

水平井热采技术在稠油油田采油效率中的应用研究

尚晋

辽河油田曙光采油厂采油管理科

【摘要】随着全球能源需求的不断增加,稠油油田作为一种储量丰富但开发难度较大的资源,因其高粘度和低流动性,传统采油技术难以高效开采。近年来,水平井热采技术逐渐成为稠油油田开发的重要手段。此技术结合水平井和热采技术的优势,能够显著提高稠油的采收率和采油效率,并延长油田的生产寿命。本文探讨了水平井热采技术在稠油油田采油效率中的应用及其优化策略,分析了技术的概述、优势、应用流程及技术难点,并针对难点提出了井眼轨迹优化、完井技术改进、热采方案优化和加强生产监控等优化措施。

【关键词】水平井;热采技术;稠油油田;采油效率

Application research of horizontal well thermal recovery technology in oil recovery efficiency of heavy oil fields

Shang Jin

Oil Production Management Department of Shuguang Oil Production Plant in Liaohe Oilfield

【Abstract】With the continuous increase in global energy demand, heavy oil fields, as a resource with abundant reserves but difficult development, are difficult to efficiently extract using traditional oil recovery techniques due to their high viscosity and low fluidity. In recent years, horizontal well thermal recovery technology has gradually become an important means of developing heavy oil fields. This technology combines the advantages of horizontal wells and thermal recovery technology, which can significantly improve the recovery rate and oil recovery efficiency of heavy oil, and extend the production life of oil fields. This article explores the application and optimization strategies of horizontal well thermal recovery technology in the oil recovery efficiency of heavy oil fields. It analyzes the overview, advantages, application process, and technical difficulties of the technology, and proposes optimization measures such as wellbore trajectory optimization, completion technology improvement, thermal recovery plan optimization, and strengthening production monitoring to address the difficulties.

【Key words】horizontal well; Thermal recovery technology; Heavy oil field; Oil recovery efficiency

引言

随着全球能源需求的不断增加,石油资源的开发和利用变得尤为重要。稠油油田作为一种储量丰富但开发难度较大的资源,因其高粘度和低流动性,传统采油技术难以高效开采^[1]。为了应对这一挑战,近年来,水平井热采技术逐渐成为稠油油田开发的重要手段。此技术不仅能够显著提高稠油的采收率和采油效率,还能延长油田的生产寿命,具有广阔的应用前景。水平井技术通过增加油层接触面积,提高油层的动用程度,从而提升产油量。热采技术则利用热能降低稠油粘度,提高其流动性^[2]。两者结合形成的水平井热采技术,可以更为有效的解决稠油开采中的难题。因此,本文计划深入探讨水平井热采技术在稠油油田采油效率中的应用及其优化策略,从而为未来稠油资源的开发提供学术参考和实践建议。

1 水平井热采技术概述

1.1 水平井技术

水平井是指井眼的部分或全部沿水平层段钻进的一种井型。相比于垂直井,水平井可以增加与油层的接触面积,提高油层的动用程度,从而提高油井的产量和采收率^[3]。目前,水平井技术已经被广泛应用于稠油油田的开发,可以通过优化井眼轨迹和完善完井技术,进一步提高该技术的综合开采效率。

1.2 热采技术

热采技术主要包括蒸汽驱、蒸汽辅助重力泄油(SAGD)、火烧油层等技术内容。其基本原理是通过热能降低稠油的粘度,提高其流动性,从而促进油井的产油量。蒸汽驱是最常用的一种热采技术,通过注入高温蒸汽,加热油层,降低原

油粘度,使之流动性增强,从而提高热采技术的综合采收率。

2 水平井热采技术的优势

2.1 提高采收率

水平井热采技术可以显著提高稠油油田的采收率,在实际开采过程中,水平井的长水平段能够增加与油层的接触面积,增强油层的动用程度。此过程中,通过优化井眼轨迹,可以使井眼在油层中最大化地延展,有效提升油层的动用率。结合热采技术,通过注入高温蒸汽或其他热载体,可以加热油层,降低稠油的粘度,提高其流动性,使更多的油能够从油层中被驱出。实践证明,水平井热采技术可使稠油的采收率提高 20%–40%。这一效果主要源于热能传导的均匀性和持续性,加热油层后,稠油分子间的作用力会逐渐减弱,油流动性增强,从而使采收率大幅提升。此外,通过数值模拟技术优化热采参数,如蒸汽注入量、注入速度和加热周期,可以进一步提高综合采收率。

