

高粘稠油油藏水平井提高采油率技术研究

单德志

曙光采油厂采油管理科

DOI : 10.12238/j pm.v5i7.7006

[摘要] 本文针对高粘稠油油藏采收率低的问题，通过对高粘稠油的特性、水平井在该类油藏中的应用现状以及采收率低的原因进行分析，提出了提高采油率的技术方案。这些方案包括增强油水驱动机制、人工注入和增强油藏压力、以及改进采油井策略等技术手段。同时，本文通过具体案例分析了水平井在高粘稠油油藏中的应用效果及优势，并总结了现有研究进展和未来发展趋势。本文可为高粘稠油油藏水平井提高采油率技术研究提供参考和借鉴。

[关键词] 高粘稠油；水平井；采油井

Research on the improvement of oil recovery rate in the horizontal well of high viscous oil reservoir

Shan Dezhi

Oil Production Management Department of Shuguang Oil Production Plant

[Abstract] Aiming at the problem of low recovery rate of high thick oil reservoir, the characteristics of high thick oil, the application status of horizontal Wells in such oil reservoir and the causes of low oil recovery. These include techniques such as enhanced oil and water driving mechanisms, manual injection and reservoir pressure enhancement, and improved well production strategies. At the same time, this paper analyzes the application effect and advantages of horizontal Wells in high sticky oil reservoir through specific cases, and summarizes the existing research progress and future development trend. This paper can provide reference for the technology of improving oil recovery rate in high viscous oil reservoir.

[Key words] High viscous oil; horizontal well; oil production well

随着全球能源需求的不断增长，对于传统石油资源的开发和利用也日益受到关注。然而，传统油田产量逐渐减少，导致了对于非常规油气资源的重视，其中包括高粘稠油油藏。高粘稠油由于其常温下粘度较高、流动性较差的特点，开采难度较大，其采收率往往较低。面对这一挑战，水平井技术成为提高高粘稠油油藏采收率的一种重要手段。水平井作为一种先进的采油技术，在提高油气开采效率、减少表面设施占地、降低环境影响等方面具有显著优势。然而，由于高粘稠油的特性以及地质构造等因素的影响，水平井在高粘稠油油藏中的应用仍面临诸多挑战。因此，深入研究高粘稠油油藏水平井提高采油率的技术方法及其效果评价，对于实现高粘稠油资源的有效开发和利用，具有重要的理论和应用价值。本文旨在通过对高粘稠油油藏水平井提高采油率技术的研究，探讨如何克服高粘稠油的特性带来的困难，提高采收率，以满足能源需求并促进能源可持续发展。

1. 高粘稠油油藏特性

1.1 高粘稠油的定义及特点

高粘稠油是指在地表条件下，其粘度明显高于常规原油的一类油藏资源。其粘度通常在数千到数十万毫帕秒 (mPa·s) 之间，相比之下，常规原油的粘度通常在几十到几百毫帕秒之间。高粘稠油的高粘度主要是由其中的大量高分子量的油蜡和胶体质量所引起的，这些物质使得高粘稠油在地下常处于凝胶状态，其流动性较差。这种性质导致了在采油过程中遇到的挑战，例如，增加了钻井、注水、注聚等开采成本和难度，同时也限制了油的流动性和采集效率。此外，高粘稠油通常伴随着高密度和高粘度的特点，这使得其在开采和运输过程中的技术难度增加，需要采用更复杂的技术手段和设备来应对。因此，高粘稠油的开采和利用对技术和管理水平提出了较高要求，但也因其丰富的资源储量而具有巨大的开发潜力，对于满足能源需求和保障能源安全具有重要意义。

1.2 水平井在高粘稠油油藏中的应用现状

水平井技术在高粘稠油油藏中的应用现状呈现出日益广泛和深入的趋势。水平井通过在地层中水平延伸井段，使得油井与油藏接触面积增大，有效地提高了采油效率。在高粘稠油

油藏中，由于油的流动性较差，传统的垂直井往往难以有效采集油藏中的油，而水平井的应用能够更好地克服这一限制。水平井技术可以减少油藏内部的流体阻力，提高油的采集效率，从而显著提高了采收率。目前，一些先进的水平井技术已经成功应用于高粘稠油油藏的开发中，取得了显著的经济和社会效益。例如，通过水平井技术，油田的产量和产值得以大幅提升，同时降低了开采成本，改善了油田的开发环境。随着水平井技术的不断发展和完善，相信其在高粘稠油油藏中的应用前景将更加广阔，为油田开发带来更多的机遇和挑战。

1.3 高粘稠油采收率低的原因分析

高粘稠油油藏采收率低的原因是一个复杂而多元的问题。首先，高粘稠油的流动性较差，主要由于其分子间相互作用力较大，导致油在地层中移动困难，这直接影响了采收率的提高。其次，高粘稠油与岩石表面的粘附力较大，使得油在岩石孔隙中难以完全驱出，导致有效采收率降低。例如，部分高粘稠油会在岩石孔隙中形成固体残留物，阻碍了油的流动。

