

# Research and Application of Oil and Gas Exploitation Technology under High Pressure and Low Permeability

Dong Xu

Ciyutuo Oil Production Plant, Liaohe Oilfield Branch, PetroChina, Shenyang, Liaoning, 110206, China

## Abstract

The research and application of oil and gas extraction technology under the condition of high pressure and low permeability is of great significance to improve the production of crude oil and natural gas in oil Wells. This paper focuses on the technology of water injection, wax deposition management and nozzle jacket control, and discusses the technology research and application of improving oil well production. Waterflood stimulation technology increases oil pressure by injecting water into reservoir to improve oil flow and recovery efficiency. Wax deposition management technology solves the problem of blockage caused by wax deposition and improves the production and stability of oil Wells. The oil nozzle-jacket control technology optimizes the working principle of the production system of the oil well and increases the output. Future research could further improve the efficiency and reliability of these technologies, enabling higher quality oil and gas extraction.

## Keywords

high pressure and low permeability condition; oil and gas exploitation; waterflood stimulation technique; wax deposition management technology; nozzle sleeve control technology

# 高压低渗条件下的油气开采技术研究与应用

徐冬

中国石油辽河油田分公司茨榆坨采油厂, 中国·辽宁 沈阳 110206

## 摘要

高压低渗条件下的油气开采技术研究与应用对于提高油井原油和天然气产量具有重要意义。论文重点研究了注水增产技术、蜡沉积管理技术和油嘴套控套技术,并探讨了提高油井产量的技术研究与应用。注水增产技术通过向油层注入水以增加压力,改善原油流动性和采收率;蜡沉积管理技术解决了由蜡沉积导致的堵塞问题,提高了油井产量和稳定性;油嘴套控套技术优化了油井的生产系统工作原理,增加了产出。未来的研究可以进一步提高这些技术的效率和可靠性,实现更高质量的油气开采。

## 关键词

高压低渗条件; 油气开采; 注水增产技术; 蜡沉积管理技术; 油嘴套控套技术

## 1 引言

在当今能源需求不断增长的背景下,高压低渗条件下的油气开采技术研究与应用变得至关重要。高压低渗油气藏具有地层压力高、渗透性低等特点,给油气开采带来了困难和挑战。为了更好地开发和利用这些油气资源,研究和应用相应的技术具有重要意义。

## 2 注水增产技术研究与应用

第一阶段,进行注上水阶段的探索。注上水阶段是指在高压低渗情况下,通过向油藏注入水以补充地层能量,提高油气开采效果。这一阶段的重点在于确定合适的注水井位

置和注水量,以保证地层能够吸收足够的水分并提高产量。同时,需要通过水的压力将油藏内的石油推向井口,从而达到提高产量的目的。

第二阶段,根据油藏特点和注入水的特性,在注水过程中进行阶段性的分区注入。这个阶段的主要目的是根据地层渗透性的差异,将注水并划分为不同的区块进行注水,以确保每个区块都能得到充分的水分供应。通过细分注的方式,可以避免某些区域过度注水,而其他区域则缺乏注水导致产能下降的问题。

第三阶段,根据实际地质情况和油藏特点,精确计算注水的靶向位置和注水量。靶向注水相比于传统的均匀注水方式,能够更有效地利用地层能量,提高产量。在靶向注水过程中,需要进行详细的地质勘探和模拟计算,确定合适的注水位置和注水量,以便实现最大化的地层能量补充和产量提升效果。

【作者简介】徐冬(1986-),男,蒙古族,中国辽宁北票人,本科,助理工程师,从事石油工程研究。

在注水井选址方面要注意以下几个方面:

**地质特征:**通过地质勘探和分析,确定油藏的地质特征,包括构造、岩性、储集层厚度等。根据这些特征,选择适宜的注水井位置,使其能够覆盖到可有效补充地层能量的区域。**渗透性分布:**了解油藏的渗透性分布情况,找到渗透性较好的区域,作为注水井的候选位置。通常情况下,选择靠近油井的区域,以确保注水水能够快速渗透到目标油层,并有效补充地层能量。

**压力系统:**研究油田的压力系统,了解各个井口之间的压差和压力传导规律。根据油井与注水井的相对位置以及压力差情况,进行注水井的选择。通常情况下,选择在压力相对较低的区域进行注水,以保证注水能力的发挥。

**高密度网格注水:**对于高压低渗情况下的油气开采,可以采用高密度网格注水的方式。在选址优化过程中,需要考虑注水井的布置密度,以保证覆盖到更多的油层面积,增加注水效果<sup>[1]</sup>。

在注水方案的优化上要注意:①注水井设计:根据油田的地质和工程参数,确定注水井的设计参数,包括注水井深度、井径、井段完善等。通过合理的井设计,确保注水井能够稳定注入水分,并与油层有效接触。②注水量与注水周期:根据每口油井的产能和需求,合理确定注水量与注水周期。注水量过大或过小都会影响产能的提高,因此需要进行实地测试和模拟计算,优化注水方案。③精确调控注水压力:通过精确调控注水压力,可以实现注水能力的最大化。根据地质勘探和井下数据,结合动态调整的技术手段,优化注水井的运行参数,确保注水过程的稳定性和有效性。