2.2 提高产量

水平井热采技术不仅能够提高采收率,还能显著提高油井的产量。水平井的长水平段能够提供更多的产油通道,使得油井在同一时间内能够出油量增加。而热采技术则通过降低稠油粘度,提高油的流动性,从而增加产油量。从技术层面看,蒸汽辅助重力泄油(SAGD)技术在水平井热采中的应用尤为突出。SAGD技术可以利用双水平井结构,上井注入高温蒸汽,下井采油。蒸汽会在油层中形成蒸汽室,加热油层,使稠油变得流动,流入采油井。研究表明,SAGD技术在提高产量方面有显著效果,产油量可以提高50%以上。

2.3 延长油田寿命

水平井热采技术还可以延长油田的生产寿命,提高采收率和产量,延长油田的开发周期。热采技术能够改善油层的物性,减少油层的损害,从而延长油田的生产寿命。从油田开发的生命周期来看,传统采油技术在中后期因油层压力下降、采油困难等问题会导致油田寿命进一步缩短。而水平井热采技术可以通过不断加热油层,保持油层的压力和流动性,减少油层损害,进而延长油田的高效生产期。特别是对于难动用的边缘油田和低效油层,通过水平井热采技术,

3 水平井热采技术的应用

3.1 应用流程

水平井热采技术的应用流程主要包括以下几个步骤:

(1) 油藏评价:通过地质、物探、试井等手段对油藏

进行全面评价,确定油藏的分布情况和物性参数。

(2) 井眼设计:根据油藏评价结果,设计水平井井眼轨迹,优化井眼参数,确保最大限度地增加与油层的接触面积。

(3) 完井施工:采用先进的完井技术,对水平井进行完井施工,确保井眼的稳定性和完井质量。

(4) 热采实施:根据油藏情况和采油需求,选择合适的热采技术,并制定详细的热采方案,实施热采作业。

(5) 生产监控:通过实时监控系統,对油井的生产情况进行监控,及时调整生产参数,确保采油效率。

3.2 技术难点

水平井热采技术在实际应用中常常面临一些技术难点。首先,井眼轨迹的优化设计需要结合复杂的油藏地质条件和动用特点,才能确保井眼能够高效覆盖油层,充分提高动用程度。其次,完井施工过程中,需要采用高效的完井技术,如多级压裂、砾石充填等,确保井眼的稳定性和完井质量,同时还需要应对地层压力和温度变化带来的挑战。热采技术选择方面,不同的油藏需要量身定制合适的热采方案,如蒸汽驱、SAGD等,需要综合考虑油藏特性和经济效益,不能盲目选择,避免不必要的损失。此外,生产过程中的实时监控和管理是确保采油效率的关键,采用先进的监控技术,可以对油井生产参数进行全面监控和动态调整,及时发现和解决问题,确保生产的持续高效运行。

4 水平井热采技术的优化策略

4.1 井眼轨迹优化

井眼轨迹的优化是提高水平井采油效率的关键举措之一,通过地质建模和数值模拟技术,结合油藏分布和物性参数,优化井眼轨迹,可以确保最大限度地增加与油层的接触面积。井眼轨迹设计不仅要考虑油藏的地质结构,还需要充分利用数值模拟软件进行预测分析,确定最佳的井眼路径。在油藏评价阶段,可以采用三维地震技术和地质建模技术,详细描绘油藏的空间分布和物性参数,从而为井眼轨迹设计提供科学依据。此外,还可以采用先进的井眼轨迹控制技术,如旋转导向钻井技术(RSS)和自动垂直钻井系统(AVD),提高井眼轨迹控制精度,确保井眼轨迹的准确性。RSS技术可以通过实时调整钻具的方向和角度,使钻井过程更加精确和高效,从而在复杂的地质条件下保持理想的轨迹。AVD系统则通过自动控制钻井设备,使井眼轨迹始终保持在设计范围内,避免偏离目标油层。为进一步提高井眼轨迹的优化效果,可以结合地质导向技术和实时监测技术,通过实时数

