

# 三次采油技术的现状与发展趋势探讨

唐雪楠

中海油能源发展股份有限公司工程技术分公司 天津 300452

**摘要:** 随着全球能源需求的增长, 油田已成为世界能源主要供应来源之一, 发展石油产业的重要手段就是提高采油率。油田开发中的三次采油技术, 可以提高油井的采油率、延长采油期限、改善油田开采效益和保障油田的可持续发展。本文将从三次采油技术的概念、现状和发展趋势三个方面探讨三次采油技术的现状和趋势。

**关键词:** 三次采油技术; 现状; 发展趋势

## 1 三次采油技术的基本概念

1.1 三次采油技术又称为EOR (Enhanced Oil Recovery), 是指在常规采油作业中, 采用一系列的工艺操作提高油井的有效开采率的采油技术。它通常通过改变原油在储层中的流动状态, 改变储层物理、化学性质等条件, 使原油从储层中流出。

1.2 三次采油技术是采用渗透剂、吸收剂和催化剂等物质重新进行驱油, 以提高油井的采油率, 延长采油期限的一种技术方法<sup>[1]</sup>。其中渗透剂主要用于改善油层渗透性; 吸收剂主要用于提高油层含油饱和度; 而催化剂则用于改善油层原状为有利于油的渗流状态。

1.3 目前在海外, 特别是在美国, 三次采油技术已经广泛使用, 已成为提高油田开发效益、保障油田可持续发展的优质技术手段。而在中国, 尽管相对晚, 但中国也在不断地推进三次采油技术的应用。三次采油技术是解决中、低渗透率油藏采收率问题的有效手段。进行三次采油操作的油田, 通常可以获得比常规采油作业高出20%至60%的额外采油量。随着井下条件监测技术的不断进步, 人们对三次采油技术的要求和期望也越来越高。

## 2 三次采油技术特点

三次采油技术是石油勘探开发领域中的一个重要技术, 它通过改善油田地下环境条件, 促进原油流动, 提高采收率和油田产量, 逐步成为石油工业开发油田的一种基本手段<sup>[2]</sup>。从根本上说, 三次采油技术是为延长油田生命周期和提高采收率而研发的技术。下面我们一起来了解一下三次采油技术的特点。

### 2.1 强化油藏采收效益

三次采油技术可以有效地改善原油储量分布和渗透率分布不均的问题, 为油藏内的悬滞油和低效采油区提供有效的开采方法。这样一来, 就可以减少采油周期, 提高采收率和油田产量, 同时也减少了勘探开发成本, 提高了油田经济效益。

### 2.2 适应复杂油藏采油工艺

由于油田地质、物理特征和采油工艺的不同, 三次采油技术具有灵活性和适应性。只要根据不同条件选择合适的石油勘探方法, 可以在很大程度上改善原油开采工艺, 有效地控制油田老化和衰竭速度, 延长油田生命周期。

### 2.3 可提高原油清洁度

三次采油技术通过改善油藏环境条件, 提高原油流动性, 降低粘度和密度等, 这样可以减少被困在井眼或孔洞中的油污染物, 从而提高原油的清洁度和质量。

### 2.4 不损害环境

随着国家环保意识的提高和环境法规的逐步完善, 三次采油技术成为石油勘探开发领域中一个非常重要的课题<sup>[3]</sup>。三次采油技术应用时, 能够避免使用化学药剂等物质对经济发展带来的环境破坏, 是一种生态友好型采油工艺。

### 2.5 协调区域经济发展

三次采油技术应用范围广泛, 能够为油田地区的经济发展带来重要的贡献。尤其在我国许多贫困地区, 能够提供良好的发展契机和就业机会, 促进油田区域经济发展。

## 3 三次采油技术意义

三次采油技术是一种提高油田开采效率、延长油田产能寿命的现代化技术, 是目前国内外油田开采的主要手段之一。它通过改善油藏中原油分布、渗透率分布不均而产生的问题, 提高原油的产量和采收率, 可以使得油田生产效益显著提高。因此, 三次采油技术的作用是不可忽视的。

3.1 延长油田产能寿命。随着油田的开采, 油井排出的生产流体的比例逐渐下降, 提高油田的产量和采收率已成为油田延长生命周期的关键策略。三次采油技术可改变原来两个相互依存的状态, 使原油重新进入开采阶段, 从而可以延长油田的寿命, 延缓油田衰老速度。

3.2 提高油田的开发效率和产量。三次采油技术以技

术创新和管理创新为主要手段,全方位提高石油勘探开发的技术水平,可提高油田的开采效率和产量<sup>[4]</sup>。采用三次采油技术后,油田的开采效率和产能将得到改善,油田的开采压力将大大降低,提高油井稳产率。

