

机械采油在低渗透油田中的应用及经济效益分析

刘婉清 杨国良 苗 鑫 葛立武 吴昊洋

(中国石化胜利油田河口采油厂, 山东 东营 257200)

摘要:本文旨在探索机械采油在低渗透油田中的应用及经济效益,文中分析了低渗透油田的特点和机械采油技术类型与原理,针对不同的机械采油技术,分析了其在低渗透油田中的应用过程。文章还分析了在低渗透油田中应用机械采油技术的经济效益,包括乐可以提高采油效率、降低开采成本、提高油田的回采率、延长油田开发周期等。

关键词:机械采油; 低渗透油田; 技术应用; 经济效益

0 引言

低渗透油田的开采一直是石油行业的难题,这些油田的渗透性差、油气资源分布不均,传统的开采方式往往效果不佳,采油效率低^[1]。为了提高低渗透油田的采油效率,很多油气开发单位逐渐采用了更高效率的机械采油技术。近年来,随着技术不断发展,机械采油设备的性能逐步提升,逐渐成为能够适应低渗透油田特殊条件的“开采主力军”。

1 低渗透油田概述

低渗透油田,从字面意思来看,就是指岩层渗透性较低的油田。此类油田一般具有较低的渗透率,通常低于0.1毫达西,甚至更低,意味着油气在岩层中的流动性差,开采难度较大^[2]。在我国,低渗透油田主要分布在西北的新疆、甘肃以及东北的松辽盆地等地,这些地区油藏普遍存在渗透性差、油气储量大但开发困难的特点。因此,这些低渗透油田的开发往往受到地质条件限制,面临较高的技术要求。低渗透油田的主要产出物通常是原油和天然气,但由于渗透性差,油气的流动不畅,需要借助人工手段提高采油效率^[3]。由于其天然的流动性差,油田中的油气很难自然流动到井口,传统的自然流动和常规抽油泵往往缺乏足够的采油效果。在这样的条件下,传统开采技术通常无法有效提高油气产量,导致采油效率低,开采成本高,且回采率难以达到预期。为了应对这一问题,我国很多低渗透油田开发过程中只能望洋兴叹,依赖传统技术的开发方式难以满足生产需求。因此,低渗透油田的开发需要依赖更加高效的技术手段,机械采油技术在此背景下逐渐成为提升采油效率的关键手段。

2 机械采油技术类型与原理

机械采油技术就是我们在采油过程中,通过各种

机械设备及其技术原理,将地下的原油快速抽取到地面,可以有效解决低渗透油田中油气流动不畅问题的一类技术方法。随着技术的不断进步,机械采油设备的种类也越来越多,每种设备都有它自己的特点,适合不同的油田条件,尤其是在低渗透油田的开发上,机械采油技术的作用非常大。

2.1 摆臂抽油机

揆臂抽油机就是我们常见的那种大揆臂机械,它主要就是通过电动机带动揆臂上下摇动,再通过抽油杆把井下的原油抽到地面的^[4]。这种设备在油田里已经用了很多年,特别适合低渗透油田,尤其是那些渗透性差、开采年头比较久的油田。它的工作原理就是通过揆臂的往复运动,带动泵体将原油抽出来。揆臂抽油机的最大优点是结构简单、成本不高,维护起来也不麻烦,适合很多低渗透油田使用。可是它也有一些局限性,比如深井或者长距离采油的时候,可能就会显得有些力不从心,抽油深度和产量也有限,不能完全满足一些特殊油田的需求,所以在这些情况下可能效果不好。

2.2 螺杆泵

螺杆泵则是通过螺旋状的叶轮将原油推送到地面的一种设备,它特别适用于低渗透油田中那些油藏较深,或者原油粘度较大的地方。螺杆泵的工作原理是通过电动机带动螺旋叶轮旋转,利用螺旋结构产生压力差,从而推动原油向井口输送。螺杆泵的优点是它能够在比较复杂的地质条件下稳定运行,特别是对于一些深层油藏来说,效果可以说非常好。不过,螺杆泵的结构比较复杂,安装和维护的费用相对较高,对井下条件也有一定的要求,所以投资成本会比其他设备稍高一些,但考虑到它在深井和高粘度油田中的优

势，依然可以算是一个值得投资的技术选择。

2.3 电潜泵

电潜泵则是一种将电动机和泵体组合在一起，直接放进井下进行抽油的设备。它可以通过电动机驱动泵体旋转，产生负压，将原油从井底抽到地面。电潜泵特别适合深井或者负荷大的油田，尤其是那些低渗透油田，它能够在高井深和高压力的情况下长时间稳定运行。因此，电潜泵的优势是效率高，工作稳定，不容易出故障，而且它的安装和维护都比较方便^[5]。不过，电潜泵也有个问题，就是它完全依赖电力驱动，一旦电力供应出现问题，采油过程就会受到影响。所以在电力供应不稳定的地方，电潜泵可能就要另做考虑了。