据反馈和地质模型更新,动态调整井眼轨迹,确保井眼始终在最佳位置。这不仅可以进一步提高油层的动用程度,还能减少钻井风险,提高钻井效率和成功率。

4.2 完井技术改进

完井技术的改进可以有效确保水平井稳定性和完井质量,通过采用先进的完井工具和技术,如多级压裂技术、砾石充填技术等,可以全面提高完井施工质量,确保井眼的稳定性和完井质量。多级压裂技术可以通过分段多级压裂,增加油层的有效裂缝,增强油层的渗透性,提高油井的产量和采收率。而砾石充填技术则可以通过在井眼周围填充砾石,支撑井壁,防止井眼坍塌,提高井眼的稳定性和完井质量。此外,还可以采用智能完井技术,实现对井眼的实时监控和管理,提高完井施工效率和质量。智能完井系统可以通过传感器和数据采集装置,实时监测井眼的压力、温度和流量等参数,及时发现和处理井眼问题,确保完井施工的顺利进行。在完井过程中,还可以采用先进的封隔器和防砂技术,防止井眼砂堵和井壁坍塌,提高井眼的使用寿命和生产能力。另外,对于复杂的油藏环境,也可以采用膨胀管完井技术,通过膨胀管在井眼中膨胀成形,增加井壁支撑力,提高完井质量和井眼稳定性。

4.3 热采方案优化

为了全面提高热采效率,需要对热采方案进行进一步的优化和升级。通过地质建模和数值模拟技术,结合油藏分布和物性参数,可以进一步优化热采方案,确保热采效果最大化。首先,通过三维地质建模和数值模拟技术,可以精确描述油藏的热传导和流体流动特性,确定最佳的热采参数,如蒸汽注入量、注入速度和加热周期等。采用先进的热采技术,如水平井 SAGD 技术,可以不断提高热采效率和采收率。SAGD 技术可以通过双水平井结构,上井注入高温蒸汽,下井采油,形成蒸汽室,加热油层,使稠油变得流动,流入采油井。在热采方案优化过程中,也可以结合蒸汽辅助重力泄油(SAGD)和蒸汽驱等多种热采技术,根据油藏的具体情况,制定综合热采方案,确保热采效果的最大化。为了进一步提高热采效率,还可以采用如纳米技术和化学助剂等先进的热采辅助技术,在热采过

程中注入纳米颗粒和化学助剂,增强热传导效果,降低稠油粘度,提高采收率。此外,还可以通过优化注采井网布局 and 井距,确保热能在油藏中的均匀分布,减少热损失,提高热采效率。

4.4 加强生产监控水平

为了确保水平井热采效率,排除其他因素的干扰,需要进一步加强对于生产过程的监控管理。开采单位可以建设先进的实时监控管理系统,对油井的生产情况进行全面监控,并根据实际情况及时调整生产参数,确保采油效率。其中,需要采用先进的监控技术,如分布式光纤传感技术(DTS)和分布式声波传感技术(DAS),实时监测井下温度、压力和流量等参数,全面掌握井下动态。还需要采用智能化监控技术,实现对生产过程的智能化管理。比如建设数字油田平台,集成物联网、大数据和人工智能等技术,实现对油井生产数据的实时采集、传输和分析,如此才可以做到及时发现生产异常和各种数据问题,针对问题快速做出调整和优化。智能化监控系统是可以通过机器学习算法和预测模型不断进化的,其可以通过分析历史数据和实时数据,预测生产趋势和潜在问题,从而不断提高生产管理的科学性和精准性。为了进一步提高生产监控效果,也可以结合无人机和机器人等先进设备,进行油田现场巡检和维护,这些设备可以及时发现和处理各种生产问题,全面提高生产监控的管理效率。此外,现场还应当建立全面的生产监控和管理制度,明确各环节的责任和操作流程,确保生产监控的有效性和连续性,从而提高油井的综合生产效率和经济效益。

5 结论

水平井热采技术在稠油油田开发中具有显著的优势,能够提高采收率、产量,延长油田寿命。然而,在实际应用中仍存在一些技术难点,需要通过优化井眼轨迹、改进完井技术、优化热采方案和加强生产监控等措施加以解决。未来,随着技术的不断进步,水平井热采技术将在稠油油田开发中发挥更加重要的作用。

参考文献

- [1]周治刚. 水平井热采工艺在采油工程中的应用探究[J]. 化学工程与装备, 2020, (07): 45-46.
- [2]王波, 张彬奇, 王凯. 海上稠油热采水平井配套技术的研究与实践[J]. 化工管理, 2020, (19): 195-196.
- [3]赵晓. 热采水平井分段采油工艺管柱设计与应用[J]. 中阿科技论坛(中英阿文), 2020, (04): 133-136.