另外，地质条件对高粘稠油的开采也有重要影响。地层渗透率低会限制油的流动和采集，而储层非均质性会导致油的分布不均匀，增加了开采的难度。此外，岩石孔隙结构复杂也会增加油的运移阻力，进一步降低采收率。油藏地质条件的不确定性也是一个挑战，因为它会影响开采方案的设计和执行，进而影响采收率的提高。

2. 水平井提高采收率的技术方案

2.1 增强油水驱动机制的技术方法

增强油水驱动机制的技术方法在提高高粘稠油油藏采收率方面具有重要意义。除了热采技术和化学驱油技术外，还有其他一些方法可以应用于此目的。微生物驱油技术是一种新兴的方法，通过利用特定微生物的生物活性，如产生酶类、胶体和代谢产物等，改善油水界面的性质，降低油的粘度，从而促进油的流动。微生物驱油技术具有环境友好、无毒副产品等优点，在某些特定条件下具有广阔的应用前景。另外，超声波技术也是一种潜在的增强油水驱动机制的方法。通过超声波的作用，可以改变油水界面的性质，降低油的粘度，增加油在孔隙中的可驱程，促进油的流动。超声波技术具有操作简便、效果明显等优点，已在实验室和小型试验中取得了一定的成果。除了上述方法外，还有一些其他的技术方法可以用于增强油水驱动机制，例如电场辅助驱油技术、化学物质辅助驱油技术等。这些方法各具特点，可以根据实际情况选择合适的方法或进行组合应用，以实现高粘稠油油藏的有效开发和利用。

2.2 人工注入和增强油藏压力的技术方案

人工注入和增强油藏压力的技术方案在提高高粘稠油油藏采收率方面扮演着关键角色。其中，水平井注水技术是一种常用的方法，通过在水平井中注入水或其他驱替剂，增加储层压力，改善油水驱动机制，从而促进油的移动和采集。这种方法能够有效地改善油藏内部的流体分布，提高采收率。另外，

气体驱替技术也是一种有效的方案，通过注入天然气或二氧化碳等气体，利用气体的推动作用驱动油向采油井流动，从而提高采收率。气体驱替技术具有操作简便、成本较低等优点，在一些特定条件下尤为适用。此外，水平井压裂技术也是增强油藏压力的有效手段之一。通过在水平井井段上进行压裂操作，可以增加储层的渗透性，改善油的流动性，从而提高采收率。水平井压裂技术的应用范围广泛，可以适用于不同类型的油藏和地质条件，对于提高高粘稠油油藏的采收率具有重要意义。

2.3 改进采油井策略的技术手段

改进采油井策略的技术手段是关键，以提高高粘稠油油藏的采收率。一种有效的技术手段是通过水平井多级压裂技术。在这种技术中，水平井的井段经过多次压裂，这样可以增加储层与井壁的接触面积，并改善储层渗透性。这种方法能够有效地提高采油井的产能，增加油藏的开采量。此外，智能采油井管理技术也是一种重要的手段。通过实时监测采油井的生产情况和地下油藏状态，以及调整井筒内的工作参数，如注入压力、注入剂浓度等，以最大程度地提高采油效率。这种技术不仅可以提高油井的产能，还可以延长油井的使用寿命，提高整体采油效率。

另一个重要的技术手段是多井联合开采技术。在这种技术中，多口水平井布置在油田的不同区域，形成一个井网，以最大程度地利用油田的资源。这种方法可以优化油田的开发模式，增加采油井的产能，降低油田的开发成本。通过合理布局和优化调度，可以提高整个油田的采收率，并且减少油藏的压力耗竭过程，延长油田的产能周期。因此，改进采油井策略的技术手段对于提高高粘稠油油藏的采收率 and 经济效益具有重要意义。

3. 水平井在高粘稠油油藏中的应用案例

案例一：某高粘稠油油藏水平井技术实践及效果分析

在某高粘稠油油藏中，采用水平井技术进行了采油实践，取得了显著的效果。水平井的设计和施工成功地增加了储层的接触面积，从而提高了油的采集效率。在水平井的开采过程中，采用了多种技术手段，其中包括了热采技术和化学驱油技术相结合的方法。首先，通过注入热水，有效地降低了油的粘度，改善了油的流动性，促进了油的采集和运移。其次，采用了聚合物驱等化学剂的注入，进一步增强了油水驱动机制，提高了油的可采性。

经过一段时间的生产运行，该水平井取得了显著的效果，采油量明显增加，采收率得到了显著提高。此外，水平井的施工周期较短，生产周期较长，从而降低了开发成本，提高了油田的经济效益。水平井技术在该高粘稠油油藏的应用展现出了显著的优势，为类似油藏的开发提供了重要的借鉴。该案例充分展示了水平井技术结合热采和化学驱油技术在高粘稠油油藏中的有效性，以及其对提高采收率和经济效益的重要作用。