2.4 胶管泵

胶管泵则是一种新型的机械采油设备，特别适合用于高产井、深井或者高粘度原油的采油。它可以通过柔性橡胶管产生的压力，把原油从井下推送到地面。胶管泵的工作原理就是利用液体在橡胶管内流动时产生的压力差，推动油液流向地面。胶管泵的优势在于适应性强，能够处理复杂的低渗透油藏，尤其是在原油粘度大、温度较高的油田中表现特别好。它的结构比较简单，适用范围广，非常具有投资价值。但胶管泵的缺点就是初期投入大，而且对操作环境要求比较高，维护也需要一定的技术支持。所以使用起来相对会麻烦一些，但在某些条件下，胶管泵的表现会比其他设备更加优秀。

3 不同机械采油技术在低渗透油田中的应用过程

3.1 摆臂抽油机的应用

在低渗透油田中，抽油机主要应用于一些浅层油藏或者是那些开发多年、渗透性较差的老油田。这些油田一般油藏压力低，油气流动性差，传统的开采方法效果不好，所以需要用机械设备来提高采油效率。在具体应用时，首先需要根据油井的深度和油田的实际情况，选好合适的抽油机型号。安装的时候，抽油机通常会直接放置在油井的井口处，并与抽油杆和泵体连接。安装完成后，设备通过电动机驱动抽油杆上下运动，从而将井下的原油抽到地面。在抽油机的日常使用中，油田工作人员需要定期检查设备的各个关键部件，特别是抽油杆、抽油泵和泵体，看看有没有磨损或者故障。由于设备运行频繁，工作人员还需要检查电力系统的稳定性，确保电机正常运行。如果设备出现不正常震

动或采油效果差，可能需要调整抽油机的运动频率或者更换老化部件。对于一些渗透性差的油田，可能需要在抽油机的基础上，结合气举、压裂等增产技术来提高采油效果。

3.2 螺杆泵的应用

螺杆泵一般应用于低渗透油田中那些深层油藏或者是原油粘度较高的区域。它的应用可以帮助解决深井采油时遇到的困难，尤其是在油气流动性差、油藏深度大、油气含量不均的情况下。在应用过程中，螺杆泵通常需要将设备安装到井下的合适位置。安装前，首先要确定油井的深度和油藏的特性，这样可以选择合适型号的螺杆泵。安装时，需要保证螺杆泵和电机之间的连接稳定，避免因震动或松动而影响采油效果。通过电动机驱动螺旋叶轮旋转，利用叶轮产生的压力差，将原油从井底抽送到地面。螺杆泵的维护工作相对较复杂，需要定期检查电动机的工作状态，确保其正常运转。润滑系统也要定期保养，以防设备磨损过快。

同时，需要检查螺旋叶轮是否出现损坏或磨损，必要时进行更换。螺杆泵常常与其他增产措施一起使用，比如水驱、气驱等，以避免油井出现砂堵或油水分离不彻底等问题。

3.3 电潜泵的应用

电潜泵通常应用于低渗透油田中的深井部分，特别是在那些需要高效稳定采油的区域。电潜泵能够在较高的井深和压力条件下稳定运行，因此它特别适用于低渗透油田中的深层油藏。电潜泵的应用首先需要将设备安装到井下。电潜泵由电动机和泵体组合而成，电动机驱动泵体旋转，利用旋转产生的负压将原油从井底抽送到地面。安装时，要特别注意电力供应系统，确保电力能够稳定供应，因为电潜泵完全依赖电力驱动，电力中断会直接影响采油。在日常运行中，电潜泵需要定期检查电动机的运行状态，防止因电流不稳定或过热导致停机。

此外，电潜泵的润滑系统也要及时保养，确保泵体的密封性良好，避免发生漏油现象。电潜泵在低渗透油田中能够稳定长时间工作，因此在高负荷、深层油田中得到广泛应用。

3.4 胶管泵的应用

胶管泵常用于低渗透油田中那些高产井、深井或者高粘度原油的采油。胶管泵的优势在于它能够适应较为复杂的油藏条件，特别是在油气流动性差、油藏

粘度大时，效果非常好。在应用过程中，胶管泵首先需要将柔性橡胶管安装到油井口和泵体之间，通过液体在橡胶管内流动时产生的压力差，将原油推送到地面。

安装时，工作人员需要根据油田的特点来调整橡胶管的厚度和柔韧性，以适应不同油藏的需求。胶管泵的维护工作主要集中在检查橡胶管的磨损情况，因为在长时间使用后，管道可能会发生破损或堵塞。工作人员需要定期检查泵体及连接部件的稳定性，确保设备能够长期稳定运行。胶管泵的结构简单，适用范围广，尤其适用于低渗透油田中的后期开发阶段，可以帮助油田起到“续力重生”的奇效。