### 3 蜡沉积管理技术研究与应用

在精细清洗蜡管理中需要注意首先是清洗剂选择:根据油藏中蜡的类型和特性,选用适当的清洗剂。清洗剂可以通过溶解或分散蜡颗粒,从而降低其沉积速度和粘附性,保持管道通畅。然后是清洗剂浓度与注入量:根据油藏的情况和需求,确定合适的清洗剂浓度和注入量。过高的浓度可能会对设备和管道造成腐蚀或其他不良影响,过低则无法有效清除蜡沉积。通过实地测试和模拟计算,优化清洗剂的浓度与注入量,确保清蜡效果的最大化。还包括清洗剂注入方式:有多种注入方式可供选择,如周期性注入、连续注入等。根据油藏特点和运营方式,选用合适的清洗剂注入方式,达到持续清除蜡的效果。

在精细清防蜡管理中:①热洗参数优化:根据油藏的温度条件和设备特点,优化热洗的参数,如温度、流量、时间等。合理设置热洗参数可以提高热能传输效率,加快蜡的熔化和清除速度。②高效恢复工艺:在蜡沉积发生后,采用高效的恢复工艺可以缩短热洗恢复期。例如,利用高压高温蒸汽、超声波振动等技术手段,加速蜡的熔化和清除过程,减少停产时间。③操作规范和监控系统:建立规范的操作流

程和监控系统,及时掌握蜡沉积情况,进行预警和调整。通过对数据的分析和处理,及时发现和纠正问题,确保连续生产并避免系统停工。高压低渗油藏的蜡阻解析与控制策略是针对在油气开采过程中蜡沉积所导致的输送管道堵塞等问题而进行的技术研究与应用。为了解析和控制蜡阻,可以借鉴邻井的经验和资料,观察邻近油井的蜡沉积情况,推测出蜡堵塞发生的潜在周期。根据这些数据,制定相应的热洗周期。不同地区和油藏可能具有不同的蜡沉积特征,因此仅通过个别邻井的情况来判断热洗周期并不能完全准确,还需要进一步验证。在实践中,需要结合蜡沉积的理论研究和实际情况,对制定的热洗周期进行验证。通过监测蜡沉积情况、油井产量变化以及清洗效果等指标,评估热洗周期的有效性并进行调整。同时,要收集和分析实际运营数据,深入了解油藏的蜡类型、产生机理以及蜡沉积规律,为控制和预防蜡阻提供科学依据。此外,在蜡沉积管理中,需要建立一个完善的资料跟踪系统,持续收集和分析生产和操作数据。这些数据包括蜡沉积趋势、清洗效果、热洗周期的调整等。通过持续生产数据的跟踪和分析,及时发现异常情况,并采取相应的措施进行调整和优化。这样可以保持连续生产,并有效地控制蜡阻问题<sup>[2]</sup>。

### 4 油嘴套控套技术研究与应用

油嘴套控套技术在高压低渗条件下的油气开采中具有重要应用价值。油嘴套控套的工作原理是针对常规控套方式存在的不足,通过在油套连通流程之间安装油嘴套装置来控制套管气的释放。油嘴套装置内安装有油嘴,当需要放套管气时,打开闸门挡板,油嘴套装置内的油嘴会定量向生产系统内释放套管气。采油工巡回检查时可关注套管压力变化,并在压力降低到规定值时停止放套管气。这种方式能够有效提高泵的充满程度、泵效以及抽油机的平衡率,从而增加了油井原油和天然气的产量,并降低了油井能耗。

油嘴套控套技术相比常规控套方式具有许多优势。首先,操作简便。油嘴套控套技术通过油嘴套装置实现套管气的定量释放,操作简单方便,减少了复杂的操作步骤和人工操作错误的可能性。其次,不损坏闸门挡板。传统的控套方式常常需要在放套管气时打开闸门挡板,而这种操作容易导致闸门挡板的损坏。而油嘴套控套方式则无需直接打开闸门挡板,避免了对设备的损伤和维修成本的增加。最后,油嘴套控套技术能够实现套管气排放的稳定。通过油嘴套装置内的油嘴进行定量释放套管气,可以保持套管气排放的稳定性,减少了能量损失,并且有助于提高油井的充满程度和工作效率。总的来说,油嘴套控套技术通过油嘴套装置实现套管气的定量释放,优化了泵的充满程度、泵效以及抽油机的平衡率,从而提高了油井原油和天然气的产量,并降低了油井能耗。操作简便、不损坏闸门挡板、稳定的套管气排放是油嘴套控套技术的显著优势。