3.3 降低生产成本。油田的开采成本主要由采油设备和生产费用两部分组成,采用三次采油技术可使采油设备得到优化和改进,提高了设备的效率和生产的稳定性。同时,在油田的开采过程中,扩大化学驱和气驱等采油方式的应用,可以减少生产费用,提高油田的经济效益。

#### 4 三次采油技术的现状

当前,世界上许多发达国家已经广泛使用三次采油技术,如美国、加拿大、澳大利亚等,而且应用广泛,已成为石油开采的主要手段之一。据统计,美国利用这种技术大幅提高了油井的产能,从而推动了美国经济的快速发展。与此同时,中国也在不断推进三次采油技术的应用。据中国石化报告,三次采油技术在油田物联网打造、钻井技术成套、生产实验等多个方面都有很广阔的应用前景。如目前石油大庆油田、胜利油田、东北油田和西南油田等四大油田均在通过三次采油技术促进产量提升、增加含油面积等效果。

##### 4.1 热采技术

热采技术是一种利用高温将原油从岩石毛细孔中蒸发出来的方法。它是三次采油技术中应用最广泛、最成熟的方法之一。一般采用的热采技术包括常压蒸汽吞吐、蒸汽驱、燃烧驱等。

常压蒸汽吞吐技术是一种将常温常压采出的天然水蒸气或低温低压产生的蒸汽注入至井底进行采油的方法。该方法具有资源丰富,操作简单,可保证采油安全等优点。目前,该技术已开始被应用在低渗透率油藏中,获得了良好的效果。

蒸汽驱技术是一种向油井底部输送蒸汽以降低原油粘度的方法,从而提高采油率。该方法已广泛应用于石油行业,并在加拿大、委内瑞拉、美国等地发展起来。

燃烧驱技术是一种在井底点燃天然气、柴油等燃料,将其热量传递给储层岩石的方法<sup>[1]</sup>。通过岩石膨胀破裂,从而提高储层渗透率,使原油能够更容易地通过储层流出。

##### 4.2 化学驱技术

4.2.1 化学驱剂的种类 不同的原油地质条件和采油工艺需要使用不同的化学驱剂。化学驱剂可分为两类:一是表面活性剂,主要包括阳离子表面活性剂、阴离子表面活性剂和非离子表面活性剂等;二是聚合物,包括阴离子聚合物、阳离子聚合物、非离子聚合物和天然聚合物等。其中,阳离子表面活性剂通常用于黏土质沉积

岩、低渗透岩石中;阴离子表面活性剂适用于砂岩储层,而非离子表面活性剂则通常用于井间岩心空间的处理。

4.2.2 化学驱技术的作用机理 在油层中,化学驱剂与原油、岩石表面发生复杂的相互作用,从而产生以下方面的影响:(1)改变油层物理性质:化学驱剂的作用能降低油与岩石表面张力,促进油在岩石孔隙中的流动,提高采油效率。(2)改变物理化学性质:通过与岩石表面发生反应,形成胶体物质,改变岩石孔隙结构与表面性质,从而减小油在岩石表面的静态吸附力、动态滞留力等,提高采收率。(3)增加油层能量:一些表面活性剂或氧离子或氮离子化合物的存在,可以直接转换成化学能,从而为石油的生产提供动能。

4.2.3 化学驱技术的应用范围 化学驱技术适用于多种不同类型的油藏、不同地质条件和采油工艺<sup>[2]</sup>。但是,它的使用也有一定的限制。常规的限制条件有以下几个:(1)按照油藏物性参数,考虑强相容、低伤害、敏感性等问题;(2)前期研究,明确化学驱效果,同时考虑地质、成本、采油等问题;(3)选择化学驱剂方案,要根据油藏物性参数和化学剂的特点进行科学合理选择。(4)前期试验,以贯彻科学化、规范化、系统化、项目化管理原则,促进技术攻关成果。

化学驱技术是三次采油技术的一大技术分支,它可以提高油田采收率,减缓油田衰老速度,推进油藏开发技术的发展,同时也是国内外油田开采市场的竞争手段之一。与此同时,开发化学驱技术还需要结合油田地质特征、物性参数等多种因素进行考虑,以实现最优采收率,推广化学驱技术,取得更好的效益。

##### 4.3 气驱技术

气驱技术是指向油藏注入气体,使油井的有效采收率得到提高的原理。常用的气驱包括CO<sub>2</sub>驱、N<sub>2</sub>驱、CH<sub>4</sub>驱等。该技术目前已在全球范围内得到应用,并正在逐步推广。

###### 4.3.1 气驱技术的原理

在油井开采过程中,原油粘度较高,无法直接从油井井筒中流出。因为原油经过一定时间的停留和沉淀之后,与地下岩石形成了油水两相,在岩石孔隙和裂隙之间形成了界面和界面张力。此时进入气驱阶段,利用压缩空气或其他气体作为驱动力,通过压缩空气或其他气体向油层基部传导气体压力,从而形成气体推动力,促使原油从油井井筒内上升流出。