4 在低渗透油田中应用机械采油技术的经济效益

机械采油技术在低渗透油田中的应用，能帮助我们解决传统采油方法遇到的一些问题，提升整体经济效益。低渗透油田的油气流动困难，传统采油方式效果差，采油效率低，而机械采油技术的引入，则可以大大改变这一状况。通过这些设备，我们不仅能够提高采油效率，还能降低开采成本，延长油田的开发周期，提高油田的回采率，同时也推动采油技术的全面创新与发展。

4.1 提高采油效率

通过应用机械采油设备，开采单位可以大幅度提高低渗透油田的采油效率。在一些低渗透油田，原油流动性差，传统的采油方法往往无法高效抽取油气。机械采油技术，比如摇臂抽油机、螺杆泵、胶管泵等设备，能够有效克服这一难题。以电潜泵为例，它可以在深井中持续稳定地抽取原油，避免了原油流动性差导致的采油效率低下。通过引入这些设备，油田可以保持较高的产量，减少因设备故障造成的停产时间，保证了采油的稳定性和连续性。

4.2 降低开采成本

机械采油技术还能有效降低低渗透油田的开采成本，提高项目的投入产出比。在过去，传统采油方法往往需要大量的人力、物力，且设备维修频繁，造成高成本。而机械采油设备在运行过程中自动化程度高，可以大幅减少人工干预和日常维护。比如，摇臂抽油机和螺杆泵，设备安装后可以持续运行，减少了人工巡检和设备维护的频率，降低了人工成本。更重要的是，机械采油设备的高效性能可以帮助我们在单位时间内采出更多原油，进而有效降低了单位原油的开采成本。

4.3 提高油田的回采率

低渗透油田的回采率通常较低，而机械采油技术的加入则可以显著提升油田的回采率。通过使用螺杆泵、电潜泵等设备，我们就可以更好的抽取那些传统方法无法采出的原油，特别是在一些深层油藏和高粘度油田中，机械采油技术的表现更为突出，例如，螺杆泵和胶管泵在这些复杂油藏条件下能持续高效地抽取原油，避免了原油在油藏中的滞留，提高了回采率。这样，开采单位就可以在不增加开采成本的情况下，获得更多的原油，实现资源的最大化利用。

4.4 延长油田开发周期

从实践经验来看，机械采油技术的应用是可以有助于延长低渗透油田开发周期的。低渗透油田在开发初期通常采油效果较好，但随着时间的推移，传统采油方法往往难以维持产量的稳定。而机械采油设备则可以在油田后期继续高效工作，保持较长时间的稳定采油。例如，电潜泵和螺杆泵就可以比较好的适应较大井深和高粘度油的条件，长时间维持高效采油，从而就可以延长油田的开发时间，避免过早进入衰退期，提升油田的整体经济效益。

5 结语

机械采油技术在低渗透油田中的应用，可以显著提升油田的采油效率和经济效益。随着技术的不断进步，我们可以更加有效的克服低渗透油田中油气流动不畅的难题，不仅可以提高采油效率，还可以减少开采成本，延长油田的开发周期，增强油田资源的回采率。无论是在采油设备的稳定性，还是在技术创新方面，机械采油技术都起到了至关重要的作用，具有重要推广价值。

参考文献：

- [1] 徐伟嵩 . 油田低渗储层采油工艺技术措施分析 [J]. 化学工程与装备 ,2024,(08):86-88.
- [2] 张春凯 . 低产低效井举升方式优化策略 [J]. 化学工程与装备 ,2023,(11):104-106.
- [3] 王思萌 . 低压低渗透油藏采油措施 [J]. 化学工程与装备 ,2022,(06):90+87.
- [4] 刘天时 , 娄焕莉 , 高星玥 . 抽油速度控制模型构建与应用方法研究 [J]. 西安石油大学学报 (自然科学版),2022,37(02):125-130.
- [5] 曲江峰 . 探讨低渗透油田的采油工艺技术措施 [J]. 中国石油和化工标准与质量 ,2021,41(05):135-137.