优化模型和人工智能算法，针对该油田的特点设计了一套新的井网布局方案。该方案采用了较密集的井网布局，优化了井位位置和井网密度，以最大程度地提高采收率和产量。在实施过程中，根据方案要求，进行了井网结构的调整和新井的布设。同时，采用了先进的采油技术，如水平井、多点压裂等，提高了采收率和开发效率。通过持续的监测和调整，确保了优化布局方案的实施效果。经过一段时间的运行，该油田的产量明显提升，采收率和开采效率也得到了显著改善。与此同时，生产成本也得到了有效控制，使得油田的经济效益大幅提升。这个案例表明，井网优化布局是提高剩余油开发效益的有效途径，通过科学的布局设计和技术创新，可以实现剩余油资源的有效开发利用，促进油田经济效益的提升。

4.3 经济效益指标分析与评价

在评价井网优化布局对剩余油开发的经济效益时，需要综合考虑多个指标。生产增量是核心指标，反映了布局优化对油田产量的提升情况。成本节约则表现了优化布局对开发成本的降低效果。投资回收期、内部收益率和净现值等指标则反映了项目的投资回报情况。通过对这些指标的分析，可以综合评价优化布局方案的经济效益情况，指导后续的决策和管理工作。同时，需要考虑到实际情况和长期效益，综合分析各

项指标的变化趋势和相互影响,以全面准确地评价井网优化布局对剩余油开发的经济效益贡献。

5 经济效益评估与优化策略

5.1 基于经济效益指标的评估方法与模型建立

建立基于经济效益指标的评估方法与模型是评价井网优化布局对剩余油开发经济效益的关键步骤。该模型首先需确定评价指标,包括生产增量、成本节约、投资回收期、内部收益率和净现值等。然后,建立数学模型,将这些指标与影响因素进行量化关联,如生产增量与采收率、井网布局密度等。接着,利用统计分析、优化算法或模拟仿真等方法,对不同的井网布局方案进行模拟或优化,计算各指标的数值。最后,通过比较不同方案的指标数值,确定最优布局方案。在建立模型时,还需考虑实际情况的不确定性和风险,采用风险分析方法对结果进行敏感性分析。综合利用这些方法,可以全面客观地评估井网优化布局对剩余油开发的经济效益,为决策提供科学依据。

5.2 优化策略与措施

为优化井网布局,可采取以下策略与措施:①采用先进的地质建模技术,精细划分油藏,提高开发精度;②应用智能化采油技术,如水平井、多点压裂等,提高采收率;③结合生产数据和模拟分析,动态调整井网布局,优化生产管理;④引入新型工程技术和设备,降低生产成本;⑤加强科研攻关,探索新的采油方法和技术,提高开发效率;⑥优化资源配置,合理安排资金和人力,提高资源利用效率。通过综合采取这些策略与措施,可以有效提高井网优化布局的效果,实现剩余油开发的经济效益最大化。

5.3 案例分析与实证研究

在美国一处老旧油田,由于长期开采导致剩余油资源难以有效开发。一家石油公司采用井网优化布局技术进行改造,以提高剩余油开发效率。首先,通过地质勘探和数据分析,建立了三维地质模型,识别了剩余油分布情况。其次,采用数学优化模型和人工智能算法,设计了新的井网布局方案。方案主要包括增加水平井数量、优化井网密度和井位位置等。在实施过程中,公司引入了先进的采油技术,如水平井钻井、多点压裂等。经过一段时间的运行,油田产量和采收率显著提升,同时生产成本也得到有效控制。

该案例证明了井网优化布局对剩余油开发的重要性和有效性。通过科学的地质分析和优化设计,可以最大程度地利用剩余油资源,提高产量和采收率。同时,结合先进的采油技术,能够降低生产成本,实现

剩余油开发的经济效益最大化。这个案例为其他类似油田的开发提供了有益经验和参考,也促进了井网优化布局技术的进一步应用和发展。

6 结论与展望

本文通过对井网优化布局对剩余油开发经济效益的影响进行深入研究,得出了以下主要结论。井网优化布局能够显著提高剩余油开发效率和经济效益,通过合理的布局设计和技术创新,可提高采收率和产量,降低生产成本,实现资源的最大化利用。影响剩余油开发经济效益的因素主要包括油藏地质特征、采油技术、管理水平、市场环境等多个方面,需要综合考虑并采取相应措施加以解决。建立基于经济效益指标的评估方法与模型能够全面客观地评价井网优化布局的效果,为决策提供科学依据。最后,通过案例分析与实证研究,验证了研究结论的可行性和有效性,为剩余油开发提供了有益的经验启示。总的来说,井网优化布局对剩余油开发经济效益有着重要的影响,应该加强研究和应用,促进石油资源的可持续开发利用。

但同时本文也存在一些问题与不足。首先,缺乏足够的实地调研和数据支持,影响了研究结果的准确性和可信度。其次,部分研究方法和模型可能存在局限性,需要更多的验证和改进。此外,研究范围较为局限,未考虑到一些特定地区或油田的实际情况,导致研究结论的普适性有待进一步验证。未来研究应进一步深化井网优化布局方法与技术研究,探索更加精准、高效的优化算法和模型,并结合智能化技术,如人工智能、大数据等,提高井网布局的智能化水平和自动化程度。同时,加强多学科交叉研究,整合地质学、工程学、经济学等知识,推动剩余油开发的综合优化,关注环境友好型采油技术和绿色开发模式,提高剩余油开发的环境可持续性。加强国际合作与交流,借鉴和吸收国外先进经验,推动我国剩余油开发技术与管理水平的提升。这些方向和趋势将推动剩余油开发领域的持续创新和发展。

参考文献:

- [1] 张莉莉. 水驱开发油田的井网布局 [J]. 化学工程与装备, 2021(01):79-80.
- [2] 樊崇建. 油田采后剩余油分布规律及开发方案调整对策研究 [D]. 中国地质大学(北京), 2022.
- [3] 芦超. 关于低渗透油田开发合理井网的分析 [J]. 中国石油和化工标准与质量, 2017, 37(08):11-12.
- [4] 张蕾. 浅析油田开发井网设计 [J]. 石化技术, 2016, 23(08):292+297.