4.3.2 气驱技术的特点 (1)可改善原油流动性,提高采收率。在采油过程中,气驱技术可以改变油层物理特性,使得原油粘度降低,可提高采油效率,从而达到

降低成本,延长油田寿命的效果。(2)采油周期短、效益高<sup>[3]</sup>。与传统的采油技术相比,气驱技术可以减少采油周期,提高采收率和采油效率,大大提升了油田的开采效益。(3)油井运行安全性高。在气驱技术中,使用压缩空气或其他气体作为驱动力,而不是使用易燃易爆的石油产品,有助于减少油井作业中的火灾和其他安全事故。(4)可再生的能源。在气驱技术中,压缩空气或其他气体是可再生的能源,不会像传统采油技术中的石油产品那样会造成能源枯竭。

#### 4.3.3 气驱技术的应用范围

气驱技术是一种非常先进的采油技术,其应用范围非常广泛。如低渗透油井、稠油、蜡质油和高含气油等,气驱技术可以有效地提高采油效率。同时,还可以实现多气驱(压缩空气、天然气、氮气等)联合驱采油,该技术在三次采油中应用范围也更加广泛,效果更为显著。

总之,气驱技术作为三次采油技术中的一种技术分支,具有重要的作用。气驱技术具备采油周期短、效益高、可再生、安全性高等特点,并且在油井的开采、提高采收率方面发挥着重要的作用。相信随着科学技术的发展,气驱技术将会更加成熟,应用领域也将更加广泛。

### 5 三次采油技术的发展趋势

#### 5.1 无害化、低能耗化、高效化趋势

在三次采油技术发展中,能源资源枯竭、环境污染等问题将成为技术优化的方向。未来的技术将更加注重低碳、无污染等方面。

#### 5.2 智能化、数字化趋势

随着科技的不断进步,三次采油技术的数字化、虚拟化、智能化程度将不断提高,实时监测、精准计算将成为未来的重要趋势。

#### 5.3 新材料、新技术趋势

新材料、新技术的出现将推动三次采油技术的发展。在化学驱、物理驱领域,将会发明出更高效、更低成本的技术。

#### 5.4 多场耦合趋势

多场耦合:指不同物理场相互作用的现象,如热力学场、动、流体场、力学场、化学场等相互作用的现象。在未来的三次采油技术中,多场耦合将是一个重要的研究方向。

### 6 三次采油技术的措施

未来,三次采油技术的研究和开发方向将更加注重环保、提高效益和降低投资成本等方面。主要从以下几个方面展望:

#### 6.1 发掘新型三类剂

未来的三次采油技术会出现更多的新型三类剂,如有机膨胀剂、杀菌剂、改性剂等,能够更加适合不同油藏类型和地域的使用需求<sup>[4]</sup>。同时,对三次采油技术的开发研究也将朝着更加环保、高效的方向。

#### 6.2 优化采油技术流程

优化三次采油技术的流程是未来技术发展方向之一。有效处理钻井、采集数据、分析岩性、设计采油方案等流程,可以提升三次采油技术的应用效率和数据精度。

#### 6.3 建立高质量油藏知识库

建立高质量油藏知识库是未来的发展趋势之一。高质量油藏知识库可以用于油藏的评估与分级,同时也可以为三次采油技术的应用提供更好的数据和技术支撑。

#### 6.4 强化技术和应用创新

随着科技的不断进步和发展,未来三次采油技术将不断发掘创新,以更好地满足现代油田开采的需求。如焦炎涛等研究人员提出了一种新型的“互相作用认知优化控制”(MICO),可以带来更高的采收率和更低的成本。

### 7 三次采油技术的挑战

#### 7.1 环保问题

在三次采油实验、工程应用中,产生的化学药品、剩余油、废水、废气等问题,加大了治理成本、影响了就地处理环境。

#### 7.2 低渗透率油藏的开发难题

低渗透率油藏的开发难度大,成本高,需要更加先进的三次采油技术。

#### 7.3 实施难度大

由于三次采油技术尚处于发展初期,在技术方面存在许多难题,如难以测量、难以控制等问题,限制了该技术的推广和应用。

结语:三次采油技术的发展目前处于高速发展阶段,新技术的不断涌现,保证了该技术的不断优化。未来的三次采油技术将会更加环保、智能化,并确保它更好地应用于各种类型的油藏,在保证能源安全的同时,改善环境,降低碳排放。

### 参考文献

- [1]赵俊辉.浅析三次采油技术的现状及发展趋势[J].化工管理,2019,000(014):222.
- [2]段文杰.三次采油技术的研究现状与发展趋势分析[J].中国化工贸易,2019,11(011):228.
- [3]任月嫣.三次采油技术的现状及未来发展[J].化学工程与装备,2020,No.283(08):100-101.
- [4]丁超群.三次采油技术在石油行业中的应用[J].化学工程与装备,2019,No.269(06):167-168.