高压低渗油藏中油嘴套控套技术的应用具有适用性,并且相比常规控套方式具有一些优势。高压低渗油藏中常规控套方式存在一些不足之处。由于高压低渗条件下,油井产能较低且易受到地层中的压力影响,常规控套方式可能无法满足泵充满程度与泵效的要求。此外,常规控套方式需要操作烦琐,而且在放套管气时需要直接打开闸门挡板,容易损坏设备并导致能量浪费。针对上述问题,采油作业一区进行了油嘴套控套方式的探索与应用。在油套连通流程之间安装了油嘴套装置,通过油嘴套装置内安装的油嘴,实现了套管气的定量释放,从而确保了套管气的排放平稳。在放套管气时,直接打开闸门挡板,通过油嘴套装置内的油嘴向生产系统内定量释放套管气。采油工在巡回检查时可以关注套管压力的变化情况,当压力下降到规定值时停止放套管气。这种方式能够提高泵的充满程度、泵效和抽油机的平衡率,进而增加油井原油和天然气的产量,并降低油井的能耗。油嘴套控套技术与常规控套方式相比,具有以下适用性分析的优势。首先,油嘴套控套技术操作简便。通过油嘴套装置实现套管气的定量释放,操作过程更加简单方便,减少了操作步骤和人为操作错误的风险。同时,该技术无需直接打开闸门挡板,避免了因此引起的设备损坏的问题。并且油嘴套控套技术能够保持套管气排放的稳定性。通过油嘴装置的定量释放,套管气的排放稳定,降低了泄漏和能量浪费的风险,有助于提高油井的充满程度和工作效率。

## 5 提高油井原油和天然气产量的技术研究与应用

为了提高高压低渗条件下油井原油和天然气的产量,可以采取一系列方法和措施来优化泵的充满程度和泵效。选择适当的泵类型:根据油藏特征和开采条件,选择适合的泵类型。常见的泵包括离心泵、柱塞泵和螺杆泵等。不同类型的泵具有不同的适用范围和工作特性,正确选择泵类型可以提高泵的充满程度和泵效。

进行泵的优化设计:通过对泵的设计进行优化,改善其内部结构和流体动力学特性,提高泵的工作效率和性能。例如,采用流体力学模拟和优化算法,将泵的叶轮和导流部件进行优化设计,减小流阻,提高泵的吸入效率和排出压力<sup>[3]</sup>。

考虑泵与井筒匹配:在设计和安装泵时,要考虑泵与井筒之间的匹配性。确保泵的直径、长度和井筒的尺寸相适应,以减少泵与井筒之间的摩擦和能量损耗,从而提高泵的充满程度。进行定期维护和检修:定期对油井泵进行维护和检修,保证其正常运行。包括更换损坏的零部件、清洗管道和过滤器、调整泵的运行参数等。及时解决泵运行中的故障和限制因素,确保泵的充满程度和工作效率。

应用智能监测技术:利用现代传感器和数据分析技术,对油井泵的运行状态进行实时监测和分析。根据监测数据,及时调整泵的工作参数和运行策略,以优化泵的充满程度和泵效。在高压低渗条件下,提高抽油机平衡率是提高油井原油和天然气产量的关键技术与策略。

优化抽油机的设计:通过优化抽油机的结构和工作参数,使其更好地适应高压低渗油藏的特点。例如,调整抽油机的冲程、冲次和冲程速度,以匹配油井的产能和开采效果。同时,确保抽油杆和井筒的匹配性,减少摩擦损耗,提高抽油机的运行效率。

监测和分析抽油机的运行状态:利用智能监测技术对抽油机的运行状态进行实时监测和分析。采集抽油机的振动、转速、电流等数据,并通过算法分析这些数据,以了解抽油机的工作情况。根据监测结果,及时调整抽油机的工作参数和运行策略,优化抽油机的平衡率。

加强维护和保养工作:定期对抽油机进行维护和保养,包括清洗和检修抽油机的各个部件、更换损坏的零部件、调整抽油机的润滑和冷却系统等。合理的维护工作可以延长抽油机的使用寿命,减少故障和停机时间,提高抽油机的平衡率。

使用先进的控制技术:应用先进的控制技术,如自适应控制算法和智能控制系统,实现对抽油机的精确控制和优化调节。通过调整抽油机的工作参数和运行策略,使其始终处于较好的工作状态,提高抽油机的平衡率。

加强人员培训和管理:提高操作人员的技能水平和安全意识,加强对抽油机的故障诊断和处理能力的培训,确保操作人员熟悉抽油机的工作原理和运行要求。同时,做好抽油机的管理,建立完善的检修和备件管理制度,确保抽油机的正常运行。

## 6 结语

高压低渗条件下的油气开采技术研究与应用对于提高油井原油和天然气产量具有重要作用。注水增产技术、蜡沉积管理技术和油嘴套控套技术等关键技术的研究和应用,能够有效改善油气开采效果。未来,我们应继续深入研究和创新这些技术,不断完善其应用范围和效果,以推动高压低渗条件下油气开采的可持续发展。

### 参考文献

- [1] 高德利.非常规油气井工程技术若干研究进展[J].天然气工业,2021(6).
- [2] 杨昆.低渗油气田开发技术在中国的应用研究[J].中小企业管理与科技,2015(27):1.
- [3] 张在平.低渗油气田完井固井技术研究与应用[D].大庆:东北石油大学,2023.