下转第 167 页

源的节约和环保效果。因此，杆管匹配优化技术在减少能耗方面发挥着重要作用，为油田的可持续发展和绿色生产提供了重要技术支持。

最后，杆管匹配优化技术在优化生产过程方面也具有重要意义。通过实时监测油井的运行状态和优化调整杆管的运行参数，该技术能够降低油井的运行风险，减少因杆管运行问题而导致的停产时间，进而提高生产过程的稳定性和可靠性。具体来说，杆管匹配优化技术通过不断收集和分析油井运行数据，及时发现并解决杆管运行中的问题，如杆管卡阻、泵浦堵塞等，避免了因此引起的生产中断和损失。同时，该技术还可以根据油井的实际运行情况，动态调整杆管的运行参数，使其始终处于最佳状态，最大程度地保障了油田的稳定生产。通过这种优化措施，杆管匹配优化技术不仅提高了生产过程的稳定性和可靠性，还降低了因运行问题而导致的停产损失，为油田的高效运行和长期发展提供了有力保障。

3. 经济价值分析

首先，该技术可以降低采油工程的运营成本。通过优化杆管的长度和结构，减少能量损耗和机械损耗，降低油田的运行成本和能源消耗。此外，通过减少停产时间和降低维护成本，进一步降低了生产成本。因此，采用杆管匹配优化技术可以有效降低采油工程的总体成本。

其次，该技术可以提高采油工程的生产效率。通过优化杆管的匹配方案，降低了杆管与地层之间的摩擦和阻力，提高了油井的产量和采油效率。一些实际案例表明，在应用杆管匹配优化技术后，油井的产量和稳定性均有所提升，进而增加了油田的产值和经济效益。

同时，杆管匹配优化技术还可以提高采油工程的管理效率。通过实时监测和优化调整，降低了油田的运行风险，减少了因杆管运行问题而导致的停产时间，提高了生产过程的稳定性和可靠性。这不仅提高了生产效率，还减少了人力资源的投入和管理成本。

与传统方法相比，采用杆管匹配优化技术可以带来更显著的经济效益。传统方法往往依赖经验和手工调整，存在人为因素和误差，无法实现精准匹配和优化调整。而杆管匹配优化技术基于实时监测数据和智能算法，能够实现精确匹配和动态调整，提高了匹配精度和生产效率，降低了运营成本和风险。

在长期和短期内，杆管匹配优化技术对采油工程的投资回报率和经济效益也是显著的。虽然在短期内可能需要一定的投资和技术更新，但通过降低成本和提高效率，该技术可以带来稳定的经济回报和持续的投资收益。同时，在长期内，随着技术的不断完善和应用经验的积累，杆管匹配优化技术的经济效益将进一步凸显，为采油工程的可持续发展和稳健增长提供了可靠保障。

4. 结语

杆管匹配优化技术作为油田开采领域的重要技术，具有显著的应用效果和经济价值。通过实施该技术，油田可以提高生产效率、降低运营成本，进而实现更加可持续的发展目标。然而，随着能源需求和环境保护压力的增加，我们仍需不断推进该技术的创新和应用，探索更加智能化、精准化的匹配优化方案，拓展其应用领域，促进国际合作与经验交流，以应对日益复杂的油田开采挑战，为能源产业的可持续发展和全球能源安全作出更大贡献。

上接第 164 页

案例二：水平井在特定条件下的应用与优势评估

在某些特定条件下，水平井的应用优势得到了进一步验证，特别是在地质构造复杂、储层非均质性较强的高粘稠油藏中。水平井技术能够更好地适应地层的特点，提高了采油效率。通过水平井的布置和设计，可以针对不同地层特征进行精细调控，实现了更高的采油率。例如，在非均质性较强的地层中，水平井可以更充分地利用油藏中的油层，减少了地层的浪费，提高了油的采集效率。此外，水平井在特定条件下还能够降低表面设施的占地面积，减少了对环境的影响，提高了油田的可持续发展性。相比传统的垂直井，水平井的布置更为紧凑，可以在有限的地表空间内开发更多的油藏资源，减少了土地使用的压力，有利于环境保护和生态平衡的维护。因此，水平井在特定条件下的应用表现出了明显的优势，为高粘稠油藏的开发提供了重要技术支持。通过合理的设计和布置，水平井能

够充分发挥其在复杂地质条件下的适应性和灵活性，实现油田资源的最大化利用，为油田开发注入了新的活力。这些案例证明了水平井技术在高粘稠油藏中的有效应用，并且展示了水平井在提高采油率、降低成本、保护环境等方面的显著优势。

4. 结论

水平井作为一项先进的采油技术，在应对高粘稠油藏采收率低的挑战中发挥着重要作用。通过增强油水驱动机制、人工注入和增强油藏压力、改进采油井策略等技术手段的应用，水平井能够有效提高油田的采收率和经济效益。实践案例的分析也证实了水平井在高粘稠油藏中的可行性和有效性。然而，未来仍需加强对于水平井技术的进一步研究和创新，探索更加有效的技术手段，结合先进的科学技术和方法，以期实现对高粘稠油资源的更加充分开发和利用，促进能源产业的可持续发展。